

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI İŞİTSEL BAĞLAMLARDA DÜZENLİLİĞİ FARK ETME
İLE OLUŞAN İŞİTSEL KORTİKAL N1 CEVAPLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

Buse ADAM

**Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2023

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI İŞİTSEL BAĞLAMLARDA DÜZENLİLİĞİ FARK ETME
İLE OLUŞAN İŞİTSEL KORTİKAL N1 CEVAPLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

Buse ADAM

**Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI**

ANKARA

2023

**FARKLI İŞİTSEL BAĞLAMLARDA DÜZENLİLİĞİ FARK ETME İLE
OLUŞAN İŞİTSEL KORTİKAL N1 CEVAPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Öğrenci: Buse ADAM

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI

Bu tez çalışması 11 / 01 / 2023 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU*
(Hacettepe Üniversitesi)

Tez Danışmanı: *Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Doç. Dr. Hilal DİNÇER D'ALESSANDRO*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Doç. Dr. Şule ÇEKİÇ*
(Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

26 Ocak 2023

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

11 / 01 / 2023

Buse ADAM

¹“*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

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

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

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

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

** Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Buse ADAM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimde çalışmak istediğim konuyu seçerken gösterdiği ilgi ve özenle birlikte tezimin her aşamasında bilgisi ve deneyimleri ile ufkumun genişlemesine ve gelecek planlarıma önemli katkıları olan değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Yaralı'ya,

Bu tezin ortaya çıkma süreci boyunca hayatımın gerek akademik kısmında gerek diğer her anında desteğini hep hissettiğim, çalışma disipliniyle beni kendisine hayran bırakan ve beni daima gülümseten hayat arkadaşım A. Ata Adam'a,

Okumayı ve araştırmayı bana küçüklükten sevdiren, eğitime ve öğretimin önemini bilip beni bu bilinçle yetiştiren en değerli güç kaynağım başta annem olmak üzere değerli aileme,

Yüksek lisansım süresince ne zaman istesem yardımına hemen koşan biricik kardeşim Çisem Açıkgöz'e,

Bir parçası olmaktan mutluluk duyduğum Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bölümündeki değerli hocalarıma,

Tezimi dinleyip fikirlerini benimle paylaşan Prof. Maria Chait'e,

BİDEB 2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı aracılığıyla beni destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

ÖZET

Adam, B., Farklı İşitsel Bağlamlarda Düzenliliği Fark Etme ile Oluşan İşitsel Kortikal N1 Cevaplarının Karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023.

İçerisinde bulunduğumuz işitsel çevrede var olan karmaşık seslerin ayrıştırılması ve gruplandırılması süreci işitsel sahne analizi olarak adlandırılmaktadır. Bu süreçteki işlemlerden bir tanesi de işitsel düzenliliklerin çıkarılmasıdır. İşitsel düzenliliklerin tespit edilmesi bir sahne içerisinde önemli olan sinyalin takip edilebilmesi için oldukça önemlidir. Literatürde bu konuda farklı uyaran dizileri kullanılarak çeşitli elektrofizyolojik çalışmalar yapılmıştır. Karmaşık işitsel sahnelerde çalışmaların yapılması işitsel sistemin organizasyon sürecini anlayabilmek için önemlidir. Bu bakımdan mevcut çalışmada rastgele seslerin ardından gelen frekans olarak azalan bir paterne sahip olan düzenli ses dizilerinin farklı sesler ile birlikte sunulduğu durumlarda (rast_az_2) ve rastgele seslerin ardından gelen bu düzenliliklerin izole olarak yer aldığı durumlarda (rast_az) işitsel düzenliliğin fark edilmesi ile ortaya çıkan kortikal cevaplar karşılaştırılmıştır. Bu uyaranlar için düzenliliği fark etme davranışsal cevapları da incelenmiştir. Çalışmaya herhangi bir işitme problemi olmayan 22-31 yaş aralığında 20 kişi katılmıştır. İşitsel sahnenin daha karmaşık olduğu durum olan rast_az_2 uyararı için elde edilen N1 dalgasının amplitüdü daha küçük ve latansı daha uzun olarak elde edilmiştir ($p < 0,001$). Davranışsal cevaplar incelendiğinde ise katılımcılar rast_az_2 uyararını fark etmekte rast_az uyararına göre daha çok zorlanmışlardır ($p < 0,001$). Bulgular işitsel düzenliliklerin farklı sesler içerisinde ortaya çıktıklarında da fark edilebildiklerini ve kortikal gösterimleri olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak bu gösterimlerin düzenliliklerin izole yer aldığı durumlara göre daha zayıf olduğunu ve davranışsal fark etmenin de izole koşula göre daha zor olduğu gözlenmektedir. İleriki çalışmalarda gürültüde konuşmayı ayırt etmekte zorluk yaşayan bireyler çalışmaya dahil edilerek gürültüde konuşmayı ayırt etme becerileri ile işitsel kortikal N1 cevabı ile ilişkisi araştırılabilir.

Anahtar Kelimeler: işitsel sahne analizi, işitsel şekil-zemin ayrımı, işitsel düzenlilikler, işitsel kortikal N1 cevabı

ABSTRACT

Adam, B., Comparison of Auditory Cortical N1 Responses Evoked by Regularity Detection in Different Auditory Contexts, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Department of Audiology Master of Science Thesis, Ankara, 2023. Auditory scene analysis is the name of the process consisting of the integration and segregation of sound streams in highly complex environments. One of the processes in this analysis is the extraction of auditory regularities. Detecting auditory regularities is crucial for tracking important signals in a complex scene. Various electrophysiological studies exist in the literature on this issue using different stimulus sequences. To understand the organization of sound processing in the auditory system, using a variety of stimuli is noteworthy. In this sense, this study was conducted to compare the auditory cortical N1 responses evoked by regular sound patterns with a decreasing frequency which is embedded in random sounds (rand_dec_2) and regular sound with decreasing frequency in isolation (rand_dec) both appearing after random frequency sounds. Moreover, behavioural responses were examined for these stimuli. 20 participants between the ages of 22-31 without hearing problems participated in the study. It was observed that the N1 amplitudes were smaller and latencies were longer for the N1 responses evoked by rand_dec_2 where auditory scene was more complicated ($p < 0.001$). In addition, behavioural results showed that regularity detection for rand_dec_2 was more difficult compared to rand_dec ($p < 0.001$). The findings show that auditory regularities can also be noticed when they are embedded in different sounds and they have cortical representations. In addition, it is observed that these representations are less robust than the conditions in which regularities are isolated, and behavioral detection is more difficult than in the isolated condition. People with speech understanding in noise problems can be involved in future studies for investigating the relation between speech in noise scores and auditory cortical N1 responses.

Keywords: auditory scene analysis, auditory figure-ground segregation, auditory regularities, auditory cortical N1 response

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. İşitsel Sahne Analizi	5
2.2. İşitsel Düzenlilik	7
2.3. İşitsel Düzenlilik ve İşitsel Kortikal Cevaplar	9
2.4. Karmaşık İşitsel Sahneler, İşitsel Şekil-Zemin Ayrımı ve İşitsel Düzenlilik	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM	23
3.1. Araştırma Örneklemine Belirlenmesi	23
3.2. Uyarılar	24
3.3. Elektrofizyolojik Testler	26
3.4. Uyarılmış Potansiyellerin Değerlendirilmesi	27
3.5. Dalga Tepe Noktalarının Belirlenmesi	27
3.6. Davranışsal Cevapların Değerlendirilmesi	28
4. BULGULAR	29
4.1. Tanımlayıcı İstatistikler	29
4.2. Uyarılmış Potansiyellerin Değerlendirilmesi	29
4.2.1. İşitsel Düzenliliğe Geçiş N1 Cevap Amplitüdlerinin Karşılaştırılması	29
4.2.2. İşitsel Düzenliliğe Geçiş N1 Cevap Latanslarının Karşılaştırılması	30

4.3. Davranışsal Cevapların Değerlendirilmesi	31
4.3.1. Katılımcıların Reaksiyon Zamanlarının Karşılaştırılması	31
4.3.2. Katılımcıların Doğru Cevap (<i>Hit Rate</i>) Skorlarının Karşılaştırılması	32
4.4. Elektrofizyolojik ve Davranışsal Cevaplar Arasındaki Korelasyonların Değerlendirilmesi	33
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
7. KAYNAKLAR	
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurulu İzinleri	
EK-2: Turnitin Dijital Makbuzu	
EK-3: Tez Çalışmasında Kullanılan Anketler	
9. ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

CAA	Çeyrekler Arası Açıklık
dB	Desibel
EEG	Elektroensefalografi
ENC	Eşleşmeyen Negativite Cevabı
F₀	Temel Frekans (<i>Fundamental Frequency</i>)
Hz	Hertz
MEG	Manyetoensefalografi
Md	Medyan
ms	Milisaniye
Ort	Ortalama
Rast	Rastgele
Rast_2	Rastgele_2
Rast_az	Rastgele_azalan
Rast_az_2	Rastgele_azalan_2
SFG	<i>Stochastic Figure Ground</i>
SS	Standart Sapma

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. ABABAB... şeklinde devam eden bir ses dizisinde tonlar arası süre kısa olduğu zaman dinleyicide ABAB... şeklinde bir algı oluşurken (sol) tonlar arasındaki süre arttığı zaman AA veya BB şeklinde iki ayrı ses algılanmaktadır (sağ). Şekil van Noorden (25)'dan alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.	7
2.2. Bendixen ve ark.'nın kullandıkları deney tasarımından bazı koşulların şematik gösterimi şekilde gösterilmiştir. Düzenlilikler A ve B tonlarının frekans ve şiddet özelliklerinin birbirinden bağımsız olarak manipüle edilmesiyle oluşturulmuştur. Siyah renkli kareler ses şiddeti 6 dB daha yüksek olan vurgulu tonları, gri kareler ise ses şiddeti 6 dB daha düşük olan vurgusuz tonları göstermektedir. Siyah ok ile işaretli yerler ses şiddeti açısından düzenli yapıları gösterirken frekans düzenlilikleri daire içinde gösterilmiştir. Şekil Bendixen ve ark. (27)'nden alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.	9
2.3. Winkler ve Schröger (35)'in çalışmasında kullanılan tonal paternler gösterilmiştir. Çalışmada A ve B olarak isimlendirilen ve temelde aynı frekanslı tonlardan oluşan iki farklı patern kullanılmıştır. B paterni, A paterninde yer alan ikinci ve dördüncü sıradaki tonların yer değiştirmesiyle oluşturulmuştur. Tonları temsil eden barların yüksekliği ve genişliği uyarının frekansı ve süresi ile orantılı olacak şekildedir. Çalışmada şekilde verilen 4 farklı koşul için ENC cevapları kaydedilmiştir. Şekil Winkler ve Schröger (35)'den alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.	10
2.4. Bendixen ve ark. (39)'nda yer alan olası uyarın dizilerinin şematik gösterimi şekilde verilmiştir. Her ton bir harf ile ifade edilmiştir. A ile gösterilen bir standart uyarandan sonra %25 olasılıkla aykırı uyarın (B) tekrar ederek yeni bir standart uyarın olarak adlandırılmaktadır. %50 olasılıkla ilk standart uyarın tekrar etmektedir (A ile gösterilmektedir). %25 olasılıkla ise ilk standarttan farklı ikinci bir standart uyarın meydana gelmektedir (C ile gösterilmektedir). Eğik olarak yazılan harfler değişen tonları temsil etmektedir. Şekil Bendixen ve ark. (39)'ndan alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.	14
2.5. Cervantes Constantino ve ark. (51)'nin çalışmasında kullanılan uyarın tasarımları şekilde gösterilmiştir. A) İşitsel değişimin olmadığı durum, B) İşitsel sahnede var olan bir komponentin ortadan kaybolduğu işitsel durum, C) İşitsel sahnede olmayan bir komponentin ortaya çıktığı durumu göstermektedir. Şekil Cervantes Constantino ve ark. (51)'nden adapte edilmiştir.	20

- 3.1.** Düzenlilik içeren uyarın dizileri gösterilmiştir. Rastgele_azalan (üstte); Rastgele_azalan_2 (altta) belirtilmiştir. 25
- 3.2.** Kontrol uyarın dizileri gösterilmiştir. Rastgele (üstte), Rastgele_2 (altta) belirtilmiştir. 26
- 4.1.** Bütün katılımcılardan elde edilen ortalama dalga formları gösterilmiştir. Kesikli mavi çizgi rast uyarını için; kesikli yeşil çizgi ise rast_2 uyarını için elde edilen ortalama dalga formlarını göstermektedir. Bu uyarınlar tamamen rastgele seslerden oluşan kontrol uyarınlarıdır. Siyah çizgi rast_az uyarını için; kırmızı çizgi rast_az_2 uyarını için elde edilen ortalama dalga formunu göstermektedir. İşitsel düzenliliğe geçiş ile elde edilen kortikal N1 cevabı daire içine alınarak gösterilmiştir. 29
- 4.2.** Rast_az ve rast_az_2 uyarınları için elde edilen N1 dalgası amplitüdlerin karşılaştırılması. 30
- 4.3.** Rast_az ve rast_az_2 uyarınları için elde edilen N1 dalgası latanslarının karşılaştırılması. 31
- 4.4.** Rast_az ve rast_az_2 uyarınları için katılımcıların reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması. 32
- 4.5.** Rast_az ve rast_az_2 uyarınları için katılımcıların doğru cevap skorları şekilde gösterilmiştir. Mavi daireler rast_az uyarını için her bir katılımcının skorunu gösterirken kırmızı kareler rast_az_2 uyarını için katılımcı skorlarını göstermektedir. 33

TABLolar

Tablo		Sayfa
3.1.	Uyaranlar için kullanılan pencere genişlikleri.	28
4.1.	Katılımcıların tanımlayıcı istatistiksel verileri.	30
4.2.	Rast_az ve rast_az_2 uyaranları ile elde edilen N1 amplitüdüleri için istatistiksel değerler.	31
4.3.	Rast_az ve rast_az_2 uyaranları ile elde edilen N1 latansları için istatistiksel değerler.	31
4.4.	Rast_az ve rast_az_2 uyaranları için katılımcıların reaksiyon zamanları.	32
4.5.	Rast_az uyaranı için korelasyon istatistikleri.	34
4.6.	Rast_az_2 uyaranı için korelasyon istatistikleri.	34

1. GİRİŞ

Günlük yaşam içerisinde herhangi bir anda etrafımız birden fazla ses kaynağı ile çevrilidir. İnsan kulağına ulaşan sesler ise bu karmaşık çevrenin doğal bir sonucu olarak zaman ve frekans açısından çakışmış çözümlenmesi gereken bir karışım halindedir. İşitme sisteminin en temel görevlerinden biri bu işitsel karışımın çözümlenip hedef olan işitsel objelerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktır (1). İşitsel objeler, işitsel sistemin akustik olayları yorumlamasının algısal bir sonucu olarak tanımlanabilmektedir. Diğer bir deyişle, bir kafede otururken kahve makinesinin sesi, bir kuşun ötüşü, yoldan geçen araba motorunun sesi gibi farklı ve ayrıştırılmış seslerin her biri işitsel obje olarak adlandırılmaktadır (2, 3).

Karmaşık işitsel ses dizilerinin işitsel objeleri oluşturacak şekilde ayrıştırılması ve gruplandırılması işitsel sahne analizinin temel yönlerinden birisidir (2). İşitsel objeler; işitsel sistemin akustik ortamdaki spektral ve zamansal düzenlilikleri tespit etme, ayrıştırma ve algısal birimler şeklinde gruplama yeteneğinin bir sonucudur (4). Bununla birlikte işitsel sahne analizi sürecine katkı sağlayan diğer stratejiler ve işitsel ipuçları karmaşık işitsel sahenin çözümlenmesinde birlikte rol almaktadırlar (5). İşitsel düzenliliklerin tespit edilmesi bu stratejilerden biridir.

Ses dizilerinde var olan spektral özelliklerin veya şiddetin değişimi gibi sesin parametrelerindeki değişiklikler işitsel uyarılmış potansiyeller kullanılarak incelenebilmektedir (6). İşitsel düzenliliklerin farklı seslerin arasından nasıl tespit edilebildiği ise literatürde uyarılmış potansiyelleden biri olan Eşleşmeyen Negativite Cevabı (ENC) kullanılarak incelenmektedir. ENC, işitsel uyarının düzenlilik gösteren özelliklerinin bozulması ile ortaya çıkan bir cevaptır (7). Bununla birlikte ENC sadece işitsel uyarandaki tek bir parametrenin değişmesiyle ya da görece daha basit bir düzenliliğin bozulmasıyla oluşmamaktadır.

Örneğin, Paavilainen ve ark. (8) çalışmalarında azalan ve artan frekanslı ton çiftleri kullanarak daha karmaşık düzenlilikleri araştırmışlardır. Araştırmacılar, 5 adet alçak frekanslı ve 5 adet yüksek frekanslı ton çifti oluşturmuşlardır. Bir alçak frekanslı ve bir yüksek frekanslı olacak şekilde ton çiftleri birbiri ardına rastgele olarak

gelmektedir. Art arda gelen tonların frekans düzeni ya aynı yöndedir ya da biri artarken diğeri azalmaktadır. Aykırı uyarın ise standart uyarının tam tersi olacak şekilde düzenlenmiştir. Katılımcılarda hem aynı hem farklı yöndeki bu frekans düzenlerindeki bozulmalar için ENC oluştuğu gözlemlenmiştir (8).

Günlük yaşamda sesler oldukça çeşitlidir ve saniyeler içerisinde bile çeşitli özellikler açısından seslerde değışimler gerçekleşebilmektedir (8). Bu nedenle işitsel düzenliliğin bozulmasının yanı sıra işitsel düzenliliklerin ortaya çıkması da işitsel sahne analizi sürecinde incelenmesi gereken diğeri bir kavramdır. Chait ve ark. (9) rastgele seslerin ardından gelen ve kendini tekrar eden bir frekans dizisinin diğeri bir deyişle işitsel düzenliliğin ortaya çıkmasıyla oluşan kortikal yanıtlar elde etmişlerdir (9). Bununla birlikte günlük yaşamda bir çok ses objesi (işitsel düzenlilik) arka planda başka seslerin varlığında ortaya çıkmaktadır. Bunun gibi karmaşık işitsel sahnelerde yapılan çalışmalar işitme sisteminin doğasını anlayabilmemiz için büyük önem taşımaktadır çünkü çevrede gerçekleşen işitsel değışimlere hızlı tepkiler oluşturmak bireylerin hayatını devam ettirebilmesi için önemlidir. Nitekim Sohoğlu ve ark. (10) karmaşık işitsel sahnelerde işitsel bir düzenliliğin ortaya çıktığı durumlarda manyetoensefalografi (MEG) dalgalarının elde edildiğini ve bu dalgaların işitsel düzenliliğin kaybolduğu durumlardan farklı olduğunu belirtmektedir (10).

Genel olarak bakıldığında işitsel düzenliliklerin işitsel uyarılmış potansiyellerle incelenebildiği görülmektedir. İşitsel düzenliliklerin bozulması ve ortaya çıkması önceki çalışmalarda sıklıkla araştırılmıştır. Bununla beraber işitsel sistemin farklı ortamlarda nasıl çalıştığını anlayabilmek için işitsel düzenliliklerin karmaşık işitsel sahnelerde (örneğin farklı ses grupları ile birlikte) ortaya çıktığı durumların da farklı uyarın tasarımlarıyla incelenmesinin önem taşıdığı düşünülebilir. Bu amaçla mevcut çalışmada işitsel düzenliliklerin farklı seslerle birlikte ortaya çıktığı durumlarda oluşan kortikal cevaplar incelenmiştir.

Çalışma hipotezleri aşağıda belirtilmiştir:

Hipotez 1;

H0: Rastgele seslerden sonra gelen, frekans bakımından azalan ses dizisi (rast_az) düzenliliğe geçiş N1 cevaplarını oluşturmayacaktır.

H1: Rast_az ses dizisi düzenliliğe geçiş N1 cevaplarını oluşturacaktır.

Hipotez 2;

H0: Rastgele seslerden sonra gelen fakat aynı anda gerçekleşen rastgele sesler içerisine yerleştirilmiş frekans bakımından azalan ses dizisi (rast_az_2) düzenliliğe geçiş N1 cevaplarını oluşturmayacaktır.

H2: Rast_az_2 ses dizisi düzenliliğe geçiş N1 cevaplarını oluşturacaktır.

Hipotez 3;

H0: Tamamen rastgele seslerden oluşan ses dizileri (rast ve rast_2) düzenliliğe geçiş N1 cevaplarını oluşturacaktır.

H3: Rast ve rast_az_2 ses dizileri ise düzenliliğe geçiş N1 cevaplarını oluşturmayacaktır.

Hipotez 4;

H0: Rast_az ses dizisinin oluşturduğu N1 cevabının latans ve amplitüdü ile rast_az_2 ses dizisinin oluşturduğu N1 cevabının latans ve amplitüdü arasında fark olmayacaktır.

H4: Rast_az ses dizisinin oluşturduğu N1 cevabının latans ve amplitüdü ve rast_az_2 ses dizisinin oluşturduğu N1 cevabının latans ve amplitüdü farklı olacaktır.

Hipotez 5;

H0: Rast_az ve rast_az_2 için elde edilen reaksiyon zamanı ve doğru cevap skorları arasında farklılık olmayacaktır.

H5: Rast_az ve rast_az_2 için elde edilen reaksiyon zamanı ve doğru cevap skorları arasında fark olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Çevremizde olan değişiklikleri fark etmek ve onlara hızlı tepkiler oluşturmak hayatımızı devam ettirebilmemiz için kritik bir öneme sahiptir. İşitme bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır (11). Günlük yaşantılarında insanlar genellikle karmaşık bir akustik çevrede bulunmaktadır. Bu karmaşık akustik çevre içerisinde bireyin kendisi için hedef olan sesleri belirleyip uygun tepkiler oluşturması kritik olduğu gibi oldukça zorlu bir süreçtir (12). Bu noktada işitsel sistem önemli bir yere sahiptir. İşitsel sistemin görevi, çevremizde oluşan karmaşık sesler bütününe gelen sinyallerin muhtemel kaynaklarını belirleyebilmek için ayırıştırmaaktır. Bir başka deyişle işitsel sistem, işitsel nesnelere hakkında bilginin algısal olarak organize edilebilmesi için sesleri gruplandırılmakta ve seslerin ayrıştırılmasını sağlamaktadır. Bregman bu süreci işitsel sahne analizi olarak adlandırmaktadır. Bu süreç aynı zamanda algısal organizasyon olarak da isimlendirilebilir. Sesin algısal organizasyonu akustik sinyallerin spektral ve zamansal özelliklerinden etkilenir (2).

Benzer olarak görsel sistem de bir sahneyi bir ya da daha fazla nesneye bölmek zorundadır. Karmaşık sahneleri görmek oldukça basit ve hızlı bir şekilde gerçekleşse de duyuşal girdisi oldukça karmaşıktır. Bu süreç ise görsel sahne analizi olarak adlandırılmaktadır (13). Ancak görme alanımızın dışında kalan veya karanlık olan ortamlarda görsel sistemin işi zorlaşmaktadır. Bu gibi durumlarda işitme sistemi çevrede olan değişikliklerin algılanmasına yardımcı olmaktadır (11). İşitme sisteminin bir erken uyarıcı gibi görev yaparak çevrede gerçekleşen değişikliklerin algılanmasında önemli bir rol oynadığı ve dikkati çevredeki yeni olaylara hızlıca yönlendirdiği düşünülmektedir (14, 15). Bu sayede örneğin çevrede gerçekleşen bir araba kazası görme alanı dışında gerçekleşse de fark edilebilmekte hatta kazanın şiddeti hakkında fikir sahibi olunabilmektedir. Bu ve benzeri durumlar göstermektedir ki insanlar için ses, çevrede gerçekleşen olayların doğası hakkında bilgi sağlamaktadır (2). Bu noktada işitsel sahne analizi kavramına değinmek doğru olacaktır.

2.1. İşitsel Sahne Analizi

Sahne analizi terimi ilk olarak bilgisayar alanında çalışan uzmanların bir kamera kadrajında var olan nesnenin, arka plandaki diğer görüntülerden ayrıştırılarak hedef nesneyi belirlemek için kullandıkları bir yöntemin ismi olarak ortaya çıkmıştır. Benzetme yapmak gerekirse işitsel sahne analizi zaman içerisinde çevresel kaynaklardan gelen tüm işitsel ipuçlarının bir araya getirildiği ve birey için hedef olan sesin belirlenmeye çalışıldığı bir süreçtir (16).

Bir kişiye çevresinde mevcut olan sesler içerisinde istediği bir tanesini nasıl ayırt edebildiği sorulduğunda sadece dikkatini dinlemek istediği sese yönlendirerek bunu başardığı cevabı alınabilmektedir. Nitekim süreç bu kadar basit değildir. Çevrede mevcut olan ses karışımı, kulağımıza her bir ses olayının aritmetik toplamı olarak üst üste çakışmış tek bir ses dalgası şeklinde ulaşmaktadır. İşitsel sistem bu karmaşık seslerden oluşan dalgayı işitsel sahne analizi ile organize edebilmektedir. Bu organizasyon sürecinin ilk basamağı karmaşık ses dalgasının akustik spektrumundaki her bir frekans bölgesinin şiddetini, frekansların değişim yönünü (örneğin artan ya da azalan bir frekans eğrisi şeklinde bir değişim), sesin mekânsal konumunu ve diğer özelliklerini belirleyerek işitsel gruplama için zemin hazırlamaktır. Gelen ses, özelliklerine ayrıştırıldıktan sonra işitme sistemi sesleri nasıl gruplayacağına karar vermek zorundadır. Bregman bu gruplama sürecinin zamansal özellikler ve spektral özellikler açısından olmak üzere en az iki boyutta incelenmesi gerektiğini belirtmektedir (17, 18).

Zamansal özelliklere göre gruplama süreci sıralı gruplama olarak da adlandırılmaktadır. Sıralı gruplama zaman içerisinde hangi spektral komponentlerin birbiriyle ilişkilendirileceğini belirlemektedir. Örneğin, yüksek ve alçak frekanslı olmak üzere birbirinden farklı iki tonun birbiri ardına dizildiği bir ses döngüsü yavaş bir hızda sunulduğunda, döngüyü oluşturan tonlar dinleyiciler tarafından ardı ardına (bir yüksek bir alçak frekanslı şeklinde ayrı ayrı) duyulmaktadır. Ancak döngü daha hızlı bir şekilde dinleyicilere sunulduğunda dinleyicilerin döngüyü sıralı şekilde duyması zorlaşmakta ve biri yüksek diğeri alçak frekanslı tondan oluşan iki

farklı ses döngüsü varmış gibi duymaktadırlar. Bu ayrışma literatürde *streaming* olarak da adlandırılmaktadır (19). *Streaming* etkisi müzisyenler tarafından da kullanılmaktadır. Bir enstrümanın alçak ve yüksek frekanslı tonlar arasında değişerek oluşturduğu melodiler dinleyiciler tarafından birden fazla enstrüman çalınıyormuş gibi algılanabilmektedir (20). Hıza ek olarak sesin temel frekansı, ses kaynaklarının uzaysal konumları, tını gibi çeşitli faktörlerin sıralı gruplama üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (2).

Spektral özelliklere göre gruplama süreciyse eş zamanlı gruplama olarak adlandırılabilir. Diğer bir deyişle çevrede var olan ve eş zamanlı olarak gelen ses kaynaklarının tını, perde gibi spektral özelliklerini belirlemek için ayrıştırılması anlamına gelmektedir (20). Sıralı gruplama ve eş zamanlı gruplama birbirinden bağımsız süreçler değildir. Sıralı gruplama, duyu verilerini zaman içinde birbirine bağlarken eş zamanlı gruplama; aynı anda gelen verilerden, muhtemelen aynı sesin parçaları olan bileşenleri seçer (21). Örneğin iki kişi aynı anda konuşurken belirli bir anda mevcut olan bileşenler iki tane algısal gösterime sahiptir. Bu iki algısal gösterim kendi tını ve perdesine göre gruplanmış her bir sesi temsil etmektedir ve bu işlemeye eş zamanlı gruplama denmektedir. Fakat aynı sesin parçalarının zaman içerisinde gruplara ayrışmasına ise sıralı gruplama denmektedir (19).

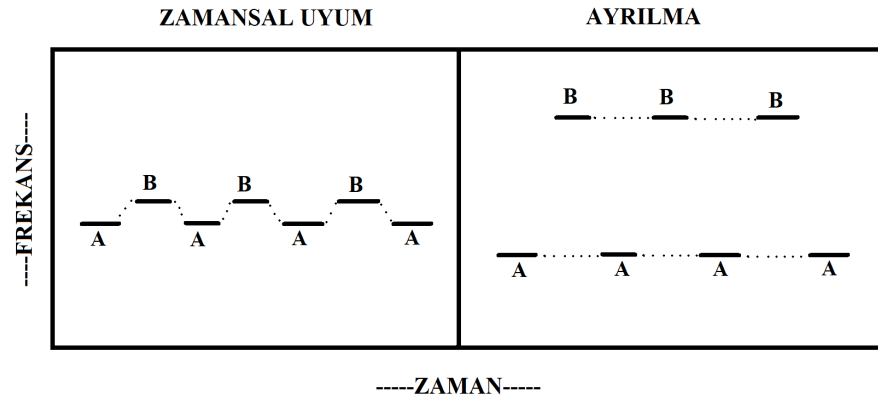
İşitsel dünyayı anlamlandırmak ve etkili bir şekilde çevreyle etkileşimde bulunmak için beynin farklı ses kaynaklarıyla ilgili bilgileri ayrıştırması gerekmektedir. İşitsel sahne analizi ifadesi, bu temel sorunu tanımlamaktadır. Yukarıda da bahsedildiği üzere işitsel sahne analizi bu süreçte farklı stratejiler kullanmaktadır (22). Bu stratejilerden biri de basitçe çevredeki seslerde var olan düzenli yapıların tespit edilmesine dayanan işitsel düzenliliklerin tespit edilmesidir. İşitsel bilginin işlenmesi, duysal girdinin kaynağının tespit edilmesi ve çevredeki potansiyel önemli olayların tespit edilmesini içerir. Günümüze kadar bu iki önemli fonksiyon işitsel düzenlilik ve işitsel sahne analizi alanlarında nispeten birbirinden bağımsız olarak çalışılmıştır (23).

Çoğu durumda çevremizde olan değişiklikler ilk önce bir akustik girdi olarak

tespit edilir ve işitsel sistem bunu yapabilmek için oldukça özelleşmiş bir yapıya sahiptir. İşitsel sistemde var olan bu mekanizmaların sınırlarını bilmek diğer bir deyişle bazı işitsel olaylar dinleyiciler tarafından kaçırılma eğilimine sahipken neden bazı olayların daha kolay fark edilebiliyor olduğunu bilmek büyük bir önem taşımaktadır. Bunun için işitsel düzenlilik kavramını daha yakından incelemek gerekmektedir (24).

2.2. İşitsel Düzenlilik

İşitsel sahne analizi çevredeki ardışık aktif ses kaynaklarını doğru tespit edebilme problemi ile ilişkilidir. Bu durum bilgiyi işlemleyen sistem için oldukça zordur çünkü ilerleyen ses dalgası çeşitli ses kaynakları tarafından sönmülenebileceği gibi kaynaklardan ortaya çıkan yankılar hedef sesle karışarak kulağa ulaşmaktadır (23). Gelen sesin organizasyonu bağlamsal ipuçlarının (*contextual clues*) eksik olduğu ortamlarda ilk olarak eş zamanlı gruplama stratejisinin kullanılması ile başlayabilmektedir. Ancak eş zamanlı gruplama doğal sahneleri çözümlemede yetersiz kalabilmektedir. Bu gibi durumlarda işitsel sahne analizi birden fazla sesi birbiriyle ilişkilendiren işitsel düzenlilikleri kullanmaktadır (22).



Şekil 2.1. ABABAB... şeklinde devam eden bir ses dizisinde tonlar arası süre kısa olduğu zaman dinleyicide ABAB... şeklinde bir algı oluşurken (sol) tonlar arasındaki süre arttığı zaman AA veya BB şeklinde iki ayrı ses algılanmaktadır (sağ). Şekil van Noorden (25)'dan alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.

İşitsel *stream*'lerin ayrıştırılması işitsel sahne analizindeki temel süreçler arasında yer almaktadır. Literatürde van Noorden (25) ile sonrasında yapılan pek

çok araştırma da olduğu üzere işitsel *streaming* etkisi sıklıkla her harfin bir tonu ya da frekansı temsil ettiği “ABA-” uyarın yapısı kullanılarak incelenmiştir (Şekil 2.1.) (25, 26).

Zamansal düzenliliklerin dinleyiciler tarafından tespit edilmesinin işitsel *streaming* üzerindeki etkisi ve nasıl faydalar sağladığı Bendixen ve ark.’nın (27) araştırmasında da benzer bir uyarın yapısı kullanılarak incelenmiştir. Araştırmacılar tarafından oluşturulan “ABA-” döngüsünde A ve B tonlarının frekans ve şiddet özellikleri açısından değiştiği farklı uyarın dizileri bulunmaktadır. A ile gösterilen ton 2 farklı frekans değerinden birine sahip olabilirken, B tonu için bu durum üç farklı frekans değeri arasında değişmektedir. A ve B tonları şiddet açısından incelendiğinde ise vurgulu ve vurgusuz olmak üzere iki özellik bulundurmaktadırlar. Vurgulu tonların ses şiddeti vurgusuz tonlardan 6 dB daha yüksektir. Çalışmada bütün özellikler bakımından tamamen rastgele olan uyarın dizilerinin yanı sıra A ve B dizilerinden birinin ya da ikisinin birlikte frekans, şiddet veya her iki özellik açısından düzenli olabildiği uyarın dizileri kullanılmıştır. Frekans düzenlilikleri A1A2A1A2... ya da B1B2B3B1B2B3.. şeklinde tonların art arda gelmesiyle oluşturulmuştur. Şiddet açısından düzenliliğin olduğu durumlarda her dört A tonunda bir veya her üç B tonunda bir vurgulu ton gelmiştir ve düzenlilik bu şekilde sağlanmıştır. Katılımcılardan dinledikleri uyarın dizilerini birlikte ya da ayrıışmış olarak mı duyduklarını belirtmeleri istenmiştir. Bunun sonucunda bahsi geçen zamansal düzenliliklerin varlığının tonların ayrı olarak algılanmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. Aynı zamanda tonların ayrıışması zamansal düzenliliklerin daha baskın olduğu uyarın koşullarında daha yüksek bir oranda gerçekleşmektedir. Genel olarak bakıldığında zamansal düzenlilikler işitsel sahne analizinde temel ipuçlarına destek olan ikincil süreçlerden olarak nitelendirilmektedir (27) (Şekil 2.2.).

Duyusal girdideki düzenlilikleri keşfetme yeteneği işitsel sahne analizinin önemli bir yönü olarak tanımlanmaktadır. Düzenlilikleri keşfetmek, dinleyicinin karmaşık bir sahne içerisinde önemli olan sinyali tanımlamasını ve takip edebilmesini sağlamaktadır. Genellikle aynı akustik kaynaktan gelen seslerin frekans bileşenleri aynı anda başlama ve bitme eğilimindedir. Bu durum her zaman doğru olmasa da genel

olarak geçerlidir. İşitme sisteminin bu tür genel düzenlilikleri kullanması oldukça yararlıdır (28).

KOŞULLAR	A Frekans	A Şiddet	B Frekans	B Şiddet	ŞEMATİK GÖSTERİM
'A' // FREKANS	X				
'B' // ŞİDDET				X	
'A', 'B' // FREKANS VE ŞİDDET	X	X	X	X	

Şekil 2.2. Bendixen ve ark.'nın kullandıkları deney tasarımından bazı koşulların şematik gösterimi şekilde gösterilmiştir. Düzenlilikler A ve B tonlarının frekans ve şiddet özelliklerinin birbirinden bağımsız olarak manipüle edilmesiyle oluşturulmuştur. Siyah renkli kareler ses şiddeti 6 dB daha yüksek olan vurgulu tonları, gri kareler ise ses şiddeti 6 dB daha düşük olan vurgusuz tonları göstermektedir. Siyah ok ile işaretli yerler ses şiddeti açısından düzenli yapıları gösterirken frekans düzenlilikleri daire içinde gösterilmiştir. Şekil Bendixen ve ark. (27)'nden alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.

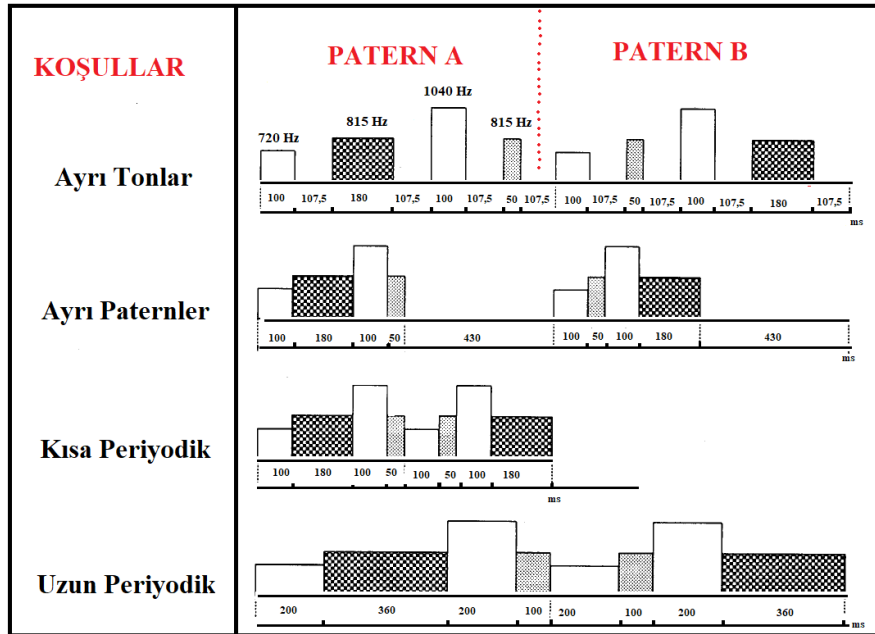
2.3. İşitsel Düzenlilik ve İşitsel Kortikal Cevaplar

Çevrede olan değişikliklerin fark edilmesindeki hassaslık işitme duyusunun önemli bir yönü olarak tanımlanmıştır. Değişimin fark edilmesi işitsel sahne analizinde ve aynı zamanda kompleks ses dizilerinin algılanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu sürecin altında yatan mekanizma, genellikle standart olayların devam ettiği bir akış içerisinde aykırı uyarıların sunulmasına dayalı olarak işlev gören Eşleşmeyen Negativite Cevabı (ENC) kullanılarak incelenmektedir. ENC komponentleri standart olarak adlandırılan daha fazla sıklıkla gerçekleşen uyarıların arasına yerleştirilmiş aykırı uyarı/lar ile bir ses dizisindeki düzenliliğin bozulması ile elde edilir (29, 30). Bu cevabın hafızada olan bilgilerle uyumsuzluğunun fark edildiği, standart uyarı tarafından oluşturulan beklenti (31) veya önceden sistem tarafından tespit edilmiş

bir düzenlilik bozulduğunda bunun içsel temsiline güncellendiği işleme sürecini yansıttığı düşünülmektedir (32, 33).

ENC'nin insanlarda işitsel değişiklikleri kortikal düzeyde fark etmenin elektrofizyolojik karşılığı olarak görüldüğü son zamanlardaki literatürde; değişikliği fark etme, düzenliliğin bozulması ile eşit olarak görülmektedir. ENC, belirli açıdan bir düzene sahip seslerin bu özelliğinin ihlali ile ortaya çıkmaktadır. Bu yönüyle ENC düzen içerisinde düzensizliğin fark edilmesi olarak tarif edilebilir (31, 33).

ENC işitsel uyarının frekans, süre, şiddet gibi özelliklerinde herhangi bir ayırt edilebilir değişiklik varlığında ortaya çıkmaktadır (34). Winkler ve Schröger (35); farklı frekanstaki üç tonal uyarının sürelerini değiştirerek dört tondan oluşan bir A paterni oluşturdukları çalışmalarında, ikinci ve dördüncü sıradaki tonların yer değiştirmesiyle bir B paterni elde etmişlerdir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Winkler ve Schröger (35)'in çalışmasında kullanılan tonal paternler gösterilmiştir. Çalışmada A ve B olarak isimlendirilen ve temelde aynı frekanslı tonlardan oluşan iki farklı patern kullanılmıştır. B paterni, A paterninde yer alan ikinci ve dördüncü sıradaki tonların yer değiştirmesiyle oluşturulmuştur. Tonları temsil eden barların yüksekliği ve genişliği uyarının frekansı ve süresi ile orantılı olacak şekildedir. Çalışmada şekilde verilen 4 farklı koşul için ENC cevapları kaydedilmiştir. Şekil Winkler ve Schröger (35)'den alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.

Tonlar veya paternler arasında sessiz boşlukların olmasına göre dört farklı uyaran kullanılan bu çalışmada “ayrı tonlar” olarak isimlendirilen ilk uyaranda her bir tonal uyaran arasında sessiz bir boşluk bulunmaktadır. Tonal uyaranlar arasında boşluğun bulunmadığı ancak A ve B paterni arasında boşluğun bulunduğu diğer uyaran ise “ayrı paternler” olarak adlandırılmıştır. “Kısa periyodik” isimli üçüncü uyaranda ise herhangi bir boşluk bulunmamaktadır. “Uzun periyodik” isimli son uyaran ise her bir tonal uyarının süresinin iki kat uzaltılmasıyla elde edilmiştir ve kısa periyodik uyaranda olduğu gibi herhangi bir boşluk içermemektedir. Dört farklı uyaran için ENC cevabı elde eden araştırmacılar aynı frekanstaki iki tonun yer değiştirmesiyle ortaya çıkan cevabın bellekte karmaşık sesler için zamansal yapının kodlandığını gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda boşluğun bulunmadığı, diğer bir deyişle sürekli uyaran sunumunun olduğu koşullarda ENC cevabının ortaya çıkmasının akustik periyodisitenin otomatik olarak tespit edildiğinin göstergesi olduğunu belirtmişlerdir (35). Winkler ve Schröger’in bu çalışmasında kullanılan kısa ve uzun periyodik uyaranlar aynı zamanda düzenli bir ses yapısını temsil etmektedir. Bu çalışma ile araştırmacılar var olan bir düzenliliğin bozulmasının işitsel sistem tarafından tespit edilebildiğini göstermişlerdir.

Günlük yaşantımızda var olan sesler, sözü geçen çalışmalarda olduğu gibi her zaman saf ses ya da tonal uyaranlar değildir. Çevresel sesler ve konuşma sesleri günlük hayatta oldukça önemli bir yer kaplamaktadır. Bireylerin birbiriyle sağlıklı bir iletişim sürdürebilmesi için konuşma seslerinin doğru işlenebilmesi oldukça önemlidir. Kraus ve ark. (36) çocuklarda ve okul çağındaki genç yetişkinlerde /da/ ve /ga/ uyarılarının standart ve aykırı uyaran olarak kullanıldığı bir oddball paradigmasında ENC cevaplarını incelemişlerdir. Bütün katılımcılarda ENC cevabı gözlemişlerdir. Araştırmada kullanılan /da/ ve /ga/ heceleri sadece ikinci ve üçüncü formant frekanslarının başlangıç frekansı açısından farklılık göstermesine rağmen ENC cevabı elde eden araştırmacılar, ENC cevabının konuşma uyarılarındaki küçük akustik farklılıklara hassas olduğunu belirtmişlerdir (36).

Kraus ve ark.’nın yukarıdaki çalışmasına benzer şekilde Sharma ve ark. (37) /da/ ve /ga/ uyarılarını kullanarak yaptıkları çalışma da ENC cevabının konuşma

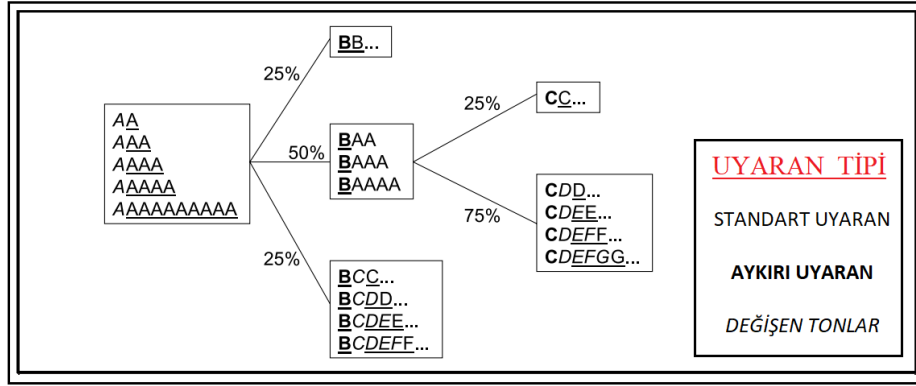
uyaranlarının işlemlenmesinde işitsel düzeydeki işlemlenmeyi mi yoksa fonetik seviyedeki işlemlenmeyi mi yansıttığını araştırmışlardır. İkinci ve üçüncü formantların başlangıç frekansının değiştiği iki farklı /da/ ve yine bu formant frekanslarındaki farklılıklar ile elde edilen /ga/ uyarınının kullanıldığı bu çalışmada, /da/ uyarınının bir tanesi hep aykırı uyarı olarak kullanılmıştır. Araştırmacılar iki farklı /da/ uyarınının standart ve aykırı uyarı olarak kullanıldığı oddball paradigmasında elde edilecek cevapları kategori içi, /ga/-/da/ uyarılardan elde edilecek cevapları da kategoriler arası olarak adlandırmışlardır. Araştırmanın sonucunda bütün durumlar için ENC cevabı elde edildiği belirtilmiş olup kategori içi ve kategoriler arası durumlar için latans ve amplitüd farklılıklarının gözlenmediği belirtilmiştir. Bu durum ENC'nin kompleks uyarılardaki akustik farklılıkların işlemlenmesinde oldukça hassas bir ölçüm olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar ENC'nin konuşma uyarılarının işlemlenmesinin akustik yönlerini yansıttığını belirtip ENC cevabının normal ve normal olmayan işitsel işlemlenmenin ve konuşma ayırt etmenin elektrofizyolojik gösterimini ve klinik ölçümünü sağlayabileceğini söylemişlerdir (37).

Öncesinde belirtildiği üzere içerisinde bulunduğumuz işitsel çevre akustik açıdan oldukça zengin ve bir o kadar da karmaşıktır. Günlük hayatta çevresel seslerdeki işitsel düzenliliklerin fark edilmesini değerlendiren Winkler ve ark. (38) katılımcıların sesli ve görüntülü olarak bir film izledikleri esnada arka planda ayak sesleri ve şehir gürültüsünün olduğu bir işitsel ortam oluşturmuşlardır. Asıl görevin film izlemek olduğu bu çalışmada düzenli bir patern sergileyen ayak seslerinin paternindeki düzen bozularak katılımcıların dikkatini vermediği bu uyarı için oluşacak cevaplar incelenmiştir. Bütün katılımcılarda ENC cevabının elde edildiği bu çalışmada ortamda mevcut olan ses kaynaklarının birbirinden ayrıştırıldığı ve içerdikleri düzenli yapıların ayrı ayrı işlemlenip farklı hafıza kayıtlarına dönüştürüldüğü belirtilmiştir. Burada da görüldüğü üzere işitsel düzenlilikler işitsel sahne analizi sürecinde önemli bir yer tutmaktadır. Aynı zamanda çalışmada kullanılan uyarıların doğal seslerin kaydı ile oluşturulması ve tonal uyarılardan farklı olarak günlük hayatta sıkça karşılaşılan seslerin seçilmiş olması ENC sürecinin günlük yaşamda var olan süreçlerin bir göstergesi olduğunu doğrulamaktadır (38).

Geleneksel oddball paradigması tek bir standart uyarı içerir ve bu durum yapılan deney süresince aynı kuralın devam etmesine neden olmaktadır. Bendixen ve ark. (39), böyle bir çalışma tasarımının düzenliliğin çıkarılması sürecini araştırmak için yeterince uygun olmadığını, klasik oddball yerine standart uyarının değiştiği bir dinamik uyarım yönteminin kullanılması gerektiğini söylemektedirler. Bendixen ve ark. (39), bu yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmalarında katılımcılardan sıralı olarak sunulan tonların süresini uzun ya da kısa olarak ayırt ettiği bir görev gerçekleştirmelerini istemişlerdir. Bu görev esnasında katılımcıların bilmediği bir paternde frekans değişiklikleri ve frekans tekrarları oluşturulmuş, katılımcılardan bu uyarı paternine dikkat etmemeleri istenmiştir. Şekil 2.4.'te görüldüğü üzere 440-659 Hz arasında farklı frekanslardaki sekiz tonun seçilmesiyle oluşturulan bu çalışmada frekans tekrarları standart uyarı olarak adlandırılmıştır. Standart uyarı eşit olasılıkla 2,3,4,5 ya da 10 kez tekrar edebilmektedir. Bu değişen sayılardaki frekans tekrarlarından sonra farklı bir frekansta aykırı uyarı gelmektedir. Aykırı uyarı da 3,4,5,6 ya da 11 kez tekrar edebilme olasılığına sahiptir. Bu noktadan sonra ya aykırı uyarı devam ederek yeni bir standart uyarı olarak nitelendirilmiş ya da ilk standart uyarı devam etmiştir. Daha sonra ilk aykırı uyarıdan farklı ikinci bir aykırı uyarı ile döngü devam etmektedir. Aykırı uyarı ve bir sonraki tekrarlayıcı standart frekansın arasında bir ile dört adet arasında değişen tonlar olarak adlandırılan farklı frekansta ekstra tonlar meydana gelebilmektedir. Bu fazla olan değişen tonlar uyarı döngüsü esnasında her tekrarlama rastgele olarak yerleştirilmiştir (Şekil 2.4.).

Sonuçlar incelendiğinde araştırmacılar beyin basit bir tonla en az iki kez karşılaştığı zaman düzenliliğin tekrarlarını ortaya çıkarabildiğini göstermişlerdir. Bu düzenlilik gelecekteki uyarıların tahmini için kullanılmakta bu durum da düzenliliğe uyarı olayların daha etkili bir biçimde işlenmesine neden olmaktadır (39).

Bendixen ve ark. (39)'nın sözü geçen çalışmasında da belirtildiği üzere düzenliliklerden iki farklı şekilde faydalanılmaktadır. Bunlar, düzenli bir patern sergileyen olayların ortaya çıkarılması ve kısmen durağan olan bir işitsel çevrede gerçekleşen ani bir değişimin fark edilmesi gibi önemli olabilecek durumlar için düzeni bozan düzensizliğin tespit edilmesi şeklindedir. Peki düzenliliğin ortaya çıkarılması ve



Şekil 2.4. Bendixen ve ark. (39)'nda yer alan olası uyarın dizilerinin şematik gösterimi şekilde verilmiştir. Her ton bir harf ile ifade edilmiştir. A ile gösterilen bir standart uyarından sonra %25 olasılıkla aykırı uyarın (B) tekrar ederek yeni bir standart uyarın olarak adlandırılmaktadır. %50 olasılıkla ilk standart uyarın tekrar etmektedir (A ile gösterilmektedir.). %25 olasılıkla ise ilk standarttan farklı ikinci bir standart uyarın meydana gelmektedir (C ile gösterilmektedir). Eğik olarak yazılan harfler değişen tonları temsil etmektedir. Şekil Bendixen ve ark. (39)'ndan alınarak düzenlenmiş ve adapte edilmiştir.

düzenin bozulması durumlarının daha farklı paradigmalarda işitsel kortikal cevaplar üzerine etkisi nasıl olmaktadır?

ENC belirli bir düzenle ilerleyen ses gruplarının içerisindeki düzenliliklerin bozulması ile ortaya çıkmaktadır. Nitekim işitsel çevre oldukça değişken bir yapıya sahiptir. Düzenin bozulmasının tespit edilmesi kadar rastgele veya karmaşık sesler içerisinde düzenliliğin çıkarılması da işitsel sahne analizi sürecinde ele alınması gereken kavramlardır. Chait ve ark. (9) klasik ENC paradigması yerine farklı ses dizileri içerisinde düzenli-düzensiz paternler arasında gerçekleşen geçişler sonucunda elde edilen cevapları inceleyebilecekleri bir uyarın tasarımı kullanmışlardır. Bu sayede tek bir deney bloğu içerisinde farklı akustik geçişlere verilen yanıtları değerlendirebilmek mümkündür. Araştırmacılar manyetoensefalografi (MEG) kullanarak sabit ses olarak adlandırdıkları sabit bir frekansta devam eden saf sesteki rastgele frekanslardan oluşan bir sese geçişi ve bu durumun tersi olan rastgele-sabit geçişin oluşturacağı cevapları incelemişlerdir. Akustik olarak simetrik olan uyarınların oluşturdukları işitsel kortikal cevaplarda temel bir asimetri gözlenmiştir. Sabit-rastgele geçişi için ilki 70 ikincisi 150 ms'de olmak üzere iki

adet; rastgele sabit geçişi için ise 150 ms’de bir adet dalga elde edilmiştir. Sabit rastgele geçişi bir dzeneni bozarken rastgele-sabit geçişi bir dzen oluşturmaktadır. Araştırmacılar dzenli-dzensiz sınırlar ve tam tersi için elde edilen erken işitsel kortikal cevapların farklılaştığını ve farklı nral mekanizmaların görev yaptığını belirtmişlerdir (9).

İlginç bir şekilde yine Chait ve ark. (40) tarafından geniş bant gürültü kullanılarak yapılan daha önceki bir çalışmada, kulaklar arası korele olan ve olmayan durumlar arasındaki geçişin etkileri de bu çalışmaya benzer elde edilmiştir. Sabit-rastgele geçişinin daha erken MEG cevabı ortaya çıkarmasıyla benzer olarak kulaklar arası korele durumdan korele olmayan duruma geçiş de benzer bir patern sergilemiştir. Araştırmacılar bu durumu uyarınların içeriğinden daha çok uyarınların sergiledikleri geçiş paterninden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Dzenin bozulduğu süreçler daha erken fark edilirken dzenin kurulduğu süreçler için daha fazla sreye ihtiyaç duyulmaktadır (40).

İçerisinde bulunduğumuz karmaşık işitsel çevrede işitsel şekillerin fark edilmesi kadar bu sürecin zamanlaması da oldukça önemlidir. Oldukça basit bir örnek vermek gerekirse mutfakta son kalan pastayı yerken ayak seslerinden mutfağa birinin yaklaştığını doğru zamanda fark edemezsek “Pastaya ne oldu?” sorusuna gerek kalmamış olacaktır. İşitsel sanhe analizi sürecinde de aslında temel sorulardan biri işitsel olayların zamanlamasıyla ilgilidir. İşitsel bir olayın sınıflandırılması gelen işitsel bilginin fark edilmesinden çok daha geç gerçekleşmektedir. Çevrede gerçekleşen değişikliklerin doğru zamanlanması çevreyle ilgili işitsel dinamiklerin doğru algılanabilmesi için oldukça önemlidir. Bu bakımdan Jaunmahomed ve Chait (41) dinleyicilerin uyarındaki değişimi algılamalarının bu değişimi fark ettikleri noktada mı gerçekleştiğini yoksa zaman içinde geriye dönük olarak değişim zamanının algısal bir tahminini mi yaptıklarını incelemişlerdir. Araştırmacılar belirli bir frekans aralığı içerisinden rastgele seçilmiş ton piplerin ardından bir frekansın altı kez tekrarıyla oluşturulmuş rastgele-dzenli geçişini ve bu durumun tam tersi olan dzenli-rastgele geçişi kullanmışlardır. İki bloktan oluşan bu çalışmada katılımcılar bir blokta sadece uyarın geçişini fark etmeye çalışmışlardır. Diğer bloktaysa

katılımcılardan uyarı dizisi devam ederken gördükleri flaş ışığının uyarı geçişinden önce ya da sonra yandığını ellerindeki butonlara basarak belirtmeleri istenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde flaş ışığının yandığı zamanı belirleme bloğunda sadece uyarı geçişini tespit etme bloğuna göre daha kısa bir reaksiyon zamanı elde edilmiştir. Araştırmacılar rastgele-düzenli ve düzenli-rastgele geçişi için elde edilen psikometrik eğrilerin oldukça benzer olduğunu ve bu durumun dinleyicilerin iki süreç için de sıralamayı belirlerken benzer kriterler kullandığı anlamına gelebileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda katılımcıların değişimin zamanını algısal bir tahmin yürüterek daha önce algılamış oldukları sesi tekrar değerlendirerek tespit ettikleri öne sürülmüştür (41).

Peki düzenin bozulması ve düzenin ortaya çıkarılması durumları üzerinde dikkatin etkisi nasıl olmaktadır? ENC ile yapılan çalışmalarda geleneksel oddball paradigmasının doğası gereği daha önce de belirtildiği üzere düzenin bozulması kavramı ele alınmaktadır. Literatürde var olan çeşitli çalışmalar ENC'nin dikkatten bağımsız olduğunu göstermektedir (42, 43). Daha önce sözü geçen Winkler ve ark. (38) çalışması bu duruma örnek verilebilir. Asıl görevin bir film izlemek olduğu durumda bile arka planda oluşturulan ayak sesleri bireylerin dikkatinden bağımsız olarak bir ENC cevabı ortaya çıkmaktadır.

Düzenliliğin bozulmasının yanı sıra düzenliliğin oluşturulması durumuna dikkatin etkisi Chait ve ark. (11) için bir araştırma sorusu olmuştur. Daha önceki çalışmalara benzer olarak sabit-rastgele ve rastgele-sabit şeklindeki farklı akustik geçişlerin fark edilmesine işitsel ve görsel dikkat gerektiren *decoy* görevlerin etkisi (asıl incelenen görevle olmayan tuzak görevler), farklı dikkat derecesi gerektiren görevler aracılığıyla incelenmiştir. Davranışsal cevaplar incelendiğinde düşük işitsel ve düşük görsel dikkat gerektiren durumlar için benzer cevap zamanları gözlenmiştir. Ancak yüksek işitsel dikkatin gerektiği durumlarda cevap zamanı yüksek görsel dikkat gerektiren duruma göre anlamlı olarak daha uzun elde edilmiştir. Akustik geçişler ile oluşan kortikal cevaplarda işitsel dikkatin etkisi incelendiğinde ise düşük ve yüksek işitsel dikkat gerektiren durumlardan düzenliliğin ortaya çıktığı durum olan rastgele-sabit geçişinin oluşturduğu cevabın etkilendiği gözlenmiştir. Görsel dikkat

görevleri ise iki akustik geçiş cevabını da etkilememiştir. Sonuç olarak araştırmacılar düzenliliğin bozulmasına zıt olarak düzenliliğin ortaya çıkarılmasının verilen görevin gerektirdiği dikkat derecesinden etkilendiğini söylemektedir (11).

İşitsel çevrede gerçekleşen her akustik olayın dikkatin etkisinden eşit derecede etkilenmediği görülmektedir. Bu durum işitsel çevredeki bazı akustik olayların işitsel sistemde diğerlerinden daha fazla doğrulukla temsil edilmesi anlamına gelmektedir (11). Bu duruma ek olarak birden fazla akustik olayın gerçekleştiği işitsel sahnede yeni bir akustik olayın fark edilmesi oldukça zorlu bir süreçtir. Literatürde bu etki çeşitli araştırmalarda “*change deafness*” olarak tanımlanmaktadır (44, 45). Barascud ve ark. (46) deneylerinde frekans ve süre değişikliklerinin gerçekleştiği farklı uyaran tasarımlarıyla bu etkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar farklı frekanslardaki üç farklı ton-pip’in ard arda sıralanmasıyla “ABCABABC...” düzenindeki devamlı bir uyaran kullanmışlardır. Bu sürekli aynı düzende devam eden kontrol uyararı dışında iki farklı uyaran daha mevcuttur. İlk uyaran “ABCABC AAAA...” şeklinde düzenli olarak devam eden uyaran paterninde sırada gelmesi beklenen ton olan A tonunun uzamasıyla oluşturulmuştur ve beklenmedik bir süre ihlalini temsil etmektedir. İkinci uyaran ise “ABCABCBBBB...” şeklinde dizide normalde A uyarınının gelmesi beklenirken B uyarınının gelmesiyle beklenmedik bir süre ve frekans ihlalini temsil etmektedir. Katılımcılardan davranışsal olarak dinledikleri uyaran dizisinin son tonunun sırada gelmesi gereken frekansta uzayıp uzamadığına karar vermeleri istenmiştir. Araştırmacılar katılımcıların frekans ve süre değişimini davranışsal olarak ayırt edemediklerini belirtmişlerdir. Diğer bir deneyde ise katılımcıların MEG cevapları incelenmiştir. Katılımcılar davranışsal olarak ayırt edemese bile süre ihlali ile süre ve frekans ihlalinin olduğu iki farklı uyaran için kortikal beyin cevaplarının açıkça farklı olduğu belirtilmiştir. Nitekim araştırmacılar iki özellik değişikliğinin algısal kaynaklar için rekabet halinde olması durumunun bu sonuca yol açabileceğini söylemektedir (24).

2.4. Karmaşık İşitsel Sahneler, İşitsel Şekil-Zemin Ayrımı ve İşitsel Düzenlilik

Canlıların günlük yaşamı düşünüldüğünde bizler için hedef olan seslerin izole olarak meydana geldiği çok az durum olduğu görülmektedir. İşitsel çevre genellikle birbiriyle yarış içerisinde olan birden fazla ses bulduran karmaşık bir yapıya sahiptir. İşitsel sahne analizi kavramı bu karmaşık yapıyı çözümlene çabasına verilen bir isimdir. Gelen bütün sesler işitsel sahne analizi sürecinden geçerek çözümlenmeye çalışılmaktadır. Bu süreçte işitsel düzenlilikler bireylerin faydalandığı önemli ipuçlarındandır.

İşitsel şekil zemin ayrımı arka planda mevcut olan sesler arasından dinleyici için ilgili olan sesin ayırt edilmesidir. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere işitsel sahne analizinin temel yönlerinden biridir. Karmaşık bir işitsel arka plan diğer bir deyişle “işitsel zemin” içerisinde belirli özellikler açısından bir arada gruplanabilen sesler “işitsel şekil” oluşturmaktadır (47). İçerisinde yaşadığımız çevre göz önünde bulundurulduğunda işitsel şekil-zemin ayrımının çevreyi anlamlandırabilmemiz için kritik olduğu görülmektedir (48).

Bu karmaşık işitsel dünya içerisinde hedef seslerin nasıl seçildiği araştırılırken araştırmacılar genellikle işitsel çevreyi temsil eden uyaran düzenleri oluşturmaya çalışmaktadır. Teki ve ark. (49), işitsel şekil ve zeminin spektrot temporal düzlemde çakıştığı *stochastic figure-ground* (SFG) olarak adlandırdıkları uyaran yapısı ile doğal işitsel sahneleri temsil etmeye çalışmışlardır. Bu uyaran yapısında işitsel şekil-zemin ayrımı frekans ve zaman bilgilerini birleştirerek gerçekleştirilebilmektedir. Bir ve sekiz arasında değişen sayılarda saf ses ton içeren “akor” adlı ses yapılarının rastgele sıralanmasıyla karmaşık bir işitsel zemin oluşturmuşlardır. Bu zemin içerisinde bir akor belirli sayıda tekrar ederek dinleyicilerde bir işitsel şekil algısı oluşturmaktadır. Art arda düzenli olarak tekrar eden akorların sayısı ve akorların içerdiği saf ses tonların sayısı değiştirilerek bunların etkileri incelendiğinde araştırmacılar, düzenliliği oluşturan akor sayısı ve akorların içerdiği ton sayısı arttıkça dinleyicilerin işitsel şekili tespit etme performansında artış gözlemlemişlerdir. Ayrıca en az dört saf ses

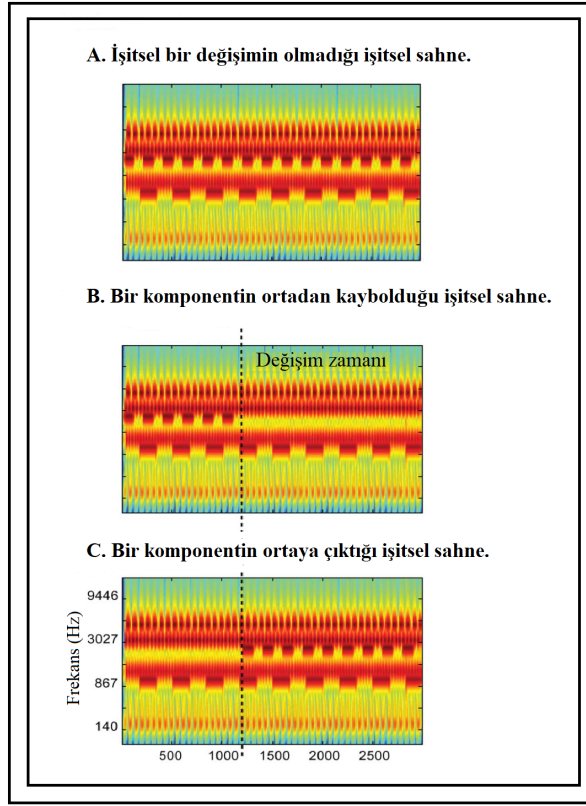
tondan oluşan yedi akorun üst seviyede performansa ulaşmak için yeterli olduğunu belirtmişlerdir (49).

Karmaşık arka planlar içerisinde oluşan algısal objelerin dinleyiciler tarafından ayırt edilmesi Teki ve ark. (50) tarafından AXB uyaran tasarımı ile de incelenmiştir. Her harf karmaşık arka plan içerisinde yer alan birden fazla frekansta ses içeren bir işitsel figürü temsil etmektedir. Şekillerden X şekli, A ya da B figürlerden birinin aynısı olacak şekilde deney blokları arasında değişmektedir. Katılımcılardan farklı olan figürü tespit ettikleri zaman butona basmaları istenmiştir. Katılımcılar işitsel şeklin süresi 200 ms gibi kısa bir süre olduğu zaman zorlanmışlar ancak işitsel şekil süresi 400 ms'ye ulaştığında performansta anlamlı bir artış gözlenmiştir. Araştırmacılar dinleyicilerin karmaşık arka plan içerisindeki uyumlu bileşenlerin algısal bir obje olarak gruplandığı bir işitsel ayırım mekanizması kullandıklarını söylemektedir (50).

İşitsel çevre o kadar dinamiktir ki işitsel sahne içerisinde bazı sesler bir anda belirip bir o kadar hızlı da kaybolabilmektedir. Peki işitsel objelerin işitsel sahne içerisinde ortaya çıkması ve ortadan kaybolması dinleyiciler açısından nasıl bir etki yaratmaktadır? Bu soru Cervantes Constantino ve ark. (51) tarafından yapılan bir araştırmada ele alınmıştır. Her birinin amplitüd modülasyon hızı ve taşıyıcı frekansı farklı olan saf ses tonlardan oluşan farklı büyüklüklerdeki yapay işitsel sahne içerisinde bir komponent bir anda ortaya çıkmış ya da bir anda ortadan kaybolmuştur (Şekil 2.5.).

Dinleyicilerden sahnede bir değişiklik fark ettikleri zaman ellerindeki butona basmaları istenmiştir. İşitsel sahnenin büyüklüğünün, diğer bir deyişle içerdiği eleman sayısının değişmesi işitsel bir objenin ortaya çıkmasının fark edilmesine etki etmemiştir. Katılımcılar her durumda iyi bir performans sergilemiştir. Fakat işitsel objenin sahneden kaybolması durumunda işitsel sahne büyüklüğü arttıkça objenin sahneden kaybolmasını fark etmekte zorlanmışlardır. Bu durum göstermektedir ki çevrede gerçekleşen her olay aynı sahne içerisinde gerçekleşse bile işitme sisteminde benzer etkilere yol açmamaktadır (51).

İşitsel bir sahnede ortaya çıkan ve sahneden kaybolan işitsel objeleri fark etmenin farklılaştığı Cervantes Constantino ve ark. (51) çalışmasında görülmektedir.



Şekil 2.5. Cervantes Constantino ve ark. (51)'nin çalışmasında kullanılan uyaran tasarımları şekilde gösterilmiştir. A) İşitsel değişimin olmadığı durum, B) İşitsel sahnede var olan bir komponentin ortadan kaybolduğu işitsel durum, C) İşitsel sahnede olmayan bir komponentin ortaya çıktığı durumu göstermektedir. Şekil Cervantes Constantino ve ark. (51)'ndan adapte edilmiştir.

Hatta araştırmacılar bu çalışmayı sonuçlandırırken işitme sisteminin bir “değişim tespit edici”den daha çok işitsel objelerin ortaya çıkmasını tespit eden bir sistem olduğunu söylemektedir (51). Davranışsal olarak farklılaşan süreçlerin kortikal düzeydeki gösterimlerinin nasıl farklılaştığı ise Sohoğlu ve ark. (10) tarafından incelenmiştir. Dört veya on adet komponentten oluşan işitsel sahneler içerisinde işitsel objelerin kaybolması ve ortaya çıkması ile elde edilen MEG cevapları incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen davranışsal cevaplar Cervantes Constantino ve ark. (51) sonuçlarını desteklemektedir. MEG cevapları incelendiğinde işitsel objenin ortaya çıktığı durumda cM50, cM100 ve cM200 (*c: change*) dalga tepeleri gözlenirken objenin ortadan kaybolduğu durumda sadece cM100 komponenti gözlenmiştir. Araştırmacılar işitsel bir objenin ortaya çıkması ya da ortadan kaybolmasının farklı

nöral hesaplamalar gerektirdiğini belirtmektedir (10).

Günlük hayatta içerisinde bulunduğumuz işitsel çevrede örneğin kalabalık bir arkadaş grubu içerisinde arkadaşlarımızla sohbet ederken bir anda annemizin bize seslenmesi ya da yine bu sohbet esnasında yan odada ağlayan bebeğin bir anda susması daha önce sözü geçen çalışmalarda da görüldüğü üzere birbirinden farklı durumlardır. İşitsel sahne içerisinde seslerin ortaya çıkması ya da ortadan kaybolmasının birbirinden farklı olması kadar bu işitsel olayların gerçekleştiği işitsel sahnelerin özelliklerinin de bu durum üzerinde bir etkisinin olup olmadığı bir merak konusudur. Düşünülürken günlük hayatta içerisinde bulunduğumuz her işitsel sahnenin birbirinden farklı yapılara sahip olduğu görülecektir. Aman ve ark. (52) karmaşık işitsel sahneler içerisinde işitsel objelerin ortaya çıkması ve kaybolması durumlarını incelerken temelde iki farklı özellik gösteren işitsel sahne düzenleri kullanmışlardır: sahne içerisindeki komponentlerin düzenli bir paternde sunulduğu düzenli sahneler ve rastgele sahneler. Düzenli olan sahnelerde saf ses akışlarında art arda gelen tonlar arası süre her bir akış içerisinde sabitken, rastgele işitsel sahnelerde değişkenlik göstermektedir. Araştırmada kullanılan işitsel sahneler dört, sekiz veya on dört saf ses akışı içerebilen diğer bir deyişle farklı kompleksiteye sahip sahnelerdir. İşitsel düzenliliklerin işitsel sahne analizi sürecinde yardımcı stratejilerden olduğu bilinmektedir. Benzer bir şekilde çalışma sonuçları düzenli bir patern sergileyen işitsel sahnelerde işitsel objelerin ortaya çıkmasını ya da kaybolmasını dinleyicilerin daha hassas ve daha hızlı bir şekilde fark ettiklerini göstermiştir. Bununla birlikte işitsel sahnenin kalabalıklaşması dinleyicilerin işini zorlaştırmaktadır. Daha az komponentten oluşan düzenli ve rastgele işitsel sahnelerde katılımcıların daha iyi performans sergilemiştir. Bununla birlikte düzenli işitsel sahnelerde katılımcıların performansının her durum için daha yüksek olarak belirtilmiştir (52).

Özetlemek gerekirse, işitsel çevre oldukça dinamik dolayısıyla da oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu da bireyler arasındaki iletişimin çoğunlukla akustik açıdan zengin bir ortamda gerçekleştiği anlamına gelmektedir (53). İletişimin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için işitsel sistem çeşitli stratejiler kullanmaktadır ve bu stratejiler bütünü genel olarak işitsel sahne analizi başlığı altında toplanmıştır.

İşitsel sahne analizi sürecinin zamansal ve spektral özelliklere göre olmak üzere iki ana grupta sürecini içerdiği görülmektedir. İşitsel çevrenin karmaşıklığı düşünüldüğünde bu iki grupta sürecine katkı sağlayan farklı stratejilerin varlığının söz konusu olması kaçınılmazdır. Tam bu noktada işitsel düzenlilik kavramı ortaya çıkmaktadır. İşitsel düzenlilikler çevrede var olan karmaşık seslerin ayrıştırılmasına yardımcı olan stratejilerdendir. Bregman aynı akustik kaynaktan çıkan ardışık dalga modellerinin zaman içinde özellikleri değişse bile birbirine benzemesinin sıklıkla mümkün olduğunu söylemektedir. Nitekim işitsel sahne analizi içerisinde işitsel düzenliliklerin kullanımı seslerin ayrıştırılması sürecine katkı sağlamaktadır (54).

Bu bilgiler ışığında görüldüğü üzere önceki araştırma bulguları düzensiz rastgele seslerden sonra gelen farklı düzenli ses gruplarının kortikal cevap oluşturduğunu göstermektedir. Bu düzenli ses gruplarının farklı seslerin içerisinde gerçekleştiği durumlarda oluşan kortikal cevaplar ise daha az araştırılmıştır. Buna ek olarak aynı sahne içerisinde gerçekleşen farklı işitsel olayların farklı etkiler yarattığı Cervantes Constantino ve ark.'nın çalışmasında da görülmektedir (51).

Mevcut çalışma ise rastgele seslerin ardından gelen düzenli ses gruplarının farklı sesler ile birlikte aynı işitsel sahnede bulunduğu durumlarda bu işitsel düzenliliklerin fark edilmesi ile ortaya çıkan kortikal cevapları, rastgele sesler ardından gelen düzenliliklerin izole olarak yer aldığı durumlarda işitsel düzenliliğin fark edilmesi ile ortaya çıkan kortikal cevaplarla karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda bu iki farklı işitsel sahnede düzenliliklerin fark edilmesinin davranışsal ölçümleri de karşılaştırılmıştır. Bu yöntemle işitsel şekil-zemin algısının kortikal düzeydeki gösterimleri literatürden spektral olarak farklı bir işitsel düzenlilik için de incelenmiş olacaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan GO 20/966 karar numaralı 20.10.2020 tarihli etik kurul izni ile Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Odyoloji Programı kapsamında yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. Etik kurul izin yazısı Ek-1'de sunulmuştur.

3.1. Araştırma Örnekleminin Belirlenmesi

Araştırmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan 18-35 yaş arası 27 gönüllü katılımcı katılmıştır. Yedi katılımcının verileri elektrofizyolojik değerlendirmede aşırı artefakt sebebiyle analiz dışı bırakılmıştır. Çalışmaya on kadın on erkek olmak üzere 22-31 yaş arası (ort= 24,8 SS= $\pm 2,22$) 20 katılımcı dahil edilmiştir.

Dahil Edilme Kriterleri

- Nörolojik ve psikiyatrik problemi olmamak, psikiyatrik ilaç kullanmamak,
- Müzisyenlerde gürültüde konuşmayı anlama becerileri müzisyen olmayanlara göre gelişmiş olduğu için eğitim-öğretim programının müzik dersleri dışında sözlü ve/veya enstrümantal müzikle uğraşmamak,
- Geçirilmiş orta kulak problemine sahip olmamak,
- Herhangi bir işitme patolojisine veya işitme ile ilgili şikayete sahip olmamak.

Dışlama Kriterleri

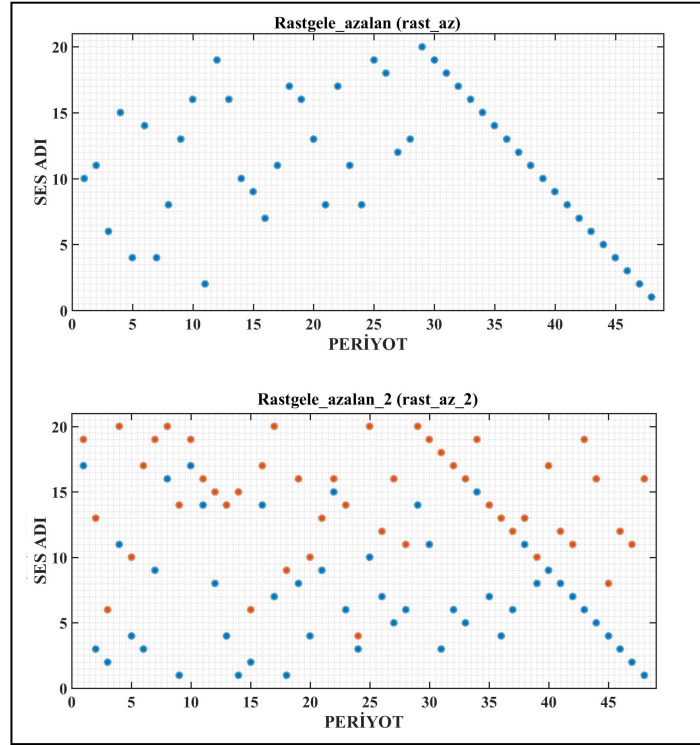
- Nörolojik ve psikiyatrik problemi olmak, psikiyatrik ilaç kullanmak
- Müzisyenlerde gürültüde konuşmayı anlama becerileri müzisyen olmayanlara göre gelişmiş olduğu için eğitim-öğretim programının müzik dersleri dışında sözlü ve/veya enstrümantal müzikle uğraşmak,
- Geçirilmiş orta kulak problemine sahip olmak,
- Herhangi bir işitme patolojisine veya işitme ile ilgili şikayete sahip olmak.

3.2. Uyananlar

Uyananların hazırlanmasında Chait ve ark.'nın ilgili çalışmalarındaki uyanan yapıları temel alınmıştır (9, 11). Praat 64-bit programı kullanılarak 222-2000 Hz arasında logaritmik temelde 20 eşit aralıkta, 5 ms'lik atak-düşüş zamanına sahip 30 ms'lik sesler oluşturulmuştur. MATLAB programı kullanılarak bu ses havuzundan 28 ses rastgele, diğer 20 ses ise en yüksek frekanstan başlayarak tedrici olarak azalan frekansta olacak şekilde sıralanacak şekilde toplamda 48 sestten oluşan “rastgele_azalan (rast_az)” ses dizisi oluşturulmuştur. Daha sonra ise MATLAB aracılığıyla aynı 20 ses arasından 48 tanesi rastgele seçilerek herhangi bir frekans düzeninin bulunmadığı “rastgele” ses dizisi oluşturulmuştur.

İşitsel çevrede var olan diğer seslerin düzenli sesler üzerine etkisini araştırmak amacıyla üçüncü bir uyanan dizisi daha oluşturulmuştur. “Rastgele_azalan_2 (rast_az_2)” isimli bu uyanan dizisinde farklı frekanstaki seslerin arasına yerleştirilmiş olan düzenli ses grubunu oluşturmak için yine 20 adet sestten her zamansal aralıkta 2 adet ses gerçekleşecek şekilde 56 ses (rastgele kısım) ve frekans bakımından azalan kısım için (düzenli kısım) ise en yüksek frekanstan başlayarak tedrici olarak azalan frekansta ses dizisinin her bir sesi ile aynı anda gerçekleşecek 20 rastgele ses ardı ardına sıralanmıştır. Hem rastgele kısımda hem de rastgele kısımdan düzenli kısma geçişte art arda gelen iki frekans arasında en az %20 frekans farklılığı bulunmaktadır. Bununla birlikte düzenli azalan kısım içerisinde de gelen rastgele sesler aynı anda sunulan düzenli kısımdaki her bir sestten %20 frekans farkına sahiptir. Bu ses dizisi için kontrol uyananı olarak aynı ses havuzundan çekilmiş ve her zamansal aralıkta iki sesin aynı anda gerçekleştiği rastgele frekanslardan oluşan “rastgele_2” ses dizisi oluşturulmuştur. Deneyim etkisini kontrol altında tutmak için toplamda 4 farklı uyananın her birinden 50 adet oluşturulmuştur. Her uyananda sadece frekans açısından düzenli olarak azalan 20 seslik kısım aynı olup rastgele frekanslar birbirinden farklıdır. Her bir uyanan için oluşturulan 25'er ses dizisi rastgele olarak sıralanıp elektrofizyolojik değerlendirmede “1. Senaryo” olarak, diğer kalan 25'er ses ise “2. Senaryo” olarak kullanılmıştır. Diğer bir deyişle her bir saenaryoda katılımcılara her

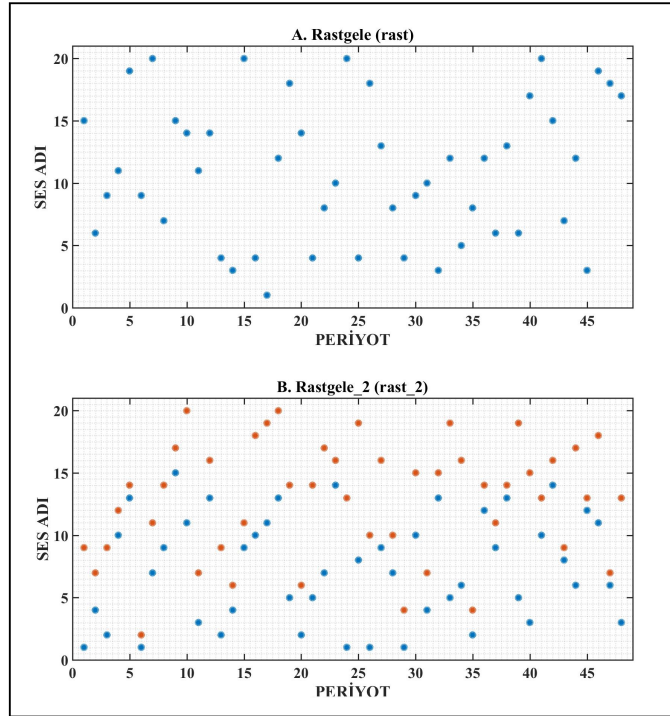
bir uyarın türünden 25 adet olmak üzere rastgele şekilde sıralanmış 100 adet uyarın sunulmuştur (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.).



Şekil 3.1. Düzenlilik içeren uyarın dizileri gösterilmiştir. Rastgele_azalan (üstte); Rastgele_azalan_2 (altta) belirtilmiştir.

Yukarıda bahsedilen uyarın özelliklerine sahip 25 adet “rastgele_azalan_2”, 10 adet “rastgele_azalan”, 10 adet “rastgele” ve 10 adet “rastgele_2” uyarını da oluşturulmuş, elektrofizyolojik kayıtlarda uygulanan aktif dinleme görevinden önce uyarınların tanıtımı ve eğitimi için kullanılmıştır. Bu eğitimde her bir ses dizisi önce katılımcıya tanıtılmış sonrasında her uyarın sunumunun ardından katılımcıdan duydukları ses dizisinde düzenli bir ses dizisi olup olmadığını söylemeleri istenmiştir. Eğitim sırasında sunulacak olan ses dizileri de rastgele sıralanmıştır. Eğitim, Praat programının *Experiment* özelliği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Eğitimden sonra elektrofizyolojik değerlendirmede her blokta işitsel sahnelerden biri katılımcılara bir metre uzaklıktaki hoparlör aracılığıyla 75 dB SPL’de sunulmuş ve katılımcılardan verilen eğitimde öğrendikleri düzenli ses yapısını duyduklarında ellerinde tuttukları butona basmaları istenmiştir. Her sahne için 6



Şekil 3.2. Kontrol uyarın dizileri gösterilmiştir. Rastgele (üstte), Rastgele_2 (allta) belirtilmiştir.

blok olmak üzere toplamda 12 blok gerçekleştirilmiştir, bloklar arasında katılımcının ihtiyacına göre 2-3 dk.'lık molalar verilmiştir. Deney esnasındaki tüm bloklar dikkate alındığında her bir katılımcıya bütün uyarın türlerinden üç yüz adet uyarın sunulmuştur.

3.3. Elektrofizyolojik Testler

Elektrofizyolojik testler faraday kafesli odada, Neuroscan 4.3 EEG sistemi ile 20 kanallı kayıt kullanılarak yapılmıştır. Katılımcılar hoparlörün 1 metre uzağında rahat bir koltukta otururken önce 20 kanallı EEG kepi ve sonra her iki kulak memesine referans elektrodlar yerleştirilmiştir. İletken EEG jeli kepi üzerindeki deliklerden gümüş elektrodlar ile saçlı deri arasına uygulanmıştır. Bütün elektrodlarda 0-5 ohm impedans değeri elde edildiğinde katılımcılara ellerinde tutmaları için buton verilmiş ve teste başlanmıştır. Yukarıda sözü geçen iki farklı sahne katılımcılara bloklar halinde verilirken kortikal potansiyeller kaydedilmiş, kayıt esnasında katılımcılar düzenli ses

yapısını duyduklarında ellerindeki butona basmışlardır. Bloklar 1-2-1-2... şeklinde her sahne için altı toplamda 12 blok olacak şekilde sırayla verilmiş olup katılımcıların bu blok yapısı hakkında bir bilgisi bulunmamaktadır. Katılımcının isteği üzerine her blok arasında mola verilmiştir.

3.4. Uyarılmış Potansiyellerin Değerlendirilmesi

EEG analizleri; MATLAB programı aracılığıyla EEG Lab kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ham EEG kayıtları zamana kilitli cevapları ortaya çıkarmak için 0.5-30 Hz band geçişli ve 50 Hz çentikli filtre ile filtrelenmiş, -100-1800 ms'lik zamansal pencerede epoklanmıştır. Çalışmada yukarıda da belirtildiği üzere 4 temel uyaran düzeninin her birinden 25'er adet olmak üzere toplamda 200 adet uyaran iki farklı işitsel sahne içerisinde kullanılmıştır. Her bir uyaran tipi için sahne-1 ve sahne-2'de sunulmak üzere oluşturulmuş olan 50'şer uyarının farklı bloklarda toplamda 6 defa sunulması ertesinde oluşturduğu cevapların ortalamaları alınmış, sonuç olarak 4 uyaran tipinde her bir birey için ortalama dalga formları elde edilmiştir.

3.5. Dalga Tepe Noktalarının Belirlenmesi

Her bireyin farklı uyaranlar için averajlanmış dalga formu ERP Lab programı kullanılarak grafik haline getirilmiştir ve yaklaşık 1000-1200 ms'lik zamansal aralıkta gerçekleşmesi beklenen, negatif potansiyelli işitsel düzenliği fark etme cevabı aranmıştır. Daha öncesinde de belirtildiği üzere kontrol uyarımı olan rastgele ve rastgele_2 uyarımları herhangi bir tepe noktası oluşması beklenmemektedir.

Araştırma konusu olan işitsel düzenliliği fark etme ile oluşan cevaplarının her bir katılımcıda tespit edilmesi amacıyla ilgili uyaranlar için bütün katılımcıların Cz elektrodundan elde edilen ortalama dalga formlarındaki N1 tepe noktaları kullanılmıştır. Belirlenmiş bu tepe noktalarının latans değerlerine ± 50 ms eklenerek bireysel zaman pencereleri belirlenmiştir. Bu zamansal pencerelerdeki maksimum negatif (N1) tepe noktaları ERP programı ile otomatik olarak tespit edilmiş ve komşu elektrodlardaki dalga formları kullanılarak araştırmacılar tarafından doğrulanmıştır.

Aşağıdaki tablolarda rastgele_azalan ve rastgele_azalan_2 uyararı için belirlenmiş pencere aralıkları gösterilmiştir (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Uyarılar için kullanılan pencere genişlikleri.

Uyaran Türü	Ortalama Latans	Taban Değeri	Tavan Değeri
Rastgele_azalan	1068 ms	1018 ms	1118 ms
Rastgele_azalan_2	1152 ms	1102 ms	1202 ms

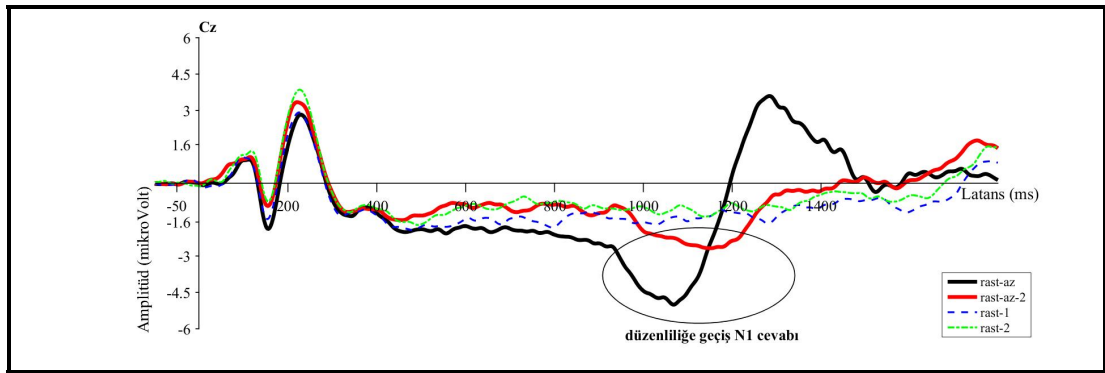
3.6. Davranışsal Cevapların Değerlendirilmesi

Katılımcıların rast_az ve rast_az_2 uyarıları için reaksiyon zamanlarının değerlendirilmesi MATLAB programı aracılığıyla EEGLAB kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların her bir uyaran bloğundaki ham EEG kayıtları EEG Lab ile incelenmiştir. Her bir blok için kaydedilen ham EEG kayıtları EEG Lab aracılığıyla Microsoft Excel'e aktarılarak her bloktaki her bir uyarının sunum süreleri ile katılımcıların butona basma süreleri incelenebilmiştir. Katılımcı rast_az ve rast_az_2 uyarılarından hemen sonra butona bastığı takdirde hedef olan uyarının başlangıç süresi ile katılımcının butona basma süresi arasındaki fark alınarak o bloktaki her bir uyaran için katılımcının reaksiyon zamanı tespit edilmiştir. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için bir katılımcıdan her blokta elde edilen reaksiyon zamanlarının aritmetik ortalaması alınarak rast_az ve rast_az_2 uyarıları için reaksiyon zamanı değerleri elde edilmiştir.

Katılımcıların doğru skorları belirlenirken de yukarıdakiyle aynı prosedür takip edilmiştir. Microsoft Excel'e aktarılan ham EEG verilerinde bir katılımcının her bir blokta hedef olan rast_az ve rast_az_2 uyarılarından kaç tanesi için butona bastığı incelenmiştir. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için bütün blokta elde edilen doğru cevap sayıları tespit edilerek her bir katılımcının doğru cevap skoru belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Yapılan elektrofizyolojik değerlendirmeler sonucunda 20 katılımcı için Cz elektrodundan farklı uyarılar için elde edilen ortalama dalga formları Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bütün katılımcılardan elde edilen ortalama dalga formları gösterilmiştir. Kesikli mavi çizgi rast uyararı için; kesikli yeşil çizgi ise rast_2 uyararı için elde edilen ortalama dalga formlarını göstermektedir. Bu uyarılar tamamen rastgele seslerden oluşan kontrol uyarınlardır. Siyah çizgi rast_az uyararı için; kırmızı çizgi rast_az_2 uyararı için elde edilen ortalama dalga formunu göstermektedir. İşitsel düzenliliğe geçiş ile elde edilen kortikal N1 cevabı daire içine alınarak gösterilmiştir.

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

20 katılımcıdan rastgele_azalan ve rastgele_azalan_2 için elde edilen işitsel düzenliliği fark etme ile oluşan N1 latansları ve amplitüdüleri, uyarıları ayırt etme ile ilişkili skorlar ve reaksiyon zamanları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

4.2. Uyarılmış Potansiyellerin Değerlendirilmesi

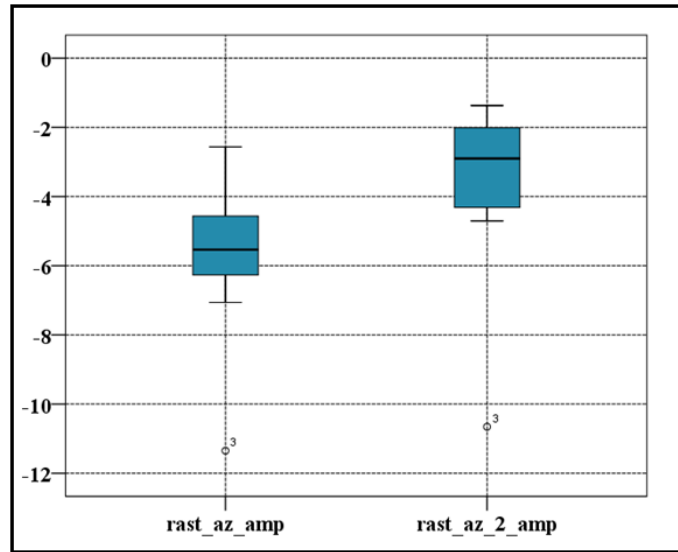
4.2.1. İşitsel Düzenliliğe Geçiş N1 Cevap Amplitüdülerinin Karşılaştırılması

Rast_az ve rast_az_2 uyarılarına ait olan cevapların amplitüdüleri Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ile incelenmiş, rast_az_2 uyararı için amplitüdüler ($md = -2,90$, $SS = \pm 2,04$) rast_az uyararına göre ($ort = -5,53$ $SS = \pm 1,86$) daha düşük olarak elde edilmiştir ($z = 3,920$; $p < 0,001$) (Bkz. Şekil 4.2., Tablo 4.2.).

Tablo 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı istatistiksel verileri.

n	Değişken	Ort/Md	SS	Minimum	Maksimum
20	rast_az_amp	-5,53	$\pm 1,86$	-2,56	-11,34
20	rast_az_2_amp	-2,90*	2,04*	-1,36	-10,65
20	rast_az_lat	1063,40	$\pm 32,54$	1018	1118
20	rast_az_2_lat	1154,20	$\pm 38,39$	-1102	1202
20	rast_az_reaks	1,41	$\pm 0,10$	1,26	1,61
20	rast_az_2_reaks	1,55	$\pm 0,10$	1,33	1,73
20	rast_az_skor	297,6	$\pm 3,40$	295	300
20	rast_az_2_skor	254,8	$\pm 38,04$	174	296

* ile gösterilen veriler normal dağılım göstermediği için medyan ve çeyrekler arası açıklık değerleri verilmiştir. n= katılımcı sayısını ifade etmektedir.

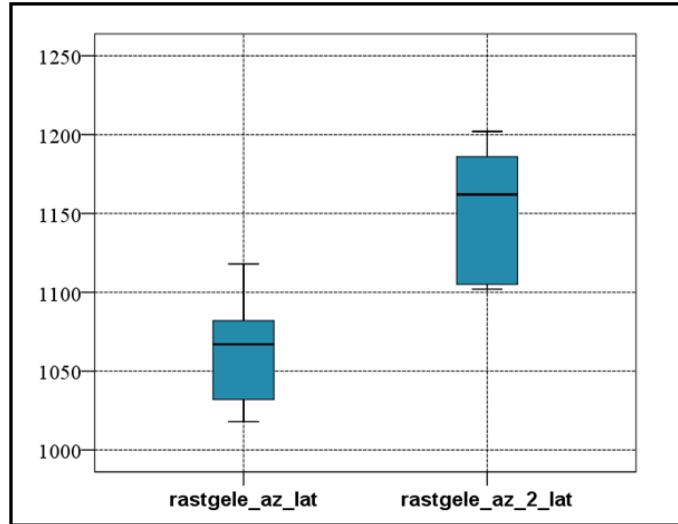
**Şekil 4.2.** Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için elde edilen N1 dalgası amplitüdlerin karşılaştırılması.

4.2.2. İşitsel Düzenliliğe Geçiş N1 Cevap Latanslarının Karşılaştırılması

Rast_az ve rast_az_2 uyarılarına ait olan cevapların latansları bağımlı örneklem t testi ile karşılaştırılmış, rast_az_2 uyararı için latans değerleri (ort= 1154,20 SS= $\pm 38,39$) rast_az uyarısına göre (ort= 1063,4 SS= $\pm 35,54$) daha uzun olarak elde edilmiştir ($z= 3,920$; $p < 0,001$) (Bkz. Şekil 4.3., Tablo 4.3.).

Tablo 4.2. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları ile elde edilen N1 amplitüdüleri için istatistiksel değerler.

Uyaran Adı	Ortalama/Medyan	Standart Sapma/Çeyrekler Açıklığı
rast_az	-5,53	$\pm 1,86$
rast_az_2	-2,90*	2,04*



Şekil 4.3. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için elde edilen N1 dalgası latanslarının karşılaştırılması.

Tablo 4.3. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları ile elde edilen N1 latansları için istatistiksel değerler.

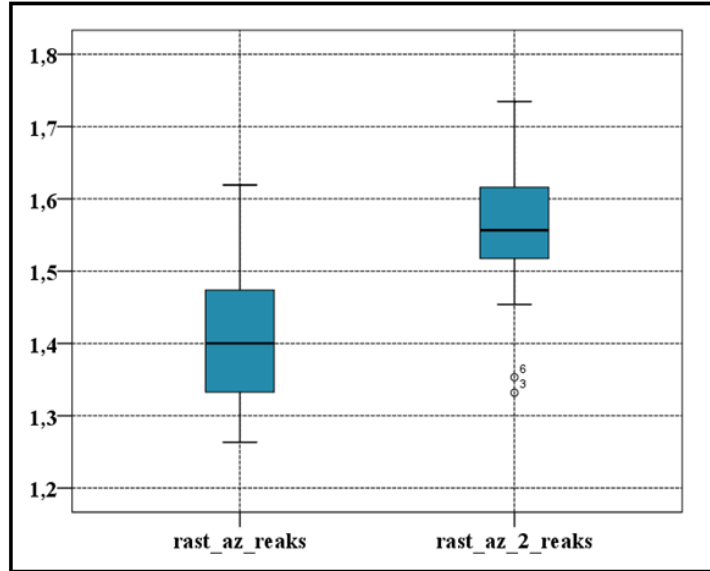
Uyaran Adı	Ortalama	Standart Sapma
rast_az	1063,40 ms	$\pm 32,54$ ms
rast_az_2	1154,20 ms	$\pm 38,39$ ms

4.3. Davranışsal Cevapların Değerlendirilmesi

4.3.1. Katılımcıların Reaksiyon Zamanlarının Karşılaştırılması

Bireylerin rast_az ve rast_az_2 uyarılarına ait olan reaksiyon zamanı ortalamaları bağımlı örneklem t testi ile incelenmiş, rast_az_2 uyarımı için elde edilen reaksiyon zamanı değerleri (ortalama= 1,55 , SS= $\pm 0,10$) rast_az uyarımına göre (ortalama= 1,41 , SS= 0,10) daha uzun olarak elde edilmiştir. Diğer bir deyişle katılımcılar rast_az_2

uyaranını rast_az_2 uyarısına göre anlamlı olarak daha geç fark etmişlerdir ($p < 0,001$) (Bkz. Şekil 4.4., Tablo 4.4.).



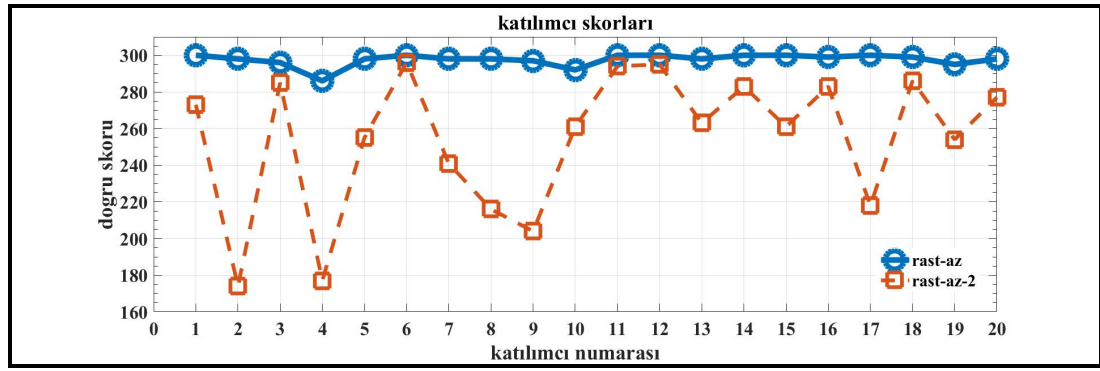
Şekil 4.4. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için katılımcıların reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması.

Tablo 4.4. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için katılımcıların reaksiyon zamanları.

Uyarı Adı	Ortalama	Standart Sapma
rast_az	1,41 s	±0,103 s
rast_az_2	1,55 s	±0,100 s

4.3.2. Katılımcıların Doğru Cevap (*Hit Rate*) Skorlarının Karşılaştırılması

Bireylerin rast_az ve rast_az_2 uyarılarına ait olan doğru cevap skorları bağımlı örneklem t testi ile incelenmiş, rast_az_2 uyarı için katılımcıların skorları (ortalama = 254,8 , SS= ±38,04) rast_az uyarısına göre (ortalama = 297,6 SS= ±3,40) daha düşük olarak elde edilmiştir. Diğer bir deyişle katılımcılar rast_az uyarısını rast_az_2 uyarısına göre anlamlı olarak daha doğru olarak tespit etmişlerdir ($p < 0,001$) (Bkz. Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için katılımcıların doğru cevap skorları şekilde gösterilmiştir. Mavi daireler rast_az uyararı için her bir katılımcının skorunu gösterirken kırmızı kareler rast_az_2 uyararı için katılımcı skorlarını göstermektedir.

4.4. Elektrofizyolojik ve Davranışsal Cevaplar Arasındaki Korelasyonların Değerlendirilmesi

Rast_az uyarısına ait olan reaksiyon zamanı, doğru cevap skoru, amplitüd ve latans değerleri arasındaki korelasyonlar Pearson korelasyon testi kullanılarak incelenmiştir. Değerler arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır (Bkz. Tablo 4.5.).

Rast_az_2 uyarısına ait olan reaksiyon zamanı, doğru cevap skoru, amplitüd ve latans değerleri arasındaki korelasyonlar Spearman korelasyon testi kullanılarak incelenmiştir.

Rast_az_2 uyararı için elde edilen reaksiyon zamanı değerleri ile doğru cevap skorları arasında negatif korelasyon ($r = -.461$, $p = .041$) elde edilmiştir. Bununla birlikte rast_az_2 için elde edilen amplitüd değerleri ile doğru cevap skorları arasında da negatif korelasyon ($r = -.560$, $p = .01$) mevcuttur. İncelenen diğer ikili karşılaştırmalarda anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır (Bkz. Tablo 4.6.).

Tablo 4.5. Rast_az uyaranı için korelasyon istatistikleri.

	İstatistiksel Veriler	Rast_az_reaks	Rast_az_amp	Rast_az_lat	Rast_az_skor
Rast_az_reaks	r	1	,372	,004	,100
	p		,106	,987	,675
	n	20	20	20	20
Rast_az_amp	r	,372	1	-,021	,357
	p	,106		,929	,122
	n	20	20	20	20
Rast_az_lat	r	,004	-,021	1	-,105
	p	,987	,929		,660
	n	20	20	20	20
Rast_az_skor	r	,100	,357	-,105	1
	p	,675	,122	,660	
	n	20	20	20	20

r= Pearson korelasyon katsayısını, n = analiz edilen veri sayısını ifade etmektedir.

Tablo 4.6. Rast_az_2 uyaranı için korelasyon istatistikleri.

	İstatistiksel Veriler	Rast_az_2_reaks	Rast_az_2_amp	Rast_az_2_lat	Rast_az_2_skor
Rast_az_2_reaks	r	1	,299	-,079	-,461*
	p		,200	,741	,041
	n	20	20	20	20
Rast_az_2_amp	r	,299	1	,177	-,560*
	p	,200		,454	,010
	n	20	20	20	20
Rast_az_2_lat	r	-,079	,177	1	-,283
	p	,741	,454		,226
	n	20	20	20	20
Rast_az_2_skor	r	-,461*	-,560*	-,283	1
	p	,041	,010	,226	
	n	20	20	20	20

r= Spearman korelasyon katsayısını, n = analiz edilen veri sayısını ifade etmektedir.

* ile gösterilen değerler p<0,05 için istatistiksel olarak anlamlıdır

5. TARTIŞMA

İşitsel sahne analizi bireyin etrafında gerçekleşen işitsel olayları algılamasını ve anlamlandırmasını sağlayan temel bir işitsel beceridir. Sussman'ın da belirttiği gibi ses dalgaları kulağımıza çevrede aynı anda meydana gelen seslerin karışımı şeklinde ulaşmaktadır. Gürültülü bir caddede yürürken yanınızda konuşan arkadaşınızı dinleme yeteneği, hedef sesi çevredeki diğer gürültülerden ayıran ve ses kaynaklarının bütünlüğünü koruyarak nöral temsiller sağlayan bir nöral mekanizmanın varlığını gerektirmektedir (55).

İşitsel sahnelerin çözümlenebilmesi için eş zamanlı ve sıralı gruplama stratejilerinin birlikte gerçekleşmesi gereklidir (2). Bununla birlikte doğal işitsel sahnelerde bu stratejiler çoğunlukla tek başına yeterli olamamaktadır. Bundan dolayı işitsel sahne analizi farklı stratejilerden de faydalanmaktadır. Bir ses dizisi içerisindeki işitsel düzenliliklerin tespit edilmesi analiz sürecine yardımcı stratejilerdendir (56). İşitsel düzenlilikler literatürde sıklıkla ENC kullanılarak incelenmektedir. Nitekim literatürdeki çalışmalar dinleyicilerin işitsel düzenliliklerin ihlal edildiği durumlara oldukça hassas olduğunu göstermektedir (57).

Düzen içerisinde var olan düzensizliğin fark edilmesi işitsel çevrede gerçekleşen ani değişimlerin fark edilebilmesi için önemlidir. Bununla birlikte incelenmesi gereken diğer bir kavram ise işitsel düzenliliklerin ortaya çıkarılması kavramıdır. Chait bu iki kavramı araştırırken iki genel yaklaşım kullandığını belirtmektedir. İlk olarak çok kaynaklı karmaşık bir işitsel sahne içerisinde işitsel sistemin karşılaşılabileceği zorlukların modellenmesidir. Bu yaklaşım temel açıdan mevcut işitsel düzenin ihlali durumunu betimlemektedir. Diğeri ise gürültülü bir arka planda meydana gelen işitsel düzenin ortaya çıkışını keşfetme sürecini içermektedir (58). Chait ve ark. (9, 40) MEG ile yapılan çeşitli çalışmalarda bu iki yaklaşımı farklı işitsel uyaran tasarımlarıyla incelemelerine rağmen buldukları sonuçlar dikkat çekici olarak nitelendirilebilir. Geniş bant gürültü ve tonal uyaran gibi birbirinden oldukça farklı özelliklere sahip uyaranlar kullanılarak yapılan bu çalışmalarda uyaranlar belirli iki karakteristik özelliği paylaşmaktadırlar: var olan bir düzenin bozulması

ya da düzenin ortaya çıkması (9, 40). Araştırmacılar geniş bant gürültü ve tonal uyaran ile yapılan iki çalışmada da işitsel kortikal cevapları oldukça benzer elde ettiklerini belirtmiştir. Cevap paterni uyaranların spektral özelliklerinden bağımsız olarak işitsel düzenin yönüne göre farklılaşmaktadır. Diğer bir deyişle kulaklar arası korele gürültüden korele olmayan gürültüye geçiş ile sabit frekanslı bir sestem rastgele frekanslardaki seslere geçiş durumlarında mevcut olan bir düzenin bozulması, düzenliliği bozan ilk anda işitsel sistem tarafından fark edilebilmektedir. Nitekim, yapılan iki çalışma da da MEG kayıtlarında da M50 ve M100 olarak iki dalga tepesi elde edilmiştir. Bununla birlikte bu durumların tam tersi olan işitsel düzenin ortaya çıkması durumlarında işitsel sistemin var olan geçişin şans eseri olan bir durum olup olmadığını ayırt edebilmek için bir miktar daha beklemesi gerekmektedir. Beklenildiği üzere de düzenin ortaya çıktığı durumlarda iki çalışmada da M150 olarak daha geç ve tek bir dalga tepesi elde edilmiştir (59)

İşitsel düzenliliklerin ortaya çıkması ya da bozulması ile elde edilen kortikal yanıtlar kadar bu yanıtların davranışsal cevaplara nasıl yansıdığı da bir merak konusudur. Barascud ve ark. (24) da düzenli-rastgele ve tam tersi geçiş durumlarını inceledikleri çalışmalarında bireylerin düzeni fark etme sürelerini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan düzenli uyaran yukarıda sözü geçen çalışmalardan farklı olarak belirli bir ses havuzundan seçilmiş rastgele dört tone pip uyaranın düzenli bir işitsel patern oluşturacak şekilde sıralanması ile oluşturulmuştur. Katılımcılar davranışsal olarak bu işitsel paternin (düzenliliğin) bozulduğu durumu düzenliliğin ortaya çıktığı koşula göre daha erken fark etmişlerdir (24). Benzer olarak Chait ve ark. (9, 40) sözü geçen MEG çalışmalarında da görüldüğü üzere işitsel düzenin ihlal edildiği durumlarda daha erken bir dalga tepesi elde edilmiştir (9, 40). Bununla birlikte düzenliliğin ortaya çıkışını fark edebilmek için düzen içerisindeki şeklin en az bir buçuk kez tekrar etmesi gerekmektedir (24).

Literatürde yapılan çalışmalarda kullanılan uyaran tasarımlarıyla işitsel çevrede gerçekleşen süreçlerin bir temsili oluşturulmaya çalışılmaktadır. Fakat işitsel dünya görüldüğünden daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Örneğin işitsel düzenliliklerin oluşması ve kaybolması durumlarına ek olarak doğal işitsel çevrede birçok hedef ses

(veya işitsel düzenlilikler) farklı seslerin arasında meydana gelmektedir ve bu durum karmaşık işitsel sahnelerde farklı uyaran tasarımları kullanılarak yapılan araştırmaların önemini ortaya koymaktadır

Örneğin Eramudugolla ve ark. (45) tavuk sesi, enstrüman sesleri, kadın spiker konuşması gibi 11 farklı doğal sestten oluşan bir ses havuzu kullanarak farklı sayıda ses içeren farklı boyutlarda karmaşık işitsel sahneler oluşturmuşlardır. Bu işitsel sahneler dört, altı ya da sekiz farklı sesin havuzdan rastgele seçilerek karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. İlk oturumda araştırmacılar katılımcılardan işitsel sahne içerisinde başta olup zaman içerisinde kaybolan sesi bulmalarını isteyerek katılımcıların karmaşık işitsel sahnede değişimi fark etme yeteneğini incelemişlerdir. Diğer oturumda ise katılımcıların önünde bir bilgisayar ekranı mevcuttur. Bu ekranda katılımcıların dinleyeceği karmaşık sahnenin içerisindeki bir ses komponentinin ismi yazılı olup katılımcılara, ismi yazan komponentin işitsel sahne içerisinde kaybolup kaybolmadığını tespit etmelerini istemişlerdir. Nitekim işitsel sahnenin kalabalıklaşmasıyla birlikte katılımcılar değişimi fark etmekte zorlanmışlardır. Bununla birlikte bilgisayar ekranının olduğu koşulda katılımcılar işitsel sahne kalabalıklaşsa bile üst seviyede bir değişimi fark etme becerisi sergilemişlerdir (45). Araştırmada da görüldüğü üzere yönlendirilmiş dikkat işitsel değişiklikleri fark etmek için oldukça yardımcı olmakta, işitsel sahnenin kalabalıklaşmasına rağmen katılımcının performansının düşmesini engellemektedir. Fakat günlük hayatta bir sesin ortadan kaybolma ihtimali hakkında ipucuna sahip olduğumuz durumlar çok sayıda değildir. İşitsel sahne kalabalıklaştıkça çevrede olan değişimi fark etmek Eramudugolla ve ark. çalışmasında da görüldüğü üzere zorlaşmaktadır (45).

Karmaşık işitsel sahnelerden bahsederken Teki ve ark. (49) tarafından oluşturulan saf ses tonların bir araya gelerek oluşturduğu akor adlı yapıların rastgele sıralamasıyla oluşan *scholastic figure-ground* adlı işitsel sahne yapısı kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalardan bahsetmek gereklidir. Araştırmacılar karmaşık işitsel sahne içerisinde işitsel bir şekil oluşturacak şekilde tekrar eden akor isimli düzenli yapıların içerdiği saf ses ton sayısı ve ardışık gelen akor sayısının işitsel şekli fark etme becerisine etkisi incelenmiştir. Ardışık gelen akor sayısı ve akorların içerdiği saf

ses ton sayısı arttıkça dinleyiciler karmaşık arka plan içerisinde işitsel şekli daha iyi bir şekilde ayırt etmişlerdir (49). Bu durumda dinleyicilerin akorlar arasında aynı olan özelliği daha rahat takip edebilmesinin de katkısının bulunması oldukça muhtemeldir.

Teki ve ark. (50)'nin aynı sahne yapısını kullanarak yaptığı daha önce sözü geçen diğer bir çalışmalarındaki deneylerden bir tanesinde işitsel şekil ya sabit bir frekansta devam eden ardışık akorlardan oluşmuş ya da frekans açısından artış gösteren akorların art arda sıralanması ile oluşturulmuştur. Ardı ardına gelen akorlar arasında frekans açısından 2 kat ya da 5 kat olacak şekilde iki farklı koşul bulunmaktadır. Sabit frekansta devam eden akorların olduğu durumlarda katılımcılar anlamlı olarak daha iyi performans sergilemiştir. Bununla birlikte frekans farkı olan durumlar incelendiğinde rampa eğiminin daha az olduğu koşulda (diğer bir deyişle frekans değişiminin daha az olduğu durumda) katılımcıların performansı anlamlı olarak daha iyidir. Fakat yine de katılımcıların akorlar arasında beşer kat fark olan durumdaki performansı da iyi bir seviyededir. Araştırmacılar tarafından bu durum işitsel ayırıştırma mekanizmasının spektral bozulmalara zamansal bozulmalardan daha duyarlı olduğu fakat yine de sistemin bu bilgileri birleştirebildiği şeklinde yorumlanmaktadır (50).

Mevcut çalışmada ise frekans açısından azalan seslerin oluşturduğu işitsel şekillerle uyarılmış kortikal potansiyeller ve katılımcıların rastgele seslerin arasındaki işitsel figürü fark etme yeteneği incelenmiştir. Teki ve ark. (50) çalışmasında da görüldüğü üzere spektral olarak değişiklik gösteren işitsel şekillerin zaman içerisinde fark edilmesi sabit frekanslı seslere göre daha zorlu bir süreçtir. Çalışmamızda rastgele seslerin ardından gelen frekans açısından azalan seslerin katılımcılar tarafından rahatlıkla fark edildiği ve N1 dalgası ortaya çıkardığı görülmüştür. Bununla birlikte azalan ses dizisi rastgele seslerin arasında oluştuğunda, diğer bir deyişle işitsel şekil karmaşık seslerin arasında meydana geldiğinde N1 dalgasının amplitüdünde azalma, latansında ise uzama gözlenmiştir. Aynı zamanda mevcut çalışmamızda Teki ve ark. (50) çalışmasından farklı olarak davranışsal cevaplar ile elektrofizyolojik cevaplar arasındaki ilişkiler de incelenmiştir. Rast_az_2 için elde edilen amplitüd değerleri ile doğru cevap skorları arasında anlamlı negatif korelasyon mevcut olduğu gözlenmiştir. Diğer bir deyişle katılımcıların doğru cevap skoru arttıkça işitsel kortikal N1 dalgasının

amplitüd değerleri artmaktadır. Buna ek olarak katılımcıların rast_az_2 uyarımı için doğru cevap skoru arttıkça reaksiyon zamanının da istatistiksel açıdan anlamlı olarak kısaldığı gözlenmiştir. İşitsel düzenliliğin farklı seslerin arasında gerçekleştiği rast_az_2 uyarımı için elde edilen bu korelasyonlar elektrofizyolojik bulguların günlük yaşam ile ilişkilendirilebilmesi için oldukça önemlidir. Nitekim günlük yaşamda işitsel ortam oldukça çeşitlidir ve farklı ses yapılarını içerisinde barındırmaktadır.

Weise ve ark. (60) işitsel çevrede gerçekleşen değişiklikler tespit edilirken ortaya çıkan farklılıkları araştırdıkları çalışmalarında sabit frekanslı bir sestem bu sesin frekansının yükseldiği bir frekans rampasına geçiş ile azalan frekanslı bir frekans rampasından sabit frekanslı bir sese geçiş şeklinde, fiziksel olarak birbirinin simetriği olan uyarın tasarımları kullanmışlardır. Ses geçiş yönünün işitsel uyarılmış potansiyeller üzerine etkisine ek olarak frekans rampasının hızının ve uyarınların spektral kompleksliğinin (tek bir tonal ses veya tonal ses kompleksi) işitsel uyarılmış potansiyeller üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, sabit frekanslı bir sestem frekans rampasına geçiş her durumda N1 dalgası ortaya çıkarmış olup, frekans rampasının hızının arttığı (rampanın eğiminin artması) ya da uyarının spektral zenginliğinin arttığı (tonal ses kompleksi rampası) durumlarda N1 amplitüdünde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte frekans rampasından sabit bir sese geçiş durumu her koşulda N1 dalgası ortaya çıkartmamıştır. Sadece frekans rampasının hızının en yüksek olduğu durumda ve uyarının spektral zenginliğinin arttığı durumlarda N1 dalgası gözlenmiştir. Araştırmacılar frekans rampasından sabit bir sese geçiş durumu için (yüksek seviye geçiş) var olan nöral dedektörlerin miktarının sabit sestem frekans rampasına geçiş (birincil derece geçiş) için gerekli olan dedektör miktarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (60). Genel olarak bakıldığında spektral zenginliğin etkisi ile N1 dalgasının oluşması arasındaki ilişki, karmaşık sesler kullanıldığında elde edilen cevapların değişebileceğini göstermektedir. Nitekim günlük hayatımızda içerisinde bulunduğumuz ortamlar da spektral olarak oldukça zengin ve çeşitlidir. Farklı uyarın tasarımları kullanarak yapılan çalışmaların önemi bu noktada artmaktadır.

Çalışmamızda rastgele seslerin ardından gelen frekans olarak azalan ses dizisinin N1 cevabı oluşturması, farklı ve düzenli bir spektral yapının fark edildiğini

göstermektedir. Buna ek olarak spektral içeriğin N1 dalgası oluşmasına etkisi Weise ve ark. (60)'nın sözü geçen çalışmasında görülmektedir. Örneğin azalan frekanslı bir sestten sabit frekanslı bir sese geçiş durumu ancak harmoniklerin de mevcut olduğu durumda N1 dalgası ortaya çıkarabilmektedir. Bununla birlikte Weise ve ark.'nın çalışmasında kullanılan uyaran tasarımı var olan bir düzenden farklı bir düzene geçiş durumunda elde edilen kortikal cevapları ortaya çıkarmaktadır. Bizim çalışmamızda ise düzensizliğin içerisinde ortaya çıkan bir düzen incelenmektedir. İşitsel dünyanın oldukça çeşitli ortamlara sahip olduğu düşünüldüğünde farklı uyaran yapılarını farklı koşullarda incelemenin işitsel sistemin doğasını daha iyi anlayabilmek için oldukça faydalı olacağı düşünülebilir.

Karmaşık işitsel sahnelerdeki durum yukarıda sözü geçen çeşitli çalışmalarda da görüldüğü üzere farklılaşabilmektedir. Sohoğlu ve Chait (61) çalışmalarında yedi ile sekiz arasında değişen saf ses gruplarının oluşturduğu karmaşık yapay işitsel sahneler kullanmışlardır. Bu işitsel sahnelerde kullanılan tonlar arası süreler sabit olduğu zaman sahne zamansal yapı bakımından düzenli bir sahne olarak adlandırılmış, tonlar arasındaki süre değiştiği zaman ise düzensiz sahneler olarak adlandırılmıştır. Oluşturulan bu işitsel sahneler içerisinde bir anda ortaya çıkan ve sabit frekansta kendini tekrar eden bir tondan oluşan zamansal açıdan düzenli (tonlar arası sabit süre) veya düzensiz bir ses (tonlar arası sabit olmayan süre) grubu bulunmaktadır. Ortaya çıkan ses paterninin düzenli veya rastgele olma durumu da tonlar arası sürenin sabit veya değişken olması ile sağlanmıştır. Araştırmacılar hem pasif hem aktif dinleme durumlarında farklı sahne ve uyaran düzenleri için MEG cevaplarını incelemişlerdir. Davranışsal cevaplar incelendiğinde aktif dinleme grubu işitsel sahnenin yapısı zamansal olarak düzenli olduğunda daha iyi doğrulukla değişimi fark etmişlerdir. Bununla birlikte ortaya çıkan ses yapısının düzenli olduğu durumda da düzenliliği daha hızlı bir şekilde tespit etmişlerdir. MEG dalgaları incelendiğinde ise aktif grupta M50, M100 ve M200 dalgaları gözlenmiş; pasif grupta ise M50 ve M200 dalgaları gözlenmiştir. Araştırmacılar M100 dalgasının daha çok dikkatle ilişkilendirildiğini ve bu yüzden pasif grupta görülememesinin beklenebilir olduğunu belirtmiştir. Hem aktif hem pasif grup düzenli sahnelerde rastgele sahnelere göre

artmış bir cevap paterni sergilemişlerdir (61).

Bizim yapmış olduğumuz çalışmamızda da rastgele seslerin ardından gelen frekans olarak düzenli azalan ses dizileri (rast_az) ile frekans açısından düzenli olarak azalan ses dizisinin rastgele seslerin arasında olduğu (rast_az_2) iki farklı koşul için kortikal cevaplar kaydedilmiştir. Diğer bir deyişle çalışmamızda Sohoğlu ve Chait (61)'in çalışmasına benzer olarak rastgele seslerin arasında bir işitsel patern bulunmaktadır. İşitsel sahnenin kalabalıklaştığı durumda (hem rastgele hem de düzenliliği ortaya çıktığı kısımda aynı anda 2'şer sesin yer aldığı durumda) rast_az_2 uyarını için elde edilen N1 dalgasının amplitüdü daha küçüktür ve dalga daha geç gözlenmiştir. Davranışsal cevaplar incelendiğinde de katılımcılar karmaşık seslerin arasında ortaya çıkan işitsel şekli fark etmekte zorlanmış ve anlamlı olarak daha düşük bir doğrulukla uyarını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte rast_az_2 uyarınının doğru cevap skoru ile reaksiyon zamanı arasında da negatif korelasyon elde edilmiştir. Diğer bir deyişle rast_az_2 uyarınının amplitüd değerleri arttıkça katılımcıların doğru cevap skoru da artmaktadır.

Sohoğlu ve Chait'in (61) ve Teki ve ark.'nın (49) sözü geçen çalışmalarından farklı olarak mevcut çalışmadaki işitsel sahne içerisinde ortaya çıkan işitsel şekil frekans açısından sabit değil azalan bir işitsel şekildir. Teki ve ark. (49) çalışmasında da belirtildiği üzere ardışık olarak devam eden akor sayısının artması işitsel şeklinin fark edilmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca işitme sistemi zaman içerisinde birbirini takip eden ortak özelliğe sahip olmayan sesler yerine benzer sesleri (birbirleriyle ilişkilendirilebilecek sesleri) gruplama eğilimindedir (2, 62). Benzer sesler aynı frekansta tekrar eden sesler olabileceği gibi frekans bakımında düzenli olarak değişen sesler de olabilir. Sabit bir frekanstaki sesin kendisini tekrar etmesi ile oluşan bir paternin fark edilmesi, frekans bakımından tedrici olarak azalan seslerden oluşan bir paternin fark edilmesi ile karşılaştırıldığında çalışmamızda kullandığımız azalan frekans dizisinin sabit frekanslı bir işitsel şekilden daha zor fark edilebileceği söylenebilir. Aynı zamanda bu düzenli paternin rastgele farklı sesler içerisinde yer alması, düzenliliklerin fark edilmesinin zorlaşacağını da düşündürebilir. Nitekim çalışmamızda bu iki işitsel koşulda davranışsal fark etme skorları ve oluşan

kortikal N1 cevabının özellikleri de farklı bulunmuştur. Literatüre bakıldığında karmaşık işitsel sahnelerde yapılan çalışmalarda kullanılan işitsel şekiller genellikle sabit bir frekansta devam eden seslerden veya düzenli patern gösteren akorlardan oluşmaktadır. Günlük yaşamda seslerin spektral olarak oldukça çeşitli olması göz önünde bulundurulduğunda, çalışmamızda kullandığımız tedrici azalan frekanstaki seslerde oluşan bir işitsel düzenliliğin hem izole durumda hem de farklı sesler içerisinde gerçekleştiği deney koşullarında fark edilebildikleri ve bunların kortikal gösterimleri olduğu gözlenmiştir.

Yaralı ve ark. (63) gürültüde konuşmayı anlama problemi olan ve olmayan bireylerde işitsel düzenliliği araştırdıkları çalışmalarında benzer bir uyaran tasarımı kullanmışlardır. Rastgele seslerin ardından gelen düzenli kısım üç şekilde farklılaşmaktadır: sabit frekansta devam etmekte (rastgele_düzenli), artan bir frekansta (rastgele_artan) ya da azalan bir frekansta (rastgele_azalan) devam etmektedir (63). Yaralı ve ark. bu uyaran tasarımları için aktif ve pasif dinleme koşullarında EEG kaydı gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte, katılımcılara gürültüde konuşmayı anlama testi uygulanmış ve katılımcılar medyan değerine göre alt ve üst olacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Rastgele_düzenli ve rastgele_azalan uyaranları için hem aktif hem pasif dinleme durumunda N1 cevabı gözlenmiştir. Ancak, rastgele_artan uyaranı için net bir N1 dalgası gözlenememiştir. Rastgele_düzenli uyaran için hem aktif hem pasif fazda gözlenen N1 dalgasının amplitüdü rastgele_azalan uyaranına göre daha yüksek ve latansı daha kısa olarak elde edilmiştir. Bunlara ek olarak rastgele_azalan uyaranının aktif dinleme durumundaki amplitüdü ile -5 dB'deki gürültüde konuşmayı anlama skorları arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Diğer bir deyişle N1 dalgasının amplitüdü arttıkça gürültüde konuşmayı anlama skorları artmaktadır. Araştırmacılar ileriki çalışmalarda gürültüde konuşmayı anlama performansları arasında belirgin bir fark olan bireyler için rastgele_azalan uyaranı ile elde edilen kortikal yanıtların faydalı olabileceğini belirtmişlerdir (63).

Mevcut çalışmamızda Yaralı ve ark. (63) çalışmasından farklı olarak tedrici azalan frekanstaki seslerden oluşan bir işitsel düzenliliğin rastgele seslerin arasında da sunduğumuz ikinci bir rast_az_2 uyaranı kullanılmıştır. İşitsel düzenliliğin farklı

seslerin arasında gerçekleştiği bu durumun doğal işitsel çevreyi daha iyi yansıtmakta olduğu söylenebilir. Nitekim bu uyarın için elde edilen N1 dalgasının latansı daha geç ve amplitüdü de daha düşüktür. Bununla birlikte bu uyarın için elde edilen doğru cevap skoru ile amplitüd değerleri arasında negatif korelasyon mevcuttur. Davranışsal bir cevap olan doğru cevap skoru ile elektrofizyolojik bir bulgu olan amplitüd değerleri arasında bir korelasyon elde edilmesi ileriki çalışmalar için yol gösterici olabilir. Bu noktada gürültüde konuşmayı ayırt etmede zorluk yaşayan bireylerde işitsel-şekil zaman algısını değerlendirebileceği düşünülebilecek rast_az_2 uyarısıyla oluşan kortikal cevapların araştırılması gelecek çalışmalar için faydalı olabileceği düşünülebilir.

Bununla birlikte çalışmamızda rast_az uyarını ile oluşan kortikal cevapların latans ve amplitüd değerleri ile katılımcıların bu uyarınlar için reaksiyon zamanları ve doğru cevaplama skorları arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Aynı zamanda rast_az_2 uyarını ile oluşan işitsel kortikal cevaplardan da sadece amplitüd-doğru cevap skoru arasında bir korelasyon elde edilmiştir. Diğer ikili karşılaştırmalarda herhangi bir korelasyon bulunamamıştır. Yaralı ve ark. (63) çalışmasında da gürültüde konuşmayı anlama becerilerine göre ayrılmış olan alt ve üst grupların kortikal yanıtları anlamlı olarak farklılaşmamaktadır. Araştırmacılara benzer olarak bu durumun örneklem sayısının düşük olmasından kaynaklanabileceğini düşünülebilir. Bunun yanı sıra davranışsal becerilerle, bu becerilerle ilişkili olabileceği düşünülen kortikal cevapların her durumda aynı yönde ilişki göstermeyebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Yaralı ve ark. (63) çalışmasındaki artan ve azalan frekans dizilerinin bir bakıma konuşmadaki temel frekans eğrilerini (*fundamental frequency, F₀*) temsil edebileceği düşünülebilir (63, 64). *F₀*, karmaşık işitsel ortamlarda işitsel gruplama ve ayrıştırma becerilerine katkı sağlayan temel bir özelliktir. Günlük yaşam içerisinde hedef olan seslerin *F₀*'ı takip edilerek karmaşık sesler içerisinde hedef sesin ayrıştırılmasına faydalı olabilmektedir (65). Konuşma esnasında *F₀* larinkste yer alan ses tellerinin titreşimiyle belirlenir. Bu nedenle *F₀* rakip konuşma sesleri olduğunda hedef konuşma sesinin ayrıştırılmasında önemli bir özellik olarak nitelendirilmektedir (66). Temel

frekansın algısal karşılığı ise sesin perdesi olarak tanımlanmaktadır (67). Nitekim bir ifade içerisinde zaman boyunca algılanan perde hareketleri konuşmanın melodisini oluşturmaktadır. Konuşmanın melodik şekilleri erken dönemde bir bebeğin çevreyle ilk sözel iletişim kurma çabalarına karşılık gelmektedir. Bebeklerin ilk doğduklarında sergiledikleri ağlama davranışı melodik bir karakteristiğe sahiptir ve ağlama tonları belirli bir amaç dahilindedir. Yaklaşık olarak bir yaş civarında ise çevreyle iletişimi sürdürmek için iki temel frekans paternini kullanmaktadırlar: alçalan ve yükselen frekanslı tonlar. Bununla birlikte konuşmanın melodisinin dil bilimsel karşılığı ise intonasyon olarak adlandırılmaktadır (68). İntonasyon sözcüklerden ve seslerden bağımsız olarak iletişimin sağlanabilmesi anlamına gelmektedir. İntonasyon dil bilimsel yapı ve günlük yaşamdaki söylemlerin işlevleri diğer bir deyişle soru ifadeleri ve cümlelerin taşıdığı anlamlar hakkında dinleyicilere bilgi vermektedir. Genel olarak bakıldığında günlük yaşamda iletişimi sürdürürken çeşitli intonasyon paternlerinin kullanıldığı görülmektedir (69). Örnek vermek gerekirse konuşan bir kişinin cümlesini bitirdiği giderek alçalan bir ton kullanmasından anlaşılabilir. Konuşma içerisinde önemli bir yer belirtmek istendiğinde ise genellikle yükselen tonlar tercih edilmektedir.

Çalışmamızda kullanılan rast_az ve rast_az_2 uyarandaki düzenli paternler yukarıda da bahsedildiği üzere günlük yaşamdaki konuşma çevresi içerisinde sık karşılaştığımız ses perdelerini bir açıdan temsil etmektedir. Literatürdeki çalışmalardan farklı bir spektral yapının kullanılmasının bu açıdan önemli olduğu düşünülebilir. İşitsel dünyamızda sesler rekabetçi bir ortamda gerçekleştiği için rast_az_2 uyarının bir dereceye kadar gürültü içerisinde F_0 takibini yansıttığı düşünülebilir. Nitekim çalışmamızda da farklı seslerin olduğu durumda katılımcıların işitsel şekilleri fark etmede zorlandığını hem davranışsal hem de elektrofizyolojik açıdan göstermiş bulunmaktayız. Bu noktada gürültüde konuşmayı ayırt etme problemleri olan bireylerde rast_az_2 uyarını ile oluşan kortikal N1 cevabı incelenerek davranışsal gürültüde konuşmayı ayırt etme becerileri ile ilişkisi araştırılabilir.

Çalışmamız sözü geçen çalışma bulgularıyla karşılaştırılırken dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta uyarıların sunum şeklidir. Literatürdeki pek çok çalışmada

uyaran sunumlarında kulaklık kullanırken çalışmamızda hoparlör aracılığıyla uyaranlar sunulmuştur. Hoparlör kullanımının günlük hayattaki dinleme ortamını daha iyi bir şekilde yansıtabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Aman ve ark. (52) daha önce sözü geçen çalışmalarında düzenli ve düzensiz karmaşık işitsel sahneler içerisinde işitsel objelerin ortaya çıkması ve kaybolması durumlarını incelerken hem kulaklıkla hem de 12 farklı hoparlörün dinleyicinin sağ-sol ve ön tarafına on beş derecelik açılarla dizildiği bir deney düzeneği ile aynı deneyi tekrarlamışlardır. Sahne içerisinde kaybolan işitsel objeler için iki deney arasında anlamlı fark bulunmazken, sahne içerisinde ortaya çıkan durumlar için hoparlörlerin olduğu koşulda dinleyicilerin sahnedeki değişimi fark etme performansı anlamlı olarak daha iyi gözlenmiştir. Araştırmacılar uzaysal düzlemde elde edilen sonuçların özellikle değişimin ortaya çıkışını fark etmeyi kolaylaştırdığını söylemektedir. Bununla birlikte uzaysal düzlemdeki işitsel düzenliliklerin sağladığı faydaların devam ettiği belirtilmiştir (52). Başta da belirtildiği üzere mevcut çalışmada hoparlör kullanımıyla daha doğal bir günlük dinleme ortamı oluşturmaya çalışılmıştır. Ancak çalışmamızda sadece bir hoparlörün mevcut olması bu durumu tam olarak sağlayamadığımız anlamına da gelmektedir. Bu durum çalışmamızın limitasyonu olarak ele alınabilir.

Bu noktada önerimiz ileride yapılacak olan çalışmalarda azalan frekans dizilerinin yanı sıra artan frekans dizilerinin karmaşık işitsel sahnelerde sunularak işitsel kortikal potansiyellerle incelenmesidir. Belirtildiği üzere alçalan ve yükselen tonlar bir bakıma intonasyonu sergilemektedir. Nitekim çalışmamızda azalan bir işitsel şekil için (rast_az_2) bir bakıma işitsel şekil-zemin ayrımının kortikal gösterimleri ortaya çıkarılmıştır. Katılımcıların uyaran için reaksiyon zamanlarını ve cevap skorlarını değerlendirebilmek adına çalışmamızda aktif dinleme esnasında EEG kaydı gerçekleştirilmiştir. Pasif dinlemede işitsel şeklin karmaşık seslerin arasında gerçekleştiği durum için N1 cevabı elde edilip edilemeyeceği ileriki çalışmalarda incelenebilir. İlerideki çalışmalarda aktif ve pasif dinleme durumlarının farklı işitsel karmaşıklık seviyesine sahip işitsel sahnelerde elde edilen işitsel kortikal potansiyellere etkisi araştırılabilir.

Bunun yanı sıra gürültüde konuşmayı ayırt etme problemi olan bireylerde farklı

karmaşıklık seviyelerine sahip işitsel sahnelerde düzenliliği fark etme ile ilgili kortikal cevaplar ve davranışsal skorlar incelenebilir, bu cevaplarda ve davranışsal skorlarda kontrol gruplarıyla anlamlı fark gözlenmesi durumunda işitsel şekil-zemin algısını geliştirmeye yönelik işitsel uyarılarla eğitim programları geliştirilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Rast_az ve rast_az_2 uyarıları için işitsel kortikal N1 cevabı elde edilmiştir. Rast_az_2 uyararı için elde edilen N1 cevabının amplitüdü anlamlı olarak daha küçük ve latansı daha uzundur.
2. Rastgele ve rastgele_2 ses dizileri için işitsel kortikal N1 cevabı gözlenmemiştir. Bu beklenen bir sonuçtur. Bu uyarılar herhangi bir işitsel şekil veya düzenin mevcut olmadığı kontrol uyarıları olarak tasarlanmıştır.
3. Katılımcılar rast_az uyarısını rast_az_2 uyarısından daha hızlı fark etmişlerdir. Reaksiyon zamanları arasında anlamlı fark mevcuttur.
4. Katılımcılar rast_az uyarısını rast_az_2 uyarısından daha yüksek doğrulukla tespit etmişlerdir. Cevap skorları arasında anlamlı fark mevcuttur.
5. Rast_az_2 uyararı için elde edilen doğru cevap skoru - amplitüd değerleri arasında $p < 0,05$ için anlamlı negatif korelasyon mevcuttur.
6. Rast_az_2 uyararı için elde edilen doğru cevap skoru - reaksiyon zamanı değerleri arasında $p < 0,05$ için anlamlı negatif korelasyon mevcuttur.
7. Rast_az_2 uyararı için elde edilen reaksiyon zamanı, amplitüd ve latans değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Bununla birlikte doğru cevap skoru-latans arasında da anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.
8. Rast_az uyararı için elde edilen reaksiyon zamanı, cevap skoru ve amplitüd-latans değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.
9. 7. ve 8. maddelerdeki durumun değerlendirilmesi için daha geniş bir örneklem grubunda çalışmaların yapılması planlanabilir.
10. Rast_az_2 uyararı için elde edilen cevap skorları geniş bir aralığa sahiptir. Katılımcıların işitmeleriyle ilgili herhangi bir şikayetleri olmamasına rağmen, karmaşık sahnelerde işitsel objeleri ayırt etme yeteneklerindeki farklılığın bu duruma sebep olmuş olup olamayacağı bir merak konusudur. İlerideki

çalışmalarda katılımcıların işitsel becerilerinin değerlendirilmesi ve kortikal cevaplarda elde edilen sonuçların ilişkilendirilmesi faydalı olabilir.

11. Çalışmamızda yalnızca bir hoparlör kullanılarak uyaran sunumu gerçekleştirilmiştir. İleride yapılacak olan çalışmalarda kullanılan hoparlör sayısının arttırılması daha gerçekçi bir işitsel ortam oluşturulması açısından daha faydalı olacaktır.
12. İleriki çalışmalarda farklı kompleksiteye sahip olan işitsel sahnelerde farklı işitsel dzenliliklerin oluşturduğu kortikal cevaplar incelenebilir.
13. Bunun yanı sıra gürültüde konuşmayı ayırt etme problemi olan bireylerde karmaşık işitsel sahnelerde oluşan bu kortikal cevaplar incelenebilir, davranışsal becerilerle ilişkilendirilebilir. Bu karmaşık işitsel sahne uyaranları gürültüde konuşmayı ayırt etme problemi olan bireyler için oluşturulabilecek işitsel eğitim programlarında kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Gutschalk A, Dykstra AR. Functional imaging of auditory scene analysis. *Hear Res.* 2014;307:98-110.
2. Bregman AS. *Auditory Scene Analysis The Perceptual Organization of Sound.* The MIT Press; 1990.
3. Shinn-Cunningham BG. Object-based auditory and visual attention. *Trends Cogn Sci.* 2008;12(5).
4. Griffiths TD, Warren JD. What is an auditory object? *Nat Rev Neurosci.* 2004;5(11):887-92.
5. Lewicki M, Olshausen B, Surlykke A, Moss C. Scene analysis in the natural environment. *Front Psychol.* 2014;5.
6. Picton TW, Woods DL, Proulx GB. Human auditory sustained potentials. I. The nature of the response. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1978;45(2):186-97.
7. Paavilainen P. The mismatch-negativity (MMN) component of the auditory event-related potential to violations of abstract regularities: A review. *Int J Psychophysiol.* 2013;88(2):109-23.
8. Paavilainen P, Kaukinen C, Koskinen O, Kylmälä J, Rehn L. Mismatch negativity (MMN) elicited by abstract regularity violations in two concurrent auditory streams. *Heliyon.* 2018;4(4):e00608.
9. Chait M, Poeppel D, de Cheveigne A, Simon JZ. Processing asymmetry of transitions between order and disorder in human auditory cortex. *J Neurosci.* 2007;27(19):5207-14.
10. Sohoğlu E, Chait M. Neural dynamics of change detection in crowded acoustic scenes. *NeuroImage.* 2016;126:164-72.
11. Chait M, Ruff CC, Griffiths TD, McAlpine D. Cortical responses to changes in acoustic regularity are differentially modulated by attentional load. *NeuroImage.* 2012;59(2):1932-41.
12. Baldwin CL. *Auditory Cognition and Human Performance Research and Application.* New York: CRC Press; 2012.
13. Kondo HM, van Loon AM, Kawahara JI, Moore BC. Auditory and visual scene analysis: an overview. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2017;372(1714):20160099.
14. Mazza V, Turatto M, Rossi M, Umiltà C. How automatic are audiovisual links in exogenous spatial attention? *Neuropsychologia.* 2007;45(3):514-22.

15. Spence C, Driver J. Audiovisual links in exogenous covert spatial orienting. *Percept Psychophys*. 1997;59(1):1-22.
16. Bregman AS. Auditory scene analysis: Hearing in complex environment. İçinde: McAdams S, Bigand E, editörler. *Thinking in sound: The cognitive psychology of human audition*. dijital versiyon baskı. Oxford: Oxford University Press; 1993. s. 10-36.
17. Bregman AS. Auditory: Auditory Scene Analysis. İçinde: Squire LL, editör. *New Encyclopedia of Neuroscience*. birinci-a baskı. Londra: Elsevier; 2009. s. 1-21.
18. Darwin CJ. Auditory grouping. *Trends Cogn Sci*. 1997;1(9):327-33.
19. Bregman A, Woszczyk W. Controlling the Perceptual Organization of Sound: Guidelines Derived from Principles of Auditory Scene Analysis (ASA). İçinde: Greenebaum K, Barzel R, editörler. *Audio Anecdotes: Tools, Tips, and Techniques for Digital Audio*. Natick, MA: A K Peters; 2004. s. 33-50.
20. Bregman AS, Rudnicki AI. Auditory segregation: Stream or streams? *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 1975;1(3):263-7.
21. Bregman AS. Auditory scene analysis. İçinde: Smelzer NJ, Bates PB, editörler. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam: Pergamon (Elsevier); 2004. s. 940-2.
22. Winkler I. Interpreting the Mismatch Negativity. *J Psychophysiol*. 2007;21(3-4):147-63.
23. Winkler I, Denham SL, Nelken I. Modeling the auditory scene: predictive regularity representations and perceptual objects. *Trends Cogn Sci*. 2009;13(12):532-40.
24. Barascud N, Pearce MT, Griffiths TD, Friston KJ, Chait M. Brain responses in humans reveal ideal observer-like sensitivity to complex acoustic patterns. *Proc Natl Acad Sci*. 2016;113(5):E616-25.
25. van Noorden LPAS. Temporal coherence in the perception of tone sequences [Doktora Tezi]; 1975.
26. Andreou LV, Kashino M, Chait M. The role of temporal regularity in auditory segregation. *Hear Res*. 2011;280(1-2):228-35.
27. Bendixen A, Denham SL, Gyimesi K, Winkler I. Regular patterns stabilize auditory streams. *J Acoust Soc Am*. 2010;128(6):3658-66.
28. Southwell R, Baumann A, Gal C, Barascud N, Friston K, Chait M. Is predictability salient? A study of attentional capture by auditory patterns. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2017;372(1714):20160105.

29. Wolff C, Schroger E. Activation of the auditory pre-attentive change detection system by tone repetitions with fast stimulation rate. *Brain Res Cogn Brain Res.* 2001;10(3):323-7.
30. Horváth J, Winkler I. How the human auditory system treats repetition amongst change. *Neurosci Lett.* 2004;368(2):157-61.
31. Sams M, Hari R, Rif J, Knuutila J. The Human Auditory Sensory Memory Trace Persists about 10 sec: Neuromagnetic Evidence. *J Cogn Neurosci.* 1993;5(3):363-70.
32. Winkler I, Karmos G, Naatanen R. Adaptive modeling of the unattended acoustic environment reflected in the mismatch negativity event-related potential. *Brain Res.* 1996;742(1-2):239-52.
33. Chait M, Poeppel D, Simon JZ. Auditory temporal edge detection in human auditory cortex. *Brain Res.* 2008;1213:78-90.
34. Garrido MI, Kilner JM, Stephan KE, Friston KJ. The mismatch negativity: a review of underlying mechanisms. *Clin Neurophysiol.* 2009;120(3):453-63.
35. Winkler I, Schröger E. Neural representation for the temporal structure of sound patterns. *Neuroreport.* 1995;6(4):690-4.
36. Kraus N, McGee T, Sharma A, Carrell T, Nicol T. Mismatch negativity event-related potential elicited by speech stimuli. *Ear Hear.* 1992;13(3):158-64.
37. Sharma A, Kraus N, McGee T, Carrell T, Nicol T. Acoustic versus phonetic representation of speech as reflected by the mismatch negativity event-related potential. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1993;88(1):64-71.
38. Winkler I, Teder-Salejarvi WA, Horváth J, Naatanen R, Sussman E. Human auditory cortex tracks task-irrelevant sound sources. *Neuroreport.* 2003;14(16):2053-6.
39. Bendixen A, Roeber U, Schroger E. Regularity extraction and application in dynamic auditory stimulus sequences. *J Cogn Neurosci.* 2007;19(10):1664-77.
40. Chait M, Poeppel D, de Cheveigne A, Simon JZ. Human auditory cortical processing of changes in interaural correlation. *J Neurosci.* 2005;25(37):8518-27.
41. Jaunmahomed Z, Chait M. The timing of change detection and change perception in complex acoustic scenes. *Front Psychol.* 2012;3:396.
42. Naatanen R, Paavilainen P, Tiitinen H, Jiang D, Alho K. Attention and mismatch negativity. *Psychophysiology.* 1993;30(5):436-50.
43. Naatanen R, Paavilainen P, Rinne T, Alho K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clin Neurophysiol.* 2007;118(12):2544-90.

44. Vitevitch MS. Change deafness: the inability to detect changes between two voices. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 2003;29(2):333-42.
45. Eramudugolla R, Irvine DR, McAnally KI, Martin RL, Mattingley JB. Directed attention eliminates 'change deafness' in complex auditory scenes. *Curr Biol.* 2005;15(12):1108-13.
46. Barascud N, Griffiths TD, McAlpine D, Chait M. "Change deafness" arising from inter-feature masking within a single auditory object. *J Cogn Neurosci.* 2014;26(3):514-28.
47. Thurlow W. An Auditory Figure-Ground Effect. *Am J Psychol.* 1957;70(4):653-4.
48. Schneider F, Dheerendra P, Balezeau F, Ortiz-Rios M, Kikuchi Y, Petkov CI, ve ark. Auditory figure-ground analysis in rostral belt and parabelt of the macaque monkey. *Sci Rep.* 2018;8(1):17948.
49. Teki S, Chait M, Kumar S, von Kriegstein K, Griffiths TD. Brain bases for auditory stimulus-driven figure-ground segregation. *J Neurosci.* 2011;31(1):164-71.
50. Teki S, Chait M, Kumar S, Shamma S, Griffiths TD. Segregation of complex acoustic scenes based on temporal coherence. *Elife.* 2013;2:e00699.
51. Cervantes Constantino F, Pinggera L, Paranamana S, Kashino M, Chait M. Detection of appearing and disappearing objects in complex acoustic scenes. *PLoS One.* 2012;7(9):e46167.
52. Aman L, Picken S, Andreou LV, Chait M. Sensitivity to temporal structure facilitates perceptual analysis of complex auditory scenes. *Hear Res.* 2021;400:108111.
53. Winkler I, Schroger E. Auditory perceptual objects as generative models: Setting the stage for communication by sound. *Brain Lang.* 2015;148:1-22.
54. Bregman AS. Auditory Scene Analysis. İçinde: *The Senses: A Comprehensive Reference.* cilt 3. San Diego: Academic Press; 2008. s. 861-70.
55. Sussman ES. Auditory Scene Analysis: An Attention Perspective. *J Speech Lang Hear Res.* 2017;60(10):2989-3000.
56. Winkler I, Denham SL, Nelken I. Modeling the auditory scene: predictive regularity representations and perceptual objects. *Trends Cogn Sci.* 2009;13(12):532-40.
57. Bendixen A, SanMiguel I, Schroger E. Early electrophysiological indicators for predictive processing in audition: a review. *Int J Psychophysiol.* 2012;83(2):120-31.
58. Chait M. How the brain discovers structure in sound sequences. *Acoust Sci Technol.* 2020;41(1):48-53.

59. Kollmeier B, Klump G, Hohmann V, Langemann U, Mauermann M, Uppenkamp S, ve ark. *Hearing – From Sensory Processing to Perception*. Springer Berlin Heidelberg; 2007.
60. Weise A, Schröger E, Fehér B, Folyi T, Horváth J. Auditory event-related potentials reflect dedicated change detection activity for higher-order acoustic transitions. *Biol Psychol*. 2012;91(1):142-9.
61. Sohoğlu E, Chait M. Detecting and representing predictable structure during auditory scene analysis. *eLife*. 2016;5.
62. Plomp R. *The Intelligent Ear: On the Nature of Sound Perception*. Birinci baskı. Psychology Press; 2001.
63. Yaralı M, Yağcıoğlu S, Güven AG, Aksoy S. Comparison of Regularity Detection between Individuals with and without Speech-in-Noise Problems using Electrophysiological Methods. *J Int Adv Otol*. 2016;12(3):271-6.
64. Stickney GS, Assmann PF, Chang J, Zeng FG. Effects of cochlear implant processing and fundamental frequency on the intelligibility of competing sentences. *J Acoust Soc Am*. 2007;122(2):1069-78.
65. Assmann P, Summerfield Q. *The Perception of Speech Under Adverse Conditions*. İçinde: Greenberg S, Ainsworth WA, Popper AN, Fay RR, editörler. *Speech Processing in the Auditory System*. New York: Springer-Verlag; 2004. s. 231-308.
66. Summers RJ, Bailey PJ, Roberts B. Effects of differences in fundamental frequency on across-formant grouping in speech perception. *J Acoust Soc Am*. 2010;128(6):3667-77.
67. Nootboom S. *The prosody of speech: Melody and rhythm*. *The Handbook of Phonetic Sciences*. 1997 01;5.
68. Nash R. *Turkish Intonation: An Instrumental Study*. Birinci baskı. The Hague: Mouton; 1973.
69. Nolan F. *The Handbook Of English Linguistic*. Birinci baskı. Oxford: Blackwell Publishing; 2006.

8. EKLER

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurulu İzinleri



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-1805

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 15 ARALIK 2020 SALI
Toplantı No : 2020/20
Proje No : GO 20/966(Değerlendirme Tarihi: 20.10.2020)
Karar No : 2020/20-68

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI'nın sorumlu araştırmacı olduğu, Ody. Buse AÇIKGÖZ'ün yüksek lisans tezi olan, GO 20/966 kayıt numaralı, "*Farklı İşitsel Bağlantılarda Düzenliliği Fark Etme ile Oluşan İşitsel Kortikal N1 Cevaplarının Karşılaştırılması*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 16 Aralık 2020–16 Temmuz 2022 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Başkan)	7. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR	
2. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Üye)	8. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK	
3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ	
4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	10. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN	(Üye)	11. Av. Serap MORALIOĞLU	(Üye)
6. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)		

EK-2: Turnitin Dijital Makbuzu**Dijital Makbuz**

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Buse Adam
Ödev başlığı: Buse Adam Yüksek Lisans Tezi Son Düzeltmeler
Gönderi Başlığı: Yüksek Lisans Tezi Tez Savunma Sınavı Sonrası
Dosya adı: me_le_Olu_an_itsel_Kortikal_N1_Cevaplar_n_n_Kar_la_tr_lma...
Dosya boyutu: 4.41M
Sayfa sayısı: 49
Kelime sayısı: 11,937
Karakter sayısı: 80,750
Gönderim Tarihi: 26-Oca-2023 02:32ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1999767619

TC
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI İSTİSAL BAĞLAMLARDA HÜZEMİ İLİTİ FARK ETME
İLE OLUŞAN İSTİSAL KORTİKAL N1 CEVAPLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

Buse ADAM

Öğrenci Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut VARALCI

ANKARA
2022

EK-3: Turnitin Ekran Çıktısı

Yüksek Lisans Tezi Tez Savunma Sınavı Sonrası

ORJINALLIK RAPORU

% 4	% 4	% 0	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	% 2
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
3	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
4	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1

Abintıları çıkar Kapat

Bibliyografyayı çıkar Kapat

Eyleşmeleri çıkar Kapat

9. ÖZGEÇMİŞ

