



**Sosyal Bilimler  
Enstitüsü**

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İSLAM TARİHİ VE SANATLARI ANABİLİM DALI

TÜRK DİN MUSİKİSİ DOKTORA PROGRAMI

**FARKLI AKORTLARDAKİ NEY'LER İLE İCRA EDİLEN MAKAMSAL  
MÜZİK ÖĞELERİNİN BEYİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ ETKİLER:  
BİR FNIRS ÇALIŞMASI**

Doktora Tezi

EMİN ABDÜLKADİR ÇOLAKOĞLU

İSTANBUL, 2025

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İSLAM TARİHİ VE SANATLARI ANABİLİM DALI  
TÜRK DİN MUSİKİSİ DOKTORA PROGRAMI

**FARKLI AKORTLARDAKİ NEY'LER İLE İCRA EDİLEN MAKAMSAL  
MÜZİK ÖĞELERİNİN BEYİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ ETKİLER:  
BİR FNIRS ÇALIŞMASI**

Doktora Tezi

EMİN ABDÜLKADİR ÇOLAKOĞLU

Tez Savunma Jürisi

1. Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe Başak İLHAN HARMANCI
2. Üye : Prof. Dr. M. Safa YEPREM
3. Üye : Prof. Dr. Lütfü HANOĞLU
4. Üye : Prof. Dr. Gülay KARŞICI
5. Üye : Dr. Öğr. Üyesi M. Selim YAVUZ

İSTANBUL, 2025

## TEZ ONAY BELGESİ



Sosyal Bilimler  
Enstitüsü

T.C.  
MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

### TEZ ONAY BELGESİ

İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı, Türk Din Musikisi Doktora Programı öğrencisi Emin Abdülkadir ÇOLAKOĞLU tarafından yazılan "Farklı Akorتلاردaki Ney'ler ile İcra Edilen Makamsal Müzik Öğelerinin Beyinde Meydana Getirdiğı Etkiler: Bir İNIRS Çalışması" adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 18/06/2025 tarih ve 2025-25/26 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ~~oy birliği~~ ☒ /-oy çokluğu ☒ ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi 04.07.2025

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

|                  |                                     |  |
|------------------|-------------------------------------|--|
| 1. Tez Danışmanı | Prof. Dr. Ayşe Başak İlhan HARMANCI |  |
| 2. Jüri Üyesi    | Prof. Dr. M. Safa YEPREM            |  |
| 3. Jüri Üyesi    | Prof. Dr. Lutfu HANOĞLU             |  |
| 4. Jüri Üyesi    | Prof. Dr. Gülay KARŞICI             |  |
| 5. Jüri Üyesi    | Dr. Öğr. Üyesi M. Selim YAVUZ       |  |

Not: TEZ ONAY BELGESİ'nin bir nüshası öğrenciye teslim edilecek, bir nüshası tutanaklarla birlikte Enstitü'ye gönderilecektir.

3.07.2025 09:10

## ÖZET

Bu doktora tezi, makamsal Türk müziği öğelerinin farklı ney akortlarıyla dinlenmesinin insan beyni üzerindeki etkilerini fNIRS yöntemiyle araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmaya Türk müziği eğitimi gören 20 üniversite son sınıf öğrencisi katılmıştır. Nörogörüntüleme verileri, genel lineer model altında tekrarlı ölçümler için varyans analizi ile değerlendirilmiştir.

Davranışsal bulgular, taksim formundaki icraların diziye kıyasla daha çok beğenildiğini ortaya koymuştur. fNIRS analizleri ise, taksim-dizi uyaranlarının ve ney akortlarının beyindeki oksihemoglobin konsantrasyon düzeylerinde anlamlı farklılıklara yol açtığını göstermiştir. Taksim, özellikle sol premotor/preSMA, sol broka alanı ve sol primer motor korteks bölgelerinde diziye göre daha yüksek aktivasyon sergilemiştir. Akort faktörü ve taksim-dizi etkileşimi ise sağ broka alanı-temporopolar alan ile sağ primer somatosensoriyel korteks ve sağ somatosensoriyel asosiyasyon alanı'nda anlamlı farklılıklara neden olmuştur. Sağ somatosensoriyel bölgelerde, taksimde ney akordu pesleştikçe aktivasyon düşerken, dizide pesleştikçe aktivasyon artışı gibi zıt örüntüler gözlenmiştir.

Bu bulgular, makamsal Türk müziğinin farklı akortlardaki neylerle icra edilmesinin beyinde farklı faaliyetlere yol açtığını, beyindeki bilişsel, motor ve duyuşsal ağlarda belirli hemodinamik yanıtlar meydana getirdiğini doğrulamıştır. Çalışma, makamsal Türk müziği algısının nörobilişsel temellerine dair literatüre önemli katkılar sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Makamsal Türk Müziği, Akort Farkı, Müzikal Transpozisyon, Ney, Taksim, Doğaçlama, Dizi, Beyin, fNIRS, Nörogörüntüleme, Nöromüzikoloji.

## ABSTRACT

This PhD thesis aimed to investigate the hemodynamic responses and potential differences in the human brain to Turkish makam music elements performed with different ney tunings. The study involved 20 final-year university students specializing in Turkish music. Neuroimaging data were analyzed using repeated measures analysis of variance within the General Linear Model framework.

Behavioral findings revealed that taksim improvisations were generally preferred over dizi (scale) performances. fNIRS analyses showed that both taksim-dizi performance styles and ney tunings led to significant differences in oxyhemoglobin concentration levels in the brain. Taksim exhibited higher activation compared to dizi, particularly in the left premotor/preSMA, left Broca's area, and left primary motor cortex regions. The tuning factor and its interaction with the taksim-dizi performance style caused significant differences in the right Broca's area-temporopolar area, right primary somatosensory cortex, and right somatosensory association area. In the right somatosensory regions, contrasting patterns were observed: activation decreased as the ney tuning became lower-pitched for taksim, while it increased as the tuning became lower for dizi.

These findings confirmed that the performance of Turkish makam music with different ney tunings leads to distinct brain activities, generating specific hemodynamic responses in cognitive, motor, and sensory networks in the brain. The study provides significant contributions to the literature on the neurocognitive foundations of Turkish makam music perception.

**Keywords:** Turkish Makam Music, Tuning Difference, Musical Transposition, Ney, Taksim, Improvisation, Rast Scale, Brain, fNIRS, Neuroimaging, Neuromusicology.

## ÖNSÖZ

Üniversite yıllarımda musiki ile tedavinin özellikle hangi akortta gerçekleştirildiğinde daha tesirli olduğunu merak ettiğimi hatırlıyorum. Bu merakımın beni bundan yıllar sonra böyle bir çalışmaya yönlendirebileceğini o zamanlarda hayal etmemiştim. Her ne kadar çalışmamızda bir müzik terapi uygulaması gerçekleştirilmemiş olsa da, elde ettiğimiz bulgular, temel olarak farklı akortların beynin belli bölgelerinde farklı tesirlere yol açtığını ortaya koymuş oldu.

Çalışmamızda makamsal Türk müziğinde en sık kullanılan akortlardan olan bolâhenk, süpürde, kız ve mansur ney akortlarının beyinde meydana getirdiği etkileri Rast makamı üzerinden taksim formu ve kontrol uyararı olarak Rast dizisinin icrasıyla incelemiş olduk. Kendi alanımız olan müziğin haricinde bambaşka olan bir alana, sinirbilimi alanına da bir yere kadar girdiğimiz bu süreçte birçok zorlukla karşılaştık. Bununla birlikte bu iki disiplinin kesiştiği noktadaki çalışmamızı gerçekleştirirken, özellikle literatürü taradıkça karşılaştığımız nöromüzikoloji çalışmaları alandaki potansiyeli gözlerimizin önüne serdi. Özellikle de makamsal Türk müziğine dair yapılan çalışmaların az sayıda oluşu bizi hem teşvik etti hem de heyecanlandırdı, böylelikle bu zorlukları aşip ilerlemede bize motivasyon kaynağı olmuş oldu. Yine elde ettiğimiz anlamlı bulgular, bir anlamda verdiğimiz emeğin sonucunda derdiğimiz güller oldu. Yaptığımız bu çalışmanın, makamsal Türk müziğinin nöromüzikoloji disiplini altında da hak ettiği ilgiyi görüp varlık göstermesi açısından öncü bir çalışma olmasını temenni ederiz. Özellikle akort farkının etkileri gibi detaylı bir konuyu sistematik bir şekilde çalışmış olmamız ve elde ettiğimiz sonuçların alana katkı açısından kıymetli olduğunu değerlendiriyoruz. Makamsal Türk müziğinin beyindeki etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi adına bu gibi çalışmaların artması, özellikle lisansüstü öğrenim gören Türk müziği öğrencilerinin bu alana yönlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Bu yoğun süreçte bana destek ve değerli yönlendirmelerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli danışman hocam sayın Prof. Dr. Ayşe Başak İLHAN HARMANCI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Gerek tez konusunun seçimi gerekse şekillenmesi aşamasında en önemli katkı kendisine aittir. Yine müzikal uyarılarımın miks ve mastering işlemlerini gerçekleştiren sayın İlhan HARMANCI hocama teşekkür ederim. Bu süreçte kıymetli desteklerini her zaman hissettiren, değerli fikir ve görüşleriyle tezime önemli katkılar sağlayan, özellikle tezimdeki gerekli düzeltme ve düzenlemelerin belirtilmesinde gösterdiği titizlik ve akademik hassasiyet dolayısıyla sayın Prof. Dr. M. Safa YEPREM hocama teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin sinirbilim kısmında gerek teorik gerekse uygulama açısından en büyük katkırı sağlayan, bana İstanbul Medipol Üniversitesi'ndeki fNIRS laboratuvarının kapılarını açıp kullanımına sunan ve kıymetli vaktinden ayırıp tez izleme jürimde yer alan sayın Prof. Dr. Lütfü HANOĞLU hocama teşekkür etmeyi bir borç bilirim, kendisinin yardımları olmaksızın bu çalışma gerçekleştirilemezdi. Yine kendisinin öğrencisi olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Mevhibe SARICAOĞLU hocama, deney sürecinden elde edilen bulguların analizine kadar her aşamada sabır ve letafetle bana hakkı ödenmeyecek katkı ve destekleri dolayısıyla teşekkürü bir borç bilirim, kendisinin kıymetli yardımları olmasaydı bu çalışma gerçekten yarım kalırdı. Yine Lütfü ve Mevhibe hocalarımın zâtında İstanbul Medipol Üniversitesi'ne bana imkanlarını kullandırdıkları için çok teşekkür ederim. Deney için katılımcı aradığım zamanlarda yardıma yetişen kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Volkan GİDİŞ'e, kıymetli hocam ve ağabeyim sayın Doç. Dr. Bekir Şahin BALOĞLU'na, değerli arkadaşım sayın Öğr. Gör. Semih ÖZDEMİR'e ve bu süreçte yardımını gördüğüm tüm hoca ve arkadaşlarıma, ayrıca deneyime katılan kıymetli katılımcılarıma teşekkürü bir borç bilirim. 14 yaşında konservatuvara adım

attığımda beni ney'le tanıştıran, sekiz sene boyunca dizinin dibinde yetiştığım, üzerimdeki emeklerini saymakla bitiremeyeceğim değerli hocam, üstadım sayın Prof. Dr. Ali TÜFEKÇİ'ye ve onun zâtında İTÜ T.M.D.K'da istifade ettiğim tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca Türk Din Musikisi alanına yüksek lisans öğrencisi olarak girdiğim süreden beri tanıştığım, sayısız desteğini gördüğüm kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Ahmet Hakkı TURABİ'ye teşekkürü bir borç bilirim. Tez sürecimde çeşitli ve çok kıymetli katkılarını gördüğüm sayın Prof. Dr. Meryem Ayşe YÜCEL'e, sayın Prof. Dr. Gülay KARŞICI'ya, sayın Doç. Dr. Tahir ÇAĞMAN'a, sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe KAYA GÖKTEPE'ye, sayın Leyla Rüveyda ŞENYÜZ'e, ayrıca değerli vakitlerinden ayırıp tez savunmamı şereflendiren sayın jüri üyesi hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Vesîle-i hayatım olan ve beni yetiştiren kıymetli annem Fatma Nazan ÇOLAKOĞLU ve kıymetli babam Mehmet Galib ÇOLAKOĞLU'na teşekkür ederim.

Son olarak, bu sürecin acı tatlı her anında yanımda olan, kıymetli desteklerini hiçbir zaman esirgememiş olan, dünya ve ahirette yoldaşım, biricik eşim Nurülhüdâ ÇOLAKOĞLU ve sevgili kızım Zeyneb Yafa ÇOLAKOĞLU'na hayatlarındaki güzel an ve anılardan fedakârlık edip yanımda oldukları için sonsuz medyun-u şükrânım. Çalışmamı kendilerine ithaf ederim.

Emin Abdülkadir ÇOLAKOĞLU İstanbul, 2025

## İÇİNDEKİLER

|                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>TEZ ONAY BELGESİ</b> .....                                             | i    |
| <b>ÖZET</b> .....                                                         | ii   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                     | iii  |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....                                                        | iv   |
| <b>TERİMLER ve KISALTMALAR</b> .....                                      | viii |
| <b>TABLolar LİSTESİ</b> .....                                             | x    |
| <b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....                                             | xi   |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                                     | 1    |
| 1.1. Tezin Konusu ve Amacı .....                                          | 1    |
| 1.2. Kaynakların Değerlendirilmesi .....                                  | 4    |
| 1.2.1. Nörogörüntüleme Yöntemlerine Genel Bir Bakış .....                 | 4    |
| 1.2.2. Literatürdeki Nöromüzikoloji Çalışmalarının Tematik Analizi .....  | 7    |
| 1.2.3. Perde, Melodi ve Transpozisyon Konulu Çalışmalar .....             | 12   |
| 1.2.4. Türk Makam Müziği Üzerine Yapılan Nöromüzikoloji Çalışmaları ..... | 13   |
| <b>2. YÖNTEM</b> .....                                                    | 15   |
| 2.1. Amaç .....                                                           | 15   |
| 2.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer.....                                        | 15   |
| 2.3. Çalışmanın Süresi.....                                               | 15   |
| 2.4. Katılımcılar.....                                                    | 15   |
| 2.5. Çalışmanın Tasarımı.....                                             | 16   |
| 2.6. Dahil Etme Kriterleri.....                                           | 16   |
| 2.7. Dışlama Kriterleri.....                                              | 16   |
| 2.8. Deney Protokolü.....                                                 | 17   |
| 2.9. Veri Toplama Araçları.....                                           | 17   |
| 2.9.1. Demografik Bilgi Formu .....                                       | 17   |
| 2.9.2. Edinburgh El Tercihi Anketi .....                                  | 18   |
| 2.9.3. Pozitif ve Negatif Duygu Ölçeği (PANAS) .....                      | 18   |
| 2.9.4. Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA).....                  | 18   |
| 2.9.5. fNIRS Veri Toplama .....                                           | 18   |
| 2.10. Verilerin Değerlendirilmesi.....                                    | 21   |
| 2.10.1. fNIRS Verilerinin Analizi .....                                   | 21   |
| 2.10.2. İstatistiksel Analiz .....                                        | 21   |
| <b>3. BULGULAR</b> .....                                                  | 23   |
| 3.1. Demografik, Nöropsikolojik ve Davranışsal Bulgular .....             | 23   |



|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. Müzikal Uyarılara Yönelik Davranışsal Bulgular .....                                                                      | 23        |
| 3.3. fNIRS Bulguları .....                                                                                                     | 27        |
| 3.3.1. Bulgu 1: .....                                                                                                          | 28        |
| 3.3.2. Bulgu 2: .....                                                                                                          | 28        |
| 3.3.3. Bulgu 3: .....                                                                                                          | 29        |
| 3.3.4. Bulgu 4: .....                                                                                                          | 30        |
| 3.3.5. Bulgu 5: .....                                                                                                          | 30        |
| 3.3.6. Bulgu 6: .....                                                                                                          | 31        |
| <b>4. TARTIŞMA .....</b>                                                                                                       | <b>33</b> |
| 4.1. Davranışsal Bulguların Değerlendirilmesi .....                                                                            | 33        |
| 4.2. fNIRS Bulgularının Değerlendirilmesi.....                                                                                 | 34        |
| 4.2.1. 1. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sol Premotor/PreSMA – Broka Alanı (Pars Triangularis) (Kanal 12).....                    | 34        |
| 4.2.2. 2. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sol Premotor/PreSMA – Primer Motor Korteks (Kanal 13) .....                              | 35        |
| 4.2.3. 3. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Broka Alanı – Temporopolar Alan (Kanal 28) .....                                     | 36        |
| 4.2.4. 4. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Broka Alanı – Temporopolar Alan (Kanal 28) .....                                     | 39        |
| 4.2.5. 5. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Primer Somatosensoriyel Korteks (Kanal 39) .....                                     | 40        |
| 4.2.6. 6. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Somatosensoriyel Asosiyasyon Alanı – Primer Somatosensoriyel Korteks (Kanal 43)..... | 42        |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                                                                              | <b>44</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                                                          | <b>47</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                                                                              | <b>54</b> |
| Ek 1. Etik Kurul Onay Belgesi.....                                                                                             | 54        |
| Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu .....                                                                                | 55        |
| Ek 3. Demografik Bilgi Formu.....                                                                                              | 59        |
| Ek 4. Edinburgh El Tercihi Anketi.....                                                                                         | 60        |
| Ek 5. Pozitif Negatif Duygu Ölçeği (PANAS).....                                                                                | 61        |
| Ek 6. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MoCA).....                                                                       | 62        |
| Ek 7. Taksim ve Dizinin Notası ve Ses Kayıtları.....                                                                           | 64        |
| Ek 8. Müzikal Uyarın Beğeni Ölçeği.....                                                                                        | 65        |
| Ek 9. Literatür Taramasında İncelenen Eserler Listesi .....                                                                    | 66        |

## TERİMLER ve KISALTMALAR

Akort: Tezimizde makamsal müziğin üzerine kurulduğu karar perdesi anlamında kullanılmıştır.

Bilateral: Nörobilimde ve anatomi alanında, bir yapının, işlevin veya aktivasyonun vücudun veya beynin her iki tarafında, yani sağ ve sol yarısında da bulunması veya gerçekleşmesi anlamına gelir (Merriam-Webster, t.y.).

Broka Alanı: Beynin frontal lobunda yer alan, geleneksel olarak dil üretimi ve sözdizimsel işlemeyle ilişkilendirilen, ancak müzikal sintaks işleme ve karmaşık bilişsel görevlerde de rol oynayan bölgedir (Koelsch vd. 2000; Maess vd. 2001).

Dizi: Bir makamın ana seslerinden (perdelerinden) oluşan, pesten tize veya tam tersi sıralanan sekiz ses.

EEG: Elektroensefalografi.

fMRI: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme.

fNIRS (Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi): Beyin aktivitesine bağlı kan akışı ve oksijenlenme değişimlerini yakın kızılötesi ışıkla ölçen, portatif ve girişimsel olmayan bir nörogörüntüleme yöntemidir (León-Carrión, León-Domínguez 2012).

Hemodinamik Yanıt: Beyinde gerçekleşen kan akışındaki değişimleri ifade eden fizyolojik süreçtir (American Psychological Association, 2018).

Lateralizasyon: Beyin işlevlerinin bir yarımkürede (sağ veya sol) diğerine göre daha baskın olması veya özelleşmesi durumudur (American Psychological Association, 2018).

MEG: Manyetoensefalografi.

Nörogörüntüleme: Beynin yapısını, işlevlerini ve hastalıklarını girişimsel olmayan yöntemlerle görüntülemeyi sağlayan teknikler bütünüdür (American Psychological Association, 2018).

Nöromüzikoloji: Müziğin insan beyni ve sinir sistemi üzerindeki etkilerini, nöral mekanizmalarını ve bilişsel süreçlerini sistematik biçimde inceleyen bilim dalıdır (Hofman 1993; Neuhaus 2017)

Oksihemoglobin (HbO): Kana oksijen bağlandığında oluşan hemoglobin formudur ve fNIRS ile fMRI gibi yöntemlerde beyin aktivitesinin dolaylı bir göstergesi olarak ölçülür (León-Carrión, León-Domínguez 2012).

Optot: fNIRS cihazlarında, ışık sinyallerini beyne gönderen (kaynak) ve beyinden yansıyan/geçen ışığı algılayan (dedektör) optik sensör birimleridir (Yücel vd. 2021).

PET: Pozitron Emisyon Tomografisi.

Premotor Korteks: Hareketlerin planlanması, hazırlanması ve dışsal ipuçlarına dayalı hareketlerin seçimiyle ilişkilendirilen frontal lobdaki motor alandır (Schubotz & von Cramon, 2003).

Primer Motor Korteks (M1): İstemli hareketlerin doğrudan yürütülmesinden sorumlu birincil motor alandır (Bhattacharjee vd. 2021).

Primer Somatosensoriyel Korteks (S1): Vücuttan gelen temel duyuusal bilgileri (dokunma, sıcaklık, ağrı, basınç, titreşim, vücut pozisyonu) işleyen beyin bölgesidir (Borich vd. 2015).

Somatosensoriyel Asosiyasyon Alanı (S2): Primer somatosensoriyel korteksten gelen duyuşal bilgileri ve diğerk duyuşlardan gelen bilgileri birleştirerek daha karmaşık duyuşal algı ve entegrasyon için işleyen alandır (Guy-Evans 2025).

Taksim: Türk müziğinde bir makamın seyrinin icracının anlık yorumuna dayanan, serbest ölçülü ve doğaçlama bir formdur (zkan 2010).

Temporopolar Alan (Temporal Pole): Beynin temporal lobunun en ön ucunda yer alan, sosyal biliş, duyuğ işleme, hafıza ve karmaşık işitsel/anlamsal bilgilerin işlenmesiyle ilgili beyin bölgesidir (Herlin vd. 2021).



## TABLÖLER LİSTESİ

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> Katılımcılara ait demografik bilgiler.....                                                                                                       | 15 |
| <b>Tablo 2.</b> fNIRS çekiminin alındığı optot lokasyonları ve karşılık geldiği beyin bölgeleri.....                                                             | 18 |
| <b>Tablo 3.</b> Katılımcıların eğitim aldıkları çalgılar ve icralarında tercih ettikleri akortlar ile uyarıların 10'lu Likert ölçek üzerindeki puanlamaları..... | 23 |
| <b>Tablo 4.</b> Dinletilen müzikal uyarıların 10 üzerinden aldığı ortalama puanlar.....                                                                          | 25 |
| <b>Tablo 5.</b> Katılımcıların kendi müzikal icralarında tercih ettikleri akortlar.....                                                                          | 25 |
| <b>Tablo 6.</b> Katılımcıların deney esnasındaki duyu ve düşünceleri.....                                                                                        | 25 |
| <b>Tablo 7.</b> Anlamli HbO konsantrasyon değışiklikleri beliren bölgeler ve bunlara sebep olan faktörler...                                                     | 27 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. fNIRS kep yerleşimi.....                                                                                                                                                                        | 20 |
| Şekil 2. Deney sırasında siyah ekran karşısında müzikal uyaranları dinlemekte olan bir katılımcı.....                                                                                                    | 20 |
| Şekil 3. Homer3 yazılımında ham verilerin işlenmek üzere görüntülendiği ekran.....                                                                                                                       | 21 |
| Şekil 4. Homer3 yazılımında band pass filtre parametrelerinin ayarlandığı ekran.....                                                                                                                     | 21 |
| Şekil 5. Kanal 12 (S5-D2) Sol Premotor/PreSMA-Broka Alanı (Pars Triangularis) bölgesinde müzikal uyaran türüne göre ortalama HbO değeri.....                                                             | 28 |
| Şekil 6. Kanal 13 (S5-D4) Sol Premotor/PreSMA-Primer Motor Korteks bölgesinde müzikal uyaran türüne göre ortalama HbO değeri. ....                                                                       | 29 |
| Şekil 7. Kanal 28 (S11-D9) Sağ Broka Alanı (Pars Triangularis)-Temporopolar Alan bölgesinde müzikal uyaran türü fark etmeksizin ney akorduna göre ortalama HbO değeri.....                               | 29 |
| Şekil 8. Kanal 28 (S11-D9) Sağ Broka Alanı (Pars Triangularis)-Temporopolar Alan bölgesinde ney akordu ve müzikal uyaran türünün etkileşimi faktörüne göre ortalama HbO değerleri.....                   | 30 |
| Şekil 9. Kanal 39 (S14-D13) Sağ Primer Somatosensoriyel Korteks bölgesinde ney akordu ve müzikal uyaran türünün etkileşimi faktörüne göre ortalama HbO değerleri.....                                    | 31 |
| Şekil 10. Kanal 43 (S16-D13) Sağ Somatosensoriyel Asosiasyon Alanı-Primer Somatosensoriyel Korteks bölgesinde ney akordu ve müzikal uyaran türünün etkileşimi faktörüne göre ortalama HbO değerleri..... | 32 |

# 1. GİRİŞ

Müziğin, her devir ve dönemde insanın çeşitli ihtiyaç ve arzularını tatmin etmek amacıyla kullanageldiği bir ifade biçimi olduğunu düşünmekteyiz. Müziğin insan üzerinde çeşitli duygusal ve bilişsel etkileri vardır. Bu etkilerin mahiyetini anlamaya yönelik artan ilgi, araştırmacıları müzik-beyin ilişkisini doğrudan inceleyen çalışmalar yapmaya sevk etmiştir. Müzik ve beyin etkileşimi, son yıllarda sinirbilim alanında artan bir ilgiyle karşılanan disiplinlerarası bir araştırma konusudur (Peretz, Zatorre 2005). Bu doğrultuda ortaya çıkan ve müziğin beyin üzerindeki etkilerini nörogörüntüleme teknikleriyle inceleyen alan, nöromüzikoloji olarak adlandırılmaktadır (Hofman 1993; Neuhaus 2017).

Bu alanda yapılan çalışmalarda çeşitli nörogörüntüleme araçları kullanılmaktadır. Bunlar arasında fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), elektroensefalografi (EEG), pozitron emisyon tomografisi (PET), fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) gibileri öne çıkmaktadır. Bunların birbirlerine karşı radyoaktivite, mekânsal ve zamansal görüntüleme kapasitesi gibi çeşitli açılardan avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu araçlar arasında fNIRS, portatif oluşu, sessiz çalışması, doğal ortamlarda uygulanabilirliği ve harekete daha toleranslı olması gibi nedenlerle özellikle son yıllarda tercih edilen bir teknik olmuştur (Quaresima, Ferrari 2019: 5; Von Lühmann vd. 2020: 2; Yücel vd. 2021: 3). Buna karşın, fNIRS'ın beyin yalnızca korteks adındaki dış tabakasını görüntüleme kapasitesi nedeniyle derin beyin yapılarına erişememesi gibi sınırlılıkları da vardır (Curzel vd. 2024: 14).

Nöromüzikoloji literatüründe çeşitli kültür ve etnisitelerin müzikleri de müzikal uyaran olarak kullanılmakla birlikte, çoğunlukla klasik ve popüler batı müziği eserleri tercih edilmektedir. Buna karşın Türk müziğinin etkilerini inceleyen çalışmalar çok sınırlı sayıdadır (Çağman 2021). Kaynakların değerlendirilmesi alt başlığında bu husus daha detaylı şekilde ele alınmıştır. Bu çalışmada, Türk müziğinin ana makamlarından sayılan Rast makamında neyle icra edilen taksim ve Rast dizisinin beyinde meydana getirdiği etkiler 20 katılımcı üzerinden dört farklı ney akordu kullanılarak fNIRS nörogörüntüleme aracı ile incelenmiştir. Aynı taksim, -tizden pese doğru- bolâhenk, süpürde, kız ve mansur neylerle çalınarak kaydedilmiş ve katılımcılara dinletilmiştir. Yine Rast makamının dizisi çıkıcı ve inici bir biçimde aynı dört neyle çalınarak kaydedilmiş ve katılımcılara dinletilmiştir. Çalışmanın amacı, farklı akortlardaki neylerle çalınan makamsal Türk müziğinin beyinde nasıl işlendiğini tespit etmek, akort farkının beyinde faaliyet farklılıklarına yol açıp açmadığını ortaya koymaktır.

## 1.1. Tezin Konusu ve Amacı

Bu çalışmada, Türk müziği ıstılahıyla “ahenk” olarak adlandırılan akort farklılığının beyindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Herhangi bir melodi, herhangi bir perde üzerinden icra edilebilmektedir. Bu tüm dünya müziklerinde olduğu gibi, Türk müziğinde de geçerlidir. Gerek saz eserleri gerek sözlü formlar, repertuvarımızdaki birçok eser çeşitli sebeplerle farklı akortlarda icra edilebilmektedir. Klasik batı müziğinde her eserin icra edileceği ton, eser bestelendiği andan itibaren bellidir. Türk müziğinde ise melodik yapısını belirleyen makam aynı kalsa dahi, aynı eser farklı etkinlik, konser veya dinletilerde farklı akortlarda icra edilebilmektedir. Burada “akort”, “ton” ve “karar perdesi” terimleri ile kastedilen şey, eserin melodik yapısının üzerine kurulu olduğu kök ses, yani eserin sonlandığı karar perdesidir. Türk müziği geleneğinde kullanılan akort adlarının, sabit akortlu üflemeli bir çalgı olan ney

çeşitlerinden türetildiği düşünülmektedir. Ney, henüz yapımı sırasında akortlandığı için tanbur, ud, keman gibi telli çalgıların aksine sürekli bir akort ayarı gerektirmez. Bu nedenle, akort aletlerinin bulunmadığı dönemlerde diğer sazlar, neyden referans sesi alarak akort edilirdi. Ayrıca, müziğimizin ortaya çıkışı ve gelişimi sırasında günümüzde bildiğimiz anlamda nota kullanılmadığı bilinen geleneğinde “la karar”, “re karar” gibi tabirler de kullanılmamıştı. Perde isimlerinin de bu amaçla kullanıldığına herhangi bir eserde rastlayamadık. Dolayısıyla net bir atıf bulamamakla birlikte eskiden bir eserin hangi akorttan icra edileceği belirtilirken, “kız ney ahenginde”, “süpürde ahenginde” gibi ifadeler kullanıldığını varsaymak ihtiyattan uzak olmasa gerek.

Kullanılan bu akortlar arasında günümüzde en sık tercih edilenleri ise -tizden pese doğru- bolâhenk, süpürde, kız ve mansur ney akortlarıdır. Çeşitli sebeplerle bunlar haricindeki akortlar bazen kullanılsa da, söz konusu akortlar Türk müziği icrasında en yaygın biçimde tercih edilmektedir. Çalışmamızın özgünlüğü de burada belirginleşmektedir. Deneysel uygulamada en sık kullanılan bu dört ney akorduyla Rast makamında kurgulanan aynı taksim icra edilmiştir. Ayrıca kontrol değişkeni olarak Rast makamının dizisi, önce çıkıcı sonra inici biçimde yine bu dört farklı ney ile kendi karar perdelerinden çalınmıştır. Böylelikle hem akort farklarının hem de farklı müzikal uyaranların (taksim-dizi) beyin üzerindeki etkilerinin gözlemlenebilmesi hedeflenmiştir.

Müzikal uyaranlar Cubase 10 yazılımı ile kaydedilmiş, ardından bir profesyonel desteğiyle mix ve mastering işlemleri gerçekleştirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Deneyde, konservatuvar ve müzik bölümlerinde Türk müziği eğitimi almakta olan üniversite son sınıf öğrencisi 20 kişi katılımcı olarak yer almıştır. Bu sayede, müzikal uyaranları yalnızca duyan değil, aynı zamanda tanıyabilen, yorumlayabilen ve gerektiğinde icra edebilen bireyler üzerinden veri toplanması sağlanmıştır. Literatürde müzisyen olan ve olmayan grupların karşılaştırıldığı çalışmalar olduğu gibi (Schulze vd. 2011), yalnızca müzisyen olmayanların deneye alındığı (Koelsch vd. 2002) veya bizim yapmış olduğumuz gibi yalnızca müzisyenlerin deneye alındığı çalışmalar mevcuttur (Lotze vd. 2003; Coll vd. 2019; Tachibana vd. 2019). Deneyler 15 Şubat 2023 ile 10 Temmuz 2024 tarihleri arasında İstanbul Medipol Üniversitesi Bağcılar Mega Hastane kampüsündeki Klinik Nörofizyoloji ve Nöromodülasyon Laboratuvarı bünyesindeki fNIRS laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada Rast makamının tercih edilmesinin temel nedeni, bu makamın Türk müziği makamları arasındaki merkezi konumudur. Nitekim musiki alimi Seydî, el-Matla’ adlı eserinde bu makamı “Ümmü’l-makâmât” yani makamların anası olarak tanımlamıştır (Arısoy 1988). 40 makam 40 anlam adlı eserinde Savaş Barkçın Rast makamını anlatırken bu makamın “ana makam” olma vasfına dair karşımıza fiili uygulamadan bir delil getiriyor: “Birden fazla makâmı müzikle örnekleyen ‘kâr-ı nâtık’ yani ‘konuşan kâr’ dediğimiz eserler genellikle önce Rast makâmını tarif eder.” (Barkçın 2019: 158). Her ne kadar günümüzde yaygın biçimde kabul gören Arel-Ezgi nazariyatında gelenekte bulunmayan bir Çargâh makamı; her perdeye rahatça transpoze edilebilmesi sebebiyle ana makam olarak kabul edilmişse de, Cinuçen Tanrıkorur’un da belirttiği üzere, klasik nazariyat kitaplarında ana dizi olarak Rast makamı kabul edilmiştir (Tanrıkorur 2003: 145). Osmanlı dönemi hekimbaşlarından Hekimbaşı Gevrekzade Hafız Hasan Efendi, Musiki Risalesi adlı eserinde müziğin tedavi amaçlı kullanımını ele almaktadır. Adı geçen eserde müellif, Rast makamını makamların anası ve ilki şeklinde tavsif etmektedir. Daha da önemlisi “ümmü’l-makâmât” tabirinin 15. yy.’dan itibaren kullanılmaya başlandığı yine bu eserde bildirilmektedir. Yine aynı eserde Rast makamının felce iyi geldiği belirtilmektedir (Turabi 2005: 118). Her ne kadar musiki ile tedavi geleneğinde hangi makamın hangi hastalığa iyi

geldiğinden bahsedilmişse de bu bilgiler doğrulanmaya muhtaç teoriler olarak kabul edilebilir. Günümüzde mevcut tıp teknolojisi araçları sayesinde bu etkiler deneyler yoluyla incelenebilir, doğrulanabilir veya yanlışlanabilir. Bu yapmış olduğumuz çalışma, özellikle Türk müziği alanında öncü çalışmalardan biri olup, alanda yapılması gereken nice çalışmalara ilham olması umulmaktadır. Farklı makamların tesirlerini inceleyen nörogörüntüleme çalışmaları mevcuttur (Aker 2014; Kurşunet 2019; Çağman 2022). Bizim maksadımız akortların etkisini incelemek olduğu için müzikal uyaran olarak yalnızca bir makamı kullanmayı tercih ettik. Yine kullanacağımız makamın akort farkının etkisini daha rahat gözlemleyebilmek açısından duygusal etki itibariyle yüksek bir uyarıma sahip olmaması gerekmektedir. Makamların duygusal etkilerini inceleyen bir çalışmada Rast makamının huzur verici bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Arman 2015: 85). Yine algılama ve icra açısından da diğer makamlara kıyasla daha kolay olduğu bilinmektedir. Bu özellikleri sebebiyle Rast makamı, çalışmada kullandığımız müzikal uyaranların sunulduğu makam olarak belirlenmiştir.

Taksim formunun müzikal uyaran olarak belirlenmesindeki en önemli sebep, makamsal yapının etkisini sunarken, belirli bir saz eseri veya sözlü eser gibi aşinalık etkisine sebep olmayacak olmasıdır. Taksim, çalgı icracısının -ya da Türk müziği terminolojisiyle sazendenin- bir usule veya tempoya bağlı kalmaksızın o andaki ilhamıyla doğaçlama biçimde bir ya da daha fazla makamın özelliklerini göstererek dolaştığı, bireysel yorum ve ustalığını da gösterdiği, serbest yapıli bir formdur (Özkan 2010). Çalışmada müzikal uyaran olarak kullanılan taksim ve dizinin süreleri 15 saniyedir. Müziğin nörolojik etkilerini fNIRS ile inceleyen araştırmaları ele alan önemli bir derleme çalışmasında, derlenen 59 çalışmadan 27'sinde kullanılan müzikal uyaranların süreleri 30 saniye ve altındadır (Curzel vd. 2024). Uyaranların arasında gelen dinlenme periyotlarının sürelerinin uyaran süreleri ile uyumlu olması da önemlidir (Curzel vd. 2024: 15). Çalışmamızdaki dinlenme periyotları 16-20 sn arasında rastgele biçimde uygulanmıştır. İcra edilen taksim, makamın karakteristik özelliklerini göstermekle birlikte dört neyle de icra edileceğı için tekrarlanabilmesi açısından belli bir melodik ve ritmik örüntü içinde kurgulanmıştır. Yine taksimde kullanılan süsleme unsurları da dört neyde de birbirinin tekrarı şeklindedir. fNIRS paradigmasının geliştirilmesi sürecinde, Boston Üniversitesi'nden Prof. Dr. Meryem Ayşe YÜCEL ile yapılan birebir görüşme doğrultusunda, deneye kontrol uyaranı olarak Rast makamı dizisinin eklenmesi uygun bulunmuştur (Kişisel iletişim 2022)<sup>1</sup>. Kendisi fNIRS yönteminin tanınır uzmanlarındanir. Deney uyaranının yanında kontrol uyaranının kullanımı literatürde yaygın bir uygulamadır (Santosa vd. 2013; Bigliassi vd. 2015; Bravo vd. 2020). Dizi, makamın ana seslerinin peş peşe gelmesiyle oluşan sekiz sestem müteşekkil yapıdır. Taksim aksine kullandığımız dizide sesler hem melodik hem de ritmik açıdan sabit bir gidişat izlemektedir. Her ne kadar “dizi” bir müzikal form olmasa da, deneyimizdeki uygulamasıyla melodik ve ritmik açıdan sabit yapıli bir müzikal uyaran niteliğindedir. Bu uyaranın kullanımıyla, makamın perdeleri ve farklı akortların etkilerinin, taksimdeki doğaçlama ve serbest yapıdan farklı olarak, daha yalın ve sistematik bir yaklaşımla incelenmesi amaçlanmıştır. Taksim ile dizinin birlikte kullanılması, çalışmada serbest ölçülü doğaçlama yapının ve sabit ölçülü yapının nöral yanıtlarının karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır. Katılımcılara dinletilen taksim ve dizinin notaları, ayrıca bunların ses kayıtları karekod ve bağlantı halinde **Ek 7.**'de sunulmuştur.

Bu çalışma, Türk müziğinde sıkça kullanılan ney akortlarının beyindeki etkilerini fNIRS nörogörüntüleme aracıyla inceleyerek alana özgün bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Literatürde,

---

<sup>1</sup> <https://www.bu.edu/eng/profile/meryem-yucel-ph-d/>



müziğin beyindeki etkilerini inceleyen araştırmalar büyük ölçüde klasik ve popüler batı müziği odaklıdır. Türk müziğine dair yapılan sınırlı sayıdaki çalışmada ise çoğunlukla yalnızca belirli makamların etkileri incelenmiş, akortların etkileri gibi daha detaylı değişkenler henüz incelenmemiştir. Bu çalışmada ise aynı taksim ve dizinin farklı ney akortlarıyla icra edilmesi sayesinde, akort düzeyindeki farklılıkların beyin üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Çalışma neticesinde elde edilen bulgular, Türk müziğinin beyindeki etkilerinin daha önce ele alınmamış boyutlarıyla ortaya çıkarılması açısından önem arz etmektedir. Araştırmanın temel amacı, farklı akortlardaki neylerle çalınan makamsal Türk müziğinin beyindeki işleme biçimini anlamak ve akort farklarının nörolojik düzeyde farklılaşma yaratıp yaratmadığını ortaya koymaktır.

Bu doğrultuda çalışmanın hipotezleri aşağıdaki gibidir.

### **Temel Hipotez (H<sub>1</sub>):**

Makamsal müzik öğelerinin farklı ney akortlarıyla icra edilmesi belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyon oranlarında farklılıklara sebep olur.

Bu bağlamda aşağıdaki alt hipotezler test edilmiştir:

### **Alt Hipotezler:**

1. **H<sub>1a</sub>:** Taksim ve dizi dinlenilmesi esnasında belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmektedir.
2. **H<sub>1b</sub>:** Dinlenen Rast taksim ve dizide ney akortlarının (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) belirli beyin bölgelerinde meydana getirdiği oksihemoglobin konsantrasyon düzeyleri farklıdır.
3. **H<sub>1c</sub>:** Rast taksimin farklı ney akortlarından (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) dinlenilmesi belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyonunda değişikliklere sebep olmaktadır.
4. **H<sub>1d</sub>:** Rast dizinin farklı ney akortlarından (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) dinlenilmesi belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyonunda değişikliklere sebep olmaktadır.

## **1.2. Kaynakların Değerlendirilmesi**

Müzik ve beyin etkileşiminin her dönemde merak edildiğini düşünmekteyiz. Bu konunun tıbbi ve bilimsel açıdan araştırılması nörogörüntüleme yöntemlerinin gelişmesiyle mümkün hale gelmiştir. Bu bölümde, çalışmamızın literatür taramasında karşılaşmış olduğumuz kaynakları değerlendirecek, müzik çalışmalarında sıklıkla kullanılan nörogörüntüleme yöntemlerini tanıttak, önemli avantaj ve dezavantajlarını ortaya koyacak, nöromüzikoloji çalışmalarının ele aldıkları konu açısından tematik analizini gerçekleştirerek alandaki ana araştırma sorularını ve çalışmaların genel eğilimlerini sunmaya çalışacağız.

### **1.2.1. Nörogörüntüleme Yöntemlerine Genel Bir Bakış**

Nörogörüntüleme yöntemleri çeşitli hastalıkların teşhisi için tıbbi amaçlarla geliştirilmeye başlanmış güçlü araçlardır. Bu teknolojiler, beynin yapısal ve işlevsel özelliklerini girişimsel olmayan bir şekilde incelemeyi mümkün kılmıştır. Bu yöntemler başlangıçta klinik ihtiyaçtan doğsa da, bilimsel merak

araştırmacıları zamanla bu yöntemlerle çeşitli iş ve eylemlerin beyindeki etkilerini incelemeye yönlendirmiştir. Müzik de bu araştırma alanlarının en ilgi çekenlerindendir. Müziğin çeşitli etkilerinin nörogörüntüleme araçlarıyla incelenmesi sayesinde, bilişsel ve duygusal etkiler başta olmak üzere birçok işlevin beyinde nerede, hangi nöral ağlar üzerinde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bilişsel ve duygusal etkilere odaklanan araştırma sorularının dışında, müziğin terapötik etkisini inceleyen, ayrıca bu görüntüleme araçlarının çekim ve analizinde yenilikler ve iyileştirmeler yapmayı hedefleyen teknik temalı çalışmalar da literatürde mevcuttur. Bu bölümde müzik çalışmalarında yaygın olarak kullanılan nörogörüntüleme yöntemleri genel prensipleri, avantajları ve dezavantajlarıyla birlikte sunulacaktır.

#### **1.2.1.1. EEG**

Elektroensefalografi (EEG), beynin elektriksel faaliyetini inceleyen, girişimsel olmayan bir nörogörüntüleme yöntemidir (Xue vd. 2010: 2). Kafa derisine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla beynin elektriksel tepkilerini izler (Xue vd. 2010: 2). Yüksek zamansal çözünürlüğü en büyük avantajıdır. Neredeyse anlık olarak beyindeki yanıtları yakalayabilmektedir (Xue vd. 2010: 4). Bu avantajı sebebiyle beyinde gerçekleşen anlık tepkileri incelemek gerektiren görevlerde sıklıkla tercih edilmektedir. Bununla birlikte düşük uzamsal çözünürlüğü bu yöntemin en önemli sınırlılığıdır (Xue vd. 2010: 4). Uzamsal çözünürlük, ilgili faaliyetin konum olarak hangi bölgede gerçekleştiğini tespit etme yeteneğini ifade etmektedir.

#### **1.2.1.2. fMRI**

Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), beynin işlevsel faaliyetini incelemek için kullanılan güçlü bir nörogörüntüleme aracıdır. Müzik çalışmalarında en sık kullanılan araçlardan biridir. 1990'lı yılların başından beri girişimsel olmayışı, düşük radyasyon maruziyetine sebep olması, nispeten az masraflı oluşu ve nispeten cihaza erişim kolaylığı bulunması gibi sebeplerle bilişsel çalışmalarda kullanılmaktadır (Xue vd. 2010: 2; Glover 2011: 137). Bu yöntem, nöronal faaliyetle ilişkili kan oksijen seviyesindeki değişiklikleri, yani BOLD (Kan Oksijen Seviyesine Bağlı) sinyalini tespit etmek suretiyle çalışır; çünkü aktif beyin bölgelerinde kan akışı ve kandaki oksijen seviyesi artar (Karakaş 2002; Xue vd. 2010; Glover 2011; Siero vd. 2013). fMRI'nin önemli avantajları yüksek uzamsal çözünürlüğü, ulaşılabilir oluşu, girişimsel olmayışı, klinik çalışmaların yanında araştırmalar için de kullanılabilmesidir (Glover 2011: 136). Beyindeki faaliyetin konumunu milimetrik düzeyde doğru biçimde tespit edebilmektedir (Xue vd. 2010: 4). Bu sayede, belirli bilişsel, duygusal vb. görevler esnasında beynin hangi bölgelerinin faal olduğunu yüksek doğrulukla haritalayabilmektedir. Bununla birlikte bu yöntemin sınırlılığı düşük zamansal çözünürlüğüdür (Xue vd. 2010; Glover 2011). Bu durum, milisaniyeler düzeyinde gerçekleşen faaliyetleri tespit etmede bir dezavantaj yaratmaktadır. Buna ek olarak, cihazın adeta bir tabuta girer gibi hissettiren yapısı, yüksek gürültüsü gibi olumsuz özellikleri işitsel çalışmalar ve dinlenme çalışmaları (Glover 2011: 136) gibi görevler için deneysel zorluklara sebep olabilmektedir (Xue vd. 2010). Bu sınırlılıklarına rağmen beynin derin bölgelerine nüfuz edip karmaşık beyin ağlarının uzamsal organizasyonunu ve işlevsel bağlantılarını ortaya çıkarmaktaki yüksek başarısı sayesinde sinirbilim çalışmalarında vazgeçilmez bir araç olarak görevini sürdürmektedir.

### 1.2.1.3. MEG/PET

Diğer yöntemlere nazaran daha az kullanılsa da bu iki yöntem de nöromüzikoloji çalışmalarında nispeten sıklıkla kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Manyetoensefalografi (MEG), insan beynindeki elektriksel faaliyeti, kafa dışından nöromanyetik alanı kaydederek inceleyen bir araçtır (Ahlfors, Mody 2016). Çalışma prensibi EEG'ye benzerdir. EEG gibi, zamansal çözünürlük açısından kuvvetlidir, milisaniyelik düzeyde beyin tepkilerini kaydedebilmektedir; EEG'nin aksine, uzamsal çözünürlüğü de yüksektir, uygun durumlarda birkaç milimetre hassasiyetinde faaliyetin yerini tespit edebilmektedir (Ahlfors, Mody 2016). Bununla birlikte önemli dezavantajları da vardır. Kullandığı süper iletken sensörler sebebiyle manyetik alanı izole edecek özel korumalı odalar ve gelişmiş sinyal işleme teknikleri kullanır (Ahlfors, Mody 2016). Bu durumlar MEG sisteminin kurulum ve kullanımını oldukça maliyetli hale getirir, bu da yaygın kullanımını sınırlar.

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), beynin moleküler ve metabolik işleyişini girişimsel (invaziv) bir şekilde görüntüleyen bir yöntemdir (Nasrallah, Dubroff 2013). Bu yöntem, hastaya damar yolundan verilen radyoaktif izotoplar (radiotracer) aracılığıyla çalışır. Enjekte edilen bu madde, beynin glikoz metabolizması, kan akışı veya nörotransmitter reseptörleri gibi belirli biyolojik süreçlere bağlı faaliyete geçen bölgeleri tespit etmeye yardımcı olur (Nasrallah, Dubroff 2013). PET'in en önemli avantajı, nörogörüntüleme araçları arasında doğrudan moleküler süreçleri inceleyebilmesidir; böylelikle dopamin sisteminin faaliyeti gibi belli biyokimyasal mekanizmalar hakkında bilgi sağlar. Bununla birlikte bu tekniğin büyük bir dezavantajı invaziv yani girişimsel olmasıdır. Bu durum, katılımcının radyasyona maruz kalması sebebiyle tekrarlanan ölçümleri sınırlamaktadır (Nasrallah, Dubroff 2013). Yine bu yöntemin de yüksek maliyetli olması bir diğer dezavantajdır. Veri toplama anlamındaki önemli bir sınırlılığı ise zamansal çözünürlüğünün düşük olmasıdır. Bu sınırlılıklarına rağmen diğer nörogörüntüleme yöntemlerinin sağlayamadığı benzersiz bulguları temin etmesi nedeniyle tercih edilmektedir (Nasrallah, Dubroff 2013).

### 1.2.1.4. fNIRS

Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fNIRS), beynin fonksiyonel aktivitesini, oksijenlenme durumundaki değişimleri ölçerek belirleyen, son yıllarda popülerleşen, girişimsel olmayan bir nörogörüntüleme yöntemidir (von Lühmann vd. 2020; Yücel vd. 2021). Bu teknik, yakın kızılötesi ışığı kafa derisi üzerinden beyin dokusuna gönderir ve dokudan yansıyan veya geçen ışığı algılar. Işık, bu yolculuğu esnasında muz şekline benzer bir yol izler, oksijenli ve oksijensiz hemoglobinin ışığı farklı emme özelliklerinden yararlanarak, beyin aktivitesine bağlı kan akışı ve oksijenlenme değişimlerini tespit eder (León-Carrión, León-Domínguez 2012: 49).

fNIRS, özellikle taşınabilir, sessiz ve manyetik ortamdan etkilenmeyen yapısı nedeniyle, fMRI gibi diğer yöntemlerin mümkün olmadığı doğal ortamlarda veya hareketli katılımcılarla yapılan çalışmalarda önemli avantajlar sunar (von Lühmann et al. 2020; Quaresima, Ferrari 2019). Nispeten düşük maliyeti ve harekete karşı düşük duyarlılığı, yöntemin pratik kullanım alanlarını genişletmiştir. Bu pratik avantajlar, fNIRS'ı bebekler, çocuklar ve geleneksel tarayıcı ortamına uyum sağlamakta zorlanan gruplarda bilişsel ve davranışsal araştırmalar için değerli ve esnek bir araç haline getirmiştir (Yücel vd. 2021; León-Carrión, León-Domínguez 2012: 48).

Ancak fNIRS'in da kendine özgü sınırlılıkları bulunmaktadır. Yakın kızılötesi ışığın beyin dokusundaki nüfuz derinliği kısıtlı olduğundan, derin beyin yapılarını görüntülemeye yetersizdir ve genellikle sadece korteks yüzeyindeki aktiviteyi izleyebilir (Yücel et al. 2021; León-Carrión, León-Domínguez 2012: 50). Ayrıca, saç rengi ve yoğunluğu gibi dış faktörler sinyal kalitesini etkileyebilir (León-Carrión, León-Domínguez 2012: 50). Zamansal çözünürlüğü EEG'ye göre daha düşük, ancak fMRI'a göre daha iyi veya benzer düzeyde olabilirken, uzamsal çözünürlüğü fMRI'a kıyasla daha düşüktür (von Lühmann vd. 2020). Bu sınırlılıklara rağmen, fNIRS, nörogörüntüleme alanında giderek olgunlaşan ve pratik uygulamalar için büyük potansiyel sunan girişimsel olmayan bir optik görüntüleme tekniği olarak öne çıkmaktadır (Quaresima, Ferrari 2019).

### **1.2.2. Literatürdeki Nöromüzikoloji Çalışmalarının Tematik Analizi**

Tez konusunun belirlenmesi ve devamındaki süreçte büyük kısmını gerçekleştirmiş olduğumuz, tezin yazımı esnasında ihtiyaç duydukça devam ettiğimiz tarama sürecinde büyük kısmı çeşitli nörogörüntüleme yöntemlerine ait olmak üzere yaklaşık 750-800 çalışma ile karşılaştık. Bu çalışmalardan nörogörüntüleme yöntemlerine ait olanlar, yöntemlerine göre ayrılıp excel tablolarında tasnif edilmiş, çalışmanın amacı ve temel bulguları fişlenerek not edilmiştir. Bu çalışmaların listesi, alana ilgi duyanlara rehberlik etmesi amacıyla **Ek 9.**'da karekod ve bağlantı halinde sunulmuştur. Özellikle fNIRS ile gerçekleştirilen nöromüzikoloji çalışmaları, Ocak 2025'te gerçekleştirdiğimiz taramayla tekrar ele alınmış, bu çalışmaların detaylıca incelendiği bir anlatı derlemesi tarafımızdan kaleme alınmış ve "Müziğin Beyin Üzerindeki Etkileri: fNIRS Çalışmalarının Literatür Derlemesi" başlığıyla tez makalesi olarak yayına kabul edilmiştir.

Literatür taramamızda karşılaşmış olduğumuz nöromüzikoloji çalışmaları çok çeşitli amaçlarla gerçekleştirilmiş olsa da, bütünsel olarak incelediğimizde temel olarak dört ana tema altında toplandıklarını fark ettik. Bu temalar kısaca; bilişsel, duygusal, müzik terapi ve yöntem çalışmalarıdır. Bilişsel çalışmalar, müziğin çeşitli özelliklerinin beyinde hangi bölgelerde, hangi nöral ağları kullanarak işlendiğini araştıran çalışmalardır. Duygusal çalışmalar, belli duyguları tetiklemek amacıyla müziğin kullanılması, çeşitli müziklerin duygusal etkilerinin incelenmesi, duygu durumunun bilgisayar tarafından tahmin edilip bu duyguya uygun bir müziğin sistem tarafından seçilip dinletilmesi gibi çalışmalardır. Müzik terapi çalışmaları, müziğin psikolojik veya fiziksel rahatsızlıkların tedavisinde çoğunlukla destekleyici olarak kullanıldığı çalışmalardır. Yöntem çalışmaları ise nörogörüntüleme araçları kullanılarak yapılan çalışmaların veri toplama ve analizi gibi işlemlerin geliştirilmesini hedefleyen çalışmalardır. Aşağıdaki alt başlıklarda nöromüzikoloji literatürü, bu dört ana tema altında, ilgili çalışmaların temel bulguları ve yöntemleri örneklendirilerek ele alınacaktır.

#### **1.2.2.1. Bilişsel Nöromüzikoloji Çalışmaları**

Müziğin bilişsel boyutunu inceleyen nöromüzikoloji çalışmaları, müziğin perde, tını, ritim, melodi, armoni gibi unsurlarının beynin hangi bölgelerinde ve hangi nöral ağların kullanımıyla işlendiğini inceleyen çalışmalardır. Yine müziğin dinlenilmesi, çalımı veya hayalinin kurulması esnasında nasıl algılandığı, öğrenme, hafıza vb. bilişsel işlevlere nasıl etki ettiği, enstrüman çalma, nota okuma veya doğaçlama icrada bulunmanın hangi nöral ağlarla gerçekleştiği, müziğin bir bütün olarak veya unsurlarına ayrılarak beynin nerelerinde faaliyete yol açtığını araştıran çalışmalar da bu temaya dahildir.

Kişilerin sürekli maruz kaldıkları müziğe daha fazla aşina olmaları doğal bir durumdur. Bu etki kültürlenme terimi ile ifade edilebilir (Morrison vd. 2008: 119). Müzik hafızasının yerel kültürün ve yabancı kültürün müziğini hatırlamadaki başarısını inceleyen bir çalışmada Türklerin ve Amerikalıların Türk makam müziği, klasik batı müziği ve pentatonik Çin müziğini dinledikten sonra bunları hatırlamadaki başarıları davranışsal ölçek ve fMRI yöntemi ile incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre iki grup da kendi kültürlerinin müziğini hatırlamada daha başarılı olmuşlardır (Demorest vd. 2010). Çalışmada, kültürel olarak yabancı olunan müziklerde beynin sol serebellar bölgesi, sağ angüler girus, posterior prekuneus, sağ orta frontal alanın inferior frontal kortekse doğru uzanan kısmı daha fazla aktivasyon göstermiştir (Demorest vd. 2010). Kültürel olarak yabancı olunan müzikleri hatırlamaya çalışırken singulat girus ve sağ linguat girusta yine daha fazla faaliyet gözlenmiştir (Demorest vd. 2010).

Müziğin temel algısal özelliklerinin, özellikle perde ve tını gibi bileşenlerin beyinde nasıl işlendiği, bilişsel nöromüzikoloji araştırmalarında önemli bir alanı oluşturmaktadır. EEG ile yapılan bir araştırmada perde ve tını uyaranları için pasif dinleme ve ayırt etme görevleri gerçekleştirilmiştir. Pasif dinleme esnasında katılımcıların primer işitsel korteks bölgesinde değişiklikler meydana gelmiştir (Auzou vd. 1995). Perde ve tını ayırt etme görevlerinde ise beynin sağ yarıküresinde, anterior ve posterior bölgelerde değişimler meydana gelmiştir (Auzou vd. 1995).

Müzisyen olan ve olmayanların beyin yanıtlarının incelenmesi, müzik veya diğer uyaranlar karşısında gösterdikleri bilişsel performans bir diğer araştırma konusunu teşkil etmektedir. 2011 yılınca yapılan bir tez çalışmasında MEG yöntemi ile müzisyenlere ve müzisyen olmayan yaşlıtlarına müzik dinletilip beyin yanıtları karşılaştırılmıştır. Müzisyenlerin daha karmaşık beyin ağları kullandığı hipotezini test eden çalışmada katılımcılara çeşitli melodiler dinletilmiştir. İlk melodi sunumunda müzisyenlerde daha karmaşık beyin ağlarının kullanıldığı ortaya çıkmıştır (Carpentier 2011). Uyaranların tekrarlanmasının ardından müzisyenlerdeki aktivasyon azalmış, alışma etkisi gözlenmiştir.

Radyoaktif madde kullanımı nedeniyle PET çalışmaları sayıca nadir olmakla birlikte yöntemin yüksek doğruluklu görüntüleme kapasitesi nedeniyle önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Katılımcıların dinlenen müziğin armonisini bütünsel olarak dinlediği ve belli bir kısmına (alto partis) odaklanmasının sonuçlarının kıyaslandığı bir çalışmada önemli bulgular elde edilmiştir. Bütünsel olarak armoninin dinlenildiği kısımda katılımcıların beyinde temporal kutuplar, singulat girusun anterior kısmı, oksipital korteks ve serebellumun medial yüzeyinin bilateral (iki yarıkürede de) olarak aktive olduğu bulunmuş (Satoh vd. 2001). Yalnızca alto partisine odaklanıldığında ise, süperior paryetal lobüller, prekuneuslar, premotor alanlar ve orbital frontal kortekslerde bilateral olarak bölgesel serebral kan akışı (regional Cerebral Blood Flow-rCBF) artışı gözlenmiş (Satoh vd. 2001). Süperior paryetal lobüllerin, armoni içindeki alto partisine odaklanma sebebiyle faaliyete geçen işitsel seçici dikkat ve zihinsel olarak perdenin analizinden sorumlu bir bölge olması ihtimaliyle yorumlanmıştır (Satoh vd. 2001). Prekuneusun ise alto partisinin perdelerinin zihinsel bir notaya alma işlevini gerçekleştirdiği düşünülmüştür (Satoh vd. 2001). Görüldüğü üzere, gerçekleştirilen her bir işlem, dikkatin belli bir yöne odaklanması dahil, beyinde farklı bölgelerde ve bölgelerin bir şebeke şeklinde bir arada çalışmasına sebebiyet vermektedir.

Müziğin beynin bilişsel işlevleri üzerindeki etkisinin incelenmesi de bilişsel nöromüzikoloji çalışmalarında ele alınan başlıklardan bir diğeridir. Ferrari ve arkadaşlarının gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada, müziğin kelime ezberleme ve hatırlama görevlerinde beynin performansına nasıl etki ettiği incelenmiştir. fNIRS yönteminin kullanıldığı çalışmada 22 sağlıklı genç yetişkin deneye alınmıştır.

Kelime ezberleme esnasında müzikli ve müziksiz koşulların denendiği çalışmada, müziğin kelime ezberlemede beynin performansını artırdığı davranışsal ve fNIRS sonuçlarıyla doğrulanmış; müzikli koşulda bilateral dorsolateral prefrontal korteks aktivitesinde düşüş gözlemlenmiş, bu ise müziğin ilgili bölgedeki faaliyeti düzenleyici bir görev görmüş olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Ferreri vd. 2013).

### **1.2.2.2. Duygusal Nöromüzikoloji Çalışmaları**

Müziğin duygusal etkilerinin beyindeki yansımalarının incelendiği çalışmalar bu temanın konusunu teşkil etmektedir. Duygu çalışmaları, nöromüzikoloji literatüründe önemli bir yer tutmaktadır. Müziğin insanın duygu durumu üzerinde çeşitli etkiler meydana getirme yeteneği vardır. Duygusal nöromüzikoloji çalışmaları, müziğin bu benzersiz etkisini anlamayı, yani müziğin belli duyguları nasıl tetiklediğini, ruh halini nasıl etkilediğini ve beynin hangi nöral mekanizmaları kullanarak bu duygusal süreçleri işlediğini araştırmayı amaçlar. Bu alandaki çalışmalar oldukça çeşitlilik arz etmektedir. Örneğin, belli bir duygunun tetiklenmesi için belli müziklerin dinletildiği çalışmalar, korku, hüzn, neşe gibi duyguların uyarılması için belli müzikler kullanarak bunların beyin üzerindeki karşılıklarını incelemektedir. Yine çeşitli müzik türlerinin ve müzikal öğelerin (ritim, melodi, uyumlu-uyumsuz armoniler vb.) duygusal etkilerinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Müzikal beklenti ve duygu arasındaki ilişki öne çıkan bir diğer konudur. Müziğin akışının kişinin beklentisine göre gitmesi yahut bu beklentiye ihlal etmesiyle (beklenmedik bir melodik veya armonik değişim vb.) beyinde meydana gelen etkiler incelenmektedir. Aşına olunan ve bilinmeyen müziklerin duygusal etkilerini, müziğin beynin ödül ve zevk sistemi üzerindeki etkilerini, duygu durumunun bilgisayar tarafından tahmin edilmesi ve ihtiyaca göre bir müzik seçmesinin sonuçlarını, yine söz gelimi müziğin olumlu veya olumsuz duygulara yol açması neticesinde bu duyguların beyin hangi bölgelerinde işlendiğini inceleyen çalışmalar mevcuttur.

Bu alandaki çalışmalarda da çeşitli nörogörüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. EEG ile gerçekleştirilen bir çalışmada makine öğrenmesi ile dinlenen müziklerin önceden belirlenmiş dört duygunun (neşe, öfke, üzüntü ve keyif) tespitine çalışılmıştır. Daha önceki çalışmaların sonuçlarına uygun olarak frontal ve parietal loblara yakın yerleştirilen elektrotlardan elde edilen bulgulara göre makine öğrenmesi,  $82,29 \pm 3,06$  doğruluk oranıyla kişilerin duygularını tahmin etmede başarılı bulunmuştur (Yuan-Pin Lin vd. 2010).

fMRI ile gerçekleştirilen bir çalışmada aşına olunan ve beğenilen müziklerin etkisi incelenmiştir. Çalışmada kişilerin aşına olduğu ve hoşlandıkları müzikleri belirlemek için pop/rock müzik repertuarından eserlerden kısımları dinlediği ve puanladığı bir ön test gerçekleştirilmiştir. Bunun ardından katılımcıların her birine kendi aşına oldukları ve hoşlandıkları, ayrıca bu kritere uymayan müziklerin dinletilmesi esnasında fMRI çekimi gerçekleştirilmiştir. Bunun sonuçlarına göre, kişilerin aşına oldukları müziklerde aşına olunmayan veya beğenilmeyen müziklere göre duygulanım esnasında faaliyete geçen limbik ve paralimbik sistemler ile ödül devresi belirgin biçimde faaliyete geçmiştir. Ayrıca singulat korteks ve frontal lobdaki, motor korteks ve Broka alanı dahil olmak üzere daha küçük bölgelerin, beğenilmeyen müziğe kıyasla beğenilen müziğe yanıt olarak daha aktif olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak aşinalığın, müziğin duygulanım üzerindeki etkisinde önemli bir faktör olduğu çıkarımı ortaya konmuştur (Pereira vd. 2011).

Müzik türlerinin duygusal etkilerini inceleyen bir çalışmada klasik batı müziği ve tekno müziğin etkileri kıyaslanmıştır. Bigliassi ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada, müziklerin etkisini belirlemek

için kullanılan kalp atış hızı takibi, duygu durum ölçeğinin yanı sıra fNIRS yöntemi kullanılarak prefrontal korteks incelenmiştir. Sonuçlara göre iki müzik türü de PFC aktivitesini tetiklemiştir, ancak klasik batı müziği dorsolateral bölgelerde daha fazla faaliyete yol açmıştır. Yine vücudun rahatlamasından sorumlu olan parasempatik sistemin faaliyeti klasik batı müziğinde artarken tekno müzikte 10 dakikalık müzik maruziyetinden sonra azalmıştır. Bunun sonucu olarak vücudun hayati fonksiyonlarını otomatik olarak sürdüren otonom sinir sistemi üzerinde müziğin düzenleyici, sistemin çalışmasını hızlandırıcı veya yavaşlatıcı etkilerinin olabildiği çıkarımına ulaşılmıştır (Bigliassi vd. 2015).

### **1.2.2.3. Müzik Terapi Odaklı Nöromüzikoloji Çalışmaları**

Müzik terapi çalışmaları da nöromüzikoloji alanında önemli bir yere sahiptir. Bunlar genel olarak müziğin çeşitli zihinsel yahut fiziksel rahatsızlıklara karşı olası iyileştirici yahut yaşam kalitesini artırıcı etkilerinin nörogörüntüleme araçlarıyla incelendiği çalışmalardır. Müzik terapi uygulamaları, nörodejeneratif hastalıkların etkilerinin hafifletilmesinde umut vadeden yaklaşımlar sunmaktadır. Özellikle Alzheimer hastalığı gibi bilişsel işlevlerde ciddi bozulmaların gözlemlendiği durumlarda müziğin terapötik etkileri incelenmektedir.

Örneğin, Shahinfard ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada hafif ve orta derecedeki Alzheimer hastalarına dört hafta boyunca haftada ikişer kez 45'er dakikalık müzik terapi seansları uygulanmıştır. fMRI yönteminin kullanıldığı çalışmada, müzik terapi seanslarında, seansların bir hafta öncesinde ve son seanstan bir hafta sonrasında fMRI çekimi gerçekleştirilmiştir. Hastaların aşına olduğu ve olmadığı müziklerin kullanıldığı çalışmanın sonucunda tanıdık müziklerin dinlenilmesi esnasında insula, orta temporal girus, parahipokampal girus ve süperior temporal girus'un bazı kısımlarında artan beyin aktivitesi gözlenmiştir. Tanıdık olmayan müziklerin dinlenilmesi esnasında ise inferior frontal girus, orta temporal girus, parahipokampal girus, paryetal lob, süperior temporal girus, dorsal posteior singulat korteks, anterior temporal lob ve angüler girus'un bazı kısımlarında artan beyin aktivitesi gözlenmiştir. Sonuç olarak Alzheimer hastalarının, müzik terapi müdahalesi sonrasında tanıdık ve tanıdık olmayan melodileri dinlerken beyin aktivasyonlarında artış gözlenmiş olup müzik terapi sonrası genel beyin faaliyet desenlerinde artış olduğu ortaya konmuştur (Shahinfard vd. 2016).

Müzik terapi çalışmalarında sıkça incelenen konular arasında Mozart etkisi, özellikle Mozart'ın klasik batı müziği eserlerini dinlemenin bilişsel yetenekler veya diğer faydalar üzerindeki potansiyel etkisini ifade eden bir fenomendir. Bu etkiyi fNIRS ile inceleyen bir müzik terapi çalışmasında prematüre bebekler deneye alınmıştır. Mozart dinletilen deney grubunun ve dinletilmeyen kontrol grubunun sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna göre, beyin kan akışı ve oksijenlenme değişimlerinin istatistiksel olarak kıyaslanmasının ardından deney grubunun beyin aktivite karmaşıklığı anlamlı derecede daha düşük bulunmuş, bu ise Mozart müziğinin daha düşük beyin aktivitesi seviyeleriyle ilişkili bir sakinlik ve rahatlama hali sağlayabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Ren vd. 2019).

fNIRS ile gerçekleştirilen bir başka müzik terapi çalışmasında bel ağrısı rahatsızlığı olan bireylere müzik terapi uygulanmıştır. Mobil bir uygulama üzerinden kişilerin kendi tercih ettikleri müzikleri dinlemeleri öncesinde profesyonel bir fizyoterapist tarafından ağrıyan bölgeye standart bir şiddette bası uygulanmış (ağrı tetikleme) ardından müzik terapi müdahalesi gerçekleştirilmiştir. Müzik terapi müdahalesi öncesinde ve sonrasında alınan fNIRS çekimlerinin analiz edilmesi sonucunda somatosensoriyel bölgelerin müdahale öncesi ve sonrası faaliyet örüntülerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiş, tercih

edilen müziğin dinlenilmesinin ağrı düzenleme ve hafifletme potansiyeli olduğu ortaya konmuştur (Sorkpor vd. 2023). Bu örnekler, müziğin nörogörüntüleme yöntemleri aracılığıyla zihinsel ve fiziksel sağlık üzerindeki potansiyel terapötik etkilerinin incelenmesinin ne kadar geniş ve potansiyelli bir alan olduğunu ortaya koymaktadır.

#### **1.2.2.4. Yöntem Geliştirme Odaklı Nöromüzikoloji Çalışmaları**

Bu çalışmalar, nöromüzikoloji çalışmalarının daha doğru ve tutarlı sonuçlara ulaşabilmesi amacıyla deney paradigmalarını, nörogörüntüleme yöntemlerinin çekim ve analiz yöntemlerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Mizrahi ve Axelrod (2023) tarafından yapılan bir çalışma, beyin hasarına bağlı bilincin bozulduğu durumlarda hastaların bilinç düzeyini belirlemek amacıyla doğal işitsel uyarılar ve fNIRS kullanımına dayalı yeni bir paradigma geliştirmiştir. Sağlıklı katılımcılarla yürütülen bu araştırmada, hikaye anlatımı, karıştırılmış hikaye, klasik müzik ve karıştırılmış klasik müzik bölümleri dinletilirken prefrontal korteks aktivitesi fNIRS ile kaydedilmiştir. Analizler sonucunda, hikaye dinleme koşulunda, karıştırılmış hikayeye kıyasla dinleyiciler arası korelasyonun anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, prefrontal korteks fNIRS görüntülemesinin anlatı anlama ile ilişkili nöral değişimleri yakalamak için hassas bir yöntem olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Buna karşın, klasik müzik uyararı sırasındaki dinleyiciler arası korelasyonun karıştırılmış klasik müzikten anlamlı bir fark göstermediği ve hikaye koşuluna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, doğal işitsel hikayelerin fNIRS ile birlikte klinik ortamda bilinç bozukluğu hastalarında yüksek seviyeli işlemeyi ve potansiyel bilinç düzeyini belirlemek için kullanılabileceği ifade edilmiştir (Mizrahi, Axelrod 2023).

Yöntem geliştirme odaklı çalışmalarda nörogörüntüleme tekniklerinin birlikte kullanımı ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarına yönelik gelişmeler de bulunmaktadır. Qiu ve arkadaşları (2022), müziğin beyin aktivitesi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla EEG ve fNIRS entegre bir çerçeve önermiştir. Bu çalışma, özellikle kişisel olarak tercih edilen müziklerin beyin aktivasyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Deneyde katılımcılar, kendi tercih ettikleri müzikleri ve ‘nötr’ tabiriyle ifade edilen tercihlerinin dışındaki müzikleri dinlemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, müziğin beynin (özellikle prefrontal lobun) aktivitesini artırdığı ve tercih edilen müzik tarafından uyarılan aktivasyonun nötr müziğe göre daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tercih edilen müzik ile nötr müzik arasında beyin aktivitesini ayırt etme doğruluğunu %98.38'e kadar çıkarabildiği iddia edilen, EEG ve fNIRS'ın özelliklerini birleştirmek için veri toplama ve analizi için geliştirilmiş bir yöntem önerilmiştir. Bu araştırma, kişiselleştirilmiş müzik terapisi uygulamaları için nörogörüntüleme tabanlı objektif bir referans sunmayı amaçlamıştır (Qiu vd. 2022).

Bir diğer çalışmada iki istatistiksel yaklaşımın birleştirilmesiyle yeni bir analiz yöntemi önerilmiştir. Valente ve arkadaşları (2024), katılımcılar arası korelasyon analizi (intersubject correlation analysis) ile çok değişkenli mesafe matrisi regresyonunu (multivariate distance matrix regression) birleştiren yeni bir metodoloji önermiştir. Bu yeni yaklaşım, herhangi bir uyarı tetikleyiciye bağlı olmayan deneylerde beyin yanıtlarıyla davranışsal verilerin ilişkisini değerlendirmeyi hedefler. Yöntemin uygulanabilirliği, katılımcıların opera repertuarından enstrümantal müzik parçalarını dinleyip duygusal tepkilerini raporladıkları doğal bir deneyle gösterilmiştir. Sonuçlar, en olumsuz duygusal tepkiyi uyandıran parça için katılımcıların fNIRS sinyalleri ile duygusal ölçek yanıtlarının puanlamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum ise, önerilen yaklaşımın, blok tasarımının veya göreve dayalı paradigmalara uygun olmadığı deneylerde fNIRS sinyal analizine



alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Da Silva Ferreira Barreto vd. 2020).

### 1.2.3. Perde, Melodi ve Transpozisyon Konulu Çalışmalar

Müziğin melodik yapısının ve bileşenlerinin beyinde hangi bölgelerde işlendiği nöromüzikoloji disiplininin önemli araştırma alanlarından birisidir. Melodi, birden fazla notanın bir araya gelerek oluşturduğu anlamlı müzikal bir yapıyı ifade etmek için kullanılan tabirdir. Perde ise, Türk makam müziğindeki anlamı ile, makamların seyri esnasında kullanılan her bir sesi ifade etmek için kullanılan tabirdir. Transpozisyon ise belli bir eserin veya melodinin bestelenmiş olduğu ton veya akort dışında başka bir karar sesi üzerinde aynı melodik aralıkları duyuracak şekilde değiştirici işaretlerinin (diyez, bemol) ayarlanması suretiyle gerçekleştirilen müzikal icradır. Tüm bu kavram ve uygulamaların öğrenilmesi, uygulanması, düzenli olarak icra edilmesi, dinlenilmesi, hayal edilmesi gibi işlemler sırasında beyinde çeşitli bölgeler ve ağlar faaliyete geçmektedir. Bunların incelenmesiyle elde edilen her bir yeni bulgu, beynin müziği tam olarak nasıl işlediğini haritalandırma hedefine bir adım daha yaklaşılması anlamına gelmektedir.

Batı müziği ses sisteminde perdelerin her biri belli bir frekans üzerine sabitlenmiştir. Tampereman adını alan bu sistemde her bir notanın temsil ettiği frekans bellidir. Nöromüzikoloji literatüründe müzikal uyaran olarak ekseriyetle batı müziği (klasik ve popüler) kullanılmaktadır. Dolayısıyla elde edilen bulguların çoğu da bu sistemde dinlenen müziğin işlenmesi esnasındaki beyin faaliyetlerini ortaya koymaktadır. Hint, İran vb. kültürlerin müziklerini inceleyen nörogörüntüleme çalışmaları da olmakla birlikte (Pouladi vd. 2010; Sharma vd. 2021) bunlar sayısal olarak azınlık niteliğindedir. Türk makam müziği gibi mikrotanal sesleri kullanan, kökleri hem tarihi hem kültürel olarak çok zengin ve sağlam olan bir müziğin incelendiği çalışmaların yaygınlaşması bir ihtiyaçtır. Bu müziğin ve bileşenlerinin beyinde hangi bölgelerde nasıl işlendiğinin belgelenmesi ve bu çalışmaların nöromüzikoloji disiplini altında kendine has bir şemsiye altında toplanmasının müziğimizin hak ettiği değere ulaşmasında önemli bir aşamayı teşkil edeceği kanaatindeyiz.

Müzikal bir melodi dinlerken notaların ayrı ayrı algılanışından ziyade, birbirleriyle kurdukları aralık ilişkisi sonucunda ortaya çıkan melodinin bir bütün halinde algılandığı bildirilmektedir (Krumhansl 1985: 371). fMRI ile gerçekleştirilen bir çalışmada, melodinin bütünsel algılanışı ele alınmaktadır. Katılımcılara dinletilen dört farklı melodi ilk olarak bestelendikleri tonlarda, ardından farklı tonlara transpoze edilmiş haliyle dinletilmiştir. Ortaya çıkan beyin aktivasyonu primer ve sekonder işitsel kortekste meydana gelmiştir. Sonuç olarak melodilerin çalındığı yerin orijinal veya transpoze edilmiş olmasından bağımsız olarak algılandığı, primer işitsel kortekste faaliyete yol açtığı bildirilmiştir (Schindler vd. 2013).

Bir başka çalışmada bebeklerin melodik algısını incelemek için 6 aylık bebeklerin ve kontrol grubu olarak yetişkinlerin istihdam edildiği bir deney yapılmış. EEG kullanılan deneyde katılımcılara 4 notalı basit bir melodi 4 ayrı ton üzerinde sürekli dinletilmiş, ara sıra bu melodide küçük bir değişiklik (son nota yarım ses tiz) yapılmış. Araştırmacılar beynin bu değişikliklere nasıl tepki verdiğini incelemişler. Yetişkinlerin ve bebeklerin beyin tepkileri farklı düzeylerde gerçekleşse de ana melodiden sapma durumunda her iki grupta da beyinde bir tepki meydana gelmiş. Bu ise, bebeklerin de melodiyi yetişkinler gibi bütünsel biçimde algıladığı, perdeleri mutlak biçimde değil de perdeler arasındaki

göreceli (rölatif) mesafelere göre kodlandığı şeklinde yorumlanmıştır (Tew vd. 2009). Bu durum, melodi farklı bir akortta çalınsa bile, perdelerin aralıkları aynı kaldığı sürece beynin onu aynı melodi şeklinde algıladığını düşündürmektedir.

Buna karşın, başka bir çalışmada transpoze edilen melodinin beyinde belli bir bölgede aktivasyona yol açtığı bildirilmektedir. fMRI yöntemi kullanılan çalışmada müzisyen olan ve olmayan katılımcılara basit bir melodinin esas hali ve dört yarım ses farklı bir tona transpoze edilmiş hali dinletilip bunları ayırt etme görevi verilmiştir. Bu görevde katılımcıların perdeleri ayrı ayrı değerlendirmesi değil, aralık bilgisini kullanmalarının gerekliliği ifade edilmiştir. Basit melodi durumuna kıyasla transpozisyon durumunda intraparyetal sulkus bölgesinde bilateral (iki yarıkürede de) olarak faaliyetin arttığı tespit edilmiştir. Dahası, müzisyen olan veya olmayanlar arasında bir fark olmaksızın sağ İPS bölgesinde meydana gelen aktivasyon artışının yalnızca transpozisyon durumunda ortaya çıkması, bu bölgenin ilgili görevin işlenişiyle alakalı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bu ise, yüksek bilişsel kapasite gerektiren işitsel görevlerde İPS'nin önemli bir rolü olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Foster, Zatorre 2010).

Yine ilgili bölgede sonuçlar tespit eden bir başka çalışmada ergenler üzerinde fMRI deneyi gerçekleştirilmiştir. 14 yaşındaki ergenlerin katıldığı bu deney uzun süreli bir çalışmayı temsil etmekte olup katılımcılar 10 yaşlarından itibaren belli aralıklarla bu deneyden önce üç kere daha deneye alınmışlar. Kızların sol İPS bölgesinde daha fazla olgunlaşma izlenmiş, erkeklerde ise görülmemiş. Bunun biyolojik olgunlaşma yüzünden gerçekleştiği düşünülmüş. Bununla birlikte aynı deneyin yetişkinlere uygulanmasında cinsiyet farkı saptanmamış, bir melodiye transpoze edebilme yeteneğinin belli bir yatkınlık veya gelişimle ilgili olmadığı sonucuna varılmış (Sutherland vd. 2013).

Çalışmalarda farklı hipotezlerin farklı çekim ve analiz yöntemleriyle, yine farklı müzikal uyaranlar ve farklı katılımcılar üzerinden test edilmesinden dolayı olsa gerek, birbirinden farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Yine transpozisyonun beyindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, beynin transpozisyon karşısında geliştirdiği tolerans, yani melodi farklı tonlarda da çalınsa aynı melodi olarak algılanması incelenmiştir. Çalışmada fMRI yöntemi kullanılmış, esas melodi ve iki nota değiştirilmiş versiyonu hem orijinal tonunda hem başka tona transpoze edilmiş halde katılımcılara dinletilmiştir. Sonuç olarak hem orijinal melodi hem de transpoze edilmiş halinin dinlenmesi sırasında sağ süperior temporal girus ve sol orta temporal girusta aktivasyon kümeleri tespit edilmiş. Yine bilateral presentral girus, sol inferior frontal girus, sol inferior paryetal lobül, sağ angüler girus ve sağ süperior temporal girus bölgelerinde aktivasyonlar gözlenmiştir. Aktive olan bu bölgelerin, beynin transpoze edilen melodiye karşı gösterdiği tolerans sebebiyle aktive olduğu ifade edilmiştir. Bu bulgular ise, melodi transpozisyonuna karşı gelişen toleransın işitsel kortekslerden motor korteksler kadar müzik işleme yolu boyunca var olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Han, Hsieh 2024).

#### **1.2.4. Türk Makam Müziği Üzerine Yapılan Nöromüzikoloji Çalışmaları**

Ülkemizde müzik üzerine yapılan nörogörüntüleme çalışmaları 2010'lu yıllara doğru yoğunlaşmış olsa da Türk makam müziği üzerine yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Bunlar çoğunlukla lisansüstü tezlerden meydana gelmekte ve ilgili tezlerin makaleleriyle sınırlı kalmaktadır. Tespit edebildiğimiz kadarıyla bunların ilki 2014 yılında gerçekleştirilen bir yüksek lisans çalışmasıdır. Çalışmada Kûçek ve Rast makamlarının beyin dalgaları üzerindeki etkileri EEG yöntemi kullanılarak araştırılmıştır (Aker 2014). Ardından yine EEG yöntemi ile Saba makamının beyin dalgaları üzerindeki etkisi yüksek lisans

tezi olarak çalışılmıştır (Kurşunet 2019). 2022 yılında tamamlanan bir başka yüksek lisans tezinde otomatikleşmiş taksim ve yaratıcı taksim kavramları üzerinden doğaçlama müziğin beyindeki etkileri fNIRS yöntemi kullanılarak incelenmiştir (Şenyüz 2022). Tespit edebildiğimiz son çalışma, fNIRS yöntemiyle çalışılmış olan, farklı makamlarda okunan Kur'an-ı Kerim'in duygusal etkilerini inceleyen bir doktora tezidir (Çağman 2022).

Bunlar dışında Amerika'da gerçekleştirilen bir çalışmada kültürlenmenin müzik hafızası üzerindeki etkisi incelenmiş, Amerikalı ve Türk katılımcılara klasik batı müziği, Türk makam müziği ve pentatonik Çin müziği dinletilmiştir (Demorest vd. 2010). Ana bulgularına yukarıda değindiğimiz çalışmada yazarlardan biri olan Münir Nurettin Beken'in katkısıyla Tanburi Büyük Osman Bey'in Saba Peşrevi, Nayi Osman Dede'nin Uşşak Peşrevi, Neyzen Emin Dede'nin Dilkeşide Peşrevi müzikal uyaran olarak kullanılmıştır.

Yaghmour ve arkadaşları tarafından (2021) Katar'da gerçekleştirilen bir çalışmada tek bir neyzen çeşitli tempolarda en sık kullanıldığı ifade edilen 8 makamda 24 tane taksim icrasında bulunmuş, bu esnada EEG çekimi gerçekleştirilmiştir. Her bir makamın meydana getirdiği aktivasyon örüntüleri sunulmuştur. Bu çalışmada da alandaki batı müziği hakimiyetinden bahsedilip makam müziğine dair çalışmaların sınırlı sayıda olduğu ifade edilmiştir (Yaghmour vd. 2021: 8). Özellikle en sık kullanılan makamların beyinde nerelerde işlendiğinin daha önce kayıtlara geçmemiş olduğunu ifade edilmiştir ki kanaatimizce bu konuda çok haklılar ve yapılan çalışma öncü bir çalışma vasfını taşımaktadır. Çalışmanın ana bulgularına gelecek olursak, sol frontal ve sol temporal bölgelerde düşük frekanslı beyin dalgalarında (teta gücü ve alfa gücü) anlamlı bir artış gözlenmiş, yine sağ temporal ve sol parietal bölgelerde daha yüksek frekanslı (yüksek beta ve gama) beyin dalgalarında anlamlı artış gözlenmiştir (Yaghmour vd. 2021). Görüldüğü üzere Türk makam müziği üzerine yapılan çalışmalar çok sınırlı sayıdadır. Alan, adeta doğum sancıları çekmekte olup çalışılması gereken sayısız konu ilgili araştırmacıları beklemektedir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Amaç

Bu çalışmanın birincil amacı farklı akorttaki neylerle icra edilen makamsal müzik öğelerinin beyinde oluşturduğu hemodinamik yanıtları incelemek ve potansiyel farklılıkları tespit etmektir.

Bu amaç doğrultusunda çalışmanın alt hedefleri şunlardır:

1. Taksim ve dizi dinlenilmesinin beyinde meydana getirdiği oksihemoglobin konsantrasyon değişikliklerini tespit etmek.
2. Dinlenilen Rast taksim ve dizide ney akortlarının (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) beyinde meydana getirdiği oksihemoglobin konsantrasyon değişikliklerini tespit etmek.
3. Rast taksimin farklı ney akortlarından dinlenilmesinin beyinde meydana getirdiği oksihemoglobin konsantrasyon değişikliklerini tespit etmek.
4. Rast dizisinin farklı ney akortlarından dinlenilmesinin beyinde meydana getirdiği oksihemoglobin konsantrasyon değişikliklerini tespit etmek.

### 2.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer

Çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Bağcılar Mega Hastane kampüsündeki Klinik Nörofizyoloji ve Nöromodülasyon Laboratuvarı bünyesindeki fNIRS laboratuvarında gerçekleştirildi.

Çalışmanın etik kurul onayı 04.07.2022 tarihinde Karabük Üniversitesi Rektörlüğü Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından verilmiştir. Etik kurul onay kararının numarası 2022/1005 olup sayısı E-77192459-050.99-145121'dir (Bkz. **Ek 1.**).

### 2.3. Çalışmanın Süresi

Çalışmamız Şubat 2023-Temmuz 2024 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

### 2.4. Katılımcılar

Çalışmaya üniversitelerin konservatuvar yahut müzik bölümlerinde Türk müziği eğitimi almakta olan son sınıf öğrencisi 20 kişi alınmıştır. Katılımcılara ait demografik verileri ve nöropsikolojik ölçek sonuçlarını incelemek için **Tablo 1.**'e göz atılabilir.

| No | Cinsiyet | Yaşı | Eğitim Yılı | Edinburg El Testi | PANAS Pozitif | PANAS Negatif | MoCA | Deney Tarihi |
|----|----------|------|-------------|-------------------|---------------|---------------|------|--------------|
| 1  | Erkek    | 28   | 16          | Sağ               | 30            | 17            | 28   | 15.02.2023   |
| 2  | Erkek    | 27   | 18          | Sağ               | 36            | 17            | 27   | 15.02.2023   |
| 3  | Kadın    | 24   | 16          | Sağ               | 21            | 42            | 28   | 3.07.2023    |
| 4  | Kadın    | 34   | 16          | Sağ               | 16            | 40            | 28   | 3.07.2023    |
| 5  | Erkek    | 28   | 16          | Sağ               | 37            | 23            | 27   | 3.07.2023    |

|    |       |    |    |     |    |    |    |            |
|----|-------|----|----|-----|----|----|----|------------|
| 6  | Erkek | 22 | 16 | Sağ | 36 | 18 | 29 | 4.11.2023  |
| 7  | Kadın | 20 | 16 | Sol | 28 | 18 | 23 | 4.11.2023  |
| 8  | Kadın | 20 | 16 | Sağ | 29 | 18 | 29 | 4.11.2023  |
| 9  | Erkek | 22 | 16 | Sağ | 29 | 25 | 29 | 5.11.2023  |
| 10 | Erkek | 21 | 16 | Sağ | 44 | 25 | 30 | 5.11.2023  |
| 11 | Kadın | 25 | 16 | Sağ | 35 | 10 | 30 | 22.12.2023 |
| 12 | Erkek | 23 | 16 | Sağ | 39 | 16 | 27 | 22.12.2023 |
| 13 | Erkek | 22 | 16 | Sağ | 30 | 23 | 29 | 23.12.2023 |
| 14 | Erkek | 21 | 16 | Sağ | 29 | 19 | 29 | 23.12.2023 |
| 15 | Kadın | 23 | 16 | Sağ | 29 | 18 | 24 | 23.12.2023 |
| 16 | Erkek | 24 | 16 | Sağ | 20 | 15 | 26 | 24.12.2023 |
| 17 | Erkek | 24 | 16 | Sol | 44 | 15 | 26 | 24.12.2023 |
| 18 | Erkek | 24 | 16 | Sağ | 32 | 18 | 28 | 24.12.2023 |
| 19 | Erkek | 22 | 16 | Sağ | 36 | 18 | 28 | 24.12.2023 |
| 20 | Erkek | 31 | 20 | Sağ | 41 | 10 | 30 | 10.07.2024 |

**Tablo 1.** Katılımcılara ait demografik bilgiler.

## 2.5. Çalışmanın Tasarımı

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Davranışsal ve nöropsikolojik testlerin doldurulması ve ney kayıtlarının dinletildiği fNIRS çekimi aşaması.

## 2.6. Dahil Etme Kriterleri

- Gönüllü onam formunu imzalamak (bkz. **Ek 2.**),
- Üniversitelerin konservatuvar veya müzik bölümlerinde Türk müziği eğitimi görmekte olan 4. sınıf öğrencisi olmak,
- Nörolojik-psikiyatrik bir rahatsızlık tanısı bulunmamak ve/veya tedavi görüyor olmamak,
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA) testinden 21 ve üzerinde puan almış olmak.

## 2.7. Dışlama Kriterleri

- Gönüllü onam formunu imzalamamak,

- Üniversitelerin konservatuvar veya müzik bölümlerinde Türk müziği eğitimi görmekte olup 4. sınıftan daha düşük bir sınıfta bulunmak veya mezun olmuş olmak yahut başka bir bölüm okumak,
- Nörolojik-psikiyatrik bir rahatsızlık tanısı bulunmak ve/veya tedavi görüyor olmak,
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA) testinden 21 altında puan almış olmak.

## 2.8. Deney Protokolü

Çalışmada kullanılan deney tasarımı E-Prime (2.0) isimli program ile hazırlandı. Deney her bir katılımcı için bir oturum şeklinde gerçekleştirildi. Ölçek ve formların doldurulmasından sonra deneye geçilip katılımcılara fNIRS kepi giydirildi, sensörlerin sinyal kalitesinin kontrol edildiği kalibrasyon işleminden sonra deneye başlandı. Deneyde katılımcılar rahat bir koltukta oturur vaziyette, karanlık odada siyah ekrana bakarken kulaklık aracılığı ile uyarıları dinlerken beyin görüntüleri alındı. Uyarıların verildiği bilgisayarda Windows işletim sistemi kullanılmakta olup sesin deney süresince yaklaşık kırk dakika boyunca kişinin hem rahat duyabileceği, hem de rahatsız etmeyecek yükseklikte olması hassasiyeti gözetilerek ses yüksekliği 100 üzerinden 28 puanda sabitlendi.

Deneyde sekiz adet müzikal uyarı karışık sıra ile (random) bloklar halinde dinletildi. Her bir blokta yalnızca bir adet uyarı kullanıldı. Bu uyarıların dördü Rast makamında taksim, dördü ise Rast makamı dizisidir. Her bir taksim ve her bir dizi tizden pese doğru; bolâhenk, süpürde, kız ve mansur neyler ile tarafımızca icra edilip Rode NT1a marka kondansatör mikrofon ile Cubase 10 müzik kayıt ve düzenleme yazılımı aracılığıyla kaydedildi. Yani dört ayrı akortta neyden birer Rast taksim ve birer Rast makam dizisi çalınmıştır. Bu kayıtlar bir profesyonel yardımıyla mix ve mastering işlemlerinden geçirilmiş, ses yükseklikleri eşit seviyeye getirilmiştir. Taksimde de dizide de melodik ve ritmik örüntü kendi içinde birbirinin tamamıyla aynı olup her bir neyin kendi Rast perdesi esas alınarak çalınmış, başka bir deyişle aynı taksim ve aynı dizi her bir neyde bir diğerinden farklı bir akorttan dinletilmiştir. Çekimde uyarılar önce dört neyden taksim, ardından dört neyden dizi dinlenilecek şekilde kendi içinde karışık sıra ile verildi.

Her bir uyarının uzunluğu 15 saniye olup en başta bir adet 20 saniyelik dinlenme (rest) yani sessiz periyot ile çekim başlamış, ardından her bir uyarıdan sonra birer adet 16-20 saniye arası rastgele dinlenme süresi yer almıştır. Bu şekilde her bir uyarı katılımcılara 10’ar kere dinletildi. Böylelikle her bir uyarının çekim süresi yaklaşık 5 dakika 50 saniye kadar sürdü. Çekimlerin tamamlanmasının ardından kep katılımcıların başından çıkarılmış, son işlem olarak fNIRS çekimi esnasında dinletilen sekiz ney kaydı tekrar 1’er kez dinletilip her bir uyarı ne kadar beğendiklerini 10’lu likert ölçek üzerinden puanlamaları sağlandı (Bkz. **Ek 8.**).

## 2.9. Veri Toplama Araçları

Deneye katılan katılımcılara fNIRS çekimi haricinde bazı davranışsal ve nöropsikolojik ölçekler de doldurtulmuştur. Bu ölçekler şunlardır:

### 2.9.1. Demografik Bilgi Formu

Bu formda katılımcıların yaş, cinsiyet, eğitim durumu, sağlık bilgileri ve müzikal tecrübelerine dair bilgilerini toplamak amaçlanmıştır (Bkz. **Ek 3.**).

### 2.9.2. Edinburgh El Tercihi Anketi

Kişinin hangi elini baskın olarak kullandığını belirleyen bir testtir (Atasavun Uysal vd. 2019). İlgili ölçeği incelemek için **Ek 4.**'e bakılabilir.

### 2.9.3. Pozitif ve Negatif Duygu Ölçeği (PANAS)

10'u olumlu 10'u olumsuz toplam 20 duygunun yazdığı bu ölçekte kişinin son iki haftada bu duyguları ne yoğunlukta hissettiğini ölçen bir testtir (Gençöz 2000). İlgili ölçeği incelemek için **Ek 5.**'e bakılabilir.

### 2.9.4. Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA)

Kişinin bilişsel açıdan normal bir birey olup olmadığını saptayan, çeşitli türde sorular barındıran bir testtir. Testi geçmek için 21 ve üstünde puan almak gerekmektedir (Özdilek, Kenangil 2014). İlgili ölçeği incelemek için **Ek 6.**'ya bakılabilir.

### 2.9.5. fNIRS Veri Toplama

fNIRS kayıtları NIRStar Acquisition (NIRx Medizintechnik GmbH, Germany) yazılımı aracılığıyla fNIRS cihazından (NIRx Medical Technologies LLC, Berlin, Germany) alındı. Kayıtlar, 16 kaynak ve 16 dedektör olmak üzere toplam 32 optottan oluşturulan 42 kanal üzerinden alındı. Optotlar, frontal, temporal ve paryetal bölgeleri kapsayacak şekilde EEG 10-20 sistemine göre yerleştirildi (bkz. **Şekil 1.**). Daha belirgin olarak, görüntülenen bölgeler arasında dorsolateral prefrontal korteks, premotor ve suplementer motor alanlar, broka alanı (pars triangularis dahil), primer motor korteks, temporopolar alan, süperior temporal girus, wernicke bölgesi (angüler girus ve supramarjinal girus) ile primer ve asosiyasyon somatosensoriyel korteksler yer almaktadır. Optotların arasındaki uzaklık en fazla 3,4 cm olacak biçimde ayarlandı. Örneklem hızı 3,47 Hz., dalga boyları ise 760 nm ve 850 nm olacak biçimde kayıtlar alındı. Kanallara dair ayrıntılı bilgi **Tablo 2'**de özet biçimde verilmiştir. Deney esnasından bir fotoğraf örneği **Şekil 2.**'de sunulmuştur.

| Kanal Adı | Optot Numarası | Optot Lokasyonu | Brodmann Bölgesi (Kaynak-Dedektör)                |
|-----------|----------------|-----------------|---------------------------------------------------|
| Kanal 1   | S1-D1          | F7-AFF5         | DLPFK- DLPFK                                      |
| Kanal 2   | S1-D3          | F7-FFC7         | DLPFK-Temporopolar Alan                           |
| Kanal 3   | S2-D1          | AF3-AFF5        | Frontopolar Alan-DLPFK                            |
| Kanal 4   | S2-D15         | AF3-FAF1        | Temporopolar Alan-DLPFK                           |
| Kanal 5   | S3-D1          | FFC5-AFF5       | Premotor/Presuplementer Motor Alan (preSMA)-DLPFK |
| Kanal 6   | S3-D2          | FFC5-FFC3       | Premotor/PreSMA- Broka Alanı (Pars Triangularis)  |
| Kanal 7   | S3-D3          | FFC5-FFC7       | Premotor/PreSMA Alan-Temporopolar Alan            |
| Kanal 8   | S3-D4          | FFC5-CFC5       | Premotor/PreSMA- Primer Motor Korteks             |
| Kanal 9   | S4-D3          | CFC7-FFC7       | Süperior Temporal Girus- Temporopolar Alan        |
| Kanal 10  | S4-D4          | CFC7-CFC5       | Süperior Temporal Girus- Primer Motor Korteks     |

|          |         |           |                                                                                   |
|----------|---------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Kanal 11 | S4-D6   | CFC7-CCP7 | Süperior Temporal Girus- Süperior Temporal Girus                                  |
| Kanal 12 | S5-D2   | CFC3-FFC3 | Premotor/PreSMA- Broka Alanı (Pars Triangularis)                                  |
| Kanal 13 | S5-D4   | CFC3-CFC5 | Premotor/PreSMA- Primer Motor Korteks                                             |
| Kanal 14 | S5-D5   | CFC3-CCP3 | Premotor/PSMA- Postsantral girus/Süperior Paryetal Lobul                          |
| Kanal 15 | S6-D4   | CCP5-CFC5 | Primer Somatosensoryel Korteks- Primer Motor Korteks                              |
| Kanal 16 | S6-D5   | CCP5-CCP3 | Primer Somatosensoryel Korteks- Postsantral girus/Süperior Paryetal Lobul         |
| Kanal 17 | S6-D6   | CCP5-CCP7 | Primer Somatosensoryel Korteks- Süperior Temporal Girus                           |
| Kanal 18 | S6-D7   | CCP5-PCP5 | Primer Somatosensoryel Korteks- Wernike Bölgesi (Anguler Girus)                   |
| Kanal 19 | S7-D6   | PCP7-CCP7 | Süperior Temporal Girus-Süperior Temporal Girus                                   |
| Kanal 20 | S7-D7   | PCP7-PCP5 | Süperior Temporal Girus- Wernike Bölgesi (Anguler Girus)                          |
| Kanal 21 | S8-D5   | PCP3-CCP3 | Wernike Bölgesi (Supra marginal Girus)- Postsantral girus/Süperior Paryetal Lobul |
| Kanal 22 | S8-D7   | PCP3-PCP5 | Wernike Bölgesi (Supra marginal Girus)- Wernike Bölgesi (Anguler Girus)           |
| Kanal 23 | S9-D8   | T8-FAF6   | İnferior Prefrontal Girus- DLPFK                                                  |
| Kanal 24 | S9-D9   | T8-FFC8   | İnferior Prefrontal Girus- Superior Temporal Girus                                |
| Kanal 25 | S10-D8  | AF4-FAF6  | DLPFK- Frontopolar Alan                                                           |
| Kanal 26 | S10-D16 | AF4-FAF2  | DLPFK- Frontopolar Alan                                                           |
| Kanal 27 | S11-D8  | FFC6-FAF6 | Broka Alanı (Pars Triangularis)- DLPFK                                            |
| Kanal 28 | S11-D9  | FFC6-FFC8 | Broka Alanı (Pars Triangularis)- Temporopolar Alan                                |
| Kanal 29 | S11-D10 | FFC6-FFC4 | Broka Alanı (Pars Triangularis)- Premotor/Suplementer Motor Alan (SMA)            |
| Kanal 30 | S11-D11 | FFC6-CFC6 | Broka Alanı (Pars Triangularis)-Primer Motor Korteks                              |
| Kanal 31 | S12-D9  | CFC8-FFC8 | Superior Temporal Girus- Temporopolar Alan                                        |
| Kanal 32 | S12-D11 | CFC8-CFC6 | Superior Temporal Girus- Premotor/SMA                                             |
| Kanal 33 | S12-D12 | CFC8-CCP8 | Superior Temporal Girus- Superior Temporal Girus                                  |
| Kanal 34 | S13-D10 | CFC4-CFC4 | Premotor/SMA- Premotor/SMA                                                        |
| Kanal 35 | S13-D11 | CFC4-CFC6 | Premotor/SMA- Premotor/SMA                                                        |
| Kanal 36 | S13-D13 | CFC4-CCP4 | Premotor/SMA- Primer Somatosensoryel Korteks                                      |
| Kanal 37 | S14-D11 | CCP6-CFC6 | Primer Somatosensoryel Korteks- Premotor/SMA                                      |
| Kanal 38 | S14-D12 | CCP6-CCP8 | Primer Somatosensoryel Korteks- Süperior Temporal Girus                           |
| Kanal 39 | S14-D13 | CCP6-CCP4 | Primer Somatosensoryel Korteks- Primer Somatosensoryel Korteks                    |
| Kanal 40 | S14-D14 | CCP6-PCP6 | Primer Somatosensoryel Korteks-Wernike Bölgesi (Angular Girus)                    |
| Kanal 41 | S15-D12 | PCP8-CCP8 | Fusiform Girus- Superior Temporal Girus                                           |

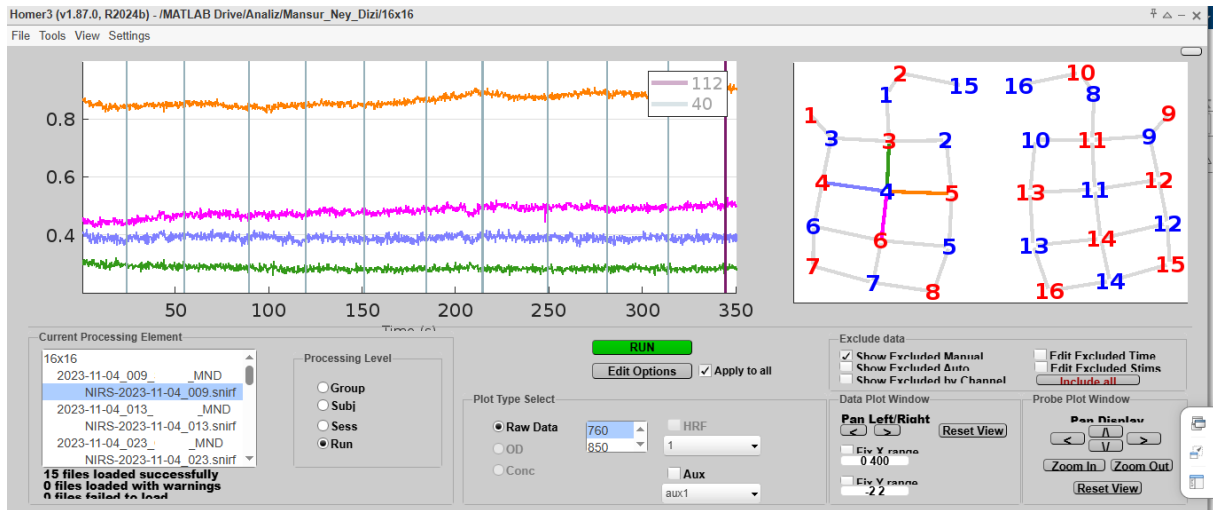




## 2.10. Verilerin Değerlendirilmesi

### 2.10.1. fNIRS Verilerinin Analizi

fNIRS verilerinin ön işlenmesi, MatLab (Matworks, Natick, MA) üzerinde çalışan Homer3 yazılımı üzerinde gerçekleştirildi. fNIRS verilerini bu yazılımda açabilmek için kayıtlar neticesinde elde edilen .w11 uzantılı dosyalar, MatLab kodu yardımıyla .nirs uzantılı hale dönüştürüldü. Daha sonra Homer yazılımına .nirs uzantılı dosyalar yüklendi. Band pass filtresi, düşük frekanslı sapma ve yüksek frekanslı gürültüleri (kalp ritmi ve solunum gibi fizyolojik gürültüler) filtrelemek için yüksek frekans geçiş filtresi 0.01 Hz. ve düşük frekans geçiş filtresi 0.5 Hz. olarak uygulandı (bkz. **Şekil 4.**). Ardından ortalama HbO değerlerinin grup ortalamaları alınarak excel tablosuna aktarıldı, burada sıralanan veriler istatistik programında analiz edildi. Homer3 yazılımında deneyde toplanan verilerin işlenmesi sırasında örnek ekran görüntüleri için **Şekil 3.** ve **Şekil 4.**'e bakılabilir.



Şekil 3. Homer3 yazılımında ham verilerin işlenmek üzere görüntülediği ekran.

The screenshot shows the ProcStreamOptionsGUI window (v1.87.0) with the following settings:

| EXIT                                               |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| hmr_Intensity2OD                                   |           |
| hmr_BandpassFilter: Bandpass_Filter_Auxiliary      |           |
| hpf                                                | 0.010     |
| lpf                                                | 0.500     |
| hmr_BandpassFilter: Bandpass_Filter_OpticalDensity |           |
| hpf                                                | 0.000     |
| lpf                                                | 0.500     |
| hmr_OD2Conc                                        |           |
| ppf                                                | 1.0 1.0   |
| hmr_BlockAvg: Block_Average_on_Concentration_Data  |           |
| trange                                             | -2.0 20.0 |

Şekil 4. Homer3 yazılımında band pass filtre parametrelerinin ayarlandığı ekran.

İstatistiksel analiz için IBM SPSS 25.0 versiyonu kullanıldı. Müzikal uyaranlara yönelik beğeni oranları arasındaki farklılıklar Bağımlı Örneklem T-Testi (Paired Samples T-Test) ile analiz edildi.

fNIRS hemodinamik yanıt verilerinin analizinde ise Genel Lineer Model (GLM) çatısı altında Tekrarlı Ölçümler için Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) uygulandı. Bu analizde, katılımcıların dinledikleri müzikal uyaran (taksim, dizi) ve ney akortları (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) faktörleri, grup içi faktörler olarak tanımlandı. Analiz, oksihemogloblin konsantrasyonu (HbO) değişkeni üzerinden gerçekleştirildi. Anlamlılıklar, Greenhouse-Geisser düzeltilmiş p değeri üzerinden belirlendi. Tüm testler için anlamlılık değeri  $p < 0,05$  olarak kabul edildi.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. Demografik, Nöropsikolojik ve Davranışsal Bulgular

Katılımcı grubu Türk müziği eğitimi almakta olan üniversite son sınıf öğrencisi 20 kişiden meydana gelmektedir. Çalışmada yalnızca deney grubu kullanılmıştır. 14 kişi erkek, 6 kişi ise kadındır. Yaş ortalamaları  $24.3 \pm 3.68$  yıl olup, eğitim yılı ortalamaları ise  $16.1 \pm 0.447$ 'dir.

Deneyimizde katılımcıların duygu durumları PANAS (Pozitif Negatif Analog Skala) ölçeği ile değerlendirilmiş olup, pozitif duygu puanı ortalaması  $32.0 \pm 7.54$ , negatif duygu puanı ortalaması ise  $20.3 \pm 8.14$  olarak bulundu. Genel bilişsel durumları ise MoCA (Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi) testi ile değerlendirilmiş olup puan ortalaması  $27.8 \pm 1.89$  olarak bulundu.

Edinburgh El Testi sonuçlarına göre katılımcıların %90'ı (18 kişi) sağ el baskın, %10'u (2 kişi) ise sol el baskın bireylerden oluşmaktadır.

#### 3.2. Müzikal Uyarılara Yönelik Davranışsal Bulgular

Katılımcılar demografik bilgi formunu doldururken eğitimini aldıkları çalgı, sıklıkla tercih ettikleri akort bilgilerini vermişlerdir. Ayrıca deney sırasında farklı neylerden icraları dinletilen Rast taksim ve dizileri, deney sürecinin ardından katılımcılara tekrar dinletilip 1 ile 10 puan arasında bir Likert beğeni ölçeğini puanlamaları istendi. Bu veriler her bir katılımcı için **Tablo 3.**'te sunulmuştur.

| No | Çalgı                  | Akort    | BNT | SNT | KNT | MNT | BND | SND | KND | MND |
|----|------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | Tanbur                 | Bolâhenk | 6   | 7   | 9   | 10  | 9   | 10  | 8   | 9   |
| 2  | Ney                    | K1Z      | 2   | 10  | 5   | 8   | 4   | 6   | 8   | 10  |
| 3  | Ney                    | K1Z      | 10  | 10  | 10  | 10  | 7   | 8   | 10  | 10  |
| 4  | Kemençe                | K1Z      | 6   | 7   | 10  | 9   | 6   | 7   | 10  | 8   |
| 5  | Ney                    | K1Z      | 5   | 6   | 7   | 9   | 5   | 7   | 8   | 10  |
| 6  | Keman,<br>Çello,<br>Ud | Bolâhenk | 7   | 8   | 5   | 4   | 3   | 4   | 6   | 5   |
| 7  | Keman                  | K1Z      | 10  | 9   | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |
| 8  | Ud                     | K1Z      | 7   | 8   | 10  | 10  | 6   | 6   | 8   | 9   |
| 9  | Ud                     | K1Z      | 8   | 5   | 10  | 3   | 7   | 6   | 10  | 2   |
| 10 | Kanun                  | K1Z      | 6   | 9   | 8   | 7   | 6   | 9   | 7   | 9   |

|    |                 |                                         |    |   |    |    |   |   |    |    |
|----|-----------------|-----------------------------------------|----|---|----|----|---|---|----|----|
| 11 | Keman           | Kız                                     | 6  | 8 | 9  | 10 | 1 | 2 | 4  | 7  |
| 12 | Gitar           | Süpürde                                 | 10 | 9 | 9  | 9  | 9 | 7 | 8  | 7  |
| 13 | Ud              | Bolâhenk                                | 7  | 7 | 8  | 10 | 8 | 8 | 10 | 10 |
| 14 | Keman           | Süpürde,<br>Kız                         | 8  | 9 | 10 | 10 | 8 | 8 | 9  | 10 |
| 15 | Ritim           | Bolâhenk,<br>Süpürde,<br>Kız,<br>Mansur | 9  | 9 | 6  | 8  | 9 | 9 | 7  | 7  |
| 16 | Bağlama         | Şah,<br>Mansur,<br>Süpürde,<br>Bolâhenk | 7  | 6 | 4  | 4  | 8 | 7 | 5  | 10 |
| 17 | Piyano          | Mansur                                  | 4  | 8 | 2  | 5  | 4 | 6 | 4  | 3  |
| 18 | Ud              | Süpürde                                 | 10 | 8 | 9  | 7  | 8 | 9 | 8  | 10 |
| 19 | Ud              | Süpürde                                 | 6  | 8 | 9  | 10 | 7 | 6 | 8  | 8  |
| 20 | Kabak<br>Kemane | Bolâhenk                                | 8  | 9 | 6  | 10 | 5 | 8 | 6  | 10 |

**Tablo 3.** Katılımcıların eğitim aldıkları çalgılar ve icralarında tercih ettikleri akortlar ile uyarıların 10’lu Likert ölçek üzerindeki puanlamaları. BNT: Bolâhenk ney taksim, SNT: Süpürde ney taksim, KNT: Kız ney taksim, MNT: Mansur ney taksim, BND: Bolâhenk ney dizi, SND: Süpürde ney dizi, KND: Kız ney dizi, MND: Mansur ney dizi.

Katılımcılardan batı müziği çalgısı öğrenmekte olanlar olmakla birlikte, Türk müziği konservatuvarlarında öğrenciler hem Türk makam müziği, hem Türk halk müziği hem de batı müziği nazariyatı öğrenmekte olup yalnız eğitimini aldıkları çalgılarda ayrışmaktadırlar.

Bağlamalı Örneklem (Paired Samples) T-Tests analizleri sonucunda, farklı ney akortları ve müzikal uyarılar (taksim/dizi) arasında istatistiksel olarak anlamlı beğeni farklılıkları tespit edildi. Bunların ortalama beğeni puanları ve standart sapmaları aşağıdaki gibidir (ortalama puanlar için bkz. **Tablo 4.**):

Bolâhenk ney taksimi  $7.10 \pm 2.13$ , süpürde ney taksimi  $8.00 \pm 1.34$ , kız ney taksimi  $7.80 \pm 2.38$ ,

mansur ney taksimi  $8.15 \pm 2.37$ , bolâhenk ney dizi  $6.50 \pm 2.31$ , süpürde ney dizi  $7.15 \pm 1.95$ ,

kız ney dizi  $7.70 \pm 1.92$ , mansur ney dizi  $8.20 \pm 2.42$ .

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BNT  | SNT  | KNT  | MNT  | BND  | SND  | KND  | MND  |
| 7.10 | 8.00 | 7.80 | 8.15 | 6.50 | 7.15 | 7.70 | 8.20 |

**Tablo 4.** Dinletilen müzikal uyaranların 10 üzerinden aldığı ortalama puanlar.

Ayrıca her bir uyaranın beğeni puanları diğer 7 uyaran ile karşılaştırılmış olup bu analizler sonucunda, farklı ney akortları ve taksim-dizi uyaranları arasında istatistiksel olarak anlamlı beğeni farklılıkları tespit edildi. Analiz sonuçlarına göre, taksim formundaki ney icraları ile dizi icraları arasında belirgin beğeni farklılıkları gözlemlendi. Özellikle, süpürde ney taksimin, bolâhenk ney diziye kıyasla anlamlı ölçüde daha çok beğenildiği görüldü ( $t(19) = 2.498$ ,  $p = 0.022$ ). Benzer şekilde, kız ney taksimi, bolâhenk ney diziye göre anlamlı derecede daha çok beğenilmiştir ( $t(19) = 2.204$ ,  $p = 0.040$ ). Aynı eğilim, mansur ney taksimi için de gözlemlenmiş olup, bunun da beğenisi bolâhenk ney diziye göre anlamlı derecede yüksek bulundu ( $t(19) = 2.449$ ,  $p = 0.024$ ). Bu bulgular, taksim formundaki icraların, diziye kıyasla (özellikle en düşük beğeni puanı alan bolâhenk ney) katılımcılar tarafından daha çok beğenildiğini düşündürmektedir.

Buna ek olarak, dizi icraları kendi içinde incelendiğinde, bolâhenk ney dizi icrasının, mansur ney dizi icrasına göre anlamlı ölçüde daha az beğenildiği tespit edildi ( $t(19) = -3.016$ ,  $p = 0.007$ ). Bu sonuç, ney akordunun ve çalınan uyaranın taksim veya dizi olmasının, dinleyicinin öznel deneyimini ve estetik algısını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Beğeni ölçeği dışında, demografik bilgi formunda katılımcılardan kendi müzikal icralarında tercih ettikleri akortları belirtmeleri istenmiştir. İlgili soruda cevap şıkkı olarak, en sık kullanılan akortlar olduğu için bizim deneyde kullandığımız akortların adları ve “diğer (varsa belirtiniz)” seçenekleri verilmiştir. Katılımcıların 17’si tek seçenek seçerken 3 kişi birden fazla şık işaretlemiştir. Bu tercihler incelendiğinde, katılımcılar arasında belirli akortların daha sık tercih edildiği görüldü. **Tablo 5.**’te özetlendiği üzere, kız ney akordu en sık tercih edilen akort (%40.7) olurken, onu sırasıyla bolâhenk (%22.2) ve süpürde (%22.2) akortları takip etmiştir. Mansur ve şah akortları ise daha az tercih edilenler arasında yer almıştır. Toplamda 27 tercih kaydedilmiş olup, yüzdeler bu toplam üzerinden hesaplandı.

| Akort Türü           | Frekans (Tercih Sayısı) | Yüzde (%) |
|----------------------|-------------------------|-----------|
| Kız                  | 11                      | 40.7%     |
| Bolâhenk             | 6                       | 22.2%     |
| Süpürde              | 6                       | 22.2%     |
| Mansur               | 3                       | 11.1%     |
| Şah                  | 1                       | 3.7%      |
| Toplam Tercih Sayısı | 27                      | 100%      |

**Tablo 5.** Katılımcıların kendi müzikal icralarında tercih ettikleri akortlar.

Ayrıca deneyin ardından katılımcılarımıza deney esnasında kayıtları dinlerken duygu ve düşüncelerinin ne olduğunu sorduk, verdikleri yanıtları **Tablo 6.**’da sunduk.

| No | Katılımcıların Deney Sırasındaki Duygu ve Düşünceleri                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Her dinlemede farklı unsurlar dikkatimi çekti. Tekrar dinlemekten melodi aklıma iyice kazındı. Melodiyi içselleştirdiğim için farklı ahenklerde çalındığında sadece farklı ahenkten çalınmış olmasına odaklanıp bir önceki ahenkle karşılaştırmakta zorlanmadım. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | Taksimi dinlerken makamı bulmaya çalıştım, notaları zihnimde deşifre ettim, ritmik kalıpları düşündüm, hangi akorttaki neyden dinlediğimi düşünmedim. Duygusal olarak aynı taksim olduğu için aynı duyguyu hissettim.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3  | Dinlerken acaba hangi akortta diye düşünüp notaları bulmaya çalıştım. Bazı kayıtlar duygusal olarak daha yumuşak geldi, bazıları daha sert geldi. Makamı bulmaya çalıştım, diyez bemol var mı diye düşündüm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4  | İlk kaydı dinlediğim zaman notaları zihnimde deşifre etmeye çalıştım, ikinci ve üçüncü kayda geçince artık makamın değiştiğini fark edip makamları çözmeye çalıştım, bu daha tiz, bu daha pes şeklinde ayırt etmeye çalıştım. Hangi akorttaki neyden dinlediğimi bulmaya çalıştım, daha pes olanlar daha duygusal hissettirdi. Genel anlamda deney esnasında ruhum dinlendi diyebilirim.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5  | İlk olarak üflenilen neyin peslik ve tizliğine bakarak akordu bulmaya çalıştım. İkinci olarak notaları deşifre etmeye çalıştım. Üçüncü olarak makamı bulmaya çalıştım. Taksimde ritme pek dikkat etmedim, ritmi kabaca duydum ama üstünde durmadım. Açıkçası kayıtları dinlerken duygu ve histen ziyade teknik olarak analiz etmeye çalıştım.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6  | Süprüde ney kız neye göre bana daha huzurlu hissettirdi. Ney kamışı kısaltıldıkça (akort tizleştikçe) daha etkili olduğu kanaatindeyim. Ney ile dizi çalımında tam tersi bir durum söz konusu, bu sefer kız ney gibi uzun kamış neyler (pes akortlu neyler) daha huzurlu hissettirdi. Belirli makam kalıpları içinde yapılan ses kayıtları, ince akortta daha iyi hissettirirken, dizi kayıtlarında kalın akortlar daha güzel bir his uyandırıyor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7  | Önce hangi makam olduğunu, sonrasında hangi ahenkte (akort) olduklarını, daha sonra notalarını düşündüm. Çok dinlendirici bir deneyimdi, aynı zamanda sanki bambaşka bir yerde düşüncelerle insanı baş başa bırakıyor gibi bir his uyandırıyor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8  | Bir müzisyen olarak ister istemez ilk başta notaları deşifre ettim. Sonrasında makamı bulmaya çalışarak dinlemeye devam ettim. Hangi akorttan dinlediğimi bulmaya çalıştım, üstüne dikte yazıyormuşum gibi kendimi hayal etmeye uğraştım dinlerken. Bence ney maneviyat yüklü bir enstrüman, stres azaltıyor ve dinlendirici bir tarafı var sesinin. Akort değiştikçe bence dizinin ve ney sesinin insana hissettirdiği çok farklı oluyor. Mansur'dan dinlediğim dizi kaydı, süprüde'den dinlediğime göre kendinden emin, sert ve vurgulu olarak da ifade edebileceğim şekilde, bana daha huzurlu ve güvende hissettirdi. Ney sesinin rahatlatıcı ve stres azaltıcı etkisi nedeniyle bir süre sonra uykum geldi. Ayrıca yalnızca düz ekrana bakmak ve bir şeyler ile ilgilenmemek de buna etken oldu. |
| 9  | Güzel, keyifli bir deneyimdi. Farklı akorttaki neyler farklı hissiyat uyandırıyor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10 | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11 | Makamı ve seyrin başlayıp bittiği sesi bulmaya çalıştım. Pes akort mutlu, huzurlu hissettirdi. Tiz akortlar rahatsız etti. Ney dinlemekten huzurlu hissettim, taksimi beğendim. Bu ortamda bulunmak hayatı sorgulattı, taksim dinlerken dini duygularım canlandı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12 | Kayıttaki parmak sesini fark edince neyi tutuşunuz gözümde canlandı, görsellerle daha rahat öğrenirim, gördüğümü unutmam. Makamı, notaları, hangi neyden dinlediğimi çözmeye çalıştım, kayıt ederken dikkat ettiklerinizi ve çalarken ne hissettiğinizi düşündüm. Süprüde ve mansur ney dizilerinde nefes sesi fazla.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13 | İlk önce makamı arayıp buldum, solfeji ezberleyip içimden okudum. Bir yerden sonra müzik dışı şeyler düşünmeye başladım. Kız neyden dizi dinlerken boşlukta süzülüyor gibi hissettim. Dinlediklerimi ud'da nasıl çalacağımı düşündüm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14 | Perdeleri ve makamı buldum, notaları ezberlemeye başladım. Seyri zihnimde kurdum, farklı akortlar dikkatimi çekti. Rahatlatıcı bir deneyimdi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15 | Notaları ve makamı düşündüm, makamın perdelerini, seyir karakterini düşündüm. Akort değiştikçe tüm süreç baştan başladı. Taksim rahatlatıcıydı, dizi teknik geldi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | Makamı tespit etmeye çalıştım, notaları düşündüm. Akortların farkı dikkatimi çekti. Neyi çalma görüntüsü, ağız ve nefesi, dizide parmakların kapatılmasını görselleştirdim. Rahatladım, uykum geldi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Önce makamı buldum, çok da zor olmadı Rast olduğu için. Ardından deşifre etmeye çalıştım. Ritmik kalıp basitti zaten. Odak noktam bir sonraki dinleyeceğim kayıtlı kurmam gereken bağlantı olduğu için ilk dinlediğim melodiyi olabildiğince aklımda tutmaya çalıştım, ikincisini dinleyince aralarındaki farkın sadece ton olduğunu anladım. Ondan sonra da yalnızca hangi tonun kulağıma hoş geleceğine odaklandım. Deney bitene kadar da dinleme sırasına göre hoşuma gitmelerine göre zihnimde kodlayıp sıraladım (örneğin 6. kayıt en güzeli, 1. bu gibi). |
| 18 | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 19 | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 20 | İlk notaları buldum, makamı bulmaya çalıştım. Ahenkleri hoş gelip gelmemesine göre değerlendirdim. Bolâhenk taksim bence en etkili olan kayıttı, en çok o hoşuma gitti. Mansur ney daha etkileyiciydi, kız ney çok etkilemedi. Tok sesler bence daha tatmin edici.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Tablo 6.** Katılımcıların deney esnasındaki duygu ve düşünceleri.

Cevap vermeyen üç katılımcımız acil yetişmek durumunda olduklarını ifade ettikleri programları nedeniyle deney biter bitmez ortamdan ayrıldılar. Daha sonra kendileriyle iletişime geçtiyse de detaylı cevap alamadık, yalnızca güzel bir deneyim olduğunu ifade edip teşekkür ettiler. Verilen yanıtların ortak yanlarına kısaca değinecek olursak, katılımcılardan birçoğu notaları zihinlerinde deşifre ettiğini, makamı bulmaya çalıştığını, dinledikleri kayıtlı hangi ney akordundan çalındığını bulmaya çalıştığını ifade etmiştir. Yani, müziği melodik, ritmik ve akort farkı açısından analitik biçimde değerlendirmişlerdir. Yine aynı uyarıyı tekrar tekrar dinlemek sebebiyle iyice ezberlediğini ifade edenler olmuştur, bizce bu durum herkes tarafından ifade edilmese de tüm grup için geçerlidir. Zira aynı 15 saniyelik taksim her bir neyden 10’ar kez tekrar tekrar dinletilmiş, tüm neylerden dinleme 20 dakikadan uzun bir zaman almıştır, diziler için de aynı durum geçerlidir. Bunun yanı sıra deney esnasında dinledikleri taksim ve dizinin hangi akorttan çalındığında daha çok hoşlarına gittiğini değerlendirdiğini ifade edenler olmuştur. Bu kişiler, verdikleri yanıtlardan anladığımız kadarıyla müzikal algısı daha kuvvetli olan bireylerdi. Bunun dışında, pes akortlu neylerin (özellikle mansur) daha huzurlu hissettirdiği, tiz akortlu neylerin ise daha rahatsız edici olduğunu ifade edenler olmuştur. Dinlediği uyarıyı kendi çalgısında çaldığını hayal eden veya kayıtlı dinlenen neyi ve neyzeni gözünde canlandırmaya çalışan katılımcılar olmuştur. Yine genel olarak ney çalgısının çağrıştırdığı dini ve manevi duygulardan bahsedip tüm deney sürecinin huzur verici olduğunu ifade eden katılımcılar olmuştur. Katılımcıların akort tercihlerinde bireysel müzikal tecrübe ve icra eğilimlerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

### 3.3. fNIRS Bulguları

Yapmış olduğumuz analizler neticesinde 5 kanal ve 6 faktörde istatistiksel olarak anlamlı ( $p > 0.05$ ) farklılıklar tespit edildi. Bunlar özet biçimde **Tablo 7.**’de sunulmuştur.

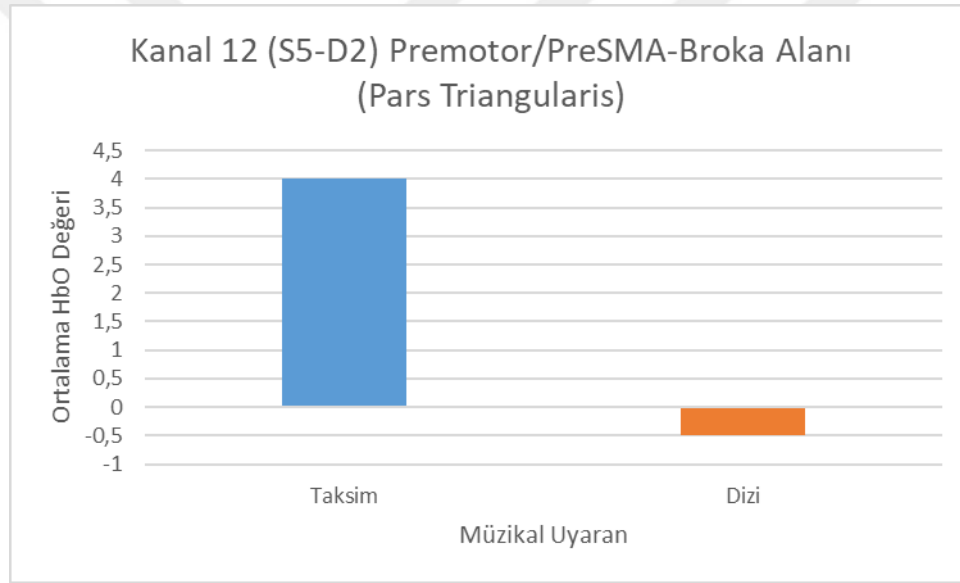
| No | Kanal | Optot Yerleşimi    | Brodmann Bölgesi                                        | Anlamlı Fark Çıkan Faktör(ler) | p-değeri |
|----|-------|--------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1  | 12    | S5-D2 (CFC3–FFC3)  | Sol Premotor/PreSMA – Broka Alanı (Pars Triangularis)   | Taksim–Dizi                    | 0,026    |
| 2  | 13    | S5-D4 (CFC3–CFC5)  | Sol Premotor/PreSMA – Primer Motor Korteks              | Taksim–Dizi                    | 0,043    |
| 3  | 28    | S11-D9 (FFC6–FFC8) | Sağ Broka Alanı (Pars Triangularis) – Temporopolar Alan | Akort farkı                    | 0,021    |



| No | Kanal | Optot Yerleşimi     | Brodmann Bölgesi                                                      | Anlamlı Fark Çıkan Faktör(ler) | p-değeri |
|----|-------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 4  | 28    | S11-D9 (FFC6–FFC8)  | Sağ Broka Alanı (Pars Triangularis) – Temporopolar Alan               | Akort × Taksim-Dizi etkileşimi | 0,026    |
| 5  | 39    | S14-D13 (CCP6–CCP4) | Sağ Primer Somatosensoryel Korteks                                    | Akort × Taksim-Dizi etkileşimi | 0,010    |
| 6  | 43    | S16-D13 (PCP4–CCP4) | Sağ Somatosensoryel Asosiasyon Alanı – Primer Somatosensoryel Korteks | Akort × Taksim-Dizi etkileşimi | 0,033    |

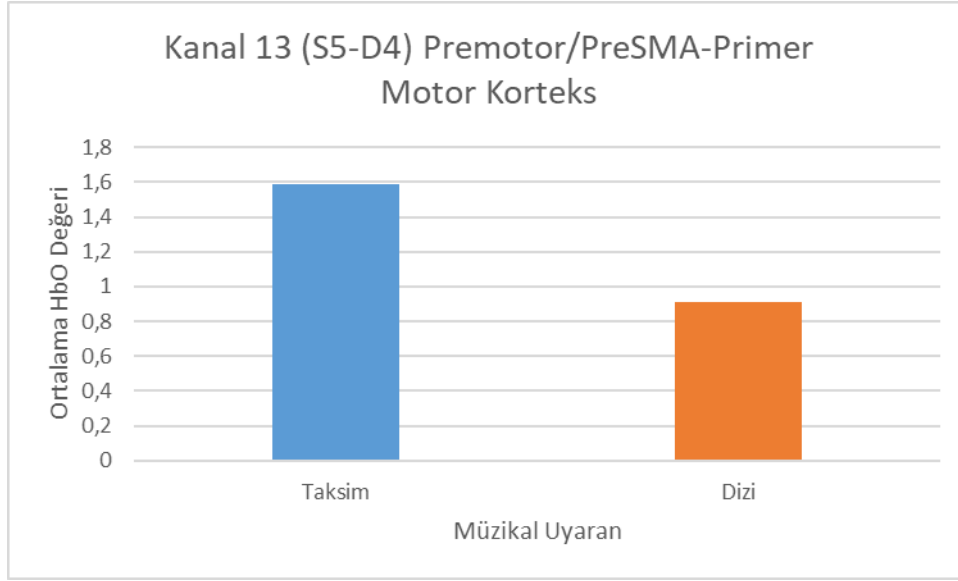
**Tablo 7.** Anlamlı HbO konsantrasyon değişiklikleri beliren bölgeler ve bunlara sebep olan faktörler.

**3.3.1. Bulgu 1:** Sol premotor/preSMA ve broka alanında (pars triangularis) (Kanal 12, detaylar için bkz. **Tablo 2.**) taksim-dizi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $F(1,000, 19,000) = 5,792$ ,  $p = 0,026$ , kısmi eta kare = 0,234). Bu fark incelendiğinde, akort farkı olmaksızın taksim icrasında diziye kıyasla bu bölgede daha yüksek ortalama HbO konsantrasyon değişimi gerçekleştiği gözlemlendi (Taksim: 4,000; Dizi: -0,483). Bulgunun görseli, **Şekil 5.**'de sunulmuştur.



**Şekil 5.** Kanal 12 (S5-D2) Sol Premotor/PreSMA-Broka Alanı (Pars Triangularis) bölgesinde müzikal uyaran türüne göre ortalama HbO değeri.

**3.3.2. Bulgu 2:** Sol premotor/preSMA – primer motor korteks bölgelerinde (Kanal 13, detaylar için bkz. **Tablo 2.**) taksim-dizi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $F(1,000, 19,000) = 4,718$ ,  $p = 0,043$ , kısmi eta kare = 0,199). Bu fark incelendiğinde, akort farkı olmaksızın taksim dinleme esnasında diziye kıyasla daha yüksek ortalama HbO konsantrasyon değişimi gerçekleştiği gözlemlendi (Taksim: 1,587; Dizi: 0,908). Bulgunun görseli **Şekil 6'**da sunulmuştur.

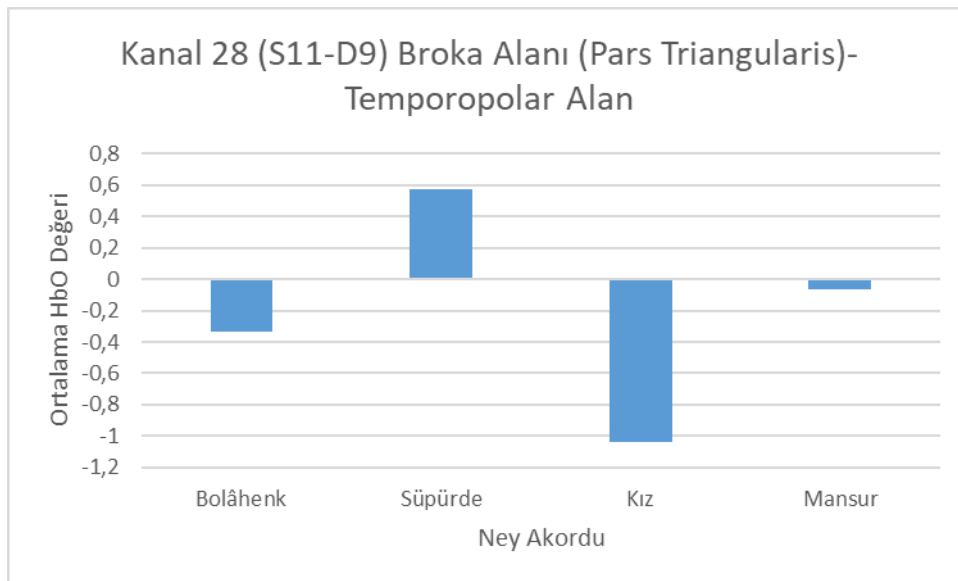


**Şekil 6.** Kanal 13 (S5-D4) Sol Premotor/PreSMA-Primer Motor Korteks bölgesinde müzikal uyarı türüne göre ortalama HbO değeri.

**3.3.3. Bulgu 3:** Sağ broka alanı (pars triangularis) ve temporopolar alanlarda (Kanal 28, detaylar için bkz. **Tablo 2.**) akort farkı faktöründe istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $F(2,859, 54,321) = 3,603$ ,  $p = 0,021$ , kısmi eta kare = 0,159). Bu fark, uyarının taksim veya dizi olması fark etmeksizin ney akortlarının kendi arasında ortaya çıkan farktır.

Buna göre, bolâhenk neyin ortalama HbO konsantrasyon değişimi: -0,336, süpürde neyin ortalama HbO konsantrasyon değişimi: 0,572, kız neyin ortalama HbO konsantrasyon değişimi: -1,038, mansur neyin ortalama HbO konsantrasyon değişimi: -0,063 olarak bulundu.

Yani, ilgili beyin bölgesinde en yüksek aktivasyon süpürde neyde, onun ardından mansur neyde, onun ardından bolâhenk neyde, en düşük aktivasyon ise kız neyde görüldü. İlgili bulguyu görsel olarak incelemek için **Şekil 7**'ye bakılabilir.



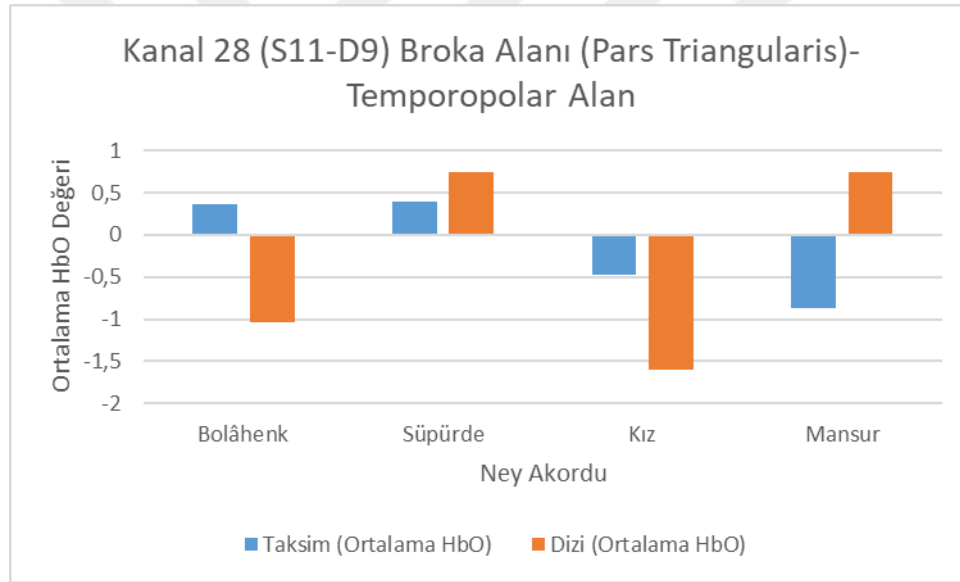
**Şekil 7.** Kanal 28 (S11-D9) Sağ Broka Alanı (Pars Triangularis)-Temporopolar Alan bölgesinde müzikal uyarı türü fark etmeksizin ney akorduna göre ortalama HbO değeri.

**3.3.4. Bulgu 4:** Yine sağ broka alanı (pars triangularis) ve temporopolar alanlarda (Kanal 28, detaylar için bkz. **Tablo 2.**) farklı bir faktörde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $F(2,648, 50,309) = 3,509$ ,  $p = 0,026$ , kısmi eta kare = 0,156). Bu bulguda, ney akordu ve müzikal uyarının taksim veya dizi olmasının etkileşimi faktöründe anlamlı fark bulundu.

Buna göre, taksim formu icra edilirken bu bölgede aktivasyona sebep olan her bir ney akordunun ortalama HbO konsantrasyon değişimi şu şekildedir: bolâhenk ney: 0,368, süpürde ney: 0,401, kız ney: -0,469, mansur ney: -0,873.

Dizi icrasında ise ney akortlarının ortalama HbO konsantrasyon değişimleri şu şekildedir: bolâhenk ney: -1,041, süpürde ney: 0,743, kız ney: -1,608, mansur ney: 0,748.

Yani, hem ney akordu hem taksim-dizi faktörlerinin birbiriyle etkileşmesi neticesinde; en yüksek aktivasyon süpürde ney ile icra edilen dizide, ardından mansur ney ile icra edilen dizide, onun ardından süpürde ney ile icra edilen taksim ve peşinden bolâhenk ney ile icra edilen taksimde gözlemlendi. En düşük aktivasyon ise kız ney ile icra edilen dizide, ardından bolâhenk ney ile icra edilen dizide, bunlardan sonra ise mansur ney ile icra edilen taksim ile kız ney ile icra edilen taksimde çıkmıştır. İlgili farkları görsel olarak incelemek için **Şekil 8**'e bakılabilir.



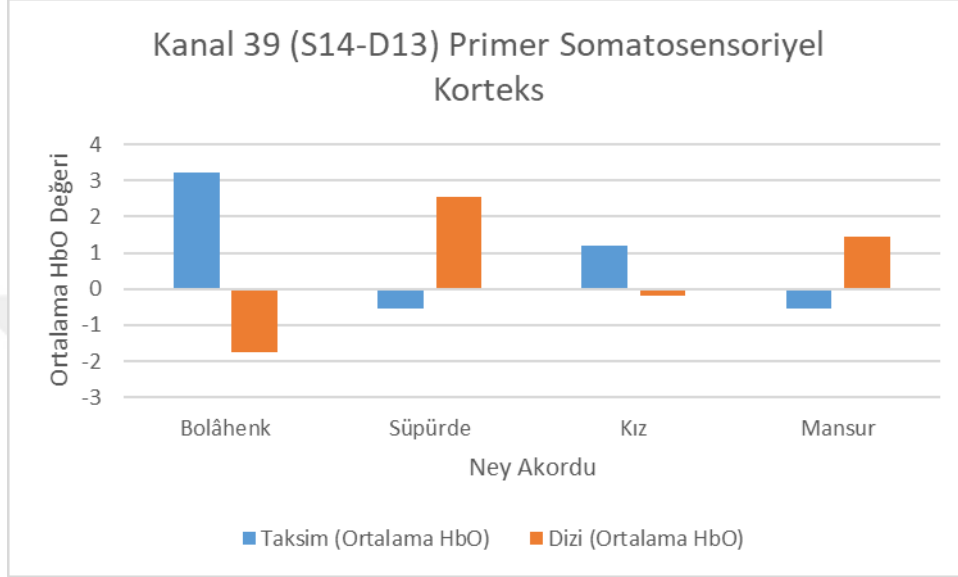
**Şekil 8.** Kanal 28 (S11-D9) Sağ Broka Alanı (Pars Triangularis)-Temporopolar Alan bölgesinde ney akordu ve müzikal uyarın türünün etkileşimi faktörüne göre ortalama HbO değerleri. Mavi çizgi taksim, yeşil çizgi diziyi temsil ediyor. Yatay eksen ney akortları, dikey eksen ise her bir akordun taksim veya dizi icrasında yol açtığı aktivasyonun ortalama HbO değeri görülmektedir.

**3.3.5. Bulgu 5:** Sağ primer somatosensoriyel kortekste (Kanal 39, detaylar için bkz. **Tablo 2.**) bir önceki bulguda olduğu gibi, ney akordu ve taksim-dizi etkileşimi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $F(2,140, 40,656) = 4,972$ ,  $p = 0,010$ , kısmi eta kare = 0,207).

Buna göre, taksim icrasında ney akortlarının sebep olduğu ortalama HbO konsantrasyon değişimleri şu şekildedir: bolâhenk ney: 3,234, süpürde ney: -0,534, kız ney: 1,186, mansur ney: -0,553.

Dizi icrasında ney akortlarının sebep olduğu ortalama HbO konsantrasyon değişimleri ise şu şekildedir: bolâhenk ney: -1,767, süpürde ney: 2,568, kız ney: -0,172, mansur ney: 1,459.

Yani, bu bulguda en yüksek aktivasyon bolâhenk neyle icra edilen taksim sırasında gerçekleşmişken, en düşük aktivasyon yine bolâhenk ney ile icra edilmiş olan dizi icrasında gerçekleşmiştir. Enteresandır, bu bulguda her bir ney akordu, taksim-dizi faktöründe kendi eşi ile ters orantılı faaliyete yol açmıştır. Bolâhenk neyde taksim yüksek faaliyete yol açarken, dizi düşük faaliyete yol açmış; süpürde neyde dizi yüksek faaliyete yol açarken taksim düşük faaliyete yol açmış; kız neyde fark daha düşük olmakla birlikte taksim diziden daha yüksek faaliyete yol açmış; mansur neyde ise dizi taksimden daha yüksek faaliyete yol açmış. Bu gözle görülür anlamlı farkın daha açık anlaşılması için **Şekil 9.**'a göz atılabilir.



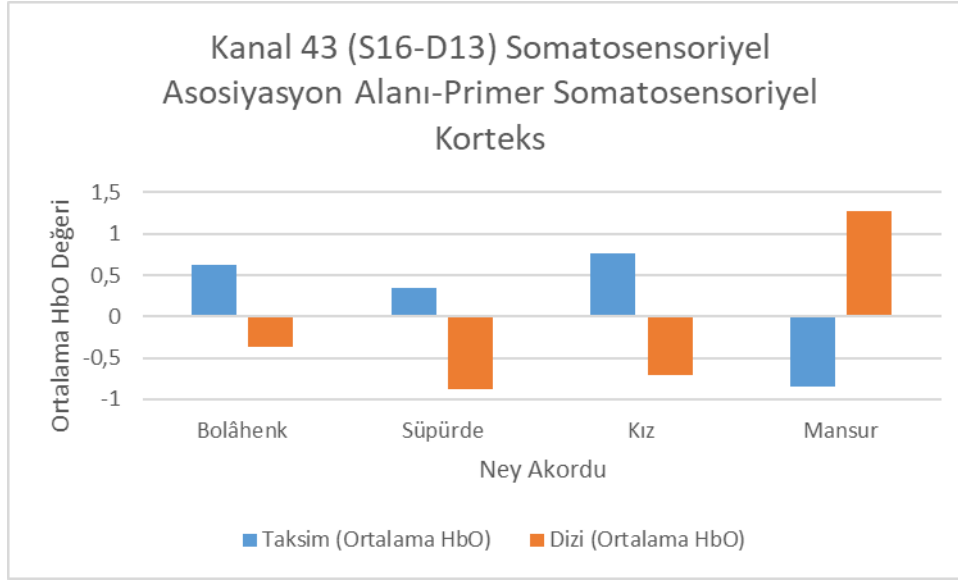
**Şekil 9.** Kanal 39 (S14-D13) Sağ Primer Somatosensoriyel Korteks bölgesinde ney akordu ve müzikal uyarın türünün etkileşimi faktörüne göre ortalama HbO değerleri. Mavi çizgi taksim, yeşil çizgi diziyi temsil ediyor. Yatay eksende ney akortları, dikey eksende ise her bir akordun taksim veya dizi icrasında yol açtığı aktivasyonun ortalama HbO değeri görülmektedir.

**3.3.6. Bulgu 6:** Sağ somatosensoriyel asosiasyon alanı ve primer somatosensoriyel korteks bölgelerinde (Kanal 43, detaylar için bkz. **Tablo 2.**) ney akordu ve taksim-dizi etkileşimi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $F(2,593, 49,260) = 3,318, p = 0,033$ , kısmi eta kare = 0,149).

Buna göre, taksim icrasında ney akortlarının sebep olduğu ortalama HbO konsantrasyon değişimleri şu şekildedir: bolâhenk ney: 0,627, süpürde ney: 0,347, kız ney: 0,761, mansur ney: -0,846.

Dizi icrasında ney akortlarının sebep olduğu ortalama HbO konsantrasyon değişimleri ise şu şekildedir: bolâhenk ney: -0,368, süpürde ney: -0,886, kız ney: -0,702, mansur ney: 1,268.

Bu bulguda, en yüksek faaliyet mansur ney ile icra edilen dizide, en düşük faaliyet ise süpürde ney ile icra edilen dizide meydana gelmiştir. Mansur neyde taksim ve dizi icralarında birbirine zıt aktivasyon gözlemlendi. Bu akordun dışında ise, genel olarak taksim daha yüksek aktivasyona sebep olurken, dizi daha düşük aktivasyona sebep olmuştur. İfademizin daha iyi anlaşılması adına ilgili bulgunun görseli **Şekil 10**'da sunulmuştur.



**Şekil 10.** Kanal 43 (S16-D13) Sağ Somatosensoriyel Asosiasyon Alanı-Primer Somatosensoriyel Korteks bölgesinde ney akordu ve müzikal uyaran türünün etkileşimi faktörüne göre ortalama HbO değerleri. Mavi çizgi taksim, yeşil çizgi diziye temsil ediyor. Yatay eksen ney akortları, dikey eksen ise her bir akordun taksim veya dizi icrasında yol açtığı aktivasyonun ortalama HbO değeri görülmektedir.

## 4. TARTIŞMA

Bu bölümde, çalışmada elde edilen davranışsal ve fNIRS bulgularını, belirlenen araştırma amaçları ve hipotezleri doğrultusunda güncel literatür ışığında değerlendirmeyi amaçlamaktayız.

### 4.1. Davranışsal Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen davranışsal bulgular, katılımcıların farklı ney akortları ve müzikal uyaranlara (taksim-dizi) yönelik öznel beğeni algılarında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, taksim formundaki icraların, dizi icralarına kıyasla genel olarak daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Bu durum, bolâhenk neyle icra edilen diziye kıyasla süpürde ney taksim ( $p = 0,022$ ), kız ney taksim ( $p = 0,040$ ) ve mansur ney taksim ( $p = 0,024$ ) icralarının istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek beğeni puanları almasıyla desteklenmektedir. Yine mansur ney hariç diğer tüm neylerde taksim diziden daha yüksek beğeni alması bu durumu doğrulamaktadır (bkz. **Tablo 4.**).

Bu bulguları birçok boyutta ele almak mümkündür. Türk müziğini icrasında çeşitli sosyal ve siyasal nedenlerle son yüzyılda yaşanan değişimlerin kişilerin dinleme alışkanlıklarında değişikliklere yol açtığını düşünmekteyiz. Ulaşabildiğimiz ilk ses kayıtları taş plak icralarından oluşmaktadır. 20. yüzyılın başlarında yaygınlaşmaya başlayan bu icralarda baskın olarak tiz akortların tercih edildiği bilinmektedir. Bunların çeşitli sebepleri olabilir. Bir çalışmada bu dönemde mikrofon teknolojisinin yaygın kullanılmaması sebebiyle sesi geniş kitlelere duyurabilmek için tiz akortların tercihinin sadece bir zevk meselesi değil, teknik bir zorunluluk olduğu ifade edilmektedir (Birer, Maral 2023: 38). Ancak 1950'ler itibarıyla sahne icracılığında mikrofon kullanımının yaygınlaşması sebebiyle bu teknik zorunluluğun ortadan kalkması neticesinde daha pes akortların da tercih edilmesinin bağlantılı olduğu belirtilmektedir (Birer, Maral 2023: 38). Takip eden süreçte batı müziğinde olduğu gibi Türk müziğinde de armonik alt yapıların kullanılması yaygınlaşmış, Türk makam müziğinde dahi kullanılır olmuştur. Katılımcılarımızın daha pes akortlu neyleri özellikle mansur neyi daha fazla beğenmiş olması bu akorttaki müziğe daha fazla maruz kalmış oldukları için olabilir. Bu açıdan baktığımızda alakasız gelecek olan süpürde ney icrasına da yüksek puan vermiş olmaları ise icra edilen neyin tınısal özelliklerinin daha hoş gelmiş olması sebebiyle olabilir. Yine kendi icralarında kullandıkları akort tercihlerini belirtirken en sık tercih edilen akordun kız ney akordu olmasına rağmen mansur ve süpürde neylerin özellikle taksimde daha yüksek beğeni alması, neylerin tınısal özelliklerinin etkili olduğunu düşündürmektedir (bkz. **Tablo 5.**).

Yaş ilerledikçe kulağın tiz frekanslara karşı zayıflaması şeklinde tezahür eden presbiakuzi adında bir rahatsızlık vardır. Bir çalışmada ileri yaştaki presbiakuzi hastalarına normal ve daha tizleştirilmiş halde caz ve klasik batı müziği dinletilmiştir. Daha tizleşmiş versiyonu dinleyen katılımcıların bu uyaranları dinlemede daha uzun vakit harcaması sonucuna ulaşılmış, bu ise bu frekansların daha zor algılandığı şeklinde yorumlanmıştır (Smith 1998). Ancak deneyimize katılan kişilerin sağlıklı genç yetişkinler olduğunu düşünecek olursak beğeni farklarına bunun etkisinin olmadığı sonucuna rahatlıkla ulaşabiliriz. Bu etkiyi incelemek için ileri yaştaki katılımcı gruplarının test edilmesi gerekmektedir.

Sunduğumuz sebepler ve başka birçok sebep katılımcıların akort beğenisine etki etmiş olabilir. Katılımcıların müzikal tecrübelerinin, dinleme ve icra tercihlerinin burada en önemli etken olduğunu düşünmekteyiz. 6,8,11 ve 20. Katılımcıların **Tablo 6.**'daki duygu-düşüncelerini inceleyecek olursak

hangi akordun nasıl hissettirdiğine dair yorumlarını görebiliriz. Bu yorumlarda baskın olarak pes akortlu neylerin daha huzur verici, tiz akortlu neylerin ise daha uyarıcı veya rahatsız edici olduğu ifadeleri gözlenmiştir. Yine tiz akortlu neylerin daha etkileyici olduğunu ifade edenler de bulunmaktadır, bununla birlikte bu katılımcılar da pes sesli neyleri daha fazla beğendiklerini ifade etmişlerdir. Özellikle 6. katılımcımızın “Süpürde ney kız neye göre bana daha huzurlu hissettirdi. Ney kamışı kısaldıkça (akort tizleştikçe) daha etkili olduğu kanaatindeyim. Ney ile dizi çalımında tam tersi bir durum söz konusu, bu sefer kız ney gibi uzun kamış neyler (pes akortlu neyler) daha huzurlu hissettirdi. Belirli makam kalıpları içinde yapılan ses kayıtları, ince akortta daha iyi hissettirirken, dizi kayıtlarında kalın akortlar daha güzel bir his uyandırıyor.” yorumu, diğer katılımcılar tarafından dillendirilmemiş olsa da farkında olarak veya olmayarak diğerlerinin de hissettiği bir sürece işaret ediyor olabileceğini düşündürmektedir. Netice itibarıyla genel olarak pes akortlu neyler daha çok beğenilmiştir, bunun da pes frekansların sakinleştirici-rahatlatici etkileri ile müzikal icra alışkanlığı ve pes akortlara daha fazla maruz kalmak sebebiyle gerçekleştiğini düşünmekteyiz.

## **4.2. fNIRS Bulgularının Değerlendirilmesi**

### **4.2.1. 1. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sol Premotor/PreSMA – Broka Alanı (Pars Triangularis) (Kanal 12)**

Çalışmamızın ilk bulgusu, Sol premotor/preSMA – broka alanı (pars triangularis) bölgelerinde ortaya çıkmıştır. Burada, ney akortlarının etkisi fark etmeksizin, taksim icrası sırasında diziye göre daha yüksek oranda HbO konsantrasyon değişimi gözlemlenmiştir (Taksim: 4,000; Dizi: -0,483). Bu fark, istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p = 0,026$ ). Bu bulgu, H<sub>1a</sub> alt hipotezimizi desteklemektedir: “Taksim ve dizi dinlenilmesi esnasında belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyonunda değişiklikler meydana gelmektedir.”

İlgili beyin bölgelerinin işlevlerine değinecek olursak, premotor korteks (PM), Brodmann 6 alanını kapsayan bir bölge olup, geleneksel olarak hareket ve eylemlerin hazırlanması ve organize edilmesi işlevleriyle ilişkilendirilmiştir (Schubotz & von Cramon, 2003, s. 120). Suplementer motor alan (SMA) ise motor hazırlıkla ilişkilendirilmektedir (Zarate, 2013, s.7). Broka alanının ise, geleneksel olarak dil üretimi ve dile ait bir işlev olan söz dizimine (sentaks) mahsus bir bölge olduğu kabul edilmekle birlikte, müzikal yapıların işlenmesinde de rol aldığı bulunmuştur (Koelsch vd. 2000; Maess vd. 2001). Literatürdeki bu bulgulardan yola çıkarak, premotor alanın bir eylemi planlama, harekete geçmek için hazırlanma gibi işlevlerin gerçekleştiği alan olarak kabul edebiliriz. Broka alanını ise, dilde söz dizimi, yani bir dilin kelimeler, ifade ve cümlelerini anlamlı yapılar oluşturacak şekilde bir araya getirmede rol almasının yanı sıra; müzikte de notalar, aralıklar, melodi, ritim ve armonileri anlamlı bir bütün haline getirme gibi işlevlerin yerine getirilmesinde önemli bir bölge olarak düşünebiliriz.

Katılımcılardan bazıları deney sürecine dair duygu ve düşüncelerini ifade ederken, “dinlediğim taksimi kendi çalgımda çaldığımı hayal ettim” demiştir. Bu eylemin hayalinin kurulması, fiziksel motor bir işleve hazırlık olarak düşünülebileceğinden dolayı premotor/preSMA bölgelerini faaliyete geçirmiş olabilir. Bu durum, müzik algısı ve motor sistem arasındaki güçlü etkileşimleri vurgulayan işitsel-motor entegrasyon teorileri ile uyumludur (Zatorre vd. 2007). Buna göre, müzik algısı ve üretimi yalnızca işitsel beyin bölgeleri ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda motor sistemle (hareket, planlama ve icra) aktif bir şekilde etkileşim halindedir (Zatorre vd. 2007). Özellikle “kendi çalgısında çalma hayali” ifadesi,

icracının eyleminin zihinsel simülasyonunu öne süren “ayna nöron sistemi teorisi” (Cattaneo, Rizzolatti 2009) bağlamında da değerlendirilebilir. Yine dinlenen taksimin müzikal açıdan analiz edilmesi, ritmik ve melodik olarak anlamlı bir bütün olarak kavranması broka alanını harekete geçirmiş olabilir.

Yine bir başka çalışmada, broka alanının aşına olunan ve hoşlanılan müzikte faaliyete geçtiği bildirilmektedir (Pereira vd. 2011). Bu bulgu, katılımcıların deney ardından doldurdıkları beğeni ölçeğinde genel olarak taksimin diziden daha fazla beğenilmesi verisiyle tutarlıdır. Rock gitar doğaçlamasının beyindeki etkilerini inceleyen bir fNIRS çalışmasında bulgumuzla örtüşen bir bölgenin (Brodmann Area [BA] 45L) yalnızca doğaçlama çalım esnasında aktive olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tachibana vd. 2024). Bu bölge yani BA 45, bulgumuzda çıkan broka alanı olan pars triangularistir. Bu çalışmada çeşitli yaş ve beceri düzeylerindeki gitaristler sabit ölçülü ve doğaçlama gitar çalım esnasında fNIRS çekimine tabi tutulmuşlardır. Öznel hisler, yaş, çalınan eserin zorluğu, beceri düzeyi ve müzikal eğitim süresi fark etmeksizin, doğaçlama çalım esnasında istisnasız hepsinde bu bölge aktif olmuştur. Nitekim bulgumuzda da sabit ölçülü olarak çalınmış olan (sabit ritmik aralıklarla önce çıkan ardından inen) dizinin dinlenilmesi esnasında bu bölgedeki faaliyet azalırken taksimin dinlenilmesi esnasında artmıştır. Katılımcılarımızın çalgılarında doğaçlama bir form olan taksimi icra etmek yerine pasif bir şekilde ney taksimi dinliyor olmalarına rağmen bu bölgenin aktive olması önemli bir bulgudur. Bu ise, bu bölgenin doğaçlama müziğin yalnızca fiilen icra edilmesi değil, pasif bir şekilde dinlenilmesi esnasında da aktive olması anlamına gelmektedir. Bu durum, müziğin pasif algısının bile beyinde potansiyel motor planlama veya içsel simülasyon (çalma hayali gibi) süreçlerini tetikleyebileceğine işaret etmektedir.

#### **4.2.2. 2. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sol Premotor/PreSMA – Primer Motor Korteks (Kanal 13)**

Sol premotor/preSMA – primer motor korteks bölgelerinde taksim-dizi farkı faktöründe istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p = 0,043$ ). Bu bulgu da  $H_1$ a alt hipotezimizi desteklemektedir. Yapılan incelemede, akort farkı olmaksızın taksim dinleme esnasında diziye kıyasla bu bölgede daha yüksek oranda HbO konsantrasyon değişimi gözlemlenmiştir (Taksim: 1,587; Dizi: 0,908) (bkz. **Şekil 6.**).

Bu bulgumuz da birinci bulgu ile aynı faktörün etkisine dayanmakta olup, taksimin diziden daha fazla aktivasyona yol açtığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, ilk bulgudan farklı olarak Kanal 13'teki aktivasyonun, sol premotor/preSMA alanlarının yanı sıra primer motor korteksi kapsamı dikkat çekicidir. Pearson (2000), frontal lobun presantral girusunda bulunan primer motor korteksin istemli hareketlerin doğrudan yürütülmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir (akt. Bhattacharjee vd. 2021). İlgili bölgenin fonksiyonları üzerine yapılan bir derleme çalışmasında bu bölgenin yalnızca motor hareketlerin yürütülmesinden sorumlu olmadığı, öğrenmede ve öğrenilen hareketin pratiğinin yapılmasıyla da faaliyete geçtiği ve bu pratikle birlikte gelişme gösterdiği ifade edilmekte, özellikle müzisyenlerde bu bölgenin sık kullanım sebebiyle daha gelişmiş olduğu bildirilmektedir (Bhattacharjee vd. 2021: 262). İlgili bölgeyi ele alan bir başka derleme çalışmasında primer motor korteksin harekete geçmek için uyarıcı yahut hareketi baskılayıcı fonksiyonlarının olduğu, bölgenin direkt olarak omurga devrelerine bağlı olduğu, bir faaliyeti gözlemlerken aktif durumda olduğu ve bu sebeple ayna nöronlar olarak da sınıflandırıldığı bildirilmektedir (Gordon vd. 2018: 11).



Müzik akademisi öğrencilerine yapılan bir fMRI çalışmasında öğrencilere hem piyano çaldırılmış hem de piyano çalma hayali kurmaları istenmiş. Piyano çalarken aktive olan primer motor korteks, çalma hayali kurduklarında faaliyete geçmemiş (Meister vd. 2004). Buna karşın MEG yöntemi ile yapılan bir çalışmada piyanistlere ve piyanist olmayanlara piyano eserleri dinletilmesi esnasında piyanistlerde primer motor korteksin aktive olduğu bildirilmiştir (Haueisen, Knösche 2001).

Bu çalışmaların bulgularından yola çıkarak müzisyenlerde motor bölgelerin daha gelişmiş olduğunu ve çalma veya dinleme esnasında faaliyete geçtiğini söyleyebiliriz. Katılımcılarımızın üniversite son sınıf Türk müziği öğrencileri olduklarını hesaba katarsak ulaştığımız bulguların literatürle uyumlu olduğunu ifade edebiliriz. Farklı akortlardaki neylerden dinlenen Rast taksim ve disizi esnasında motor bölgelerin faaliyete geçmesi, kendileri de müzisyen olan ve bu müziğin öğrenimi sırasında taksim yapmayı ve tabii olarak dizi çalmayı öğrenen öğrencilerin dinleme esnasında müziği özümlediğini ortaya koyar. İlk dinleyişte yeni bir melodinin analiz edilmesi, notaların zihinde dikte edilmesi, makamsal analizinin yapılması, ardından kendi çalgılarında icra etme hayalinin kurulması bazı katılımcılardan teyidini aldığımız bir zihinsel akışı temsil ediyor olabilir (bkz. **Tablo 6.**). Her ne kadar taksim yapmak öğrenmesi uzun süren karmaşık bir görev olsa da elde ettiğimiz bulgular katılımcılarımızın grup ortalamasının analiz sonuçlarından meydana geldiği için çoğunluğun bu beceri ile belli bir düzeyde iştigal ettiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla katılımcılarımızın dinlemiş olduğu makamsal yapıyı anladığı, gerekli müzikal yetkinliğe ulaşmış olduğunu düşünebiliriz.

Dizi yerine taksimin daha yüksek aktiviteye sebep olmasına gelecek olursak, bir çalışmada senfonik müzik ile müzikal yapısı (ritmik ve melodik) bozulmuş anlamsız sesler kıyaslanmış. Müzisyen olmayan katılımcıların katıldığı deneyde fMRI yöntemi kullanılmış, sonuçta doğal müzik işitsel kortekslerden motor kortekslere kadar normal bir şekilde işlenmişken bozulmuş müzik beyin tarafından müzik olarak algılanmadığı için normalde müziği işlemede kullanan ağlar üzerinde aynı şekilde işlenmemiş (Abrams vd., 2013). Her ne kadar kullandığımız dizi müzikal olarak ritmik ve melodik açıdan müzik sayılabilirse de, insanların müzik dinleme alışkanlıkları arasında açıp bir Rast dizisini dinlemek gibi bir adeti olduğunu sanmıyoruz. Ancak herhangi bir formda herhangi bir eser dinlenildiği gibi taksim dinlemek veya icra etmek de müzisyenlerin sıkça gerçekleştirdiği bir eylemdir. Beğeni ölçeği sonuçlarında taksimin daha fazla beğenildiğini de ele alacak olursak, taksim dinlemek ve icra etmenin katılımcılar arasında daha fazla hoş giden bir eylem olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla taksim icrasının motor bölgelerde daha fazla aktivasyona yol açması bu eylemin gerçekleştirilmesinin daha fazla arzulanması sebebiyle gerçekleşmiş olabilir.

#### **4.2.3. 3. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Broka Alanı – Temporopolar Alan (Kanal 28)**

Sağ broka alanı – temporopolar alan bölgelerinde ney akordu faktöründe istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p = 0,021$ ). Bu bulgu,  $H_1b$  alt hipotezimizi desteklemektedir: “Dinlenen Rast taksim ve dizide ney akortlarının (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) belirli beyin bölgelerinde meydana getirdiği oksihemoglobin konsantrasyon düzeyleri farklıdır.”. Uyarının taksim veya dizi olması fark etmeksizin gözlemlenen bu farkta, ortalama HbO konsantrasyon değişimleri sırasıyla süpürde neyde en yüksek (0,572), ardından mansur neyde (-0,063), bolâhenk neyde (-0,336) ve en düşük olarak kız neyde (-1,038) gerçekleşmiştir (bkz. **Şekil 7.**).

Bu bulgu, tezimizin ana konusu olan farklı akortlarla gerçekleştirilen icranın beyinde farklılıklara yol açmasını destekler niteliktedir. Böylelikle ana hipotezimiz olan “Makamsal müzik öğelerinin farklı ney akortlarıyla icra edilmesi belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyon oranlarında farklılıklara sebep olur.” ve H1b alt hipotezimiz bu bulguyla doğrulanmış sayılabilir. Önceki bulguları değerlendirirken broka alanının konuşmada ve müzikte anlamlı yapıların kurulmasında önemli bir rolü olduğunu literatürdeki kanıtlarıyla birlikte sunmuştuk. 28. kanalda broka alanıyla birlikte faaliyete geçen temporopolar alan ise birçok işlevi olan ve müziğin işlenmesinde kritik görevleri olan bir alandır.

Temporopolar alan özellikle sağ yarıkürede yüz tanıma, figür analizi gibi görsel karmaşık görevlerin, sosyal biliş, duygu işleme, empati ve içgörü gibi sosyal işlevlerin, otobiyografik hafıza, anlam temsili gibi bir çok işlevin gerçekleştirildiği beyin bölgesidir (Herlin vd. 2021: 6). Özellikle işitsel verilerin işlenmesinde kritik fonksiyonları vardır. Peretz ve Zatorre (2005) tarafından gerçekleştirilen müziğin beyindeki işleyiş organizasyonunu ele alan derleme çalışmasında bölgeye dair birçok önemli bulgu sunulmuştur. İlgili alan, uzun süreli hafıza için de kritik bir bölgedir, buranın zarar görmesi veya bir zorunluluk durumunda alınması neticesinde kişilerin melodi öğrenmesinde ve algılamasında eksiklikler saptanmıştır (Peretz, Zatorre 2005: 97). 3 ve 4. bulguda burada meydana gelen faaliyet genel olarak dinlenen müzikal uyaranların ezberlenmesiyle ilgili gibi görünmektedir. Yine sağ taraftaki temporal lobun alınması durumunda melodi işleme etkilenirken, sol taraftaki lobun alınması durumunda ritmik işleme etkilenmektedir (Peretz, Zatorre 2005: 100). Sağ oksipital-temporal bölgenin nota deşifre etmede önemli rolleri olduğu bildirilmektedir (Peretz, Zatorre 2005: 101). Bir diğer derleme çalışmasında müzik dinleme esnasında temporal korteks ve premotor kortekste uzun süreli çalgı eğitimi gören müzisyenlerde müzisyen olmayanlara kıyasla daha fazla faaliyet görüldüğü bildirilmektedir (Ding vd. 2024: 2). Yine kişilerin hoşlandığı bir müziği dinlemeleri sırasında temporal lobun PFC ve oksipital lobla birlikte aktive olduğu bildirilmektedir (Ding vd. 2024: 12). Başka bir çalışmada melodi ve perde işlemenin baskın olarak sağ yarıkürede gerçekleşmekte olduğu ve sağ temporal lobun zarar görmesi durumunda perde ve tını algısının olumsuz etkilendiği bildirilmektedir (Auzou vd. 1995: 25). Duygu çalışmalarında sağ temporal bölgenin olumsuz duygularda faaliyete geçtiği, müzikal beklenti ihlali gerçekleştiğinde veya yeni bir müzikal uyaran girdisi söz konusu olduğunda da yine bu bölgenin aktive olduğu bildirilmektedir (Koelsch vd. 2006; Flores-Gutiérrez vd. 2007).

Literatürdeki bulgular ışığında temporal bölgenin melodi, perde ve ritim gibi müzikal unsurların işlenmesinde önemli bir rolü olduğunu söyleyebiliriz. Çalışmamıza benzer bir çalışmada aynı melodinin önce esas tonunda ardından transpoze edildiği tonlarda çalımının beyindeki etkileri incelenmiş, orijinal melodinin ardından transpoze edilmiş melodinin dinlenmesi esnasında sağ süperior temporal girus ve sol medial temporal girusta faaliyet kümeleri tespit edilmiştir (Han & Hsieh, 2024). Çalışmanın odak noktası beyin transpoze edilmiş uyaranlara adapte olup onu aynı melodi olarak anlamlandırmasının incelenmesidir, bu ise tolerans kavramıyla ele alınmıştır. Bu durum çalışmamızla benzerlik arz etmektedir. Çalışmamızda birbirinin aynı olan melodik yapılar dört farklı akorttan dinletilmiştir. 2 numaralı katılımcımızın “duygusal olarak aynı taksim olduğu için aynı duyguyu hissettim” ifadeleri de bu durumu destekler niteliktedir (bkz. **Tablo 6.**). Yine ilgili bölgenin duygu işleme görevi de olduğunu ifade etmeliyiz.

Literatür değerlendirmemizde değindiğimiz bir fMRI çalışmasında müzisyen olan ve olmayan bireylerin transpoze edilmiş melodileri dinlemesi esnasında intraparyetal sulkus bölgesi aktive olmuştur. Çalışmada bu bölgenin müzikal olarak özellikle transpozisyon işleminin algılanması esnasında faaliyete

geçtiği bildirilmektedir (Foster, Zatorre 2010). Her ne kadar bulgumuzda bu bölge yer almasa da ilgili bölge temporal bölgeye yakın bir konumda bulunmaktadır. Korteks yüzeyinde yer almakla birlikte bir oyuk olan intraparyetal sulkusun derin bölgeleri fNIRS'ın görüntüleme kapasitesini aşmış olma ihtimali dolayısıyla görüntülenememiş olabilir. Çeşitli tür müziklerde profesyonel olan kişilerin deneye alındığı bir çalışmada caz müzisyenleri transpoze edilmiş müziği algılamada daha başarılı olmuşlar (Tervaniemi vd. 2016). Bu bulgudan yola çıkarak kişilerin daha fazla iştiğal ettiği alanlarda daha başarılı olduklarını söyleyebiliriz. Türk müziği icracılarının da caz müzisyenlerinde olduğu gibi, doğaçlama (taksim) ve transpozisyonla içli dışlı oldukları bilinmektedir. Dolayısıyla broka alanı gibi bazı çalışmalarda yalnızca doğaçlama müzik esnasında aktive olan alanlar ve müziğimizin icrası için gerekli olan becerilerin öğrenilip uygulanması neticesinde belli beyin bölgelerinde daha fazla gelişim gerçekleşmiş olabilir. Müzisyen olan ve olmayan kişilerin beyin yapılarının anatomik olarak farklı olduğu, gri ve beyaz madde gibi yapıların ve müziğin işlenmesinde aktif rol oynayan bölgelerin müzisyenlerde daha fazla gelişmiş olduğu literatürde kayıtlıdır (Zatorre vd. 1998; Zatorre 2001; Gaser, Schlaug 2003). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada 6 yaşında müzik eğitimi alan ve almayan çocuklar deneye alınıp iki sene boyunca takip edilmiş, iki sene sonucunda müzik eğitimi alan çocukların beyinlerinde özellikle sağ ve sol posterior süperior temporal girusta kortikal kalınlığın daha gelişmiş olduğu belirlenmiş (Habibi vd. 2018).

Sunmuş olduğumuz bulgulara dayanarak bulgumuzu değerlendirecek olursak, doğaçlama müzik esnasında faaliyete geçen broka alanının ve melodi işlemede önemli bir rolü olan temporel alanın sunduğumuz uyarıların dinlenilmesi esnasında faaliyete geçmesi literatürle uyumludur. Farklı akorttaki neylerden dinlenen uyarıların farklı HbO konsantrasyon değişimlerine sebep olması ise tartışma konusudur. Literatürdeki bulgular melodinin beyinde algılanmasının, perdelerin tek tek değerlendirilmesi şeklinde değil de bir bütün halinde algılandığı görüşünü destekler niteliktedir. Türk müziği öğrencilerinin aşına olduğu bir müzikal uyarı, Rast makamındaki taksim ve diziyi dinlerken akort farklılıkları beyinde farklı faaliyetler meydana getirmiştir. En yüksek aktivite süpürde neyden dinlenen uyarılarda, en düşük aktivite ise kız neyden dinlenen uyarıya gözlenmiştir. Bu durum beğeni ölçeğindeki verilere dayanarak da yorumlanabilir. Süpürde neyden dinlenen taksim, kız neyden dinlenen taksimden daha fazla beğenilmiştir. Bunun aksine, süpürde neyden dinlenen dizi icrası, kız neyden dinlenen dizi icrasında göre daha az beğenilmiştir. Bu faaliyet farkı, taksim icrasının beyinde daha anlamlı olarak algılanmış olması ihtimaliyle gerçekleşmiş olabilir. Başvurabileceğimiz bir diğer ihtimal katılımcıların kendi icralarında tercih ettikleri akortlardır ki burada da ters bir bağlantı ortaya çıkmaktadır, kız ney akordunu icralarında kullandığını belirten 11 katılımcı varken süpürde akordunu yalnızca 6 kişi icralarında kullandığını belirtmiştir. Burada aşına olunan, daha sık maruz kalınan kız ney akordunun daha düşük faaliyete sebep olması, daha fazla meşgul olunan işlevler için beynin daha az efor sarf etmeye ihtiyaç duymasıyla bağlantılı görünmektedir (Lotze vd. 2003). Bunun dışında kişilerin dinledikleri Türk müziği icralarında daha fazla süpürde akordundaki icralara maruz kalmış olma ihtimallerini düşünecek olursak bu da çok olası gelmemekte, zira kız ney akordu özellikle korolar gibi topluluk icralarında veya çalgı öğretiminde daha sık tercih edilmektedir. Bununla birlikte katılımcılarımız üniversite öğrencisi olduğu için koro icralarını da çok dinlemiyor olabilirler, dinleme tercihlerini sormamış olmamız da çalışmamızın bir sınırlılığını teşkil etmektedir. Yine icra edilen neylerin akort farkı dışında tınısal farklılıkları da bu sonucu tetiklemiş olabilir. Zira bir katılımcımız süpürde ve mansur ney icralarında nefes sesinin daha fazla geldiğini ifade etmişti (bkz. **Tablo 6.**). Süpürde neyden dinlenen taksimin kız neyden dinlenilene göre daha fazla beğenilmiş olmasının bu

faaliyet farkına sebebiyet vermiş olması mümkün olabilir. Ancak, kız ney akordunun daha sık tercih edilmiş olması ve beynin aşına olunan uyarana daha düşük tepki vermesi bulgusuyla örtüşen kız neyin daha düşük faaliyete yol açması daha sağlam bir ihtimal olarak düşünülmektedir. Yine süpürde neyden dinlenilen uyarınların daha yüksek faaliyete yol açması, bunun katılımcılar için daha az alışıldık, daha yeni bir uyarın sayılması sebebiyle de gerçekleşmiş olabilir.

#### **4.2.4. 4. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Broka Alanı – Temporopolar Alan (Kanal 28)**

3. bulgu ile aynı bölgede (kanal 28) ney akordu ve taksim-dizi uyarınlarının etkileşimi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $p = 0,026$ ). Bu bulgu, H<sub>1b</sub>, H<sub>1c</sub> (Rast taksimin farklı ney akortlarından (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) dinlenilmesi belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyonunda değişikliklere sebep olmaktadır.) ve H<sub>1d</sub> (Rast dizinin farklı ney akortlarından (bolâhenk, süpürde, kız, mansur) dinlenilmesi belirli beyin bölgelerinde oksihemoglobin konsantrasyonunda değişikliklere sebep olmaktadır.) alt hipotezimizlerimizi desteklemektedir. Bu etkileşimde, taksim ve dizi icralarındaki ney akortlarının ortalama HbO konsantrasyon değişimleri farklılık göstermiştir. Taksimde bolâhenk (0,368) ve süpürde (0,401) daha yüksek aktivasyona yol açarken, kız (-0,469) ve mansur (-0,873) daha düşük aktivasyona sebep olmuştur. Dizi icrasında ise süpürde (0,743) ve mansur (0,748) daha yüksek, bolâhenk (-1,041) ve kız (-1,608) daha düşük aktivasyon sergilemiştir. En yüksek aktivasyon süpürde ney dizi, en düşük aktivasyon ise kız ney dizi icralarında gözlemlenmiştir (bkz. **Şekil 8.**).

3. bulgunun değerlendirilmesinde ilgili bölgelerin genel ve müzikal işlevleriyle ilgili bulgular sunulmuştur. Bu bulguda önceki bulgumuzdaki ney akortlarının aynı bölgelerde farklı HbO konsantrasyon değişikliklerine sebep olmasının yanı sıra taksim ve dizi dinlenilmesi sırasında her bir akortta farklı aktivasyon oranları gözlenmiştir. En yüksek faaliyet süpürde ve mansur neyden dinlenilen dizi esnasında, en düşük faaliyet ise kız neyden dinlenilen dizi esnasında gerçekleşmiştir. Kız neyden dinlenilen dizinin süpürde neyden dinlenilene göre daha fazla beğenildiğini düşünecek olursak, meydana gelen bu aktivasyon farkının beğenme sebebiyle gerçekleşmemiş olduğunu düşünebiliriz. Nitekim belli bölgelerdeki faaliyetin artması veya azalmasını birçok faktör tetikleyebilir. Profesyonel ve amatör kemancıların istihdam edildiği bir deneyde icra esnasında profesyonel kemancıların motor bölgelerinin daha az aktive olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak ise kazanılan tecrübe neticesinde melek haline gelen bu işlemin çok fazla efor gerektirmemesi ve bu enerjinin verimlilik için ilgili faaliyetin gerçekleşmesinde kullanılan diğer kaynaklara aktarıldığı düşünülmektedir (Lotze vd. 2003). Bundan hareketle, sıklıkla gerçekleştirilen veya kolay gelen eylemler için beynin daha az efor sarfetmekte olduğunu düşünebiliriz. Buna karşın kişinin ilk defa duyduğu ‘yeni’ uyarınlar veya rahatsız edici uyarınlar daha fazla faaliyete sebep olabilmektedir. Müziğin kelime öğrenme ve hatırlama görevlerine sağladığı katkıyı araştıran bir çalışmada müzikli koşulda PFC faaliyeti azalmış, kelime ezberleme ve hatırlamada performans artmış, bu ise müziğin rahatlatıcı ve duyguları regüle edici bir etkisi olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Ferreri vd. 2014). Bazı katılımcılarımız tiz sesli neyleri rahatsız edici, pes sesli neyleri özellikle mansuru rahatlatıcı olarak tanımlarken, bir katılımcımız bolâhenk neyden dinlediği taksim için en çok beğendiğinin bu olduğunu, daha etkileyici olduğunu ifade etmiştir. Elbette bu yorumlar ve hisler her bir katılımcı için özeldir. Bununla birlikte mansur neyin en çok beğenilen ney olması ve birden fazla katılımcının yorumuyla rahatlatıcı etki bırakması bu bulgularımızı yorumlayabilmek için önemli bir referans noktası teşkil etmekte. Özellikle mansur ney dizi 10 üzerinden

8.20 puan alarak 8 uyararı içinde en çok beğenileni olmuştur. Bu bulguda da mansur ney dizi en yüksek HbO konsantrasyon oranına sahip uyararı olmuş, onun ardından süpürde ney dizi gelmektedir. Onun ardından ise bu bulguda taksim icrasında en yüksek faaliyete sebep olan yine süpürde ney taksim olmuştur, bu da mansur ney diziden sonra 10 üzerinden 8 puanla en yüksek beğeni alan üçüncü uyarardır. Bu verilerden yola çıkarak bir yorum yapacak olursak bu yüksek beğeni alan uyararların beğeni sebebiyle yüksek faaliyete yol açtığını söyleyebiliriz ancak en yüksek ikinci beğeni puanını alan mansur ney taksimi bu bölgede taksim yapılan diğer neylere kıyasla en düşük faaliyete yol açan uyararı olmuştur. Bolâhenk ney taksimin yüksek faaliyete yol açması tiz karakterli uyarıcı frekansları nedeniyle, mansur ney taksimin daha düşük faaliyete yol açması birkaç cümle evvel bahsedilen rahatlatıcı duyguları tetikleyen sakin ve dingin karakteri nedeniyle olabilir. Farklı neylerle icra edilen dizinin her bir akortta neden olduğu faaliyet örüntüsü daha dengesiz bir yapı sergilerken (akort tizden pese doğru giderken bir yüksek, bir düşük faaliyete yol açması bkz. **Şekil 8.**) taksimde daha kararlı bir örüntü gözlenmiştir (akort tizden pese doğru giderken faaliyette kademeli düşüş). Sağ broka alanı ve sağ temporopolar bölge müzik işlemede anlamlı yapı kurulumunda, perde ve tınıyı ayırt etmede, uzun süreli melodik hafızada rol oynayan bölgelerdir. Taksim gibi pratik olarak müzikte kullanılan, anlamlı bir melodik bütünü teşkil eden müzikal uyarıya akort pesleştikçe faaliyetin azalması kanaatimizce katılımcıların bu akortlara daha aşina olması sebebiyledir. Bir katılımcımız dizi icrası için “teknik geldi” tabirini kullanmıştır. Gerçekten de dizi icrası teknik çalışma dışında müzisyenlerin karşısına pek çıkmaz. Dizinin bir duygulanmaya sebep olduğuna da tesadüf edilmiş olmadığını düşünmekteyiz. Müziğin beyinde aktive ettiği bölgelerin eş zamanlı çalışan işlevsel bir ağ olduğunu düşünecek olursak, taksim dinlenilmesi esnasında duygusal bölgelerin de faaliyete geçtiğini ifade edebiliriz. Dolayısıyla daha anlamlı bir bütün olan ve alışlageldik dinleme pratikleri arasında bulunan taksimde beyin (broka alanı) bu uyarıyı daha müzikal, daha anlamlı olarak anlamlandırmış olabilir. Yine duygularla da ilgili olan temporal bölgedeki bu aktivasyon, akortların duygusal tesirlerini yansıtır olabilir. Dizide ise bu faaliyet farkı bunun duygulara ve zevklere hitap etmeyen, yalnızca teknik bir çalışma olarak algılanması sebebiyle gerçekleşmiş olabilir. Taksimdeki akort pesleştikçe düzenli giden faaliyet azalması, pes akortlu neylerin daha rahatlatıcı olarak yorumlanması veya katılımcıların bu akortlara daha aşina oldukları için tecrübeleri nedeniyle daha az bilişsel efor sarfetmesiyle veya her iki durumun da eş zamanlı olarak gerçekleşmiş olmasıyla açıklanabilir. Kız ney dizideki en düşük faaliyet yine bu akorda olan icra alışkanlığı sebebiyle tetiklenmiş olabilir.

#### **4.2.5. 5. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Primer Somatosensoriyel Korteks (Kanal 39)**

Sağ primer somatosensoriyel korteks bölgesinde ney akordu ve taksim ile dizinin etkileşimi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p = 0,010$ ). Bu bulgu da, H<sub>1b</sub>, H<sub>1c</sub> ve H<sub>1d</sub> alt hipotezlerimizi desteklemektedir. Gözlemlenen etkileşimde, bolâhenk neyde taksim (3,234) yüksek aktivasyona yol açarken, dizi (-1,767) düşük aktivasyona yol açmış; süpürde neyde dizi (2,568) yüksek, taksim (-0,534) düşük aktivasyona yol açmış; kız neyde taksim (1,186) diziden (-0,172) daha yüksek faaliyete yol açmış; mansur neyde ise dizi (1,459) taksimden (-0,553) daha yüksek faaliyete yol açmıştır. En yüksek aktivasyon bolâhenk ney taksim, en düşük aktivasyon ise bolâhenk ney dizi icralarında gerçekleşmiştir (bkz. **Şekil 9.**).

Primer somatosensoriyel korteks (S1), vücuttan gelen duyuşal girdilerin (afferent) işlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda, beceri gerektiren hareketlerin gerçekleştirilmesi için gerekli olan

duyusal ve motor sinyallerin entegrasyonuna da katkıda bulunur (Borich vd. 2015). Yani dokunma, sıcaklık, titreşim, basınç, ağrı, vücut pozisyonu gibi duysal hislerimizin anlamlandırılmasında, duyuların motor hareketlerle entegre edilip örneğin bir çalgının çalınmasında önemli bir rolü vardır. Somatosensoriyel asosiyasyon alanı (S2), primer somatosensoriyel korteks ve talamustan gelen girdileri alır, objeleri dokunarak tanıma, dokunsal hatıraların saklanması, duyuların (dokunma, acı vs.) duygusal anlamını işleme gibi görevlerde rol alır (Guy-Evans 2025). Primer somatosensoriyel korteks ve somatosensoriyel asosiyasyon alanı paryetal lobda bulunur.

Farklı çalgı icra etmenin, örneğin trompet ve piyano icracılarının beyinlerinde ilgili bölgede farklı faaliyet örüntüleri olduğu bildirilmektedir (Gebel vd. 2013). Enstrüman çalmak dokunma duyusu ile bağlantılı bir fiildir ve direkt olarak anılan beyin bölgelerinde faaliyete yol açmaktadır. Motor bölgelerin aktivasyonunu yukarıda tartışmıştık, uyarıların dinlenilmesi esnasında katılımcılar tarafından bir çalgı çalınmamasına rağmen motor bölgelerin aktive olmasına benzer şekilde duysal bölgelerde de faaliyet gerçekleşmiştir. Katılımcılarımızdan bir ud öğrencisi dinlediği uyarıyı udunda çaldığını hayal ettiğini söylemişti. Diğer katılımcılarımızın da birer çalgı öğrencisi olduğunu düşünecek olursak diğerlerinin de bu hayali kurmuş olduğunu varsayabiliriz. Bu durum ilgili bölgenin aktive olmasının muhtemel sebeplerinden birisi olabilir. Yukarıda bahsettiğimiz ayna nöron teorisi bağlamında, motor hareketlerin izlenmesi (veya dinlenilmesi) esnasında beyinde bir simülasyon meydana gelmektedir. Bu motor simülasyonun hayali esnasında katılımcıların kendi çalgılarını bedensel ve duysal (duruş, tutuş ve dokunma) olarak canlandırmaları bu faaliyete yol açmış olabilir. Yine benzer şekilde bazı katılımcılar kayıtları dinlerken neyi ve neyzeni gözünde canlandırıldığını ifade etmişti (bkz **Tablo 6.**). Bu durum, bunu ifade edenlerin dışında diğer katılımcılar tarafından da gerçekleştirilmiş olabilir. Bu ise kişileri kendini ney icra edenin yerine koyup zihinlerinde ney üfleme hayali kurmalarına neden olmuş olabilir, böylece neye dokunma, başpareyi dudağa götürme gibi hayaller zihinlerde canlanmış olabilir, bu da bu bölgedeki faaliyete yol açmış olabilir.

İntraparyetal sulkus, görsel-motor ve dikkatle ilgili işlemlerin gerçekleştirilmesinde rol alan bir bölgedir (Grefkes & Fink 2005). Bununla birlikte transpozisyon ile ilgili çalışmalarda İPS önemli bir bölge olarak öne çıkmaktadır (Foster, Zatorre 2010; Sutherland vd. 2013). İPS, paryetal lobda bulunmaktadır. Yine paryetal lobda bulunan primer somatosensoriyel korteks ve somatosensoriyel asosiyasyon alanına komşudur. Önce de değindiğimiz gibi, bir oluk olan İPS fNIRS'ın görüntüleme kapasitesini aşmış olabileceği sebebiyle görüntülenememiş olabilir. Bununla birlikte onunla aynı lobda bulunan iki komşu alanın transpoze müzik icrasında faaliyete geçmesi ilgili bölgede de faaliyet meydana gelmiş olabileceğini düşündürmektedir.

Üç bulguda da (4, 5 ve 6) benzer bir örüntü görünmektedir, dizi icrasında tiz ney (bolâhenk) düşük aktivasyona sahipken akort pesleştikçe faaliyet artmaktadır. Bu durum, 6. katılımcımızın “Süpürde ney kız neye göre bana daha huzurlu hissettirdi. Ney kamışı kısaldıkça (akort tizleştikçe) daha etkili olduğu kanaatindeyim. Ney ile dizi çalımında tam tersi bir durum söz konusu, bu sefer kız ney gibi uzun kamışlı neyler (pes sesli neyler) daha huzurlu hissettirdi.” yorumu ile bağlantılı görünmektedir (bkz. **Tablo 6.**) Bunun aksine, taksimde tiz neylerde faaliyet yüksekken peslerde düşüş gözlenmiştir. Bedensel duyularla duyguların entegre olduğu bu bölgedeki bu bulgu, bu yorumla bağlantılı görünmektedir. 5. bulguda aynı akorttaki neylerin taksim ve dizileri birbirine zıt faaliyetler göstermiş (bkz. **Şekil 9.**), bolâhenk ney dizi düşük faaliyete yol açmışken bolâhenk ney taksim yüksek faaliyete neden olmuştur, diğer üç akortta da kendi içinde aynı hareket daha az farkla meydana gelmiştir. Bu bulgu, primer somatosensoriyel bölgede

bulunmaktadır, dolayısıyla bu bölgenin duyuşal his verilerinin ilk ulaştığı bölge olduğunu düşünerek olursak bu uyarılara yönelik ilk anlam verme çalışması burada gerçekleşmiş olabilir. Yine bu bölgedeki faaliyet farkları, akort farklarının yanı sıra müzikal uyarının taksim veya dizi olmasına göre ortaya çıkmıştır. Bu durum, transpozeyle ilgili intraparyetal sulkus bölgesiyle veya dinlenen uyarıların çalınma hayali nedeniyle yahut uyarıların katılımcıların bedensel hisleri ve duyguları üzerinde yarattığı etkilerle ilgili olabilir. Yine en tiz uyarı olan bolâhenk ney taksiminde bu bölgede en yüksek faaliyete yol açması, duyuşlarla alakalı olan bu bölgede tiz ses uyarıcı bir etki yaratmış olabilir. Taksim bu etkiye neden olurken dizinin düşük aktivasyona yol açması taksiminde daha anlamlı olarak algılanışıyla ilgili olabilir. Bolâhenk ney taksiminde ardından süpürde ney dizi ve mansur ney dizi uyarıları en yüksek faaliyete yol açmıştır, bunun nedeni bu uyarıların daha yüksek duyuşal ve duygusal uyarıma yol açmış olması olabilir.

#### **4.2.6. 6. Bulgunun Değerlendirilmesi: Sağ Somatosensoriyel Asosiyasyon Alanı – Primer Somatosensoriyel Korteks (Kanal 43)**

Sağ somatosensoriyel asosiyasyon alanı – primer somatosensoriyel korteks bölgelerinde ney akordu ve taksim-dizinin etkileşimi faktöründe istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p = 0,033$ ). Bu bulgu da, H<sub>1b</sub>, H<sub>1c</sub> ve H<sub>1d</sub> alt hipotezlerimizi desteklemektedir. Etkileşimde, mansur ney dizi (1,268) en yüksek faaliyete, süpürde ney dizi (-0,886) ise en düşük faaliyete neden olmuştur. Mansur neyde taksim (-0,846) ve dizi (1,268) icralarında zıt aktivasyon gözlemlenmiştir. Genel olarak taksim icraları (bolâhenk: 0,627, süpürde: 0,347, kız: 0,761) daha yüksek aktivasyona yol açarken, dizi icraları (bolâhenk: -0,368, kız: -0,702) daha düşük aktivasyona sebep olmuştur (mansur hariç) (bkz. **Şekil 10.**).

Önceki bulgunun değerlendirilmesinde ilgili beyin bölgelerinin işlevlerine değinmiştik. 4, 5 ve 6. bulgularda dikkatimizi çeken bir örüntü mevcuttur. Taksim icrasında neyler tizden pese doğru ilerledikçe beyin faaliyeti düşmekte, dizide ise daha dengesiz bir örüntü takip edilmekle birlikte tiz neylerde daha az faaliyet varken pes neylere ilerledikçe bu faaliyet artmaktadır. Mansur neyin hem taksim icrasında hem dizide en çok beğenilen akort olduğunu belirtmiştik. Bununla birlikte ifade ettiğimiz örüntüde mansur taksim daha az faaliyete yol açarken dizide daha yüksek faaliyete yol açmaktadır. Bu belirgin örüntüye, taksim dinlemeye daha fazla aşina olmak, buna karşın dizinin daha alışılmışın dışında bir uyarı olarak algılanması sebebiyet vermiş olabilir. Nitekim bu fark tek bir bulguda değil, akort ve taksim-dizi'nin etkileşim faktörü olan üç bulgunun hepsinde belirgin şekilde görülmektedir. Bununla birlikte uyarıların tiz veya pes neylerden dinlenilmesinin sebep olmuş olabileceği tiz seslerin uyarıcılığı veya rahatsız ediciliği, pes seslerin ise daha az uyarıcı ve daha çok dinlendirici karakterde olması genel olarak bu faaliyet farklarında etken olmuş olabilir. Yine en çok beğenilen uyarı olan mansur ney dizi, duyuşlarla ilgili olan bu bölgede en yüksek faaliyete sebep olmuştur. Bu en çok beğenilen uyarı, hoşla gitme etkisi sebebiyle katılımcıları yalnızca duygusal olarak değil, ürperme gibi bedensel tepkileri yöneten somatosensoriyel kortekste duyuşal düzeyde dahi yoğun hisler duymuş olmalarına sebebiyet vermiş olabilir. Bu 6. bulguda beğeni ölçeği ile uyumlu bir örüntü göze çarpmaktadır (bkz. **Şekil 10.** ve **Tablo 4.**). Bu da beğeni ölçeği sonuçlarının kişilerin uyarılara karşı hissettiği duygusal yanıtlar ve beynin duyuşlarla ilişkili bölgelerinin aktivasyon örüntülerinin örtüştüğünü ortaya koymaktadır.

Bulgularımızı genel olarak değerlendirecek olursak, makamsal Türk müziğinin farklı akorttaki neylerle çalınması beyinde çeşitli bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı faaliyet farklarına sebep olmuştur. Yine müzikal uyarının taksim veya dizi olması da anlamlı faaliyet farklılıklarına sebep olmuştur. İlk iki bulguda taksimin diziden daha yüksek faaliyete yol açması, daha anlamlı bir yapı olarak anlaşılması sebebiyle olabilir. Diğer bulgulardaki etkiler, beğenme, müzikal analiz, çalma arzusu, duygulanma, neyin tınısı ve titreşimi, miks ve mastering sürecindeki derinlik vb. ayarları ve başka birçok sebepten dolayı gerçekleşmiş olabilir. Ulaşabildiğimiz literatür ışığında yorumlamaya gayret ettiğimiz bulgularımızın daha genellenebilir sonuçlara dönüşmesi için yeni kanıtlara ihtiyaç vardır. Netice itibarıyla tez çalışmamızda sınamış olduğumuz ana hipotez ve alt hipotezler doğrulanmıştır. Çalışmamızın sınırlılıkları olarak katılımcı sayımızı (20), cinsiyet dağılımının eşit sayıda olmamasını (6 kadın, 14 erkek), yalnızca belli bir yaş grubunu (ort.  $24,3 \pm 3,68$ ) ve katılımcı profilini (müzisyen) incelememizi, kullandığımız nörogörüntüleme yönteminin (fNIRS) görüntüleme kapasitesini belirtebiliriz.





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, fNIRS yöntemiyle makamsal Türk müziği öğelerinin farklı akortlardaki neylerle icrasının insan beyninde oluşturduğu hemodinamik yanıtları ve potansiyel farklılıkları incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada müzikal uyaran olarak Rast makamında kurgulanan aynı taksim ve aynı dizinin 4 farklı neyde yapılan icraları (8 uyaran) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, temel hipotez (H<sub>1</sub>) ve bu kapsamda belirlenen alt hipotezlerin (H<sub>1a</sub>, H<sub>1b</sub>, H<sub>1c</sub> ve H<sub>1d</sub>) doğrulandığını ortaya koymaktadır.

Davranışsal bulgularda, PANAS ölçeğinde pozitif duyguların (32.0) negatif duygulardan (20.3) daha yüksek olduğu, ayrıca MoCA bilişsel testinde 27.8 puanla grubun alt eşik olan 21 puanı geçtiği tespit edilmiştir. Müzikal uyaranların puanlandığı beğeni ölçeği ise genel itibariyle taksim icralarının dizi icralarından daha fazla beğenildiğini ortaya koymaktadır. Taksimler içinde mansur ney taksim en yüksek beğeni puanını alırken (8.15), bunun ardından süpürde ney taksim (8.00), bunun ardından kız ney taksim (7.80) en son ise bolâhenk ney taksim (7.10) gelmektedir. Dizide ise mansur ney dizi (8.20) tüm uyaranlar arasında en yüksek beğeni puanını alırken onun ardından kız ney dizi (7.70), ardından süpürde ney dizi (7.15) en son ise bolâhenk ney dizi (6.50) gelmektedir. Daha pes akortlu neyler daha yüksek beğeni alırken en tiz sesli ney olan bolâhenk ile çalınan uyaranlar en düşük beğeni puanlarını almıştır. Bu durum, tartışmada değindiğimiz üzere icra ve dinleme alışkanlıklarının günümüzdeki yansımaları gözler önüne sermektedir. Bundan yüz yıl önceki kayıtlardaki icralarda ekseriyetle tiz akortlar tercih edilmekteydi. Deneyimizi o zaman gerçekleştirmiş olsak bundan bambaşka bir tabloyla karşılaşmamız çok muhtemeldir. Tartışmada değindiğimiz gibi, Birer ve Maral'ın çalışmalarında belirtildiği üzere, mikrofon kullanımının olmadığı zamanlarda tiz akort kullanımı teknik bir zorunluluktan, 1950'ler itibariyle mikrofon kullanımının yaygınlaşmasının ardından bu zorunluluk son bulmuş, daha pes akorttaki icralar da yaygınlaşmıştır. Korolarda sıklıkla kız ney akordunun tercih edildiği bilinmektedir. Müziğimizde vokal icra ön plandadır, okuyucu/ların sesine hangi akort uygun ise sazende de o akorttan çalmak durumundadır. Bu durum ise özellikle müzik piyasasında sazendelik yapan kişilerin belli müzikal becerileri, özellikle transpoze çalabilmeyi geliştirmek durumunda bırakmaktadır. Piyasa tecrübesi olan katılımcılarımızın akort farklılıklarını ayırt etmede daha başarılı olduğu düşünülmektedir. Bir kaç hariç katılımcılarımızın yoğun veya seyrek olarak piyasa tecrübesi olduğunu kendilerinden öğrendik. Bu durumun hem beğeni puanlarında hem de özellikle beyin aktivasyonlarında etkili olduğu kanaatindeyiz. Ayrıca batı müziği armonisinin makamsal Türk müziği icralarında da yer alması mansur ney akordunun daha fazla kullanılmasına yol açmış olabilir, bu ve bunun gibi birçok sebep pes seslere olan maruziyetimizi artırmış, bundan dolayı uyaranların beğeni oranları bu şekilde sonuçlanmış olabilir. Yine organik bir malzemedan (kamış) üretilen neylerin her birisi ayrı bir tını özelliği arz etmektedir, bu durum beğeni oranları üzerinde etkili olmuş olabilir. Katılımcılarımızın kendi icralarında en sık tercih ettiği akort kız ney akordu olurken, en yüksek beğenin bu akortta meydana gelmemiş olması, öğrencilerin mecburiyet itibariyle çalgılarının öğreniminde belli akortları daha sık tercih etmesi nedeniyle olabilir.

fNIRS bulgularının analizi, taksim ve dizi icrasının beyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara yol açtığını ortaya koymuştur. Taksim icraları, özellikle sol premotor/preSMA ve sol broka alanı ile sol primer motor korteks bölgelerinde dizi icralarına kıyasla daha yüksek aktivasyona yol açmıştır. Bu bulgular, taksim'in doğaçlama yapısının ve katılımcıların genel olarak taksimi daha fazla beğenmesinin beyin motor planlama, ritim işleme ve dil ve müzikte anlamlı yapıların kurulması ile ilişkili bilişsel

ağlarında daha yoğun bir faaliyeti tetiklediğini ortaya koymaktadır. Müzisyen katılımcıların kendi çalgılarında çalma hayali kurmaları gibi öznel deneyimleri, işitsel-motor entegrasyon teorileri ve ayna nöron sistemi teorisi bağlamında bu aktivasyonları desteklemektedir. Yine katılımcıların Türk müziği eğitimi görmekte olan öğrenciler olduğu düşünüldüğünde, diziye nazaran taksimi günlük pratikte sık karşılaşılan daha anlamlı bir müzikal yapı olarak algıladıkları, bu formun dinlenilmesine ve icrasına aşına olmaları sebebiyle motor bölgelerde ve anlamlı yapıların kurulduğu broka alanında taksimin daha yüksek faaliyet meydana getirdiği düşünülmektedir. Yine broka alanındaki faaliyet, doğaçlama müziğin icra edilmesi esnasında faaliyete geçen bir bölge olan BA 45'in doğaçlama (taksim) müziğin yalnızca dinlenilmesi esnasında da aktive olduğunu ortaya koymuştur. Motor fiillerin hazırlığı esnasında faaliyete geçen bölgeler ise, taksim dinlenirken daha yüksek faaliyete sahne olmuş, bu ise katılımcıların bu uyarıyı anlayıp özümlediği ve icra etme arzusu duyduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Ayrıca, ney akortlarının ve ney akordu ile taksim-dizi uyarıları arasındaki etkileşimin beyinde meydana gelen oksihemoglobin konsantrasyon değişimlerinde anlamlı farklılıklara neden olduğu tespit edilmiştir. Sağ broka alanı – temporopolar alan bölgeleri ile sağ primer somatosensoriyel korteks ve sağ somatosensoriyel asosiyasyon alanında gözlemlenen bu farklılıklar, beynin dil ve müzikte anlamlı yapıların kurulması, uzun süreli hafıza, dokunma, titreşim, ürperme vb. duyularla ilişkili olan alanlarda anlamlı farklılıklara neden olmuştur. Literatürle uyumlu olarak paryetal lobda bulunan somatosensoriyel alandaki faaliyet transpoze etkisine mahsus faaliyetiyle bilinen intraparyetal sulkus'a komşu bir bölgedir ve akort farklılıklarının fNIRS'ın görüntüleme sınırlarını aşan bu bölgede de faaliyete neden olduğu düşünülmektedir. 3. bulgumuzda kız ney akordu taksim-dizi fark etmeksizin sağ broka alanı ve temporopolar alanda en düşük faaliyete yol açmıştır. Doğaçlamayla ve anlamlı müzikal yapıların kurulmasıyla ilgili olan broka alanı, melodi işleme ve hafızasıyla ilgili olan temporopolar alanda meydana gelen bu faaliyet, katılımcıların kendi icralarında en sık tercih ettikleri kız ney akordunu dinlerken bu akorda daha aşına oldukları ve bunu işlemek için daha az efor sarf ettiklerini düşündürmektedir. 4,5 ve 6. bulgularda birbirine benzer faaliyet örüntüleri meydana gelmiştir. Bolâhenk ve kız neylerde taksim daha yüksek faaliyete, dizi daha düşük faaliyete sebep olurken, mansur neyde dizi daha yüksek faaliyete, taksim daha düşük faaliyete neden olmuştur. Mansur neyin bolâhenk ve süpürde neylerden daha fazla beğenildiğini düşünürsek bu fark mansur ney taksiminin katılımcıların daha fazla hoşuna gittiği ve pes frekansları nedeniyle bir rahatlama, daha az uyarılma etkisine sebep olması nedeniyle gerçekleşmiş olabilir. Yine davranışsal bulgularda katılımcıların yorumları bu durumu destekler niteliktedir. Tartışmada da değindiğimiz gibi, daha sık gerçekleştirilen eylemler beyinde daha düşük faaliyetlere yol açmaktadır. Buradan yola çıkarak, mansur ney taksimin dinlenilmesi esnasındaki düşük faaliyetin bu akorda daha fazla maruz kalma, yani aşinalık etkisiyle gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Süpürde neyde ise 4 ve 5. bulgularda mansur neyde olduğu gibi taksim daha düşük, dizi daha yüksek faaliyete yol açarken; 6. bulguda tam tersi olmuş, bolâhenk ve kız neyler gibi süpürde neyde de taksim daha yüksek faaliyete yol açmış, dizi daha düşük faaliyete yol açmıştır. Bu faaliyetler beğeni, ilgili akortta daha fazla icra veya dinleme gerçekleştirmiş olma, tiz frekansların rahatsız etmesi, pes frekansların rahatlatması, taksimin daha hoş gelmesi, ilgili neyin tınısının daha hoş gelmesi vb. birçok sebepten dolayı meydana gelmiş olabilir. 5. bulguda duyuların algılanması ve işlenmesiyle ilgili olan sağ primer somatosensoriyel kortekste bolâhenk ney taksim ve süpürde ney dizisi daha yüksek faaliyete sebep olmuşken kız ney taksim ve mansur ney dizisi daha düşük faaliyete yol açmıştır. Duyularla ilgili olan bu bölgedeki bu fark, tiz sesli neylerin uyarıcı özellikleri sebebiyle daha yüksek, pes sesli neylerin ise daha az uyarıcı olması sebebiyle daha düşük faaliyet gerçekleştirdiğini

düşündürmektedir. 6. bulguda ise beğeni ölçeği ile örtüşen bir faaliyet örüntüsü görülmektedir, beğeni ölçeğinde bolâhenk, süpürde ve kız neylerde taksim daha yüksek, dizi daha düşük beğeni almışken; mansur neyde dizi daha yüksek, taksim daha düşük beğeni almıştır. Duyularla ilgili olan sağ somatosensoriyel asosiyasyon alanı ve primer somatosensoriyel korteks bölgelerindeki bu faaliyet örüntüsü, katılımcıların uyarılara verdikleri beğeni puanlarının yönüyle benzerlik göstermektedir. Bu durum ise, katılımcıların dinledikleri uyarılara karşı nasıl hissettiklerini dikkate alarak ölçeği puanladıkları, bedensel ve duygusal hislerin bağdaştırıldığı duyusal kortekste meydana gelen bu faaliyetle puanlamanın bağlantılı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bu bölgelerdeki faaliyetlerin diğer sebeplerin yanı sıra katılımcıların kendi çalgılarında icrada bulunma hayalleriyle de (dokunma) alakalı olabileceği düşünülmektedir. Tüm bu farklı faaliyet örüntüleri, ney akortlarının, taksim ve dizinin, belli akortlara maruziyet ve icrada sık kullanımın, neylerin tınları ile kayıt ve ses düzenleme parametrelerinin beyinde karmaşık bilişsel, duygusal ve bedensel tepkileri nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma makamsal Türk müziğinin nörobilişsel işlenişine dair özgün veriler sunarak, bu müziğin beyinde nasıl işlendiğine dair önemli bulgular ortaya koymuştur. Daha önce müziğimizdeki akort farkının etkisi gibi bir parametreyi inceleyen bir çalışmaya rast gelmedik. Çalışmada akort farkının etkileri, Rast makamındaki taksim ve dizi uyarılarının dört farklı ney akorduyla icrasının dinletilmesi ile incelenmiştir. Müzisyen olan katılımcıların bunları dinlemesi esnasında belirli beyin bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı belirli faaliyet örüntüleri tespit edilmiştir. Bulgular, literatürle uyumlu olarak, müzikal uyarıların pasif olarak dinleme esnasındaki algısının dahi beyinde bilişsel, motor ve duygusal bölgeleri faal hale getirdiği ve beynin müziği işlerken eş zamanlı olarak karmaşık bir ağ şeklinde birden fazla bölgeyi kullandığını ortaya koymaktadır. Çalışmamız, makamsal Türk müziği üzerine yapılan az sayıdaki nöromüzikoloji çalışmalarından biri olması, özellikle daha önce ele alınmamış bir konuyu sistemli biçimde incelemesi sebebiyle önem arz etmektedir. Bu çalışmayla müziğimizin nöromüzikoloji disiplininde daha derinlemesine araştırılması gerekliliğini gözler önüne sermiş bulunup gelecekteki çalışmalar için yol haritası sunan öncü bir çalışma ortaya koymuş olmayı umarız.

Bu farklılıkların altında yatan sebeplerin daha net olarak anlaşılması ve bulguların genellenebilirliğinin artırılması için gelecek çalışmalarda daha fazla sayıda katılımcı alınması, farklı katılımcı türlerinin deneye dahil edilmesi (genç/yaşlı, müzisyen olan/olmayan, sağlıklı/hasta vb.) önerilmektedir. Yine akort etkilerinin farklı makamlar üzerinden incelenmesi, farklı çalgıların ve daha farklı akortların kullanılması önerilmektedir. Bilindik olan ve olmayan eserlerin etkilerinin incelenmesi, farklı formdaki eserlerden tanınacak kadar uzun, odaklanma süresini aşmayacak kadar kısa kesitlerin kullanılarak incelenmesi, müzik terapide akort farklarının etkilerinin incelenmesi yine ele alınabilecek diğer araştırma konularıdır. Ayrıca, pasif dinleme yerine aktif icra görevlerinin ve icra hayali görevlerinin de kullanılması, farklı nörogörüntüleme araçlarının tek tek kullanımı veya birleştirilmesi ve farklı deney paradigmalarının uygulanmasının, makamsal Türk müziğinin beyindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasına ve nöromüzikoloji alanında müziğimizi temsil eden kapsamlı bir literatürün oluşturulmasına katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

## KAYNAKLAR

### Tek yazarlı kitap

Barkçin, S. (2019), 40 Makam 40 Anlam (1. Baskı), İstanbul: Ketebe.

Tanrıkorur, C. (2003), Osmanlı Dönemi Türk Musikisi (1. Baskı), İstanbul: Dergâh Yayınları.

Turabi, A. H. (2005), Gevrekzâde Hasan Efendi ve Mûsikî Risâlesi (1. Baskı), İstanbul: Rağbet Yayınları.

### Kitap bölümü

León-Carrión, J., León-Domínguez, U. (2012), “Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS): Principles and Neuroscientific Applications”, P. Bright (Ed.), *Neuroimaging—Methods*, InTech. <https://doi.org/10.5772/23146>

Neuhaus, C. (2017), “Methods in Neuromusicology: Principles, Trends, Examples and the Pros and Cons” A. Schneider (Ed.), *Studies in Musical Acoustics and Psychoacoustics*, Springer International Publishing: C. 4, ss. 341-374. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47292-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47292-8_11)

### Makale

Abrams, D. A., Ryali, S., Chen, T., Chordia, P., Khouzam, A., Levitin, D. J., Menon, V. (2013), “Inter-subject synchronization of brain responses during natural music listening”, *European Journal of Neuroscience*, 37/9: 1458-1469. <https://doi.org/10.1111/ejn.12173>

Ahlfors, S. P., Mody, M. (2016), “Overview of MEG”, *Organizational Research Methods*, 22/1: 95-115. [doi:10.1177/1094428116676344](https://doi.org/10.1177/1094428116676344).

Auzou, P., Eustache, F., Etevenon, P., Platel, H., Rioux, P., Lambert, J., Lechevalier, B., Zarifian, E., Baron, J. C. (1995), “Topographic EEG activations during timbre and pitch discrimination tasks using musical sounds”, *Neuropsychologia*, 33/1: 25-37. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(94\)00100-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(94)00100-4)

Atasavun Uysal, S., Ekinci, Y., Çoban, F., Yakut, Y. (2019), “Edinburgh El Tercihi Anketi Türkçe güvenilirliğinin araştırılması”, *JETR*, 6/2: 112-118.

Bigliassi, M., León-Domínguez, U., Altimari, L. R. (2015), “How does the prefrontal cortex “listen” to classical and techno music? A functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study”, *Psychology & Neuroscience*, 8/2: 246-256. <https://doi.org/10.1037/h0101064>

Bigliassi, M., Barreto-Silva, V., Altimari, L. R., Vandoni, M., Codrons, E., Buzzachera, C. F. (2015), “How Motivational and Calm Music May Affect the Prefrontal Cortex Area and Emotional Responses: A Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) Study”, *Perceptual and Motor Skills*, 120/1: 202-218. <https://doi.org/10.2466/27.24.PMS.120v12x5>

Birer, M., Maral, H. A. (2023), “Türk Makam Müziğinde Vokal Piyasa Tavrının 20. Yüzyıl Başlarındaki Performatif Yansımaları”, *Porte Akademik Müzik ve Dans Araştırmaları Dergisi*, 24: 21-43. <https://doi.org/10.59446/porteakademik.1262220>

- Bhattacharjee, S., Kashyap, R., Abualait, T., Annabel Chen, S.-H., Yoo, W.-K., Bashir, S. (2021), “The Role of Primary Motor Cortex: More Than Movement Execution”, *Journal of Motor Behavior*, 53/2: 258-274. <https://doi.org/10.1080/00222895.2020.1738992>
- Borich, M. R., Brodie, S. M., Gray, W. A., Ionta, S., Boyd, L. A. (2015), “Understanding the role of the primary somatosensory cortex: Opportunities for rehabilitation”, *Neuropsychologia*, 79: 246-255. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.007>
- Bravo, F., Cross, I., Hopkins, C., Gonzalez, N., Docampo, J., Bruno, C., Stamatakis, E. A. (2020), “Anterior cingulate and medial prefrontal cortex response to systematically controlled tonal dissonance during passive music listening”, *Human Brain Mapping*, 41/1: 46-66. <https://doi.org/10.1002/hbm.24786>
- Cattaneo, L., Rizzolatti, G. (2009), “The Mirror Neuron System”, *Arch Neurol*, 66/5: 557-560. doi: 10.1001/archneurol.2009.41.
- Coll, S. Y., Vuichoud, N., Grandjean, D., James, C. E. (2019), “Electrical Neuroimaging of Music Processing in Pianists With and Without True Absolute Pitch”, *Frontiers in Neuroscience*, 13: 142. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00142>
- Curzel, F., Tillmann, B., Ferreri, L. (2024), “Lights on music cognition: A systematic and critical review of fNIRS applications and future perspectives” *Brain and Cognition*, 180: 106200. [doi:10.1016/j.bandc.2024.106200](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2024.106200).
- Çağman, T. (2021), “Türkiye’de Nöro-Müzikoloji Alanında Yapılmış Çalışmalara Dair Literatür Değerlendirmesi”, *Online Journal of Music Sciences*, 6/1: 118-126. [doi:10.31811/ojomus.953529](https://doi.org/10.31811/ojomus.953529).
- Da Silva Ferreira Barreto, C., Zimeo Morais, G. A., Vanzella, P., Sato, J. R. (2020), “Combining the intersubject correlation analysis and the multivariate distance matrix regression to evaluate associations between fNIRS signals and behavioral data from ecological experiments”, *Experimental Brain Research*, 238/10: 2399-2408. <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05895-8>
- Demorest, S. M., Morrison, S. J., Stambaugh, L. A., Beken, M., Richards, T. L., Johnson, C. (2010), “An fMRI investigation of the cultural specificity of music memory”, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5/2-3: 282-291. <https://doi.org/10.1093/scan/nsp048>
- Ding, K., Li, J., Li, X., Li, H. (2024), “Understanding the Effect of Listening to Music, Playing Music, and Singing on Brain Function: A Scoping Review of fNIRS Studies”, *Brain Sciences*, 14/8: 751. <https://doi.org/10.3390/brainsci14080751>
- Ferreri, L., Aucouturier, J.-J., Muthalib, M., Bigand, E., Bugaiska, A. (2013), “Music improves verbal memory encoding while decreasing prefrontal cortex activity: An fNIRS study”, *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00779>
- Ferreri, L., Bigand, E., Perrey, S., Muthalib, M., Bard, P., Bugaiska, A. (2014), “Less Effort, Better Results: How Does Music Act on Prefrontal Cortex in Older Adults during Verbal Encoding? An fNIRS Study”, *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00301>
- Flores-Gutiérrez, E. O., Díaz, J.-L., Barrios, F. A., Favila-Humara, R., Guevara, M. Á., Del Río-Portilla, Y., Corsi-Cabrera, M. (2007), “Metabolic and electric brain patterns during pleasant and unpleasant

- emotions induced by music masterpieces”, *International Journal of Psychophysiology*, 65/1: 69-84.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.03.004>
- Foster, N. E. V., Zatorre, R. J. (2010), “A Role for the Intraparietal Sulcus in Transforming Musical Pitch Information”, *Cerebral Cortex*, 20/6: 1350-1359. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp199>
- Gaser, C., Schlaug, G. (2003), “Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians”, *The Journal of Neuroscience*, 23/27: 9240-9245. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003>
- Gebel, B., Braun, Ch., Kaza, E., Altenmüller, E., Lotze, M. (2013), “Instrument specific brain activation in sensorimotor and auditory representation in musicians”, *NeuroImage*, 74: 37-44.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.02.021>
- Gençöz, T. (2000), “Pozitif ve Negatif Duygu Ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması”, *Türk Psikoloji Dergisi*, 15/46: 19-26.
- Glover, G. H. (2011), “Overview of Functional Magnetic Resonance Imaging”, *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 19/1: 1-5. [doi:10.1016/j.mric.2010.09.006](https://doi.org/10.1016/j.mric.2010.09.006).
- Gordon, C. L., Cobb, P. R., Balasubramaniam, R. (2018), “Recruitment of the motor system during music listening: An ALE meta-analysis of fMRI data”, *PLOS ONE*, 13/11: e0207213.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207213>
- Grefkes, C., Fink, G. R. (2005), “The functional organization of the intraparietal sulcus in humans and monkeys: Intraparietal sulcus in monkeys and humans”, *Journal of Anatomy*, 207/1: 3-17.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2005.00426.x>
- Guy-Evans, O. (2025), “Somatosensory Cortex Function and Location”, [SimplyPsychology.org](https://www.simplypsychology.org/somatosensory-cortex.html)  
<https://www.simplypsychology.org/somatosensory-cortex.html> erişim tarihi: 30.06.2025
- Habibi, A., Damasio, A., Ilari, B., Veiga, R., Joshi, A. A., Leahy, R. M., Halder, J. P., Varadarajan, D., Bhushan, C., Damasio, H. (2018), “Childhood Music Training Induces Change in Micro and Macroscopic Brain Structure: Results from a Longitudinal Study”, *Cerebral Cortex*, 28/12: 4336-4347.  
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhx286>
- Han, Y.-A., Hsieh, P.-J. (2024), “Melody transposition tolerance in the human cortex: An fMRI adaptation and MVPA investigation”, *Imaging Neuroscience*, 2: 1-13.  
[https://doi.org/10.1162/imag\\_a\\_00352](https://doi.org/10.1162/imag_a_00352)
- Haueisen, J., Knösche, T. R. (2001), “Involuntary Motor Activity in Pianists Evoked by Music Perception”, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13/6: 786-792.  
<https://doi.org/10.1162/08989290152541449>
- Herlin, B., Navarro, V., Dupont, S. (2021), “The temporal pole: From anatomy to function—A literature appraisal”, *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 113: 101925.  
<https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2021.101925>
- Hofman. (1993), “Neuromusicology. Essential Aspects”, *Revista de Musicología*, 16/6: 3846.  
<https://doi.org/10.2307/20796977>
- Karakaş, H. M. (2002), “Kognitif Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntülemenin Teori ve Uygulaması”, *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 5/3: 139-144.

- Krumhansl, C. L. (1985), "Perceiving Tonal Structure in Music: The complex mental activity by which listeners distinguish subtle relations among tones, chords, and keys in Western tonal music offers new territory for cognitive psychology", *American Scientist*, 73/4: 371-378.
- Koelsch, S., Maess, B., Friederici, A. D. (2000), "Musical syntax is processed in the area of Broca: An MEG study", *NeuroImage*, 11/5: 56. doi:10.1016/S1053-8119(00)90990-X.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., Cramon, D. Y. v., Zysset, S., Lohmann, G., Friederici, A. D. (2002), "Bach Speaks: A Cortical "Language-Network" Serves the Processing of Music", *NeuroImage*, 17/2: 956-966. doi:10.1006/nimg.2002.1154.
- Koelsch, S., Schroger, E., & Gunter, T. C. (2002), "Music matters: Preattentive musicality of the human brain", *Psychophysiology*, 39/1: 38-48. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3910038>
- Koelsch, S., Fritz, T., V. Cramon, D. Y., Müller, K., Friederici, A. D. (2006), "Investigating emotion with music: An fMRI study", *Human Brain Mapping*, 27/3: 239-250. <https://doi.org/10.1002/hbm.20180>
- Lotze, M., Scheler, G., Tan, H.-R. M., Braun, C., Birbaumer, N. (2003), "The musician's brain: Functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery", *NeuroImage*, 20/3: 1817-1829. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.07.018>
- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T. C., Friederici, A. D. (2001), "Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study", *Nature Neuroscience*, 4/5: 540-545. doi:10.1038/87502.
- Meister, I. G., Krings, T., Foltys, H., Boroojerdi, B., Müller, M., Töpper, R., Thron, A. (2004), "Playing piano in the mind—An fMRI study on music imagery and performance in pianists", *Cognitive Brain Research*, 19/3: 219-228. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2003.12.005>
- Mizrahi, T., & Axelrod, V. (2023), "Naturalistic auditory stimuli with fNIRS prefrontal cortex imaging: A potential paradigm for disorder of consciousness diagnostics (a study with healthy participants)", *Neuropsychologia*, 187: 108604. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2023.108604>
- Nasrallah, I., Dubroff, J. (2013), "An Overview of PET Neuroimaging", *Seminars in Nuclear Medicine*, 43/1: 3-10. doi:10.1053/j.semnuclmed.2012.09.006.
- Ozdilek, B., Kenangil, G. (2014), "Validation of the Turkish version of the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA-TR) in patients with parkinson's disease.", *The Clinical Neuropsychologist*, 28/2: 333-343, doi:10.1080/13854046.2014.881554.
- Pereira, C. S., Teixeira, J., Figueiredo, P., Xavier, J., Castro, S. L., Brattico, E. (2011), "Music and Emotions in the Brain: Familiarity Matters", *PLoS ONE*, 6/11: e27241. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027241>.
- Peretz, I., Zatorre, R. J. (2005), "Brain organization for music processing", *Annual Review of Psychology*, 56: 89–114. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070225>.
- Pouladi, F., Oghabian, M. A., Hatami, J., Zadehmohammadi, A. (2010), "Involved brain areas in processing of Persian classical music: An fMRI study", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 5: 1124-1128. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.07.247>



- Qiu, L., Zhong, Y., Xie, Q., He, Z., Wang, X., Chen, Y., Zhan, C. A., Pan, J. (2022), “Multi-Modal Integration of EEG-fNIRS for Characterization of Brain Activity Evoked by Preferred Music”, *Frontiers in Neurobotics*, 16: 823435. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2022.823435>
- Quaresima, V., Ferrari, M. (2019), “A Mini-Review on Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS): Where Do We Stand, and Where Should We Go?”, *Photonics*, 6/3: 87. doi:10.3390/photonics6030087.
- Ren, H., Jiang, X., Xu, K., Zou, L., Wang, L., Lu, C., Liu, X., Chen, W. (2019), “Evaluation of the Effects of Mozart Music on Cerebral Hemodynamics in Preterm Infants”, *2019 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/BIOCAS.2019.8919100>
- Santosa, H., Hong, M. J., Hong, K.-S. (2013), “Non-lateralization with noise in the auditory cortex: An fNIRS study”, *2013 13th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2013)*, 1630-1632. <https://doi.org/10.1109/ICCAS.2013.6704192>
- Satoh, M., Takeda, K., Nagata, K., Hatazawa, J., Kuzuhara, S. (2001), “Activated brain regions in musicians during an ensemble: A PET study”, *Cognitive Brain Research*, 12/1: 101-108. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(01\)00044-1](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(01)00044-1)
- Schindler, A., Herdener, M., Bartels, A. (2013), “Coding of Melodic Gestalt in Human Auditory Cortex”, *Cerebral Cortex*, 23/12, 2987-2993. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs289>
- Schubotz, R. I., Von Cramon, D. Y. (2003), “Functional–anatomical concepts of human premotor cortex: Evidence from fMRI and PET studies”, *NeuroImage*, 20: S120-S131. [doi:10.1016/j.neuroimage.2003.09.014](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.014).
- Schulze, K., Mueller, K., & Koelsch, S. (2011), “Neural correlates of strategy use during auditory working memory in musicians and non-musicians: Neural correlates of strategy use”, *European Journal of Neuroscience*, 33/1: 189-196. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2010.07470.x>
- Shahinfard, E., Robin Hsiung, G.-Y., Boyd, L., Jacova, C., Slack, P., Kirkland, K. (2016), “An FMRI Study to Investigate the Benefits of Music Therapy in Patients with Alzheimer’s Disease”, *Alzheimer’s & Dementia*, 12: 1030-1031. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.06.2131>
- Sharma, S., Sasidharan, A., Marigowda, V., Vijay, M., Sharma, S., Mukundan, C. S., Pandit, L., Masthi, N. R. R. (2021), “Indian classical music with incremental variation in tempo and octave promotes better anxiety reduction and controlled mind wandering—A randomised controlled EEG study”, *EXPLORE*, 17/2: 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2020.02.013>
- Siero, J. C. W., Bhogal, A., Jansma, J. M. (2013), “Blood Oxygenation Level-dependent/Functional Magnetic Resonance Imaging: Underpinnings, Practice, and Perspectives”, *Radiologic Clinics of North America*, 51/1: 1-13. [doi:10.1016/j.rcl.2012.09.006](https://doi.org/10.1016/j.rcl.2012.09.006).
- Smith, D.S. (1988), “The Effect of Enhanced Higher Frequencies on the Musical Preference of Older Adults”, *Journal of Music Therapy*, 25/2: 62–72. <https://doi.org/10.1093/jmt/25.2.62>
- Sorkpor, S. K., Montero-Hernandez, S., Miao, H., Pollonini, L., Ahn, H. (2023), “Assessing the impact of preferred web app-based music-listening on pain processing at the central nervous level in older black adults with low back pain: An fNIRS study”, *Geriatric Nursing*, 54: 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2023.09.005>



- Sutherland, M. E., Paus, T., Zatorre, R. J. (2013), “Neuroanatomical correlates of musical transposition in adolescents: A longitudinal approach”, *Frontiers in Systems Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2013.00113>
- Tachibana, A., Noah, J. A., Ono, Y., Taguchi, D., Ueda, S. (2019), “Prefrontal activation related to spontaneous creativity with rock music improvisation: A functional near-infrared spectroscopy study”, *Scientific Reports*, 9/1: 16044. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52348-6>
- Tachibana, A., Noah, J. A., Ono, Y., Irie, S., Tatsumoto, M., Taguchi, D., Tokuda, N., Ueda, S. (2024), “Rock music improvisation shows increased activity in Broca’s area and its right hemisphere homologue related to spontaneous creativity”, *BMC Research Notes*, 17/1: 61. [doi:10.1186/s13104-024-06727-6](https://doi.org/10.1186/s13104-024-06727-6).
- Tervaniemi, M., Janhunen, L., Kruck, S., Putkinen, V., Huotilainen, M. (2016), “Auditory Profiles of Classical, Jazz, and Rock Musicians: Genre-Specific Sensitivity to Musical Sound Features”, *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01900>
- Tew, S., Fujioka, T., He, C., Trainor, L. (2009), “Neural Representation of Transposed Melody in Infants at 6 Months of Age”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169/1: 287-290. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04845.x>
- Von Lühmann, A., Ortega-Martinez, A., Boas, D. A., Yücel, M. A. (2020), “Using the General Linear Model to Improve Performance in fNIRS Single Trial Analysis and Classification: A Perspective”, *Frontiers in Human Neuroscience*, 14: 30. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00030>
- Xue, G., Chen, C., Lu, Z. L., Dong, Q. (2010), “Brain Imaging Techniques and Their Applications in Decision-Making Research”, *Xin Li Xue Bao*, 42/1: 120-137. [doi:10.3724/SP.J.1041.2010.00120](https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2010.00120).
- Yuan-Pin Lin, Chi-Hong Wang, Tzyy-Ping Jung, Tien-Lin Wu, Shyh-Kang Jeng, Jeng-Ren Duann, Jyh-Horng Chen. (2010), “EEG-Based Emotion Recognition in Music Listening”, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57/7: 1798-1806. <https://doi.org/10.1109/TBME.2010.2048568>
- Yücel, M. A., von Lühmann, A., Scholkmann, F., Gervain, J., Dan, I., Ayaz, H., Boas, D., Cooper, R. J., Culver, J., Elwell, C. E., Eggebrecht, A., Franceschini, M. A., Grova, C., Homae, F., Lesage, F., Obrig, H., Tachtsidis, I., Tak, S., Tong, Y., Torricelli, A., Wabnitz, H., Wolf, M. (2021), “Best practices for fNIRS publications”, *Neurophotonics*, 8/1: 012101. [doi:10.1117/1.NPh.8.1.012101](https://doi.org/10.1117/1.NPh.8.1.012101).
- Yaghmour, M., Sarada, P., Roach, S., Kadar, I., Pesheva, Z., Chaari, A., Bendriss, G. (2021), “EEG Correlates of Middle Eastern Music Improvisations on the Ney Instrument”, *Frontiers in Psychology*, 12: 701761. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.701761>
- Zarate, J. M. (2013), “The neural control of singing”, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7: 237. [doi:10.3389/fnhum.2013.00237](https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00237).
- Zatorre, R. J., Perry, D. W., Beckett, C. A., Westbury, C. F., Evans, A. C. (1998), “Functional anatomy of musical processing in listeners with absolute pitch and relative pitch”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95/6, 3172-3177. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.6.3172>
- Zatorre, R. J. (2001), “Neural Specializations for Tonal Processing”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930/1: 193-210. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05734.x>

Zatorre, R. J., Chen, J. L., Penhune, V. B. (2007), “When the brain plays music: Auditory–motor interactions in music perception and production”, *Nature Reviews Neuroscience*, 8/7: 547-558. <https://doi.org/10.1038/nrn2152>

## Tez

Arısoy, M. (1988), Seydi’nin, El-Matla’ Adlı Eseri Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Aker, S. N. (2014), Investigation of the Effect of Classical Turkish Music Makams by Using EEG Waveforms, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Fatih Üniversitesi Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü.

Arman, A. (2015), Klasik Türk Müziğinde Sıklıkla Kullanılan Bazı Makamların Duygusal Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Carpentier, S. M. (2011), Brain-Music Duet: MEG signal complexity and auditory perception in musicians and nonmusicians, Sanatta Yeterlilik Tezi, University of Toronto Department of Psychology.

Çağman, T. (2022), Makamsal Olarak Okunan Kur’an-ı Kerim’in İnsanların Duygusal Durumları Üzerindeki Etkisi, İstanbul, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kurşunet, D. D. (2019), Sabâ Makam Müziğinin Theta ve Alpha Beyin Dalgalarına Olan Etkisi: Bir Nexus-4 EEG Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şenyüz, L. R. (2022), Müzisyenlerin Otomatikleşmiş Taksim ile Yaratıcı Taksim Yapmaları Esnasındaki Beyin Bölgesel Kan Akımı Değişikliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

## Ansiklopedi ve Sözlük

American Psychological Association (2018, Nisan 19), “Hemispheric Lateralization”, APA Dictionary of Psychology: <https://dictionary.apa.org/hemispheric-lateralization> (Erişim tarihi: 20.07.2025).

American Psychological Association (2018, Nisan 19), “Hemodynamic response”, APA Dictionary of Psychology: <https://dictionary.apa.org/hemodynamic-response> (Erişim tarihi: 20.07.2025).

American Psychological Association (2018, Nisan 19), “Neuroimaging”, APA Dictionary of Psychology: <https://dictionary.apa.org/neuroimaging> (Erişim tarihi: 20.07.2025).

Özkan, İ. H. (2010), “Taksim”, TDV İslâm Ansiklopedisi, Erişim Adresi: <https://islamansiklopedisi.org.tr/taksim--musiki> (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

Merriam-Webster (t.y.), “Bilateral”, Merriam-Webster.com sözlüğü. Erişim Adresi: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/bilateral> (Erişim Tarihi: 20.07.2025)

## EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.  
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-77192459-050.99-145121  
Konu : 2022/1005 Nolu Karar

04.07.2022

Sayın Prof. Dr. Ayşe Başak İLHAN HARMANCI

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz "**FARKLI AKORTLARDAKİ NEY'LER İLE İCRA EDİLEN MAKAMSAL MÜZİK ÖGELERİNİN BEYİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ ETKİLER: BİR Fırs ÇALIŞMASI**" başlıklı araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul yönergesine göre incelenmiş olup etik açıdan uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Orhan ÖNALAN  
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: BS4LCJ12B7

Belge Doğrulama Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?ek=4043&eD=BSVLCJ1P7T&eS=145121>

Adres: Karabük Üniversitesi Demir Çelik Kampüsü Merkez/Karabük

Telefon: (370) 418 9446

e-Posta: [giroletik@karabuk.edu.tr](mailto:giroletik@karabuk.edu.tr)

İnternet Adresi: <http://tip.karabuk.edu.tr/giroletik>

Kep Adresi: [karabukuniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:karabukuniversitesi@hs01.kep.tr)

Bilgi için: Songül DOYMUŞ

Unvanı: Sürekli İyici



## Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

**ARASTIRMANIN ADI: FARKLI AKORTLARDAKİ NEY'LER İLE İCRA EDİLEN MAKAMSAL MÜZİK ÖGELERİNİN BEYİNDE MEYDANA GETİRDİĞİ ETKİLER: BİR fNIRS ÇALIŞMASI**

**LÜTFEN BU DOKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ!**

Sizi Medipol Mega Üniversite Hastanesi'nde (Bağcılar Yerleşkesi) yürütülen ilgili başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz.

Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın niçin ve nasıl yapılacağını, bu araştırmanın gönüllü katılımcılara getireceği olası faydaları, riskleri ve rahatsızlıklarını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. İsterseniz bu bilgileri aileniz, yakınlarınız ve/veya doktorunuzla tartışınız. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz, araştırmacı ve kuruluş görevlisi bir tanık tarafından doldurup imzalanmış bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir.

Araştırmamız bir doktora tez çalışmasıdır. Anket doldurma, ney icrası dinlenmesi esnasında fNIRS beyin görüntüleme aracı ile beyninizde meydana gelen faaliyetlerin kaydedilmesi gibi işlemleri içermektedir. Bu işlem ise non-invasive yani vücuda herhangi bir girdi-çıkı müdahalesi olmayan, yalnızca başınıza üzerinde verici ve alıcıların bulunduğu bir kep giydirilmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir –ki bu da sağlık açısından herhangi bir risk taşımayan bir yöntemdir-.

Araştırmaya katılmak tamamen **gönüllülük esasına** dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma hakkına da** sahipsiniz. Her iki durumda da bir ceza veya hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır.

#### **ARASTIRMANIN KONUSU VE AMACI:**

Günlük hayatta dinleyici veya icracı olarak çeşitli sebeplerle farklı akortlar üzerinden müzik icralarımızı gerçekleştirmekteyiz. Bazen solistin ses karakterine göre mecburen, bazen kendi kendimize çalgı veya sesimizi kullanarak icrada bulunurken bize hoş veya rahat gelmesine göre tercihte bulunuruz. Araştırmamızın amacı seçili makamsal Türk müziği örneğinin birbirinden farklı akortlardaki neyler ile icra edilmesinin beyinde ne gibi faaliyetlere sebep olduğunu saptamaktır. Yani, umumen Türk makam müziği camiasının günlük karşılaştığı bu vakıanın ney akortları(ahenkleri) özelinde incelenmesidir.

#### **ARASTIRMA İŞLEMLERİ:**

- 1-Demografik bilgi formunun doldurulması
- 2-Edinburgh el tercihi envanterinin doldurulması
- 3-Müzikal tercih anketinin doldurulması

#### 4-Deney aşaması:

Deneye başlayabilmemiz için başınıza fNIRS beyin görüntüleme cihazının kepi giydirilecek. EEG yöntemindeki benzeri olan bu kepi giymek için başınıza herhangi bir iletken jel sürülmesi gerekmemektedir. Kepin üzerinde alıcı ve verici görevi gören sensörler bulunmakta olup vericiden çıkan kızılötesi ışık kafa derisi içinden beyne ulaşmakta, oradan yansıyan ışık geçtiği yerlerdeki verileri alarak vericinin 3 cm ötesindeki alıcıya ulaşmaktadır. Bu kızılötesi ışığın herhangi bir zararı olmayıp sağlık riski de barındırmamaktadır. Bu yöntem beyninizdeki faaliyete geçen yerleri oksijenlenimin artması, faaliyeti azalan yerleri ise oksijenin azalması ile tespit etmektedir. Müzikal uyarıların dinlenebilmesi için uygun frekans aralığını verme kapasitesi olan ve kullanımı rahatsızlığa sebep olmayan, bizim temin edeceğimiz kulaklığı deney boyunca takmanızı isteyeceğiz.

Kepin giydirilmesinin ardından cihazın kalibrasyonu için herhangi bir uyarı dinletilmeksizin belli bir süre için (5-6 dk.) sessiz çekim gerçekleştirilecektir.

Önceki işlemin tamamlanmasının ardından uyarılar dinletilmeye başlanılacak;

Yarım dakika müzik, yarım dakika sessizlik, şeklinde dört müzikli, dört sessiz yarımşar dakikalık periyotlar olacak. Bu da toplamda dört (4) dakikaya tekabül etmektedir. Hareket edilmesi veya teknik problem gibi sebeplerle ilgili uyarıların tekrar dinletilerek çekimin tekrarlanması veya bütün prosedürün tekraren gerçekleşme ihtimali de söz konusu olabilmektedir.

Çekim esnasında arkanıza yaslanarak, mümkün mertebe hareketsiz oturmanız beklenmektedir. Herhangi bir yerinizi hareket ettirmeniz durumunda beyninizin ilgili yerinde faaliyet gerçekleşeceğinden dolayı görüntülemenin sonuçlarında manipülasyona yol açması mümkündür. Bununla birlikte kullandığımız yöntemde MR cihazı gibi klostrofobik bir ortama girmeyecek, nispeten rahat bir koltukta arkanıza yaslanarak oturacak olmanız dolayısıyla bu konuda endişe edilecek ciddi bir durum söz konusu değildir.

5-Çekim aşamasının tamamlanmasının ardından dinlediğiniz uyarılar hakkında;

Nasıl hissettiniz, ne düşündünüz, hangisi daha çok hoşunuza gitti, gibi doğru-yanlış cevabı olmayan, yoruma dayalı açık uçlu sorular yönelteceğiz.

**ARASTIRMANIN YAPILACAĞI YER:** Medipol Mega Üniversite Hastanesi (Bağcılar Yerleşkesi) Nöroloji Laboratuvarı

Adres: TEM Avrupa Otoyolu Göztepe Çıkışı No:1, Bağcılar 34214 İstanbul

**ARASTIRMAYA KATILAN ARASTIRICILAR:**

Arş. Gör. Emin Abdülkadir ÇOLAKOĞLU

**ARASTIRMANIN SÜRESİ:** Sizden tek seanslık bir katılım için gönüllü olmanız istenmekte, toplam süre olarak ise iki, en fazla üç saatlik bir vakit öngörülmektedir.

**KATILMASI BEKLENEN GÖNÜLLÜ SAYISI:** 20 (yirmi) kişinin çalışmaya katılması planlanmış olup tam sayının bulunamaması halinde, 18-19 kişinin katılımı da çalışmayı gerçekleştirmemiz için yeterli olabilecektir.

Bu kořullarda;

1. Söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.
2. Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurum kuruluřların eriřebilmesine,
3. Çalışmada elde edilen bilgilerin (kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile) yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

(Sayın katılımcımız, lütfen imza sayfası hariç tüm sayfalara birer paraf atınız)

|                     |  |                |
|---------------------|--|----------------|
| Gönüllü Adı Soyadı: |  | Tarih ve İmza: |
| Telefon:            |  |                |

|                          |  |                |
|--------------------------|--|----------------|
| Araştırmaacı Adı Soyadı: |  | Tarih ve İmza: |
| Telefon:                 |  |                |

### Ek 3. Demografik Bilgi Formu

Tarih/Saat:

#### DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU

##### DEMOGRAFİK BİLGİLER:

-Ad-Soyad:

-Yaş:

-Katılımcı numarası (Araştırmacı tarafından doldurulacak):

-Cinsiyet: ☐ Kadın ☐ Erkek

-Eğitim Durumu: ☐ İlkokul ☐ Ortaokul ☐ Lise ☐ Üniversite ☐ Yüksek Lisans/Doktora

-Okuduğunuz Bölüm: ☐ Konservatuvar/Müzik (Türk Müziği) ☐ Diğer

-Kaçınıcı sınıftasınız? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

##### SAĞLIK BİLGİLERİ:

-İşitme engeliniz var mı? ☐ Evet ☐ Hayır

-Nörolojik/Psikiyatrik tedavi görmekte misiniz? ☐ Evet ☐ Hayır

-Depresyon tedavisi görmekte misiniz? ☐ Evet ☐ Hayır

-Günlük hayatınızda hangi elinizi baskın olarak kullanmaktasınız? ☐ Sağ ☐ Sol

##### MÜZİKAL DENEYİM:

-Eğitiminizi aldığınız çalgıyı belirtiniz:

-İcra edebildiğiniz başka çalgı/lar varsa belirtiniz:

-Makamsal bir melodiyi duyduğunuz zaman hangi makamda olduğunu tespit edebiliyor musunuz? ☐ Evet ☐ Hayır

-İcralarınızda en sık kullandığınız akort hangisidir?

☐ Bolâhenk ☐ Süpürde ☐ Kız ☐ Mansur ☐ Diğer (Belirtiniz)

## Ek 4. Edinburgh El Tercihi Anketi

### Edinburgh El Tercihi Anketi

Lütfen, aşağıdaki aktivitelerde sağ veya sol hangi elinizi kullanıyorsanız onun bulunduğu kutuyu işaretleyiniz.

Eğer sadece o elinizi o aktivite için kullanıyor, diğer elinizi aynı aktivitede hiç kullanmıyorsanız 2 kutuya birden işaret koyunuz. Eğer iki elinizi de kullanarak o aktiviteyi yapıyorsanız hem sağ hem sol kolona işaret koyunuz.

Aşağıdaki bazı aktiviteleri iki elinizle yapılan aktivitelerdir. Bu durumda, işlemin gerçekleştirilen kısmı parantez içinde belirtilmiştir. Bu aktiviteyi hangi elinizi kullanarak yapıyorsanız onu işaretleyiniz.

Lütfen bütün soruları cevaplayınız ve sadece o işlevi daha önce hiç denemediyseniz boş bırakınız.

|                                                             | Sol                                               | Sağ                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Yazı yazma                                               | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 2. Resim çizme                                              | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 3. Fırlatma                                                 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 4. Makas kullanma                                           | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 5. Diş fırçası                                              | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 6. Bıçak (çatalsız)                                         | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 7. Kaşık                                                    | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 8. Saplı süpürge ile süpürme (kollar)                       | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 9. Kibrit yakma (eşleştirme)                                | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10. Kutu açma (kapak)                                       | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| <b><u>Toplam (her iki sütündeki işaretleri sayınız)</u></b> | <input type="text"/>                              | <input type="text"/>                              |

| Faklılık             | Biriken Toplam       | Sonuç                |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |



## Ek 5. Pozitif Negatif Duygu Ölçeği (PANAS)

### Ek - 2 Pozitif Negatif Duygu Ölçeği (PANAS):

Lütfen bu ölçeği Doldurduğunuz Tarihi Yazınız: ...../...../.....

Bu ölçek farklı duyguları tanımlayan bir takım sözcükler içermektedir. **Son iki hafta** nasıl hissettiğinizi düşünüp her maddeyi okuyun. Uygun cevabı her maddenin yanında ayrılan yere **(puanları daire içine alarak)** işaretleyin. Cevaplarınızı verirken aşağıdaki puanları kullanın.

1. Çok az veya hiç
2. Biraz
3. Ortalama
4. Oldukça
5. Çok fazla

|    |                                      | ÇOK AZ<br>VEYA<br>HIÇ | BİRAZ | ORTALAMA | OLDUKÇA | ÇOK FAZLA |
|----|--------------------------------------|-----------------------|-------|----------|---------|-----------|
| 1  | İlgili                               | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 2  | Sıkıntılı                            | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 3  | Heyecanlı                            | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 4  | Mutsuz                               | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 5  | Güçlü                                | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 6  | Suçlu                                | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 7  | Ürkmüş                               | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 8  | Düşmanca                             | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 9  | Hevesli                              | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 10 | Gururlu                              | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 11 | Asabi                                | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 12 | Uyanık (dikkati açık)                | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 13 | Ütanmış                              | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 14 | İlhamlı (yaratıcı düşüncelerle dolu) | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 15 | Sinirli                              | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 16 | Kararlı                              | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 17 | Dikkatli                             | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 18 | Tedirgin                             | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 19 | Aktif                                | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |
| 20 | Korkmuş                              | (1)                   | (2)   | (3)      | (4)     | (5)       |

# Montreal Bilişsel Değerlendirme

## Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

62

## Montreal Bilişsel Değerlendirme Sayfa-2

**6** Size bazı rakamlar söyleyeceğim, ben bitirdikten sonra, söylemiş olduğum rakamları sıra ile tekrar edin

☐<sub>1</sub> 2 1 8 5 4

+

Şimdi başka sayılar söyleyeceğim, ancak bu kez ben bitirdikten sonra sayıları ters sırada tekrar edin

☐<sub>1</sub> 7 4 2

Size bir dizi harf okuyacağım. A harfini her söylediğimde, elinizi masaya vurun. Eğer farklı bir harf söylersem, elinizi masaya vurmayın. (1 hata yapabilir)

☐<sub>1</sub> F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B

+

Şimdi sizden ben durun diyene kadar 100'den 7 çıkartarak saymanızı istiyorum. (2-3 doğru yanıt için 2 puan ve 4-5 doğru yanıt için 3 puan; yanlış saydıktan sonra doğru devam etmişse de doğrular toplanır.)

☐<sub>2</sub> 100 ☐<sub>3</sub> 93 86 79 72

**7** Size bir cümle okuyacağım. Ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın. Şimdi söyleyin "Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur." (Yanıtın ardından); Şimdi size bir başka cümle okuyacağım, ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın.

☐<sub>1</sub> 'Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına saklanırdı'.

☐<sub>2</sub> Tekrar tam ve doğru olmalıdır. İhmal edilerek atlanmış, yerine kullanılmış, eklenmiş kelimelerden kaynaklanan hatalara dikkat edin (Örn., ihmal edilebilecek kelimeler: 'tek', 'hep', yerine geçebilecek kelimeler: 'gizlenirdi', 'gizlenmek' ve eklenen kelimeler: Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına 'korkuyla' saklanırdı).

**8** Sizden bir dakika içinde biraz sonra vereceğim harfle başlayan, olabildiğince çok sayıda kelime söylemenizi istiyorum. Ahmet, İzmir gibi özel isimlerle, rakamlar veya aynı kökten türetilmiş isimler dışında istediğiniz her türlü kelimeyi söyleyebilirsiniz. Bir dakika dolduğunda size dur diyeceğim. Hazır mısınız? Şimdi bana K harfi ile başlayan olabildiğince çok sayıda kelime söyleyin (60 saniye süre tutulur). Durun'.

☐<sub>1</sub> 60 saniye içinde 11 veya daha fazla sayıda kelime üretildi ise 1 puan verin. Katılımcının yanıtlarını test formunun altındaki boşluğa kaydedin.

**9** Bana portakal ve muz arasındaki benzerliği söyleyin' denir. Eğer katılımcının yanıtı istendiği gibi olmazsa, ek süre vererek, 'Bana bu maddelerin başka bir benzerliğini söyleyin' denir. Eğer katılımcı istenen yanıtı (meyve) vermiyorsa, 'Evet bunların ikisi de meyve' deyin. Daha fazla açıklama yapmayın.

☐<sub>1</sub> Her madde çiftine verilen doğru yanıt: 1 puan

☐<sub>2</sub> Tren Bisiklet ulaşım aracı, seyahat edilir, her ikisine de binilip gezilir benzeri (tekerlekleri var yanlış)

Saat Cetvel ölçü araçları, ölçmek için benzeri (sayılar var yanlış)

**10** Gecikmeli hatırlama; Size daha önce bazı kelimeler okumuştum. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin'. (Hiçbir ipucu olmaksızın spontan olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

☐<sub>1</sub> ☐<sub>2</sub> ☐<sub>3</sub> ☐<sub>4</sub> ☐<sub>5</sub>

Burun ☐<sub>1</sub> Kadife ☐<sub>1</sub> Cami ☐<sub>1</sub>

Papatya ☐<sub>1</sub> Mor ☐<sub>1</sub>

**Seçmeli;** Size daha önce bazı kelimeler okumuştum. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin'. (Hiçbir ipucu olmaksızın spontan olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

BURUN ipucu: vücut bölümü KADİFE ipucu: kumaş türü

CAMI ipucu: bina türü PAPATYA ipucu: çiçek türü

MOR ipucu: bir renk

İpuçlarına rağmen hala hatırlamıyorsa, izleyen yönerge verilir. 'Biraz sonra sayacağım kelimelerden hangisi daha önce sunulmuştu hatırlıyor musunuz? burun-yüz-el | ipek-pamuklu-kadife | cami-okul-hastane | gül-papatya-lale | mor-mavi-yeşil

İpucu yardımıyla hatırlanan kelimelere puan verilmez. İpuçları sadece klinik olarak bilgi edinmek ve klinisyene bellek bozukluğunun türü hakkında ek bilgi sağlamak amacıyla kullanılır. Katılımcı ipucuyla hatırlayabiliyorsa, geri getirmeye bağlı, ipucuna rağmen hatırlamıyorsa, kodlamaya bağlı bir bellek bozukluğu düşünülür.

**11** Bana bugünün tarihini söyleyin. Eğer katılımcı tam bir yanıt veremezse, ek olarak 'Bana (gün, ay, yıl ve haftanın hangi günü) söyleyin' denir. Ardından, 'Şimdi bana bulunduğumuz yerin ve bulunduğumuz şehrin adını söyleyin'. (Doğru her bir yanıt için 1 puan verin. Katılımcı tarih ve yeri net ve açık (hastanenin, kliniğin, ofisin, kurumun adı) olarak söylemelidir. Katılımcı tarihin herhangi bir biriminde hata yaparsa puan verilmeyin.)

☐<sub>1</sub> ☐<sub>2</sub> ☐<sub>3</sub> ☐<sub>4</sub> ☐<sub>5</sub> ☐<sub>6</sub>

Gün ☐<sub>1</sub> Ay ☐<sub>1</sub> Yıl ☐<sub>1</sub>

Günlerden ne ☐<sub>1</sub> Buranın adı ☐<sub>1</sub> Şehrin adı ☐<sub>1</sub>

Nasreddine ZS, Phillips NA (2005) J Am Geriatr Soc. 2005 Apr;53(4):695-9

**Toplam Puan (0-30): \_\_\_\_\_(>21 normal)**



www.ftronline.com

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2016

## Ek 7. Taksim ve Dizinin Notası ve Ses Kayıtları

### RAST TAKSİM



♩ =85

### RAST DİZİ



[https://drive.google.com/drive/folders/1Mh\\_Y\\_R-vfSyyKTJaEWhtbhveXf56hlkM](https://drive.google.com/drive/folders/1Mh_Y_R-vfSyyKTJaEWhtbhveXf56hlkM)

Müzikal uyarılara ulaşmak için karekodu okutabilir veya bağlantıyı kopyalayarak tarayıcınıza yapıştırarak açabilirsiniz.

## Ek 8. Müzikal Uyaran Beğeni Ölçeği

1- Dinlemiş olduğunuz Bolâhenk ney ile icra edilen rast taksimi beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

2- Dinlemiş olduğunuz Süpürde ney ile icra edilen rast taksimi beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

3- Dinlemiş olduğunuz Kız ney ile icra edilen rast taksimi beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

4- Dinlemiş olduğunuz Mansur ney ile icra edilen rast taksimi beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

5- Dinlemiş olduğunuz Bolâhenk ney ile icra edilen rast dizisini beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

6- Dinlemiş olduğunuz Süpürde ney ile icra edilen rast dizisini beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

7- Dinlemiş olduğunuz Kız ney ile icra edilen rast dizisini beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

8- Dinlemiş olduğunuz Mansur ney ile icra edilen rast dizisini beğenme durumunuzu 1'den 10'a kadar bir puan belirterek puanlayınız:

1-☐ 2-☐ 3-☐ 4-☐ 5-☐ 6-☐ 7-☐ 8-☐ 9-☐ 10-☐

## Ek 9. Literatür Taramasında İncelenen Eserler Listesi



[https://docs.google.com/document/d/1OXEfayPlxsYULGpAluzRT5zJYf0BgQ\\_n/edit?usp=sharing&oid=108534452568940236044&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1OXEfayPlxsYULGpAluzRT5zJYf0BgQ_n/edit?usp=sharing&oid=108534452568940236044&rtpof=true&sd=true)

Eserlerin listesine ulaşmak için karekodu okutabilir veya bağlantıyı kopyalayarak tarayıcınıza yapıştırarak açabilirsiniz.