



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**İNSANDA FARKLI PROBLEM ÇÖZME STRATEJİLERİ VE
SEREBRAL HEMODİNAMİK & ELEKTROFİZYOLOJİK
KARŞILIKLARI**

MEVHİBE SARICAOĞLU

SİNİRBİLİM ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. LÜTFÜ HANOĞLU

İSTANBUL – 2022

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans () Doktora (X)
Anabilim Dalı : Sinirbilim
Tez Sahibi : Mevhibe SARICAOĞLU
Tez Başlığı : İnsanda Farklı Problem Çözme Stratejileri ve Serebral
Hemodinamik & Elektrofizyolojik Karşılıkları
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi
Sınav Tarihi : 01.06.2022

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

| <u>Danışman</u> | <u>Kurumu</u> | <u>İmza</u> |
|------------------------|-------------------------------|-------------|
| Prof.Dr. Lütfü HANOĞLU | İstanbul Medipol Üniversitesi | |

Sınav Jüri Üyeleri

| | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Prof.Dr. Bahar GÜNTEKİN | İstanbul Medipol Üniversitesi |
| Prof.Dr. Zübeyir BAYRAKTAROĞLU | İstanbul Medipol Üniversitesi |
| Prof.Dr. Burak YULUĞ | Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi |
| Prof.Dr. Çiğdem ÖZKARA | İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa |

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../ tarih ve/..... - sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür Vekili

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Mevhibe Sarıcaoğlu

İTHAF

Bu tez çalışmasını sevgili kardeşlerim Mebrure ve Abdülmelik Sarıcaoğlu'na ithaf ederim.



TEŞEKKÜR

Lisans eğitim sürecimden itibaren bana her alanda yol gösterici olan, bilime dair merak duygumu her daim diri tutan, iyi bir bilim insanı olabilmem için her türlü desteği sunan, yanında yetişmekten onur duyduğum ve daima kendisini örnek alacağım değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Lütfü HANOĞLU'na,

Her daim kendisinden yeni bilgiler öğrendiğim, her zaman güler yüzü ile tüm yoğunluğuna rağmen kıymetli vaktini bana ayıran, değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, daima kendisini örnek alacağım değerli hocam sayın Prof. Dr. Bahar GÜNTEKİN'e,

Kreatif sorular ile temel bilgilerin bir bütünlük içinde yorumlanabileceğini öğrendiğim, kıymetli bilgi birikimini benimle paylaşarak her daim ufkumu genişleten, tez süresince yönlendirici soru ve yorumları ile beni destekleyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Zübeyir BAYRAKTAROĞLU'na,

Bilgileri ile beni aydınlatan, bu süreçte desteğini her zaman kalpten hissettiğim değerli hocam Dr. Öğr. Üye. Özden ERKAN OĞUL ve Ferda BERKMAN'a

Karşıma çıkan her sorunda ve her başım sıkıştığında her zaman yanımda olduklarını bildiğim, desteklerini hiçbir alanda benden esirgemeyen Dr. Öğr. Üye. Miray BUDAK, Dr. Öğr. Üyesi Farzin Hajebrahimi ve Tuba Aktürk'e,

Eğitim hayatım boyunca hep birlikte olduğum, birlikte öğrendiğim eski dostlarım Ebru COŞKUN ve Ece Zeynep KARAKULAK'a,

Tez çalışmam boyunca destekleri ve motivasyonları ile beni iyileştiren, umudumu arttıran, bilimsel araştırma heyecanımı paylaştığım, birlikte çalışmaktan zevk aldığım ekip gibi ekibe; Fatma AYDIN, Halime AVUNÇ, Handan YAMAN, Harun YIRIKOĞULLARI, İrem ONİN, Seda AVCI ve Suat YILMAZ'a,

Tez çalışmama kıymetli vakitlerini ayırarak gelen, sorularım karşısında sabırla emek harcayan, benim için çok değerli olan TÜM KATILIMCILARIMA,

Hayatım boyunca yanımda olan, sevgileri ve güvenlerini her daim hissettiğim, her başarının onların varlığı ile anlam kazandığı kıymetlilerim anneciğim Ayşe SARICAOĞLU ve babacığım Necmettin SARICAOĞLU'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| TEZ ONAY FORMU..... | i |
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI | ii |
| İTHAF..... | iii |
| TEŞEKKÜR..... | iv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ..... | viii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ..... | ix |
| TABLolar LİSTESİ..... | xvii |
| 1. ÖZET..... | 1 |
| 2. ABSTRACT..... | 2 |
| 3. GİRİŞ VE AMAÇ..... | 3 |
| 4. GENEL BİLGİLER..... | 5 |
| 4.1. Problem Kavramı ve Problem Çözme Stratejileri..... | 5 |
| 4.2. Aritmetik Sorular ve Nörogörüntüleme Çalışmaları..... | 6 |
| 4.3. Semantik Bellek Soruları ve Nörogörüntüleme Çalışmaları..... | 8 |
| 4.4. İç görü Soruları ve Nörogörüntüleme Çalışmaları..... | 10 |
| 4.5. Problem Çözme Becerisinde Yaşın Etkisi..... | 11 |
| 4.6. Elektroensefalografi (EEG)..... | 14 |
| 4.7. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fYKS)..... | 15 |
| 4.8. EEG-fYKS Kombine Uygulamalar..... | 16 |
| 5. MATERYAL VE METOD..... | 17 |
| 5.1. Amaç..... | 17 |
| 5.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer..... | 17 |
| 5.3. Çalışmanın Süresi..... | 17 |
| 5.4. Katılımcılar..... | 17 |
| 5.5. Çalışma Tasarımı..... | 17 |
| 5.5.1. Dahil edilme kriterleri..... | 18 |
| 5.5.2. Dışlama kriterleri..... | 18 |
| 5.6. Veri Toplama Araçları..... | 18 |
| 5.6.1. Nöropsikolojik değerlendirme..... | 18 |
| 5.6.1.1. Demografik verilerin kaydedilmesi..... | 19 |
| 5.6.1.2. Montreal bilişsel değerlendirme testi..... | 19 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.6.1.3. | Sayı dizi testleri..... | 19 |
| 5.6.1.4. | Stroop test..... | 19 |
| 5.6.1.5. | Verbal akıcılık testleri..... | 20 |
| 5.6.1.6. | Beck depresyon ölçeği..... | 20 |
| 5.6.1.7. | Beck anksiyete ölçeği..... | 20 |
| 5.7. | Deney Protokolü..... | 21 |
| 5.8. | Nörogörüntüleme..... | 23 |
| 5.8.1. | EEG veri toplama..... | 23 |
| 5.8.2. | fYKS veri toplama..... | 24 |
| 5.9. | Verilerin Değerlendirilmesi..... | 27 |
| 5.9.1. | EEG verilerinin analizi..... | 27 |
| 5.9.2. | fYKS verilerinin analizi..... | 27 |
| 5.10. | İstatistiksel Analiz..... | 30 |
| 6. | BULGULAR..... | 32 |
| 6.1. | Demografik, Nöropsikolojik ve Davranışsal Bulgular..... | 32 |
| 6.2. | EEG Sonuçları..... | 34 |
| 6.2.1. | Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan delta yanıtları..... | 34 |
| 6.2.2. | Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan delta yanıtları ile doğru cevaplar arasındaki korelasyon sonuçları..... | 62 |
| 6.2.3. | Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan teta yanıtları..... | 69 |
| 6.2.4. | Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan teta yanıtları ile doğru cevaplar arasındaki korelasyon sonuçları..... | 79 |
| 6.3. | fYKS Veri Sonuçları..... | 87 |
| 6.3.1. | Genç bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikler..... | 87 |
| 6.3.2. | Genç bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan deoksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikler..... | 97 |

| | |
|---|------------|
| 6.3.3. Orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan hemodinamik değişiklikler..... | 102 |
| 6.3.4. Orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan deoksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikler..... | 110 |
| 6.3.5. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan hemodinamik değişikliklerin farkı..... | 114 |
| 6.3.6. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan deoksihemoglobin konsantrasyon değişiklikleri farkı..... | 126 |
| 6.3.7. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyon değişiklikleri ile doğru cevaplar arasındaki korelasyon sonuçları..... | 136 |
| 7. TARTIŞMA..... | 148 |
| 7.1. Limitasyonlar..... | 163 |
| 8. SONUÇ..... | 164 |
| 9. KAYNAKLAR..... | 171 |
| 10. EKLER..... | 188 |
| 11. ETİK KURUL ONAYI..... | 197 |
| 12. ÖZGEÇMİŞ..... | 200 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AS: Aritmetik İşlem Soruları

BOLD: Kan Oksijen Seviyesine Bağımlı Sinyal

D: Dedektör

DİS: Dört İşlem Soruları

DLPFC: Dorsolateral Prefrontal korteks

EEG: Elektroensefalografi

fMRI: Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme

fNIRS: Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi

GBS: Genel Bilgi Soruları

Hb: Deoksihemoglobin

İGS: İç Görü Soruları

MoCA: Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi

n: Katılımcı Sayısı

OHb: Oksihemoglobin

Ort: Ortalama

PET: Positron Emisyon Tomografisi

REMER: Rejeneratif ve Restoratif Tıp Araştırmaları Merkezi

S.S.: Standart Sapma

S: Kaynak

UBT: Uzak Bağlantılar Testi

WAIS-R: Wechsler Yetişkinler İçin Zeka Ölçeği

μ V: Mikrovolt

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 4.7.1. fYKS tekniğinde kaynak ve dedektörlerden fotonun izlediği yol..... | 16 |
| Şekil 5.7.1. Aritmetik soruların deney tasarımı..... | 22 |
| Şekil 5.7.2. Genel bilgi sorularının deney tasarımı..... | 23 |
| Şekil 5.7.3. İç görü sorularının deney tasarımı..... | 23 |
| Şekil 5.7.4. Dört işlem sorularının deney tasarımı..... | 23 |
| Şekil 5.8.1.1. EEG-fYKS kep yerleşimi..... | 24 |
| Şekil 5.9.2.1. .nirs uzantılı dosyanın Homer programında görüntülenmesi..... | 29 |
| Şekil 5.9.2.2. Homer 2 programında verinin düzenlenmiş hali..... | 29 |
| Şekil 5.9.2.3. Homer programında sırasıyla yapılan işlem akışının ve kullanılan sayısal değerlerin görüntüsü..... | 30 |
| Şekil 6.2.1.1. Grup*Lokasyon 0-500 ms’de delta yanıtı..... | 35 |
| Şekil 6.2.1.2. Soru Tipi*Lokasyon için 0-500 ms’de delta yanıtı..... | 36 |
| Şekil 6.2.1.3. Genç grupta Soru Tipi*Lokasyon için 0-500 ms’de delta yanıtı..... | 36 |
| Şekil 6.2.1.4. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Lokasyon için 0-500 ms’de delta yanıtı.... | 37 |
| Şekil 6.2.1.5. Soru Tipi*Hemisfer 0-500 ms’de delta yanıtı..... | 38 |
| Şekil 6.2.1.6. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 0-500 ms’de delta yanıtı..... | 38 |
| Şekil 6.2.1.7. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 0-500 ms’de delta yanıtı..... | 39 |
| Şekil 6.2.1.8. Soru Tipi*Lokasyon 500-1000 ms’de delta yanıtı..... | 40 |
| Şekil 6.2.1.9. Soru Tipi*Hemisfer 500-1000 ms’de delta yanıtı..... | 41 |
| Şekil 6.2.1.10. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 500-1000 ms’de delta yanıtı..... | 41 |
| Şekil 6.2.1.11. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 500-1000 ms’de delta yanıtı.... | 42 |
| Şekil 6.2.1.12. Soru Tipi*Lokalizasyon 1000-1500 ms’de delta yanıtı..... | 43 |
| Şekil 6.2.1.13. Soru Tipi*Hemisfer 1000-1500 ms’de delta yanıtı..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Şekil 6.2.1.14. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 1000-1500 ms’de delta yanıtı..... | 44 |
| Şekil 6.2.1.15. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 1000-1500 ms’de delta yanıtı... | 45 |
| Şekil 6.2.1.16. Aritmetik soruları cevaplarken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler..... | 46 |
| Şekil 6.2.1.17. İç görü sorularını cevaplarken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler..... | 47 |
| Şekil 6.2.1.18. Genel bilgi sorularını cevaplarken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler..... | 47 |
| Şekil 6.2.1.19. Dört işlem sorularını cevaplarken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler..... | 48 |
| Şekil 6.2.1.20. Genç ve orta yaşlı grup için, aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Frontal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 49 |
| Şekil 6.2.1.21. Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 50 |
| Şekil 6.2.1.22. Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Temporal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 51 |
| Şekil 6.2.1.23. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Parietal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 52 |
| Şekil 6.2.1.24. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 53 |
| Şekil 6.2.1.25. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 54 |
| Şekil 6.2.1.26. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Frontal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Şekil 6.2.1.27. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 56 |
| Şekil 6.2.1.28. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporo-Parietal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 57 |
| Şekil 6.2.1.29. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 58 |
| Şekil 6.2.1.30. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Santral bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 59 |
| Şekil 6.2.1.31. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporo-Parietal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 60 |
| Şekil 6.2.1.32. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması..... | 61 |
| Şekil 6.2.2.1. FP1, FP2 ve F4 elektrotlarında 0-500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 63 |
| Şekil 6.2.2.2. Genç grubun kendi içerisinde FP1, FP2 ve Pz elektrotlarında 0-500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 64 |
| Şekil 6.2.2.3. Cz, T7 ve O1 elektrotlarında 1000-1500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 65 |
| Şekil 6.2.2.4. T8 ve TP8 elektrotlarında 1000-1500 ms delta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 66 |
| Şekil 6.2.2.5. Genç grubun kendi içerisinde Cz, T7, TP7 ve P3 elektrotlarında 1000-1500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 67 |
| Şekil 6.2.2.6. Orta yaş grubun kendi içerisinde P4 elektrotunda 1000-1500 ms delta yanıtı ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği... | 68 |

| | |
|---|----|
| Şekil 6.2.2.7. Orta yaş grubun kendi içerisinde Fz elektrotunda 1000-1500 ms delta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği..... | 68 |
| Şekil 6.2.3.1. Soru Tipi*Lokasyon 0-400 ms'de teta yanıtı..... | 69 |
| Şekil 6.2.3.2. Genç grupta Soru Tipi*Lokasyon 0-400 ms'de teta yanıtı..... | 70 |
| Şekil 6.2.3.3. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Lokasyon 0-400 ms'de teta yanıtı..... | 70 |
| Şekil 6.2.3.4. Soru Tipi*Lokasyon 400-800 ms'de teta yanıtı..... | 71 |
| Şekil 6.2.3.5. Genç grupta Soru Tipi*Lokasyon 400-800 ms'de teta yanıtı..... | 71 |
| Şekil 6.2.3.6. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Lokasyon 400-800 ms'de teta yanıtı..... | 72 |
| Şekil 6.2.3.7. Soru Tipi*Hemisfer 400-800 ms'de teta yanıtı..... | 73 |
| Şekil 6.2.3.8. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 400-800 ms'de teta yanıtı..... | 73 |
| Şekil 6.2.3.9. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 400-800 ms'de teta yanıtı..... | 74 |
| Şekil 6.2.3.10. Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtın büyük ortalaması..... | 75 |
| Şekil 6.2.3.11. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtın büyük ortalaması..... | 76 |
| Şekil 6.2.3.12. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtın büyük ortalaması..... | 77 |
| Şekil 6.2.3.13. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtın büyük ortalaması..... | 78 |
| Şekil 6.2.4.1. Fz, Cz, C4 ve Pz elektrotlarında 0-400 ms teta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 80 |
| Şekil 6.2.4.2. P4 elektrotunda 0-400 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği..... | 81 |

| | |
|--|----|
| Şekil 6.2.4.3. Genç grubun kendi içerisinde Fz, F4, C3, Cz, C4 ve TP8 elektrotlarında 0-400 ms teta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 82 |
| Şekil 6.2.4.4. Genç grubun kendi içerisinde P3, Pz, P4 ve TP8 elektrotlarında 0-400 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 83 |
| Şekil 6.2.4.5. P3 ve P4 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 84 |
| Şekil 6.2.4.6. T7, O1 ve O2 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile dört işlem sorularındaki doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 85 |
| Şekil 6.2.4.7. Genç grubun kendi içerisinde Fz, C3 ve TP8 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 86 |
| Şekil 6.2.4.8. Genç grubun kendi içerisinde P4 ve TP8 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 87 |
| Şekil 6.3.1.1. Aritmetik soruları yanıtlarken genç grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin görüntüsü..... | 88 |
| Şekil 6.3.1.2. Aritmetik soruları yanıtlarken genç grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin önden görüntüsü..... | 89 |
| Şekil 6.3.1.3. Aritmetik soruları yanıtlarken genç grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin üstten görüntüsü..... | 89 |
| Şekil 6.3.1.4. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 3, 5, 7, 15, 16 ve 18..... | 92 |
| Şekil 6.3.1.5. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 20, 23, 25, 27, 29 ve 32..... | 93 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 6.3.1.6. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 35, 36, 37, 38, 39 ve 40..... | 94 |
| Şekil 6.3.1.7. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 42, 46, 47 ve 48..... | 95 |
| Şekil 6.3.1.8. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla genel bilgi soruları, dört işlem ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 6, kanal 8, kanal 10 ve kanal 11..... | 96 |
| Şekil 6.3.1.9. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla iç görü soruları, dört işlem ve genel bilgi soruları şeklinde azalan kanal 25..... | 97 |
| Şekil 6.3.3.1. Aritmetik soruları yanıtlarken orta yaşlı grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin görüntüsü..... | 103 |
| Şekil 6.3.3.2. Aritmetik soruları yanıtlarken orta yaşlı grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin önden görüntüsü..... | 103 |
| Şekil 6.3.3.3. Aritmetik soruları yanıtlarken orta yaşlı grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin üstten görüntüsü..... | 104 |
| Şekil 6.3.3.4. Orta yaşlı grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 13, kanal 27 ve kanal 41..... | 108 |
| Şekil 6.3.3.5. Orta yaşlı grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla genel bilgi soruları, dört işlem ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 18..... | 109 |
| Şekil 6.3.3.6. Orta yaşlı grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla genel bilgi soruları, iç görü soruları ve dört işlem şeklinde azalan kanal 36..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 6.3.5.1. Genç grup ve orta yaşlı grubun iç görü sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri..... | 123 |
| Şekil 6.3.5.2. Genç grup ve orta yaşlı grubun genel bilgi sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri..... | 124 |
| Şekil 6.3.5.3. Genç grup ve orta yaşlı grubun sorularını dört işlem sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri.... | 125 |
| Şekil 6.3.5.4. Genç grup ve orta yaşlı grubun sorularını aritmetik işlem sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri.... | 126 |
| Şekil 6.3.7.1. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 15'teki (Primer Somatosensoryal korteks, Primer Motor korteks) oksihemoglobin konsantrasyonu ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği..... | 136 |
| Şekil 6.3.7.2. Kanal 41 (Fusiform girus, Süperior Temporal girus) ve 42'deki (Fusiform girus, Wernike) oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 137 |
| Şekil 6.3.7.3. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 4 (Temporopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks), 24 (İnferior Prefrontal girus, Süperior Temporal girus), 39 (Primer Somatosensoryal korteks) ve 48'deki (Dorsolateral Prefrontal korteks) oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 138 |
| Şekil 6.3.7.4. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 16, 26, 41, 42 ve 48'deki oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 139 |
| Şekil 6.3.7.5. Kanal 2 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan), 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı) ve 9'daki (Süperior Temporal girus, Temporopolar alan) oksihemoglobin konsantrasyonu ile dört işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri..... | 141 |
| Şekil 6.3.7.6. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 2 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan), 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı) ve 32'deki | |

(Süperior Temporal girus, Premotor/Presuplementer Motor alan) oksihemoglobinin konsantrasyonu ile dört işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon.....142

Şekil 6.3.7.7. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı), 9 (Süperior Temporal girus, Temporopolar alan) ve 11'deki (Süperior Temporal girus) oksihemoglobinin konsantrasyonu ile dört işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri.....143

Şekil 6.3.7.8. Kanal 19 (Temporal Girus), 21 (Wernike, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul), 23 (İnferior Prefrontal girus, Dorsolateral prefrontal korteks), 35 (Premotor/Suplementer Motor alan) ve 40'taki (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) oksihemoglobinin konsantrasyonu ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri.....145

Şekil 6.3.7.9. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 21'deki (Wernike Bölgesi, Post Santral girus ve Süperior Parietal lobul) oksihemoglobinin konsantrasyonu ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği.....146

Şekil 6.3.7.10. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 40'taki (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) oksihemoglobinin konsantrasyonu ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği.....147

TABLolar LİSTESİ

| | |
|--|-----|
| Tablo 5.8.2.1. fYKS çekiminin alındığı optotlarını lokasyonları ve karşılık gelen bölgeler..... | 25 |
| Tablo 6.1.1. Katılımcılara ait demografik özellikler..... | 33 |
| Tablo 6.1.2. Katılımcıların nöropsikolojik ve davranışsal testlerin değerlendirme sonuçları..... | 33 |
| Tablo 6.1.3. Katılımcılara nörogörüntüleme esnasında sorulan soruların değerlendirme sonuçları..... | 34 |
| Tablo 6.2.1. Soru tipine göre delta yanıtının süre içerisinde güçlü çıktığı lokasyonlar..... | 46 |
| Tablo 6.2.2. Soru tipine göre delta yanıtının süre içerisinde güçlü çıktığı hemisfer tarafı..... | 48 |
| Tablo 6.3.1.1. Genç grupta kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=40)..... | 90 |
| Tablo 6.3.2.1. Genç grupta kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=40)..... | 99 |
| Tablo 6.3.3.1. Orta yaşlı grupta kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=29)..... | 105 |
| Tablo 6.3.4.1. Orta yaşlı grupta kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=29)..... | 112 |
| Tablo 6.3.5.1. İç görü soruları için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması..... | 115 |
| Tablo 6.3.5.2. Genel bilgi soruları için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması..... | 117 |
| Tablo 6.3.5.3. Dört işlem soruları için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması..... | 119 |
| Tablo 6.3.5.4. Aritmetik sorular için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması..... | 121 |
| Tablo 6.3.6.1. İç görü soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması..... | 128 |

Tablo 6.3.6.2. Genel bilgi soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması.....130

Tablo 6.3.6.3. Dört işlem soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması.....132

Tablo 6.3.6.4. Aritmetik işlem soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması.....134



1. ÖZET

İNSANDA FARKLI PROBLEM ÇÖZME STRATEJİLERİ VE SEREBRAL HEMODİNAMİK & ELEKTROFİZYOLOJİK KARŞILIKLARI

Problem çözme, zorlu konulara veya durumlara cevap aramak için gerçekleştirilen bilişsel bir süreci gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı farklı tip problem çözme stratejileri esnasında hem beyindeki elektrofizyolojik yanıtı Elektroensefalografi (EEG) tekniği ile hem de hemodinamik yanıtı Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopi (fYKS) tekniği ile kaydetmek, problem çözme stratejileri arasındaki farkı ve bu farkın yaşa bağlı değişimini araştırmaktır. Çalışmaya 20-30 yaş arası sağlıklı genç grup (n=40) ve 50-60 yaş arası sağlıklı orta yaşlı grup (n=31) dahil edildi. Katılımcılara eş zamanlı olarak 17 kanal EEG ve 48 kanal fYKS çekimi sırasında aritmetik sorular, genel bilgi soruları, iç görü soruları ve dört işlem soruları soruldu. EEG bulgularımızda, delta ve teta yanıtlarında hem soru tiplerinde hem de gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p<0,05$). Genç grupta, aritmetik sorular için Fronto-Temporal bölgenin, genel bilgi soruları için Parieto-Temporal bölgenin, iç görü soruları için Fronto-Oksipito-Temporo-Parietal bölgenin, dört işlem soruları için Temporo-Parietal bölgenin etkili olduğu; orta yaşlı grupta, aritmetik sorular için Oksipito-Temporal bölgenin, genel bilgi soruları için Oksipito-Temporal bölgenin, iç görü soruları için Oksipito-Temporo-Parietal bölgenin, dört işlem soruları için Santral-Temporal bölgenin etkili olduğu görüldü ($p<0,05$). Problem cevaplama sürecinde temel bir nöral ağın varlığıyla birlikte soru tipine spesifik olarak ayrı bölgelerin farklı aktivasyon dereceleri ile görev aldığı görüldü. Yaşlanma ile elektrofizyolojik gücün, aktifleşen bölge sayısının, oksihemoglobin oranının azaldığı bulundu. Bulgularımız, genç bireylerin problem çözmeye akıcı zeka becerilerinden, yaşlı bireylerin ise kristalize zeka becerilerinden baskın olarak faydalandığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Buluş Anı, EEG, fYKS, Problem Çözme, Yaşlanma

2. ABSTRACT

DIFFERENT PROBLEM-SOLVING STRATEGIES IN HUMAN AND THEIR CEREBRAL HEMODYNAMIC & ELECTROPHYSIOLOGICAL ANSWERS

Problem-solving requires a cognitive process performed to seek answers to challenging issues or situations. The aim of this study is to record both the electrophysiological response in the brain with the Electroencephalography (EEG) technique and the hemodynamic response with the Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) technique during different types of problem-solving strategies and to investigate the difference between problem-solving strategies and the age-related change of this difference. The healthy young group aged 20-30 (n=40) and the healthy middle-aged group aged 50-60 years (n=31) were included in the study. Arithmetic questions, general knowledge questions, insight questions, and four operation questions were asked to the participants during the simultaneous 17-channel EEG and 48-channel fNIRS recording. In our EEG findings, it was observed that there was a significant difference in delta and theta responses both in question types and between groups ($p < 0,05$). In the younger group, the Fronto-Temporal region for arithmetic questions, the Parieto-Temporal region for general knowledge questions, the Fronto-Occipito-Temporo-Parietal region for insight questions, Temporo-Parietal region for four operation questions; In the middle-aged group, the Occipito-Temporal region for arithmetic questions, the Occipito-Temporal region for general knowledge questions, the Occipito-Temporo-Parietal region for insight questions, and the Central-Temporal region for four operation questions were found to be effective ($p < 0,05$). In the problem-answering process, it was observed that separate regions, specific to the question type, were involved with different activation degrees, together with the existence of a basic neural network. It was found that electrophysiological power, the number of activated regions, and the oxyhemoglobin ratio decreased with aging. In addition, our findings indicate that young individuals predominantly benefit from fluent intelligence skills in problem-solving, while older individuals predominantly benefit from crystallized intelligence skills.

Keywords: Aging, EEG, Eureka, fNIRS, Problem solving

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Problem çözüme, zorlu konulara veya durumlara cevap aramak için gerçekleştirilen bilişsel bir süreci gerektirmektedir. Problem çözümenin amacı, engelleri aşmak ve verilen problemlere doğru cevabı bulmaktır (1,2). Temel olarak problem çözüme stratejileri üç tipe ayrılmaktadır: analitik sorulara yönelik problem çözüme stratejisi, semantik bellek sorularına yönelik bellekten bilgiyi geri getirme stratejisi ve iç görü stratejisidir (3).

Analitik problem çözüme, bilinçli bir şekilde bilginin ilk işlemde başlayarak adım adım işlenmesiyle elde edilen ve soru karşısında çözüme nasıl ulaşıldığının ayrıntılı olarak açıklanabildiği çözüm yoludur. Analitik problemlere örnek olarak matematik ve fizik problemleri verilmektedir (3,4). Bir diğer analitik problem tipi ise semantik bilgi içermeyen sadece sayı ve sembollerden oluşan sorulardır. Bu soru tipine dört işlem (toplama, çıkartma, çarpma, bölme) soruları, fonksiyon, denklem soruları örnek olarak verilebilmektedir (5).

Semantik bellek sorularının çözüm süreçleri, daha önce kazanılmış bilgiye dayanarak, bellekten bilgiyi geri getirerek sorunun cevaplanmasıdır. Semantik bellekte genel bilgilerimiz depolanmaktadır. Semantik bellek sorularına edebiyat, tarih ve coğrafya soruları örnek olarak verilebilmektedir. Örneğin, “sinema ne demektir, Türkiye’de kaç bölge vardır, Atatürk hangi tarihte Samsun’a çıkmıştır?” gibi sorular semantik bellekte depolanan bilgilerin geri getirilebilmesi ile cevaplanmaktadır (4).

İç görü ile problem çözüme süreci, çözümden tamamen uzakken aniden ‘görmeye’ geçiş sürecine atıfta bulunmaktadır. İç görü ile kastedilen, benzersiz bir deneyim olan aha dediğimiz Evraka anıdır. Çözüm süreci, sıralı bir süreç ile açıklanamayan, ani ve beklenmedik şekilde, “açık” bir cevaptan oluşmaktadır. Diğer stratejilerden farklı olarak, denekler çözüme ulaşmak için izledikleri yolu tam olarak ve kolayca açıklayamamaktadır (6).

Yapılan çalışmalarda fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fYKS) ve Elektroensefalografi (EEG) tekniklerini kullanarak problem çözüme görevi

sırasında beyinde meydana gelen elektrofizyolojik ve hemodinamik yanıtlar araştırılmıştır. Ancak çalışmalar tek bir problem tipine, sadece genç katılımcılara ve tek bir nörogörüntüleme modalitesine odaklanmıştır (7-9).

Bu çalışmanın amacı farklı tip problem çözme stratejileri esnasında hem beyindeki elektrofizyolojik yanıtı EEG tekniği ile hem de hemodinamik yanıtı fYKS tekniği ile kaydetmek, problem çözme stratejileri arasındaki farkı ve bu farkın yaşa bağlı değişimini araştırmaktır.

Çalışmanın hipotezleri:

H1-0: Farklı türde problemleri cevaplarırken beyinde meydana gelen elektrofizyolojik ve hemodinamik yanıtlar farklıdır.

H1-1: Farklı türde problemleri cevaplarırken beyinde meydana gelen elektrofizyolojik ve hemodinamik yanıtlar farklı değildir.

H2-0: Problem cevaplarırken meydana gelen elektrofizyolojik ve hemodinamik yanıtlarda yaşa bağlı olarak değişiklik meydana gelmektedir.

H2-1: Problem cevaplarırken meydana gelen elektrofizyolojik ve hemodinamik yanıtlarda yaşa bağlı olarak değişiklik meydana gelmemektedir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Problem Kavramı ve Problem Çözme Stratejileri

Problem, çözülmesi istenen soru, mesele anlamına gelmektedir. Problemin çözüm süreci, bulunulan ilk nokta ile hedef durum olan cevap arasındaki boşluk olarak tanımlanabilmektedir (10).

Problemleri çözmek için muazzam bir çeşitlilik var gibi görünse de temel olarak, 3 genel problem çözüm sınıfından bahsedilmektedir. Bunlardan ilki çözüme aşama aşama ilerleyerek ulaşmaktır. Matematik, fizik problemlerini cevaplarken olduğu gibi, bireyin başlangıç noktası ile hedef noktası olan cevabı arasında belirli sayıda basamak vardır. Birey adım adım ilerleyerek cevabı bilinçli şekilde bulmaktadır. Problem türü, çözümünün doğruluğunu denetlemek için yapılacak sağlama işlemine uygundur. Çözüm yolundaki basamaklar tersten izlenerek cevaptan soruya ulaşılmaktadır (3).

Bir diğer çözüm yolu, bilgiyi bellekten elde ettiğimiz süreci içermektedir. Genel kültür, edebiyat, coğrafya, tarih ile ilgili sorularla birey karşılaştığı zaman, cevabı kısa veya uzun süreli bellekten geri çağırma yoluyla elde etmektedir. Birey kullanılabilir bilgileri yeniden yapılandırıp, yorumlamak için kavramları kısa veya uzun süreli bellekte arayarak doğru cevaba ulaşmaktadır (11,12).

Öte yandan bir diğer çözüm yolu vardır ki cevap bir iç görü anı (Aha anı, Evreka anı) ile aniden belirmektedir. Kişi cevaba ulaşma yolunu bilinçli bir şekilde adım adım anlatamamakta, sadece cevabın zihninde bir anda parladığını ifade etmektedir (13).

Çözüm süreçleri belirli özelliklerle karakterize edilmekle beraber soru tiplerine göre kendi içerisinde değişiklik göstermektedir. Öncelikle problem ile karşılaşıldığı zaman ilk adım problemi idrak etme ve zihinsel bir çıkmazın yaşanmasıdır. Problemi anladıktan sonra sorunun cevaplanması için çözüme çabasının yönlendirilmesi ve üstesinden gelinmesi gerekmektedir. Zihinsel çıkmaz, cevaba ulaşma sürecinde yaşanan geçici bir tıkanıklık olarak yorumlanabilmektedir. Bireylerin bir zihinsel çıkmaza kısa veya uzun süreli, az

veya çok şiddetle girme durumu söz konusudur. Bu aşamada, birey çalışma belleğinde daha fazla işleme yaparak, dikkat süreçlerini belirgin şekilde kullanarak bu çıkmazdan çıkabilmektedir. Her problem türünde kısa veya uzun süre ile gerçekleşen bir durumdur. Yeniden yapılandırma ile bireyin zihinsel çıkmazdan çıktığı süreç başlamakta ve problemin nasıl çözüleceğine geçiş sağlanmaktadır. Kullanılabilir bilgi cevaba ulaşmak için gerekli şekilde işlenmektedir. Yeniden yapılandırma aşamasında, analitik problemler için işlem adımlarının belirlenmesi ve işlemlenin başlatılması, genel bilgi problemleri için, kısa veya uzun süreli bellekten gerekli bilgilerin çekilmesi, gereksiz bilgilerin inhibe edilmesi süreci gerçekleşmektedir. Ancak iç görü sorularının çözüm sürecinde yeniden yapılandırma aşaması ile ilgili tartışma devam etmektedir. Yeniden yapılandırmanın bilinçli, dikkatte yoğunluk gerektiren bir süreç olduğu bildirilmektedir. İç görü sorularını cevaplarken sürecin içerisinde yeniden yapılandırmanın bilinç dışı gerçekleştiği, derin çözümlemenin subkortikal seviyede meydana geldiği, cevabın aniden ortaya çıktığı bildirilmektedir. Zihinsel çıkmazın üstesinden gelmek ve cevaba ulaşmak için farklı problem çözme stratejilerinin gerçekleştiği görülmektedir (14).

4.2. Aritmetik Sorular ve Nörogörüntüleme Çalışmaları

Aritmetik sorular, kişilerin sayıları algılamasını, kavramasını, denklemler kurmasını ve denklem kurallarını bilmesini, uygulamasını, işlemler yapmasını, hesaplama prosedürlerini yerine getirmesini gerektirmektedir (15). Birey sıralı adımlarla soruyu algıladıktan sonra bilinçli şekilde işlem yapmaya başlamaktadır. Cevabının doğruluğunu cevaptan soruya doğru tersten ilerleyerek kontrol edebilmektedir. Yapılan bir hatanın soru hatasından ziyade bireyin soruyu çözmek için gerekli bilgi ve beceri eksikliğinden veya çözüm sürecindeki işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aritmetik sorular kendi içerisinde içeriğine, konusuna, zorluk seviyesine göre çeşitli gruplara ayrılmaktadır. En temel ayırım ise içerisinde semantik bilgiye yer veren ve sadece sayı ile sembollerden oluşan sorular şeklinde olmaktadır (8). Semantik bilgi içeren soruya ‘3 çilek 5 lira ise 15 çilek kaç liradır?’ sorusu örnek verilebilir. Sadece sayı ve sembollerden oluşan sorulara dört işlem soruları ‘ $30+40=?$ ’ şeklinde örnek verilebilir.

Aritmetik soruların cevaplanmasına yönelik süreç üçlü kod modeli ile açıklanmaktadır. Üçlü kodun ilki, soruda yer alan sayı ve sembollere yönelik; ikincisi sayısal sembollerin karşılık geldiği analoglar, nicel büyüklüklere yönelik; üçüncüsü de soruda yer alabilecek olan sözel bilgiye yönelik koddur. Bu üç kodun işlenmesi farklı beyin bölgelerinde gerçekleşmektedir. Sayı sembolleri söz konusu olunca beyinde İnférieur Ventral Oksipito-Temporal bölgenin iki taraflı aktivasyonu, nicel büyüklük verileri için İnférieur Parietal bölgenin aktivasyonu ve sözlü kodun işlenmesine yönelik sol Perisilviyan bölgenin aktivasyonundan bahsedilmektedir. Subkortikal yapıları inceleyen çalışmalarda, özellikle Talamus ve bazalgangliyonların işlemede önemli bir etkiye sahip olduğu, doğrudan bir matematik sorusu karşısında kortiko-bazalgangliyon döngülerinin görev aldığı, sözel bilgi içeren dolaylı sorularda ise dil bölgelerinin, Perisilviyan bölgenin ve Parietal bölgenin görev sürecine dahil olduğu bildirilmektedir (16-21). Dört işleme yönelik bir cevaplama süreci, kortiko-subkortikal bölge arasında gerçekleşirken, anlamaya yönelik kompleks matematik sorularında dil bölgelerinin ve iki taraflı Parietal bölgelerin önemli etkisine işaret edilmektedir. Prefrontal korteksin ise işlem ne olursa olsun bir merkez olarak görev aldığı bildirilmektedir. Matematik sorularında geçebilecek şekil, boyut, sembollere yönelik hesaplamalarda sol Fusiform girusun aktif olduğu, Fusiform girusun nesne özelliklerinin kodlanması ve sınıflandırılmasında hem sayı hem hesaplamaların özümsemesinde rol oynadığı bildirilmektedir. Sağ Fusiform girusun büyük çerçeveyi algılamada, sol Fusiform girusun ise uyarının görsel olarak tanımlanması ve idrakinde etkili olduğu bildirilmektedir (22,23). Singulat girusun ise süreç boyunca ve en sonunda hata izlemi görevi ile aktif olduğu, İnsula ile bağlantısı sayesinde sorunun cevaplanması ardından gelen mutluluk hissi ve motivasyonu indüklediği bildirilmektedir (21,24).

Aritmetik işlemlenin özellikle, Süperior ve İnférieur Parietal lobul ile Parietal bölgeleri, Orta ve İnférieur Frontal girus ile Frontal bölgeleri içeren bir Fronto-Parietal networke dayandığı bildirilmektedir (25). Aritmetik işlemlerin öğrenilmesi sürecine dayanan çalışmalarda, çocukların Frontal bölgelerinde aktivasyonun daha fazla olduğu, işlemlere aşinalık kazanılmasıyla beraber

Frontal bölgede aktivasyonun azalarak Parietal bölgedeki aktivasyonun arttığı bildirilmektedir. Aritmetik işlemler sırasında gerçekleşen beyin aktivasyonundaki bu Fronto-Parietal kayma, Frontal korteksin dikkat ve öğrenme süreçleri ile ilgili olduğunu, Parietal korteksin ise aritmetik işlemelemin artmış fonksiyonel uzmanlaşmasını temsil ettiğini düşündürmektedir (26).

Beyin elektriksel aktivasyonunu araştıran çalışmalarda, bilişsel görev sırasında delta ve teta gücünün başarılı performansla ilişkilendirildiği görülmektedir (27). Delta yanıtının, çalışma belleği ve dikkat gibi bilişsel işlevlere aracılık ettiği, ayrıca dikkatteki yoğunlaşmayı temsil edebileceği bildirilmektedir (28,29). Matematik problemlerini çözme sırasında yapılan çalışmalarda, delta gücünün, istirahat durumuna göre tüm kortikal alanlarda yüksek olduğu, en yüksek yanıtın Prefrontal bölgelerde çıktığı gösterilmektedir (30). Teta bandının özellikle problemin tespit ve idrakinde, ilgisiz uyarıların inhibisyonunda ve çözüm yolundaki kontrolde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (31,32). 2-N back testi, Flanker testi gibi testlerde çelişkili uyarıların inhibe etme, doğru cevabı verme esnasında Frontal teta yanıtının arttığı bildirilmektedir (27,33). Yapılan çalışmalar her ne kadar Fronto-Parietal network, delta ve teta aktivasyonu ile ilgili benzer geniş bir bilgi sağlasa da yaş, eğitim düzeyi, kullanılan soru tipi, nörogörüntüleme tekniği ve yapılan analizlere göre spesifik aktivasyon değişimlerinin olduğu da görülmektedir (5,15,25).

4.3. Semantik Bellek Soruları ve Nörogörüntüleme Çalışmaları

Semantik bellek dünya, kavramlar, semboller hakkındaki bilgilerden oluşan belleğin nispeten daha statik bir bölümüdür. Semantik bellek soruları, cevapları herkes tarafından aynı şekilde verilebilecek genel bilgi sorularını ifade etmektedir. Akademik, spesifik konulara verilecek özel bilgilerden ziyade bireyin yaşamı boyunca biriktirdiği bilgileri kapsamaktadır. Nesnelerin adları ve nitelikleri, tanımlar, tarihi olaylar, ünlü veya tarihi kişilere ait bilgiler örnek olarak verilmektedir (11,12,34,35). ‘Türkiye’nin ilk cumhurbaşkanı kimdir, Amerika’yı kim keşfetmiştir?’ gibi sorular semantik bellek sorularına örnektir. Dikkat, bellek ve yürütücü işlevler başta olmak üzere pek çok bilişsel işlev

semantik bilginin kodlanması ve doğru öğrenilmesi için gerekmektedir. İlgili soru ile karşı karşıya kalındığında doğru cevabın verilebilmesi için aynı şekilde bilişsel işlevlere ihtiyaç duyularak, bilginin geri çağırılması gerekmektedir (36,37).

Semantik bilginin, kortikal bölgelere dağılmış nöral aktivitenin bir kombinasyonuna bağlı olarak, bilgiye spesifik şekilde, beyinde pek çok bölgenin aktivasyonu ile kodlandığı ve geri çağırıldığı bildirilmektedir (38). Semantik bilginin kendisi ile beraber ilişkili olduğu kavramların da duyuşal, motor ve diğer modalitelerle birlikte kodlandığı, bilginin geri çağırılma sürecinde de ilgili modalitelerin olduğu farklı nöral bölgelerde aktivasyonunun gerçekleştiği gösterilmektedir (39). Tüm bu süreçlerde Hipokampus, Parahipokampal bölgeler, Temporal lob, Ventral Parietal ve Frontal bölgelerin görev aldığını gösteren çalışmalar mevcuttur (38). Her bölgenin farklı görevi olduğu düşünülmektedir. Hipokampusun, bellek için çekirdek bölge konumunda olduğu, Hipokampus hasarı neticesinde tekrarlayan eğitime rağmen bireylerin yeni semantik bilgileri öğrenemediği bildirilmektedir. Hipokampusun semantik bellekte, anlamdan bağımsız olarak bilginin kodlanması ve hatırlanmasında görevli olduğu düşünülmektedir. Parahipokampal bölgelerin semantik bilgi ile ilişkili olan diğer bilgiler ve çağrışımlarla ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Hipokampusun, Temporal ve Parietal bölgelerle iletişim halinde olduğu düşünülmektedir. Temporal ve Parietal lobun anlam üzerinde etkili olduğu, özellikle sol Medial Temporal lobun semantik bilgi ve bilgi ile ilişkili olabilecek kavramların kodlanmasında Hipokampus ile beraber görev aldığı bildirilmektedir. Semantik bilgi ile karşılaşıldığında Temporal bölge bilginin ilişkili olduğu kavramlara ait diğer bölgelerle beraber aktifleşmektedir (40). Parietal lobun semantik işlemede görev aldığı, başarılı hatırlama görevlerinde aktifleştiği bildirilmektedir (41). Yapılan çalışmalar, Prefrontal korteksin bellek üzerindeki etkisinde hem fikir görülmektedir (38). Ventrolateral Prefrontal korteksin bilgilerin güncellenmesi ve korunmasında, Dorsolateral Prefrontal korteksin (DLPFK) bilgilerin seçilmesi, manipüle edilmesi ve izlenmesinde, medial Frontal girusun, anlamsal ilişki oluşturma ve strateji geliştirmede, İnférieur Frontal girusun, kısa veya uzun süreli depolanmış

semantik bilginin seçilmesi ve geri çağrılmasında etkili bölge olduğu bildirilmektedir (42-45). Frontopolar korteksin ise Ventrolateral ve Dorsolateral Prefrontal korteks görevlerinin koordinasyonunu sağlayarak görev performansını üst düzeye çıkarttığı düşünülmektedir (46-48). Prefrontal korteks semantik bilginin kodlanılmasından, seçilmesine ve geri çağrılmasına kadar tüm süreçlerde etkili bölge olarak görülmektedir.

Beyin elektriksel aktivasyonunu araştıran çalışmalarda, delta yanıtının, çalışma belleği, bilgiler arası entegrasyonun sağlanması, soru çözümü, analitik düşünme ve yürütücü işlemlere aracılık etme gibi görevlerde etkili olduğu bildirilmektedir (49,50). Teta yanıtının bilginin kodlanması, geri çağrılması, tanınması süreçleri ile ilgili olduğu gösterilmektedir (51,52). Özellikle teta yanıtının bilinçli kodlama esnasında kortiko-hipokampal geri bildirimli döngülerden kaynaklandığı, bilişsel yükün fazla olduğu görevlerde dikkatin sürdürülebilmesinde etkili olduğu bildirilmektedir (53).

4.4. İç görü Soruları ve Nörogörüntüleme Çalışmaları

İç görü anı, Arşimet ve Newton başta olmak üzere birçok bilim insanının, çığır açan fikirlerine kaynak olarak belirtilmektedir. Einstein tarafından “Büyük bir spekülatif sıçrama” olarak tanımlanmış ancak çözüm süreci sürekli bir dizi akıl yürütme adımıyla açıklanamamıştır. Çözüm sürecinde meydana gelen bir süreksizlik, aniden ve öngörülemez şekilde zihinde parlayan bir cevap söz konusudur. Birey bilinçli şekilde cevaba giden süreci açıklayamamaktadır. Tersine bir işleme veya sağlamasının yapılması da mümkün olmamaktadır (3,54).

İç görü soruları ile yapılan nörogörüntüleme çalışmalarında Prefrontal, Temporal, Parietal ve Oksipital loblarda aktivasyon artışı olduğu bildirilmektedir (55-58). Çalışmalarda, iç görü sorusu ile karşılaşıldığında problemin ilk temsil aşamasında, iç görü soru türü nasıl gelirse gelsin ilk aktivasyonun Oksipital kortekste ortaya çıktığı bildirilmektedir (59). Posterior Singulat korteks ve Süperior Temporal girusun iç görü sorularının çözümüne hazırlık sırasında daha fazla aktif olduğu bildirilmektedir (60). Dorsolateral Prefrontal korteksin hedef seçiminde görev aldığı, Orta Temporal girusun soyut

anlamsal bilginin temsil ve çağrışımında görev aldığı bildirilmektedir (6,61). Temporal korteksteki aktivitenin iç görü sorusu karşısında, sorunun anlaşılması, sorudan yola çıkarak yakın veya uzak yeni anlamsal ilişkili kelimelerin üretilmesi, cevabın soruya entegre edilmesinde etkili bölge olduğu gösterilmiştir (12). Prefrontal ve Anterior Singulat korteksin, soru karşısında yanlış yanıtların inhibisyonunu sağladığı, bilişsel çatışmaları, ayrıca cevap seçenekleri arasındaki çatışmayı engellediği düşünülmektedir (2,6). Doğru cevaplanmış iç görü soruları ile cevaplanamamış iç görü sorularını kıyaslayan bir 7 Tesla fMRI çalışmasında, Dorsolateral Prefrontal korteks, Orta Temporal girus, Anterior Singulat kortekste anlamlı aktivasyon artışı olduğu gösterilmektedir. Talamik yolların, Ventral Tegmental alanın, Substantia Nigranın, ayrıca Striatum ve Hipokampusün aktif olduğu bildirilmektedir. Bu çalışma, iç görü sorularını cevaplarken kortikal ve subkortikal geniş bir ağ aktivasyonunun gerçekleşeceğine işaret etmektedir. İç görü sorusunu takiben gerçekleşen bilginin yeniden şekillendirilmesi ve cevabın bulunması sürecinde Hipokampusün, tek kesin bir sonuca varmada ventral Tegmental alanın, cevabın bulunması ile ortaya çıkan rahatlama, neşe hissinde Substantia Nigra ve Striatumun etkili olabileceği bildirilmektedir (6).

Beyin elektriksel aktivasyonunu araştıran çalışmalarda, iç görü sorularını cevaplarken Parietal lobda teta, alfa ve beta gücünde artış olduğu bildirilmektedir (14,62). Temporal lobda gama aktivitesindeki patlamanın iç görü sorularında cevabı bulma ile ilişkilendirildiği görülmektedir (53,62). İç görü sorularını cevaplarken olaya ilişkin potansiyelleri araştıran çalışmalarda Frontal lobdan Oksipital loba kadar uzanan bilateral bir networkten bahsedilmektedir. Pek çok çalışmada Frontal, Parietal ve Oksipital loblarda P300 ve N400 bileşenlerini andıran erken pozitif ve negatif tepe noktalarının amplitüdlerini bildirmektedir (3).

4.5. Problem Çözme Becerisinde Yaşın Etkisi

Türk Dil Kurumu tarafından, doğum ile başlayan süreçte yaşın ilerlemesi ile geçen zaman yaşlanma olarak tanımlanmaktadır. Artan uzun ömür ile beraber 2050 yılına kadar, dünya genelinde yaşlı nüfus miktarının, 15 yaş altı birey sayısından %16 daha fazla olacağı öngörülmektedir (63). Yaşlı nüfusun

artmasıyla beraber yaşlanma, son yıllarda giderek artan bir araştırma konusu olmuştur.

Yaşın ilerlemesiyle beraber mikro düzeyden makro düzeye, fizyolojik düzeyden psikolojik düzeye kadar hemen hemen her alanda değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler arasında en önemlilerinden birisi beyin yapı ve fonksiyonunda meydana gelen değişimlerdir. Yapısal değişikliklere nöron, sinaps sayılarında azalma, miyelin kılıfta dejenerasyonlar ve beyin total hacmindeki küçülme örnek verilebilmektedir (64,65). fMRI, fYKS, Positron Emisyon Tomografisi (PET) çalışmaları, yaşlanma ile özellikle Prefrontal kortekste bölgesel kan akışında ve glikoz metabolizmasında azalmaların meydana geldiğini bildirmektedir (66-70). EEG çalışmalarında yaş artışıyla beraber Frontal bölgede alfa ve teta yanıtında artış başta olmak üzere pek çok frekansta değişiklikler olduğu bildirilmektedir (66,70,71). Yaşlı bireylerle genç bireyler karşılaştırıldığında Frontal bölgelerde dinlenme durumu alfa gücünde, alfa yanıt amplitüdünde ve alfa faz kilitlenmesinde artış olduğu görülmektedir (70-73).

Fonksiyonel değişimlere temel duyuşsal ve motor işlevlerden, daha yüksek bilişsel işlevlere kadar geniş bir yelpazede meydana gelen değişiklikler örnek gösterilmektedir (74). Yaşın ilerlemesi ile beraber bireylerin sahip olduğu zihinsel kabiliyet yapısının da değiştiğı bildirilmektedir. Horn-Cattell'in (75) Zeka Kuramında zihinsel kabiliyet, doğuştan gelen, birbirini tamamlayan, yaşa ve çeşitli faktörlere bağılı olarak değişip, gelişebilen bir yapı olarak bildirilmekte, akışkan zeka ve kristalize zeka olarak ikiye ayrılmaktadır. Akışkan zeka, yeni durumlar karşısında mantık ve muhakeme kurma yoluyla akıl yürüterek problemleri çözme yeteneğini; kristalize zeka ise öğrenme veya deneyim yoluyla elde edilen bilgileri kullanarak problem çözme yeteneğini ifade etmektedir. Akışkan zeka, soru karşısında eldeki bilgi parçalarının tanımlandığı, kodlandığı, aynı anda idare edildiğı, aralarında bağlantılar kurarak sorunun yeniden analiz ve inşa edildiğı süreci kapsamaktadır (76,77). Daha çok kısa süreli bellek ve çalışma belleğı ile ilişkilendirilmektedir. Kristalize zeka, soru karşısında önceden elde edilmiş bilgi veya deneyimlerin geri çağırılması sürecine dayanmaktadır. Kısa veya uzun süreli bellek ile ilişkilendirilmektedir. Akıcı ve

kristalize zekanın birbirini tamamlar nitelikte olduğu, yaşı bağlı olarak baskın kullanılan çeşidinin farklılık gösterebileceği bildirilmektedir (75). 24-93 yaş arasındaki bireylerin problem çözme performansını kıyaslayan bir çalışmada 24 yaştan 50 yaşa kadar bireylerin problem çözme performansının yükseldiği, 50 yaş sonrasında ise performansta düşüşün başladığı gösterilmektedir (78). Genç bireylerin problem çözmeye akıcı zeka becerilerinden, yaşlı bireylerin ise kristalize zeka becerilerinden baskın olarak faydalandığı bildirilmektedir. Horn ve Cattell'in (75,76) 14-61 yaş aralığını aldığı başka bir çalışmada, genç bireylerin akıcı zeka ortalamalarının ileri yaşlı bireylerden daha yüksek olduğu, ileri yaşlı bireylerin ise kristalize zeka ortalama puanlarının genç bireylerden daha yüksek olduğu gösterilmektedir. Yaşı bağlı bu değişim göz önünde bulundurulduğunda, akışkan zekanın dikkat ve kavramları yeniden kurgulama becerisini yansıtarak genç bireylerde daha baskın kullanıldığı, kristalize zekanın ise kavram bilgisini, deneyimi ve bilgeliği yansıtarak ileri yaşlı bireylerde daha baskın kullanıldığı bildirilmektedir (75,79).

Zihinsel işlev becerilerini ayrı ayrı değerlendiren çalışmalarda, özellikle çalışan bellek kapasitesinde, hafif bilişsel bozukluk veya demans süreci gelişmese bile yaşlanma ile bir düşüş olabileceği bildirilmektedir (80). Çalışan bellekte meydana gelen değişiklik, dikkat, bellek, görsel algı ve yürütücü işlevler başta olmak üzere hemen hemen tüm zihinsel becerileri etkilemektedir. Stroop test gibi çelişkili uyaranlar içeren, inhibisyon gerektiren görevlerde yaşlı bireyin işleme hızı normal olsa da genç bireylere göre daha yavaş bir performans sergileyebileceği bildirilmektedir (67). Aritmetik işlem sorularında çalışan bellek kapasitesinin zorlanmasına bağlı olarak başarı oranının düşebileceği varsayılmaktadır (81-83). Yaşıla beraber epizodik ve semantik belleği gerektirecek problem çözme becerilerinde kötüleşme olabileceği, ancak satranç oyunu gibi yeteneğin ve deneyimin ön planda olduğu oyunlarda ileri yaştaki bireylerin genç bireylerle benzer performansı sergilediği bildirilmektedir (84,85). Bulmaca sorularında cevaplama süresinin yaşıla birlikte uzadığı bildirilmektedir (86).

Zihinsel işlev becerilerinde düşüş olduğu bildirilse de yaşı bağlı düşüşün oldukça değişken olduğu unutulmamalıdır. Bazı bireylerde yaşlanma ile hızlı bir

gerileme görülürken bazı bireylerde herhangi bir değişiklik olmadığı da bildirilmektedir (87). Yaşlanma ile meydana gelen mekanizmalar hala araştırma aşamasında olup henüz tam olarak açıklanamamıştır.

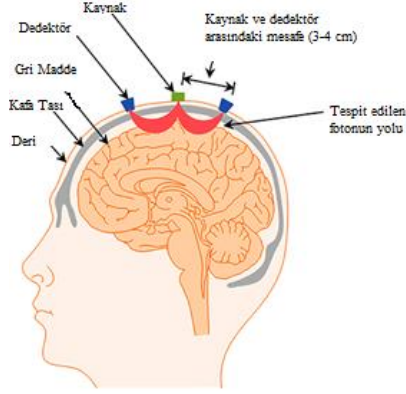
Beyinde meydana gelen değişiklikler yaşlandıkça gerçekleşen normal bir dejenerasyon süreci olarak kabul edilebilmektedir. Ancak bazı dejenerasyonlar anormal ve patolojik durumlara sebebiyet vererek çeşitli nörodejeneratif hastalıklara yol açmaktadır (66). Yaşlanmanın altında yatan sağlıklı nöral mekanizmanın ortaya çıkarılması hem sağlıklı yaşlanma sonucu oluşan değişikliklerin hem de patolojik değişikliklerin anlaşılmasını ve ayırt edilmesini sağlayacak, tanı ile tedavide gelişmelere olanak tanıyacaktır.

4.6. Elektroensefalografi (EEG)

Elektroensefalografi (EEG), hem klinik hem araştırma amacıyla, korteksin çok sayıda piramidal hücrelerinin eş zamanlı ve senkronize gerçekleşen postsinaptik potansiyellerini, noninvaziv olarak değerlendirmeye olanak tanıyan bir nörogörüntüleme tekniğidir (88). İlk olarak 1929'da Hans Berger tarafından keşfedilmiştir. Sinaptik aktivite EEG potansiyellerinin en önemli kaynağıdır. Uyarıcı ve inhibe edici postsinaptik potansiyeller EEG'de sinaptik aktivite olarak kaydedilmektedir. Sodyum ve kalsiyum iyonlarının hücre içine girmesiyle hücre uyarılırken, potasyum ve klor iyonlarının hücre dışına çıkması ile hücre inhibe olmaktadır. Kafa derisi üzerindeki EEG elektrotları kortikal nöronların hücre zarlarında gerçekleşen post sinaptik potansiyellerin sebep olduğu farklılıkları kaydetmektedir (89). Beyinde EEG dalgalarını oluşturan beş farklı frekans bulunmaktadır. Bu frekanslar: delta (0,5-3,5 Hz), teta (4-7 Hz), alfa (8-13 Hz) ve gama (28-48 Hz)'dir. Araştırmalarda EEG aktivitesi, istirahat durumu EEG aktivitesi, uyarılmış potansiyel, uyarılmış osilasyon, olaya ilişkin potansiyel ve olaya ilişkin osilasyon olarak incelenmektedir. Bir nörogörüntüleme tekniği olarak EEG'nin zamansal çözünürlüğünün yüksek olması, kullanımının güvenli ve kolay olması gibi avantajları bulunmaktadır. Dezavantajları arasında uzamsal çözünürlüğünün düşük olması, hareket gürültüsü başta olmak üzere tüm gürültülere hassas olması ve kaydın gürültüden temizlenme gerekliliği sayılmaktadır.

4.7. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (fYKS)

Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fYKS), hem klinik hem araştırma amacıyla, beynin farklı kortikal bölgelerindeki oksijenizasyon değişikliklerini noninvaziv olarak değerlendirmeye olanak tanıyan bir nörogörüntüleme tekniğidir (90). İlk olarak 1977'de Franz Jöbbs tarafından insan beyninde kullanılmıştır (91). fYKS görüntülemenin temel prensibi, nörovasküler bağlanmaya dayanmaktadır. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) tekniğindeki kan oksijen seviyesine bağlı (BOLD) sinyal yanıtının algılamasına benzer şekilde, hemodinamik yanıt sinyalini ortaya koyabilmektedir (92). Beyin dokusu boyunca iletilen ışık miktarını doğru şekilde ölçerek oksihemoglobin ve deoksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikleri ölçmektedir. fYKS tekniğinde, dalga boyu kızılötesine yakın olan (700-950 nm) foton radyasyonu kullanılmaktadır (93). Kafa derisi üzerine kaynak ve dedektör isimli çok sayıda kızılötesi foton sensörü yerleştirilmektedir. Kaynaktan gönderilen foton korteksin yaklaşık 3 cm derinine kadar kafatası boyunca muz şeklinde bir yol izleyerek ilerlemektedir (Şekil 4.7.1). Beyin dokusu tarafından absorbe edilmeden kafa yüzeyine geri dönen fotonlar dedektör tarafından algılanmaktadır. Kaynak tarafından gönderilen ve dedektör tarafından algılanan foton miktarı arasındaki fark üzerinden bölgedeki nöronların oksijen tüketim miktarı hesaplanmaktadır. Aktif nöronlar daha fazla oksijene ihtiyaç duymaktadır, dolayısıyla nöron aktivitesindeki artış tüketilen oksijen miktarı üzerinden hesaplanabilmektedir (92). fYKS tekniğinin, uzamsal çözünürlüğünün yüksek olmasıyla beraber, kullanımının kolay ve ucuz olması, hareket gürültüsüne karşı dirençli olması, günlük yaşamı inceleme fırsatı sunması gibi avantajları bulunmaktadır (92,94). Zamansal çözünürlüğünün düşük olması, subkortikal yapılar ile ilgili bilgi vermemesi dezavantajları olarak görülmektedir (93).



Şekil 4.7.1. fYKS tekniğinde kaynak ve dedektörlerden fotonun izlediği yol (Naseer ve Hong'un çalışmasından uyarlanmıştır) (67).

4.8. EEG-fYKS Kombine Uygulamalar

Her bir nörogörüntüleme tekniğinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Çok modüllü nörogörüntülemeler ile, her bir modalite tarafından sağlanan farklı özelliklerin ve fizyolojik bilgilerin bir arada kullanılması sağlanmaktadır. Ayrıca çok modlu modüller, her bir modalitenin karşılaştığı sınırlamaların kısmen üstesinden gelebilmektedir (95). Tanı, tedavi ve beyin fonksiyonlarını anlamamız için çok boyutlu veriye ulaşmamız önem arz etmektedir (96). Son on yıldır EEG ve fYKS tekniklerinin beraber kullanıldığı çalışmalara yoğunlaşıldığı görülmektedir. EEG'nin yüksek zamansal çözünürlükle elektrofizyolojik veri sağlaması, fYKS'in yüksek uzamsal çözünürlükle hemodinamik veri sağlaması ile kortikal aktivitenin farklı yönleri ile ilgili daha kapsayıcı bilgiye ulaşılmaktadır (95,97-99).

5. MATERİYAL VE METOD

5.1. Amaç

Bu çalışmanın primer amacı, farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan elektrofizyolojik ve hemodinamik yanıtı araştırmak, yaşla beraber meydana gelen değişikliği ortaya koyabilmektir.

Bu amaç çerçevesinde çalışmanın alt hedefleri aşağıdaki şekildedir:

1. Genç bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan elektrofizyolojik değişiklikleri tespit etmek;
2. Orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan elektrofizyolojik değişiklikler tespit etmek;
3. Genç bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan hemodinamik değişiklikleri tespit etmek;
4. Orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan hemodinamik değişiklikleri tespit etmektir.

5.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer

Bu çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Rejeneratif ve Restoratif Tıp Araştırmaları Merkezi (REMER) Klinik Elektrofizyoloji, Nörogörüntüleme ve Nöromodülasyon Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın etik kurul onayı 10.01.2020 tarihinde İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından verilmiştir. Etik kurul onay numarası 10840098-604.01.01-E.1064'tür.

5.3. Çalışmanın Süresi

Bu çalışma Mart- Ekim 2021 tarihleri arasında yapılmıştır.

5.4. Katılımcılar

Çalışmaya 71 sağlıklı birey alınmıştır. Alınan katılımcılar genç grup ve orta yaşlı grup olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Genç grup, 20-30 yaş arası 40 sağlıklı bireyden oluşmaktadır. Orta yaşlı grup 50-60 yaş arası 31 sağlıklı bireylerden oluşmaktadır.

5.5. Çalışma Tasarımı

Çalışmanın iki aşaması bulunmaktadır: kognitif işlevlerin ve davranışsal semptomların değerlendirilmesine yönelik nöropsikolojik testlerin uygulanması

ile problem çözme esnasında EEG-fYKS nörogörüntüleme kaydının alınmasıdır.

5.5.1. Dahil edilme kriterleri

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şöyledir:

- Gönüllü onam formunu imzalamak,
- Sağ elini baskın olarak kullanmak,
- 20-30 yaş arasında veya 50-60 yaş arasında olmak,
- En az 11 sene eğitim almış olmak,
- Herhangi bir nörolojik veya psikiyatrik tanıya sahip olmamak,
- Herhangi bir nörolojik veya psikiyatrik ilaç kullanmamak,
- Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA) testinden 21 puan ve üzerinde almış olmaktadır.

5.5.2. Dışlama kriterleri

Çalışmadan dışlanma kriterleri şöyledir:

- Gönüllü onam formunu imzalamamak,
- Sol elini baskın olarak kullanmak,
- 20-30 yaş arasında veya 50-60 yaş arasında olmamak,
- 11 seneden az eğitim almış olmak,
- Nörolojik veya psikiyatrik tanıya sahip olmak,
- Nörolojik veya psikiyatrik ilaç kullanmak,
- MoCA testinden 21 puan altında almış olmaktadır.

5.6. Veri Toplama Araçları

5.6.1. Nöropsikolojik değerlendirme

Nöropsikometrik değerlendirme testleri, katılımcıların genel kognisyonlarını, dikkat, frontal işlev ve davranışsal semptomlarını belirlemek amacıyla EEG-fYKS kaydı öncesinde yapılmıştır.

Genel kognisyonu değerlendirmek için; Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA);

Dikkat fonksiyonunu değerlendirmek için ileri sayı menzili ve geri sayı menzili testleri;

Frontal işlevleri değerlendirmek için Stroop Test ve Verbal akıcılık testleri;

Davranışsal semptomların değerlendirmek için Beck Depresyon Ölçeği ve Beck Anksiyete Ölçeği kullanılmıştır.

5.6.1.1. Demografik verilerin kaydedilmesi

Katılımcılara ait yaş, eğitim süresi gibi demografik bilgiler kaydedilmiştir. Uyku süresi, komorbid hastalıklar ve kullanılan ilaçlar ile ilgili ayrıntılı bilgi alınmıştır.

5.6.1.2. Montreal bilişsel değerlendirme testi

Bilişsel durumu hızla değerlendirmeye yönelik bir tarama testidir. Görsel-mekânsal/yönetici işlevler, adlandırma, bellek, dikkat, lisan, soyut düşünme, gecikmeli hatırlama ve yönelim gibi bilişsel işlevleri değerlendirmektedir. 30 puan üzerinden değerlendirilen testte, 21 puan ve üzeri alan bireyler bilişsel açıdan normal olarak değerlendirilmektedir (100).

5.6.1.3. Sayı dizi testleri

Dikkat ve yürütücü işlevleri ölçen test, ileri sayı menzili ve geri sayı menzili olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. İleri sayı dizileri 3 ile 8 basamaklı sayı gruplarından oluşmaktadır. 3 basamaklı sayı dizisinden başlayarak sayılar okunur, bireyden sayıları tekrar etmesi istenmektedir. Art arda iki hata yapılması durumunda test bitirilmektedir. En son bildiği sayı grubunun ileri sayı menzil karşılığı ileri menzil puanı kabul edilmektedir. Geri sayı dizileri 2 ile 7 basamaklı sayı gruplarından oluşmaktadır. Kişiye 2 basamaklı sayı dizisinden başlayarak sayılar okunur, bireyden okunan sayıları tersten tekrar etmesi istenmektedir. Art arda iki hata yapılması durumunda test bitirilmektedir. En son bildiği sayı grubunun geri sayı menzil karşılığı geri menzili puanı olarak kabul edilmektedir (101).

5.6.1.4. Stroop test

Odaklanılmış dikkat, uygun olmayan tepkiyi inhibe etme ve kognitif esneklik gibi yürütücü işlevleri pek çok yönüyle değerlendiren bir testtir. Üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamasında mavi, kırmızı ve yeşil renkte otuz adet dikdörtgen şekil gösterilmekte, bireylerden sırayla renkleri söylemesi istenmektedir. İkinci aşamada 3 değişik renk ile yazılmış, kırmızı, mavi, yeşil kelimelerini okumaları istenmektedir. Üçüncü aşamada ise değişik renklerde yazılmış kırmızı, mavi ve yeşil kelimelerinin mürekkep rengini söylemeleri

istenmektedir. Her aşamada süre, yapılan hata ve düzeltme sayısı kaydedilmektedir (102).

5.6.1.5. Verbal akıcılık testleri

Frontal işlevleri değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Verbal akıcılığı değerlendirmek için meyve-isim testi yapılmaktadır. Katılımcıya 1 dakika süre verilir. Katılımcıdan 1 dakika boyunca sırayla bir meyve bir insan ismi söylemesi istenmektedir. Testin sonunda söylenen meyve-isim çift sayısı kaydedilmektedir. Semantik akıcılığı değerlendirmek amacıyla bireyden 1 dakika boyunca hayvan isimleri sayması istenmektedir. Saydığı toplam hayvan sayısı kaydedilmektedir. Fonemik akıcılığı değerlendirmek için sıraya K harfi ile, A harfi ile ve S harfi ile başlayan özel isim olmayan kelimeleri sayması istenmektedir. Toplam sayılan kelime sayısı not edilmektedir (101).

5.6.1.6. Beck depresyon ölçeği

Depresyon belirtilerini ölçmeye yönelik test 21 maddeden oluşmaktadır. Bireylerin kendini değerlendirmelerine yöneliktir. Bireylerden durumlarını en iyi ifade eden cümlenin önündeki sayıyı (0, 1, 2, 3) seçmeleri istenmektedir. Testin sonunda bireyin verdiği puanlar toplanmaktadır. 9 puan ve aşağısı normal düzeyi; 10-18 puan aralığı hafif düzey depresyon belirtisini; 19-29 puan arası orta düzey depresyon belirtisini ve 30-63 puan aralığı şiddetli düzey depresyon belirtisini göstermektedir (103).

5.6.1.7. Beck anksiyete ölçeği

Bireyin anksiyete düzeyini belirlemeye yönelik bir testtir. 21 maddeden oluşmaktadır. Bireylerden, verilen maddelerin kendilerini rahatsız etme düzeyine göre puan vermeleri istenmektedir. 0 puan hiç etkilemedi; 1 puan hafif etkiledi; 2 puan orta düzeyde etkiledi, 3 puan ciddi etkiledi anlamına gelmektedir. Testin sonunda bireyin verdiği puanlar toplanmaktadır. 7 puan ve aşağısı minimal düzeyde anksiyete belirtisini; 8-15 puan aralığı hafif düzeyde anksiyete belirtisini; 16-25 puan arası orta düzeyde anksiyete belirtisini ve 26-63 puan aralığı şiddetli düzey anksiyete belirtisini göstermektedir (104).

5.7. Deney Protokolü

Araştırmada kullanılacak deney tasarımı E-Prime (2.0) programı ile hazırlanmıştır. EEG ve fYKS çekimleri sırasında katılımcılara dört farklı soru türü sunulmuştur. Soru türleri şu şekildedir: Aritmetik sorular, Genel Bilgi soruları, İç Görü soruları ve Dört İşlem sorularıdır. Sunulacak sorular Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış ölçeklerden seçilerek belirlenmiştir. Deney paradigmalarında sunulan sorular şu şekildedir:

Aritmetik sorular için Wechsler Yetişkinler İçin Zeka Ölçeği (WAIS-R)'nin aritmetik alt ölçeğinde yer alan sorular kullanılmıştır (4).

Genel bilgi soruları için WAIS-R'nin genel bilgiler alt ölçeğindeki sorular kullanılmıştır (4).

İç görü soruları için Uzak Bağlantılar Testi (UBT)'nin içerisinde yer alan sorular kullanılmıştır (105).

Dört işlem soruları için sayı ve sembolleri içeren toplama, çıkartma, çarpma veya bölme soruları sorulmuştur (15).

Wechsler Yetişkinler İçin Zeka Ölçeği, 16-70 yaş arası için geçerlilik güvenilirliği yapılmış, bireylerin zeka seviyelerini ölçmeye yönelik bir testtir. Testte 11 alt ölçek bulunmaktadır. Bu alt ölçekler şu şekildedir: genel bilgi, resim tamamlama, sayı dizisi, resim düzenleme, sözcük dağarcığı, küplerle desen, aritmetik, parça birleştirme, yargılama, şifre ve benzerliklerdir. Genel bilgi alt ölçeği, herhangi bir uzmanlaşma, spesifik veya akademik bir alanda özel bilgi içermeyen, kısaca yanıtlanabilecek genel bilgi sorularından oluşmaktadır. Aritmetik alt ölçeğinde çeşitli zorluklarda aritmetik problemler bulunmaktadır, bireylerin kağıt kalem kullanmadan zihinlerinden soruları çözmesi istenmektedir (4). Çalışmamızda WAIS-R ölçeğinin sadece genel bilgi ve aritmetik alt ölçeklerinde bulunan sorular kullanılmıştır. E-Prime programı üzerinden fYKS ve EEG çekimleri sırasında sorulmuş olup, bireyler cevaplarken nörogörüntüleme kayıtları alınmıştır.

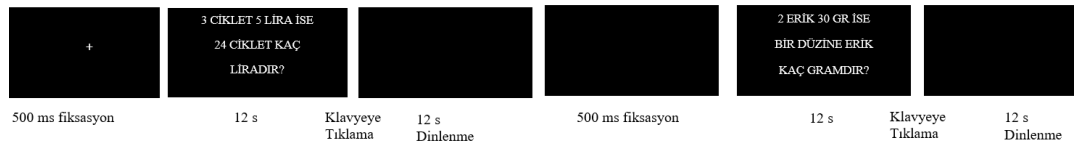
Uzak Bağlantılar Testi, sezgisel problem çözme becerisini değerlendirmektedir. Testte toplam 120 adet soru bulunmaktadır. Her soru üçlü kelime setinden oluşmaktadır. Katılımcılardan cevap için, bu kelimelerin her biri ile kullanıldığında, anlamlı ikili kelime oluşturan ortak kelimeyi bulmaları

istenmektedir (105). Çalışmamızda, 120 soru içerisinde en çok doğru cevaplanmış 22 soru seçilerek kullanılmıştır. Sorular, E-Prime programı üzerinden EEG ve fYKS çekimleri sırasında sorulmuş olup, bireyler cevaplarırken nörogörüntüleme kayıtları alınmıştır.

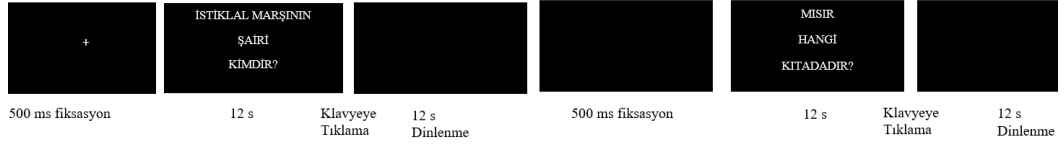
Dört işlem soruları olarak, iki basamaklı sayılarla toplama, çıkartma, çarpma ve bölme işlemleri verilmiştir. Bireylerin bu soruları cevaplarırken nörogörüntüleme kaydı alınmıştır (15).

Tüm deney toplamda dört oturum olacak şekilde hazırlanmıştır. Her oturumunda ayrı soru tipi sunulmuş, sunulacak soru tipi sırası randomize olarak belirlenmiştir. Çekim öncesi bireyler 3 dakika dinlendirilmiştir. Deney oturumlarına başlanmadan önce, toplamda 5 sorudan oluşan bir alıştırma deneyi gerçekleştirilmiş, katılımcıların soruları içlerinden okuması ve cevabı buldukları an klavyeye tıklamaları, ardından cevabı yüksek sesle söylemeleri istenmiştir. Her oturumda katılımcılara toplam 22 soru sorulmuştur. Sorular randomize şekilde gelmiştir. Her soru öncesi fiksasyonu sağlamak amacıyla 500 milisaniye siyah arka plan üzerinde beyaz renkli + işareti gösterilmiş, ardından ekrana Times New Roman 18 punto yazı tipi ile soru gelmiştir. Katılımcılara her bir soruyu cevaplamak için en fazla 12 saniye süre verilmiştir. 12 saniyelik süre içerisinde soruyu cevaplayamamaları durumunda soru boş geçilmiş kabul edilmiştir. Her sorunun ardından 12 saniye siyah ekran gösterilerek bireyin dinlenmesi sağlanmıştır.

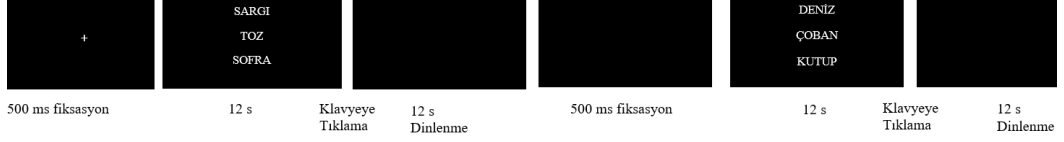
Deney tasarımları Şekil 5.7.1, 5.7.2, 5.7.3, 5.7.4'te gösterilmektedir.



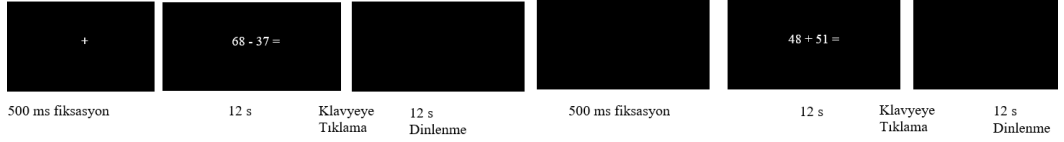
Şekil 5.7.1. Aritmetik soruların deney tasarımı



Şekil 5.7.2. Genel bilgi sorularının deney tasarımı



Şekil 5.7.3. İç görü sorularının deney tasarımı

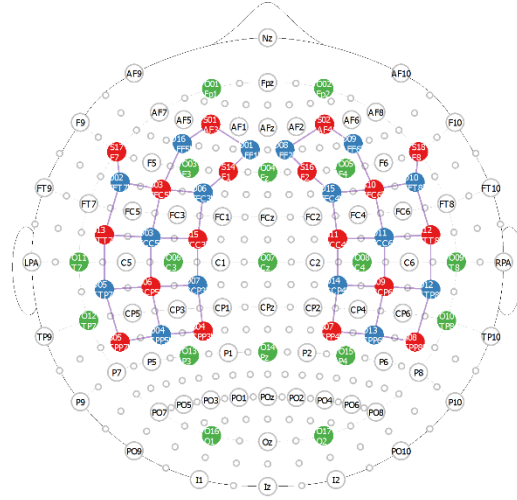


Şekil 5.7.4. Dört işlem sorularının deney tasarımı

5.8. Nörogörüntüleme

5.8.1. EEG veri toplama

EEG kayıtları Brain Vision Recorder (Brainproduct, Munich, Germany) programı ile alınmıştır. EEG ve fYKS kayıtlarını aynı anda almaya imkan sağlayan EEG cepi (actiCAP 128, Brain Products GmbH, Germany) kullanılmıştır. 17 kanaldan 0.1-250 Hz. band pass ve 500 örneklem hızı ile EEG kayıtları alınmıştır. Elektrotların yerleşimi uluslararası 10-20 sistemine uygun olarak yapılmış ve FP1, FP2, F3, FZ, F4, T7, C3, CZ, C4, T8, TP7, TP8, P3, PZ, P4, O1 ve O2 elektrotlarından kayıt alınmıştır (Şekil 5.8.1.2). Toprak elektrot, sağ kulak memesi arkasına, referans elektrotlar ise sağ ve sol kulak memesi önüne yerleştirilmiştir. Göz kırpma hareketlerini kaydedebilmek amacıyla, sol göz altına yatay EOGH göz elektrotu ve sağ göz üstüne dikey EOGV elektrotu yerleştirilmiştir. Çekim öncesinde elektrot empedans değerleri toprak ve referans elektrotlar için 5 k Ω ' un altında, yüzey elektrotlar için 10 k Ω ' un altında olacak şekilde çekime hazır hale getirilmiştir.



Şekil 5.8.1.1. EEG-fYKS kep yerleşimi (Yeşil renk EEG kanallarını, kırmızı renk fYKS kaynak optotlarını, mavi renk fYKS dedektör optotlarını göstermektedir.)

5.8.2. fYKS veri toplama

fYKS kayıtları, NIRStar Acquisition (NIRx Medizintechnik GmbH, Germany) programı kullanılarak fYKS cihazından (Medical Technologies LLC, Berlin, Germany) alınmıştır. Kayıtlar, 18 kaynak ve 16 dedektör ile toplam 34 optottan oluşturulmuş 48 kanaldan alınmıştır. Optotlar, EEG 10-20 sistemine uygun olarak, Temporo-Parietal ve İnferior Frontal bölgeleri tarayacak şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 5.8.2.1). Optotlar arası uzaklık en fazla 3,4 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Örneklem hızı 3,47 Hz. ile dalga boyları 760 nm ve 850 nm olacak şekilde kayıt alınmıştır. Kanallar ile ilgili ayrıntılı bilgi Tablo 5.8.2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 5.8.2.1. fYKS çekiminin alındığı optotlarını lokasyonları ve karşılık gelen bölgeler

| Kanal Adı | Optot Numarası | Optot Lokasyonu | Broadman 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 Parietal 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 Parietal 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 Parietal 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 Somatosensoryal Korteks |
| Kanal 37 | S14-D11 | CCP6-CFC6 | Primer Somatosensoryal Korteks- Premotor/SMA |
| Kanal 38 | S14-D12 | CCP6-CCP8 | Primer Somatosensoryal Korteks- Süperior Temporal Girus |
| Kanal 39 | S14-D13 | CCP6-CCP4 | Primer Somatosensoryal Korteks- Primer Somatosensoryal Korteks |
| Kanal 40 | S14-D14 | CCP6-PCP6 | Primer Somatosensoryal Korteks-Wernike Bölgesi (Angular Girus) |
| Kanal 41 | S15-D12 | PCP8-CCP8 | Fusiform Girus- Superior Temporal Girus |
| Kanal 42 | S15-D14 | PCP8-PCP6 | Fusiform Girus- Wernike Bölgesi (Angular Girus) |
| Kanal 43 | S16-D13 | PCP4-CCP4 | Somatosensoryal Asosiyasyon Alanı- Primer Somatosensoryal Korteks |
| Kanal 44 | S16-D14 | PCP4-PCP6 | Somatosensoryal Asosiyasyon Alanı- Wernike Bölgesi (Angular Girus) |
| Kanal 45 | S17-D2 | F1-FFC3 | DLPFK- Broka Alanı (Pars Triangularis) |
| Kanal 46 | S17-D15 | F1-FAF1 | DLPFK- DLPFK |
| Kanal 47 | S18-D10 | F2-FFC4 | DLPFK- Broka Alanı (Pars Triangularis) |
| Kanal 48 | S18-D16 | F2-FAF2 | DLPFK- DLPFK |

S: Kaynak; **D:** Dedektör; **DLPFK:** Dorsolateral Prefrontal Korteks; **PreSMA:** Presuplementer Motor Alan; **SMA:** Suplementer Motor Alan

5.9.Verilerin Değerlendirilmesi

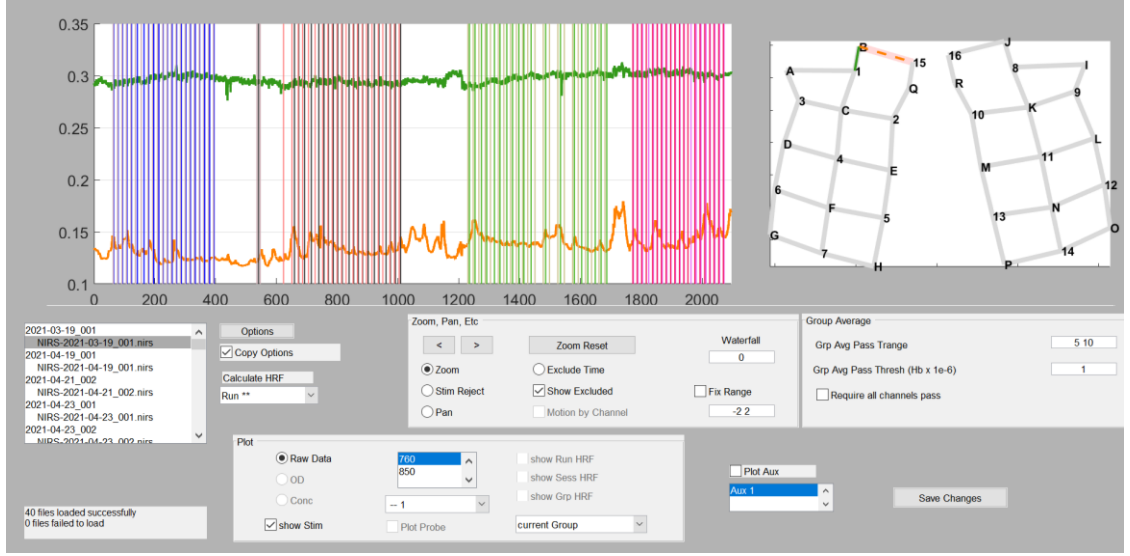
5.9.1. EEG verilerinin analizi

EEG verilerinin analizinde, Brain Vision Analyzer 2.2 programı kullanılmıştır. Çok düşük frekanslı gürültülerin çıkartılması için 0.01 Hz. aşağısına ve şehir şebekesi gibi büyük frekanslı gürültülerin çıkartılması için 50 Hz. üzerine geniş bir filtre uygulanmıştır. Bağımsız Bileşen Analizi (ICA) ile göz hareketlerine ait gürültüler belirlenmiş, datadan çıkartılmıştır. Soru uyarımı öncesi 1,5 saniye ve uyarın sonrası 1,5 saniye olacak şekilde EEG verisi segmentlere ayrılmış ve uyarının geldiği nokta sıfır noktası kabul edilmiştir. Uyarının geldiği sıfır noktasından 1 saniye öncesi ve 1 saniye sonrası göz önüne alınarak göz kırpması, motor hareket gibi gürültülerden veri arındırılmıştır. Temizlenen veride zaman frekans analizi için Dalgacık Dönüşümü (Wavelet Transform) yapılmıştır. Her birey ve her uyarı tipi için dalgacık dönüşümlerinin ortalamaları alınmıştır. Daha sonra tüm bireylerin aynı uyarı tiplerine yönelik dalgacık dönüşümü ortalamalarının büyük ortalaması alınmıştır. Büyük ortalamalarından yararlanılarak maksimum genliğin alınacağı zaman penceresindeki en yüksek genlikteki cevaplar delta ve teta yanıtları olarak tespit edilmiştir. 1-3.5 Hz. aralığında delta yanıtının 0-500, 500-1000 ve 1000-1500 milisaniye zaman aralıklarında ve 4-7 Hz. teta için 0-400 ve 400-800 milisaniye zaman aralıklarında en yüksek yanıt gücü belirlenmiştir. İstatiksel analiz için sayısal veriler (μV) tepeden tepeye ölçülerek kaydedilmiştir.

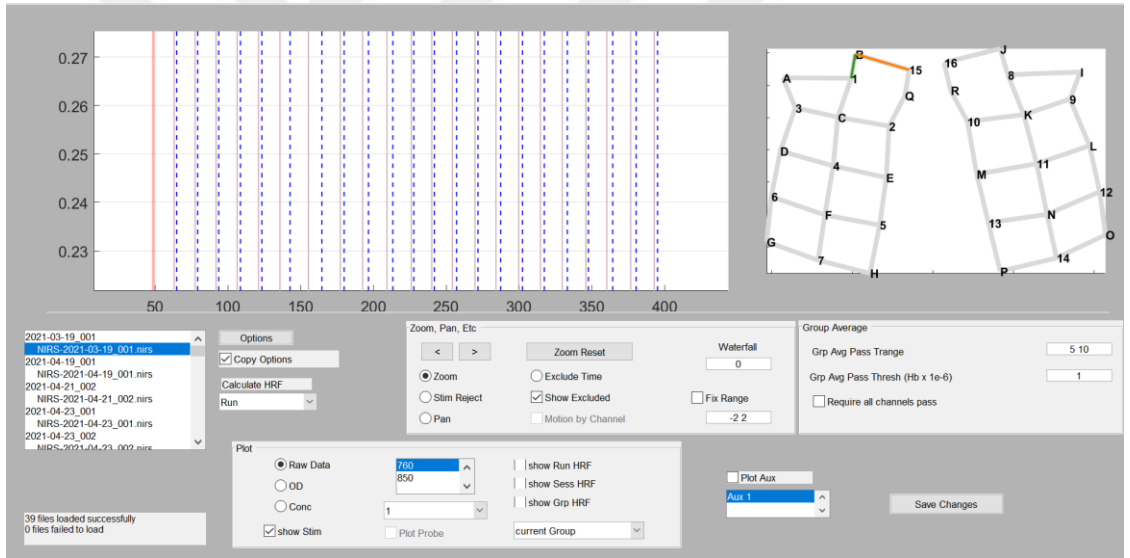
5.9.2. fYKS verilerinin analizi

fYKS verilerinin ön işleme, MatLab (Matworks, Natick, MA) tabanlı çalışan Homer2 programı ile yapılmıştır. fYKS verilerini Homer programında açabilmek için, kayıt sonucu elde edilmiş olan .w11 uzantılı dosyalar, MatLab kodu aracılığıyla .nirs uzantılı hale çevrilmiştir. Homer programına .nirs uzantılı dosyalar yüklenmiştir (Şekil 5.9.2.1). Katılımcıların cevaplamak için tıkladıklarında oluşan işaret markerları veri üzerinden silinmiş, analiz sadece doğru cevaplanmış uyarı işaret markerları üzerinden yapılmıştır (Şekil 5.9.2.2). Ham verideki foton yoğunluğunun, optik yoğunluğa dönüştürülmesi ile işleme başlanmıştır. Her kanalın kalitesi kontrol edilmiş, kanallara yönelik bir dışlama yapılmamış, analize 48 kanal üzerinden

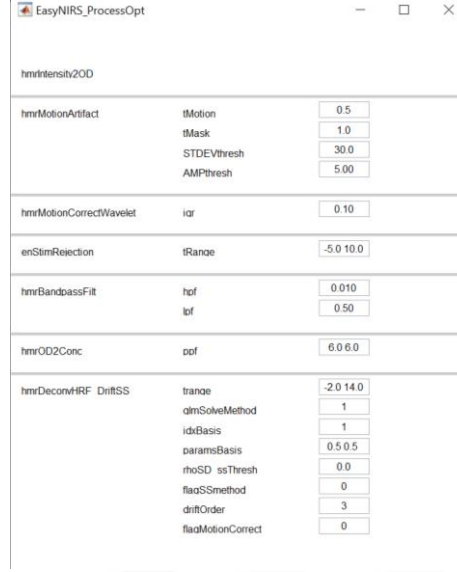
devam edilmiştir. Hareket kaynaklı gürültüleri tanımlamak amacıyla hmrMotionArtifact ile hareket gürültüleri belirlenmiş (tMotion: 0.5, tMask: 1.0, STDEVthresh: 5.00) ve veriden çıkartılmıştır. Optik yoğunluk verisinin damlacık dönüşümünü gerçekleştirmek ve damlacık katsayılarını hesaplamak amacıyla hmrMotionCorrect Wavelet işlemi (iqr=0.10) gerçekleştirilmiştir. StimRejection işlemi (tRange=5.0 10.0) ile hemodinamik yanıt fonksiyonu hesaplamasından hareket olarak belirlenmiş gürültüler çıkartılmıştır. Düşük frekanslı sapmaları ve yüksek frekanslı gürültüyü (solunum, kalp ritmi gibi fizyolojik gürültüleri) filtrelemek amacıyla, yüksek frekans geçiş filtresi 0.01 Hz. ve düşük frekans geçiş filtresi 0.5 Hz. olarak, band pass filtre uygulanmıştır. Değiştirilmiş Beer-Lambert yasası (ppf= 6.0 6.0) ile sinyalin optik yoğunluğu, konsantrasyona dönüştürülmüştür. Soru uyarının başlamasından 2 saniye önce ve uyarının 14 saniye sonrasını kapsayacak şekilde soru uyarısına yönelik hemodinamik yanıt fonksiyonları oluşturulmuştur (trange=-2.0 14.0; glmSolveMethod= 1; idxBasis= 0.5 0.5; paramBasis 0.5 0.5; rhoSDss Thresh= 0.0; flagSSmethod= 0; driftOrder= 3; flagMotionCorrect= 0) (Şekil 5.9.2.3). Belirlenmiş işlem akışı her birey için uygulanmış, elde edilen hemodinamik yanıt fonksiyonunun oksihemoglobin ve deoksihemoglobin sayısal verileri kaydedilmiştir. Ardından grup bazında aynı işlem akışı uygulanmıştır. Her bireyin soru uyarını için -2 ve 14 saniye arasındaki hemodinamik yanıt fonksiyonu değişiminin her kanal için ortalaması alınmış alınan ortalama üzerinden istatistik programında analize devam edilmiştir.



Şekil 5.9.2.1. .nirs uzantılı dosyanın Homer programında görüntülenmesi



Şekil 5.9.2.2. Homer 2 programında verinin düzenlenmiş hali (Katılımcıların cevaplamak için tıkladıklarında oluşan işaret markerlarının silinmiş ve sadece doğru cevaplanmış soru işaret markerları bırakılmış hali)



Şekil 5.9.2.3. Homer programında sırasıyla yapılan işlem akışının ve kullanılan sayısal değerlerin görüntüsü

5.10. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için IBM SPSS (Statistical Package for Social Science) 25.0 versiyonu kullanılmıştır. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma ve yüzde değerleri sunulmuştur. Değişkenlerin normal dağılımı Kolmogrov Smirnov Test ile ölçülmüştür. Bağımsız değişkenler Bağımsız Örneklem T-Testi, grup içi zamana bağlı farklılıklar ve gruplar arasındaki Zaman*Grup etkileşimleri İki Yönlü Tekrarlanan Ölçüm ANOVA ile analiz edilmiştir.

EEG verilerinin analizinde genç grup ve orta yaşlı gruba ait veriler ANOVA ile karşılaştırılmıştır. ANOVA analizinde genç ve orta yaşlı grup, gruplar arası faktörleri; soru tipi (aritmetik sorular, genel bilgi soruları, iç görü soruları ve dört işlem soruları), lokasyon (Frontal, Santral, Temporal, Temporo-Parietal, Parietal ve Oksipital) ve hemisfer (sol, sağ) grup içi faktörleri oluşturmuştur. Anlamlılıklar Greenhouse-Geisser düzeltilmiş p değerleri üzerinden belirlenmiştir.

fYKS verilerinin analizinde Bağımsız değişkenler Bağımsız Örneklem T-Testi, grup içi zamana bağlı farklılıklar ve gruplar arasındaki Zaman*Grup etkileşimleri İki Yönlü Tekrarlanan Ölçüm ANOVA ile analiz edilmiştir.

Anlamlılıklar Greenhouse-Geisser düzeltilmiş p değerleri üzerinden belirlenmiştir.

Nörogörüntüleme verileri ile görüntüleme esnasında sorulan soruların doğru cevapları arasındaki korelasyonları hesaplamak için Pearson korelasyon katsayısı testi yapılmıştır.

Tüm testler için anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.



6. BULGULAR

Çalışma 71 sağlıklı birey ile gerçekleştirilmiştir. Genç grup 20-30 yaş arası sağlıklı bireylerden, orta yaşlı grup 50-60 yaş arası sağlıklı bireylerden oluşturulmuştur.

6.1. Demografik, Nöropsikolojik ve Davranışsal Bulgular

Genç gruptaki (n=40) bireylerin yaş ortalamaları $25,07 \pm 2,65$ 'ti. Orta yaşlı gruptaki bireylerin (n=31) yaş ortalamaları $52,83 \pm 3,29$ 'du. Grupların yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür. Genç gruptaki bireylerin 23'ü kadın, 17'si erkekti. Orta yaşlı grubun ise 17'si kadın, 14'ü erkekti. Genç gruptaki bireyler ortalama eğitim süresi $17,77 \pm 2,13$ sene, orta yaşlı grubun ise $15,29 \pm 6,82$ senedir. İki grubun eğitim süresi arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Genç grubun MoCA testinden aldığı ortalama puan $28,80 \pm 1,45$ iken, orta yaşlı grubun ortalama puanı $27,87 \pm 1,60$ 'idi. İki grup arasında anlamlı fark olsa da gruptaki tüm bireylerin normal sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür. Katılımcılara ait demografik veriler Tablo 6.1.1'de özetlenmiştir.

Katılımcıların nöropsikolojik ve davranışsal testlerin değerlendirme sonuçları Tablo 6.1.2'de gösterilmiştir. Katılımcıların dikkat fonksiyonlarının normal sınırlar içerisinde olduğu ve iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Frontal işlevlerden sadece Stroop Testte süre farkı değerinde anlamlı bir farklılık olduğu, orta yaşlı bireylerde gençlere göre frontal işlevlerin normal sınırlar içerisinde olmakla beraber yavaşladığı görülmüştür. İki grubun davranışsal semptomları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür.

Nörogörüntüleme esnasında sorulan soruların değerlendirme sonuçları Tablo 6.1.3'te gösterilmiştir. Genel bilgi sorularına yanlış yanıt sayısının, genç grupta orta yaşlı gruba göre anlamlı derecede fazla olduğu görülmüştür. İç gözü sorularının yanlış yanıt sayısının ve ortalama cevaplama süresinin orta yaşlı grupta, genç gruba göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür. Dört işlem sorularında doğru cevap sayısının genç grupta orta yaşlı gruba göre anlamlı derecede fazla olduğu, yanlış cevap sayısı, boş bırakılan soru sayısı ve cevaplama süresinin ise orta yaşlı grupta genç gruptan anlamlı derecede daha fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 6.1.1. Katılımcılara ait demografik özellikler

| | Genç Grup (n= 40) (Ort±S.S.) | Orta Yaşlı Grup (n= 31) (Ort±S.S.) | P |
|----------------------|---|---|---------------|
| Yaş | 25,07±2,65 | 52,83±3,29 | 0,001* |
| Cinsiyet | 23/17 (K/E) | 17/14 (K/E) | |
| Eğitim Süresi | 17,77±2,13 | 15,29±6,82 | 0,033* |
| MoCA | 28,80±1,45 | 27,87±1,60 | 0,013* |

MoCA: Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi; **n:** Katılımcı sayısı; **Ort:** Ortalama; **S.S.:** Standart Sapma; ***,** p<0,005

Tablo 6.1.2. Katılımcıların nöropsikolojik ve davranışsal testlerin değerlendirme sonuçları

| | Genç Grup (n=40) (Ort±S.S.) | Orta Yaşlı Grup (n=31) (Ort±S.S.) | P |
|-----------------------------------|--|--|---------------|
| Genel Kognisyon | | | |
| MoCA | 28,80±1,45 | 27,87±1,60 | 0,013* |
| Dikkat | | | |
| İleri Sayı Menzil | 7,52±0,75 | 7,12±1,02 | 0,064 |
| Geri Sayı Menzil | 5,77±0,83 | 5,35±1,05 | 0,064 |
| Frontal İşlevler | | | |
| Stroop Test Yanlış | 1,02±6,00 | 0,25±0,60 | 0,538 |
| Stroop Test | | | |
| Spontan Düzeltme | 0,57±0,93 | 0,83±1,12 | 0,284 |
| Stroop Test Süre Farkı | 25,25±12,15 | 42,09±15,15 | 0,000* |
| Verbal Akıcılık Meyve-İsim | 11,25±1,61 | 11,77±2,52 | 0,291 |
| Verbal Akıcılık Kategorik | 25,80±5,03 | 27,12±5,66 | 0,300 |
| Verbal Akıcılık KAS | 54,65±11,06 | 49,87±14,44 | 0,119 |
| Davranışsal Semptomlar | | | |
| Beck Depresyon Ölçeği | 8,37±6,71 | 7,93±3,60 | 0,743 |
| Beck Anksiyete Ölçeği | 7,97±6,97 | 6,41±5,14 | 0,302 |

MoCA: Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi; **n:** Katılımcı sayısı; **Ort:** Ortalama; **S.S.:** Standart Sapma; ***,** p<0,005

Tablo 6.1.3. Katılımcılara nörogörüntüleme esnasında sorulan soruların değerlendirme sonuçları

| | Genç Grup (n=40) (Ort±S.S.) | Orta Yaşlı Grup (n=31) (Ort±S.S.) | P |
|---------------------------------------|--|--|---------------|
| Genel Bilgi Soruları Doğru Yanıt | 16,20±3,19 | 17,58±2,70 | 0,058 |
| Genel Bilgi Soruları Yanlış Yanıt | 3,42±1,94 | 2,38±1,52 | 0,017* |
| Genel Bilgi Soruları Boş Yanıt | 2,40±2,64 | 2,03±1,94 | 0,518 |
| Genel Bilgi Soruları Yanıtlama Süresi | 4412,50±1197,10 | 4573,79±1785,83 | 0,651 |
| İç görü Soruları Doğru Yanıt | 18,52±2,14 | 17,61±2,96 | 0,137 |
| İç görü Soruları Yanlış Yanıt | 0,90±1,19 | 1,93±1,93 | 0,007* |
| İç görü Soruları Boş Yanıt | 2,60±1,61 | 2,45±1,96 | 0,728 |
| İç görü Soruları Yanıtlama Süresi | 3643,20±785,13 | 4282,28±1352,68 | 0,015* |
| Aritmetik Sorular Doğru Yanıt | 14,45±4,37 | 13,70±3,28 | 0,435 |
| Aritmetik Sorular Yanlış Yanıt | 2,55±1,88 | 3,35±2,57 | 0,133 |
| Aritmetik Sorular Boş Yanıt | 4,67±3,59 | 4,96±3,86 | 0,743 |
| Aritmetik Soruları Yanıtlama Süresi | 9155,36±1473,86 | 9626,39±1590,63 | 0,201 |
| Dört İşlem Soruları Doğru Yanıt | 19,32±1,02 | 17,87±2,02 | 0,000* |
| Dört İşlem Soruları Yanlış Yanıt | 0,65±1,00 | 1,64±1,90 | 0,006* |
| Dört İşlem Soruları Boş Yanıt | 0,02±0,15 | 0,48±0,76 | 0,000* |
| Dört İşlem Soruları Yanıtlama Süresi | 3248,99±1017,08 | 4254,50±1423,47 | 0,001* |

n: Katılımcı sayısı; **Ort:** Ortalama; **S.S.:** Standart Sapma; ***:** p<0,005

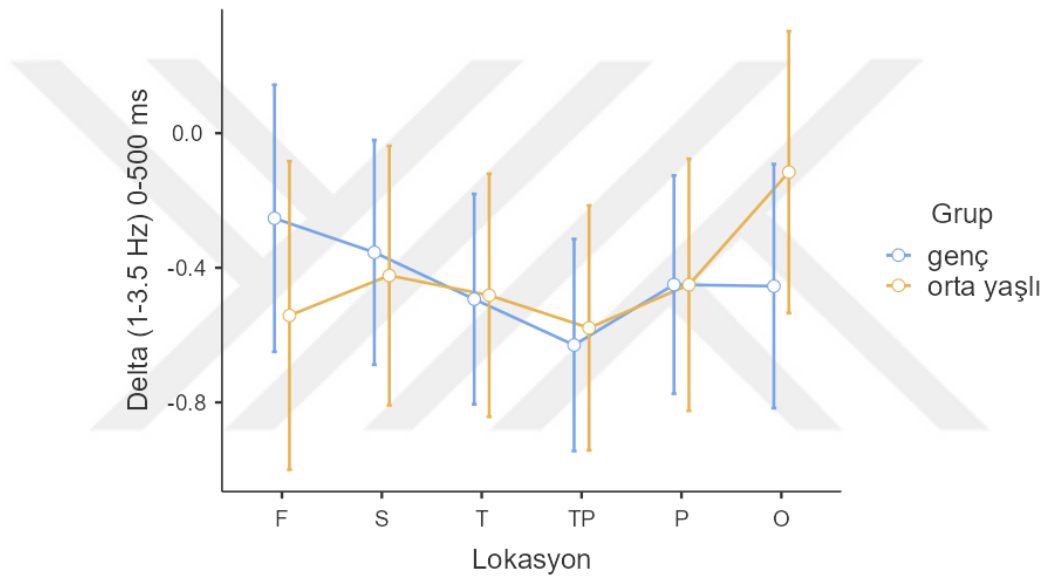
6.2. EEG Sonuçları

6.2.1. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan delta yanıtları

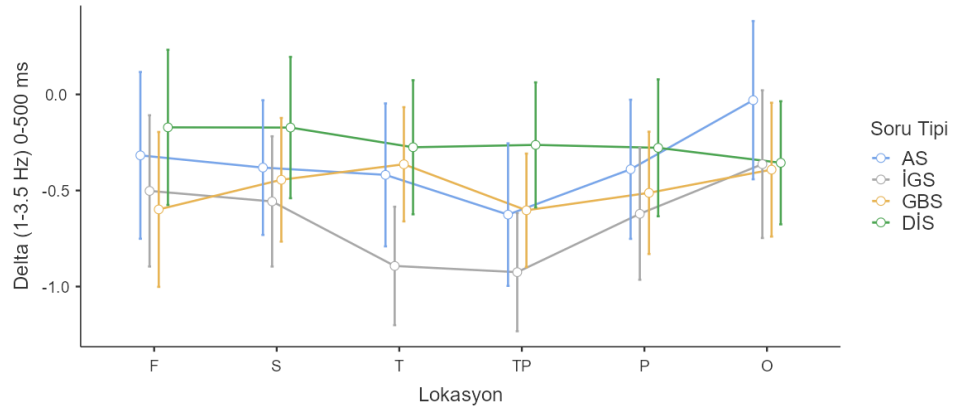
Delta yanıtının istatistiksel analizinde, grup içi faktör olarak 4 farklı soru tipi, 6 farklı lokasyon ve 2 hemisfer; gruplar arası faktör olarak genç ve orta yaşlı olmak üzere iki grup alınarak tekrarlayan ölçümler için ANOVA analizi yapılmıştır.

0-500 milisaniye zaman aralığında delta yanıtı için; lokasyon farkı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (p= 0,046). Post hoc analizlerde soru uyarılarında Oksipital lokasyonda diğer lokasyonlardan daha büyük delta yanıtları olduğu görülmüştür. Grup*Lokasyon farkı istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (p=0,029). Genç grubun Frontal delta yanıtları orta yaşlı gruptan ve diğer bütün lokasyonlarındaki delta yanıtlarından daha yüksektir; orta yaşlı

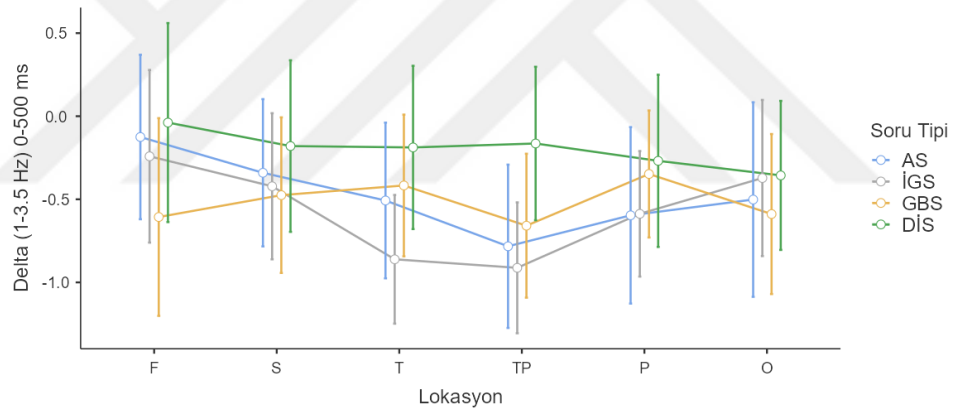
grupta ise delta yanıtları Oksipitalde en yüksektir (Şekil 6.2.1.1). Soru Tipi*Lokasyonda istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,014$) (Şekil 6.2.1.2). Post-hoc analizlerde gençlerin delta yanıtının aritmetik ve iç görü sorularında Frontal bölgede, genel bilgiler sorularında Parietal bölgede, dört işlem sorularında Temporo-Parietal bölgede yüksek yanıt verdikleri görülmektedir (Şekil 6.2.1.3). Orta yaşlı grupta ise aritmetik, iç görü ve genel bilgi sorularında Oksipital lobda, dört işlem sorularında Santralde daha yüksek delta yanıtının olduğu görülmüştür (Şekil 6.2.1.4).



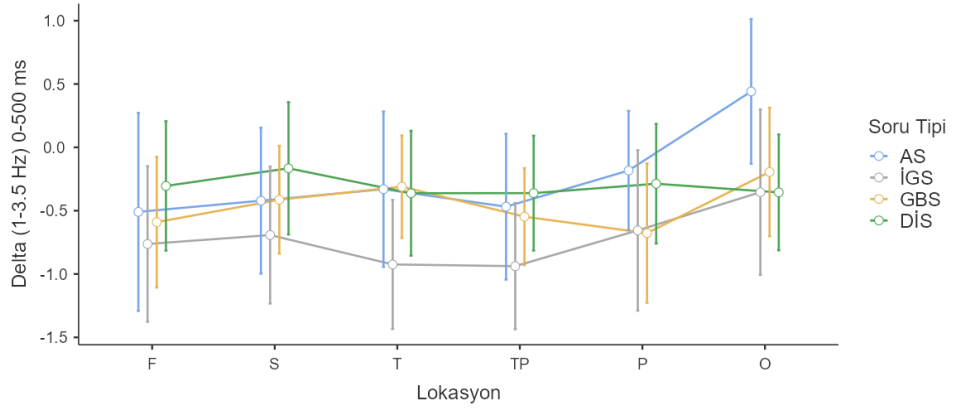
Şekil 6.2.1.1. Grup*Lokasyon 0-500 ms'de delta yanıtı (X eksenini lokasyonu, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)



Şekil 6.2.1.2. Soru Tipi*Lokasyon için 0-500 ms’de delta yanıtı (X eksenı lokasyonu, Y eksenı delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

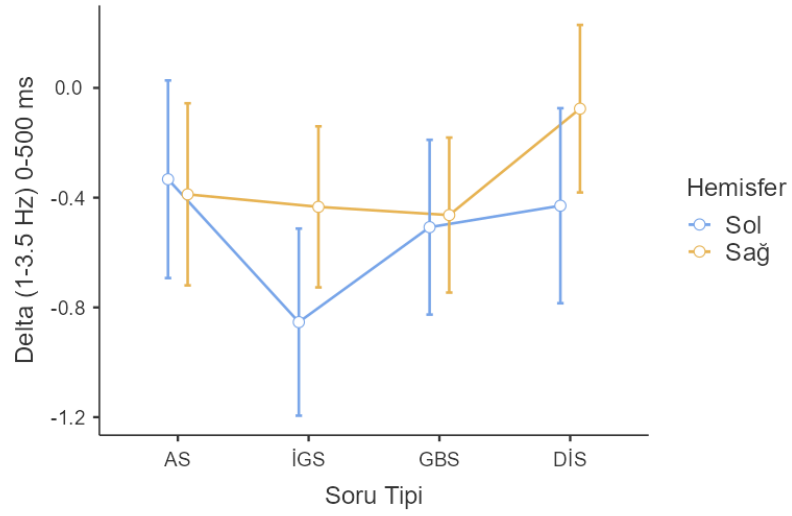


Şekil 6.2.1.3. Genç grupta Soru Tipi*Lokasyon için 0-500 ms’de delta yanıtı (X eksenı lokasyonu, Y eksenı delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

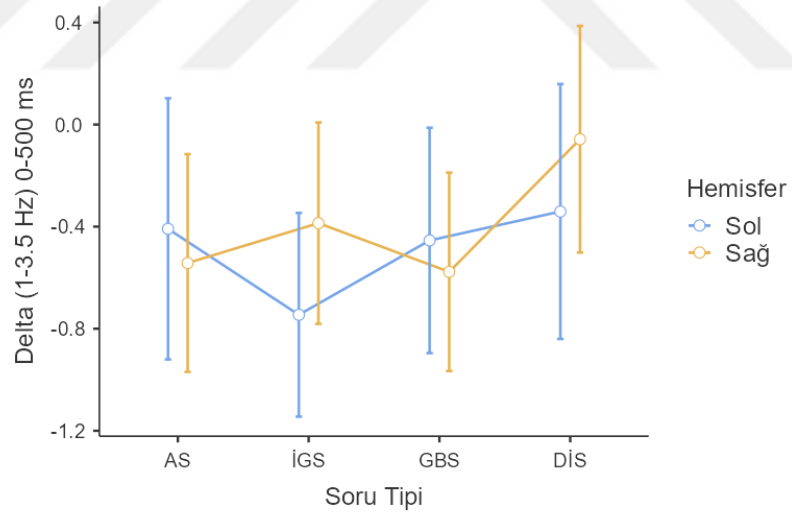


Şekil 6.2.1.4. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Lokasyon için 0-500 ms'de delta yanıtı (X eksenini lokasyonu, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

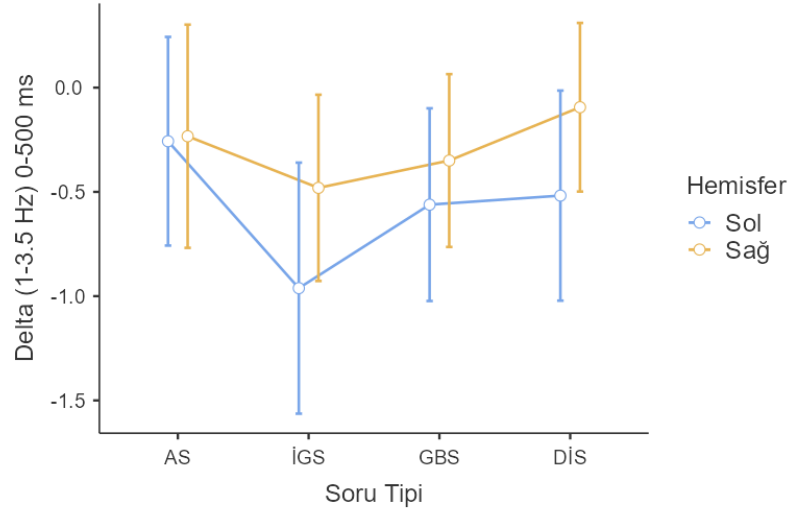
0-500 milisaniyede Soru Tipi*Hemisferde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,01$). Aritmetik sorularda sol hemisferde, diğer tüm soru tiplerinde ise sağ hemisferde anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2.1.5). Post-hoc analizde genç grubun kendi içerisinde Soru Tipi*Hemisfer anlamlı farklı iken ($p=0,02$), orta yaşlı grupta anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,051$). Genç grupta aritmetik sorular ve genel bilgi soruları sol hemisferde; iç görü soruları ve dört işlem soruları ise sağ hemisferde daha güçlü delta yanıtı 0-500 ms'de ortaya çıkmıştır, orta yaşlı grupta ise anlamlı olmasa da her soru tipinde sağ hemisferde daha yüksek delta yanıtı ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2.1.6, Şekil 6.2.1.7).



Şekil 6.2.1.5. Soru Tipi*Hemisfer 0-500 ms'de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

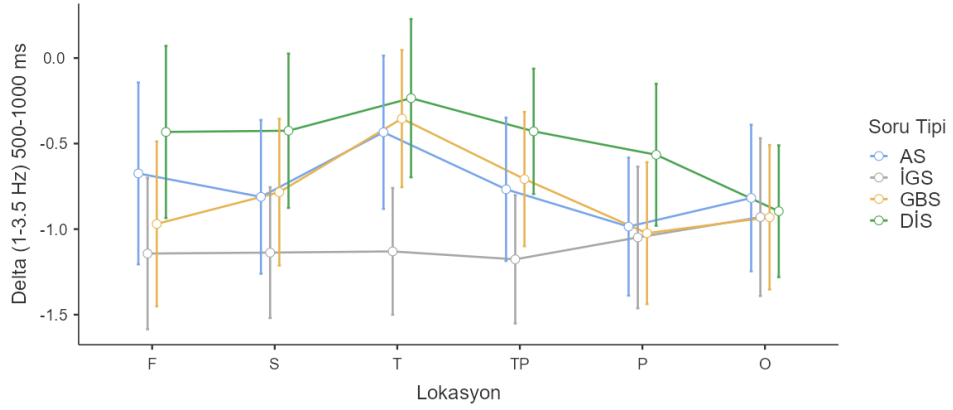


Şekil 6.2.1.6. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 0-500 ms'de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)



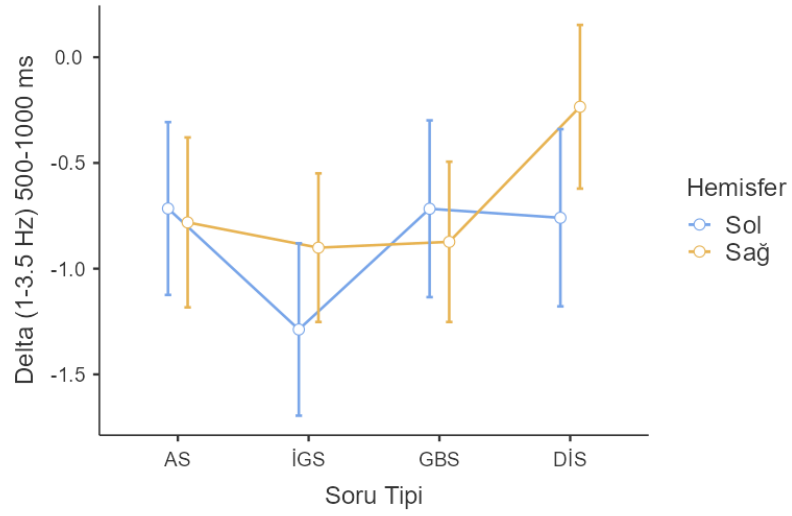
Şekil 6.2.1.7. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 0-500 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

500-1000 milisaniye zaman aralığında delta yanıtı için; Soru Tipi*Lokasyonda istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,005$). Aritmetik, genel bilgi ve dört işlem sorularında Temporal bölgede, iç görü sorularında Oksipital bölgede yüksek delta yanıtı orta çıkmıştır (Şekil 6.2.1.8). Post-hoc analizde genç ve orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı bir fark görülmemiştir.

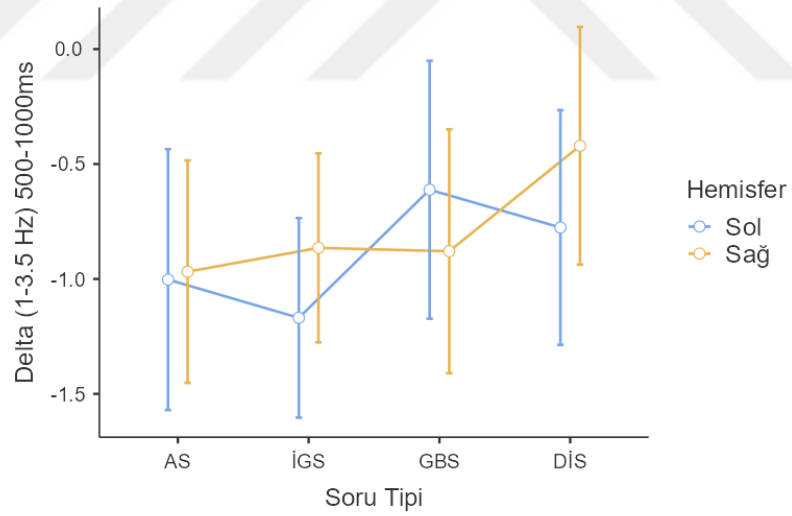


Şekil 6.2.1.8. Soru Tipi*Lokasyon 500-1000 ms’de delta yanıtı (X eksenı lokasyonu, Y eksenı delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

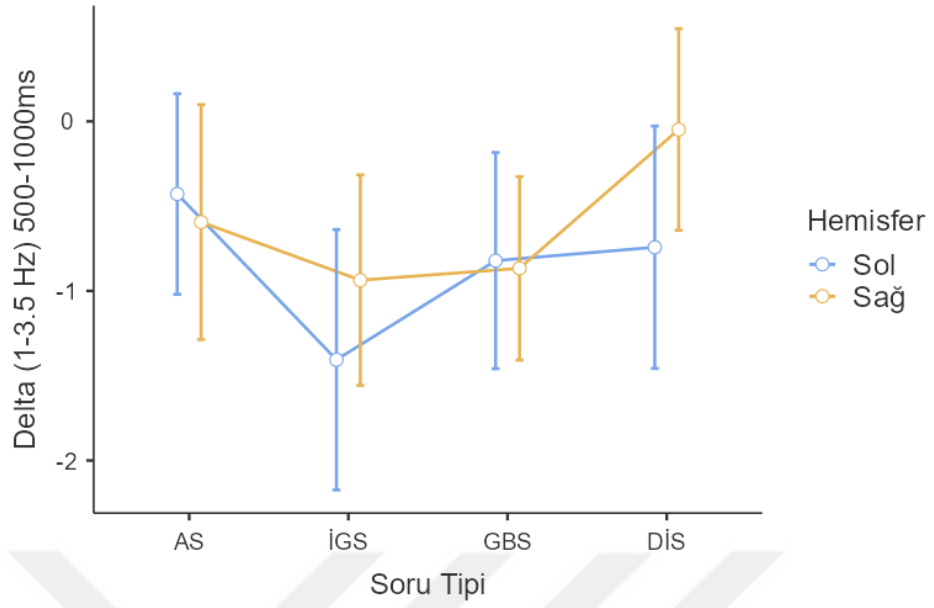
500-1000 milisaniyede delta yanıtı için, Soru Tipi*Hemisferde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,001$). İç görü ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, genel bilgi ve aritmetik sorularında sol hemisferde daha güçlü delta yanıtı ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2.1.9). Post-hoc analizde genç grubun kendi içerisinde Soru Tipi*Hemisfer anlamlı farklı iken ($p=0,009$), orta yaşlı grupta anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,89$). Genç grubun kendi içerisinde aritmetik işlem ve genel bilgi sorularında sol hemisferde daha güçlü yanıt ortaya çıkmış, diğer soru türlerinde sağ hemisferde daha güçlü yanıt bulunmuştur (Şekil 6.2.1.10). Orta yaşlı grupta anlamlı olmasa da aynı şekilde aritmetik işlem ve genel bilgi sorularında sol hemisferde daha güçlü yanıt ortaya çıkmış, iç görü soruları ve dört işlem sorularında sağ hemisferde daha yüksek delta yanıtı ortaya çıkmış, diğer soru tiplerinde sol hemisferde daha güçlü delta yanıtı ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2.1.11).



Şekil 6.2.1.9. Soru Tipi*Hemisfer 500-1000 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

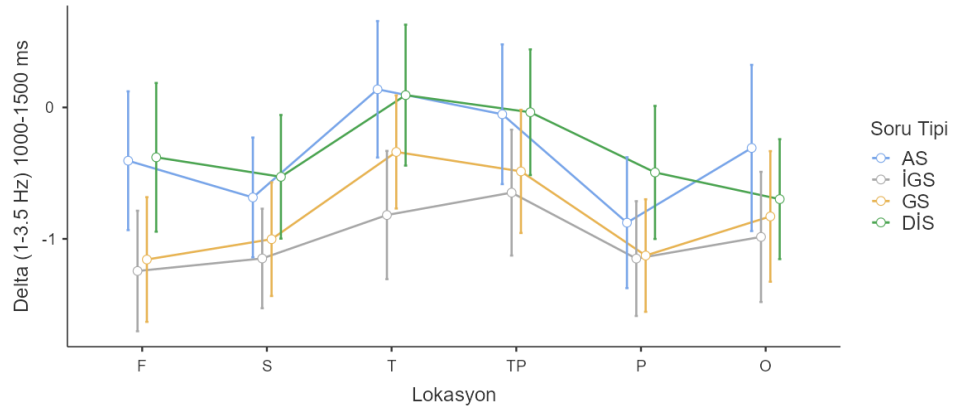


Şekil 6.2.1.10. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 500-1000 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)



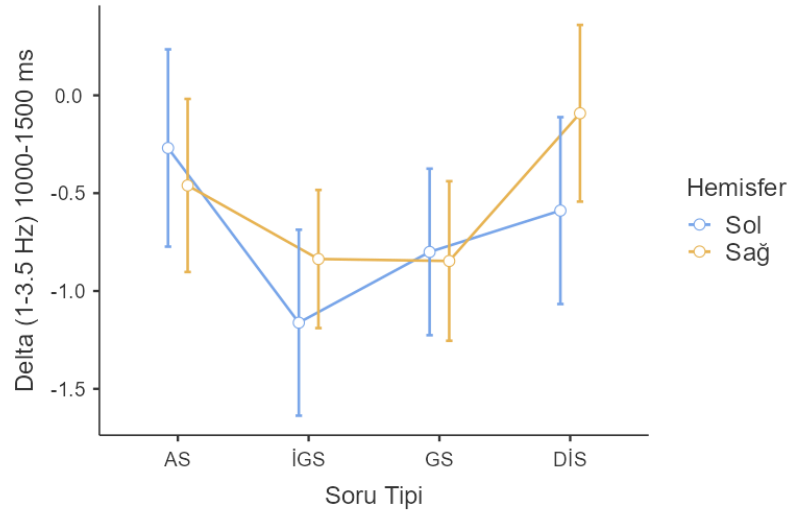
Şekil 6.2.1.11. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 500-1000 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

1000-1500 milisaniye zaman aralığında delta yanıtı için; Soru Tipi*Lokasyonda istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,029$). Aritmetik, genel bilgi ve dört işlem sorularında Temporal bölgede, iç görü sorularında ise Temporo-Parietal bölgede daha güçlü yanıt ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2.1.12). Post-hoc analizde genç ve orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı bir fark görülmemiştir.

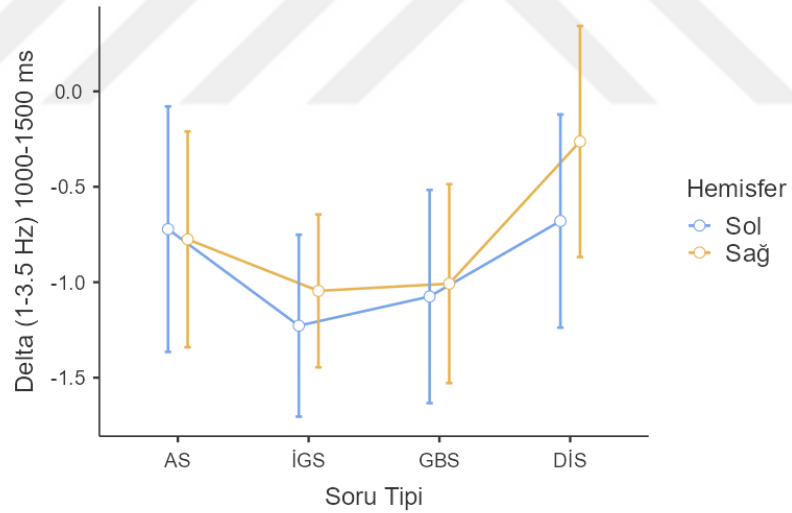


Şekil 6.2.1.12. Soru Tipi*Lokalizasyon 1000-1500 ms'de delta yanıtı (X eksenli lokasyonu, Y eksenli delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

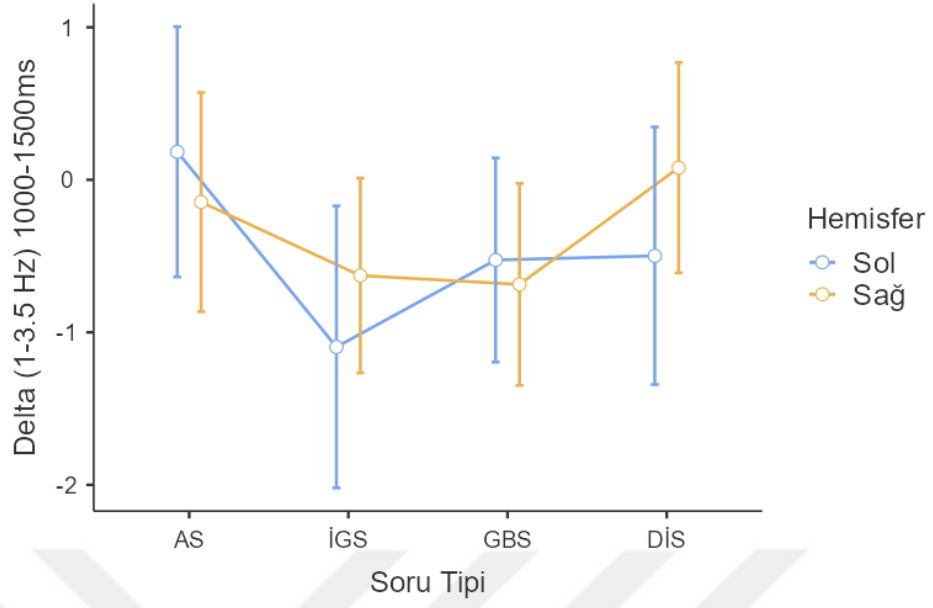
1000-1500 milisaniyede delta yanıtta Soru Tipi*Hemisferde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,001$). Aritmetik sorularda ve genel bilgi sorularında sol hemisferde, iç görü sorularında ve dört işlem sorularında sağ hemisferde daha güçlü delta yanıtı ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2.1.13). Post-hoc analizde genç grubun kendi içerisinde anlamlı bir farklılık görülmezken, orta yaşlı grupta anlamlı farklılık görülmüş, sağ hemisferde daha güçlü delta yanıtı ortaya çıkmıştır ($p=0,001$) (Şekil 6.2.1.14, Şekil 6.2.1.15).



Şekil 6.2.1.13. Soru Tipi*Hemisfer 1000-1500 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)



Şekil 6.2.1.14. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 1000-1500 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları) (p>0,05)

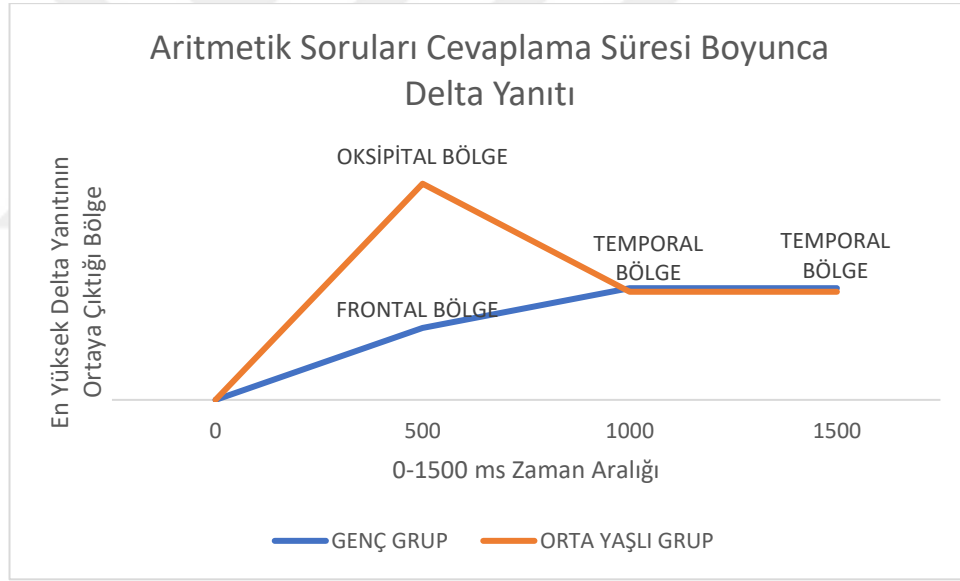


Şekil 6.2.1.15. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 1000-1500 ms’de delta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

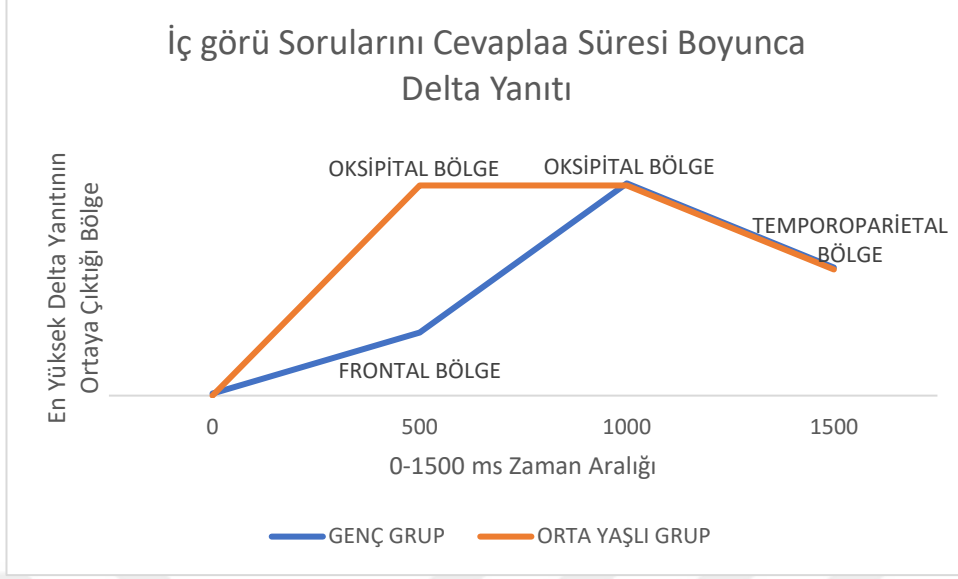
Delta yanıtının uyarana gelmesinin ardından 1500 ms boyunca en güçlü ortaya çıktığı bölgeler Tablo 6.2.1’de özetlenmiştir (Şekil 6.2.1.16, Şekil 6.2.1.17, Şekil 6.2.1.18, Şekil 6.2.1.19). Delta yanıtının uyarana gelmesinin ardından 1500 ms boyunca en güçlü ortaya çıktığı hemisfer Tablo 6.2.2’de özetlenmiştir.

Tablo 6.2.1. Soru tipine göre delta yanıtının süre içerisinde güçlü çıktığı lokasyonlar

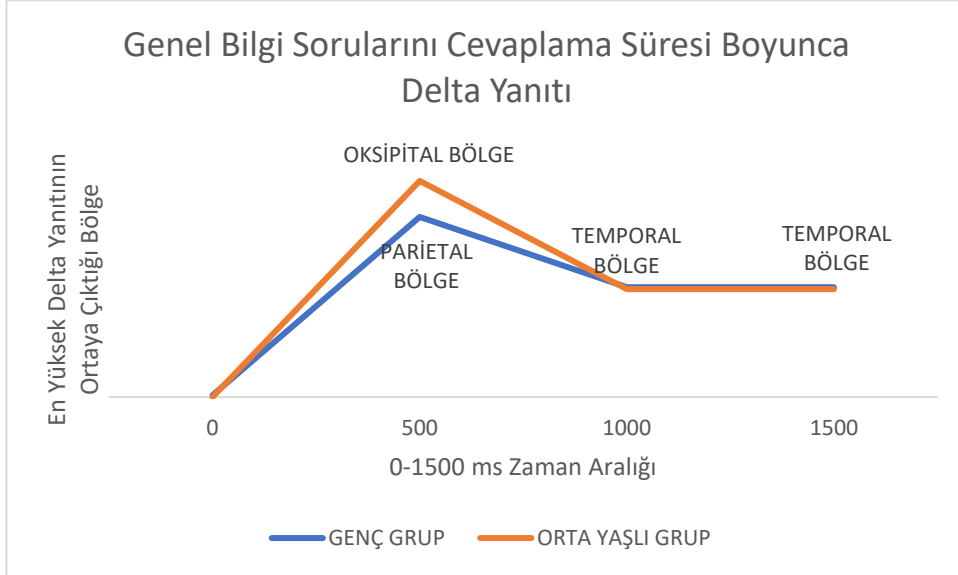
| Süre | Aritmetik Sorular | | Genel Bilgi Soruları | | İç Görü Soruları | | Dört İşlem Soruları | |
|--------------|-------------------|-----------------|----------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup |
| 0-500 ms | Frontal | Oksipital | Parietal | Oksipital | Frontal | Oksipital | Temporo-Parietal | Santral |
| 500-1000 ms | Temporal | Temporal | Temporal | Temporal | Oksipital | Oksipital | Temporal | Temporal |
| 1000-1500 ms | Temporal | Temporal | Temporal | Temporal | Temporo-Parietal | Temporo-Parietal | Temporal | Temporal |



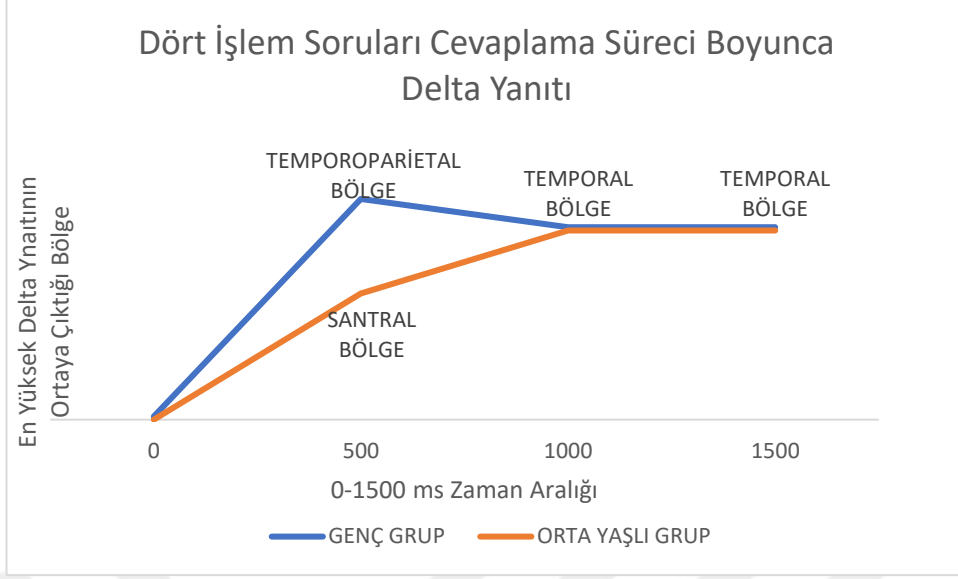
Şekil 6.2.1.16. Aritmetik soruları cevaplarken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler (X eksenini 0-1500 ms zaman aralığını temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası soru uyarısının geldiği noktadır. Y eksenini delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeyi temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.1.17. İç görü sorularını cevaplarırken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler (X eksenini 0-1500 ms zaman aralığını temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası soru uyarısının geldiği noktadır. Y eksenini delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeyi temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.1.18. Genel bilgi sorularını cevaplarırken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler (X eksenini 0-1500 ms zaman aralığını temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası soru uyarısının geldiği noktadır. Y eksenini delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeyi temsil etmektedir.)

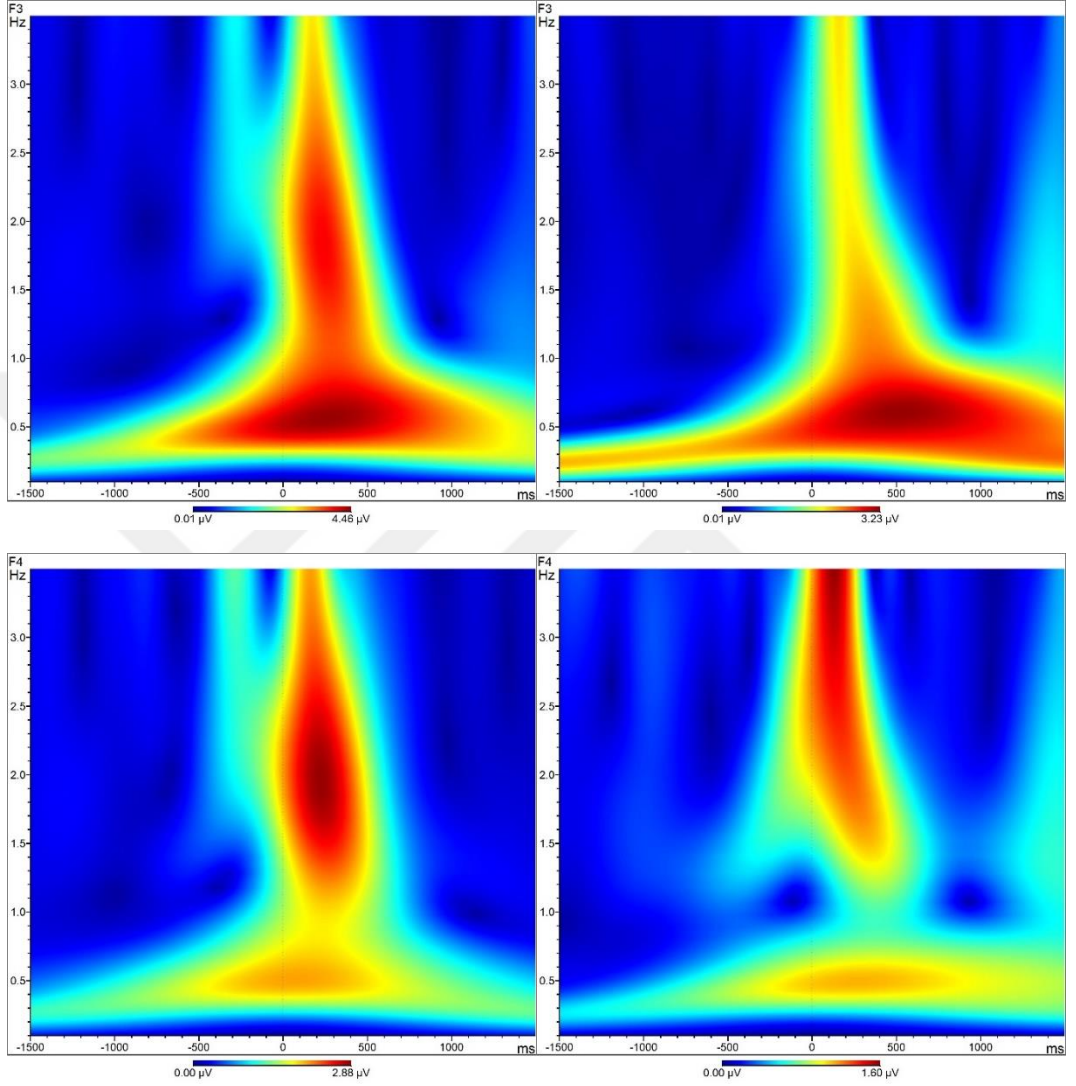


Şekil 6.2.1.19. Dört işlem sorularını cevaplarken iki grupta 0-1500 ms süresince delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeler (X eksenini 0-1500 ms zaman aralığını temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası soru uyarısının geldiği noktadır. Y eksenini delta yanıtının en güçlü çıktığı bölgeyi temsil etmektedir.)

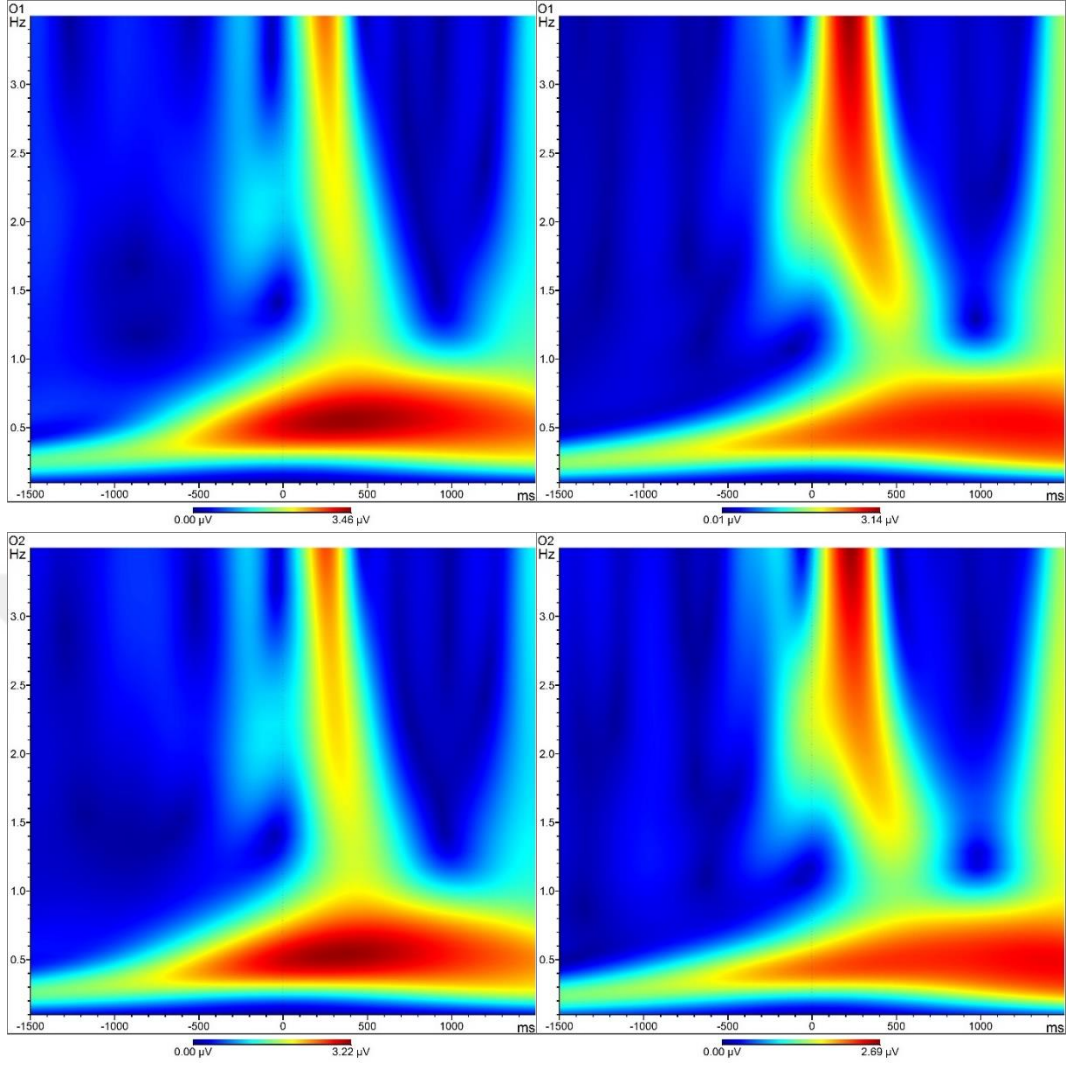
Tablo 6.2.2. Soru tipine göre delta yanıtının süre içerisinde güçlü çıktığı hemisfer tarafı

| Süre | Aritmetik Sorular | | Genel Bilgi Soruları | | İç Görü Soruları | | Dört İşlem Soruları | |
|--------------|-------------------|-----------------|----------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup | Genç Grup | Orta Yaşlı Grup |
| 0-500 ms | Sol Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sol Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer |
| 500-1000 ms | Sol Hemisfer | Sol Hemisfer | Sol Hemisfer | Sol Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer |
| 1000-1500 ms | Sol Hemisfer | Sol Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sol Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer | Sağ Hemisfer |

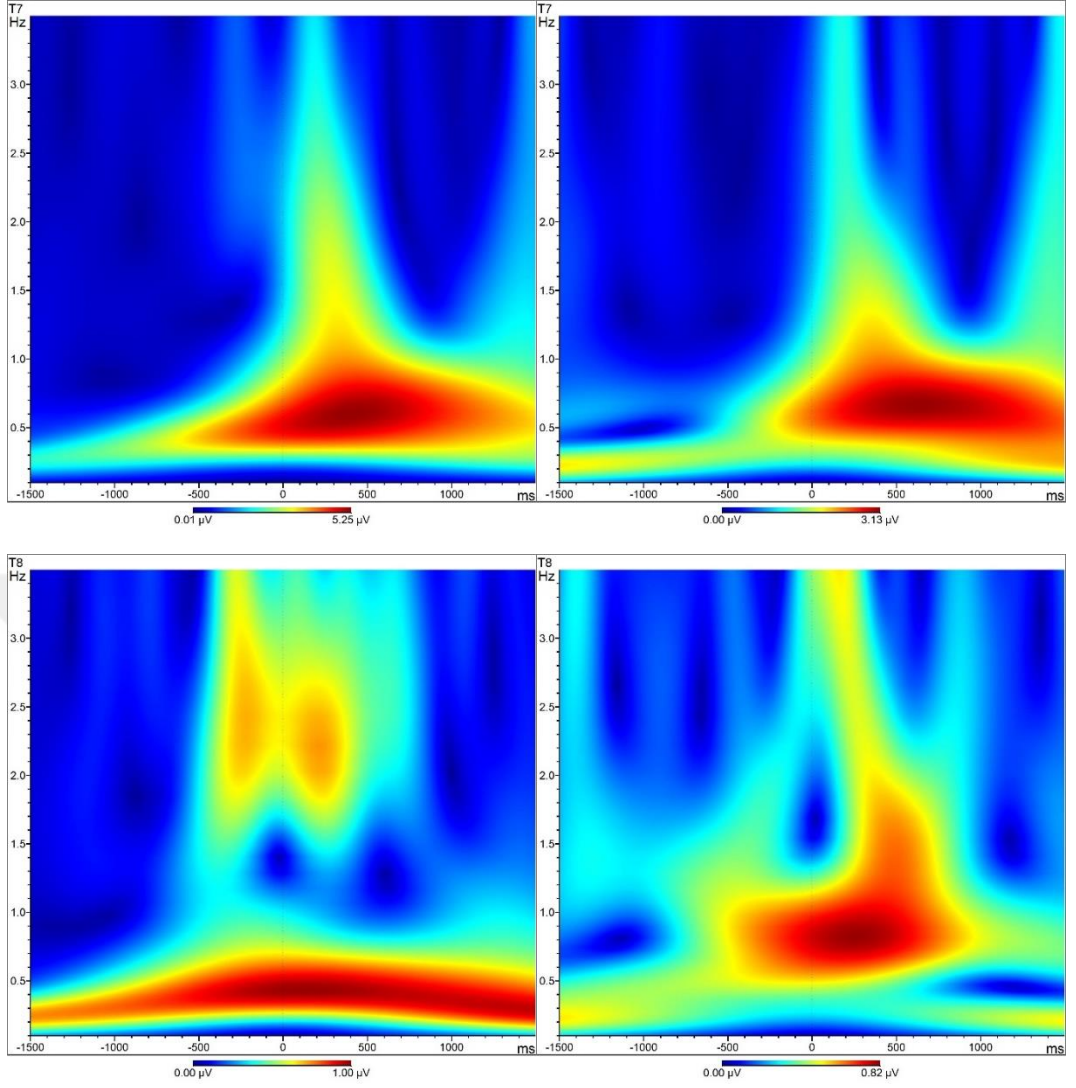
Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların cevaplanma sürecinde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalama görselleri Şekil 6.2.1.20, Şekil 6.2.1.21 ve Şekil 6.2.1.22'de gösterilmektedir.



Şekil 6.2.1.20. Genç ve orta yaşlı grup için, aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Frontal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (Özellikle 0-500 ms'de genç grupta Frontal bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. F3: Sol Frontal Bölge, F4: Sağ Frontal Bölge)

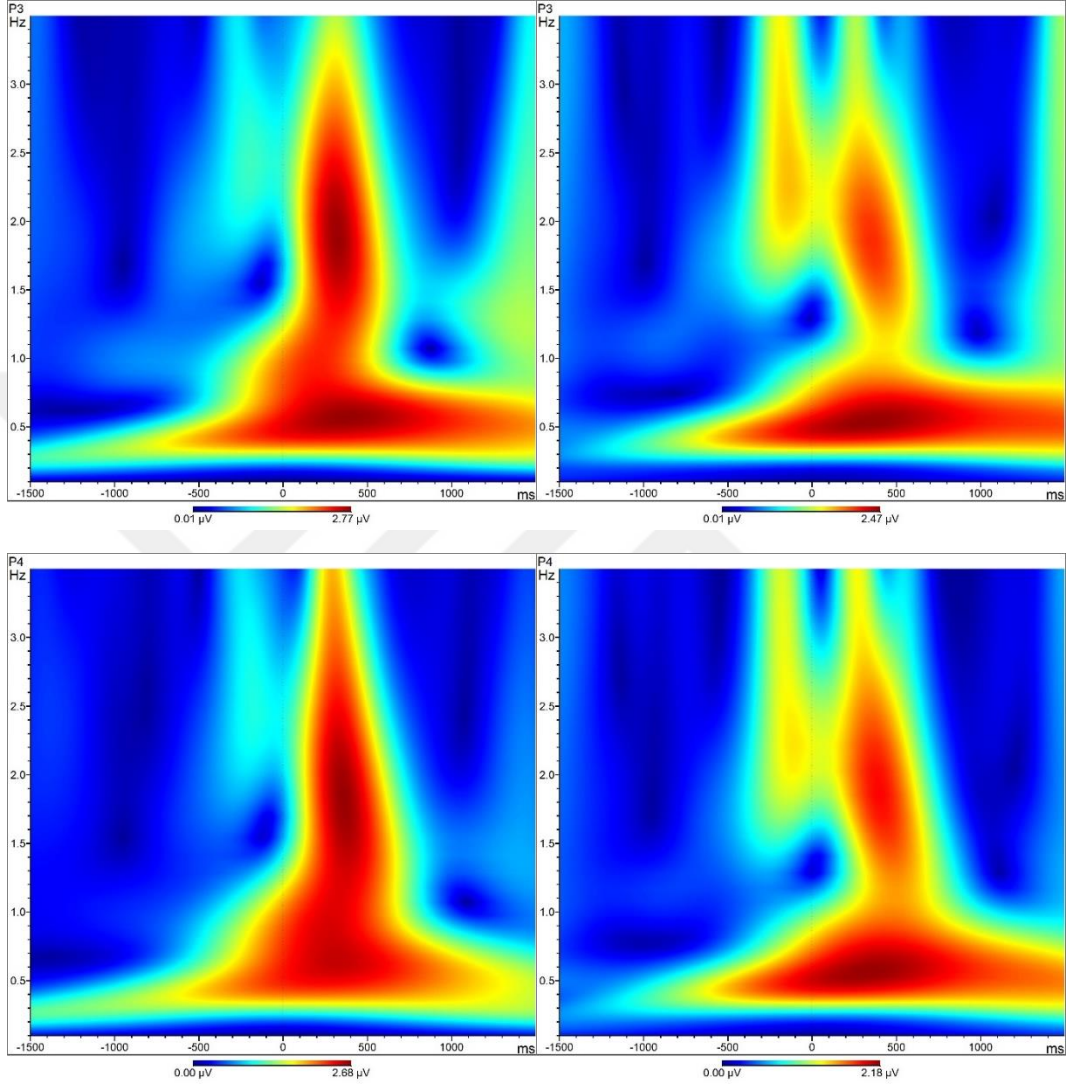


Şekil 6.2.1.21. Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (Özellikle 0-500 ms'de orta yaşlı grupta Oksipital bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

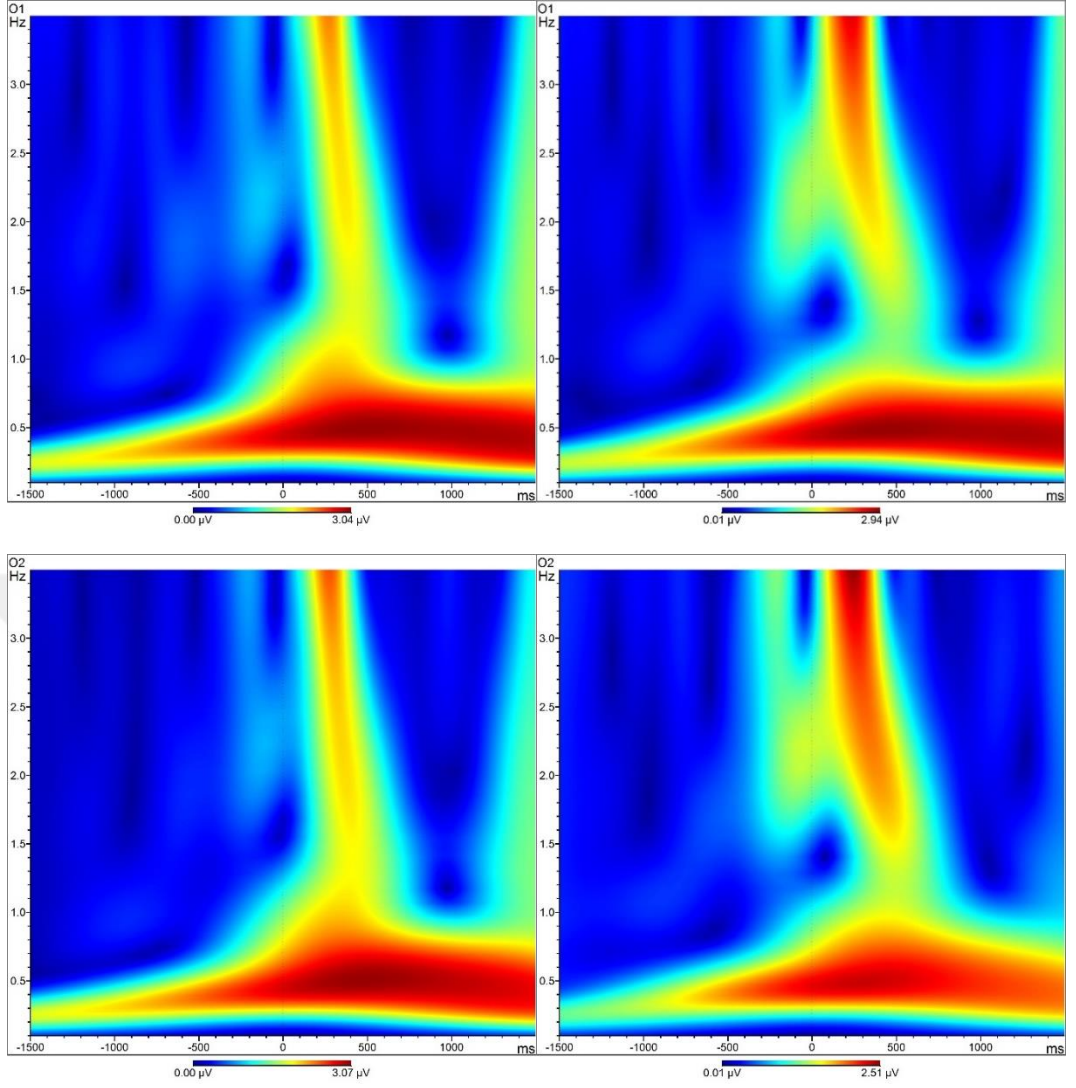


Şekil 6.2.1.22. Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Temporal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (Özellikle 500-1500 ms zaman aralığında genç ve orta yaşlı grupta Temporal bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. T7: Sol Temporal Bölge, T8: Sağ Temporal Bölge)

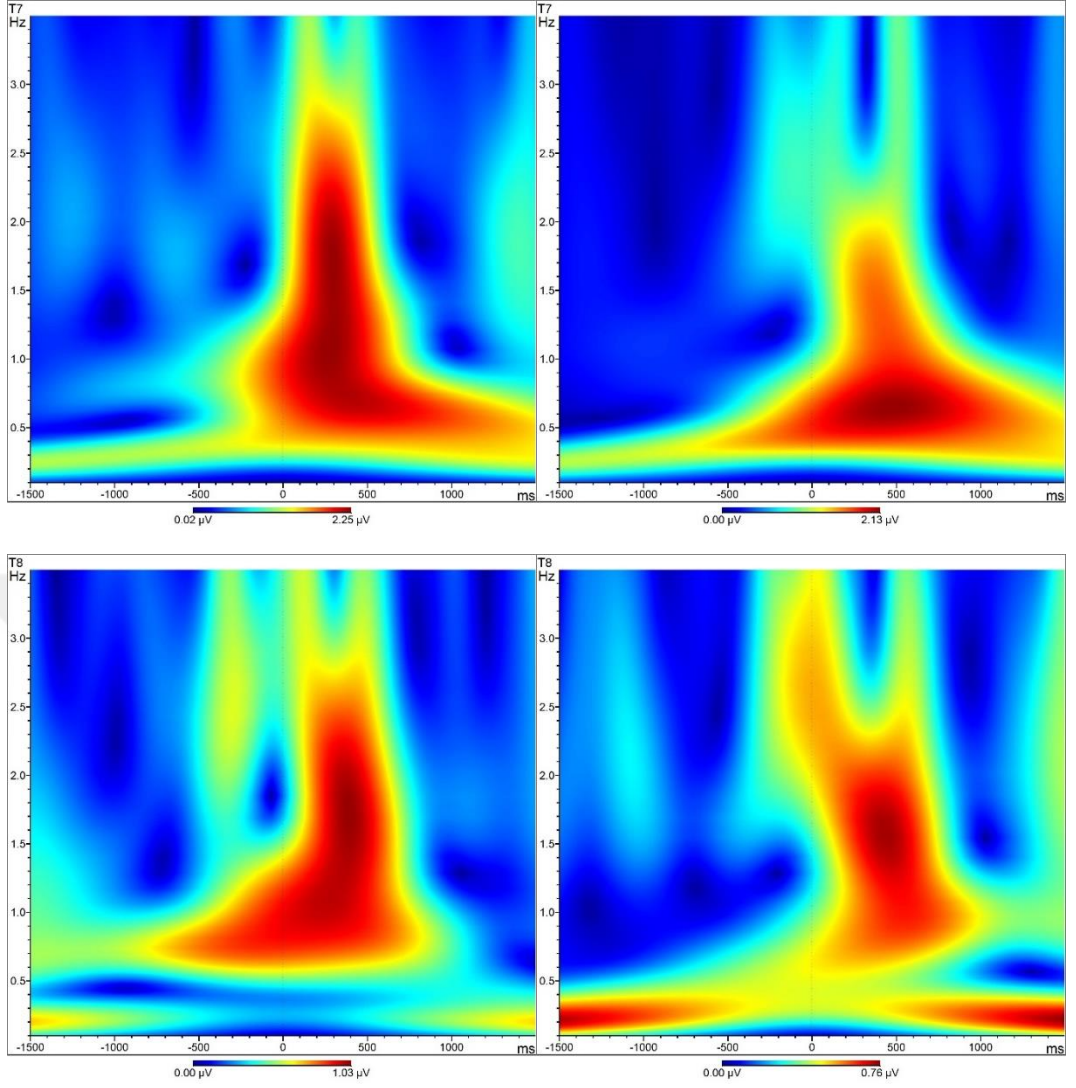
Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının cevaplanma sürecinde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalama görselleri Şekil 6.2.1.23, Şekil 6.2.1.24 ve Şekil 6.2.1.25'te gösterilmektedir.



Şekil 6.2.1.23. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Parietal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-500 ms'de genç grupta Parietal bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. P3: Sol Parietal Bölge, P4: Sağ Parietal Bölge)

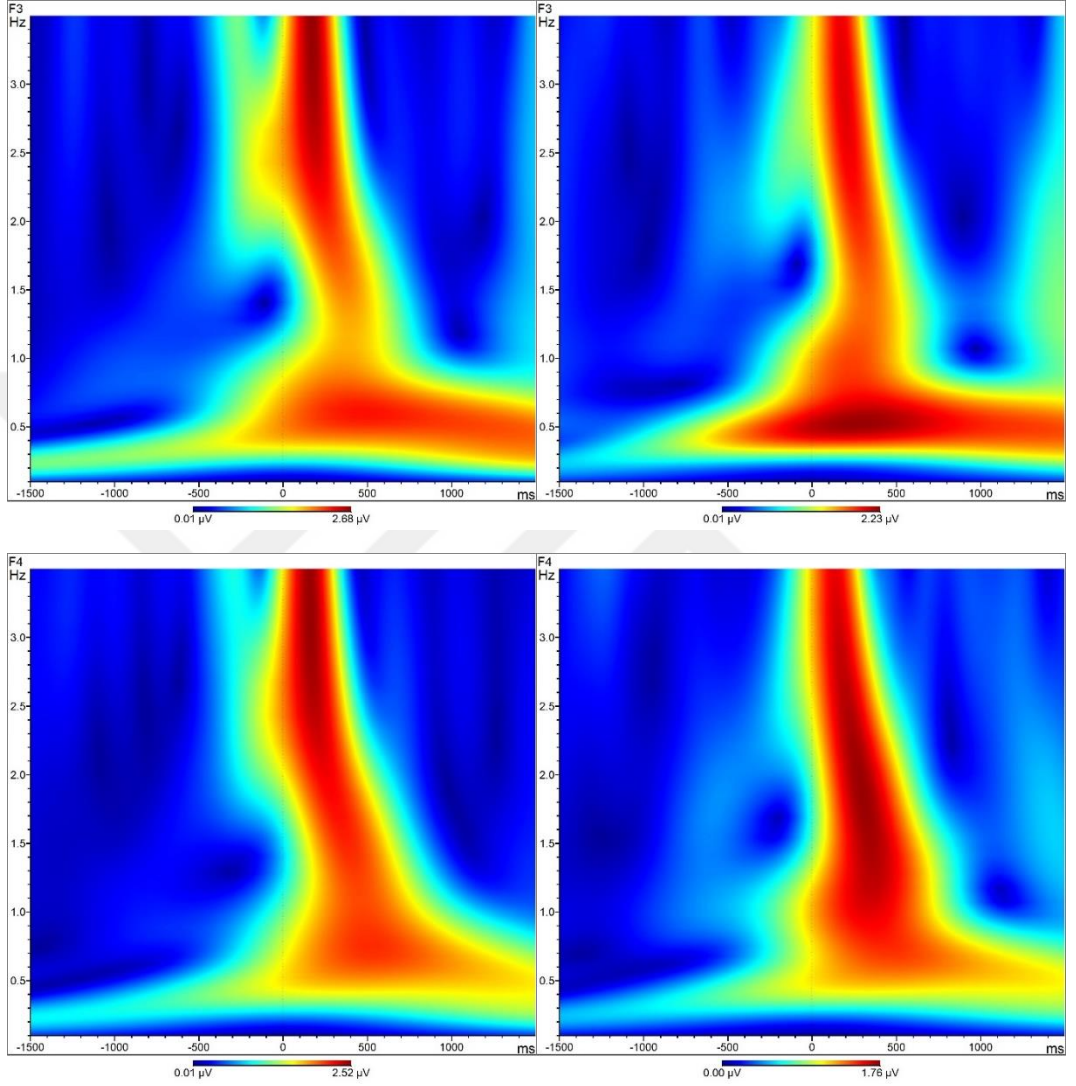


Şekil 6.2.1.24. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-500 ms'de orta yaşlı grupta Oksipital bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

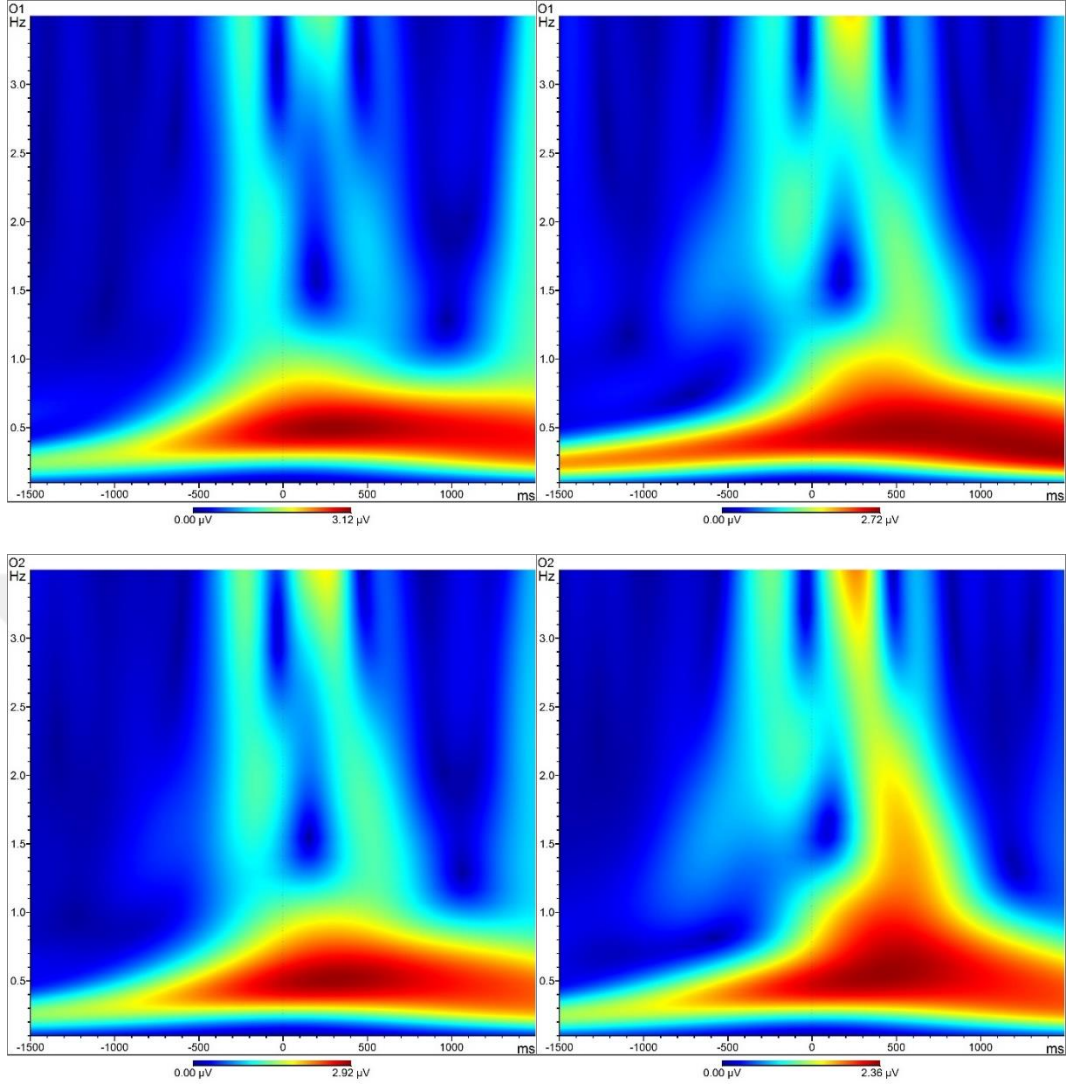


Şekil 6.2.1.25. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol GörSEL: Genç Grup; Sağ GörSEL: Orta Yaşlı Grup) (500-1500 ms’de her iki grupta da Temporal bölgede güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. T7: Sol Temporal Bölge, T8: Sağ Temporal Bölge)

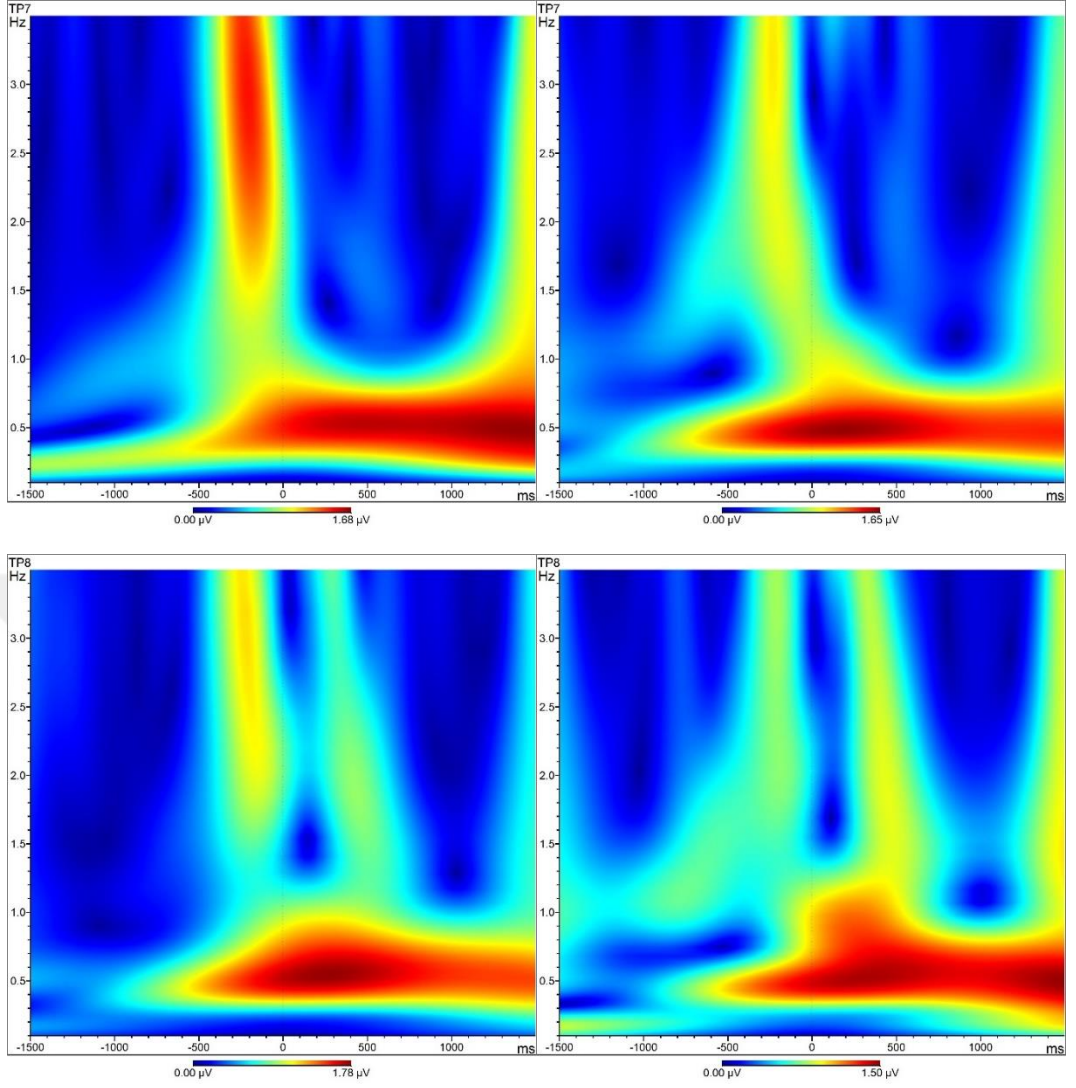
Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının cevaplanma sürecinde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması görselleri Şekil 6.2.1.26, Şekil 6.2.1.27 ve Şekil 6.2.1.28’de gösterilmektedir.



Şekil 6.2.1.26. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Frontal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (Özellikle 0-500 ms zaman aralığında genç grupta Frontal bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. F3: Sol Frontal Bölge, F4: Sağ Frontal Bölge)

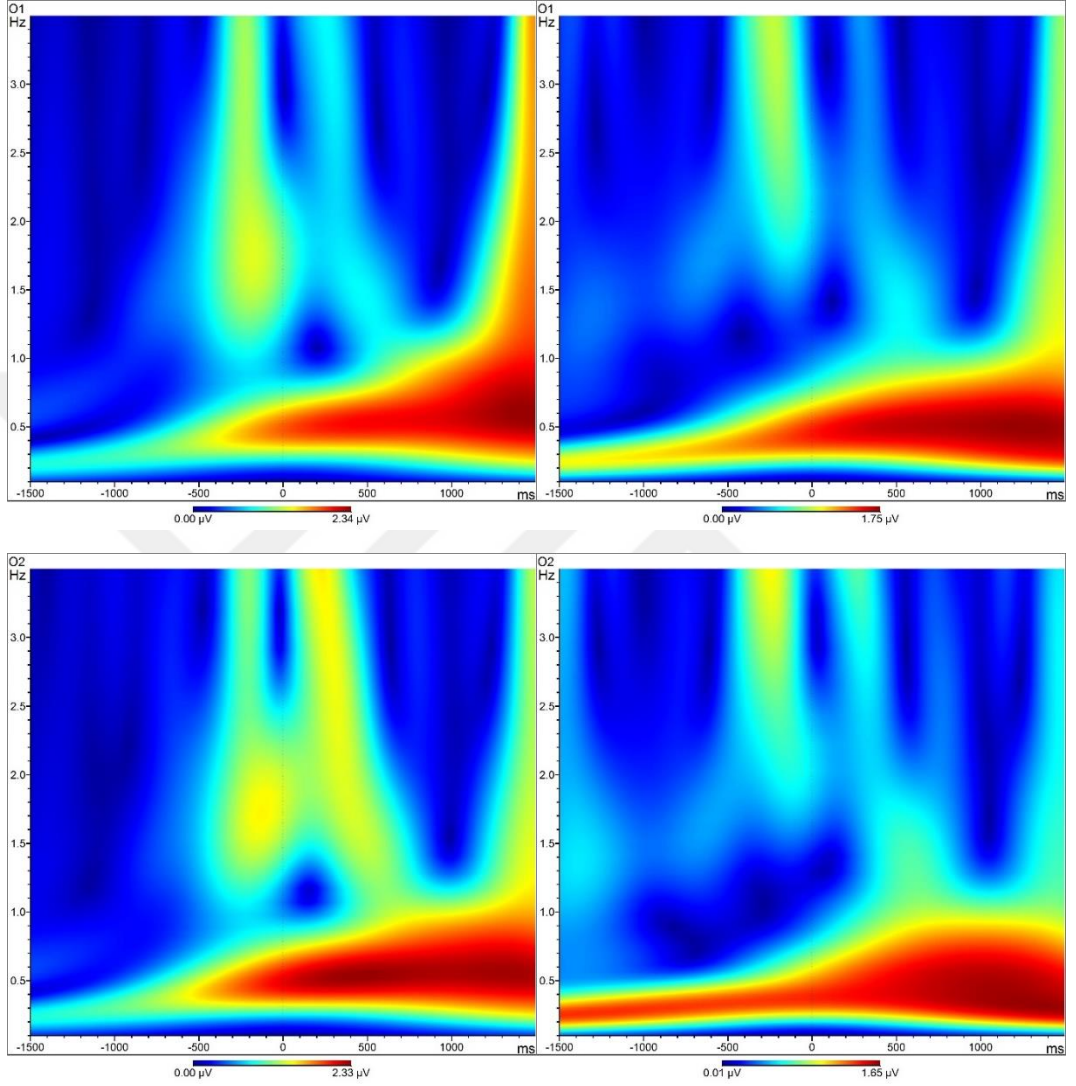


Şekil 6.2.1.27. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (Özellikle 0-500 ms zaman aralığında orta yaşlı grupta Oksipital bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. 500-1000 ms'de her iki grupta da Oksipital bölgede güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

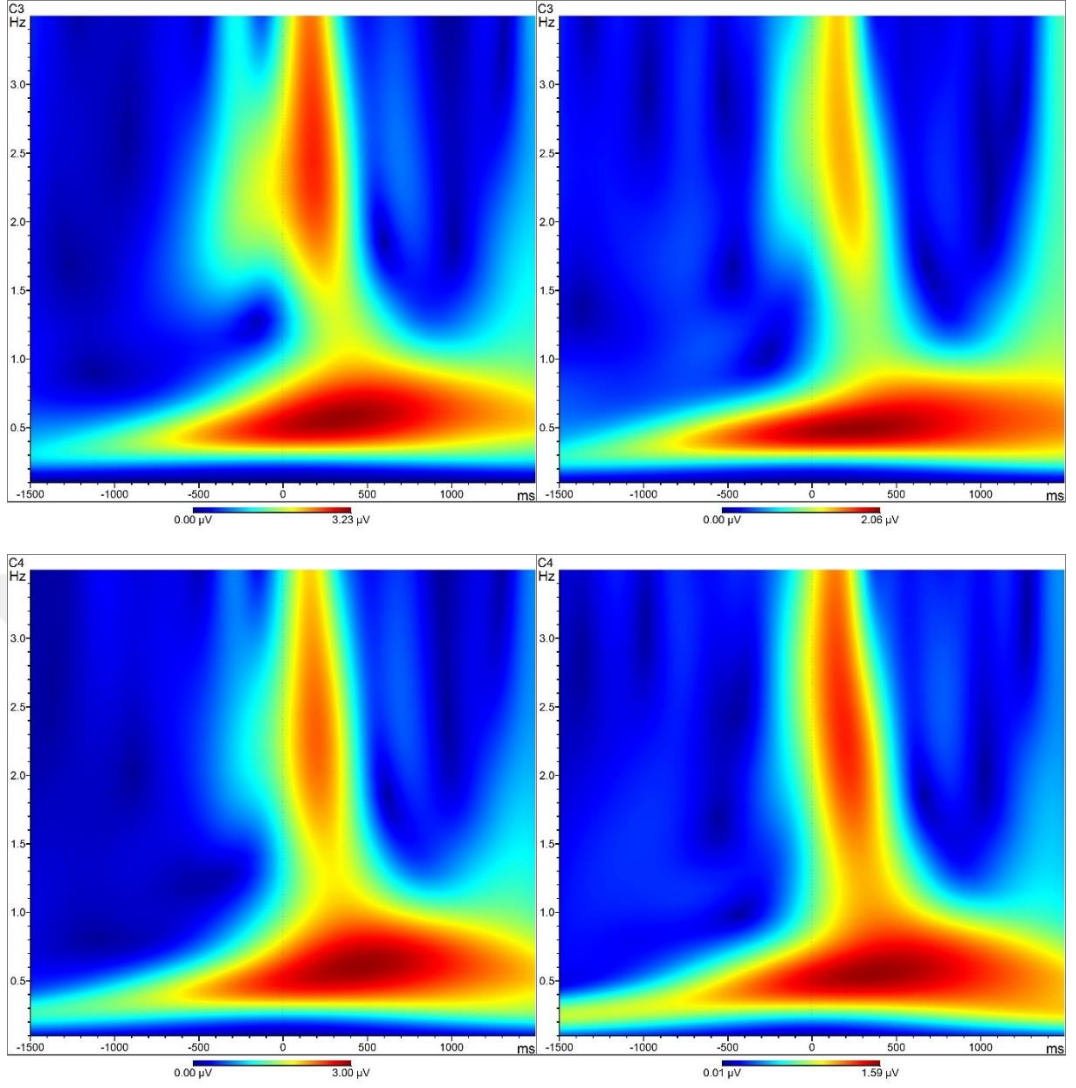


Şekil 6.2.1.28. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporo-Parietal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (1000-1500 ms'de her iki grupta da Temporo-Parietal bölgede güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. TP7: Sol Temporo-Parietal Bölge, TP8: Sağ Temporo-Parietal Bölge)

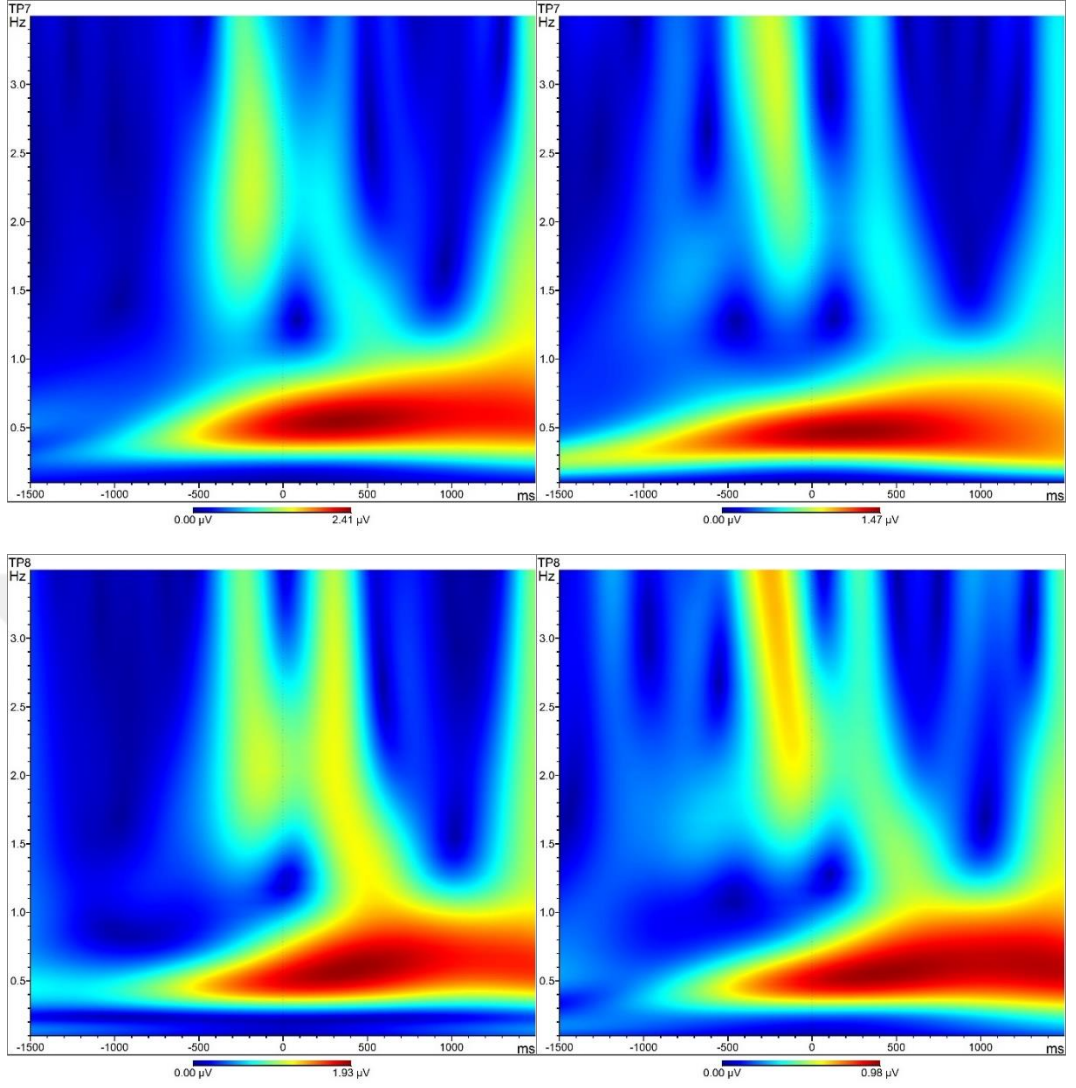
Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının cevaplanma sürecinde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması görselleri Şekil 6.2.1.29, Şekil 6.2.1.30, Şekil 6.2.1.31 ve Şekil 6.2.1.32’de gösterilmektedir.



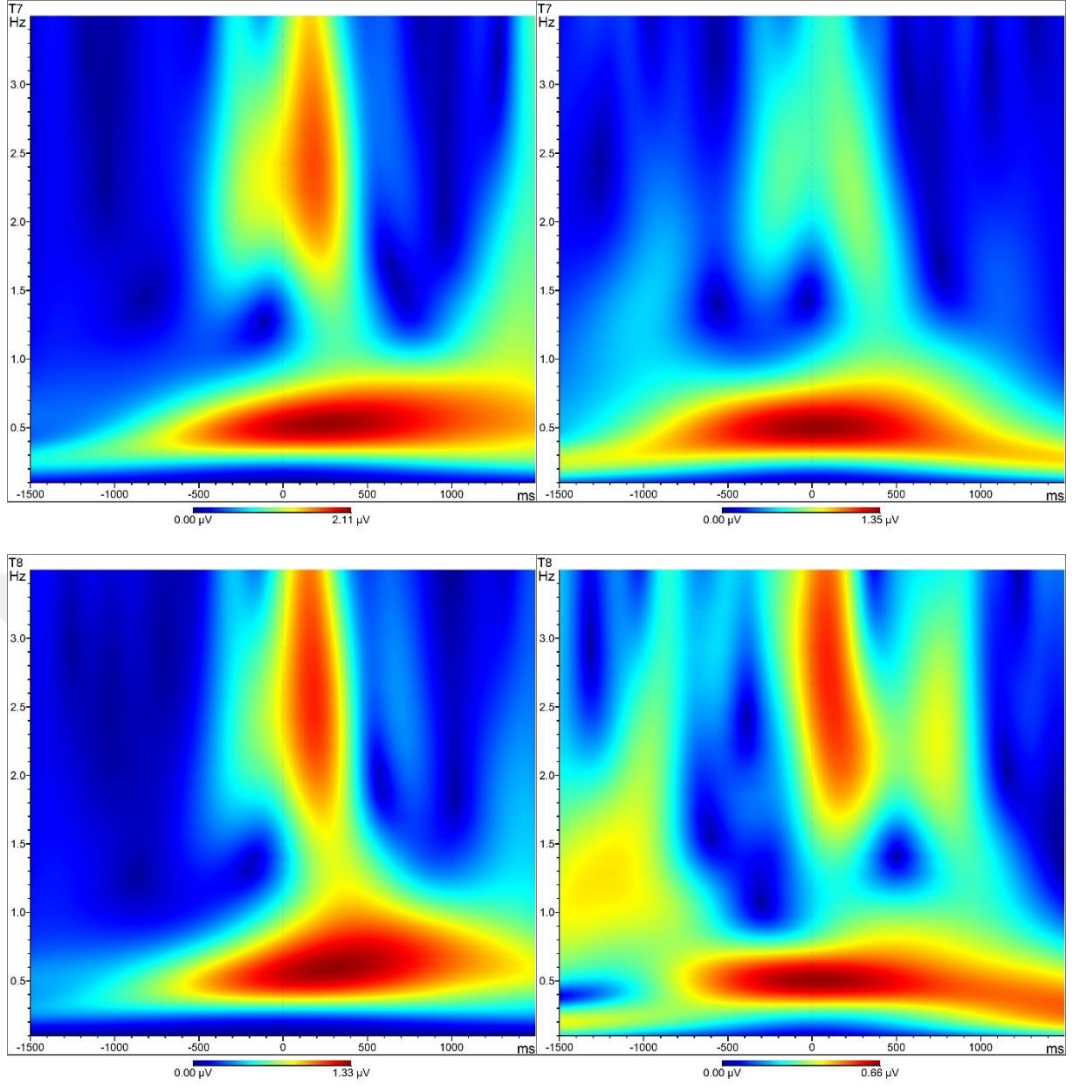
Şekil 6.2.1.29. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-500 ms’de her iki grupta da Oksipital bölgede güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)



Şekil 6.2.1.30. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Santral bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-500 ms’de orta yaşlı grupta Santral bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. C3: Sol Santral Bölge, C4: Sağ Santral Bölge)



Şekil 6.2.1.31. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporo-Parietal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-500 ms’de genç grupta Temporo-Parietal bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. TP7: Sol Temporo-Parietal Bölge, TP8: Sağ Temporo-Parietal Bölge)

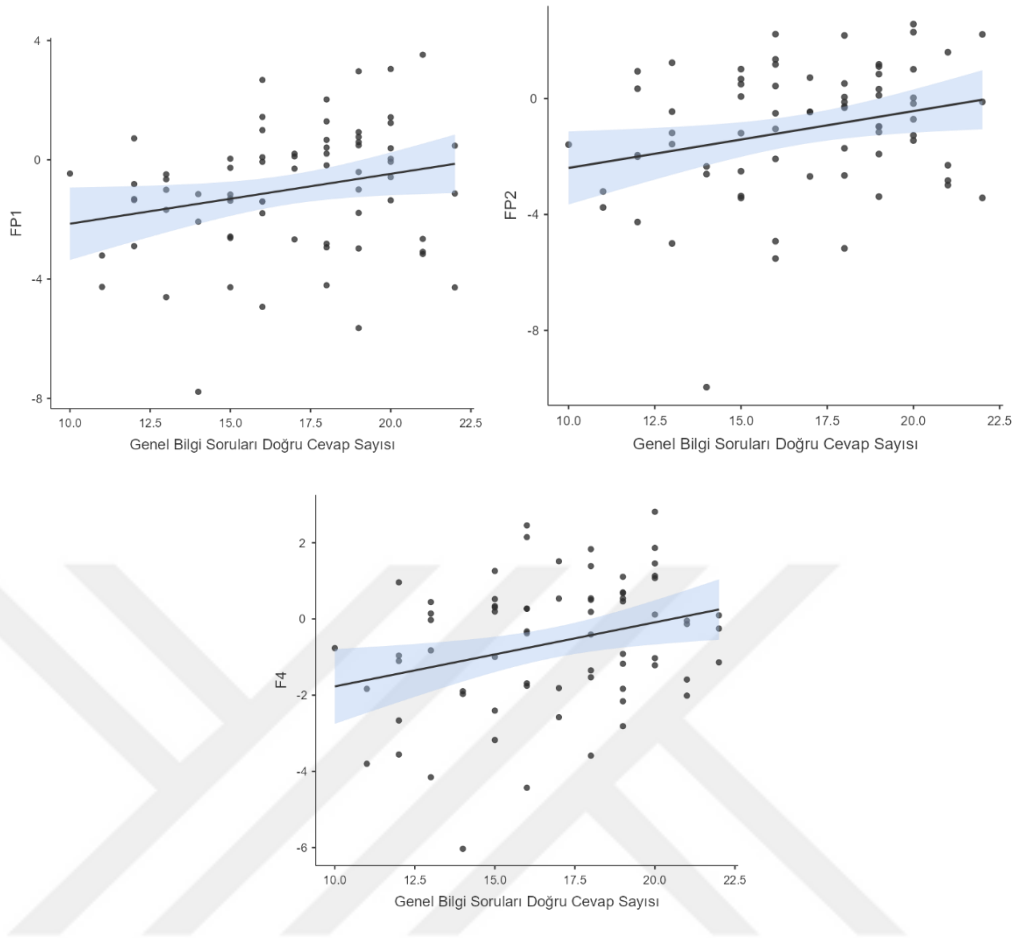


Şekil 6.2.1.32. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Temporal bölgelerde ortaya çıkan delta yanıtının büyük ortalaması. (Sol Görsel: Genç Grup; Sağ Görsel: Orta Yaşlı Grup) (1000-1500 ms'de her iki grupta da Temporal bölgede güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenini zamanı, Y eksenini frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. T7: Sol Temporal Bölge, T8: Sağ Temporal Bölge)

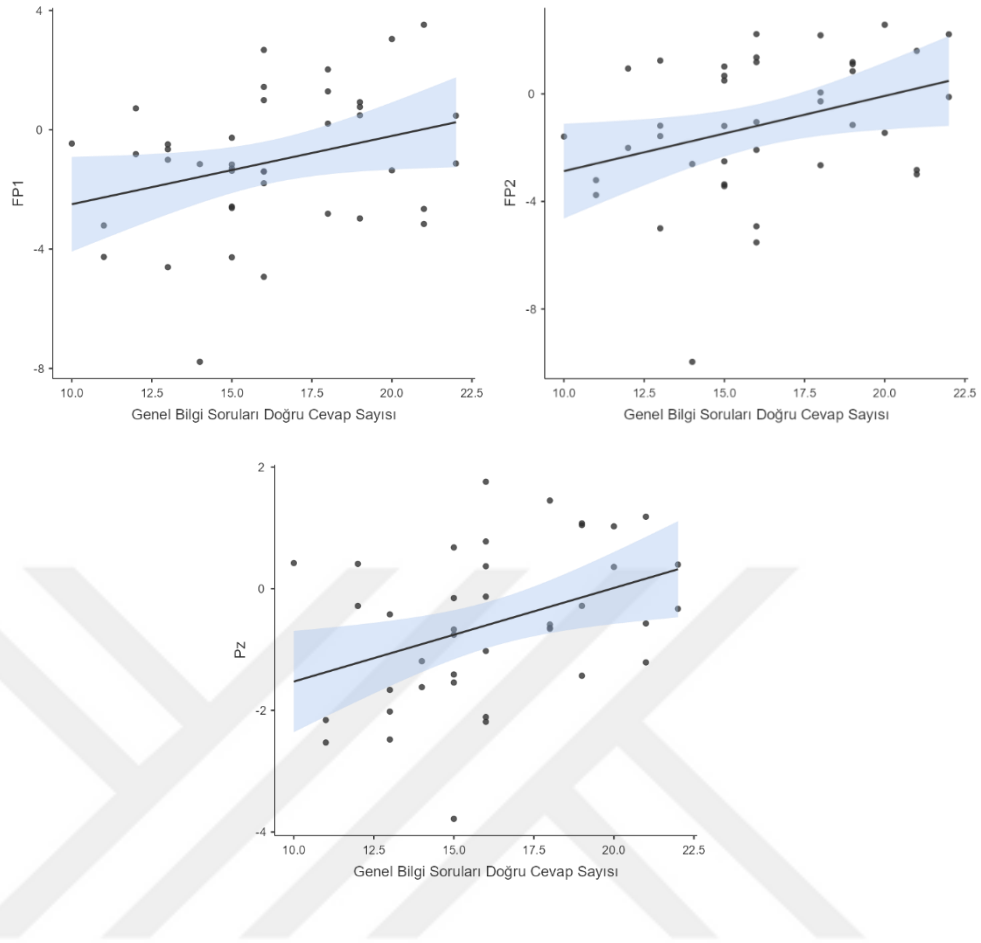
6.2.2. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan delta yanıtları ile doğru cevaplar arasındaki korelasyon sonuçları

Delta yanıtları ile görüntüleme esnasında sorulan soruların doğru cevapları arasındaki ilişkiye Pearson korelasyon katsayısı testi ile bakılmıştır.

FP1, FP2 ve F4 elektrotlarında 0-500 milisaniyedeki delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu görülmüştür (FP1 $p=0,044$, FP2 $p=0,024$, F4 $p=0,013$) (Şekil 6.2.2.1). 0-500 ms delta yanıtı ile iç görü soruları, aritmetik sorular ve dört işlem soruları doğru cevap sayıları arasında ise anlamlı bir korelasyon olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Genç grubun kendi içerisinde, anlamlı pozitif korelasyon sadece genel bilgi sorularında FP1, FP2 ve Pz elektrotlarında ortaya çıkmıştır (FP1 $p=0,049$, FP2 $p=0,031$, Pz $p=0,013$) (Şekil 6.2.2.2). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde ise anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 6.2.2.1. FP1, FP2 ve F4 elektrotlarında 0-500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularında doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)

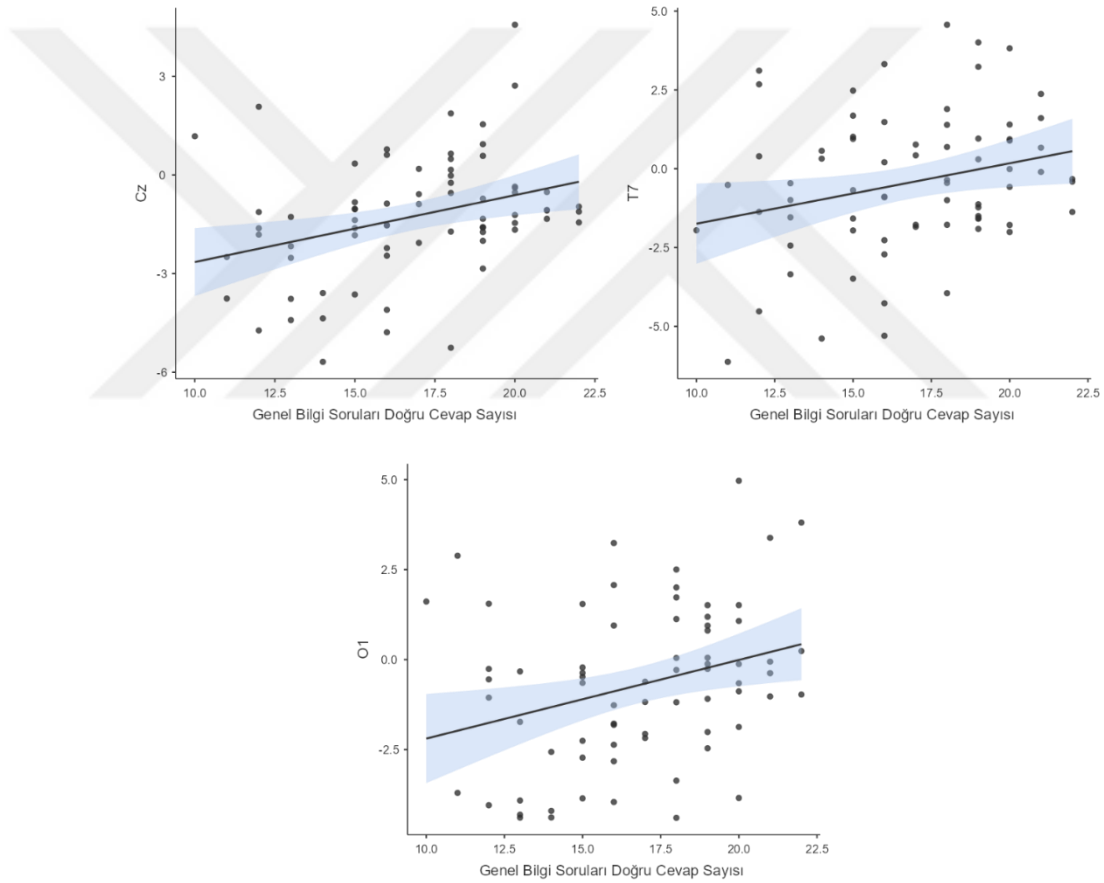


Şekil 6.2.2.2. Genç grubun kendi içerisinde FP1, FP2 ve Pz elektrotlarında 0-500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularında doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)

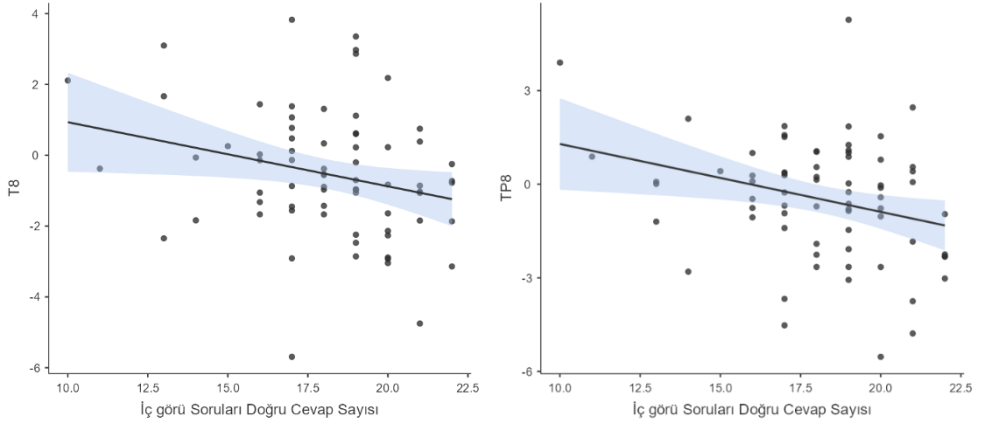
500-1000 milisaniyedeki delta yanıtı ile soru tipleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Cz, T7 ve O1 elektrotlarında 1000-1500 milisaniyedeki delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Cz $p=0,005$, T7 $p=0,028$, O1 $p=0,011$) (Şekil 6.2.2.3). T8 ve TP8 elektrotlarında delta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (T8 $p=0,031$, TP8 $p=0,014$) (Şekil 6.2.2.4). Aritmetik sorular ve dört işlem sorularında ise anlamlı bir korelasyon

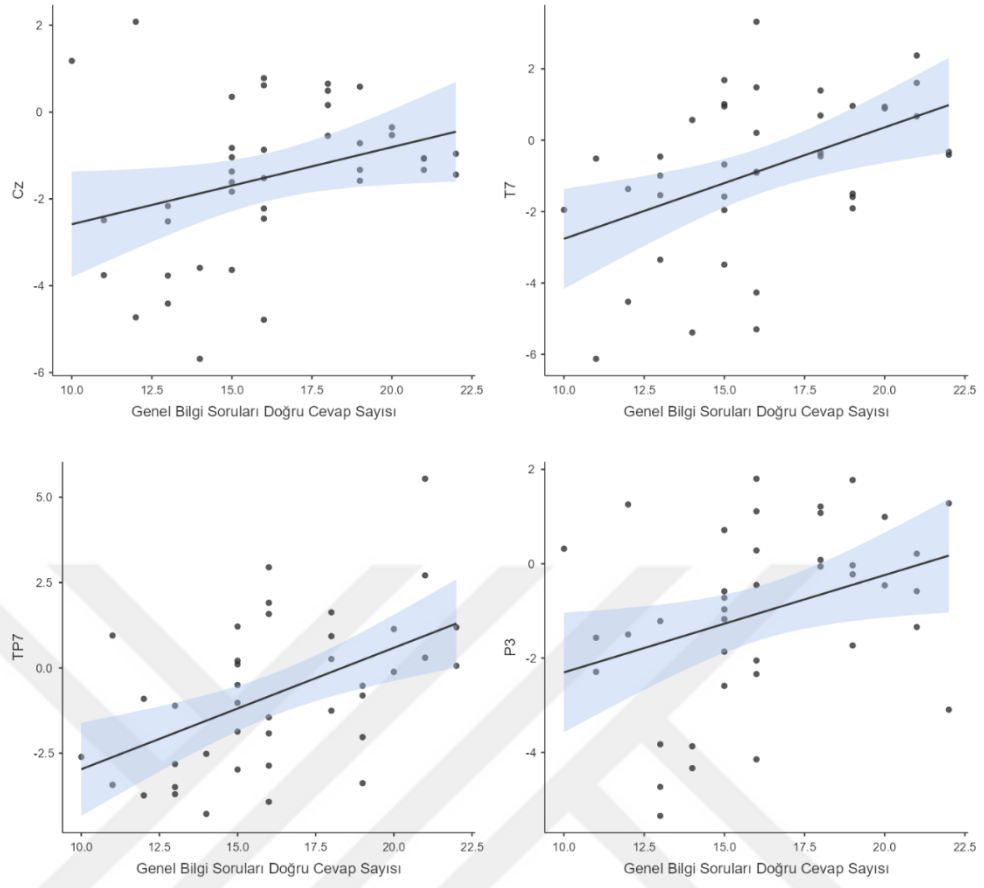
bulunmamıştır ($p>0.05$). Genç grubun kendi içerisinde Cz, T7, TP7 ve P3 elektrotlarında delta yanıtı ile genel bilgi sorularını doğru cevaplarırken anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Cz $p=0,046$, T7 $p=0,003$, TP7 $p=0,001$, P3 $p=0,027$) (Şekil 6.2.2.5). Diğer soru tipleri ile arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde aritmetik sorular ile P4 elektrotunda delta yanıtı arasında (P4 $p=0,049$), iç görü sorularını cevaplarırken ise Fz elektrotunda anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Fz $p=0,041$) (Şekil 6.2.2.6, Şekil 6.2.2.7).



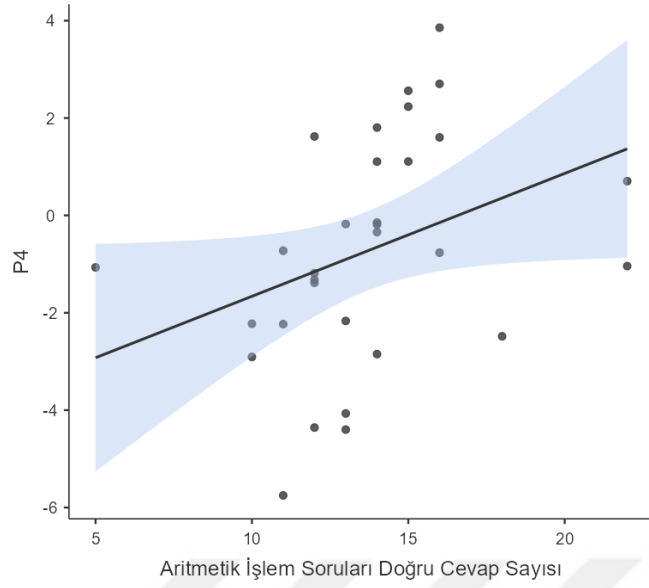
Şekil 6.2.2.3. Cz, T7 ve O1 elektrotlarında 1000-1500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri (X eksenini genel bilgi sorularında doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



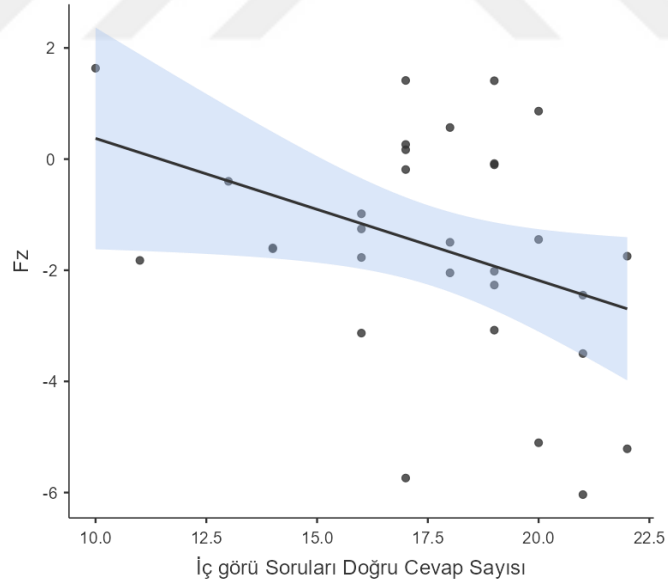
Şekil 6.2.2.4. T8 ve TP8 elektrotlarında 1000-1500 ms delta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.2.5. Genç grubun kendi içerisinde Cz, T7, TP7 ve P3 elektrotlarında 1000-1500 ms delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularında doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.2.6. Orta yaş grubun kendi içerisinde P4 elektrotunda 1000-1500 ms delta yanıtı ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği. (X eksenini aritmetik işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)

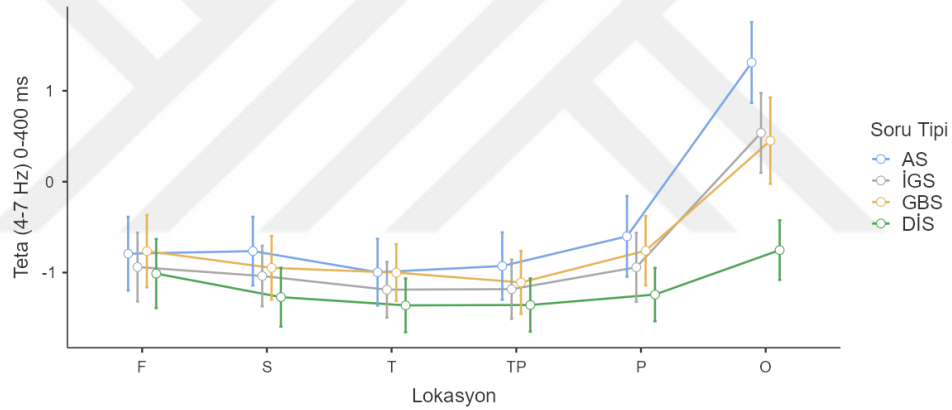


Şekil 6.2.2.7. Orta yaş grubun kendi içerisinde Fz elektrotunda 1000-1500 ms delta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini delta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)

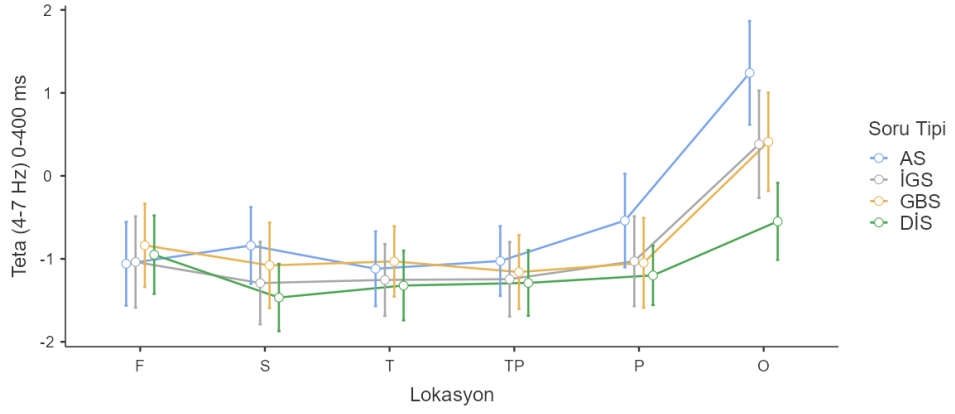
6.2.3. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan teta yanıtları

Teta yanıtının istatistiksel analizinde, grup içi faktör olarak 4 farklı soru tipi, 6 farklı lokasyon ve 2 hemisfer; gruplar arası faktör olarak genç ve orta yaşlı olmak üzere iki grup alınarak tekrarlayan ölçümler için ANOVA analizi yapılmıştır.

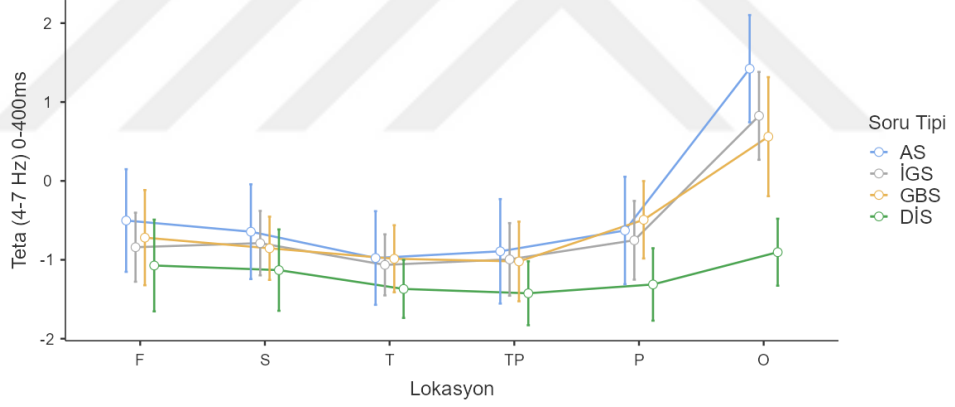
0-400 milisaniye zaman aralığında teta yanıtı için; Soru Tipi*Lokasyonda istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,001$). Tüm soru tiplerinde Oksipital bölgede teta yanıtı daha güçlü çıkmıştır (Şekil 6.2.3.1). Post-hoc analizlerde genç ve orta yaşlı grubun teta yanıtının her soru tipinde Oksipital bölgede anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür (genç grup $p=0,003$; orta yaşlı grup $p=0,001$) (Şekil 6.2.3.2, Şekil 6.2.3.3).



Şekil 6.2.3.1. Soru Tipi*Lokasyon 0-400 ms'de teta yanıtı (X eksenini lokasyonu, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

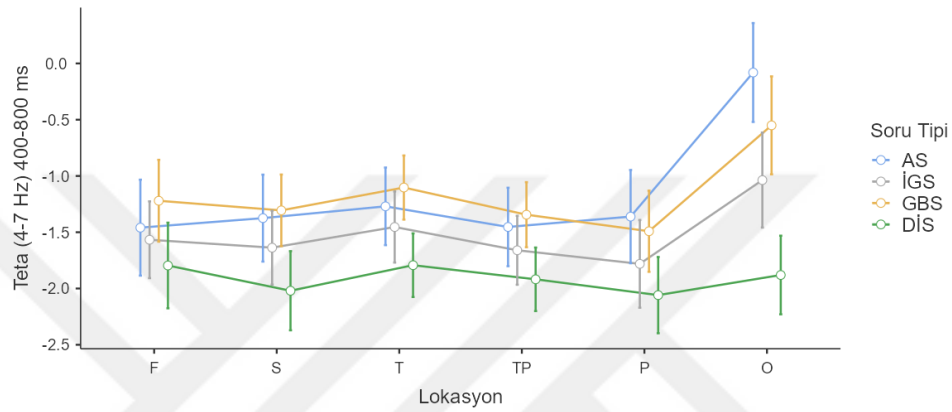


Şekil 6.2.3.2. Genç grupta Soru Tipi*Lokasyon 0-400 ms'de teta yanıtı (X eksenini lokasyonu, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

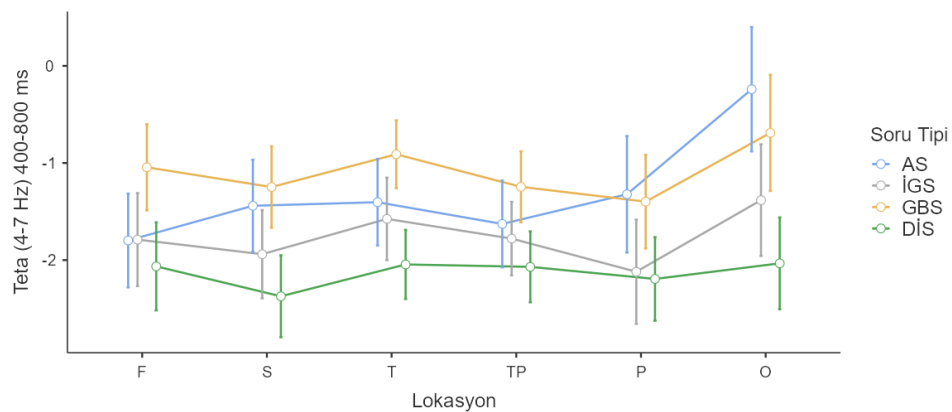


Şekil 6.2.3.3. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Lokasyon 0-400 ms'de teta yanıtı (X eksenini lokasyonu, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

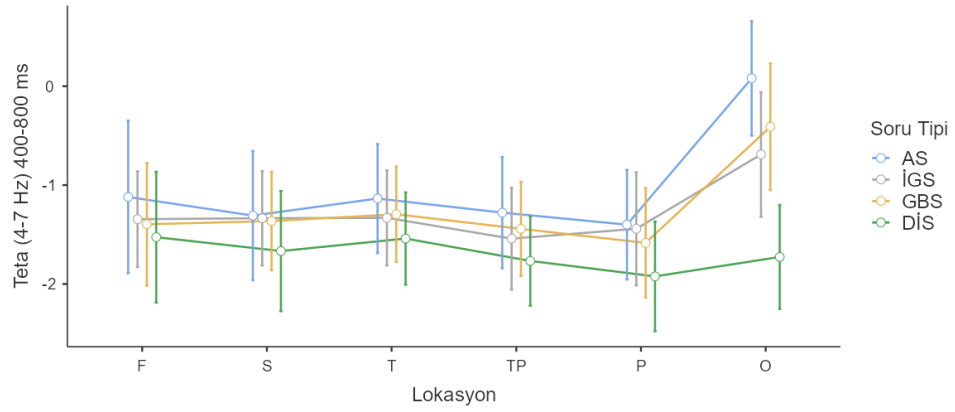
400-800 milisaniye zaman aralığında teta yanıtı için; Soru Tipi*Lokasyonda anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 6.2.3.4). Özellikle Oksipital bölgede teta yanıtında güçlü yanıt ortaya çıkmıştır. Genç grubun kendi içerisinde ve orta yaşlı grubunda kendi içerisinde istatistiksel olarak anlamlı derecede Oksipital bölgede yüksek teta yanıtı ortaya çıkmıştır (Genç grupta $p=0,001$; orta yaşlı grupta $p=0,013$) (Şekil 6.2.3.5, Şekil 6.2.3.6).



Şekil 6.2.3.4. Soru Tipi*Lokasyon 400-800 ms'de teta yanıtı (X eksenı lokasyonu, Y eksenı teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

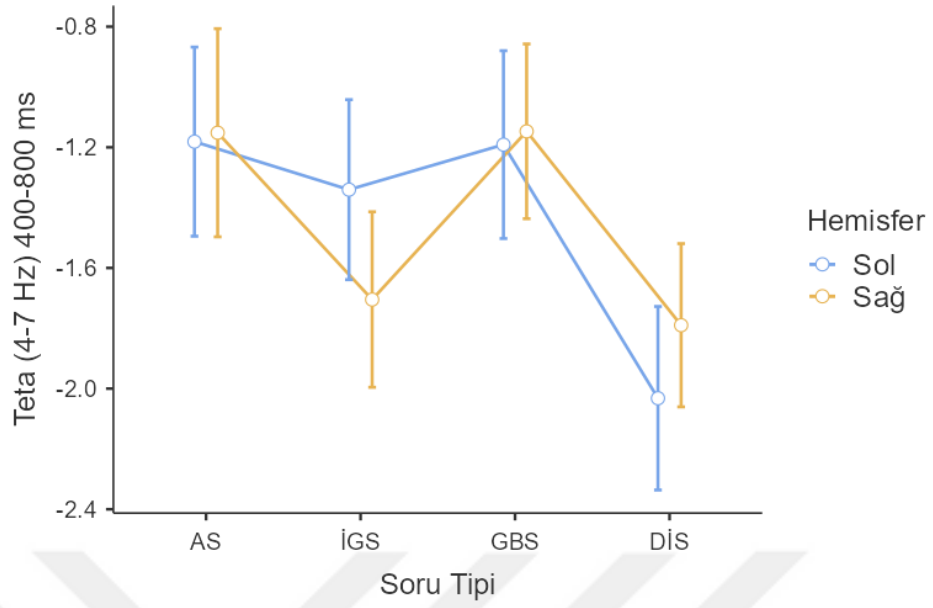


Şekil 6.2.3.5. Genç grupta Soru Tipi*Lokasyon 400-800 ms'de teta yanıtı (X eksenı lokasyonu, Y eksenı teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

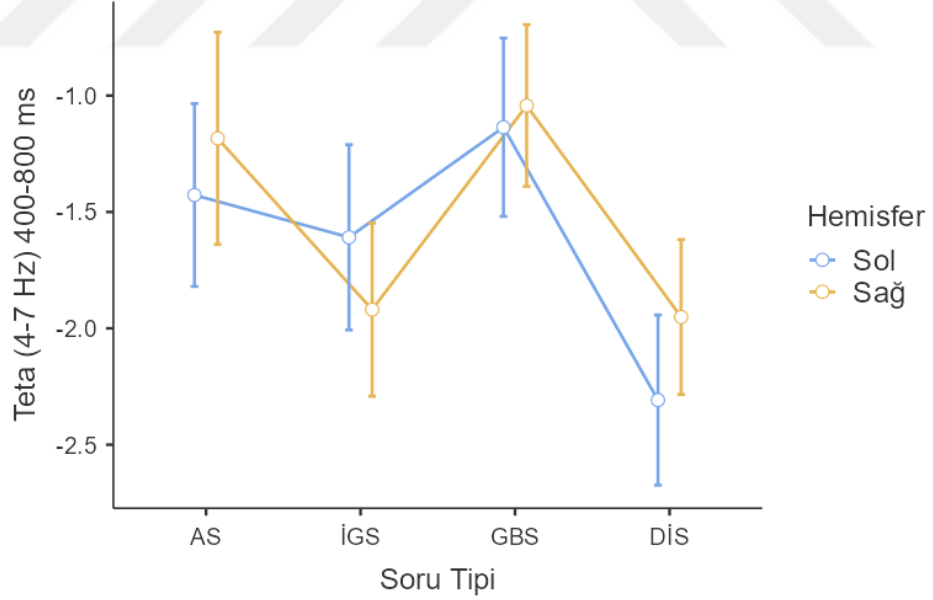


Şekil 6.2.3.6. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Lokasyon 400-800 ms'de teta yanıtı (X eksenini lokasyonu, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. F: Frontal Bölge, S: Santral Bölge; T: Temporal Bölge; TP: Temporo-Parietal Bölge; O: Oksipital Bölge)

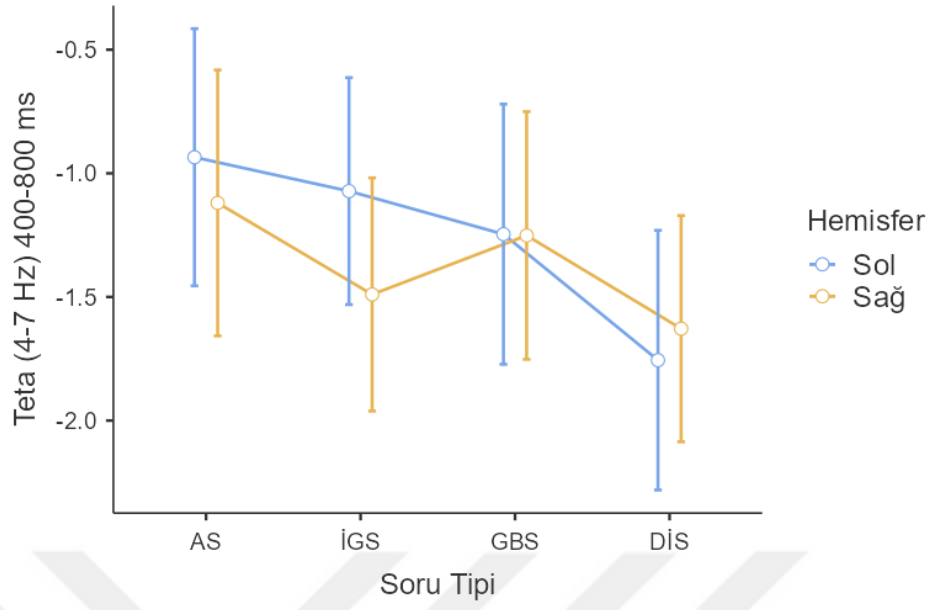
400-800 milisaniye zaman aralığında teta yanıtında, Soru Tipi*Hemisferde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 6.2.3.7). Aritmetik sorular, genel bilgi soruları ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, iç görü sorularında ise sol hemisferde daha güçlü bir teta yanıtı ortaya çıkmıştır. Post-hoc analizlerde genç ve orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Genç grupta aritmetik sorularda, genel bilgi soruları ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, iç görü sorularında ise sol hemisferde daha güçlü bir teta yanıtı ortaya çıkmıştır ($p=0,01$) (Şekil 6.2.3.8). Orta yaşlı grupta iç görü ve dört işlem sorularında sağ hemisferde; aritmetik sorular ve genel bilgi sorularında sol hemisferde daha güçlü bir teta yanıtı ortaya çıkmıştır ($p=0,03$) (Şekil 6.2.3.9).



Şekil 6.2.3.7. Soru Tipi*Hemisfer 400-800 ms'de teta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

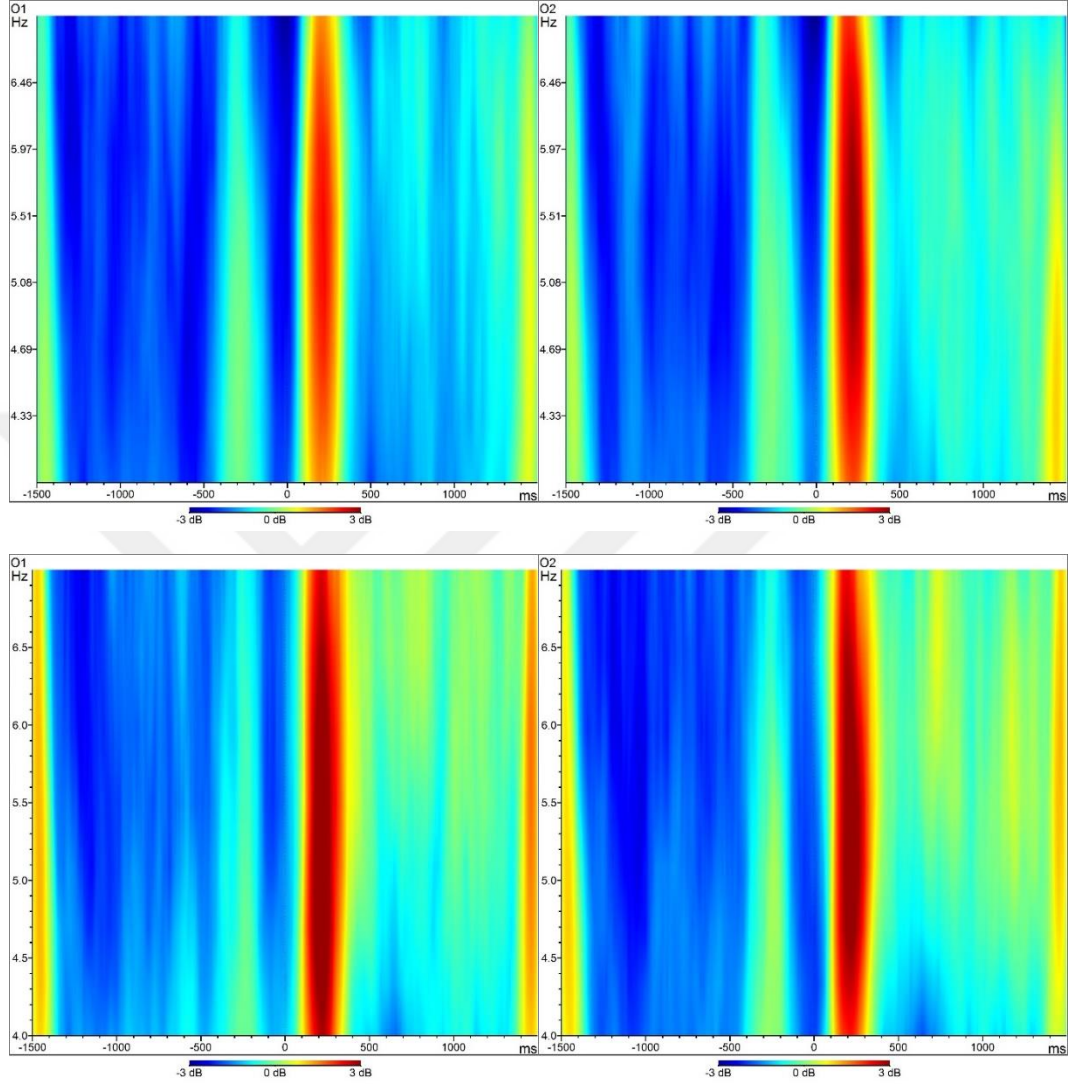


Şekil 6.2.3.8. Genç grupta Soru Tipi*Hemisfer 400-800 ms'de teta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)



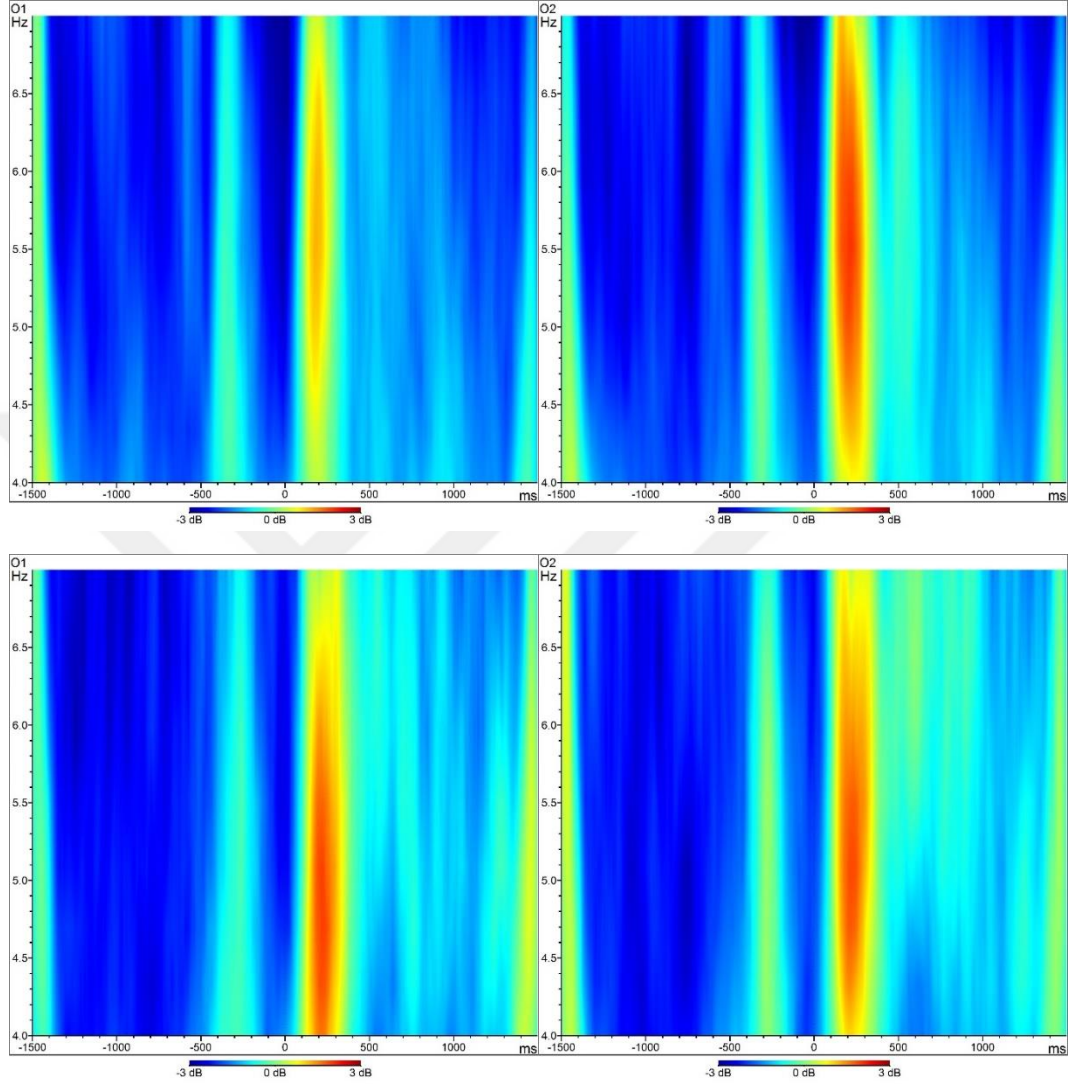
Şekil 6.2.3.9. Orta yaşlı grupta Soru Tipi*Hemisfer 400-800 ms'de teta yanıtı (X eksenini soru tipini, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir. AS: Aritmetik Sorular; İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları)

Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların cevaplanma sürecinde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması görselleri Şekil 6.2.3.10'da gösterilmektedir.



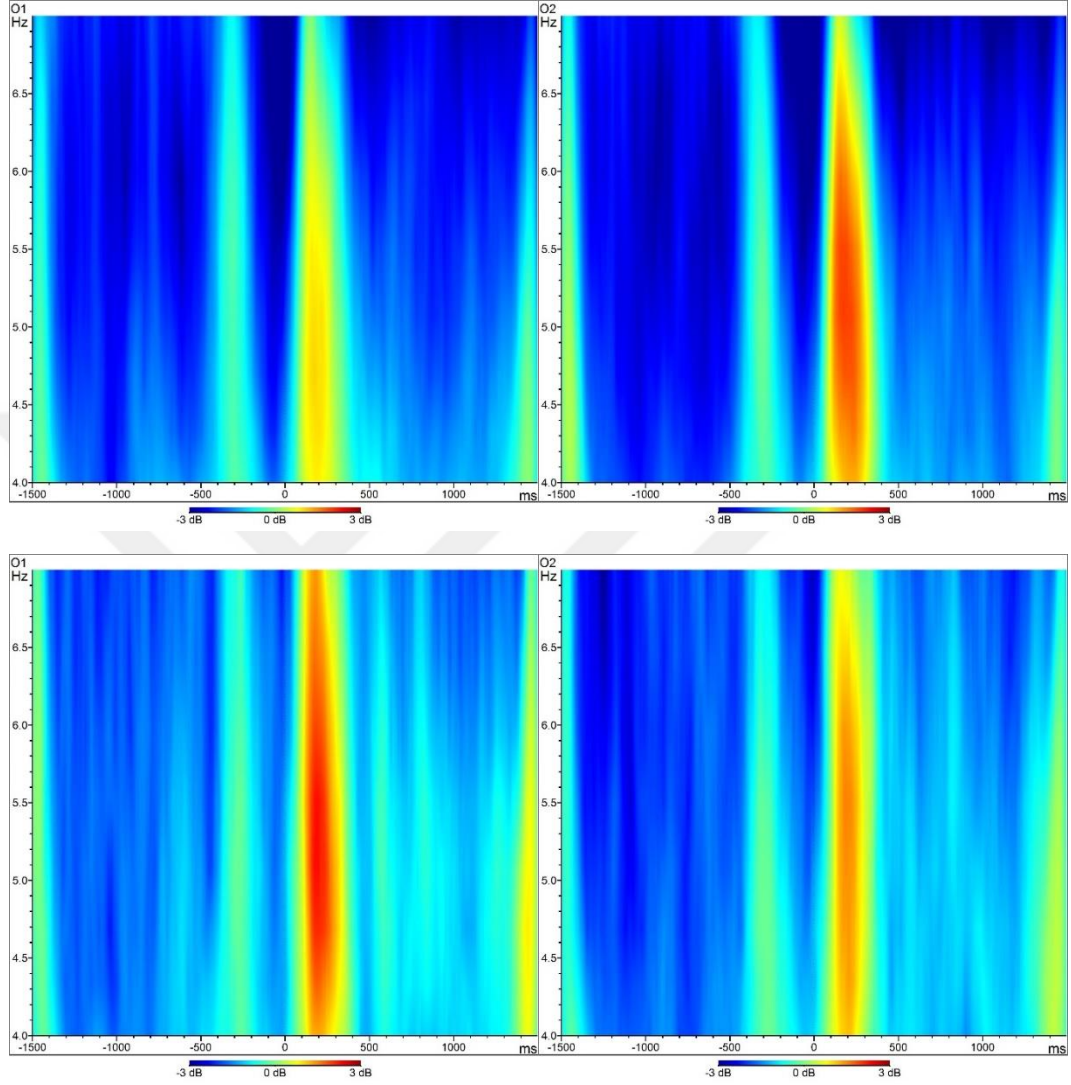
Şekil 6.2.3.10. Genç ve orta yaşlı grup için aritmetik soruların ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması (Üst Görsel: Genç Grup; Alt Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-800 ms'de Oksipital bölgede güçlü teta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının cevaplanma sürecinde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması görselleri Şekil 6.2.3.11’de gösterilmektedir.



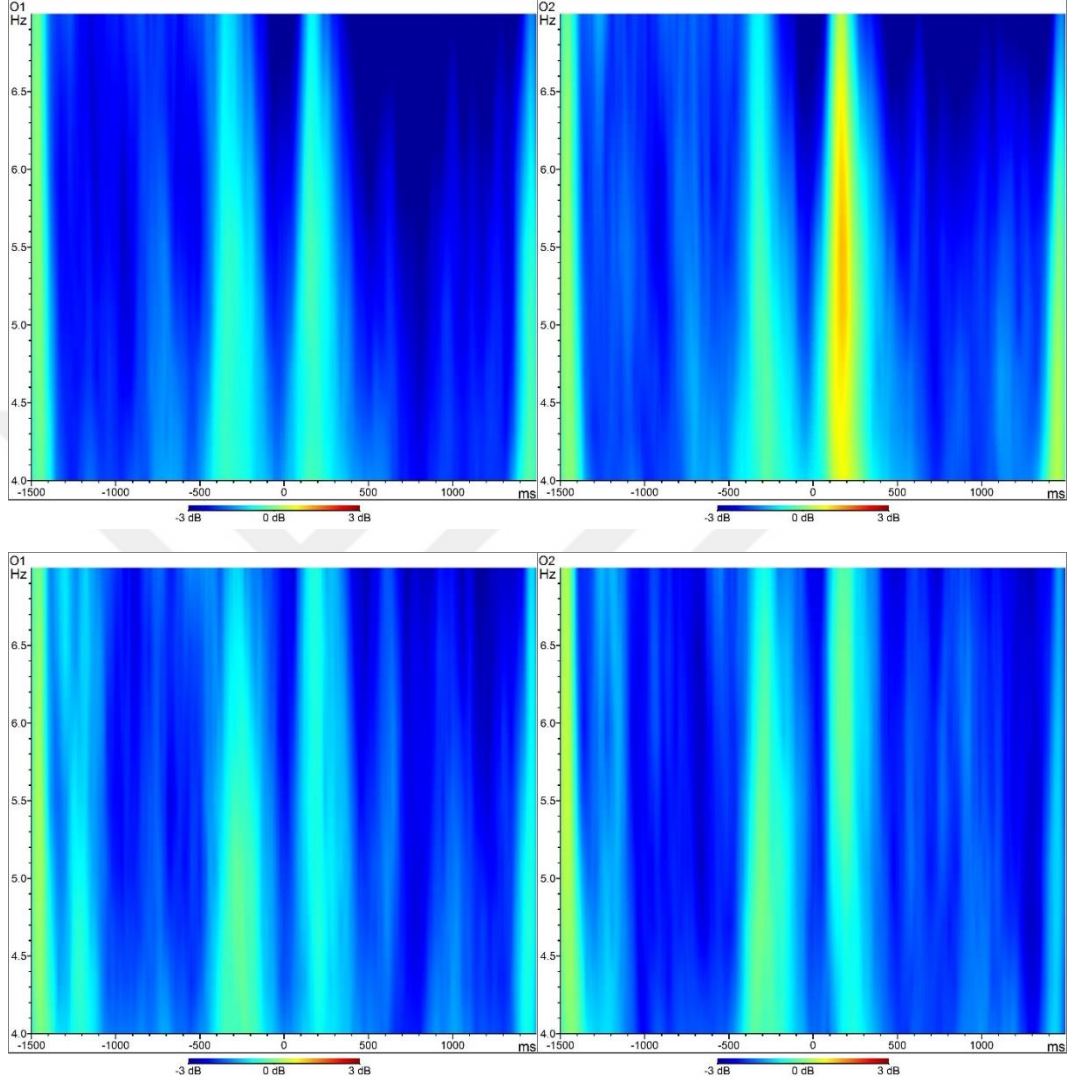
Şekil 6.2.3.11. Genç ve orta yaşlı grup için genel bilgi sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtın büyük ortalaması (Üst Görsel: Genç Grup; Alt Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-800 ms’de Oksipital bölgede güçlü teta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansını temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının cevaplanma sürecinde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması görselleri Şekil 6.2.3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 6.2.3.12. Genç ve orta yaşlı grup için iç görü sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması (Üst Görsel: Genç Grup; Alt Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-800 ms’de Oksipital bölgede güçlü teta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansı temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının cevaplanma sürecinde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması görselleri Şekil 6.2.3.13'te gösterilmektedir.



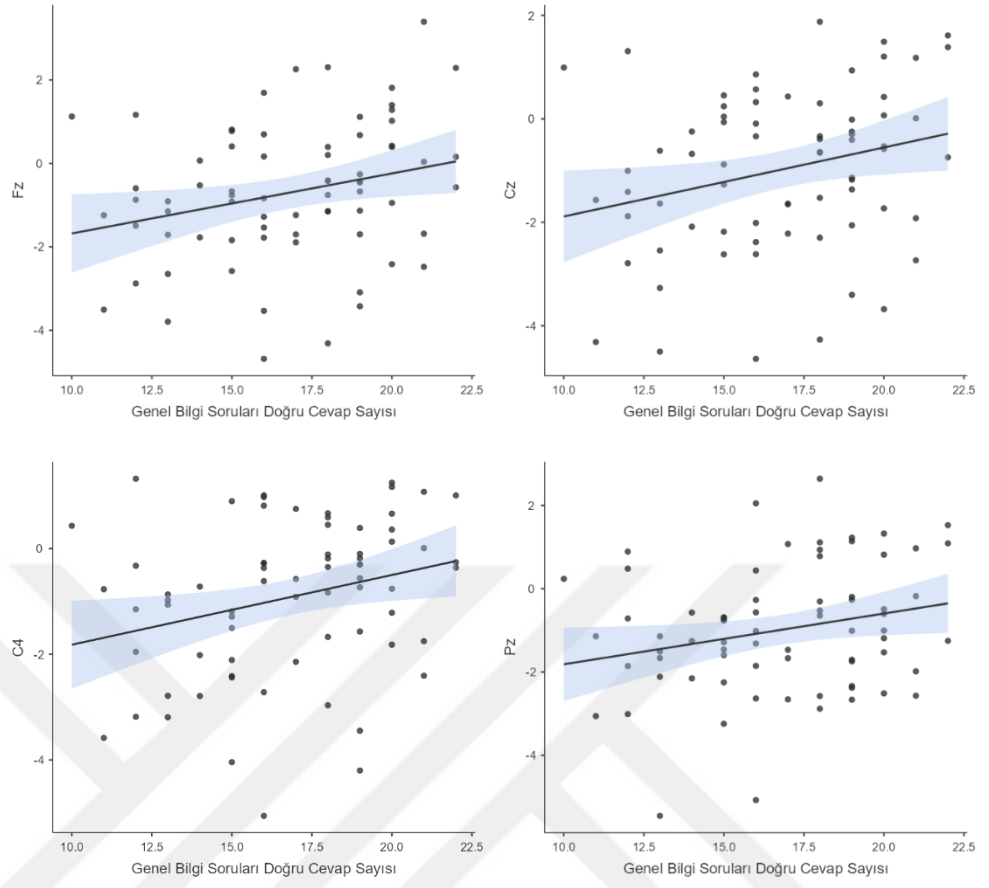
Şekil 6.2.3.13. Genç ve orta yaşlı grup için dört işlem sorularının ortalama cevaplanma sürecinde Oksipital bölgelerde ortaya çıkan teta yanıtının büyük ortalaması (Üst Görsel: Genç Grup; Alt Görsel: Orta Yaşlı Grup) (Üst Görsel: Genç Grup; Alt Görsel: Orta Yaşlı Grup) (0-800 ms'de Oksipital bölgede güçlü teta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. X eksenı zamanı, Y eksenı frekansını temsil etmektedir. X ekseninde 0 noktası uyarının geldiği noktadır. O1: Sol Oksipital Bölge, O2: Sağ Oksipital Bölge)

6.2.4. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan teta yanıtları ile doğru cevaplar arasındaki korelasyon sonuçları

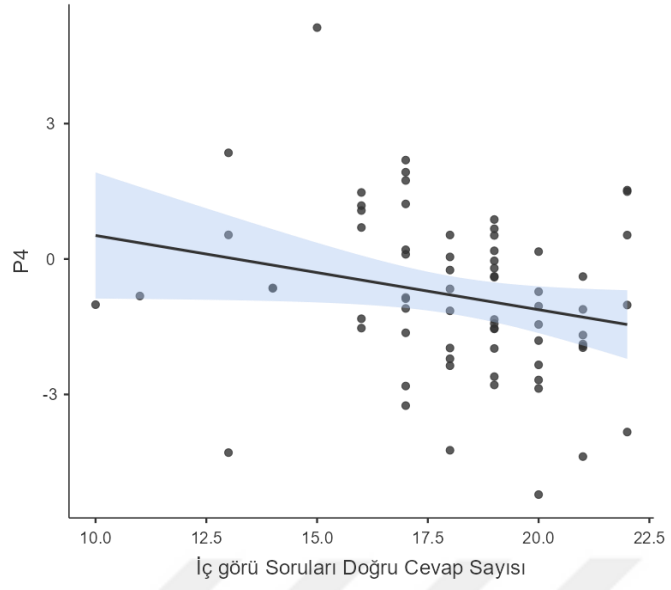
Teta yanıtı gücü ile görüntüleme esnasında sorulan soruların doğru cevap sayıları arasındaki ilişkiye Pearson korelasyon katsayısı testi ile bakılmıştır.

Fz, Cz, C4 ve Pz elektrotlarında 0-400 ms arasındaki teta yanıtı ile genel bilgi soruları arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu görülmüştür (Fz $p=0,026$, Cz $p=0,028$, C4 $p=0,021$, Pz $p=0,043$) (Şekil 6.2.4.1). P4 elektrotunda iç görü sorularını doğru cevaplar arasında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (P4 $p=0,049$) (Şekil 6.4.2.2). 0-400 ms teta yanıtı ile aritmetik sorular ve dört işlem soruları arasında ise anlamlı bir korelasyon olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Genç grubun kendi içerisinde, anlamlı pozitif korelasyon genel bilgi sorularını cevaplar arasında C3, Cz, C4, Fz, F4 ve TP8 elektrotlarında ortaya çıkmıştır (C3 $p=0,016$, Cz $p=0,005$, C4 $p=0,017$, Fz $p=0,015$, F4 $p=0,046$, TP8 $p=0,044$) (Şekil 6.4.2.3). İç görü sorularını cevaplar arasında P3, Pz, P4 ve TP8 elektrotlarında anlamlı korelasyon ortaya çıkmıştır (P3 $p=0,031$, Pz $p=0,016$, P4 $p=0,003$, TP8 $p=0,010$) (Şekil 6.4.2.4). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde ise anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$).

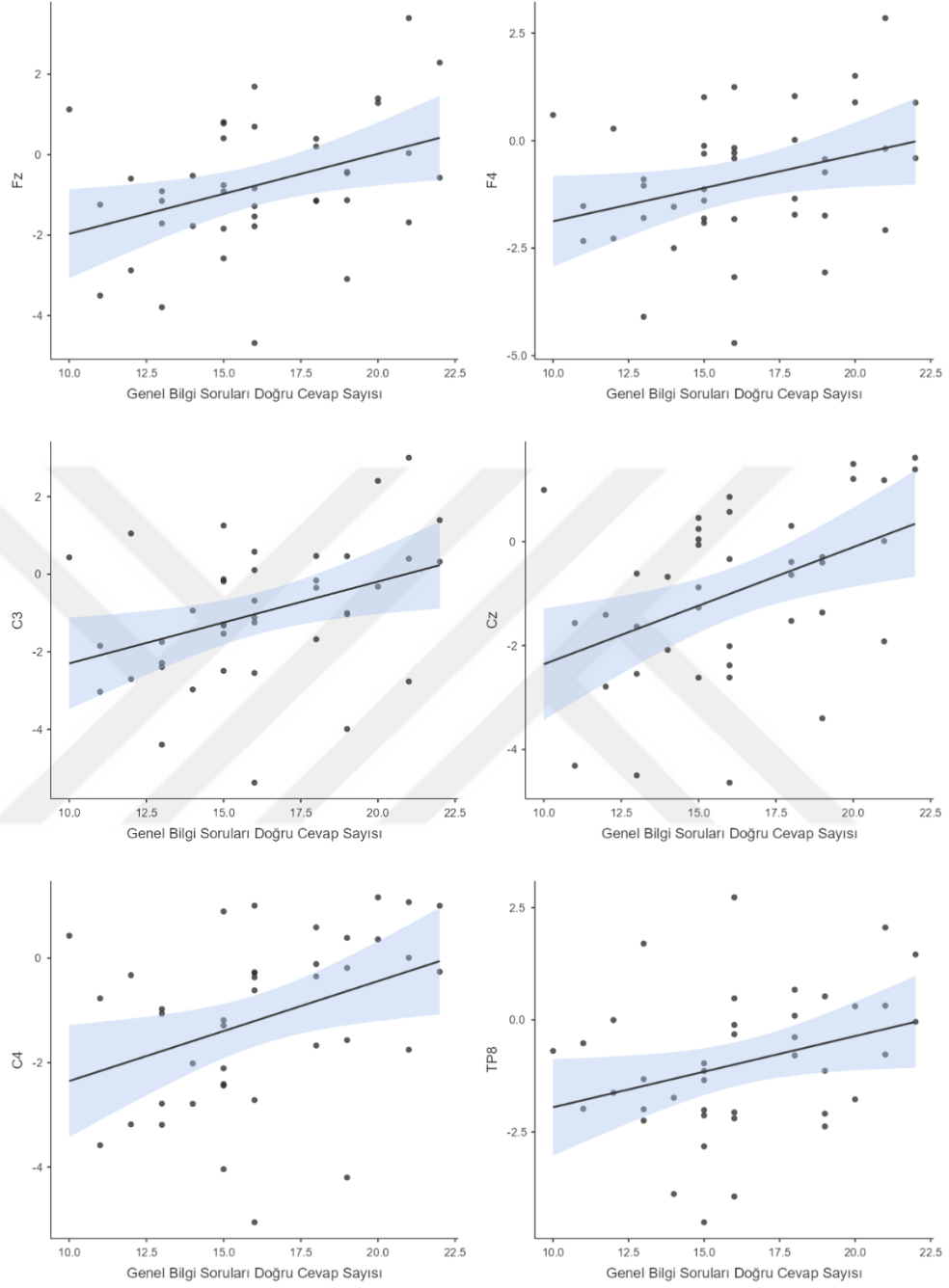
400-800 ms arasındaki teta yanıtı ile iç görü soruları arasında P3 ve P4 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (P3 $p=0,027$, P4 $p=0,008$) (Şekil 6.4.2.5). Teta yanıtı ile dört işlem soruları arasında T7, O1 ve O2 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (T7 $p=0,037$, O1 $p=0,043$ ve O2 $p=0,033$) (Şekil 6.4.2.6). Aritmetik sorular ve genel bilgi sorularında ise anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$). Genç grubun kendi içerisinde teta yanıtı ile genel bilgi sorularını doğru cevaplar arasında C3, Fz ve TP8 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (C3 $p=0,031$, Fz $p=0,044$, TP8 $p=0,034$) (Şekil 6.4.2.7). İç görü sorularını cevaplar arasında P4 ve TP8 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (P4 $p=0,003$, TP8 $p=0,017$) (Şekil 6.4.2.8). Aritmetik işlem ve dört işlem soru tipleri ile arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde ise anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$).



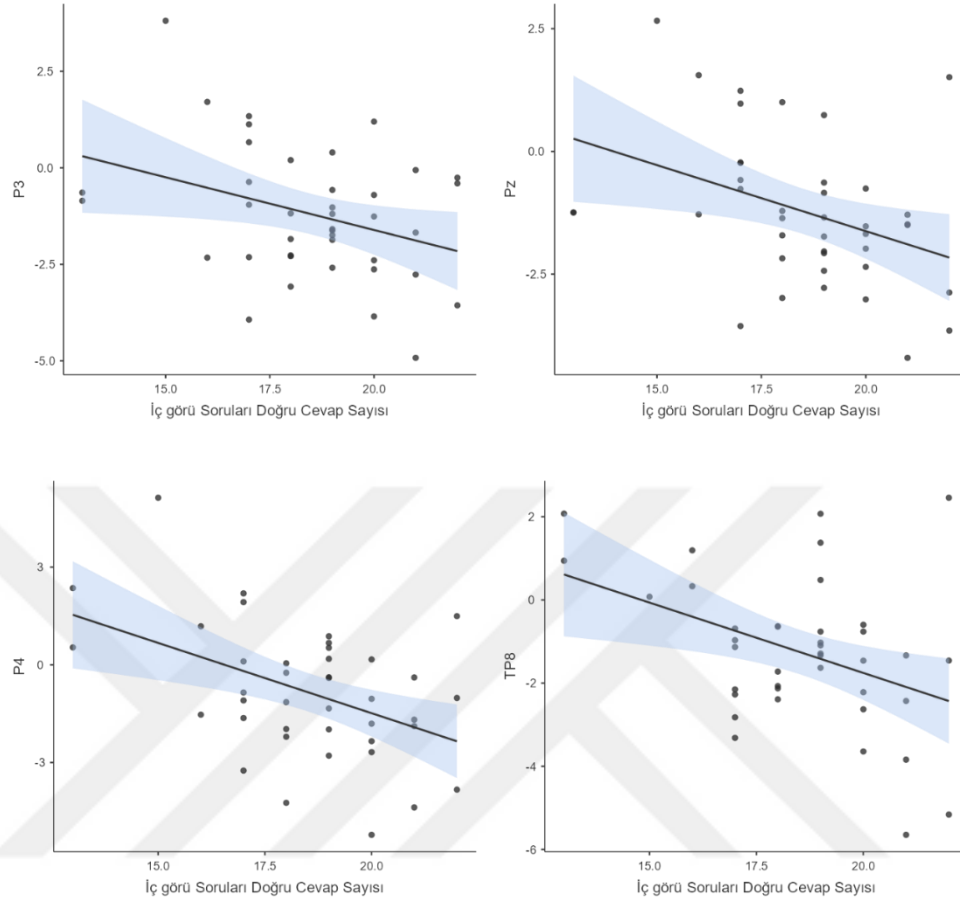
Şekil 6.2.4.1. Fz, Cz, C4 ve Pz elektrotlarında 0-400 ms teta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularında doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



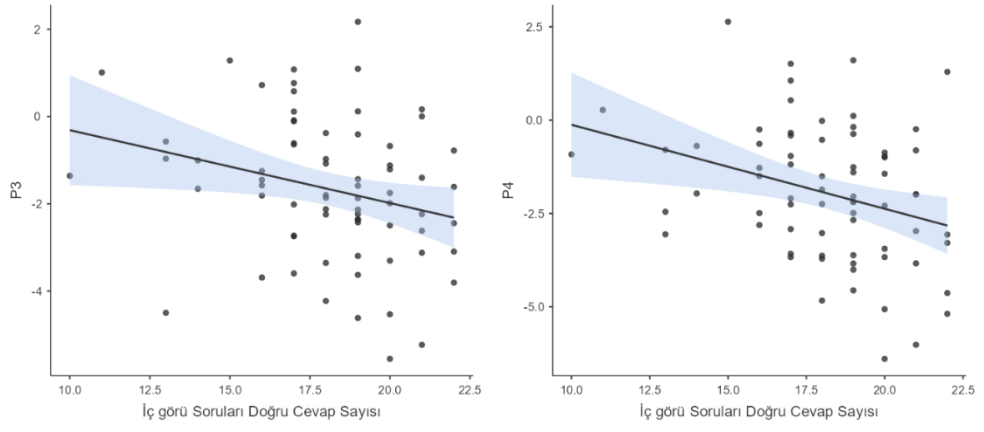
Şekil 6.2.4.2. P4 elektrotunda 0-400 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği. (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



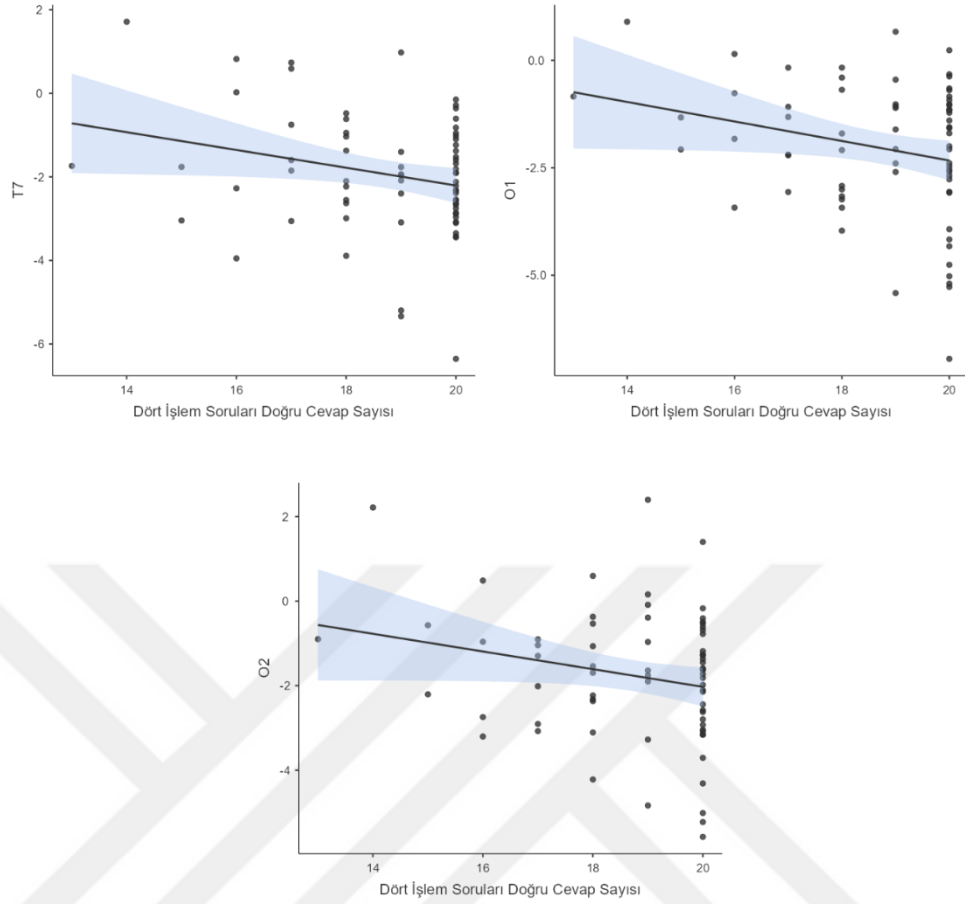
Şekil 6.2.4.3. Genç grubun kendi içerisinde Fz, F4, C3, Cz, C4 ve TP8 elektrotlarında 0-400 ms teta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi soruları doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



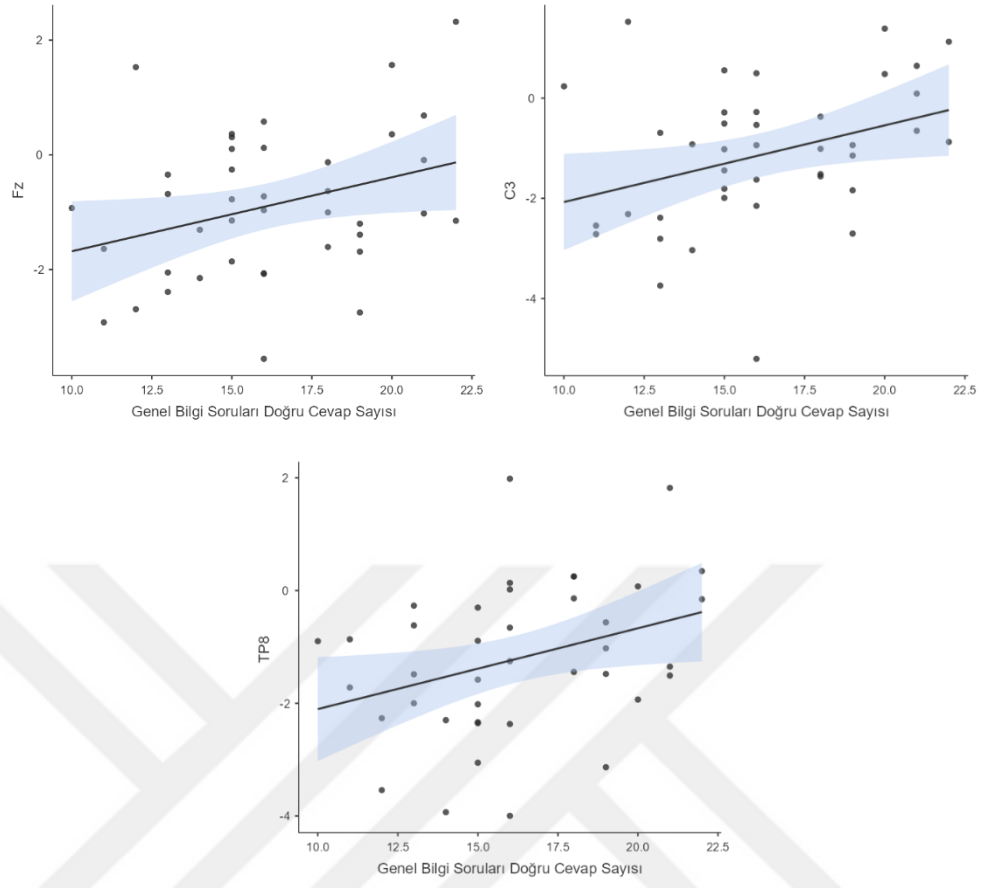
Şekil 6.2.4.4. Genç grubun kendi içerisinde P3, Pz, P4 ve TP8 elektrotlarında 0-400 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



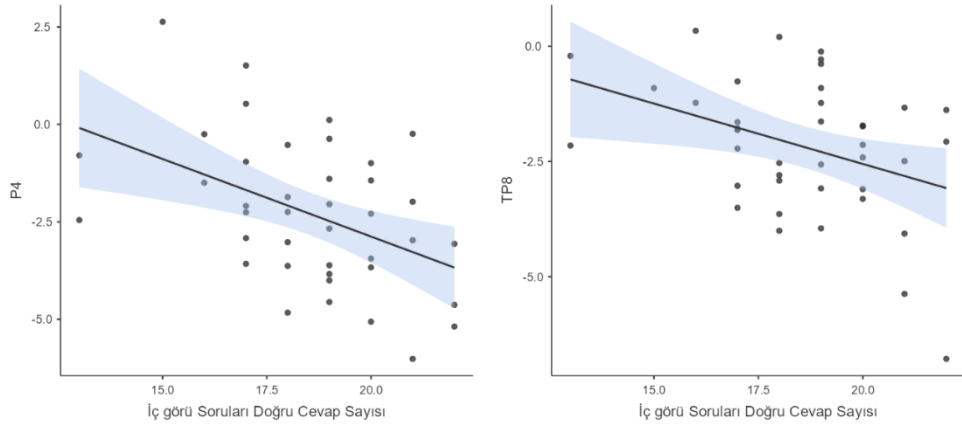
Şekil 6.2.4.5. P3 ve P4 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.4.6. T7, O1 ve O2 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile dört işlem sorularındaki doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini dört işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.4.7. Genç grubun kendi içerisinde Fz, C3 ve TP8 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri (X eksenini genel bilgi sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.2.4.8. Genç grubun kendi içerisinde P4 ve TP8 elektrotlarında 400-800 ms teta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini teta yanıtı gücünü temsil etmektedir.)

6.3. fYKS Veri Sonuçları

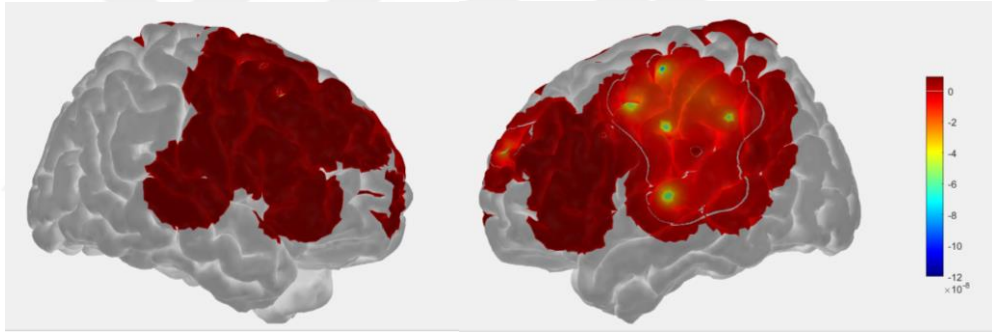
6.3.1. Genç bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikler

Genç grubun kendi içerisindeki soru uyarısı sonrası oksihemoglobin konsantrasyonları ortalaması Tablo 6.3.1.1’de gösterilmiştir. İstatistiksel açıdan anlamlı olan tüm kanallarda aritmetik soruları cevaplarırken kullanılan oksihemoglobin konsantrasyonunun daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 6.3.1.1, Şekil 6.3.1.2, Şekil 6.3.1.3).

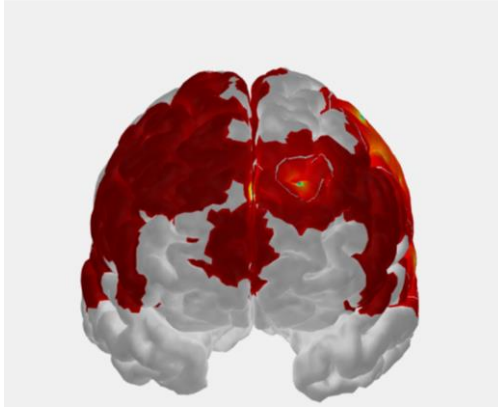
Kanal 3, 5, 7, 15, 16, 18, 20, 23, 25, 27, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 46, 47 ve 48’de sırasıyla en az oksihemoglobin konsantrasyonu iç görü sorularını cevaplarırken, daha fazlası genel bilgi sorularını cevaplarırken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon aritmetik soruları cevaplarırken ortaya çıkmıştır (Şekil 6.3.1.4, Şekil 6.3.1.5, Şekil 6.3.1.6, Şekil 6.3.1.7). Bu kanallara denk gelen bölgeler, Frontopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks, Premotor/Presuplementer alan, Temporopolar alan, Primer Somatosensoryal korteks, Primer Motor korteks, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, Wernike bölgesi, İnfirior Prefrontal girus, Broka alanı, Premotor/Suplementer motor alan, Süperior Temporal girus, Fusiform girustur.

Kanal 6, 8, 10 ve 11’de en yüksek konsantrasyona yine aritmetik işlemlerde ortaya çıkmış, bu kanallarda genel bilgi sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonunun, dört işlem ve iç görü sorularını cevaplarken ortaya çıkan konsantrasyondan daha büyük olduğu görülmüştür. En az oksihemoglobin konsantrasyonu iç görü sorularında ortaya çıkmıştır (Şekil 6.3.1.8). Bu kanallara denk gelen bölgeler, Premotor/Presuplementer alan, Broka alanı, Primer Motor korteks, Süperior Temporal girustur.

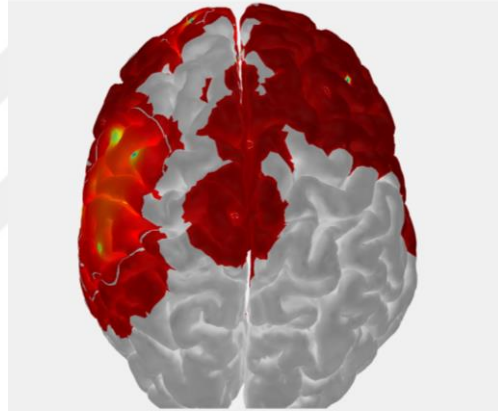
Kanal 25’te (Dorsolateral Prefrontal korteks, Frontopolar alan) ise en az oksihemoglobin konsantrasyonu genel bilgi sorularını cevaplarken ortaya çıkmış, iç görü sorularını cevaplarken, dört işlem sorularını cevaplarken ve aritmetik işlem sorularını cevaplarken oksihemoglobin konsantrasyonu sırasıyla giderek artmıştır (Şekil 6.3.1.9).



Şekil 6.3.1.1. Aritmetik soruları yanıtlarken genç grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin görüntüsü (Sırasıyla Sağ ve Sol Hemisfer)



Şekil 6.3.1.2. Aritmetik soruları yanıtlarken genç grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin önden görüntüsü



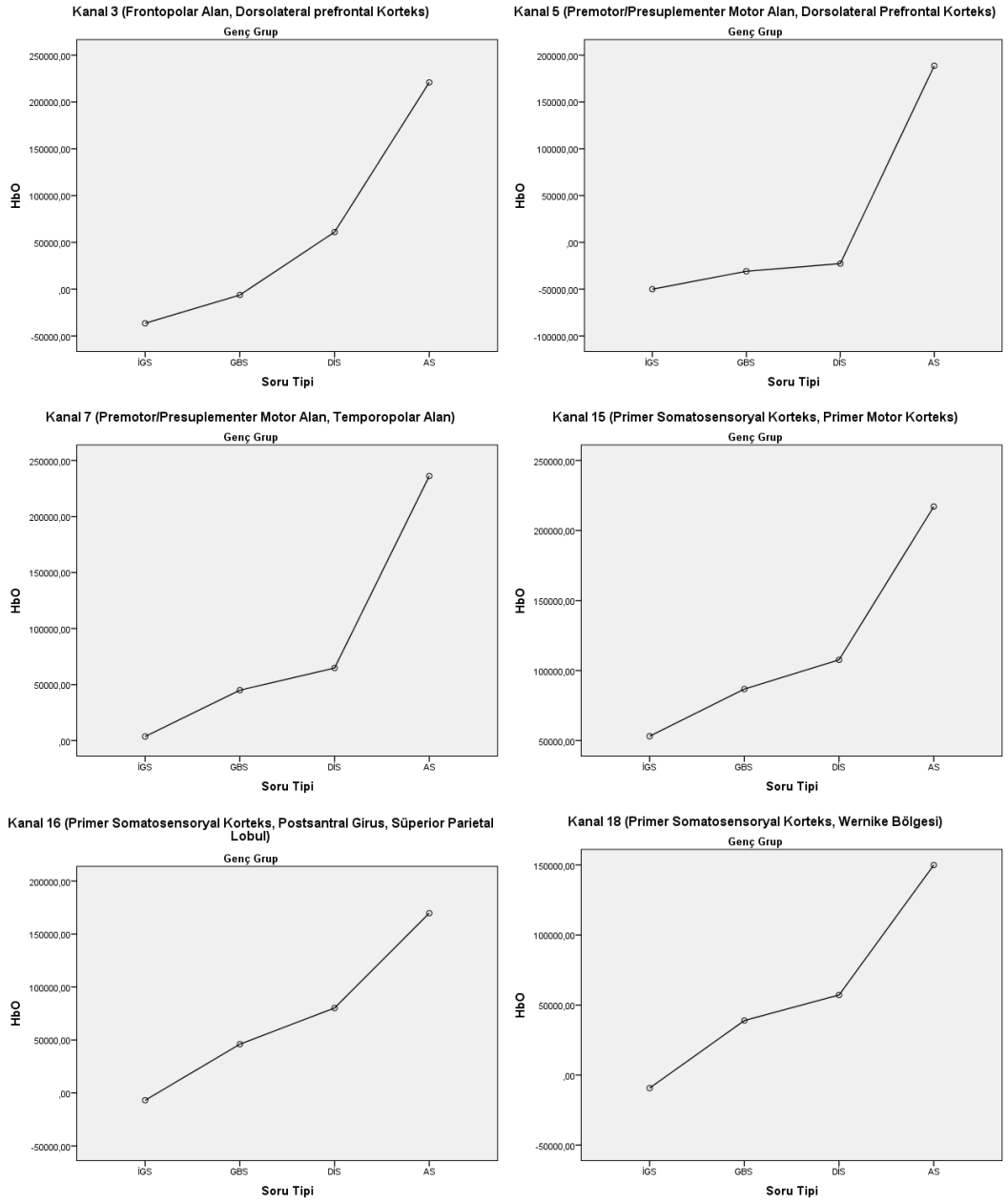
Şekil 6.3.1.3. Aritmetik soruları yanıtlarken genç grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin üstten görüntüsü

Tablo 6.3.1.1. Genç grupta kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=40)

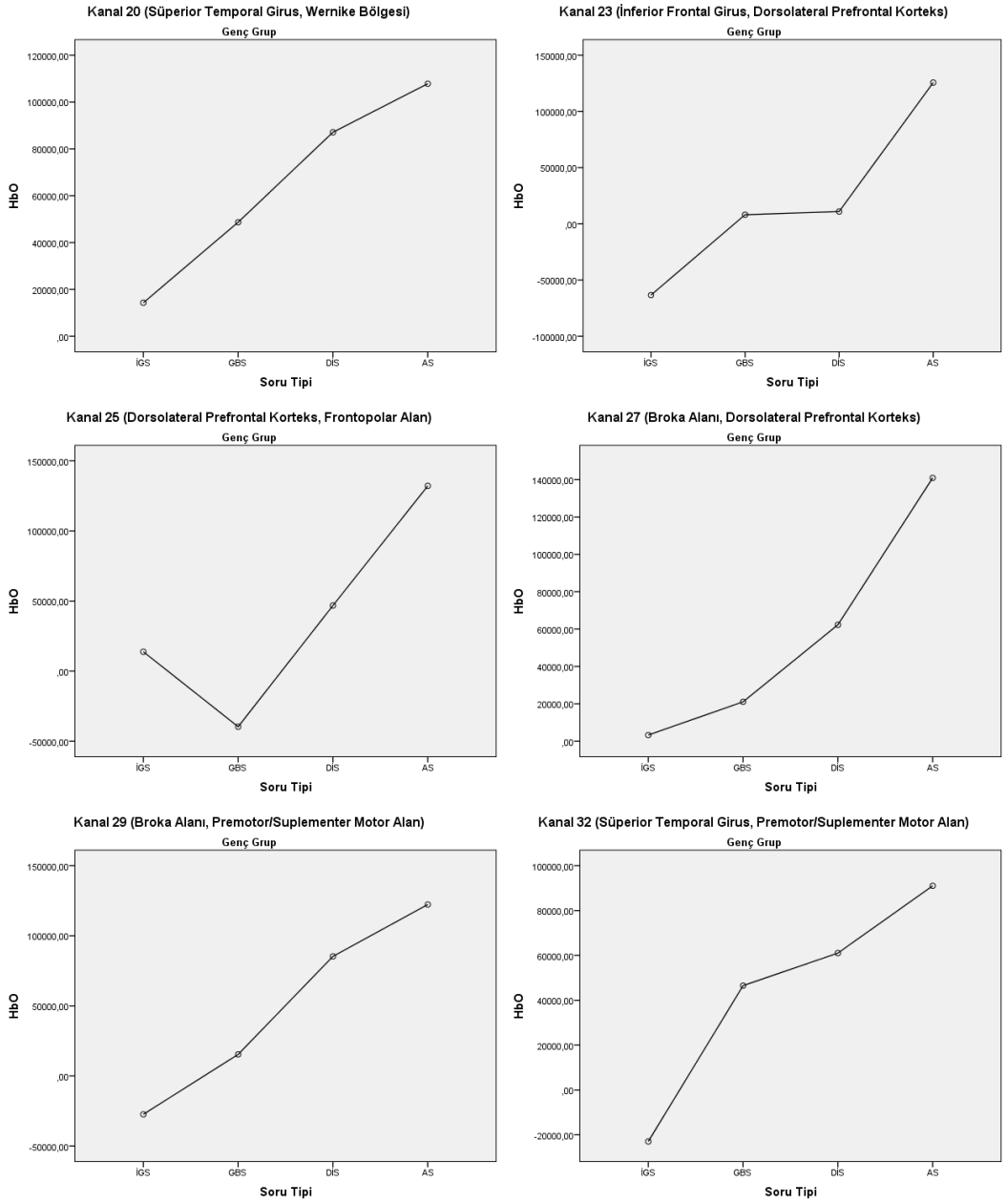
| Kanallar | İÇ GÖRÜ SORULARI | | GENEL BİLGİ SORULARI | | DÖRT İŞLEM SORULARI | | ARİTMETİK SORULAR | | F | Etki Büyük lüğü | P |
|-----------------|------------------|----------|----------------------|----------|---------------------|----------|-------------------|----------|-------|-----------------|---------------|
| | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | | | |
| Kanal 1 | 1,31E+08 | 2,44E+09 | 4,10E+07 | 2,84E+09 | 3,53E+08 | 2,17E+09 | 3,65E+08 | 3,39E+09 | ,165 | ,004 | 0,903 |
| Kanal 2 | 9,60E+08 | 2,90E+10 | 6,33E+08 | 2,71E+10 | 7,92E+08 | 3,03E+10 | 1,93E+09 | 3,27E+10 | 2,659 | ,064 | 0,064 |
| Kanal 3 | -3,64E+08 | 2,97E+10 | -6,26E+07 | 3,36E+10 | 6,10E+08 | 2,81E+10 | 2,21E+09 | 3,70E+10 | 7,508 | ,161 | 0,001* |
| Kanal 4 | 3,18E+08 | 2,50E+10 | 7,33E+08 | 2,03E+10 | 2,44E+08 | 1,87E+10 | 1,14E+09 | 2,91E+10 | 1,421 | ,035 | 0,247 |
| Kanal 5 | -5,01E+08 | 2,18E+10 | -3,09E+08 | 2,99E+10 | -2,27E+08 | 3,53E+10 | 1,89E+09 | 4,20E+10 | 6,218 | ,138 | 0,001* |
| Kanal 6 | -1,37E+08 | 1,56E+10 | 3,97E+08 | 1,92E+10 | 9,71E+07 | 1,86E+10 | 1,33E+09 | 2,77E+10 | 6,150 | ,136 | 0,001* |
| Kanal 7 | 3,64E+07 | 2,32E+10 | 4,50E+08 | 2,48E+10 | 6,48E+08 | 2,29E+10 | 2,36E+09 | 3,06E+10 | 8,701 | ,182 | 0,001* |
| Kanal 8 | -1,08E+09 | 2,42E+10 | 2,04E+08 | 2,43E+10 | -3,58E+08 | 2,71E+10 | 8,66E+08 | 3,59E+10 | 4,201 | ,097 | 0,011 |
| Kanal 9 | 3,48E+08 | 2,58E+10 | 8,52E+08 | 2,41E+10 | 3,90E+08 | 2,60E+10 | 1,32E+09 | 2,85E+10 | 1,437 | ,036 | 0,244 |
| Kanal 10 | 1,28E+09 | 2,86E+10 | 1,82E+09 | 2,75E+10 | 1,67E+09 | 2,73E+10 | 2,87E+09 | 2,78E+10 | 4,375 | ,101 | 0,009* |
| Kanal 11 | 6,93E+08 | 2,47E+10 | 1,37E+09 | 2,61E+10 | 1,13E+09 | 1,97E+10 | 2,06E+09 | 2,50E+10 | 3,176 | ,075 | 0,029* |
| Kanal 12 | 1,42E+09 | 3,82E+10 | 1,29E+09 | 3,96E+10 | 1,30E+09 | 2,48E+10 | 2,44E+09 | 3,56E+10 | 1,576 | ,039 | 0,203 |
| Kanal 13 | -7,82E+08 | 8,29E+10 | 9,05E+08 | 2,89E+10 | 1,93E+09 | 6,62E+10 | 1,95E+09 | 2,94E+10 | 1,710 | ,042 | 0,198 |
| Kanal 14 | -8,14E+07 | 3,64E+10 | 1,56E+09 | 8,85E+10 | 1,62E+08 | 3,36E+10 | 1,35E+09 | 3,40E+10 | ,951 | ,024 | 0,371 |
| Kanal 15 | 5,31E+08 | 2,33E+10 | 8,68E+08 | 2,58E+10 | 1,08E+09 | 1,86E+10 | 2,17E+09 | 2,52E+10 | 6,540 | ,144 | 0,001* |
| Kanal 16 | -6,89E+07 | 3,08E+10 | 4,60E+08 | 2,76E+10 | 8,02E+08 | 2,12E+10 | 1,70E+09 | 2,65E+10 | 4,887 | ,111 | 0,004* |
| Kanal 17 | -8,54E+06 | 2,22E+10 | 6,51E+08 | 2,08E+10 | 5,41E+08 | 2,19E+10 | 1,46E+09 | 2,39E+10 | 1,788 | ,159 | 0,060 |
| Kanal 18 | -9,31E+07 | 2,70E+10 | 3,89E+08 | 2,63E+10 | 5,72E+08 | 2,24E+10 | 1,50E+09 | 2,29E+10 | 3,881 | 0,090 | 0,012* |
| Kanal 19 | 5,93E+08 | 3,97E+10 | 1,40E+09 | 4,09E+10 | 1,26E+09 | 2,67E+10 | 1,92E+09 | 3,16E+10 | 1,511 | ,037 | 0,222 |
| Kanal 20 | 1,43E+08 | 2,78E+10 | 4,87E+08 | 2,29E+10 | 8,71E+08 | 2,16E+10 | 1,08E+09 | 2,87E+10 | 1,641 | ,189 | 0,040* |
| Kanal 21 | 6,39E+08 | 5,70E+10 | -2,35E+08 | 7,46E+10 | -3,96E+08 | 5,17E+10 | 1,61E+09 | 5,65E+10 | 1,251 | ,031 | 0,294 |
| Kanal 22 | 1,64E+09 | 2,92E+10 | 1,67E+09 | 3,56E+10 | 1,64E+09 | 3,23E+10 | 2,11E+09 | 3,00E+10 | ,266 | ,007 | 0,835 |
| Kanal 23 | -6,34E+08 | 2,70E+10 | 8,09E+07 | 3,21E+10 | 1,09E+08 | 2,38E+10 | 1,26E+09 | 3,72E+10 | 3,386 | ,080 | 0,035* |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|-------|---------------|
| Kanal 24 | -9,56E+08 | 2,51E+10 | 7,72E+07 | 2,49E+10 | -2,11E+08 | 1,74E+10 | 6,37E+08 | 3,63E+10 | 2,696 | ,065 | 0,078 |
| Kanal 25 | 1,38E+08 | 2,58E+10 | -3,97E+08 | 3,28E+10 | 4,68E+08 | 2,49E+10 | 1,32E+09 | 3,07E+10 | 3,054 | ,073 | 0,034* |
| Kanal 26 | 1,44E+08 | 5,53E+10 | -3,60E+08 | 4,04E+10 | -9,91E+08 | 8,60E+10 | 5,82E+08 | 4,88E+10 | ,510 | ,013 | 0,524 |
| Kanal 27 | 3,29E+07 | 1,77E+10 | 2,11E+08 | 2,01E+10 | 6,23E+08 | 1,77E+10 | 1,41E+09 | 2,72E+10 | 4,544 | ,104 | 0,005* |
| Kanal 28 | 1,20E+08 | 2,51E+10 | 8,67E+08 | 1,90E+10 | 9,02E+08 | 2,86E+10 | 1,32E+09 | 2,41E+10 | 2,084 | ,051 | 0,113 |
| Kanal 29 | -2,74E+08 | 2,13E+10 | 1,54E+08 | 2,20E+10 | 8,53E+08 | 1,89E+10 | 1,22E+09 | 2,14E+10 | 5,374 | ,121 | 0,002* |
| Kanal 30 | -8,96E+08 | 3,49E+10 | -4,33E+08 | 3,22E+10 | -4,33E+08 | 3,46E+10 | 1,66E+07 | 3,89E+10 | ,543 | ,014 | 0,632 |
| Kanal 31 | -9,18E+08 | 2,59E+10 | -3,81E+07 | 2,28E+10 | 2,53E+08 | 2,69E+10 | -3,22E+08 | 3,01E+10 | 1,728 | ,042 | 0,172 |
| Kanal 32 | -2,30E+08 | 2,04E+10 | 4,65E+08 | 2,14E+10 | 6,10E+08 | 1,42E+10 | 9,10E+08 | 1,83E+10 | 3,546 | ,083 | 0,022* |
| Kanal 33 | -4,84E+08 | 2,73E+10 | 1,09E+08 | 1,91E+10 | 6,75E+08 | 2,52E+10 | 6,23E+08 | 2,91E+10 | 2,108 | ,051 | 0,103 |
| Kanal 34 | -1,73E+09 | 7,74E+10 | 1,49E+09 | 6,77E+10 | 6,47E+08 | 3,65E+10 | 2,13E+09 | 3,42E+10 | 2,935 | ,070 | 0,079 |
| Kanal 35 | 9,09E+08 | 2,84E+10 | 1,42E+09 | 2,69E+10 | 1,62E+09 | 2,27E+10 | 2,13E+09 | 2,32E+10 | 2,956 | 0,070 | 0,035* |
| Kanal 36 | 1,89E+08 | 3,02E+09 | 8,50E+08 | 3,41E+10 | 1,54E+09 | 2,99E+10 | 2,41E+09 | 2,74E+10 | 5,381 | ,121 | 0,003* |
| Kanal 37 | 3,56E+08 | 2,47E+10 | 6,21E+08 | 2,03E+10 | 1,08E+09 | 1,84E+10 | 1,87E+09 | 1,77E+10 | 4,972 | ,113 | 0,004* |
| Kanal 38 | -2,87E+08 | 2,09E+10 | 5,18E+08 | 1,68E+10 | 5,96E+08 | 1,86E+10 | 7,98E+08 | 1,63E+10 | 3,755 | ,088 | 0,014* |
| Kanal 39 | -1,68E+08 | 2,87E+10 | 5,16E+08 | 2,35E+10 | 1,14E+09 | 2,40E+10 | 1,82E+09 | 2,17E+10 | 6,105 | ,135 | 0,001* |
| Kanal 40 | -1,22E+09 | 3,21E+10 | 3,70E+07 | 3,53E+10 | 4,10E+08 | 3,22E+10 | 1,09E+09 | 3,65E+10 | 6,240 | ,138 | 0,001* |
| Kanal 41 | -6,80E+08 | 2,59E+10 | 2,97E+08 | 2,52E+10 | 4,72E+08 | 1,88E+10 | 4,32E+08 | 2,29E+10 | 2,786 | ,067 | 0,053 |
| Kanal 42 | -7,98E+08 | 2,10E+10 | 2,39E+07 | 2,57E+10 | 6,80E+07 | 2,17E+10 | 9,08E+08 | 1,93E+10 | 5,364 | ,121 | 0,003* |
| Kanal 43 | 7,11E+08 | 4,50E+10 | 1,77E+09 | 7,46E+10 | 3,83E+08 | 4,45E+10 | 1,83E+09 | 3,57E+10 | ,707 | ,018 | 0,437 |
| Kanal 44 | -2,72E+08 | 2,40E+10 | 4,56E+08 | 2,08E+10 | 3,22E+08 | 3,15E+10 | 8,61E+08 | 2,33E+10 | 1,653 | ,041 | 0,181 |
| Kanal 45 | 2,89E+08 | 3,54E+10 | 1,14E+09 | 3,54E+10 | 1,21E+09 | 3,46E+10 | 2,08E+09 | 6,09E+10 | 2,678 | ,064 | 0,069 |
| Kanal 46 | 1,29E+09 | 3,38E+10 | 1,51E+09 | 4,26E+10 | 1,56E+09 | 3,26E+10 | 1,56E+09 | 3,26E+10 | 3,853 | ,090 | 0,018* |
| Kanal 47 | -3,60E+08 | 2,42E+10 | -2,67E+08 | 2,83E+10 | 2,68E+08 | 2,64E+10 | 1,12E+09 | 2,91E+10 | 3,795 | ,089 | 0,012* |
| Kanal 48 | -1,33E+08 | 2,02E+10 | 1,28E+08 | 2,63E+10 | 1,39E+08 | 2,08E+10 | 1,05E+09 | 2,10E+10 | 4,330 | ,100 | 0,009* |

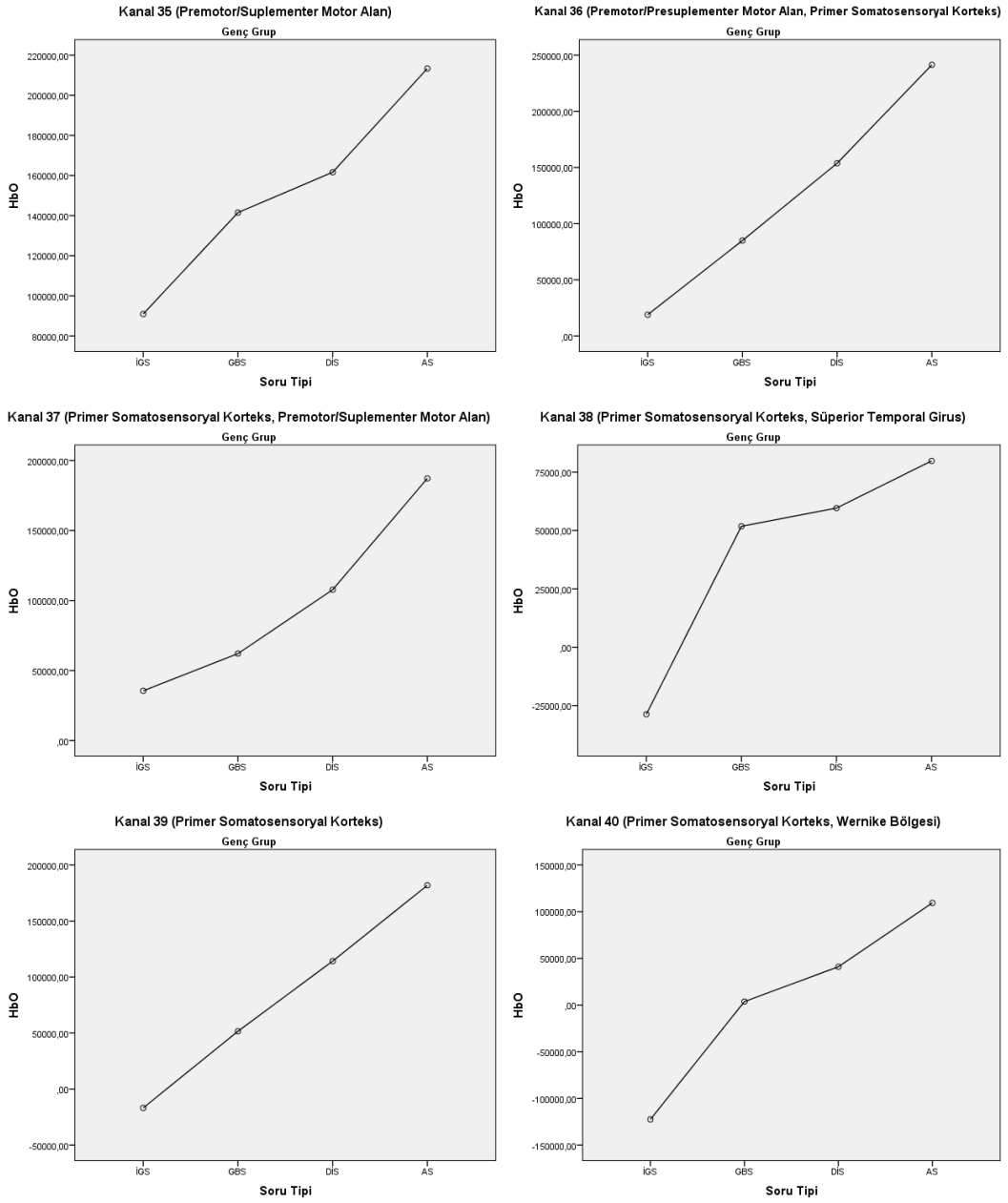
ORT: Ortalama; SS: Standart Sapma; *: $p < 0.005$



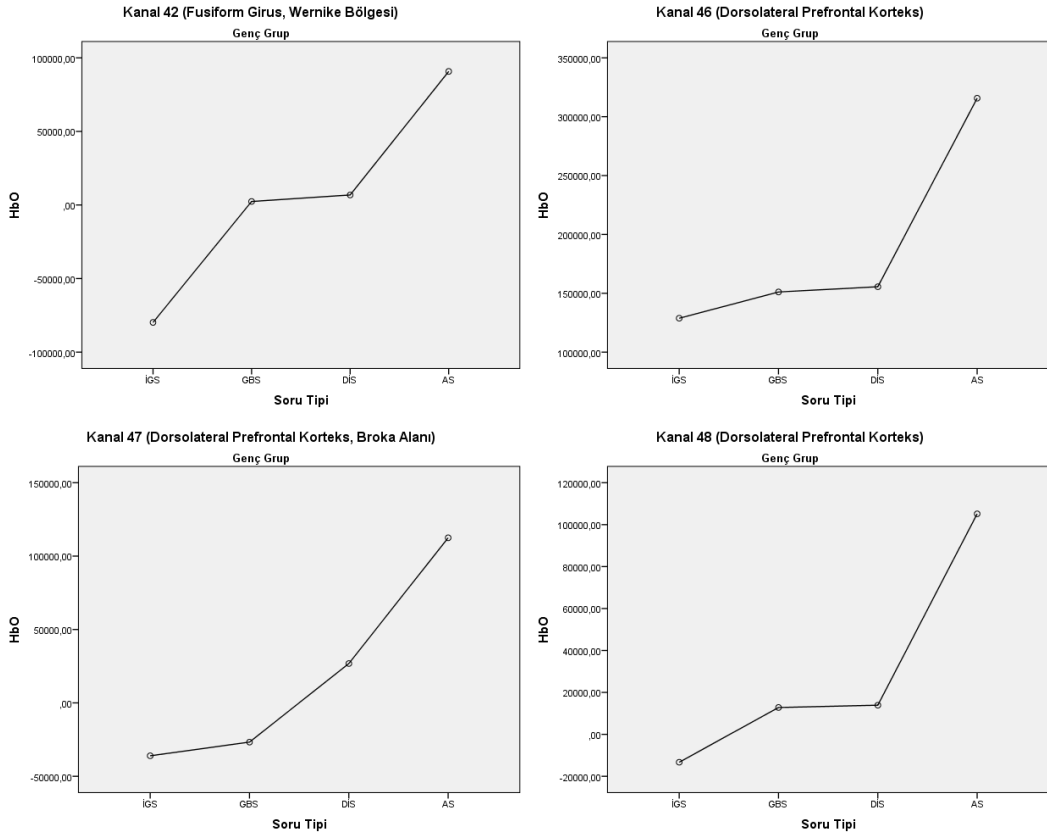
Şekil 6.3.1.4. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 3, 5, 7, 15, 16 ve 18. (X eksen soru tipini, Y eksen oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



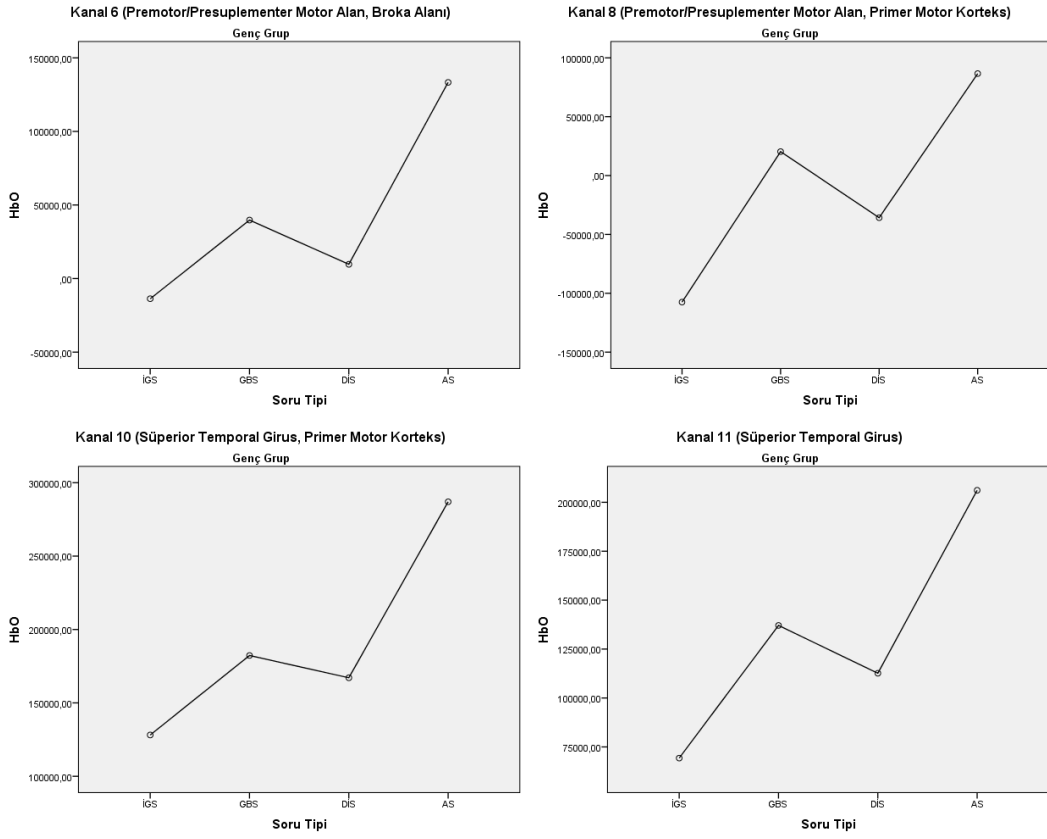
Şekil 6.3.1.5. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 20, 23, 25, 27, 29 ve 32. (X eksenı soru tipini, Y eksenı oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



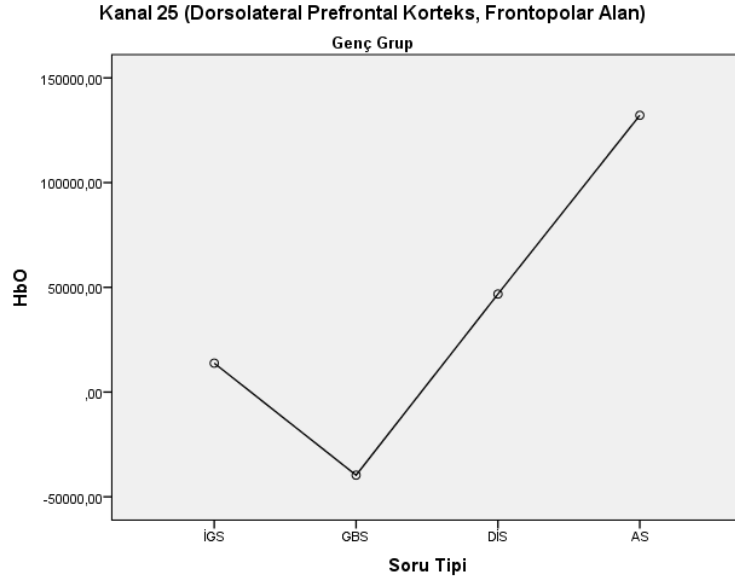
Şekil 6.3.1.6. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 35, 36, 37, 38, 39 ve 40. (X eksen soru tipini, Y eksen oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



Şekil 6.3.1.7. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 42, 46, 47 ve 48. (X eksenini soru tipini, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



Şekil 6.3.1.8. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla genel bilgi soruları, dört işlem ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 6, kanal 8, kanal 10 ve kanal 11. (X eksenini soru tipini, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



Şekil 6.3.1.9. Genç grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla iç görü soruları, dört işlem ve genel bilgi soruları şeklinde azalan kanal 25. (X eksen soru tipini, Y eksen oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).

6.3.2. Genç bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan deoksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikler

Genç grubun kendi içerisindeki soru uyarısı sonrası deoksihemoglobin konsantrasyonları ortalaması Tablo 6.3.2.1’de gösterilmiştir.

Kanal 4’te (Temporopolar alan/ Dorsolateral Prefrontal korteks) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik soruları cevaplarken, daha fazlası genel bilgi sorularını cevaplarken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon iç görü soruları cevaplarken ortaya çıkmıştır.

Kanal 8’de (Premotor/Presuplementer alan, Primer Motor korteks) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik soruları cevaplarken, daha fazlası iç görü sorularını cevaplarken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon genel bilgi soruları cevaplarken ortaya çıkmıştır.

Kanal 23'te (İnferior Prefrontal girus/ Dorsolateral Prefrontal korteks) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik soruları cevaplarken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarken, daha fazlası iç görü sorularını cevaplarken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon genel bilgi soruları cevaplarken ortaya çıkmıştır.

Kanal 31'de (Süperior Temporal girus/ Temporopolar alan) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu iç görü soruları cevaplarken, daha fazlası genel bilgi sorularını cevaplarken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon aritmetik işlem soruları cevaplarken ortaya çıkmıştır.



Tablo 6.3.2.1. Genç grupta kanalların deoksihemogloblin (Hb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=40)

| Kanallar | İÇ GÖRÜ SORULARI | | GENEL BİLGİ SORULARI | | DÖRT İŞLEM SORULARI | | ARİTMETİK SORULAR | | F | Etki Büyüklüğü | P |
|----------|------------------|----------|----------------------|----------|---------------------|----------|-------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | | | |
| Kanal 1 | -4,69E+08 | 1,37E+10 | -6,19E+08 | 1,16E+10 | -2,69E+08 | 1,13E+10 | -7,14E+08 | 1,75E+10 | 1,094 | ,027 | 0,349 |
| Kanal 2 | -5,17E+08 | 1,02E+10 | -6,16E+08 | 1,59E+10 | -1,66E+08 | 1,43E+10 | -3,10E+08 | 1,53E+10 | ,788 | ,020 | 0,490 |
| Kanal 3 | -3,49E+08 | 9,27E+09 | -6,22E+08 | 9,23E+09 | -2,33E+08 | 1,10E+10 | -1,61E+08 | 1,25E+10 | 2,147 | ,052 | 0,111 |
| Kanal 4 | 2,40E+08 | 7,08E+09 | -2,76E+07 | 6,55E+09 | 1,29E+07 | 5,93E+09 | -4,57E+08 | 1,12E+10 | 5,574 | ,125 | 0,004* |
| Kanal 5 | -2,89E+08 | 1,26E+10 | -6,17E+08 | 1,07E+10 | -3,66E+08 | 1,55E+10 | -6,07E+08 | 1,86E+10 | ,702 | ,018 | 0,541 |
| Kanal 6 | -1,02E+08 | 1,47E+10 | -6,24E+08 | 9,95E+09 | -8,78E+07 | 1,04E+10 | -2,07E+08 | 1,42E+10 | 1,647 | ,041 | 0,200 |
| Kanal 7 | -3,05E+08 | 2,37E+10 | -6,62E+08 | 1,60E+10 | -2,65E+08 | 2,06E+10 | -2,93E+08 | 3,78E+10 | ,371 | ,009 | 0,656 |
| Kanal 8 | -6,15E+08 | 1,68E+10 | -1,34E+09 | 1,50E+10 | -4,32E+08 | 1,91E+10 | -7,69E+08 | 2,09E+10 | 3,085 | ,073 | 0,039* |
| Kanal 9 | -8,86E+08 | 1,83E+10 | -5,79E+08 | 1,95E+10 | -4,12E+08 | 1,49E+10 | -6,70E+08 | 2,00E+10 | ,460 | ,012 | 0,706 |
| Kanal 10 | -5,75E+08 | 1,67E+10 | -8,81E+08 | 9,29E+09 | -5,78E+08 | 1,63E+10 | -3,42E+08 | 1,99E+10 | 1,386 | ,034 | 0,252 |
| Kanal 11 | -3,23E+08 | 1,27E+10 | -6,57E+08 | 1,14E+10 | -2,77E+08 | 1,29E+10 | -4,71E+08 | 1,42E+10 | ,909 | ,023 | 0,431 |
| Kanal 12 | 2,50E+08 | 5,17E+10 | 7,44E+08 | 7,68E+10 | 6,76E+08 | 6,15E+10 | 9,53E+07 | 3,94E+10 | ,140 | ,004 | 0,853 |
| Kanal 13 | -5,67E+08 | 2,23E+10 | -7,32E+08 | 1,76E+10 | -8,02E+08 | 2,62E+10 | -3,80E+08 | 1,60E+10 | ,300 | ,008 | 0,714 |
| Kanal 14 | -6,71E+08 | 1,94E+10 | -3,78E+08 | 1,82E+10 | -2,70E+08 | 1,45E+10 | -7,67E+08 | 1,80E+10 | ,914 | ,023 | 0,421 |
| Kanal 15 | -3,49E+08 | 1,28E+10 | -4,37E+08 | 9,22E+09 | -3,45E+08 | 1,22E+10 | -4,01E+08 | 1,34E+10 | ,102 | ,003 | 0,930 |
| Kanal 16 | -1,03E+08 | 6,11E+09 | -3,63E+08 | 1,07E+10 | -1,44E+08 | 8,97E+09 | -4,11E+08 | 9,11E+09 | 1,590 | ,039 | 0,201 |
| Kanal 17 | 3,60E+07 | 9,11E+09 | -1,47E+08 | 1,03E+10 | 4,63E+07 | 9,16E+09 | 1,56E+08 | 1,11E+10 | 1,047 | ,026 | 0,367 |
| Kanal 18 | 2,88E+08 | 1,02E+10 | 1,73E+08 | 1,19E+10 | 1,85E+08 | 9,18E+09 | -4,23E+07 | 1,19E+10 | ,676 | ,017 | 0,521 |
| Kanal 19 | 1,47E+07 | 9,87E+09 | -3,50E+08 | 8,68E+09 | -5,89E+07 | 7,35E+09 | -2,69E+08 | 1,17E+10 | 1,435 | ,035 | 0,241 |
| Kanal 20 | 5,04E+06 | 1,08E+10 | -2,55E+08 | 7,58E+09 | 2,21E+08 | 9,14E+09 | -1,39E+08 | 8,22E+09 | 2,069 | ,050 | 0,115 |
| Kanal 21 | -6,39E+07 | 1,43E+10 | -5,36E+08 | 1,54E+10 | -5,47E+08 | 2,50E+10 | -3,97E+08 | 2,04E+10 | ,653 | ,016 | 0,536 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|------|---------------|
| Kanal 22 | 8,67E+06 | 8,39E+09 | -6,43E+07 | 1,00E+10 | 1,62E+08 | 7,07E+09 | -7,07E+07 | 7,68E+09 | ,872 | ,022 | 0,457 |
| Kanal 23 | -2,30E+08 | 1,13E+10 | -1,64E+08 | 8,23E+09 | -6,28E+08 | 1,17E+10 | -7,18E+08 | 9,47E+09 | 3,634 | ,085 | 0,018* |
| Kanal 24 | -6,94E+08 | 1,77E+10 | -7,90E+07 | 1,84E+10 | -1,47E+08 | 1,60E+10 | -5,30E+08 | 2,99E+10 | ,950 | ,024 | 0,402 |
| Kanal 25 | -9,11E+07 | 8,98E+09 | -3,07E+08 | 8,27E+09 | -3,38E+08 | 1,03E+10 | 1,76E+07 | 1,07E+10 | 1,290 | ,032 | 0,282 |
| Kanal 26 | -1,42E+08 | 8,21E+09 | -2,15E+08 | 6,37E+09 | -2,42E+08 | 8,15E+09 | -3,63E+08 | 9,46E+09 | ,642 | ,016 | 0,585 |
| Kanal 27 | -4,98E+08 | 1,73E+10 | -7,17E+08 | 1,39E+10 | -5,68E+08 | 1,61E+10 | -5,86E+08 | 1,39E+10 | ,179 | ,005 | 0,896 |
| Kanal 28 | -3,04E+08 | 9,65E+09 | -6,11E+08 | 1,03E+10 | -5,38E+08 | 1,17E+10 | -5,52E+08 | 1,63E+10 | ,579 | ,015 | 0,630 |
| Kanal 29 | -5,13E+07 | 8,63E+09 | -1,04E+08 | 7,25E+09 | -1,32E+08 | 8,03E+09 | -1,93E+08 | 8,65E+09 | ,225 | ,006 | 0,830 |
| Kanal 30 | -5,87E+08 | 1,14E+10 | -9,72E+08 | 8,91E+09 | -6,38E+08 | 1,43E+10 | -7,80E+08 | 1,30E+10 | 1,013 | ,025 | 0,383 |
| Kanal 31 | -9,16E+08 | 1,45E+10 | -8,90E+07 | 1,29E+10 | -3,69E+06 | 1,82E+10 | 1,50E+08 | 2,09E+10 | 3,613 | ,085 | 0,020* |
| Kanal 32 | -2,97E+08 | 7,96E+09 | -5,18E+08 | 8,57E+09 | -2,96E+08 | 8,35E+09 | -1,19E+08 | 1,20E+10 | 1,191 | ,030 | 0,313 |
| Kanal 33 | -5,34E+08 | 1,02E+10 | -1,63E+08 | 9,58E+09 | -2,64E+08 | 1,12E+10 | -1,63E+08 | 1,36E+10 | 1,251 | ,031 | 0,295 |
| Kanal 34 | 9,70E+08 | 6,47E+10 | -7,12E+08 | 2,37E+10 | -4,31E+08 | 2,40E+10 | -8,61E+08 | 1,72E+10 | 1,800 | ,044 | 0,181 |
| Kanal 35 | -2,91E+08 | 1,27E+10 | -5,19E+08 | 1,37E+10 | -4,69E+08 | 1,06E+10 | -4,94E+08 | 1,42E+10 | ,347 | ,009 | 0,781 |
| Kanal 36 | 7,78E+07 | 1,21E+10 | -1,40E+08 | 2,24E+10 | -7,01E+08 | 1,95E+10 | -6,09E+08 | 1,48E+10 | 1,514 | ,037 | 0,229 |
| Kanal 37 | -3,18E+07 | 9,84E+09 | -2,16E+08 | 8,35E+09 | -3,05E+08 | 9,08E+09 | -1,04E+08 | 7,60E+09 | ,810 | ,020 | 0,472 |
| Kanal 38 | 2,08E+07 | 7,58E+09 | -1,56E+08 | 6,44E+09 | 1,39E+07 | 6,13E+09 | 1,77E+08 | 7,99E+09 | 1,736 | ,043 | 0,172 |
| Kanal 39 | 1,79E+08 | 1,38E+10 | -1,58E+08 | 1,09E+10 | -3,30E+08 | 9,69E+09 | -2,72E+08 | 8,57E+09 | 1,834 | ,045 | 0,154 |
| Kanal 40 | 4,02E+08 | 1,03E+10 | -5,79E+06 | 6,97E+09 | -8,77E+07 | 1,30E+10 | 3,17E+08 | 9,27E+09 | 2,626 | ,063 | 0,067 |
| Kanal 41 | 3,29E+08 | 1,35E+10 | -1,66E+08 | 8,61E+09 | -1,50E+08 | 9,40E+09 | -3,61E+07 | 1,07E+10 | 2,504 | ,060 | 0,079 |
| Kanal 42 | -8,75E+07 | 1,35E+10 | 5,47E+07 | 9,26E+09 | -9,24E+07 | 9,94E+09 | -1,40E+08 | 1,08E+10 | ,287 | ,007 | 0,782 |
| Kanal 43 | -6,85E+08 | 5,52E+10 | -1,23E+09 | 5,73E+10 | 7,59E+07 | 2,18E+10 | -2,62E+08 | 1,16E+10 | ,782 | ,020 | 0,391 |
| Kanal 44 | -2,84E+07 | 9,19E+09 | -2,96E+08 | 8,30E+09 | -1,67E+08 | 1,66E+10 | 1,32E+08 | 1,56E+10 | 1,073 | ,027 | 0,354 |
| Kanal 45 | 1,68E+09 | 9,97E+10 | 4,97E+08 | 4,73E+10 | -5,19E+08 | 2,96E+10 | 4,08E+08 | 3,77E+10 | 1,148 | ,029 | 0,294 |
| Kanal 46 | -5,94E+08 | 3,30E+10 | -1,13E+09 | 4,13E+10 | -3,80E+08 | 2,69E+10 | 1,47E+08 | 2,25E+10 | 1,421 | ,035 | 0,246 |
| Kanal 47 | -1,41E+08 | 8,02E+09 | -5,19E+07 | 1,58E+10 | -5,93E+07 | 9,99E+09 | 1,88E+07 | 1,52E+10 | ,131 | ,003 | 0,913 |

Kanal 48 3,29E+08 8,48E+09 -6,91E+08 4,03E+10 4,53E+08 2,27E+10 2,12E+08 2,36E+10 1,227 ,031 0,280

ORT: Ortalama; **SS:** Standart Sapma; *: p<0.05

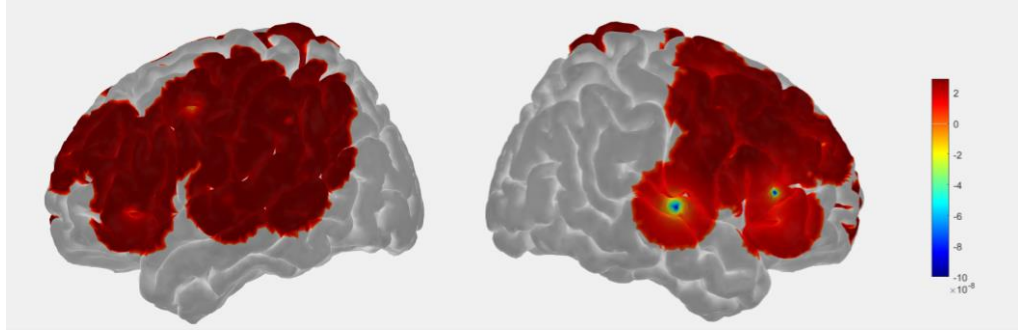
6.3.3. Orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan hemodinamik değişiklikler

Orta yaşlı grubun kendi içerisindeki soru uyarını sonrası oksihemoglobin konsantrasyonları Tablo 6.3.3.1’de gösterilmiştir. İstatistiksel açıdan anlamlı olan tüm kanallarda aritmetik soruları cevaplarırken kullanılan oksihemoglobin konsantrasyonunun daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 6.3.3.1, Şekil 6.3.3.2, Şekil 6.3.3.3).

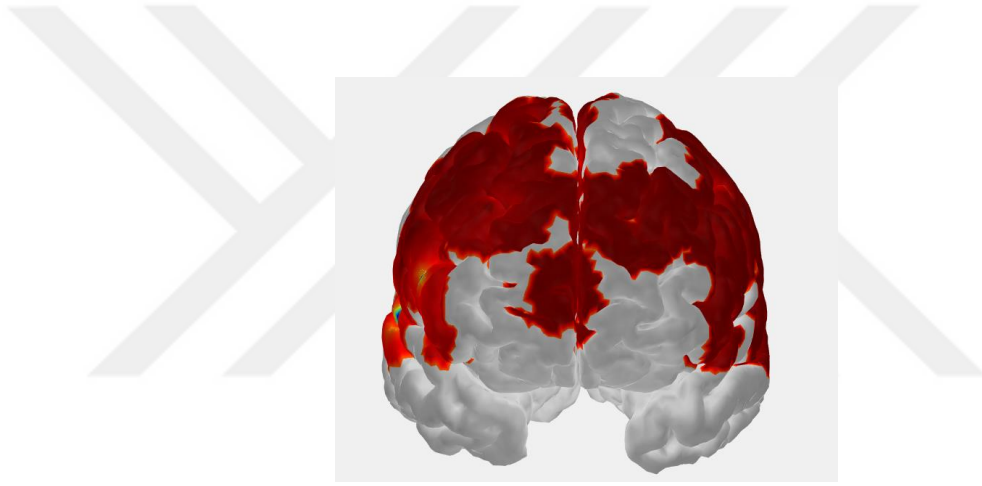
Kanal 13, 27 ve 41’de sırasıyla en az oksihemoglobin konsantrasyonu iç görü sorularını cevaplarırken, daha fazlası genel bilgi sorularını cevaplarırken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon aritmetik soruları cevaplarırken ortaya çıkmıştır (Şekil 6.3.3.4). Bu kanallara denk gelen bölgeler, Premotor/Presuplementer alan, Primer Motor korteks, Broka alanı, Dorsolateral Prefrontal korteks, Fusiform girus, Süperior Temporal girustur.

Kanal 18’de (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) en yüksek konsantrasyona yine aritmetik işlemlerde ortaya çıkmış, bu kanallarda genel bilgi sorularını cevaplarırken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonunun, dört işlem ve iç görü sorularını cevaplarırken ortaya çıkan konsantrasyondan daha büyük olduğu görülmüştür. En az oksihemoglobin konsantrasyonu iç görü sorularında ortaya çıkmıştır (Şekil 6.3.3.5).

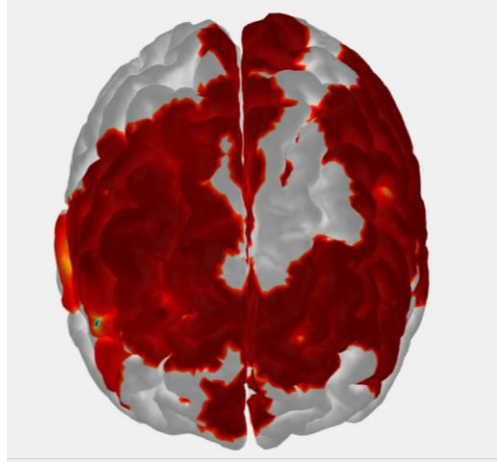
Kanal 36’da (Premotor/Presuplementer motor alan, Primer Somatosensoryal korteks) ise en az oksihemoglobin konsantrasyonu dört işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıkmış, iç görü sorularını cevaplarırken, genel bilgi sorularını cevaplarırken ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken oksihemoglobin konsantrasyonu sırasıyla giderek artmıştır (Şekil 6.3.3.6).



Şekil 6.3.3.1. Aritmetik soruları yanıtlarken orta yaşlı grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin görüntüsü (Sırasıyla Sağ ve Sol Hemisfer)



Şekil 6.3.3.2. Aritmetik soruları yanıtlarken orta yaşlı grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin önden görüntüsü



Şekil 6.3.3.3. Aritmetik soruları yanıtlarken orta yaşlı grupta meydana gelen ortalama oksihemoglobin konsantrasyon değişiminin üstten görüntüsü

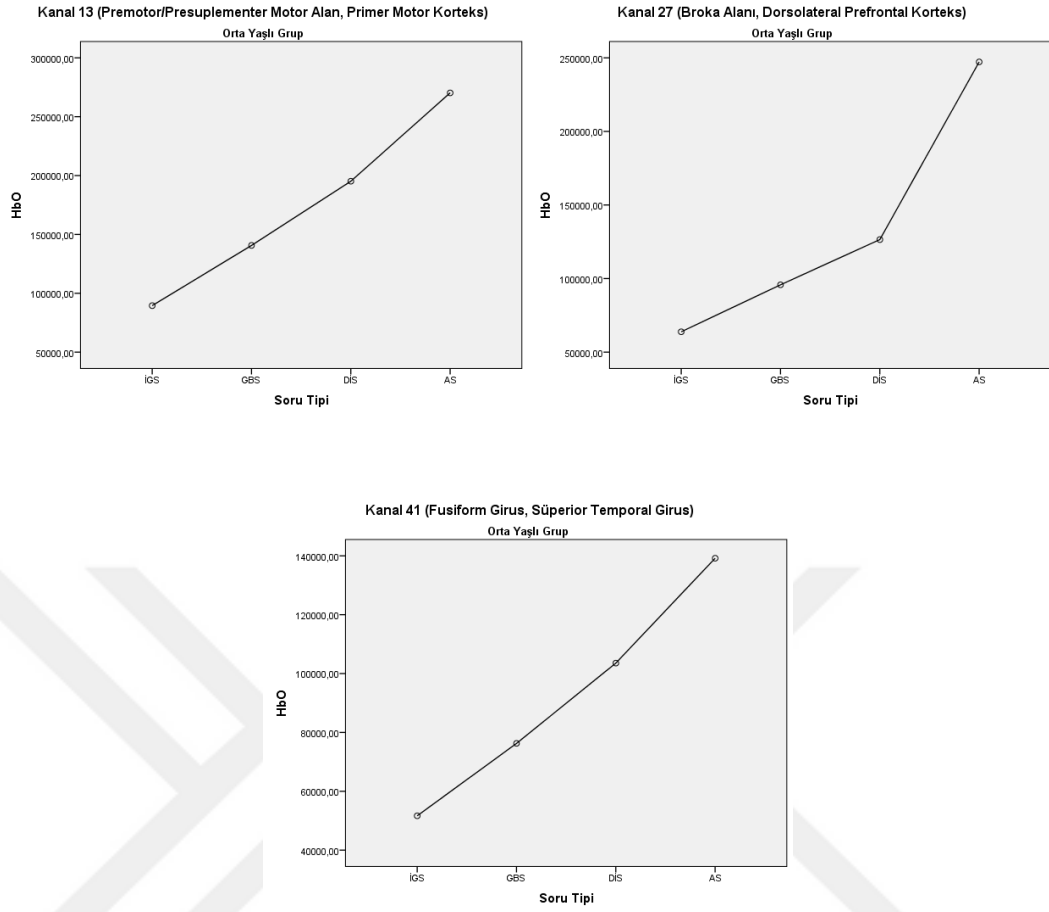
Tablo 6.3.3.1. Orta yaşlı grupta kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=29)

| Kanallar | İÇ GÖRÜ SORULARI | | GENEL BİLGİ SORULARI | | DÖRT İŞLEM SORULARI | | ARİTMETİK SORULAR | | F | Etki Büyüklüğü | P |
|-----------------|------------------|----------|----------------------|----------|---------------------|----------|-------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | | | |
| Kanal 1 | 1,37E+09 | 1,98E+09 | 8,06E+08 | 2,12E+09 | 1,19E+09 | 1,86E+09 | 1,48E+09 | 2,26E+09 | ,930 | ,032 | 0,425 |
| Kanal 2 | -3,49E+07 | 2,48E+10 | 2,60E+08 | 2,73E+10 | -1,81E+08 | 2,25E+10 | 1,92E+08 | 3,73E+10 | ,238 | ,008 | 0,846 |
| Kanal 3 | -1,86E+08 | 3,79E+10 | 6,86E+06 | 3,60E+10 | 4,33E+08 | 2,82E+10 | 1,48E+09 | 3,66E+10 | 2,110 | ,070 | 0,105 |
| Kanal 4 | 1,76E+08 | 1,92E+10 | 7,02E+08 | 1,76E+10 | 6,10E+08 | 1,89E+10 | 1,32E+09 | 1,70E+10 | 2,764 | ,090 | 0,060 |
| Kanal 5 | 1,24E+09 | 2,87E+10 | 9,01E+08 | 3,59E+10 | 2,00E+09 | 3,21E+10 | 2,05E+09 | 3,43E+10 | 1,539 | ,052 | 0,214 |
| Kanal 6 | 5,62E+08 | 2,11E+10 | 9,30E+08 | 2,06E+10 | 1,18E+09 | 2,03E+10 | 1,30E+09 | 2,52E+10 | ,888 | ,031 | 0,451 |
| Kanal 7 | 4,17E+08 | 2,71E+10 | -1,70E+08 | 2,27E+10 | 4,27E+08 | 1,76E+10 | 7,35E+08 | 2,62E+10 | 1,325 | ,045 | 0,273 |
| Kanal 8 | 1,06E+09 | 2,05E+10 | 1,11E+09 | 2,19E+10 | 1,94E+09 | 2,42E+10 | 2,06E+09 | 2,85E+10 | 2,006 | ,067 | 0,136 |
| Kanal 9 | 1,32E+09 | 2,66E+10 | 3,04E+08 | 2,20E+10 | 1,39E+08 | 2,80E+10 | -3,79E+08 | 4,40E+10 | 1,798 | ,060 | 0,173 |
| Kanal 10 | 1,20E+09 | 2,44E+10 | 1,10E+09 | 1,75E+10 | 1,49E+09 | 2,65E+10 | 1,30E+09 | 2,69E+10 | ,151 | ,005 | 0,929 |
| Kanal 11 | 7,84E+08 | 3,74E+10 | 7,66E+08 | 2,53E+10 | 9,79E+08 | 2,23E+10 | 5,65E+08 | 2,42E+10 | ,165 | ,006 | 0,886 |
| Kanal 12 | 1,25E+09 | 3,27E+10 | 1,36E+09 | 3,40E+10 | 1,47E+09 | 2,37E+10 | 1,87E+09 | 2,58E+10 | ,402 | ,014 | 0,752 |
| Kanal 13 | 8,95E+08 | 2,10E+10 | 1,41E+09 | 2,81E+10 | 1,95E+09 | 2,74E+10 | 2,70E+09 | 2,82E+10 | 3,952 | ,124 | 0,017* |
| Kanal 14 | 1,48E+09 | 3,15E+10 | 1,64E+09 | 3,08E+10 | 1,38E+09 | 2,92E+10 | 1,89E+09 | 2,92E+10 | ,295 | ,010 | 0,818 |
| Kanal 15 | 9,13E+08 | 2,04E+10 | 1,45E+09 | 2,05E+10 | 1,75E+09 | 2,14E+10 | 2,48E+09 | 2,87E+10 | ,295 | ,010 | 0,818 |
| Kanal 16 | 1,17E+09 | 2,27E+10 | 1,36E+09 | 2,51E+10 | 1,29E+09 | 2,59E+10 | 1,82E+09 | 2,03E+10 | ,660 | ,023 | 0,574 |
| Kanal 17 | 7,93E+08 | 2,57E+10 | 4,32E+08 | 1,80E+10 | 3,67E+08 | 1,94E+10 | 1,37E+09 | 2,28E+10 | 1,788 | 0,60 | 0,159 |
| Kanal 18 | 4,67E+08 | 2,53E+10 | 8,63E+08 | 2,66E+10 | 7,51E+08 | 3,11E+10 | 2,09E+09 | 2,90E+10 | 2,841 | ,092 | 0,048* |
| Kanal 19 | 7,55E+07 | 2,59E+10 | 5,16E+08 | 2,11E+10 | 2,23E+08 | 2,09E+10 | 9,04E+08 | 2,90E+10 | 1,112 | ,038 | 0,344 |
| Kanal 20 | -6,41E+07 | 2,17E+10 | 7,97E+08 | 2,65E+10 | 5,19E+08 | 1,79E+10 | 1,03E+09 | 2,39E+10 | 2,004 | ,067 | 0,130 |
| Kanal 21 | 1,15E+09 | 2,95E+10 | 1,69E+09 | 3,49E+10 | 1,84E+09 | 2,75E+10 | 1,99E+09 | 2,76E+10 | ,633 | ,022 | 0,582 |

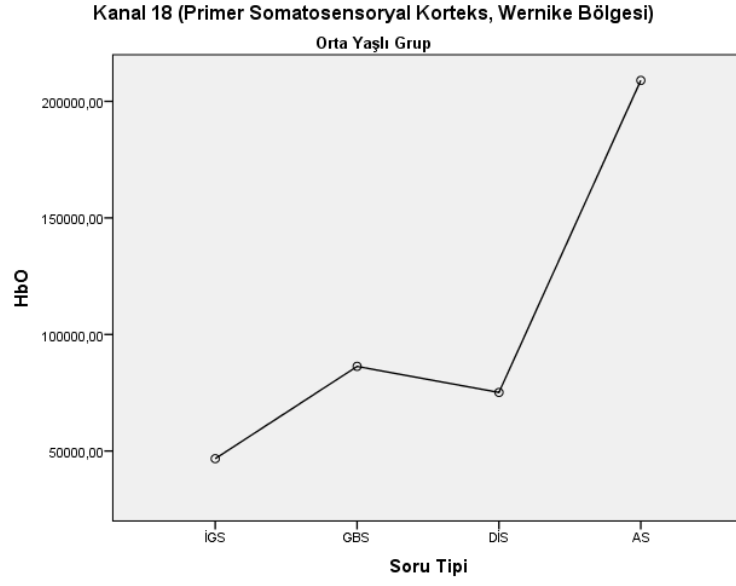
| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|------|---------------|
| Kanal 22 | 6,03E+08 | 2,11E+10 | 7,80E+08 | 2,47E+10 | 7,83E+08 | 2,20E+10 | 1,25E+09 | 2,42E+10 | ,629 | ,022 | 0,590 |
| Kanal 23 | 1,13E+09 | 1,60E+10 | 6,35E+08 | 1,79E+10 | 1,66E+09 | 1,84E+10 | 1,47E+09 | 2,11E+10 | 2,754 | ,090 | 0,061 |
| Kanal 24 | -6,16E+08 | 2,58E+10 | -3,85E+08 | 3,04E+10 | -6,68E+08 | 3,58E+10 | -2,13E+08 | 3,76E+10 | ,140 | ,005 | ,936 |
| Kanal 25 | 3,72E+07 | 2,67E+10 | 3,88E+08 | 3,23E+10 | 7,39E+07 | 1,99E+10 | 1,14E+09 | 2,79E+10 | 1,827 | ,061 | 0,154 |
| Kanal 26 | 5,40E+08 | 1,80E+10 | 4,76E+08 | 1,68E+10 | 1,85E+08 | 1,62E+10 | 9,94E+08 | 1,52E+10 | 2,315 | ,076 | 0,087 |
| Kanal 27 | 6,38E+08 | 2,97E+10 | 9,58E+08 | 2,95E+10 | 1,26E+09 | 2,83E+10 | 2,47E+09 | 2,59E+10 | 3,267 | ,104 | 0,031* |
| Kanal 28 | 7,60E+08 | 2,38E+10 | 8,82E+08 | 2,47E+10 | 1,22E+09 | 2,49E+10 | 1,47E+09 | 2,48E+10 | ,734 | ,026 | 0,534 |
| Kanal 29 | 4,03E+08 | 1,88E+10 | 7,38E+08 | 1,53E+10 | 9,99E+08 | 1,99E+10 | 9,09E+08 | 2,29E+10 | ,827 | ,029 | 0,467 |
| Kanal 30 | 1,25E+09 | 2,47E+10 | 1,41E+09 | 2,42E+10 | 1,79E+09 | 2,55E+10 | 1,90E+09 | 2,93E+10 | ,542 | ,019 | 0,626 |
| Kanal 31 | 7,60E+08 | 2,21E+10 | 6,27E+08 | 2,41E+10 | 6,71E+08 | 2,01E+10 | 2,16E+08 | 3,17E+10 | ,333 | ,012 | 0,756 |
| Kanal 32 | 7,73E+08 | 2,04E+10 | 5,86E+08 | 1,79E+10 | 1,29E+09 | 2,10E+10 | 7,18E+08 | 2,49E+10 | ,699 | ,024 | ,518 |
| Kanal 33 | 7,73E+08 | 2,63E+10 | 9,46E+08 | 2,48E+10 | 1,00E+09 | 2,25E+10 | 1,66E+09 | 2,24E+10 | 1,191 | ,041 | 0,316 |
| Kanal 34 | 9,93E+08 | 2,80E+10 | 8,91E+08 | 2,03E+10 | 1,25E+09 | 2,52E+10 | 2,35E+09 | 3,93E+10 | 1,923 | ,177 | 0,64 |
| Kanal 35 | 9,72E+08 | 2,48E+10 | 1,19E+09 | 1,99E+10 | 8,50E+08 | 2,07E+10 | 1,63E+09 | 2,28E+10 | ,944 | ,033 | 0,413 |
| Kanal 36 | 1,29E+09 | 3,77E+10 | 1,36E+09 | 2,62E+10 | 1,21E+09 | 2,72E+10 | 2,15E+09 | 2,64E+10 | ,872 | ,030 | 0,030* |
| Kanal 37 | 1,66E+09 | 2,36E+10 | 1,46E+09 | 2,70E+10 | 1,35E+09 | 2,43E+10 | 1,99E+09 | 2,22E+10 | ,544 | ,019 | 0,631 |
| Kanal 38 | 6,32E+08 | 2,32E+10 | 9,11E+08 | 1,67E+10 | 6,20E+08 | 1,79E+10 | 1,26E+09 | 1,93E+10 | ,906 | ,031 | 0,430 |
| Kanal 39 | 1,43E+09 | 3,12E+10 | 1,17E+09 | 2,36E+10 | 1,12E+09 | 2,54E+10 | 1,88E+09 | 2,22E+10 | ,675 | ,024 | 0,554 |
| Kanal 40 | 5,68E+08 | 3,15E+10 | 1,08E+09 | 2,59E+10 | 1,15E+09 | 3,23E+10 | 2,03E+09 | 3,05E+10 | 1,748 | ,059 | 0,172 |
| Kanal 41 | 5,17E+08 | 2,53E+10 | 7,63E+08 | 2,37E+10 | 1,04E+09 | 2,26E+10 | 1,39E+09 | 3,23E+10 | ,859 | ,456 | 0,030* |
| Kanal 42 | 1,40E+08 | 1,96E+10 | 7,26E+08 | 2,56E+10 | 4,87E+08 | 2,19E+10 | 8,07E+08 | 2,69E+10 | ,648 | ,023 | 0,548 |
| Kanal 43 | 9,72E+08 | 2,94E+10 | 8,55E+08 | 2,26E+10 | 1,07E+09 | 2,26E+10 | 1,96E+09 | 2,52E+10 | 1,690 | ,057 | 0,185 |
| Kanal 44 | 8,09E+08 | 1,84E+10 | 5,39E+08 | 2,15E+10 | 5,79E+08 | 2,46E+10 | 1,31E+09 | 2,48E+10 | 1,290 | ,044 | 0,283 |
| Kanal 45 | 1,80E+09 | 3,29E+10 | 1,03E+09 | 3,41E+10 | 1,75E+09 | 3,69E+10 | 2,40E+09 | 3,29E+10 | 1,198 | ,041 | 0,315 |
| Kanal 46 | 8,91E+08 | 4,30E+10 | 5,16E+08 | 4,02E+10 | 9,47E+08 | 2,56E+10 | 1,69E+09 | 4,42E+10 | ,731 | ,025 | 0,527 |
| Kanal 47 | 1,14E+09 | 3,11E+10 | 2,86E+08 | 2,84E+10 | 1,05E+09 | 2,57E+10 | 8,77E+08 | 2,78E+10 | ,970 | ,033 | 0,402 |

Kanal 48 | 3,33E+08 | 4,21E+10 | 8,75E+08 | 4,37E+10 | 5,32E+08 | 2,81E+10 | 2,24E+09 | 3,60E+10 | 2,188 | ,072 | 0,124

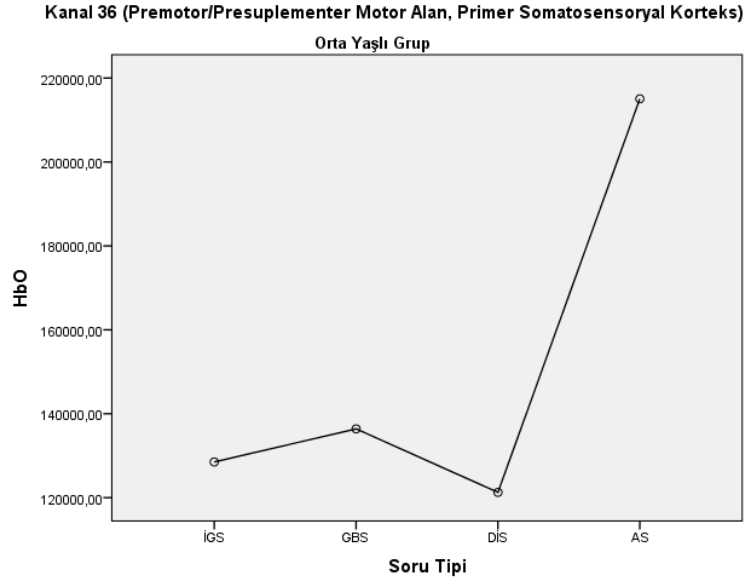
ORT: Ortalama; **SS:** Standart Sapma; *: p<0.005



Şekil 6.3.3.4. Orta yaşlı grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla dört işlem genel bilgi soruları ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 13, kanal 27 ve kanal 41. (X eksenı soru tipini, Y eksenı oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



Şekil 6.3.3.5. Orta yaşlı grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla genel bilgi soruları, dört işlem ve iç görü soruları şeklinde azalan kanal 18. (X eksenini soru tipini, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).



Şekil 6.3.3.6. Orta yaşlı grupta oksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik sorularda maksimum olup, sırasıyla genel bilgi soruları, iç görü soruları ve dört işlem şeklinde azalan kanal 36. (X eksen soru tipini, Y eksen oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir. İGS: İç Görü Soruları; GBS: Genel Bilgi Soruları; DİS: Dört İşlem Soruları; AS: Aritmetik Sorular).

6.3.4. Orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan deoksihemoglobin konsantrasyonundaki değişiklikler

Orta yaşlı grubun kendi içerisindeki soru uyarımı sonrası deoksihemoglobin konsantrasyonları ortalaması Tablo 6.3.4.1’de gösterilmiştir.

Kanal 30’da (Broka alanı, Primer Motor korteks) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu dört işlem sorularını cevaplarırken, daha fazlası iç görü sorularını cevaplarırken, daha fazlası genel bilgi sorularını cevaplarırken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon aritmetik soruları cevaplarırken ortaya çıkmıştır.

Kanal 32’de (Süperior Temporal girus, Premotor/Suplementer Motor alan) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu iç görü sorularını cevaplarırken, daha fazlası dört işlem sorularını cevaplarırken, daha fazlası genel bilgi sorularını cevaplarırken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon aritmetik soruları cevaplarırken ortaya çıkmıştır.

Kanal 33'te (Süperior Temporal girus) sırasıyla en az deoksihemoglobin konsantrasyonu genel bilgi sorularını cevaplarken, daha fazlası iç görü sorularını cevaplarken, daha fazlası aritmetik soruları cevaplarken ortaya çıkmış, en fazla konsantrasyon dört işlem sorularını cevaplarken ortaya çıkmıştır.



Tablo 6.3.4.1. Orta yaşlı grupta kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının soru tipleri arasındaki grup içi karşılaştırması (n=29)

| Kanallar | İÇ GÖRÜ SORULARI | | GENEL BİLGİ SORULARI | | DÖRT İŞLEM SORULARI | | ARİTMETİK SORULAR | | F | Etki Büyüklüğü | P |
|----------|------------------|----------|----------------------|----------|---------------------|----------|-------------------|----------|-------|----------------|-------|
| | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | ORT | SS | | | |
| Kanal 1 | -8,79E+08 | 8,62E+09 | -5,20E+08 | 6,44E+09 | -4,58E+08 | 8,09E+09 | -5,17E+08 | 1,05E+10 | 1,632 | ,055 | 0,203 |
| Kanal 2 | -4,48E+08 | 1,41E+10 | -2,62E+08 | 1,20E+10 | -2,18E+08 | 1,21E+10 | 8,65E+06 | 1,21E+10 | ,760 | ,026 | 0,505 |
| Kanal 3 | -3,38E+08 | 8,74E+09 | -2,66E+08 | 7,21E+09 | -1,61E+08 | 6,65E+09 | -2,04E+08 | 8,27E+09 | ,361 | ,013 | 0,740 |
| Kanal 4 | 4,78E+07 | 5,41E+09 | -3,69E+07 | 5,59E+09 | 6,18E+07 | 4,97E+09 | -3,86E+07 | 5,21E+09 | ,421 | ,015 | 0,730 |
| Kanal 5 | -1,05E+09 | 1,24E+10 | -8,28E+08 | 1,42E+10 | -8,98E+08 | 1,74E+10 | -7,37E+08 | 1,24E+10 | ,381 | ,013 | 0,751 |
| Kanal 6 | -3,15E+08 | 7,83E+09 | -3,64E+08 | 7,47E+09 | -1,22E+08 | 8,03E+09 | -3,83E+08 | 8,85E+09 | ,756 | ,026 | 0,514 |
| Kanal 7 | -5,83E+08 | 1,09E+10 | -3,19E+08 | 1,28E+10 | -9,70E+08 | 1,23E+10 | -8,43E+08 | 1,31E+10 | 2,862 | ,093 | 0,051 |
| Kanal 8 | -6,72E+08 | 7,61E+09 | -5,44E+08 | 1,03E+10 | -1,00E+09 | 1,34E+10 | -7,89E+08 | 9,85E+09 | 1,478 | ,050 | 0,237 |
| Kanal 9 | -5,64E+08 | 1,30E+10 | -3,73E+08 | 1,26E+10 | -1,57E+08 | 1,26E+10 | -1,62E+08 | 1,78E+10 | ,663 | ,023 | 0,552 |
| Kanal 10 | -7,73E+08 | 1,08E+10 | -4,35E+08 | 8,75E+09 | -5,97E+08 | 1,22E+10 | -2,20E+08 | 1,03E+10 | 2,233 | ,074 | 0,103 |
| Kanal 11 | -1,83E+08 | 1,34E+10 | -4,29E+08 | 1,49E+10 | -2,88E+08 | 1,23E+10 | -2,40E+08 | 1,53E+10 | ,168 | ,006 | 0,896 |
| Kanal 12 | -5,69E+08 | 1,02E+10 | -4,55E+08 | 7,63E+09 | -4,08E+08 | 1,09E+10 | -1,98E+08 | 1,21E+10 | ,857 | ,030 | 0,442 |
| Kanal 13 | -4,71E+08 | 7,59E+09 | -3,61E+08 | 6,23E+09 | -5,29E+08 | 1,10E+10 | -4,19E+08 | 9,37E+09 | ,239 | ,008 | 0,828 |
| Kanal 14 | -2,24E+08 | 5,81E+09 | -6,72E+06 | 6,33E+09 | 2,62E+07 | 7,66E+09 | 2,59E+08 | 1,24E+10 | 1,667 | ,056 | 0,180 |
| Kanal 15 | -3,63E+08 | 9,10E+09 | -2,37E+08 | 7,63E+09 | -4,51E+08 | 7,86E+09 | -5,09E+08 | 1,10E+10 | ,517 | ,018 | 0,643 |
| Kanal 16 | -4,87E+08 | 7,85E+09 | -9,55E+07 | 5,82E+09 | -2,27E+08 | 7,62E+09 | -4,27E+06 | 7,08E+09 | 2,708 | ,088 | 0,61 |
| Kanal 17 | -2,24E+08 | 8,17E+09 | -2,67E+08 | 8,63E+09 | -3,14E+08 | 5,84E+09 | -3,32E+08 | 8,63E+09 | ,162 | ,006 | 0,892 |
| Kanal 18 | -2,13E+08 | 1,07E+10 | -8,31E+07 | 7,58E+09 | -5,24E+07 | 7,12E+09 | -1,12E+08 | 1,30E+10 | ,185 | ,007 | 0,842 |
| Kanal 19 | -3,70E+07 | 6,89E+09 | -1,09E+08 | 7,85E+09 | -3,66E+08 | 8,76E+09 | 9,89E+07 | 1,11E+10 | 1,777 | ,060 | 0,169 |
| Kanal 20 | -1,94E+07 | 6,32E+09 | -1,65E+08 | 7,89E+09 | -2,69E+08 | 8,86E+09 | 1,55E+07 | 1,01E+10 | ,852 | ,030 | 0,462 |
| Kanal 21 | -2,92E+08 | 1,01E+10 | 2,04E+08 | 1,02E+10 | -2,51E+08 | 7,15E+09 | 1,20E+08 | 1,30E+10 | 1,959 | ,065 | 0,128 |
| Kanal 22 | -8,97E+07 | 7,86E+09 | -6,98E+07 | 1,08E+10 | 4,71E+07 | 7,82E+09 | 5,62E+07 | 7,03E+09 | ,275 | ,010 | 0,776 |
| Kanal 23 | -6,63E+08 | 1,10E+10 | -5,31E+08 | 6,41E+09 | -9,08E+08 | 9,59E+09 | -8,68E+08 | 1,24E+10 | 1,505 | ,051 | 0,222 |
| Kanal 24 | -3,34E+08 | 2,02E+10 | 1,63E+08 | 1,48E+10 | -3,73E+08 | 1,50E+10 | 5,62E+08 | 2,30E+10 | 1,664 | ,056 | 0,181 |
| Kanal 25 | -1,08E+08 | 7,01E+09 | -4,48E+07 | 5,04E+09 | 1,17E+08 | 4,82E+09 | 7,39E+07 | 7,16E+09 | 1,178 | ,040 | 0,322 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|------|---------------|
| Kanal 26 | -1,18E+08 | 4,51E+09 | 4,85E+07 | 3,62E+09 | 1,20E+07 | 2,97E+09 | -6,52E+07 | 4,74E+09 | 1,026 | ,035 | 0,371 |
| Kanal 27 | -5,14E+08 | 1,26E+10 | -6,93E+08 | 1,32E+10 | -8,36E+08 | 1,03E+10 | -5,98E+08 | 1,09E+10 | ,533 | ,019 | 0,633 |
| Kanal 28 | -4,86E+08 | 1,02E+10 | -3,34E+08 | 6,97E+09 | -4,70E+08 | 9,59E+09 | -2,34E+08 | 1,24E+10 | ,443 | ,016 | 0,663 |
| Kanal 29 | -9,68E+07 | 6,22E+09 | 7,07E+07 | 5,18E+09 | -2,89E+07 | 5,41E+09 | -6,82E+07 | 6,40E+09 | ,524 | ,018 | 0,647 |
| Kanal 30 | -7,45E+08 | 9,73E+09 | -4,34E+08 | 9,33E+09 | -8,24E+08 | 9,70E+09 | -2,67E+08 | 9,55E+09 | 3,008 | ,097 | 0,038* |
| Kanal 31 | -3,46E+08 | 8,41E+09 | -5,60E+08 | 1,34E+10 | -1,91E+08 | 1,61E+10 | 1,00E+08 | 1,80E+10 | 1,222 | ,042 | 0,307 |
| Kanal 32 | -7,46E+08 | 8,30E+09 | -1,82E+08 | 7,84E+09 | -4,06E+08 | 9,87E+09 | 1,35E+08 | 1,03E+10 | 4,876 | ,148 | 0,006* |
| Kanal 33 | -2,21E+08 | 1,06E+10 | -2,72E+08 | 8,26E+09 | 6,88E+07 | 1,08E+10 | 6,61E+08 | 1,56E+10 | 3,742 | ,118 | 0,022* |
| Kanal 34 | -2,41E+08 | 9,08E+09 | -9,72E+07 | 8,96E+09 | -5,49E+08 | 1,33E+10 | -6,80E+08 | 2,59E+10 | 1,014 | ,035 | 0,391 |
| Kanal 35 | -3,58E+08 | 9,48E+09 | -1,79E+08 | 5,97E+09 | -3,65E+08 | 6,59E+09 | -1,36E+08 | 7,90E+09 | ,884 | ,031 | 0,438 |
| Kanal 36 | 6,43E+07 | 1,00E+10 | 1,39E+08 | 9,40E+09 | -2,27E+08 | 8,99E+09 | 6,87E+07 | 7,85E+09 | 1,192 | ,041 | 0,314 |
| Kanal 37 | -4,41E+08 | 9,17E+09 | -1,83E+08 | 8,46E+09 | -2,07E+08 | 8,48E+09 | -9,20E+07 | 7,40E+09 | 1,181 | ,040 | 0,322 |
| Kanal 38 | -2,85E+08 | 8,10E+09 | -1,54E+08 | 4,32E+09 | -1,27E+08 | 6,19E+09 | 1,35E+08 | 7,50E+09 | 2,527 | ,083 | 0,075 |
| Kanal 39 | -3,91E+08 | 1,07E+10 | 3,73E+07 | 6,97E+09 | -2,28E+08 | 9,10E+09 | -1,74E+08 | 5,35E+09 | 1,445 | ,049 | 0,239 |
| Kanal 40 | 3,96E+08 | 8,00E+09 | 2,91E+08 | 6,59E+09 | -1,37E+08 | 9,81E+09 | 1,12E+07 | 1,50E+10 | 2,139 | ,071 | 0,130 |
| Kanal 41 | 3,19E+07 | 1,18E+10 | 1,52E+08 | 7,12E+09 | -1,98E+08 | 1,05E+10 | 3,47E+08 | 9,79E+09 | 1,666 | ,056 | 0,180 |
| Kanal 42 | 1,89E+08 | 7,12E+09 | 2,40E+08 | 6,95E+09 | -1,86E+08 | 8,04E+09 | 1,32E+08 | 6,84E+09 | 2,581 | ,084 | 0,070 |
| Kanal 43 | -5,29E+07 | 8,79E+09 | 2,12E+07 | 8,48E+09 | -1,67E+08 | 6,06E+09 | -1,60E+08 | 8,20E+09 | ,379 | ,013 | 0,768 |
| Kanal 44 | 1,70E+08 | 5,18E+09 | 2,32E+08 | 6,23E+09 | 2,05E+07 | 9,68E+09 | 4,51E+08 | 1,34E+10 | 1,237 | ,042 | 0,299 |
| Kanal 45 | 4,64E+08 | 1,22E+10 | 1,43E+08 | 1,06E+10 | 4,54E+08 | 1,40E+10 | 4,03E+08 | 1,91E+10 | ,506 | ,018 | 0,597 |
| Kanal 46 | -9,38E+07 | 9,08E+09 | -4,75E+08 | 1,32E+10 | 2,76E+08 | 8,75E+09 | -8,89E+07 | 2,97E+10 | ,941 | ,033 | 0,377 |
| Kanal 47 | -6,82E+06 | 7,23E+09 | 5,74E+07 | 5,53E+09 | 1,25E+08 | 1,07E+10 | -1,11E+08 | 1,29E+10 | ,509 | ,018 | 0,615 |
| Kanal 48 | 1,51E+08 | 8,86E+09 | -1,03E+08 | 1,01E+10 | 2,17E+08 | 7,16E+09 | 1,94E+08 | 1,37E+10 | ,625 | ,022 | 0,528 |

ORT: Ortalama; SS: Standart Sapma; *: p<0.005

6.3.5. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan hemodinamik değişikliklerin farkı

Gruplar arası soru tiplerine göre oksihemoglobin konsantrasyonu kıyaslama sonuçları Tablo 6.3.5.1, Tablo 6.3.5.2, Tablo 6.3.5.3, ve Tablo 6.3.5.4'te verilmiştir.

İç görü soruları cevaplarken iki grup arasında, Kanal 1, 5, 8, 23, 30, 31, 32, 33, 37, 39, 40, 42'de istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar çıkmıştır (Şekil 6.3.5.1). Bu kanallara denk gelen bölgeler, Dorsolateral Prefrontal korteks, Premotor/Presuplementer Motor alan, Primer Motor korteks, İnférieur Frontal girus, Broka alanı, Süperior Temporal girus, Temporopolar alan, Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi, Fusiform girustur.

Genel bilgi soruları cevaplarken sadece Kanal 30'da (Broka alanı) anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır (Şekil 6.3.5.2).

Dört işlem sorularını cevaplarken Kanal 5, 6, 8, 21, 23, ve 30'da anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Bu kanallara denk gelen bölgeler, Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı, Primer Motor korteks, Wernike bölgesi, Postsantral girus, Süperior Parietal lobul, İnférieur Prefrontal girus, Süperior Temporal girustur (Şekil 6.3.5.3).

Aritmetik soruları cevaplarken Kanal 2, 7, 10, 11 ve 30'da anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Bu kanallara denk gelen bölgeler, Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan, Premotor/Presuplementer Motor alan, Süperior Temporal girustur, Primer Motor korteks, Broka alanıdır (Şekil 6.3.5.4).

Tablo 6.3.5.1. İç görü soruları için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| Kanallar | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | | Ort ± SS | | | Ortalama Farkı | P |
| Kanal 1 | 1,31E+08 | 2,44E+10 | 1,29E+09 | 1,99E+10 | 1,582 | -1,16E+10 | 0,037* |
| Kanal 2 | 9,60E+08 | 2,90E+10 | -1,47E+07 | 2,44E+10 | ,308 | 9,74E+09 | 0,142 |
| Kanal 3 | -3,64E+08 | 2,97E+10 | -2,16E+08 | 3,73E+10 | ,124 | -1,49E+09 | 0,853 |
| Kanal 4 | 3,18E+08 | 2,50E+10 | 1,95E+08 | 1,89E+10 | 2,808 | 1,22E+09 | 0,823 |
| Kanal 5 | -5,01E+08 | 2,18E+10 | 1,07E+09 | 2,96E+10 | 3,426 | -1,57E+10 | 0,013* |
| Kanal 6 | -1,37E+08 | 1,56E+10 | 4,67E+08 | 2,14E+10 | 3,017 | -6,04E+09 | 0,177 |
| Kanal 7 | 3,64E+07 | 2,32E+10 | 4,13E+08 | 2,67E+10 | 1,112 | -3,76E+09 | 0,531 |
| Kanal 8 | -1,08E+09 | 2,42E+10 | 1,02E+09 | 2,03E+10 | 3,729 | -2,10E+10 | 0,000* |
| Kanal 9 | 3,48E+08 | 2,58E+10 | 1,24E+09 | 2,64E+10 | ,029 | -8,95E+09 | 0,159 |
| Kanal 10 | 1,28E+09 | 2,86E+10 | 1,11E+09 | 2,45E+10 | ,426 | 1,68E+09 | 0,797 |
| Kanal 11 | 6,93E+08 | 2,47E+10 | 7,36E+08 | 3,69E+10 | 2,447 | -4,34E+08 | 0,953 |
| Kanal 12 | 1,42E+09 | 3,82E+10 | 1,19E+09 | 3,24E+10 | ,415 | 2,31E+09 | 0,790 |
| Kanal 13 | -7,82E+08 | 8,29E+10 | 8,30E+08 | 2,10E+10 | 1,785 | -1,61E+10 | 0,302 |
| Kanal 14 | -8,14E+07 | 3,64E+10 | 1,43E+09 | 3,10E+10 | 1,022 | -1,52E+10 | 0,071 |
| Kanal 15 | 5,31E+08 | 2,33E+10 | 8,52E+08 | 2,03E+10 | ,859 | -3,21E+09 | 0,548 |
| Kanal 16 | -6,89E+07 | 3,08E+10 | 1,10E+09 | 2,27E+10 | 1,518 | -1,17E+10 | 0,085 |
| Kanal 17 | -8,54E+06 | 2,22E+10 | 6,95E+08 | 2,58E+10 | ,626 | -7,04E+09 | 0,225 |
| Kanal 18 | -9,31E+07 | 2,70E+10 | 3,85E+08 | 2,52E+10 | ,020 | -4,78E+09 | 0,454 |
| Kanal 19 | 5,93E+08 | 3,97E+10 | 5,81E+07 | 2,55E+10 | 5,472 | 5,35E+09 | 0,521 |
| Kanal 20 | 1,43E+08 | 2,78E+10 | -7,76E+07 | 2,14E+10 | 1,730 | 2,21E+09 | 0,719 |
| Kanal 21 | 6,39E+08 | 5,70E+10 | 1,13E+09 | 2,90E+10 | 1,287 | -4,92E+09 | 0,667 |
| Kanal 22 | 1,64E+09 | 2,92E+10 | 5,63E+08 | 2,08E+10 | 4,873 | 1,08E+10 | ,090 |
| Kanal 23 | -6,34E+08 | 2,70E+10 | 1,05E+09 | 1,64E+10 | 2,692 | -1,68E+10 | 0,004* |
| Kanal 24 | -9,56E+08 | 2,51E+10 | -5,20E+08 | 2,59E+10 | ,193 | -4,36E+09 | 0,480 |
| Kanal 25 | 1,38E+08 | 2,58E+10 | 1,64E+07 | 2,63E+10 | ,063 | 1,22E+09 | ,847 |
| Kanal 26 | 1,44E+08 | 5,53E+10 | 4,86E+08 | 1,80E+10 | 1,852 | -3,42E+09 | ,746 |
| Kanal 27 | 3,29E+07 | 1,77E+10 | 5,86E+08 | 2,94E+10 | 4,501 | -5,53E+09 | 0,331 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 28 | 1,20E+08 | 2,51E+10 | 6,95E+08 | 2,36E+10 | ,194 | -5,75E+09 | 0,335 |
| Kanal 29 | -2,74E+08 | 2,13E+10 | 3,68E+08 | 1,86E+10 | ,334 | -6,41E+09 | 0,193 |
| Kanal 30 | -8,96E+08 | 3,49E+10 | 1,16E+09 | 2,48E+10 | 2,181 | -2,05E+10 | 0,008* |
| Kanal 31 | -9,18E+08 | 2,59E+10 | 7,70E+08 | 2,17E+10 | 1,956 | -1,69E+10 | 0,005* |
| Kanal 32 | -2,30E+08 | 2,04E+10 | 7,54E+08 | 2,00E+10 | ,051 | -9,84E+09 | 0,048* |
| Kanal 33 | -4,84E+08 | 2,73E+10 | 8,15E+08 | 2,59E+10 | ,128 | -1,30E+10 | 0,048* |
| Kanal 34 | -1,73E+09 | 7,74E+10 | 9,58E+08 | 2,76E+10 | 1,161 | -2,68E+10 | 0,074 |
| Kanal 35 | 9,09E+08 | 2,84E+10 | 9,27E+08 | 2,44E+10 | ,224 | -1,72E+08 | 0,979 |
| Kanal 36 | 1,89E+08 | 3,02E+10 | 1,23E+09 | 3,72E+10 | ,374 | -1,04E+10 | 0,199 |
| Kanal 37 | 3,56E+08 | 2,47E+10 | 1,61E+09 | 2,34E+10 | ,005 | -1,25E+10 | 0,036* |
| Kanal 38 | -2,87E+08 | 2,09E+10 | 5,93E+08 | 2,29E+10 | ,439 | -8,81E+09 | 0,099 |
| Kanal 39 | -1,68E+08 | 2,87E+10 | 1,38E+09 | 3,08E+10 | ,094 | -1,55E+10 | 0,033* |
| Kanal 40 | -1,22E+09 | 3,21E+10 | 4,97E+08 | 3,12E+10 | ,041 | -1,72E+10 | 0,028* |
| Kanal 41 | -6,80E+08 | 2,59E+10 | 4,71E+08 | 2,50E+10 | ,102 | -1,15E+10 | 0,066 |
| Kanal 42 | -7,98E+08 | 2,10E+10 | 9,43E+07 | 1,94E+10 | 1,127 | -8,92E+09 | 0,074 |
| Kanal 43 | 7,11E+08 | 4,50E+10 | 9,09E+08 | 2,91E+10 | 1,086 | -1,98E+09 | 0,834 |
| Kanal 44 | -2,72E+08 | 2,40E+10 | 7,35E+08 | 1,85E+10 | 2,239 | -1,01E+10 | 0,060 |
| Kanal 45 | 2,89E+08 | 3,54E+10 | 1,65E+09 | 3,32E+10 | ,078 | -1,36E+10 | 0,106 |
| Kanal 46 | 1,29E+09 | 3,38E+10 | 8,20E+08 | 4,25E+10 | ,230 | 4,68E+09 | 0,610 |
| Kanal 47 | -3,60E+08 | 2,42E+10 | 1,10E+09 | 3,06E+10 | 1,356 | -1,46E+10 | 0,030* |
| Kanal 48 | -1,33E+08 | 2,02E+10 | 3,13E+08 | 4,14E+10 | 7,868 | -4,46E+09 | 0,554 |

n: Katılımcı Sayısı; **ORT**: Ortalama; **SS**: Standart Sapma; *: p<0.005

Tablo 6.3.5.2. Genel bilgi soruları için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| Kanallar | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|-------|
| | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | | Ortalama Farkı | p |
| Kanal 1 | 4,10E+07 | 2,84E+10 | 8,20E+08 | 2,08E+10 | 2,747 | -7,79E+09 | 0,209 |
| Kanal 2 | 6,33E+08 | 2,71E+10 | 2,20E+08 | 2,69E+10 | ,009 | 4,12E+09 | 0,529 |
| Kanal 3 | -6,26E+07 | 3,36E+10 | 1,86E+07 | 3,54E+10 | ,136 | -8,13E+08 | 0,922 |
| Kanal 4 | 7,33E+08 | 2,03E+10 | 6,70E+08 | 1,74E+10 | ,359 | 6,23E+08 | 0,893 |
| Kanal 5 | -3,09E+08 | 2,99E+10 | 8,33E+08 | 3,54E+10 | ,193 | -1,14E+10 | 0,149 |
| Kanal 6 | 3,97E+08 | 1,92E+10 | 9,08E+08 | 2,03E+10 | ,021 | -5,11E+09 | 0,286 |
| Kanal 7 | 4,50E+08 | 2,48E+10 | -2,44E+08 | 2,27E+10 | 1,371 | 6,94E+09 | 0,234 |
| Kanal 8 | 2,04E+08 | 2,43E+10 | 1,10E+09 | 2,15E+10 | ,438 | -9,00E+09 | 0,112 |
| Kanal 9 | 8,52E+08 | 2,41E+10 | 2,97E+08 | 2,16E+10 | 1,851 | 5,56E+09 | 0,322 |
| Kanal 10 | 1,82E+09 | 2,75E+10 | 1,01E+09 | 1,78E+10 | 4,282 | 8,13E+09 | 0,163 |
| Kanal 11 | 1,37E+09 | 2,61E+10 | 6,38E+08 | 2,58E+10 | ,192 | 7,33E+09 | 0,247 |
| Kanal 12 | 1,29E+09 | 3,96E+10 | 1,31E+09 | 3,35E+10 | ,060 | -2,61E+08 | 0,977 |
| Kanal 13 | 9,05E+08 | 2,89E+10 | 1,36E+09 | 2,77E+10 | ,484 | -4,55E+09 | 0,510 |
| Kanal 14 | 1,56E+09 | 8,85E+10 | 1,59E+09 | 3,04E+10 | 1,224 | -3,37E+08 | 0,984 |
| Kanal 15 | 8,68E+08 | 2,58E+10 | 1,45E+09 | 2,01E+10 | 2,676 | -5,81E+09 | 0,311 |
| Kanal 16 | 4,60E+08 | 2,76E+10 | 1,34E+09 | 2,47E+10 | 1,691 | -8,78E+09 | 0,173 |
| Kanal 17 | 6,51E+08 | 2,08E+10 | 4,11E+08 | 1,77E+10 | 1,952 | 2,41E+09 | 0,612 |
| Kanal 18 | 3,89E+08 | 2,63E+10 | 8,57E+08 | 2,61E+10 | ,178 | -4,68E+09 | 0,463 |
| Kanal 19 | 1,40E+09 | 4,09E+10 | 4,50E+08 | 2,10E+10 | 5,250 | 9,47E+09 | 0,251 |
| Kanal 20 | 4,87E+08 | 2,29E+10 | 7,98E+08 | 2,60E+10 | ,069 | -3,11E+09 | 0,598 |
| Kanal 21 | -2,35E+08 | 7,46E+10 | 1,66E+09 | 3,43E+10 | 1,280 | -1,89E+10 | 0,202 |
| Kanal 22 | 1,67E+09 | 3,56E+10 | 8,11E+08 | 2,44E+10 | 2,194 | 8,57E+09 | 0,261 |
| Kanal 23 | 8,09E+07 | 3,21E+10 | 6,15E+08 | 1,76E+10 | 2,621 | -5,34E+09 | 0,414 |
| Kanal 24 | 7,72E+07 | 2,49E+10 | -3,59E+08 | 2,99E+10 | ,179 | 4,36E+09 | 0,508 |
| Kanal 25 | -3,97E+08 | 3,28E+10 | 3,34E+08 | 3,19E+10 | ,046 | -7,30E+09 | 0,354 |
| Kanal 26 | -3,60E+08 | 4,04E+10 | 4,79E+08 | 1,65E+10 | 4,419 | -8,40E+09 | 0,288 |
| Kanal 27 | 2,11E+08 | 2,01E+10 | 9,39E+08 | 2,90E+10 | 2,010 | -7,28E+09 | 0,219 |
| Kanal 28 | 8,67E+08 | 1,90E+10 | 8,67E+08 | 2,43E+10 | 1,227 | .69315 | 1,000 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 29 | 1,54E+08 | 2,20E+10 | 6,87E+08 | 1,53E+10 | 5,446 | -5,33E+09 | 0,260 |
| Kanal 30 | -4,33E+08 | 3,22E+10 | 1,39E+09 | 2,38E+10 | 1,966 | -1,82E+10 | 0,011* |
| Kanal 31 | -3,81E+07 | 2,28E+10 | 5,76E+08 | 2,38E+10 | ,211 | -6,14E+09 | 0,278 |
| Kanal 32 | 4,65E+08 | 2,14E+10 | 5,85E+08 | 1,76E+10 | ,116 | -1,20E+09 | 0,803 |
| Kanal 33 | 1,09E+08 | 1,91E+10 | 8,54E+08 | 2,49E+10 | ,194 | -7,45E+09 | 0,160 |
| Kanal 34 | 1,49E+09 | 6,77E+10 | 8,65E+08 | 2,00E+10 | 3,729 | 6,28E+09 | 0,624 |
| Kanal 35 | 1,42E+09 | 2,69E+10 | 1,17E+09 | 1,95E+10 | 3,577 | 2,41E+09 | 0,679 |
| Kanal 36 | 8,50E+08 | 3,41E+10 | 1,31E+09 | 2,59E+10 | 1,270 | -4,65E+09 | 0,535 |
| Kanal 37 | 6,21E+08 | 2,03E+10 | 1,44E+09 | 2,65E+10 | 1,531 | -8,21E+09 | 0,147 |
| Kanal 38 | 5,18E+08 | 1,68E+10 | 8,40E+08 | 1,68E+10 | ,051 | -3,21E+09 | 0,431 |
| Kanal 39 | 5,16E+08 | 2,35E+10 | 1,15E+09 | 2,32E+10 | ,114 | -6,35E+09 | 0,265 |
| Kanal 40 | 3,70E+07 | 3,53E+10 | 1,08E+09 | 2,54E+10 | ,890 | -1,04E+10 | 0,174 |
| Kanal 41 | 2,97E+08 | 2,52E+10 | 7,21E+08 | 2,34E+10 | ,197 | -4,24E+09 | 0,474 |
| Kanal 42 | 2,39E+07 | 2,57E+10 | 7,05E+08 | 2,52E+10 | ,027 | -6,81E+09 | 0,272 |
| Kanal 43 | 1,77E+09 | 7,46E+10 | 8,49E+08 | 2,22E+10 | 1,629 | 9,23E+09 | 0,514 |
| Kanal 44 | 4,56E+08 | 2,08E+10 | 5,27E+08 | 2,11E+10 | ,512 | -7,12E+08 | 0,889 |
| Kanal 45 | 1,14E+09 | 3,54E+10 | 1,01E+09 | 3,35E+10 | ,086 | 1,32E+09 | 0,875 |
| Kanal 46 | 1,51E+09 | 4,26E+10 | 5,32E+08 | 3,95E+10 | ,030 | 9,79E+09 | 0,330 |
| Kanal 47 | -2,67E+08 | 2,83E+10 | 2,84E+08 | 2,79E+10 | ,345 | -5,51E+09 | 0,420 |
| Kanal 48 | 1,28E+08 | 2,63E+10 | 8,82E+08 | 4,29E+10 | 4,480 | -7,54E+09 | 0,367 |

n: Katılımcı Sayısı; **ORT**: Ortalama; **SS**: Standart Sapma; *: p<0.005

Tablo 6.3.5.3. Dört işlem soruları için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| Kanallar | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | | Ortalama Farkı | p |
| Kanal 1 | 3,53E+08 | 2,17E+10 | 1,19E+09 | 1,86E+10 | ,833 | -8,37E+09 | 0,098 |
| Kanal 2 | 7,92E+08 | 3,03E+10 | -1,81E+08 | 2,25E+10 | 1,877 | 9,73E+09 | 0,149 |
| Kanal 3 | 6,10E+08 | 2,81E+10 | 4,33E+08 | 2,82E+10 | ,003 | 1,76E+09 | 0,798 |
| Kanal 4 | 2,44E+08 | 1,87E+10 | 6,10E+08 | 1,89E+10 | ,297 | -3,66E+09 | 0,427 |
| Kanal 5 | -2,27E+08 | 3,53E+10 | 2,00E+09 | 3,21E+10 | ,112 | -2,23E+10 | 0,009* |
| Kanal 6 | 9,71E+07 | 1,86E+10 | 1,18E+09 | 2,03E+10 | ,127 | -1,08E+10 | 0,025* |
| Kanal 7 | 6,48E+08 | 2,29E+10 | 4,27E+08 | 1,76E+10 | ,261 | 2,21E+09 | 0,666 |
| Kanal 8 | -3,58E+08 | 2,71E+10 | 1,94E+09 | 2,42E+10 | ,015 | -2,29E+10 | 0,001* |
| Kanal 9 | 3,90E+08 | 2,60E+10 | 1,39E+08 | 2,80E+10 | ,099 | 2,51E+09 | 0,703 |
| Kanal 10 | 1,67E+09 | 2,73E+10 | 1,49E+09 | 2,65E+10 | ,303 | 1,85E+09 | 0,779 |
| Kanal 11 | 1,13E+09 | 1,97E+10 | 9,79E+08 | 2,23E+10 | ,099 | 1,47E+09 | 0,772 |
| Kanal 12 | 1,30E+09 | 2,48E+10 | 1,47E+09 | 2,37E+10 | ,182 | -1,71E+09 | 0,775 |
| Kanal 13 | 1,93E+09 | 6,62E+10 | 1,95E+09 | 2,74E+10 | ,848 | -2,66E+08 | 0,984 |
| Kanal 14 | 1,62E+08 | 3,36E+10 | 1,38E+09 | 2,92E+10 | ,604 | -1,22E+10 | 0,120 |
| Kanal 15 | 1,08E+09 | 1,86E+10 | 1,75E+09 | 2,14E+10 | 1,307 | -6,72E+09 | 0,169 |
| Kanal 16 | 8,02E+08 | 2,12E+10 | 1,29E+09 | 2,59E+10 | ,790 | -4,92E+09 | 0,390 |
| Kanal 17 | 5,41E+08 | 2,19E+10 | 3,67E+08 | 1,94E+10 | ,209 | 1,74E+09 | 0,733 |
| Kanal 18 | 5,72E+08 | 2,24E+10 | 7,51E+08 | 3,11E+10 | 1,531 | -1,80E+09 | 0,781 |
| Kanal 19 | 1,26E+09 | 2,67E+10 | 2,23E+08 | 2,09E+10 | 2,242 | 1,03E+10 | 0,088 |
| Kanal 20 | 8,71E+08 | 2,16E+10 | 5,19E+08 | 1,79E+10 | ,829 | 3,52E+09 | 0,477 |
| Kanal 21 | -3,96E+08 | 5,17E+10 | 1,84E+09 | 2,75E+10 | ,952 | -2,23E+10 | 0,038* |
| Kanal 22 | 1,64E+09 | 3,23E+10 | 7,83E+08 | 2,20E+10 | 1,359 | 8,57E+09 | 0,221 |
| Kanal 23 | 1,09E+08 | 2,38E+10 | 1,66E+09 | 1,84E+10 | ,768 | -1,55E+10 | 0,005* |
| Kanal 24 | -2,11E+08 | 1,74E+10 | -6,68E+08 | 3,58E+10 | 4,531 | 4,57E+09 | 0,485 |
| Kanal 25 | 4,68E+08 | 2,49E+10 | 7,39E+07 | 1,99E+10 | 2,286 | 3,94E+09 | ,484 |
| Kanal 26 | -9,91E+08 | 8,60E+10 | 1,85E+08 | 1,62E+10 | 1,649 | -1,18E+10 | ,470 |
| Kanal 27 | 6,23E+08 | 1,77E+10 | 1,26E+09 | 2,83E+10 | 2,474 | -6,42E+09 | 0,251 |
| Kanal 28 | 9,02E+08 | 2,86E+10 | 1,22E+09 | 2,49E+10 | ,105 | -3,19E+09 | 0,630 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 29 | 8,53E+08 | 1,89E+10 | 9,99E+08 | 1,99E+10 | ,112 | -1,46E+09 | 0,758 |
| Kanal 30 | -4,33E+08 | 3,46E+10 | 1,79E+09 | 2,55E+10 | 1,417 | -2,22E+10 | 0,005* |
| Kanal 31 | 2,53E+08 | 2,69E+10 | 6,71E+08 | 2,01E+10 | 2,349 | -4,18E+09 | 0,483 |
| Kanal 32 | 6,10E+08 | 1,42E+10 | 1,29E+09 | 2,10E+10 | 1,254 | -6,80E+09 | 0,112 |
| Kanal 33 | 6,75E+08 | 2,52E+10 | 1,00E+09 | 2,25E+10 | ,096 | -3,30E+09 | 0,577 |
| Kanal 34 | 6,47E+08 | 3,65E+10 | 1,25E+09 | 2,52E+10 | 2,702 | -6,00E+09 | 0,448 |
| Kanal 35 | 1,62E+09 | 2,27E+10 | 8,50E+08 | 2,07E+10 | ,868 | 7,66E+09 | 0,156 |
| Kanal 36 | 1,54E+09 | 2,99E+10 | 1,21E+09 | 2,72E+10 | ,479 | 3,25E+09 | 0,645 |
| Kanal 37 | 1,08E+09 | 1,84E+10 | 1,35E+09 | 2,43E+10 | ,757 | -2,75E+09 | 0,594 |
| Kanal 38 | 5,96E+08 | 1,86E+10 | 6,20E+08 | 1,79E+10 | ,000 | -2,42E+08 | 0,957 |
| Kanal 39 | 1,14E+09 | 2,40E+10 | 1,12E+09 | 2,54E+10 | ,175 | 2,32E+08 | 0,969 |
| Kanal 40 | 4,10E+08 | 3,22E+10 | 1,15E+09 | 3,23E+10 | ,066 | -7,37E+09 | 0,352 |
| Kanal 41 | 4,72E+08 | 1,88E+10 | 1,04E+09 | 2,26E+10 | 1,010 | -5,64E+09 | 0,263 |
| Kanal 42 | 6,80E+07 | 2,17E+10 | 4,87E+08 | 2,19E+10 | ,020 | -4,19E+09 | 0,432 |
| Kanal 43 | 3,83E+08 | 4,45E+10 | 1,07E+09 | 2,26E+10 | 1,171 | -6,91E+09 | 0,446 |
| Kanal 44 | 3,22E+08 | 3,15E+10 | 5,79E+08 | 2,46E+10 | ,301 | -2,58E+09 | 0,715 |
| Kanal 45 | 1,21E+09 | 3,46E+10 | 1,75E+09 | 3,69E+10 | ,700 | -5,38E+09 | 0,537 |
| Kanal 46 | 1,56E+09 | 3,26E+10 | 9,47E+08 | 2,56E+10 | 1,608 | 6,09E+09 | 0,406 |
| Kanal 47 | 2,68E+08 | 2,64E+10 | 1,05E+09 | 2,57E+10 | ,019 | -7,81E+09 | 0,224 |
| Kanal 48 | 1,39E+08 | 2,08E+10 | 5,32E+08 | 2,81E+10 | 3,771 | -3,93E+09 | 0,507 |

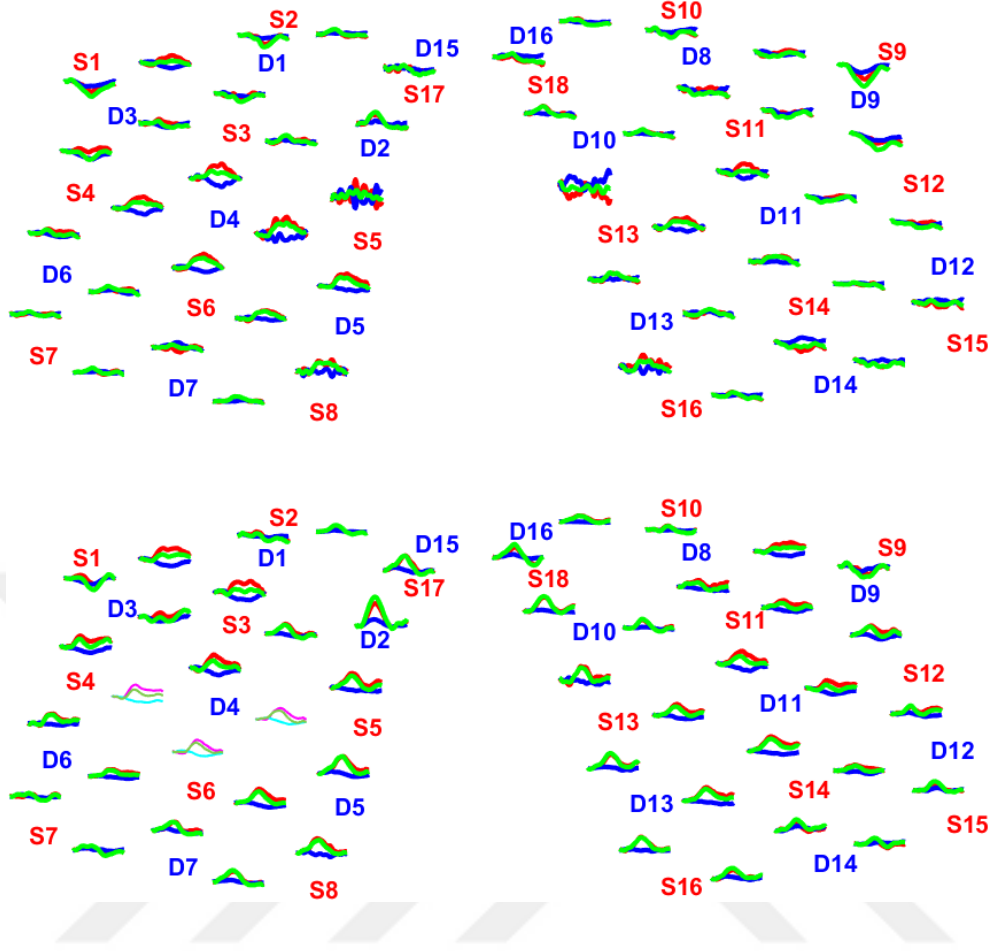
n: Katılımcı Sayısı; **ORT**: Ortalama; **SS**: Standart Sapma; *: p<0.005

Tablo 6.3.5.4. Aritmetik sorular için kanalların oksihemoglobin (OHb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

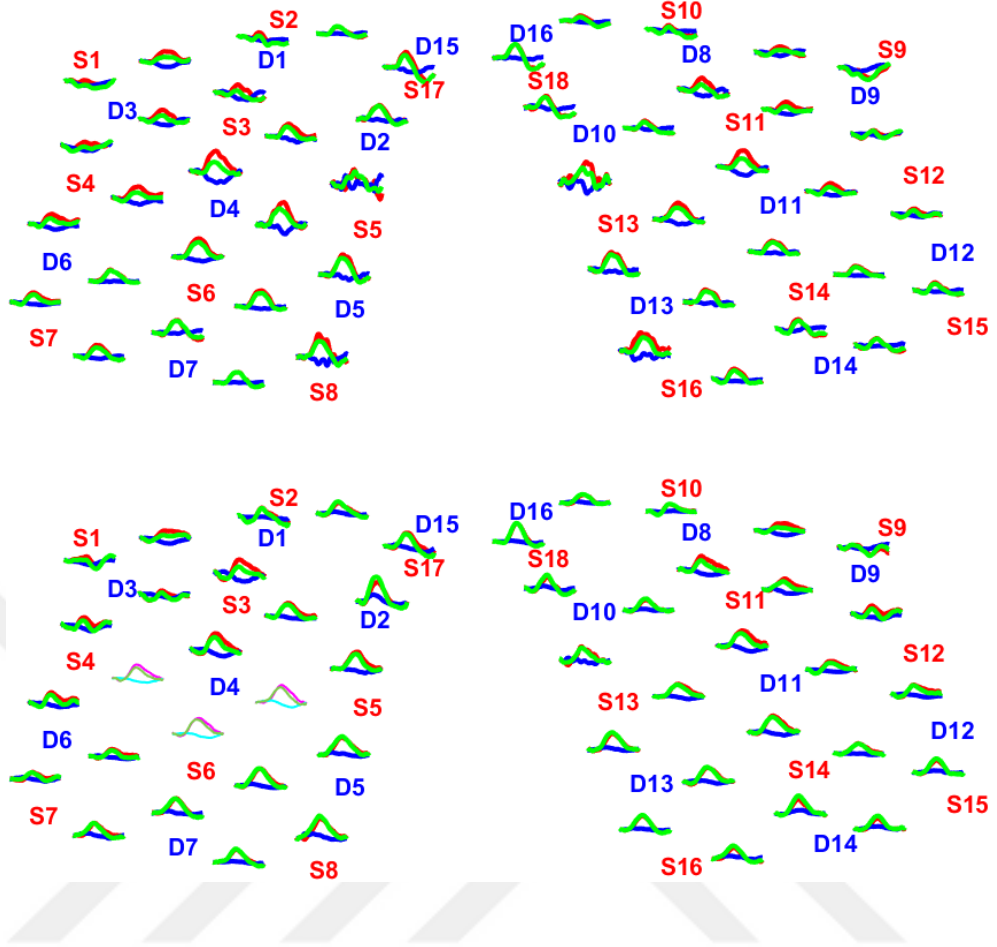
| Kanal | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | | Ortalama Farkı | P |
| Kanal 1 | 3,65E+08 | 3,39E+10 | 1,44E+09 | 2,24E+10 | 1,474 | -1,07E+10 | 0,137 |
| Kanal 2 | 1,93E+09 | 3,27E+10 | 4,32E+07 | 3,76E+10 | ,769 | 1,88E+10 | 0,029* |
| Kanal 3 | 2,21E+09 | 3,70E+10 | 1,37E+09 | 3,65E+10 | ,080 | 8,38E+09 | 0,349 |
| Kanal 4 | 1,14E+09 | 2,91E+10 | 1,31E+09 | 1,68E+10 | 5,104 | -1,69E+09 | 0,776 |
| Kanal 5 | 1,89E+09 | 4,20E+10 | 1,97E+09 | 3,40E+10 | 1,348 | -8,50E+08 | 0,928 |
| Kanal 6 | 1,33E+09 | 2,77E+10 | 1,29E+09 | 2,48E+10 | ,015 | 3,97E+08 | 0,951 |
| Kanal 7 | 2,36E+09 | 3,06E+10 | 6,16E+08 | 2,65E+10 | ,102 | 1,75E+10 | 0,015* |
| Kanal 8 | 8,66E+08 | 3,59E+10 | 2,01E+09 | 2,82E+10 | ,350 | -1,15E+10 | 0,152 |
| Kanal 9 | 1,32E+09 | 2,85E+10 | -2,81E+08 | 4,36E+10 | 6,329 | 1,60E+10 | 0,068 |
| Kanal 10 | 2,87E+09 | 2,78E+10 | 1,29E+09 | 2,64E+10 | ,767 | 1,58E+10 | 0,019* |
| Kanal 11 | 2,06E+09 | 2,50E+10 | 4,95E+08 | 2,41E+10 | ,053 | 1,57E+10 | 0,010* |
| Kanal 12 | 2,44E+09 | 3,56E+10 | 1,80E+09 | 2,56E+10 | ,299 | 6,45E+09 | 0,403 |
| Kanal 13 | 1,95E+09 | 2,94E+10 | 2,69E+09 | 2,77E+10 | ,417 | -7,33E+09 | 0,294 |
| Kanal 14 | 1,35E+09 | 3,40E+10 | 1,83E+09 | 2,88E+10 | 1,286 | -4,88E+09 | 0,529 |
| Kanal 15 | 2,17E+09 | 2,52E+10 | 2,48E+09 | 2,82E+10 | ,014 | -3,10E+09 | 0,630 |
| Kanal 16 | 1,70E+09 | 2,65E+10 | 1,78E+09 | 2,01E+10 | ,909 | -8,74E+08 | 0,881 |
| Kanal 17 | 1,46E+09 | 2,39E+10 | 1,31E+09 | 2,26E+10 | ,085 | 1,49E+09 | 0,793 |
| Kanal 18 | 1,50E+09 | 2,29E+10 | 2,04E+09 | 2,86E+10 | 3,323 | -5,40E+09 | 0,384 |
| Kanal 19 | 1,92E+09 | 3,16E+10 | 8,55E+08 | 2,87E+10 | ,215 | 1,07E+10 | 0,150 |
| Kanal 20 | 1,08E+09 | 2,87E+10 | 1,02E+09 | 2,35E+10 | ,993 | 5,56E+08 | 0,931 |
| Kanal 21 | 1,61E+09 | 5,65E+10 | 1,93E+09 | 2,73E+10 | 2,590 | -3,25E+09 | 0,772 |
| Kanal 22 | 2,11E+09 | 3,00E+10 | 1,23E+09 | 2,39E+10 | ,658 | 8,86E+09 | 0,187 |
| Kanal 23 | 1,26E+09 | 3,72E+10 | 1,49E+09 | 2,08E+10 | 4,471 | -2,31E+09 | 0,760 |
| Kanal 24 | 6,37E+08 | 3,63E+10 | -8,96E+07 | 3,75E+10 | ,332 | 7,26E+09 | 0,417 |
| Kanal 25 | 1,32E+09 | 3,07E+10 | 1,07E+09 | 2,77E+10 | ,275 | 2,56E+09 | 0,720 |
| Kanal 26 | 5,82E+08 | 4,88E+10 | 9,86E+08 | 1,49E+10 | 5,412 | -4,04E+09 | 0,663 |
| Kanal 27 | 1,41E+09 | 2,72E+10 | 2,34E+09 | 2,64E+10 | ,149 | -9,35E+09 | 0,155 |
| Kanal 28 | 1,32E+09 | 2,41E+10 | 1,51E+09 | 2,44E+10 | ,551 | -1,95E+09 | 0,740 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 29 | 1,22E+09 | 2,14E+10 | 8,99E+08 | 2,25E+10 | ,015 | 3,24E+09 | 0,541 |
| Kanal 30 | 1,66E+07 | 3,89E+10 | 1,82E+09 | 2,91E+10 | 2,266 | -1,80E+10 | 0,037* |
| Kanal 31 | -3,22E+08 | 3,01E+10 | 2,64E+08 | 3,12E+10 | ,118 | -5,86E+09 | 0,431 |
| Kanal 32 | 9,10E+08 | 1,83E+10 | 7,31E+08 | 2,44E+10 | ,994 | 1,79E+09 | 0,727 |
| Kanal 33 | 6,23E+08 | 2,91E+10 | 1,66E+09 | 2,20E+10 | 1,141 | -1,04E+10 | 0,107 |
| Kanal 34 | 2,13E+09 | 3,42E+10 | 2,24E+09 | 3,91E+10 | ,005 | -1,04E+09 | 0,906 |
| Kanal 35 | 2,13E+09 | 2,32E+10 | 1,60E+09 | 2,25E+10 | ,082 | 5,33E+09 | 0,338 |
| Kanal 36 | 2,41E+09 | 2,74E+10 | 2,06E+09 | 2,64E+10 | ,659 | 3,58E+09 | 0,585 |
| Kanal 37 | 1,87E+09 | 1,77E+10 | 1,99E+09 | 2,18E+10 | ,093 | -1,21E+09 | 0,799 |
| Kanal 38 | 7,98E+08 | 1,63E+10 | 1,25E+09 | 1,89E+10 | ,886 | -4,48E+09 | 0,291 |
| Kanal 39 | 1,82E+09 | 2,17E+10 | 1,88E+09 | 2,18E+10 | ,235 | -5,93E+08 | 0,910 |
| Kanal 40 | 1,09E+09 | 3,65E+10 | 1,99E+09 | 3,00E+10 | 1,339 | -8,99E+09 | 0,276 |
| Kanal 41 | 4,32E+08 | 2,29E+10 | 1,30E+09 | 3,21E+10 | 3,120 | -8,69E+09 | 0,190 |
| Kanal 42 | 9,08E+08 | 1,93E+10 | 8,05E+08 | 2,65E+10 | 1,591 | 1,03E+09 | 0,851 |
| Kanal 43 | 1,83E+09 | 3,57E+10 | 1,90E+09 | 2,50E+10 | 1,322 | -6,58E+08 | 0,931 |
| Kanal 44 | 8,61E+08 | 2,33E+10 | 1,28E+09 | 2,44E+10 | ,169 | -4,22E+09 | 0,465 |
| Kanal 45 | 2,08E+09 | 6,09E+10 | 2,38E+09 | 3,24E+10 | ,655 | -2,95E+09 | 0,811 |
| Kanal 46 | 3,16E+09 | 3,79E+10 | 1,66E+09 | 4,34E+10 | ,391 | 1,50E+10 | 0,129 |
| Kanal 47 | 1,12E+09 | 2,91E+10 | 8,05E+08 | 2,76E+10 | ,009 | 3,19E+09 | 0,644 |
| Kanal 48 | 1,05E+09 | 2,10E+10 | 2,11E+09 | 3,60E+10 | 8,212 | -1,06E+10 | 0,128 |

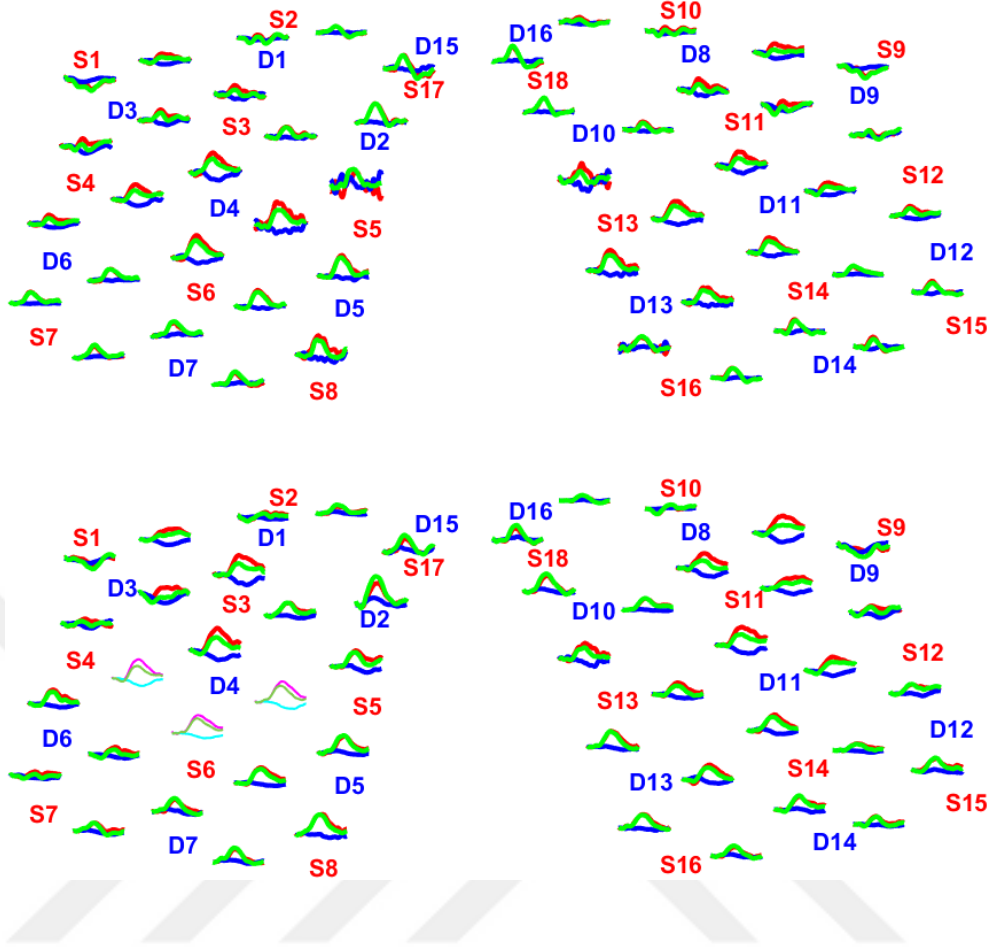
n: Katılımcı Sayısı; **ORT**: Ortalama; **SS**: Standart Sapma; *: p<0.005



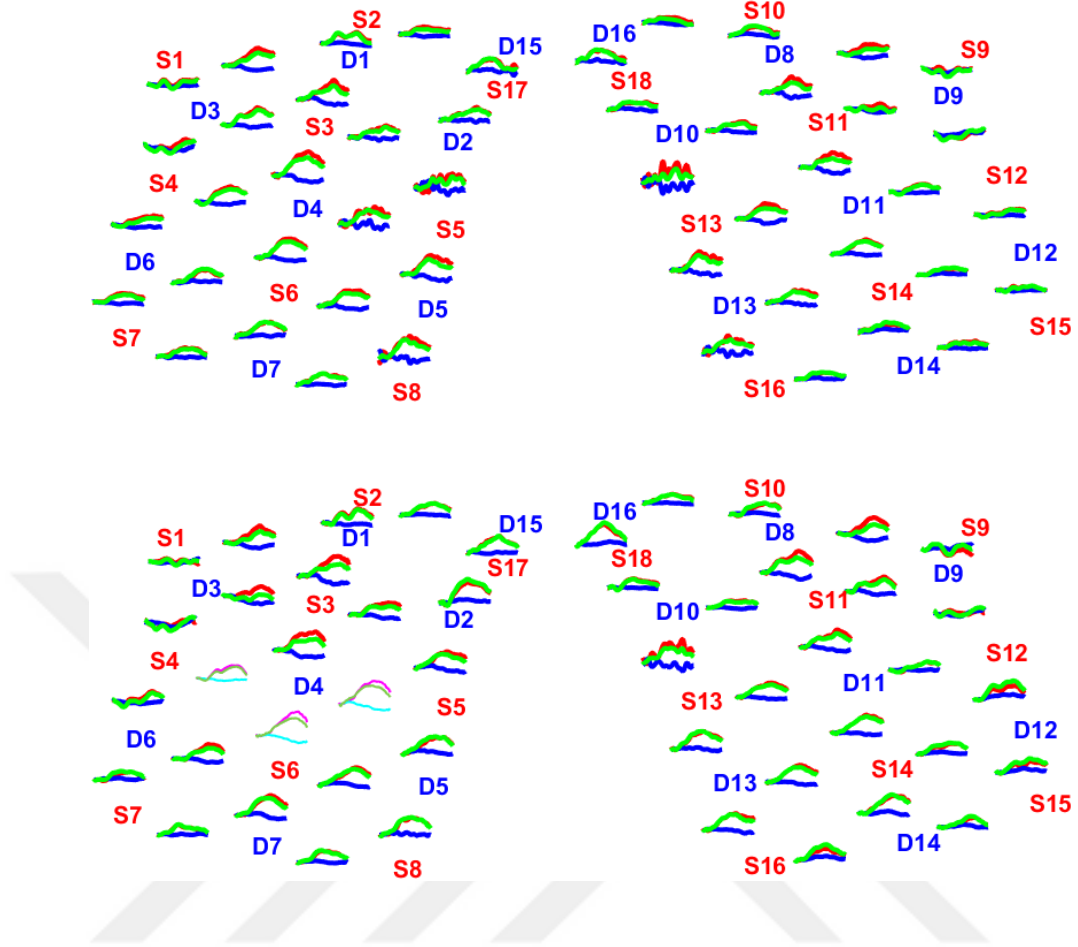
Şekil 6.3.5.1. Genç grup ve orta yaşlı grubun iç görü sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri (Üst: Genç grup, Alt: Orta yaşlı grup, S: Kaynak, D: Dedektör)



Şekil 6.3.5.2. Genç grup ve orta yaşlı grubun genel bilgi sorularını cevaplarken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri (Üst: Genç grup, Alt: Orta yaşlı grup, S: Kaynak, D: Dedektör)



Şekil 6.3.5.3. Genç grup ve orta yaşlı grubun sorularını dört işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri (Üst: Genç grup, Alt: Orta yaşlı grup, S: Kaynak, D: Dedektör)



Şekil 6.3.5.4. Genç grup ve orta yaşlı grubun sorularını aritmetik işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyonlarının plot görüntüleri (Üst: Genç grup, Alt: Orta yaşlı grup, S: Kaynak, D: Dedektör)

6.3.6. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan deoksihemoglobin konsantrasyon değişiklikleri farkı

Gruplar arası soru tiplerine göre deoksihemoglobin konsantrasyonu kıyaslama sonuçları Tablo 6.3.6.1, Tablo 6.3.6.2, Tablo 6.3.6.3 ve Tablo 6.3.6.4'te verilmiştir.

İç görü soruları cevaplarırken iki grup arasında, Kanal 5, 16, 31 ve 32'de istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar çıkmıştır. Bu kanallara denk gelen bölgeler, Premotor/Presuplementer Motor alan, Dorsolateral Prefrontal korteks, Primer

Somatosensoryal korteks- Post Santral girus, Süperior Temporal girus, Temporopolar alandır.

Genel bilgi soruları cevaplarken iki grup arasında, Kanal 8, 10, 21, 26, 30 ve 44'te istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar çıkmıştır. Bu kanallara denk gelen bölgeler, Premotor/Presuplementer Motor alan, Primer Motor korteks, Süperior Temporal girus, Wernike, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, Dorsolateral Prefrontal korteks, Frontopolar alan, Broka alanı, Somatosensoryal Asosiasyon alanıdır.

Dört işlem soruları cevaplarken iki grup arasında, Kanal 20 ve 25'te istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar çıkmıştır. Bu kanallara denk gelen bölgeler, Süperior Temporal girus, Wernike, Dorsolateral Prefrontal korteks, Frontopolar alandır.

Aritmetik soruları cevaplarken iki grup arasında, Kanal 4, 14, 16, 33 ve 36'da istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar çıkmıştır. Bu kanallara denk gelen bölgeler, Temporopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks, Premotor/Presuplementer Motor alan, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, Primer Somatosensoryal korteks, Süperior Temporal girustur.

Tablo 6.3.6.1. İç görü soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| Kanal | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | | Ort ± SS | | | Ortalama Farkı | P |
| Kanal 1 | -4,69E+08 | 1,37E+10 | -8,48E+08 | 8,65E+09 | 0,716 | 3,79E+04 | 0,188 |
| Kanal 2 | -5,17E+08 | 1,02E+10 | -4,63E+08 | 1,39E+10 | 0,976 | -5,36E+03 | 0,853 |
| Kanal 3 | -3,49E+08 | 9,27E+09 | -3,26E+08 | 8,61E+09 | 0,143 | -2,27E+03 | 0,917 |
| Kanal 4 | 2,40E+08 | 7,08E+09 | 5,47E+07 | 5,33E+09 | 1,521 | 1,85E+04 | 0,234 |
| Kanal 5 | -2,89E+08 | 1,26E+10 | -9,86E+08 | 1,27E+10 | 0,219 | 6,98E+04 | 0,025* |
| Kanal 6 | -1,02E+08 | 1,47E+10 | -3,02E+08 | 7,73E+09 | 1,728 | 2,00E+04 | 0,501 |
| Kanal 7 | -3,05E+08 | 2,37E+10 | -5,26E+08 | 1,12E+10 | 0,404 | 2,21E+04 | 0,638 |
| Kanal 8 | -6,15E+08 | 1,68E+10 | -6,88E+08 | 7,53E+09 | 5,002 | 7,30E+03 | 0,826 |
| Kanal 9 | -8,86E+08 | 1,83E+10 | -5,76E+08 | 1,28E+10 | 2,164 | -3,10E+04 | 0,430 |
| Kanal 10 | -5,75E+08 | 1,67E+10 | -7,49E+08 | 1,07E+10 | 2,853 | 1,74E+04 | 0,620 |
| Kanal 11 | -3,23E+08 | 1,27E+10 | -1,62E+08 | 1,33E+10 | 0,051 | -1,61E+04 | 0,609 |
| Kanal 12 | 2,50E+08 | 5,17E+10 | -5,45E+08 | 1,01E+10 | 3,211 | 7,95E+04 | 0,410 |
| Kanal 13 | -5,67E+08 | 2,23E+10 | -4,48E+08 | 7,57E+09 | 4,561 | -1,19E+04 | 0,781 |
| Kanal 14 | -6,71E+08 | 1,94E+10 | -2,17E+08 | 5,72E+09 | 6,888 | -4,53E+04 | 0,220 |
| Kanal 15 | -3,49E+08 | 1,28E+10 | -3,47E+08 | 8,99E+09 | 1,621 | -1,56E+02 | 0,995 |
| Kanal 16 | -1,03E+08 | 6,11E+09 | -4,76E+08 | 7,74E+09 | 1,655 | 3,74E+04 | 0,027* |
| Kanal 17 | 3,60E+07 | 9,11E+09 | -2,04E+08 | 8,10E+09 | 0,064 | 2,40E+04 | 0,258 |
| Kanal 18 | 2,88E+08 | 1,02E+10 | -1,73E+08 | 1,08E+10 | 0,042 | 4,61E+04 | 0,072 |
| Kanal 19 | 1,47E+07 | 9,87E+09 | -4,72E+07 | 6,79E+09 | 3,337 | 6,19E+03 | 0,769 |
| Kanal 20 | 5,04E+06 | 1,08E+10 | -1,17E+06 | 6,29E+09 | 5,792 | 6,21E+02 | 0,978 |
| Kanal 21 | -6,39E+07 | 1,43E+10 | -3,01E+08 | 9,96E+09 | 2,346 | 2,37E+04 | 0,440 |
| Kanal 22 | 8,67E+06 | 8,39E+09 | -8,88E+07 | 7,72E+09 | 0,581 | 9,75E+03 | 0,620 |
| Kanal 23 | -2,30E+08 | 1,13E+10 | -5,98E+08 | 1,14E+10 | 0,422 | 3,68E+04 | 0,182 |
| Kanal 24 | -6,94E+08 | 1,77E+10 | -3,02E+08 | 1,99E+10 | 0 | -3,92E+04 | 0,388 |
| Kanal 25 | -9,11E+07 | 8,98E+09 | -1,21E+08 | 6,92E+09 | 1,174 | 3,00E+03 | 0,880 |
| Kanal 26 | -1,42E+08 | 8,21E+09 | -1,06E+08 | 4,48E+09 | 3,29 | -3,67E+03 | 0,826 |
| Kanal 27 | -4,98E+08 | 1,73E+10 | -4,94E+08 | 1,24E+10 | 1,93 | -4,11E+02 | 0,991 |
| Kanal 28 | -3,04E+08 | 9,65E+09 | -4,69E+08 | 1,00E+10 | 0,405 | 1,65E+04 | 0,488 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 29 | -5,13E+07 | 8,63E+09 | -8,31E+07 | 6,16E+09 | 0,613 | 3,19E+03 | 0,864 |
| Kanal 30 | -5,87E+08 | 1,14E+10 | -7,03E+08 | 9,83E+09 | 0,299 | 1,17E+04 | 0,655 |
| Kanal 31 | -9,16E+08 | 1,45E+10 | -3,20E+08 | 8,39E+09 | 5,54 | -5,95E+04 | 0,048* |
| Kanal 32 | -2,97E+08 | 7,96E+09 | -7,42E+08 | 8,16E+09 | 0,025 | 4,45E+04 | 0,025* |
| Kanal 33 | -5,34E+08 | 1,02E+10 | -2,02E+08 | 1,05E+10 | 0,045 | -3,32E+04 | 0,187 |
| Kanal 34 | 9,70E+08 | 6,47E+10 | -2,35E+08 | 8,92E+09 | 3,052 | 1,21E+05 | 0,316 |
| Kanal 35 | -2,91E+08 | 1,27E+10 | -3,44E+08 | 9,35E+09 | 1,492 | 5,32E+03 | 0,847 |
| Kanal 36 | 7,78E+07 | 1,21E+10 | 5,29E+07 | 9,86E+09 | 0,367 | 2,49E+03 | 0,927 |
| Kanal 37 | -3,18E+07 | 9,84E+09 | -4,42E+08 | 9,01E+09 | 0,128 | 4,10E+04 | 0,078 |
| Kanal 38 | 2,08E+07 | 7,58E+09 | -2,83E+08 | 7,96E+09 | 0,243 | 3,04E+04 | 0,109 |
| Kanal 39 | 1,79E+08 | 1,38E+10 | -3,96E+08 | 1,06E+10 | 0,054 | 5,75E+04 | 0,061 |
| Kanal 40 | 4,02E+08 | 1,03E+10 | 4,13E+08 | 7,91E+09 | 2,412 | -1,15E+03 | 0,960 |
| Kanal 41 | 3,29E+08 | 1,35E+10 | 6,45E+07 | 1,18E+10 | 0,585 | 2,65E+04 | 0,394 |
| Kanal 42 | -8,75E+07 | 1,35E+10 | 1,97E+08 | 7,00E+09 | 3,886 | -2,84E+04 | 0,296 |
| Kanal 43 | -6,85E+08 | 5,52E+10 | -4,81E+07 | 8,64E+09 | 2,391 | -6,37E+04 | 0,534 |
| Kanal 44 | -2,84E+07 | 9,19E+09 | 1,73E+08 | 5,09E+09 | 6,341 | -2,01E+04 | 0,283 |
| Kanal 45 | 1,68E+09 | 9,97E+10 | 4,46E+08 | 1,20E+10 | 2,067 | 1,23E+05 | 0,505 |
| Kanal 46 | -5,94E+08 | 3,30E+10 | -7,91E+07 | 8,96E+09 | 1,67 | -5,15E+04 | 0,409 |
| Kanal 47 | -1,41E+08 | 8,02E+09 | -3,74E+06 | 7,11E+09 | 0,103 | -1,37E+04 | 0,460 |
| Kanal 48 | 3,29E+08 | 8,48E+09 | 1,45E+08 | 8,72E+09 | 0,057 | 1,85E+04 | 0,376 |

n: Katılımcı Sayısı; **Ort:** Ortalama; **SS:** Standart Sapma; *****: $p < 0.005$

Tablo 6.3.6.2. Genel bilgi soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| KANALLAR | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|------------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | | Ort ± SS | | | Ortalama Farkı | p |
| Kanal 1 | -6,19E+04 | 1,16E+05 | -5,10E+04 | 6,36E+04 | 3,565 | -1,09E+04 | 0,644 |
| Kanal 2 | -6,16E+04 | 1,59E+05 | -3,04E+04 | 1,20E+05 | 1,019 | -3,12E+04 | 0,372 |
| Kanal 3 | -6,22E+04 | 9,23E+04 | -2,64E+04 | 7,09E+04 | 1,571 | -3,58E+04 | 0,081 |
| Kanal 4 | -2,76E+03 | 6,55E+04 | -2,20E+03 | 5,55E+04 | 0,565 | -5,66E+02 | 0,970 |
| Kanal 5 | -6,17E+04 | 1,07E+05 | -8,24E+04 | 1,39E+05 | 2,573 | 2,07E+04 | 0,484 |
| Kanal 6 | -6,24E+04 | 9,95E+04 | -3,43E+04 | 7,43E+04 | 1,614 | -2,82E+04 | 0,197 |
| Kanal 7 | -6,62E+04 | 1,60E+05 | -3,16E+04 | 1,26E+05 | 2,159 | -3,46E+04 | 0,331 |
| Kanal 8 | -1,34E+05 | 1,50E+05 | -5,49E+04 | 1,01E+05 | 7,365 | -7,90E+04 | 0,015* |
| Kanal 9 | -5,79E+04 | 1,95E+05 | -4,15E+04 | 1,26E+05 | 2,116 | -1,64E+04 | 0,689 |
| Kanal 10 | -8,81E+04 | 9,29E+04 | -4,35E+04 | 8,60E+04 | 0,921 | -4,46E+04 | 0,044* |
| Kanal 11 | -6,57E+04 | 1,14E+05 | -4,28E+04 | 1,47E+05 | 0,791 | -2,29E+04 | 0,465 |
| Kanal 12 | 7,44E+04 | 7,68E+05 | -4,35E+04 | 7,57E+04 | 5,785 | 1,18E+05 | 0,405 |
| Kanal 13 | -7,32E+04 | 1,76E+05 | -3,43E+04 | 6,20E+04 | 10,27 4 | -3,89E+04 | 0,253 |
| Kanal 14 | -3,78E+04 | 1,82E+05 | 1,15E+03 | 6,30E+04 | 4,953 | -3,90E+04 | 0,266 |
| Kanal 15 | -4,37E+04 | 9,22E+04 | -2,45E+04 | 7,51E+04 | 0,528 | -1,93E+04 | 0,353 |
| Kanal 16 | -3,63E+04 | 1,07E+05 | -8,37E+03 | 5,75E+04 | 3,988 | -2,79E+04 | 0,201 |
| Kanal 17 | -1,47E+04 | 1,03E+05 | -2,58E+04 | 8,49E+04 | 1,201 | 1,10E+04 | 0,634 |
| Kanal 18 | 1,73E+04 | 1,19E+05 | -5,01E+03 | 7,66E+04 | 1,797 | 2,23E+04 | 0,373 |
| Kanal 19 | -3,50E+04 | 8,68E+04 | -8,64E+03 | 7,81E+04 | 0,944 | -2,64E+04 | 0,193 |
| Kanal 20 | -2,55E+04 | 7,58E+04 | -1,47E+04 | 7,82E+04 | 0,28 | -1,08E+04 | 0,564 |
| Kanal 21 | -5,36E+04 | 1,54E+05 | 2,12E+04 | 1,00E+05 | 2,347 | -7,48E+04 | 0,024* |
| Kanal 22 | -6,43E+03 | 1,00E+05 | -5,92E+03 | 1,07E+05 | 0,218 | -5,09E+02 | 0,984 |
| Kanal 23 | -1,64E+04 | 8,23E+04 | -4,92E+04 | 6,66E+04 | 0,933 | 3,28E+04 | 0,079 |
| Kanal 24 | -7,90E+03 | 1,84E+05 | 1,44E+04 | 1,46E+05 | 1,187 | -2,23E+04 | 0,587 |
| Kanal 25 | -3,07E+04 | 8,27E+04 | -5,71E+03 | 5,00E+04 | 5,636 | -2,50E+04 | 0,147 |
| Kanal 26 | -2,15E+04 | 6,37E+04 | 4,80E+03 | 3,56E+04 | 5,017 | -2,63E+04 | 0,046* |
| Kanal 27 | -7,17E+04 | 1,39E+05 | -6,81E+04 | 1,30E+05 | 0,005 | -3,58E+03 | 0,913 |
| Kanal 28 | -6,11E+04 | 1,03E+05 | -3,25E+04 | 6,87E+04 | 3,752 | -2,86E+04 | 0,192 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 29 | -1,04E+04 | 7,25E+04 | 8,41E+03 | 5,14E+04 | 2,863 | -1,88E+04 | 0,231 |
| Kanal 30 | -9,72E+04 | 8,91E+04 | -4,70E+04 | 9,39E+04 | 0,063 | -5,02E+04 | 0,026* |
| Kanal 31 | -8,90E+03 | 1,29E+05 | -5,26E+04 | 1,33E+05 | 0,221 | 4,37E+04 | 0,169 |
| Kanal 32 | -5,18E+04 | 8,57E+04 | -1,93E+04 | 7,73E+04 | 0 | -3,25E+04 | 0,106 |
| Kanal 33 | -1,63E+04 | 9,58E+04 | -2,15E+04 | 8,70E+04 | 0,251 | 5,25E+03 | 0,814 |
| Kanal 34 | -7,12E+04 | 2,37E+05 | -9,35E+03 | 8,81E+04 | 10,35 | -6,18E+04 | 0,179 |
| Kanal 35 | -5,19E+04 | 1,37E+05 | -1,82E+04 | 5,87E+04 | 9,556 | -3,36E+04 | 0,211 |
| Kanal 36 | -1,40E+04 | 2,24E+05 | 1,42E+04 | 9,23E+04 | 2,228 | -2,82E+04 | 0,519 |
| Kanal 37 | -2,16E+04 | 8,35E+04 | -1,92E+04 | 8,33E+04 | 0,087 | -2,44E+03 | 0,904 |
| Kanal 38 | -1,56E+04 | 6,44E+04 | -1,46E+04 | 4,26E+04 | 7,576 | -9,43E+02 | 0,945 |
| Kanal 39 | -1,58E+04 | 1,09E+05 | 3,67E+03 | 6,85E+04 | 4,519 | -1,95E+04 | 0,393 |
| Kanal 40 | -5,79E+02 | 6,97E+04 | 2,69E+04 | 6,59E+04 | 1,383 | -2,75E+04 | 0,099 |
| Kanal 41 | -1,66E+04 | 8,61E+04 | 1,16E+04 | 7,26E+04 | 1,167 | -2,82E+04 | 0,152 |
| Kanal 42 | 5,47E+03 | 9,26E+04 | 2,25E+04 | 6,88E+04 | 1,522 | -1,70E+04 | 0,401 |
| Kanal 43 | -1,23E+05 | 5,73E+05 | 3,07E+03 | 8,35E+04 | 1,912 | -1,26E+05 | 0,236 |
| Kanal 44 | -2,96E+04 | 8,30E+04 | 2,35E+04 | 6,13E+04 | 0,181 | -5,32E+04 | 0,004* |
| Kanal 45 | 4,97E+04 | 4,73E+05 | 1,27E+04 | 1,05E+05 | 1,272 | 3,70E+04 | 0,676 |
| Kanal 46 | -1,13E+05 | 4,13E+05 | -4,60E+04 | 1,30E+05 | 0,638 | -6,67E+04 | 0,397 |
| Kanal 47 | -5,19E+03 | 1,58E+05 | 4,28E+03 | 5,49E+04 | 5,311 | -9,47E+03 | 0,755 |
| Kanal 48 | -6,91E+04 | 4,03E+05 | -9,09E+03 | 9,97E+04 | 1,265 | -6,00E+04 | 0,428 |

n: Katılımcı Sayısı; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; *: p<0.005

Tablo 6.3.6.3. Dört işlem soruları için kanalların deoksihemoglobin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| Kanallar | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | | Ortalama Farkı | p |
| Kanal 1 | -2,69E+04 | 1,13E+05 | -4,58E+04 | 8,09E+04 | 2,083 | 1,89E+04 | 0,443 |
| Kanal 2 | -1,66E+04 | 1,43E+05 | -2,18E+04 | 1,21E+05 | 0,596 | 5,18E+03 | 0,875 |
| Kanal 3 | -2,33E+04 | 1,10E+05 | -1,61E+04 | 6,65E+04 | 0,823 | -7,19E+03 | 0,756 |
| Kanal 4 | 1,29E+03 | 5,93E+04 | 6,18E+03 | 4,97E+04 | 0,001 | -4,89E+03 | 0,719 |
| Kanal 5 | -3,66E+04 | 1,55E+05 | -8,98E+04 | 1,74E+05 | 0,587 | 5,32E+04 | 0,186 |
| Kanal 6 | -8,78E+03 | 1,04E+05 | -1,22E+04 | 8,03E+04 | 0,794 | 3,44E+03 | 0,883 |
| Kanal 7 | -2,65E+04 | 2,06E+05 | -9,70E+04 | 1,23E+05 | 0,823 | 7,05E+04 | 0,106 |
| Kanal 8 | -4,32E+04 | 1,91E+05 | -1,00E+05 | 1,34E+05 | 0,689 | 5,72E+04 | 0,171 |
| Kanal 9 | -4,12E+04 | 1,49E+05 | -1,57E+04 | 1,26E+05 | 0,757 | -2,55E+04 | 0,457 |
| Kanal 10 | -5,78E+04 | 1,63E+05 | -5,97E+04 | 1,22E+05 | 0,762 | 1,91E+03 | 0,958 |
| Kanal 11 | -2,77E+04 | 1,29E+05 | -2,88E+04 | 1,23E+05 | 0,034 | 1,07E+03 | 0,972 |
| Kanal 12 | 6,76E+04 | 6,15E+05 | -4,08E+04 | 1,09E+05 | 3,509 | 1,08E+05 | 0,353 |
| Kanal 13 | -8,02E+04 | 2,62E+05 | -5,29E+04 | 1,10E+05 | 2,874 | -2,73E+04 | 0,599 |
| Kanal 14 | -2,70E+04 | 1,45E+05 | 2,62E+03 | 7,66E+04 | 2,2 | -2,96E+04 | 0,322 |
| Kanal 15 | -3,45E+04 | 1,22E+05 | -4,51E+04 | 7,86E+04 | 1,84 | 1,06E+04 | 0,683 |
| Kanal 16 | -1,44E+04 | 8,97E+04 | -2,27E+04 | 7,62E+04 | 0,629 | 8,26E+03 | 0,689 |
| Kanal 17 | 4,63E+03 | 9,16E+04 | -3,14E+04 | 5,84E+04 | 4,321 | 3,60E+04 | 0,067 |
| Kanal 18 | 1,85E+04 | 9,18E+04 | -5,24E+03 | 7,12E+04 | 1,949 | 2,38E+04 | 0,249 |
| Kanal 19 | -5,89E+03 | 7,35E+04 | -3,66E+04 | 8,76E+04 | 0,734 | 3,07E+04 | 0,119 |
| Kanal 20 | 2,21E+04 | 9,14E+04 | -2,69E+04 | 8,86E+04 | 0,03 | 4,90E+04 | 0,030* |
| Kanal 21 | -5,47E+04 | 2,50E+05 | -2,51E+04 | 7,15E+04 | 5,729 | -2,96E+04 | 0,538 |
| Kanal 22 | 1,62E+04 | 7,07E+04 | 4,71E+03 | 7,82E+04 | 0,397 | 1,15E+04 | 0,527 |
| Kanal 23 | -6,28E+04 | 1,17E+05 | -9,08E+04 | 9,59E+04 | 0,145 | 2,79E+04 | 0,295 |
| Kanal 24 | -1,47E+04 | 1,60E+05 | -3,73E+04 | 1,50E+05 | 0,535 | 2,26E+04 | 0,554 |
| Kanal 25 | -3,38E+04 | 1,03E+05 | 1,17E+04 | 4,82E+04 | 5,379 | -4,55E+04 | 0,031* |
| Kanal 26 | -2,42E+04 | 8,15E+04 | 1,20E+03 | 2,97E+04 | 11,69 | -2,54E+04 | 0,114 |
| Kanal 27 | -5,68E+04 | 1,61E+05 | -8,36E+04 | 1,03E+05 | 3,363 | 2,69E+04 | 0,434 |
| Kanal 28 | -5,38E+04 | 1,17E+05 | -4,70E+04 | 9,59E+04 | 0,063 | -6,83E+03 | 0,798 |

| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-------|-----------|-------|
| Kanal 29 | -1,32E+04 | 8,03E+04 | -2,89E+03 | 5,41E+04 | 0,467 | -1,03E+04 | 0,550 |
| Kanal 30 | -6,38E+04 | 1,43E+05 | -8,24E+04 | 9,70E+04 | 1,923 | 1,86E+04 | 0,547 |
| Kanal 31 | -3,69E+02 | 1,82E+05 | -1,91E+04 | 1,61E+05 | 0,215 | 1,87E+04 | 0,660 |
| Kanal 32 | -2,96E+04 | 8,35E+04 | -4,06E+04 | 9,87E+04 | 0,561 | 1,10E+04 | 0,617 |
| Kanal 33 | -2,64E+04 | 1,12E+05 | 6,88E+03 | 1,08E+05 | 0,186 | -3,33E+04 | 0,219 |
| Kanal 34 | -4,31E+04 | 2,40E+05 | -5,49E+04 | 1,33E+05 | 4,429 | 1,18E+04 | 0,812 |
| Kanal 35 | -4,69E+04 | 1,06E+05 | -3,65E+04 | 6,59E+04 | 3,479 | -1,04E+04 | 0,643 |
| Kanal 36 | -7,01E+04 | 1,95E+05 | -2,27E+04 | 8,99E+04 | 6,569 | -4,74E+04 | 0,228 |
| Kanal 37 | -3,05E+04 | 9,08E+04 | -2,07E+04 | 8,48E+04 | 0,346 | -9,80E+03 | 0,651 |
| Kanal 38 | 1,39E+03 | 6,13E+04 | -1,27E+04 | 6,19E+04 | 0,151 | 1,41E+04 | 0,351 |
| Kanal 39 | -3,30E+04 | 9,69E+04 | -2,28E+04 | 9,10E+04 | 0,203 | -1,02E+04 | 0,658 |
| Kanal 40 | -8,77E+03 | 1,30E+05 | -1,37E+04 | 9,81E+04 | 0,495 | 4,91E+03 | 0,865 |
| Kanal 41 | -1,50E+04 | 9,40E+04 | -1,98E+04 | 1,05E+05 | 0,007 | 4,89E+03 | 0,840 |
| Kanal 42 | -9,24E+03 | 9,94E+04 | -1,86E+04 | 8,04E+04 | 0,59 | 9,34E+03 | 0,678 |
| Kanal 43 | 7,59E+03 | 2,18E+05 | -1,67E+04 | 6,06E+04 | 2,709 | 2,43E+04 | 0,562 |
| Kanal 44 | -1,67E+04 | 1,66E+05 | 2,05E+03 | 9,68E+04 | 2,027 | -1,88E+04 | 0,588 |
| Kanal 45 | -5,19E+04 | 2,96E+05 | 4,54E+04 | 1,40E+05 | 0,462 | -9,73E+04 | 0,106 |
| Kanal 46 | -3,80E+04 | 2,69E+05 | 2,76E+04 | 8,75E+04 | 1,978 | -6,56E+04 | 0,211 |
| Kanal 47 | -5,93E+03 | 9,99E+04 | 1,25E+04 | 1,07E+05 | 0,162 | -1,84E+04 | 0,465 |
| Kanal 48 | 4,53E+04 | 2,27E+05 | 2,17E+04 | 7,16E+04 | 1,199 | 2,36E+04 | 0,591 |

n: Katılımcı Sayısı; **Ort:** Ortalama; **SS:** Standart Sapma; ***,** p<0.005

Tablo 6.3.6.4. Aritmetik işlem soruları için kanalların deoksihemoglobinin (Hb) konsantrasyonlarının gruplar arası karşılaştırılması

| Kanallar | GENÇ GRUP (n=40) | | ORTA YAŞLI GRUP (n=29) | | F | FARK | |
|----------|---------------------|----------|---------------------------|----------|-------|----------------|---------------|
| | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | Ort ± SS | | Ortalama Farkı | p |
| Kanal 1 | -7,14E+04 | 1,75E+05 | -5,83E+04 | 1,09E+05 | 0,822 | -1,32E+04 | 0,718 |
| Kanal 2 | -3,10E+04 | 1,53E+05 | -1,16E+04 | 1,37E+05 | 0,106 | -1,94E+04 | 0,585 |
| Kanal 3 | -1,61E+04 | 1,25E+05 | -2,12E+04 | 8,14E+04 | 0,723 | 5,09E+03 | 0,847 |
| Kanal 4 | -4,57E+04 | 1,12E+05 | -4,60E+02 | 5,45E+04 | 6,067 | -4,53E+04 | 0,045* |
| Kanal 5 | -6,07E+04 | 1,86E+05 | -7,37E+04 | 1,22E+05 | 1,819 | 1,30E+04 | 0,740 |
| Kanal 6 | -2,07E+04 | 1,42E+05 | -3,74E+04 | 8,71E+04 | 2,881 | 1,68E+04 | 0,571 |
| Kanal 7 | -2,93E+04 | 3,78E+05 | -9,57E+04 | 1,43E+05 | 0,597 | 6,64E+04 | 0,364 |
| Kanal 8 | -7,69E+04 | 2,09E+05 | -8,16E+04 | 9,79E+04 | 3,8 | 4,64E+03 | 0,911 |
| Kanal 9 | -6,70E+04 | 2,00E+05 | -2,06E+04 | 1,76E+05 | 1,216 | -4,63E+04 | 0,317 |
| Kanal 10 | -3,42E+04 | 1,99E+05 | -2,23E+04 | 1,01E+05 | 1,486 | -1,19E+04 | 0,766 |
| Kanal 11 | -4,71E+04 | 1,42E+05 | -2,44E+04 | 1,50E+05 | 0,334 | -2,27E+04 | 0,519 |
| Kanal 12 | 9,53E+03 | 3,94E+05 | -2,23E+04 | 1,19E+05 | 5,001 | 3,18E+04 | 0,670 |
| Kanal 13 | -3,80E+04 | 1,60E+05 | -4,33E+04 | 9,24E+04 | 2,818 | 5,25E+03 | 0,873 |
| Kanal 14 | -7,67E+04 | 1,80E+05 | 2,31E+04 | 1,23E+05 | 1,945 | -9,98E+04 | 0,011* |
| Kanal 15 | -4,01E+04 | 1,34E+05 | -5,10E+04 | 1,08E+05 | 0,697 | 1,09E+04 | 0,716 |
| Kanal 16 | -4,11E+04 | 9,11E+04 | -7,30E+02 | 6,96E+04 | 1,374 | -4,04E+04 | 0,047* |
| Kanal 17 | 1,56E+04 | 1,11E+05 | -3,06E+04 | 8,59E+04 | 0,383 | 4,63E+04 | 0,063 |
| Kanal 18 | -4,23E+03 | 1,19E+05 | -1,37E+04 | 1,29E+05 | 0,119 | 9,49E+03 | 0,751 |
| Kanal 19 | -2,69E+04 | 1,17E+05 | 1,17E+04 | 1,10E+05 | 0,004 | -3,86E+04 | 0,165 |
| Kanal 20 | -1,39E+04 | 8,22E+04 | 1,99E+03 | 9,94E+04 | 0,302 | -1,59E+04 | 0,466 |
| Kanal 21 | -3,97E+04 | 2,04E+05 | 1,02E+04 | 1,28E+05 | 2,12 | -4,98E+04 | 0,245 |
| Kanal 22 | -7,07E+03 | 7,68E+04 | 3,89E+03 | 6,97E+04 | 0,001 | -1,10E+04 | 0,541 |
| Kanal 23 | -7,18E+04 | 9,47E+04 | -8,22E+04 | 1,25E+05 | 1,967 | 1,04E+04 | 0,693 |
| Kanal 24 | -5,30E+04 | 2,99E+05 | 4,92E+04 | 2,30E+05 | 1,05 | -1,02E+05 | 0,124 |
| Kanal 25 | 1,76E+03 | 1,07E+05 | 8,07E+03 | 7,05E+04 | 0,867 | -6,31E+03 | 0,780 |
| Kanal 26 | -3,63E+04 | 9,46E+04 | -6,52E+03 | 4,65E+04 | 4,575 | -2,98E+04 | 0,117 |
| Kanal 27 | -5,86E+04 | 1,39E+05 | -5,78E+04 | 1,08E+05 | 0,388 | -7,92E+02 | 0,979 |
| Kanal 28 | -5,52E+04 | 1,63E+05 | -2,22E+04 | 1,22E+05 | 0,803 | -3,29E+04 | 0,357 |

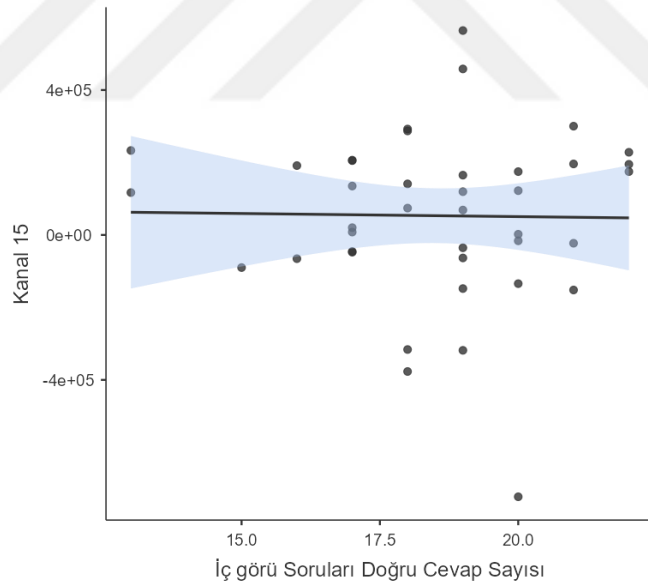
| | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|-------|-----------|---------------|
| Kanal 29 | -1,93E+04 | 8,65E+04 | -4,93E+03 | 6,37E+04 | 0,816 | -1,43E+04 | 0,447 |
| Kanal 30 | -7,80E+04 | 1,30E+05 | -2,76E+04 | 9,39E+04 | 2,329 | -5,04E+04 | 0,077 |
| Kanal 31 | 1,50E+04 | 2,09E+05 | 6,58E+03 | 1,77E+05 | 0,619 | 8,47E+03 | 0,858 |
| Kanal 32 | -1,19E+04 | 1,20E+05 | 1,29E+03 | 1,21E+05 | 0,114 | -1,32E+04 | 0,652 |
| Kanal 33 | -1,63E+04 | 1,36E+05 | 6,45E+04 | 1,53E+05 | 1,158 | -8,09E+04 | 0,023* |
| Kanal 34 | -8,61E+04 | 1,72E+05 | -6,57E+04 | 2,54E+05 | 0,005 | -2,03E+04 | 0,691 |
| Kanal 35 | -4,94E+04 | 1,42E+05 | -1,64E+04 | 7,91E+04 | 7,891 | -3,31E+04 | 0,255 |
| Kanal 36 | -6,09E+04 | 1,48E+05 | 4,68E+03 | 7,80E+04 | 2,113 | -6,56E+04 | 0,031* |
| Kanal 37 | -1,04E+04 | 7,60E+04 | -1,38E+04 | 7,69E+04 | 0,352 | 3,36E+03 | 0,856 |
| Kanal 38 | 1,77E+04 | 7,99E+04 | 1,29E+04 | 7,38E+04 | 0,077 | 4,87E+03 | 0,795 |
| Kanal 39 | -2,72E+04 | 8,57E+04 | -2,02E+04 | 5,49E+04 | 3,282 | -7,01E+03 | 0,697 |
| Kanal 40 | 3,17E+04 | 9,27E+04 | -2,86E+03 | 1,49E+05 | 1,011 | 3,46E+04 | 0,238 |
| Kanal 41 | -3,61E+03 | 1,07E+05 | 3,32E+04 | 9,65E+04 | 0,848 | -3,68E+04 | 0,142 |
| Kanal 42 | -1,40E+04 | 1,08E+05 | 1,47E+04 | 6,78E+04 | 0,702 | -2,87E+04 | 0,208 |
| Kanal 43 | -2,62E+04 | 1,16E+05 | -1,67E+04 | 8,07E+04 | 4,578 | -9,57E+03 | 0,700 |
| Kanal 44 | 1,32E+04 | 1,56E+05 | 4,27E+04 | 1,33E+05 | 0,033 | -2,95E+04 | 0,406 |
| Kanal 45 | 4,08E+04 | 3,77E+05 | 3,62E+04 | 1,89E+05 | 0,467 | 4,62E+03 | 0,951 |
| Kanal 46 | 1,47E+04 | 2,25E+05 | -7,49E+03 | 2,92E+05 | 0,306 | 2,22E+04 | 0,720 |
| Kanal 47 | 1,88E+03 | 1,52E+05 | -1,28E+04 | 1,27E+05 | 0,141 | 1,47E+04 | 0,670 |
| Kanal 48 | 2,12E+04 | 2,36E+05 | 1,92E+04 | 1,35E+05 | 0,794 | 2,08E+03 | 0,966 |

n: Katılımcı Sayısı; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma; *: p<0.005

6.3.7. Genç ve orta yaşlı bireylerde farklı türde soruları yanıtlarken beyinde ortaya çıkan oksihemoglobin konsantrasyon değişiklikleri ile doğru cevaplar arasındaki korelasyon sonuçları

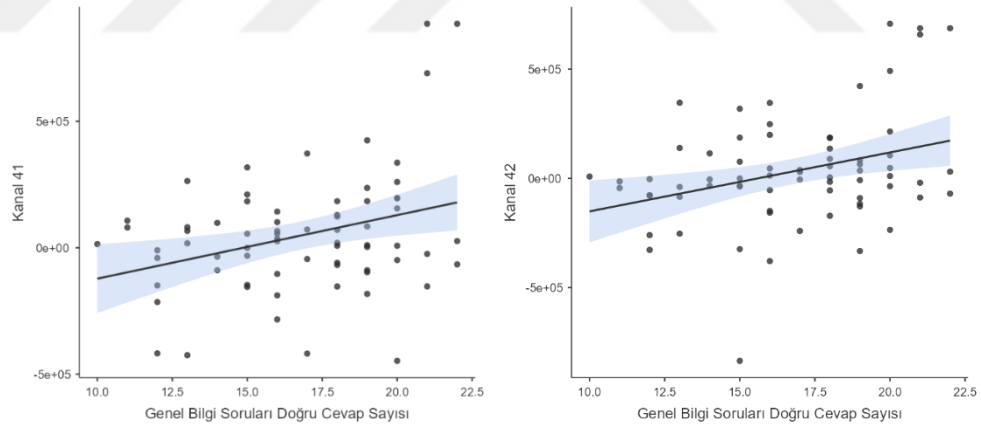
Oksihemoglobin konsantrasyon değişiklikleri ile görüntüleme esnasında sorulan soruların doğru cevapları arasındaki ilişkiye Pearson korelasyon katsayısı testi ile bakılmıştır.

Kanalların oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0.005$). Genç grubun kendi içerisinde oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile iç görü soruları arasında Kanal 15'te (Primer Somatosensoryal korteks, Primer Motor korteks) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 15 $p=0.005$) (Şekil 6.3.7.1). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde de anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır.

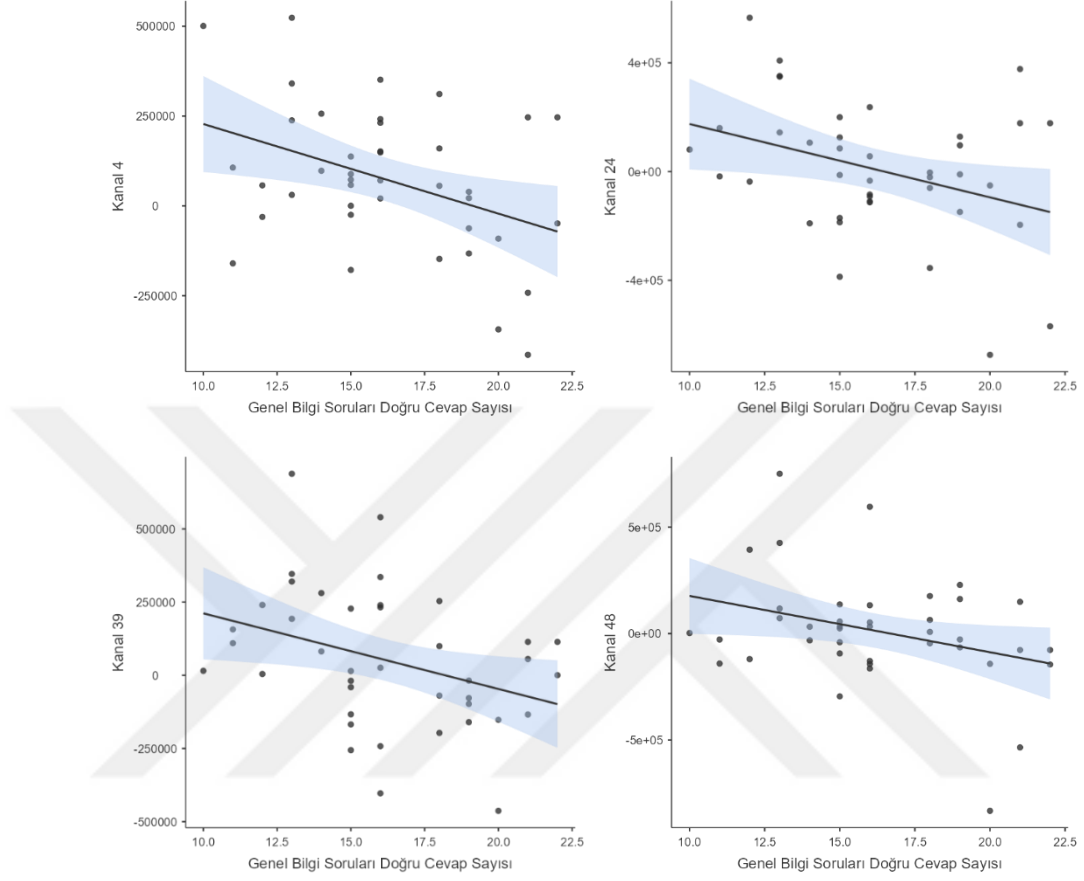


Şekil 6.3.7.1. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 15'teki (Primer Somatosensoryal korteks, Primer Motor korteks) oksihemoglobin konsantrasyonu ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği. (X eksenini iç görü sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

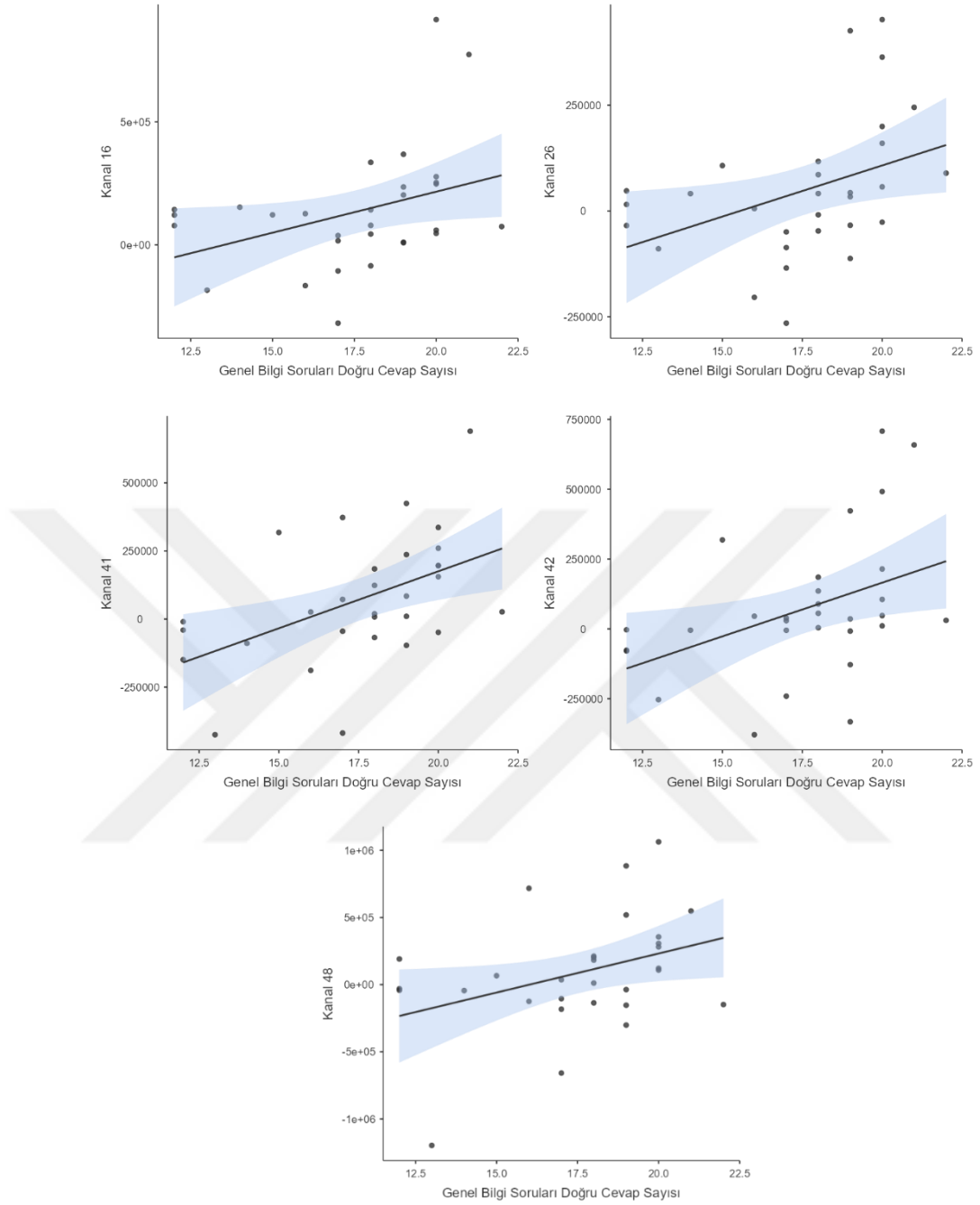
Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile genel bilgi soruları arasında Kanal 41 (Fusiform girus, Süperior Temporal girus) ve 42 (Fusiform girus, Wernike) arasında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 41 $p=0.008$, Kanal 42 $p=0.006$) (Şekil 6.3.7.2). Genç grubun kendi içerisinde Kanal 4 (Temporopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks), 24 (İnferior Prefrontal girus, Süperior Temporal girus), 39 (Primer Somatosensoryal korteks) ve 48'de (Dorsolateral Prefrontal korteks) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 4 $p=0.012$, Kanal 24 $p=0.028$, Kanal 39 $p=0.026$, Kanal 48 $p=0.043$) (Şekil 6.3.7.3). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 16 (Primer Somatosensoryal korteks, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul), 26 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Frontopolar alan), 41 (Fusiform girus, Süperior Temporal girus), 42 (Fusiform girus, Wernike) ve 48'de (Dorsolateral Prefrontal korteks) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 16 $p=0.044$, Kanal 26 $p=0.028$, Kanal 41 $p=0.006$, Kanal 42 $p=0.022$, Kanal 48 $p=0.043$) (Şekil 6.3.7.4).



Şekil 6.3.7.2. Kanal 41 (Fusiform girus, Süperior Temporal girus) ve 42'deki (Fusiform girus, Wernike) oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

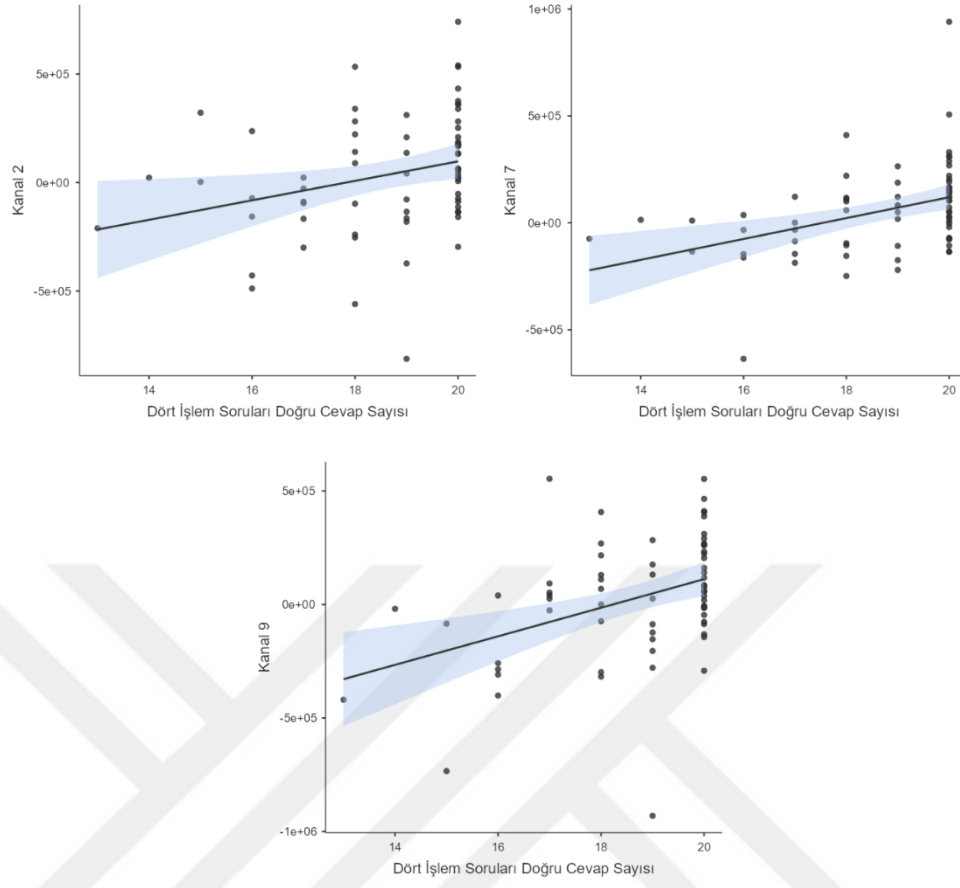


Şekil 6.3.7.3. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 4 (Temporopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks), 24 (İnferior Prefrontal girus, Süperior Temporal girus), 39 (Primer Somatosensoryal korteks) ve 48'deki (Dorsolateral Prefrontal korteks) oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

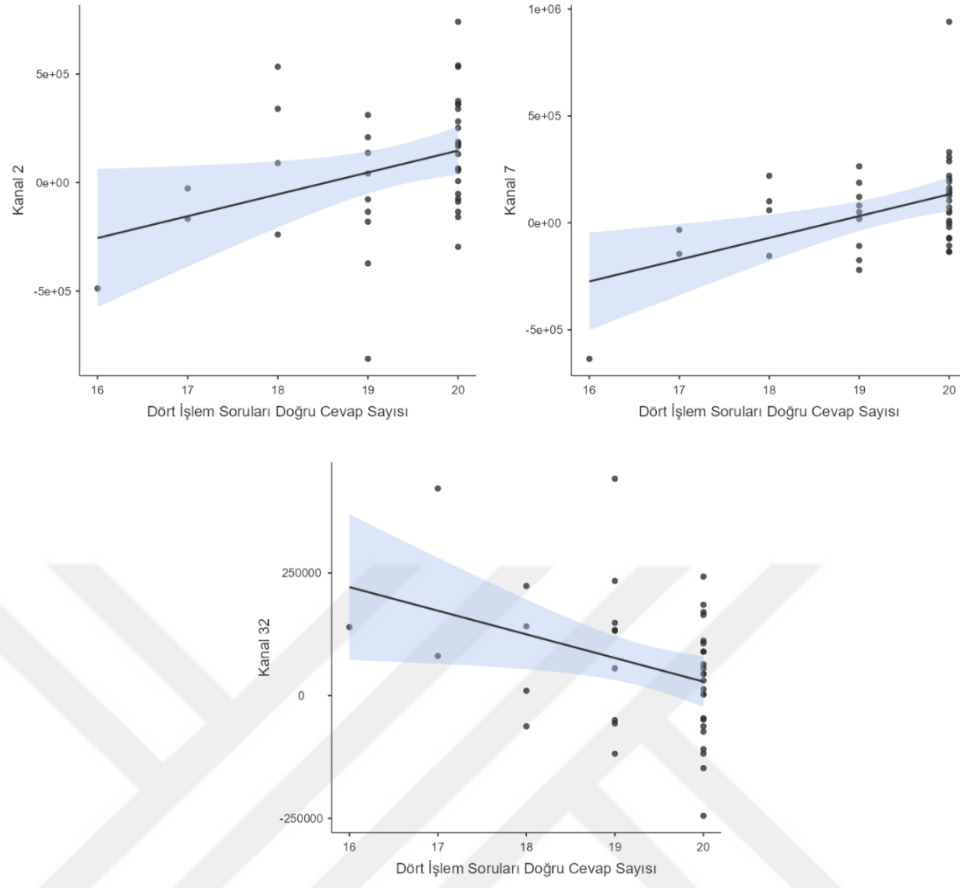


Şekil 6.3.7.4. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 16, 26, 41, 42 ve 48'deki oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini genel bilgi sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

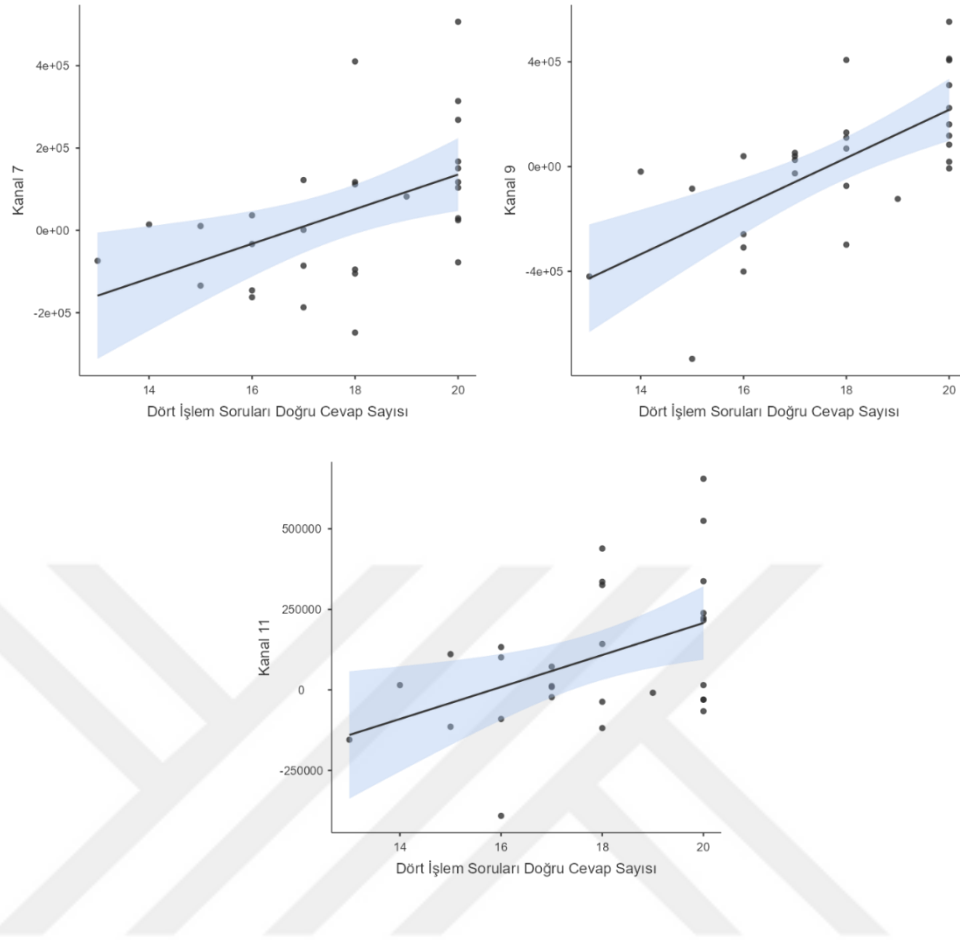
Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile dört işlem soruları arasında Kanal 2 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan), 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı) ve 9 (Süperior Temporal girus, Temporopolar alan) arasında anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 2 $p=0.015$, Kanal 7 $p=0.001$, Kanal 9 $p=0.001$) (Şekil 6.3.7.5). Genç grubun kendi içerisinde Kanal 2 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan), 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı) ve 32'de (Süperior Temporal girus, Premotor/Presuplementer Motor alan) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 2 $p=0.032$, Kanal 7 $p=0.003$, Kanal 32 $p=0.028$) (Şekil 6.3.7.6). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı), 9 (Süperior Temporal girus, Temporopolar alan) ve 11'de (Süperior Temporal girus) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 7 $p=0.007$, Kanal 9 $p=0.001$, Kanal 11 $p=0.012$) (Şekil 6.3.7.7).



Şekil 6.3.7.5. Kanal 2 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan), 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı) ve 9'daki (Süperior Temporal girus, Temporopolar alan) oksihemoglobin konsantrasyonu ile dört işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini dört işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

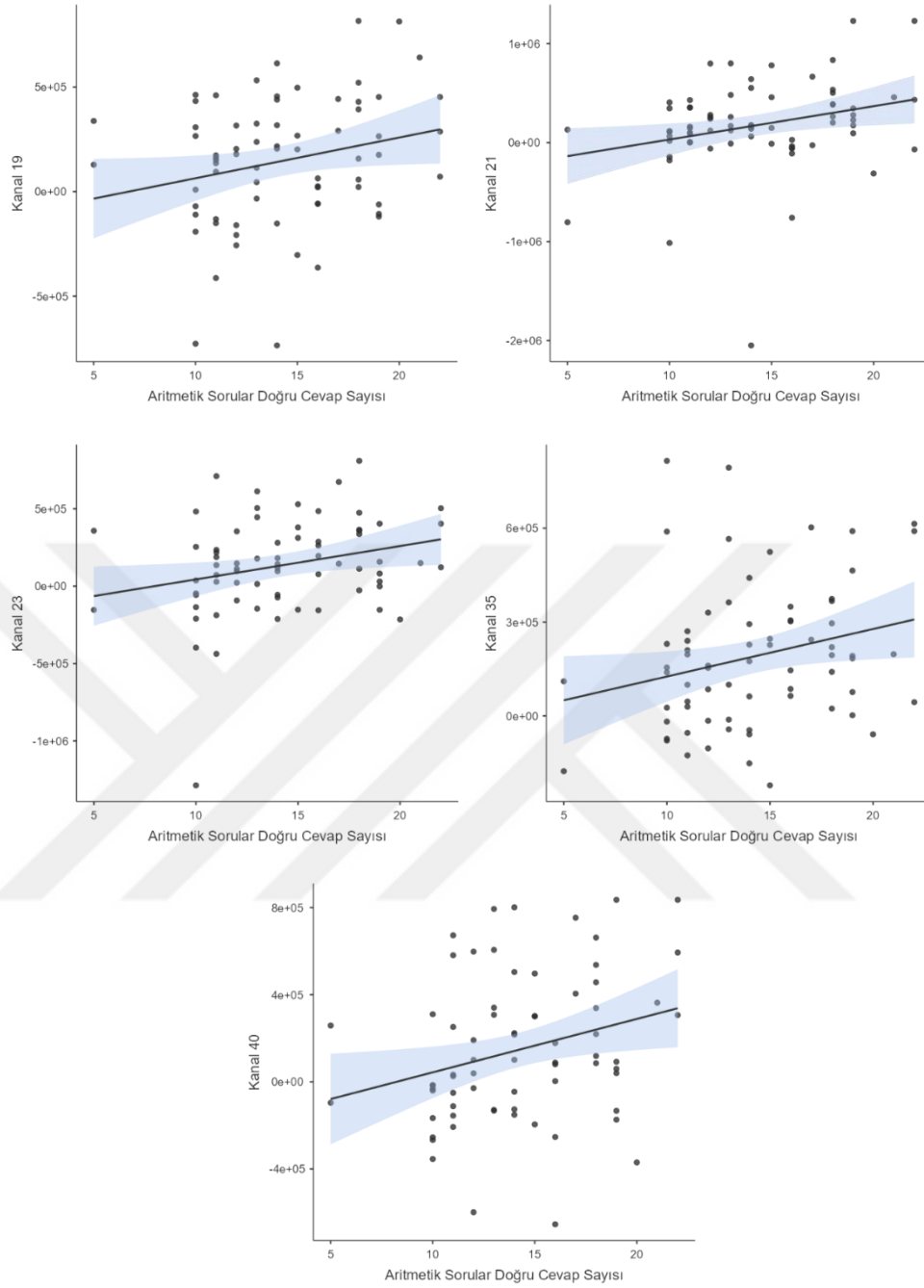


Şekil 6.3.7.6. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 2 (Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan), 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı) ve 32'deki (Süperior Temporal girus, Premotor/Presuplementer Motor alan) oksihemoglobin konsantrasyonu ile dört işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon. (X eksenini dört işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

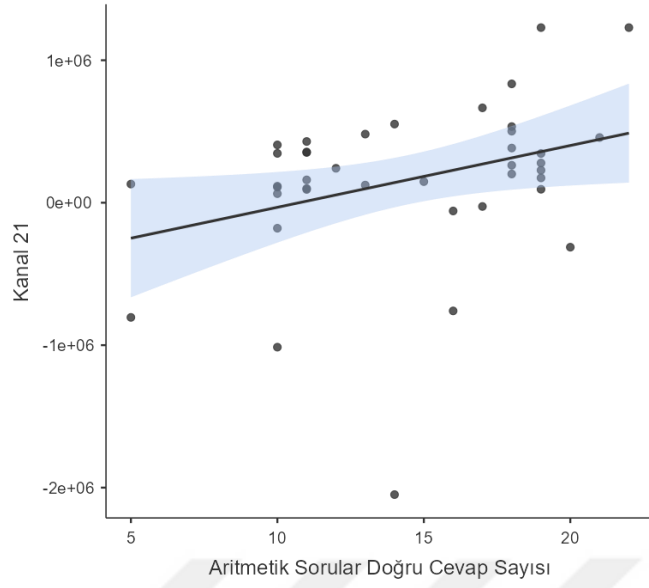


Şekil 6.3.7.7. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 7 (Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı), 9 (Süperior Temporal girus, Temporopolar alan) ve 11'deki (Süperior Temporal girus) oksihemoglobin konsantrasyonu ile dört işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksenini dört işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

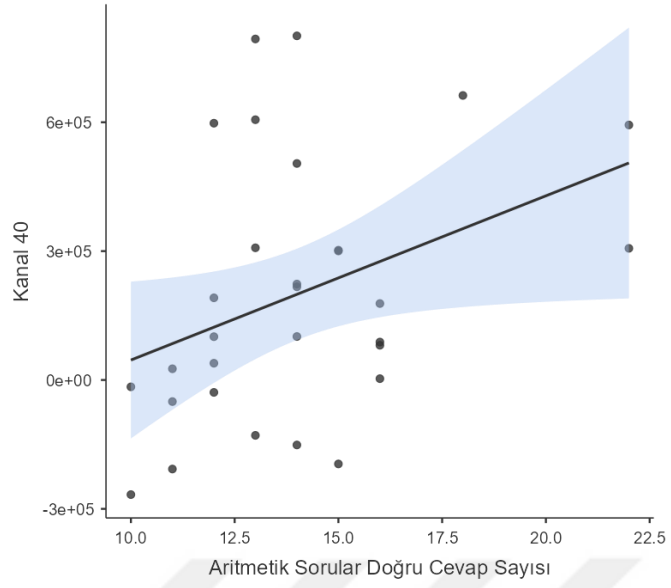
Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile aritmetik sorular arasında Kanal 19 (Süperior Temporal girus), 21 (Wernike, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul), 23 (İnferior Prefrontal girus, Dorsolateral Prefrontal korteks), 35 (Premotor/Suplementer Motor alan) ve 40'ta (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 19 $p=0.044$, Kanal 21 $p=0.020$, Kanal 23 $p=0.027$, Kanal 35 $p=0.035$, Kanal 40 $p=0.021$) (Şekil 6.3.7.8). Genç grubun kendi içerisinde Kanal 21'de (Wernike Bölgesi, Post Santral girus ve Süperior Parietal lobul) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 21 $p=0.034$) (Şekil 6.3.7.9). Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 40'ta (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) anlamlı korelasyon olduğu görülmüştür (Kanal 40 $p=0.044$) (Şekil 6.3.7.10).



Şekil 6.3.7.8. Kanal 19 (Temporal Girus), 21 (Wernike, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul), 23 (İnferior Prefrontal girus, Dorsolateral prefrontal korteks), 35 (Premotor/Suplemer Motor alan) ve 40'taki (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) oksihemoglobin konsantrasyonu ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafikleri. (X eksen aritmetik işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksen oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.3.7.9. Genç grubun kendi içerisinde Kanal 21'deki (Wernike Bölgesi, Post Santral girus ve Süperior Parietal lobul) oksihemoglobin konsantrasyonu ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği. (X eksenini aritmetik işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)



Şekil 6.3.7.10. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Kanal 40'taki (Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi) oksihemoglobin konsantrasyonu ile aritmetik işlem soruları doğru cevap sayısı arasındaki korelasyon grafiği. (X eksenini aritmetik işlem sorularındaki doğru cevap sayısını, Y eksenini oksihemoglobin konsantrasyon gücünü temsil etmektedir.)

7. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, farklı soru tiplerini çözme esnasında beyinde gerçekleşen elektrofizyolojik değişiklikleri EEG osilasyon yöntemi ile ve hemodinamik değişiklikleri fYKS yöntemi ile araştırmak, yaşlanma ile oluşan değişimleri ortaya koymaktır. Çalışmamız, dört farklı soru tipi için, genç ve orta yaşlı bireylerde ortaya çıkan delta ve teta frekans bantlarında olaya ilişkin yanıtların ve oksihemoglobin deoksiheoglobin konsantrasyonunun farklı dinamik yapılarını göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda, yaşlanma ile beyin kan dolaşımının ve beyin elektriksel aktivitesinin etkilendiği bildirilmektedir (67,106). 20-30 yaş ve 65-75 yaş aralığını kıyaslayan bir çalışmada, 65-75 yaş grubunda tüm frekans bantlarında etkilenim olduğu, bu durumun dikkat ve uzamsal çalışma belleğindeki performansı kötü etkilediği gösterilmektedir (80). Başka bir çalışmada, 18-58 yaş aralığında EEG aktivitesinin fraktal boyutunda artış olduğuna, 58 yaş sonrasında ise azalmanın başladığına işaret edilmektedir (106,107). Çalışmamızda, ileri yaşa bağlı olarak akıl yürütmenin ve bilişsel işlevlerin olası bozulma etkisini dışlamak, genç ve orta yaşlı bireyler arasındaki olası işleme farkını ortaya koyabilmek için genç grubu 20-30, orta yaşlı grubu 50-60 yaş aralığındaki sağlıklı bireylerden seçmiş bulunmaktayız. Genç grubun yaş ortalaması 25.07 ± 2.65 iken, orta yaşlı grubun yaş ortalaması 52.83 ± 3.29 'dur. İki grup arasında anlamlı bir yaş farkı olduğu görülmektedir. İki grup arasındaki anlamlı yaş farkının, olası işleme farkını yansıttığını düşünmekteyiz.

Eğitim seviyesinin, problem çözme becerisinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (54). Katılımcılarımız en az 11 sene eğitim almış bireylerden oluşmaktadır. Ancak eğitim seviyesi olarak genç ve orta yaşlı grup arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu farklılık değişen eğitim sistemi ile beraber anaokulu eğitiminin zorunlu hale getirilmesi ve lise eğitiminin 4 seneye uzatılmasından kaynaklanmaktadır (Ortalama eğitim seviyesi, genç grup: 17.77 ± 2.13 , orta yaş grup: 15.29 ± 6.82). Genel bilgi ve aritmetik sorularını aldığımız WAIS ölçeğinin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik

çalışmasında soruların ilkokul mezunu olmayanlara dahi uygulanabilecek düzeyde olduğu bildirilmektedir (4). Uzak Bağlantılar Testinde yer alan soruların geçerlilik güvenilirlik çalışmasında da eğitim düzeyi fark etmeksizin soruların her bireye uygulanabileceği bildirilmektedir (105). Bu anlamda nörogörüntüleme sırasında sorduğumuz soruların bireylerin yapabileceği benzer zorlukta sorular olduğunu, katılımcıların 11 senelik eğitim seviyesinin yeterli olduğunu, eğitim düzeyi arasındaki farkın sonuçlar üzerinde etkisinin olmadığını düşünmekteyiz.

Yapılan çalışmalarda MoCA testinin sonuçlarının yaşa bağlı olarak düşebileceği, 21 puan ve üzerinin normal kabul edileceği bildirilmektedir (108). 18-70 yaş aralığında yaşın MoCA performansındaki etkisini araştıran bir çalışmada, 50 yaş sonrasında performansta düşüşün başladığı bildirilmektedir (109). 50-100 yaş aralığını inceleyen başka çalışmalarda da, yaş ile MoCA puanı arasında negatif korelasyon olduğu gösterilmektedir (110,111). Bizim çalışmamızda orta yaşlı grubun ortalama MoCA puanı genç gruptan düşüktür, ancak aradaki farkın 1 puan gibi az olduğu ve bireylerin normal bilişsel durumda oldukları görülmektedir (Ortalama MoCA puanı, genç grup 28.80 ± 1.45 , orta yaş grubu 27.80 ± 1.60).

Dikkat, bellek ve yürütücü işlevler problem çözme kapasitesi ile ilişkilendirilmektedir (13,112-114). İki grubun bilişsel becerilerini değerlendirdiğimiz testlerde her bir grubun normal sınırlar içerisinde yer aldığı görülmektedir. Yürütücü işlevleri değerlendirdiğimiz Stroop testin süre farkı skorunda, iki grup arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Yaşlı yetişkinler ile genç yetişkinleri kıyaslayan birçok çalışmada, Stroop testte yaşlı yetişkinlerin genç yetişkinlere göre daha kötü performans sergilediği bildirilmektedir (115). Bu durum, kontrol gerektiren bir görev karşısında yaşlı bireylerin gençlere göre daha yavaş hareket ettiğine işaret etmektedir (116). Ancak ileri yaşla beraber ortaya çıkan Stroop test performansındaki bu düşüşün, işlem hızındaki yavaşlanmayı veya bozulmayı tek başına yansıtamayacağı, dikkat, bellek gibi bilişsel fonksiyonu değerlendiren diğer testlerle de sonuçların desteklenmesi gerektiği, aksi halde Stroop testteki bu yavaşlamanın normal kabul edilebileceği bildirilmektedir (117). Yürütücü işlevleri ve bilişsel

becerileri değerlendirdiğimiz diğer testlerde iki grubun sağlıklı sınırlar içerisinde yer aldığı ve aralarında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Çalışmamızdaki Stroop testte ortaya çıkan bu farklılığın, bireysel farklılık olarak görülebileceğini düşünmekteyiz.

Depresyon ve anksiyetenin bireyin başarı durumunu etkilediği, özellikle yüksek derecede depresyonun i görü sorularına doğru cevap verme oranını anlamlı derecede düşürdüğü bildirilmektedir (9,60,114). İki grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Nörogörüntüleme esnasında sorulan sorulara verilen cevapları değerlendirdiğimizde, genel bilgi sorularına verilen doğru cevap oranının ve cevaplama süresinin genç ve orta yaşlı bireyler arasında farklı olmadığı, verilen yanlış cevaplarda ise genç grubun anlamlı derecede daha fazla yanlış yaptığı görülmektedir. Bu bağlamda, 50-60 yaş arası grubumuz, genel bilgi sorularında sahip oldukları bilgi ve deneyimle daha az yanlış cevap vererek 20-30 yaş arası gruptan daha başarılı olmuştur. Genel bilgi sorularının cevaplanması, uzun süreli bellekten bilgiyi geri getirme sürecine, kristalize zeka becerisine dayanmaktadır. Kristalize zeka becerisinin yaşa bağlı değişimini inceleyen WAIS testinin alt ölçeklerini kullanan bir diğer çalışmada da ileri yaşlı grubun daha başarılı olduğu görülmektedir (77). Haslam ve arkadaşlarının yaptığı benzer bir çalışmada, 50-65 yaş arası bireylerin 20-30 yaş arası bireylere göre semantik bellek sorularına daha fazla doğru cevap verdiğini bildirilmektedir (118). 50-60 yaş arası grubun genç gruba göre genel bilgi sorularındaki başarısı, kristalize zeka kuramının yaşa bağlı değişimi ile uyumlu görünmektedir.

İ görü sorularında doğru cevap sayısı iki grup arasında anlamlı farklı değilken, yanlış sayısı ve ortalama cevaplama süresinin orta yaşlı grupta anlamlı derecede daha fazla olduğu görülmektedir. Çalışmamız yaşlanma ile i görü sorularındaki performansını değerlendiren ilk çalışma niteliğindedir. Yanlış cevaplar üzerinden değerlendirildiğinde gençlerin daha başarılı olması, akışkan zeka becerisi sayesinde genç grubun eldeki bilgileri aynı anda idare edebilme ve bilgiler arasındaki bağlantıları hızlı bir şekilde kurabilme becerisinde daha iyi olduğuna işaret etmektedir. Cevaplama sürecini çeşitli bulmaca soruları ile

araştıran bir çalışmada, bulgularımızla benzer şekilde yaşlandıkça cevaplama süresinin uzadığı, yaşlı bireylerin daha yavaş cevap verdiği görülmektedir (86). 20-30 yaş arası grubun başarısı, akışkan zekanın yaşa bağlı değişimi ile uyumlu görünmektedir.

Aritmetik sorulara verilen cevap oranları ve cevap verme süreleri kıyaslandığında, genç ve orta yaşlı grup arasında herhangi bir farklılık olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde Rozencwajg ve arkadaşlarının (83) yaptığı çalışmada, WAIS aritmetik sorularında genç ve yaşlı grupta anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmektedirler.

Dört işlem sorularında tüm cevap oranlarında ve cevaplama süresinde anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Genç grupta doğru sayısının anlamlı derecede yüksek olduğu, orta yaşlı grupta ise yanlış cevap sayısı, boş bırakılan soru sayısı ve cevaplama süresinin anlamlı derecede fazla olduğu görülmektedir. Dört işlem sorularında gençlerin daha başarılı olması, akışkan zeka becerisi sayesinde genç grubun eldeki bilgileri hızla manipüle edebilme ve işlemleri hızla gerçekleştirebilme becerisine işaret etmektedir. 20-30 yaş arası grubun başarısı, akışkanın zeka kuramının yaşa bağlı değişimi ile uyumlu görünmektedir.

Akışkan ve kristalize zeka teorisi ile ilgili yapılan çalışmalarda 14 yaşından itibaren her iki zeka türüne sahip olmakla beraber 20li yaşlarda akışkan zekanın zirveye ulaştığı, 30-40'lı yaşlara kadar plato çizdiği, 40 yaş sonrasında düşüşe geçtiği bildirilmektedir. Bu süreçte özellikle 40 yaş sonrasında kristalize zeka yeteneğinin yükselerek 60 yaşında zirveye ulaştığı 70 yaşından sonra düşüşe geçtiği bildirilmektedir (66,75-77,84). Bizim bulgularımızda iç görü ve dört işlem sorularında genç grubun daha başarılı olması gençlerin akışkan zeka becerisine, genel bilgi sorularında ise orta yaşlı grubun daha başarılı olması kristalize zeka becerisine işaret etmektedir.

EEG bulgularımızdan ilki, 0-500 milisaniye arasında lokasyonda delta yanıtının gücünde anlamlı farklılık olmasıdır. Oksipital bölgede diğer bölgelere göre anlamlı derecede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Lokasyon ve grup arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Genç grupta Frontal bölgede daha güçlü delta yanıtı ortaya çıkmışken orta yaşlı grupta Oksipital

bölgede daha yüksek delta yanıtı ortaya çıkmıştır. İlk 500 milisaniyede orta yaşlı grupta sadece görsel uyarıyı işleme amacıyla delta yanıtının Oksipitalde arttığı, genç grupta ise bilişsel uyarıya tepki olarak Frontal bölgede delta yanıtının arttığı görülmektedir. Bulgumuz, delta yanıtının görsel uyarıyı işleme amacıyla Oksipital bölgede, bilişsel uyarıyı işleme amacıyla Frontal bölgede arttığı bulgularıyla uyumludur (119-125). Ayrıca bulgumuz, ilk 500 milisaniyelik süreçte gençlerde bilişsel işleminin başlayabildiğini, ancak ilerleyen yaşla sadece görsel uyarıyı işlemediğini düşündürmektedir.

Artmış delta yanıtı gücünün, problem çözme sırasında içsel işleme, iç konsantrasyonu; azalmış delta yanıtı gücünün ise dikkatin dış uyarılara çevrilmesini temsil ettiği bildirilmektedir (28,29,126). Ayrıca delta frekansındaki yanıt gücü, ilgisiz uyarıların ve ilgisiz bilgilerin inhibisyon kontrolü ile ilişkilendirilmektedir (127). Gözler açık dinlenme durumu delta aktivitesi gücü ile iç görü sorularını çözerken gerçekleşen delta yanıtı gücünü kıyaslanan bir çalışmada, delta gücünün problem çözme sırasında tüm kortikal alanlarda özellikle prefrontal bölgede daha yüksek olduğu bildirilmektedir (30). Literatürle uyumlu olarak, cevaplama sürecinde delta yanıtı gücünde gerçekleşen artış bulgumuz, bilişsel işlevlerde hedefe yönelik işlemede önemli rol aldığı fikrini desteklemektedir.

0-500, 500-1000 ve 1000-1500 saniyeler arası yaptığımız segmentasyonda, soru tipi ile lokasyonda delta yanıtının anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir. İlk 500 milisaniyede, genç ve orta yaşlı grubun, soru tipine göre delta yanıtının en yüksek ortaya çıktığı bölgelerin birbirinden anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür. Genç grupta aritmetik ve iç görü sorularında Frontal bölgede, genel bilgi sorularında Parietal bölgede, dört işlem sorularında ise Temporo-Parietal bölgede; orta yaşlı grupta ise aritmetik işlem, iç görü soruları ve genel bilgi sorularının işlemlerinin Oksipitalde, dört işlemin Santral bölgede delta aktivasyonunun güçlü olduğu görülmektedir. 500-1000, 1000-1500 milisaniyelik zaman çerçevesinde gruplar arasında fark ortadan kalkmış, 500-1000 milisaniye içerisinde aritmetik sorular, genel bilgi ve dört işlem soruları için Temporalde, iç görü soruları için Oksipitalde delta yanıtı daha

güçlü bir şekilde ortaya çıkmıştır. 1000-1500 milisaniyede ise aritmetik sorular, genel bilgi ve dört işlem soruları için Temporalde, iç görü soruları için Temporo-Parietal delta yanıtı güçlü şekilde ortaya çıkmıştır. Genç ve orta yaşlı grup arasında ilk 500 milisaniyede bir farklılık vardır. Sonrasında soru tiplerine göre beyindeki işleme aynı şekilde ilerlemektedir. Bulgularımız, soru tipi fark etmeksizin 500 milisaniye sonrasında Temporal bölgenin cevaplama önemli bölge olduğuna işaret etmektedir (14) (Tablo 6.2.1). Bu sonuç çalışmamızın önemli bulgularından biridir. Yapılan çalışmalar, özellikle Temporal bölgede gerçekleşen osilasyon değişimlerinin soru çözme sürecinde etkili olduğunu, Temporal bölgenin dil işleme bölgesi olarak soru tipi fark etmeksizin önemli bir rol oynadığını bildirmektedir (2,128,129).

Bulgularımızda, delta yanıtında 0-500, 500-1000 ve 1000-1500 milisaniyelik segmentasyonda, soru tipi ile hemisferde anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. İlk 500 milisaniyede aritmetik sorularda sol hemisferde, diğer sorularda ise sağ hemisferde güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmüştür. Genç grupta aritmetik ve genel bilgi sorularında sol hemisferde, iç görü ve dört işlem sorularında ise sağ hemisferde; orta yaşlı grupta ise tüm soru tiplerinde sağ hemisferde güçlü delta yanıtı ortaya çıkmıştır. 500-1000 milisaniyede aritmetik ve genel bilgi sorularında sol hemisferde, iç görü ve dört işlem sorularının sağ hemisferde güçlü yanıtın ortaya çıktığı, genç ve orta yaşlı grupta da aynı hemisferlerde güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görülmüştür. 1000-1500 milisaniye arasında aritmetik ve genel bilgi sorularında sol, iç görü ve dört işlem sorularında sağ hemisferde güçlü yanıt çıkmıştır. 1500 milisaniyelik süreç boyunca genç ve orta yaş grubu arasındaki fark 0-500 ms'de aritmetik sorular ve genel bilgi sorularında ortaya çıkmıştır. Gençlerde sol hemisfer, orta yaş grubunda ise sağ hemisferde güçlü yanıt söz konusudur. 500-1000 ms'de bir farklılık yokken, 1000-1500 ms'de tek fark genel bilgi sorularında genç grupta sağ, orta yaşlı grupta sol hemisferde daha güçlü yanıt ortaya çıkmıştır. Genel olarak orta yaşlı grupta sağ hemisferde daha güçlü delta yanıtı çıkması literatür bilgisi ile uyumludur (130-132). Hem sağ hem sol hemisferde iki taraflı aktivasyonun görülmesi, sağ hemisferden sol hemisfere veya tersi transferin gerçekleşmesi iki hemisfer arasında karşılıklı ilişkilerin göstergesi olabilir (128).

Kompleks görevlerde, bilişsel işlevlerin gerçekleşmesi durumunda tek bir hemisferin görev almasından ziyade iki hemisferin de görev aldığı geniş bir beyin ağı söz konusu gibi görünmektedir.

Delta yanıtı ile doğru cevap sayıları arasındaki korelasyon bulgularımızda, 0-500 ms'de genel bilgi sorularının doğru cevaplanma oranı ile FP1, FP2 ve F4'te anlamlı korelasyon olduğu; genç grubun kendi içerisinde ayrıca Pz'de anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. 1000-1500 ms'de genel bilgi sorularının doğru cevaplanma oranı ile Cz, T7 ve O1'de; genç grubun kendi içerisinde ayrıca TP7 ve P3'te anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Bulgumuz, literatür bilgisi ile uyumlu olarak bilişsel uyarıyı işleme amacıyla delta yanıtının Prefrontal ve Frontal bölgelerde yüksek çıkmasının önemine işaret etmektedir (119-125). Temporal bölge ile korelasyon, semantik bilgi söz konusu olduğunda Temporal bölgenin önemine işaret etmektedir. Ayrıca bulgularımız, Temporal ve Parietal bölgenin çoklu algısal işleme, sosyal biliş ve dil fonksiyonlarını destekleyen bölgeler olarak genel bilgi sorularını cevaplama önemli etkiye sahip olabileceği fikrini desteklemektedir (12). 1000-1500 ms'de iç görü sorularının doğru cevaplanma oranı ile T8 ve TP8'deki delta yanıtı arasında anlamlı korelasyon olduğu; orta yaşlı grubun kendi içerisinde ayrıca Fz'de anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Sonuçlarımız, Temporal bölgenin dil fonksiyonu görevi ile anlama beceresinin gerçekleştirerek cevaplanma sürecinde önemli etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir (12). Aritmetik soruların doğru cevaplanma oranı ile P4'te orta yaşlı grupta anlamlı korelasyon olduğu bulgusu, Parietal bölgenin matematik işlemlerini gerçekleştirmede etkiye sahip olduğu bilgisini desteklemektedir (21).

Çalışmamızın bulgularından biri 0-400 ve 400-800 milisaniyede soru tipi ile lokasyonda teta frekansında anlamlı farklılık olduğudur. Soru görselinin sunulması sonrası ilk 800 milisaniyede Oksipital bilgede diğer bölgelere göre daha güçlü bir teta yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda olaya ilişkin teta yanıtının dikkat, bellek ve bilişsel işlevlerde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (133-138). Teta frekansının ayrıca çalışma belleğini içeren bilişsel görevlerde etkili olduğu, yeni bilgilerin epizodik belleğe kodlanmasında ve epizodik bellekten bilgilerin geri alınmasında görevli olduğu

bildirilmektedir. İç görü sorularını cevaplama görevi verilen bir çalışmada Parieto-Oksipital bölgedeki teta salınıminin bireyin soru karşısında zihinsel çıkmaza girdiğinde arttığı bildirilmektedir (14,139-142). Bu bağlamda sorunun işlemlenmesinde ve cevaba ulaşmada teta frekansı önem arz etmektedir. Yaşlanma ile beraber telafi edici mekanizmaların devreye girdiği özellikle bellek performansını iyileştirmek amacıyla Frontalde teta yanıtının gençlere göre daha yüksek çıktığı bildirilmektedir (143,144). Orta yaşlı grubumuzdaki bireylerin sağlıklı bilişsel duruma sahip olması ve eğitim seviyesinin yüksek olması sebebi ile böyle bir kompensasyonun henüz başlamadığını düşünmekteyiz.

400-800 milisaniye arasında teta yanıtında soru tipi ve hemisferde anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Aritmetik, genel bilgi ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, iç görü sorularında ise sol hemisferde teta yanıtı daha güçlü çıkmıştır. Post-hoc analizlerde genç grupta aritmetik, genel bilgi ve dört işlemin sağ hemisferde, iç görü sorularında ise sol hemisferde güçlü yanıt çıktığı; orta yaşlı grupta ise aritmetik ve genel bilgi cevaplarken sol hemisferde, iç görü ve dört işlemde sağ hemisferde daha güçlü yanıt ortaya çıktığı görülmektedir. Sağ hemisferin genel semantik kodlamada etkili olduğu, kelimenin gerçek ve birinci anlamı ile ilişkili olduğu, sol hemisferin ise ince semantik kodlamada görev aldığı, soyut kelimeler, mecazi tanımlar metaforlar gibi dolaylı dilin anlaşılmasında etkili olduğu bildirilmektedir (2,130-132). Dahası sağ hemisferin global dikkatle ilintili olduğu, sol hemisferin ise lokal dikkatle ilgili olduğu bildirilmektedir (9). Delta yanıtında ortaya çıkan sonuca benzer şekilde bu durum yine iki hemisferin karşılıklı ilişkisinin bir göstergesi olabilir.

Teta yanıtı ile doğru cevap sayıları arasındaki korelasyon bulgularımızda, 0-400 ms'de genel bilgi sorularının doğru cevaplanma oranı ile Cz, C4, Fz ve Pz'te; genç grubun kendi içerisinde ayrıca C3, F4, TP8'de anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. 400-800 ms'de sadece genç grubun kendi içerisinde C3, Fz ve TP8'de anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Teta yanıtının özellikle Santral ve Frontal bölgelerdeki aktivasyon artışı ile doğru cevap oranı arasındaki korelasyonu, teta frekansının çalışma belleğini içeren bilişsel görevlerde etkili olduğu bulgusu ile uyumlu görünmektedir. Temporo-

Parietal ve Parietal bölgelerdeki teta yanıtının bellekten bilgilerin geri çağrılmasında görevli olduğu bulgularını desteklemektedir (137,138). 0-400 ms'de iç görü soruları ile Pz arasında; genç grubun kendi içerisinde ayrıca P3, P4, TP8'de anlamlı korelasyon bulunmaktadır. 400-800 ms'de iç görü soruları ile teta yanıt gücünün arasında P3ve P4'te; genç grubun kendi içerisinde ayrıca TP8'de anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Parietal bölgedeki bu aktivasyon, diğer çalışmalardaki iç görü sorularının cevaplanma süreci bulguları ile uyumlu olarak, soru karşısında zihinsel çıkmazdan cevaba ulaşma sürecinde tetanın Parietal bölgede güçlü şekilde ortaya çıkmasının önemine işaret etmektedir (14). Dört işlem soruları doğru cevap oranı ile 400-800 ms'deki teta aktivasyonu arasında T7, O1 ve O2'de anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Bulgumuz, görsel olarak sunulmuş soruların algılanmasında Oksipital bölgedeki teta yanıtı, matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesinde Temporal bölgenin önemine işaret etmektedir (6,137,138).

Yapılan çalışmalarda iç görü sorularının sağ hemisferde, analitik soruların sol hemisferde cevaplandığına dair genel bir kanı olmakla birlikte, farklı sonuçlar da bildirilmektedir (3,21,129). Bizim çalışmamızda da literatür bilgisi ile uyumlu şekilde iç görü sorularını cevaplama sürecinde sağ hemisferin baskın rol oynadığı görülmektedir (Tablo 6.2.2). Bulgularımızda aritmetik işlem ve genel bilgi soruları karşısında her iki hemisferin aktif ve sıralı şekilde görev aldığı görülmektedir. Kompleks fonksiyonların gerçekleştirilmesi sürecinde iki hemisferin aktif rol aldığı bilgisi ile bulgularımız uyumlu niteliktedir (3,21,129). Genel bilgi ve aritmetik soruların işlem sürecinin genç ve orta yaşlı grupta farklı sırada gerçekleştiği görülmektedir, bu durum akışkan ve kristalize zekanın hemisferlerdeki karşılığı olarak görülebilir. Dört işlem sorularının cevaplanmasında ise sağ hemisferin baskın olduğu görülmektedir. Her ne kadar sayısal fonksiyonlarda sol hemisferin etkili olduğu kabul edilse de sağ hemisfer mental rotasyon başta olmak üzere matematiksel işlemlerde sayı ve sembollerin algılanması ve işlenmesinde önemli etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmektedir (145).

Hemodinamik yanıtı değerlendirdiğimiz sonuçlarımızda, hem genç grubun kendi içerisinde hem de orta yaşlı grubun kendi içerisinde, tüm soru

tiplerinin birbiri ile karşılaştırılması sonucunda tüm bölgelerde en güçlü aktivasyon artışının aritmetik sorularda olduğu görülmektedir. Bu durum, çalışmamızda sormuş olduğumuz aritmetik sorular gibi hem sözel hem sayısal veri içeren kompleks soru tiplerinde daha fazla aktivasyonun ortaya çıktığı bulguları ile uyumludur (21).

Genç grubun kendi içerisinde, oksihemoglobinin yoğunluğunun anlamlı çıktığı bölgeler, en düşük konsantrasyondan en yüksek konsantrasyona sırasıyla iç görü sorularını, genel bilgi sorularını, dört işlem sorularını ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken, Dorsolateral Prefrontal korteks, Frontopolar alan, Post Santral girus, Temporopolar alan, Süperior Temporal lobul, Süperior Parietal lobul, Fusiform girus, Wernike, Broka, Premotor alan, preSMA, SMA ve Primer Motor kortekstir.

Orta yaşlı grubun içerisinde, oksihemoglobinin yoğunluğunun anlamlı çıktığı bölgeler, en düşük konsantrasyondan en yüksek konsantrasyona sırasıyla iç görü sorularını, genel bilgi sorularını, dört işlem sorularını ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken (oksihemoglobinin yoğunluk sırası genç grup ile aynı şekildedir), Dorsolateral prefrontal korteks, Fusiform girus ve Süperior Temporal lobuldür. Orta yaşlı grupta anlamlı aktifleşen bölge sayısının, genç gruba kıyasla çok azaldığı görülmektedir. Bilişsel yaşlanma teorisi içerisinde yer alan, bilişsel kaynaklara ulaşmanın kısıtlanması hipotezinde (resource reduction) bilişsel bir görev esnasında beyinde spesifik bölgelere ulaşmanın sınırlandırıldığı, bunun neticesinde dikkat, bellek ve işlem hızı fonksiyonlarında etkilenim olduğu bildirilmektedir (146). Soru cevaplarırken orta yaşlı grupta anlamlı aktifleşen bölge sayısının bu kadar azalmış olması, bu hipotezi destekler niteliktedir. Benzer şekilde, oksihemoglobinin yoğunluğunun en düşükten en yükseğe sırasıyla iç görü sorularını, dört işlem sorularını, genel bilgi sorularını ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken anlamlı çıktığı bölgeler, genç grupta Broka, Süperior Temporal girus, Premotor alan, preSMA ve Primer Motor korteks iken; orta yaşlı grupta sadece Wernike Bölgesidir. Yaşlanma ile cevap verme görevini dil işleme ve anlama üzerinde önemli etkiye sahip Wernike bölgesi üstlenmiştir. Bilişsel kaynaklara ulaşmanın kısıtlanması ile beraber muhtemel bir kompensasyon gerçekleşmektedir (146).

Grupların kendi içerisindeki soru tiplerine göre aktivasyon bölgelerine baktığımızda iki farklı yoğunluk sıralaması ile farklı kortikal bölgelerin aktifleştiğini de görmekteyiz. Genç grubun kendi içerisinde, oksihemoglobin yoğunluğunun en düşükten en yükseğe sırasıyla genel bilgi sorularını, iç görü sorularını, dört işlem sorularını ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken anlamlı çıktığı bölge, Dorsolateral Prefrontal kortekstir. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, oksihemoglobin yoğunluğunun en düşükten en yükseğe sırasıyla dört işlem sorularını, iç görü sorularını, genel bilgi sorularını ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken anlamlı çıktığı bölgeler, Premotor alan, PreSMA ve Somatosensoryal kortekstir. Yaşlanmaya bağlı olarak, farklı kompensasyon ve cevaplama stratejilerinin geliştirilebileceği, bu durumda farklı bölgelerin farklı aktivasyon şiddetleri ile aktifleşebileceği bildirilmektedir (67).

Hemodinamik yanıtı değerlendirdiğimiz sonuçlarımızda özellikle genç grupta her soru türünde daha güçlü oksihemoglobin yoğunluğunun olduğu görülmektedir. Bulgularımız, oksihemoglobin yoğunluğunun yaşa bağlı azaldığı bulguları ile uyumludur (147-150). Genç grupta soru çözerken geniş bir beyin ağının hakim olduğu, orta yaşlı grupta ise benzer bölgelerde aktivasyon çıkmasına rağmen beyin ağının daraldığı, ayrıca soru tipleri karşısında anlamlı aktivasyon gösteren bölge sayısının azaldığı görülmektedir.

Genç grup ile orta yaşlı grubu kıyasladığımız bulgularımız içerisinde, tüm soru tiplerinde anlamlı derecede genç grupta daha yüksek aktivasyon artışının olduğu bölge Broka bölgesidir. Broka alanı, dil becerisinde özel bölge olmakla beraber, dilsel olmayan bilişsel görevler esnasında da aktif rol oynamaktadır. Fronto-Temporal ve Fronto-Parietal iki networke de etki ederek aritmetik işlemler ve yürütücü işlevler başta olmak üzere pek çok fonksiyonda görev almaktadır (151). Yapılan çalışmalarda, sözel bilgi içeren sorularda Broka bölgesinde anlamlı bir aktivasyon artışı olduğu bildirilmektedir. Aritmetik işlem sorularında sözel bilginin varlığı söz konusu olunca daha güçlü Broka aktivasyonunun ortaya çıktığı bildirilmektedir (152). Dilin, insan zihninin basit/temel öncüllerden yeni karmaşık kavramları türetmesini sağlayan adeta zihinsel bir 'yapıştırıcı' olarak görülebileceği bildirilmektedir (153). Dilin yapıştırıcı görevini üstlenen bölgesi olarak görülen Broka, hem bir dil işlemcisi

olarak hem de bilişsel işlevlerde görev alarak problem çözme sürecine katkıda bulunmaktadır.

İç gözü, aritmetik ve dört işlem soru tiplerini cevaplarırken DLPFK, PreSMA, Süperior Temporal girus ve Primer Motor kortekste gençlerde daha yüksek anlamlı aktivasyon artışı olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar Frontal bölgenin özellikle de Prefrontal bölgenin tüm problem çözme süreçleri için ortak bir bilişsel merkez ve dikkat ağında çekirdek nokta olduğunu bildirmektedir. Bir problem ile karşılaşıldığı zaman problemi idrak etme ile cevaplama süreci başlamaktadır. Bu bağlamda DLPFK, bilginin korunması, izlenmesi ve hedefe yönelik bilinçli adımların atılmasında sorumlu bölge olarak görülmektedir. İç gözü sorularını cevaplarırken gerçekleşen süreç bilinçli bir şekilde açıklanamamaktadır, ancak açıklanamayan süreç problem idraki sonrası gerçekleşen zihinsel çıkamaz ile problemin yeniden yapılandırma aşamasıdır. İç gözü sorusu sorularak yapılan hemen her çalışmada DLPFK'te anlamlı aktivasyon artışı bildirilmektedir (3,6,152). Bu durum, cevaplama sürecinin bilinçli olarak açıklanamadığı durumlarda da DLPFK'in merkezi rol oynadığına işaret etmektedir. DLPFC, veriler arasında ilişki kurma, kural oluşturma görevlerinde, bilgileri hafıza ile ilişkilendirmede etkili bölgedir. Bilişsel işlevin gerçekleştirilmesi için yürütücü fonksiyonlarda önemli role sahip olduğu bildirilmektedir. Görev esnasında var olan bilgileri hazır bulundurmanın yanı sıra, tüm problemlerin çözüm süreciyle de ilgilidir, yeni bilgiyi oluşturmak için ilgili manipülasyonları ve bütünleştirmeleri sağladığı düşünülmektedir (154). PreSMA'nın soru cevaplama esnasında ortak bir bellek ağında görev aldığı, çalışan bellek ile koordineli olduğu, yüksek iç gözü anlarında, 'buldum' denilen noktalarda aktivasyonunun güçlü şekilde ortaya çıktığı bildirilmektedir (6,155). Ayrıca preSMA'nın, kuralların uygulanması sürecinde aktifleştirdiği, kısa sürede cevap talep edilmesi durumunda etkili olduğu, görevlerinin motor görevlerle sınırlandırılmayacağı bildirilmektedir (154-157). Süperior Temporal girus, problem çözme becerisinin merkezi olarak görülmektedir. Hemen hemen tüm soru tipleri ile yapılan çalışmalarda, meta analizlerde Temporal girusta anlamlı aktivasyon artışı olduğu bildirilmektedir. Özellikle anlamsal ilişkinin kurulmasında, bilginin kodlanılmasında, geri çağılmasında, soruda verilen

bilgiler üzerinden cevabın yapılandırılması aşamasında etkili bölge olduğu bildirilmektedir (6,55-58). Primer motor korteksin, özellikle motor fonksiyonun planlanması, gerçekleştirilmesi ve yürütülmesinde görevli olduğu bilinmektedir (158). Ayrıca, kuralların işlenmesi, zihinsel rotasyon ve motor eylemlerin görsel canlandırılmasında aktifleştigi gösterilmektedir (154). Dikkat işlevinde, öğrenme süreçlerinde, yüksek seviyeli motor eylem hesaplamalarında etkili bölge olduğu görülmektedir. Son çalışmalar, görevinin sadece motor fonksiyonla ilişkili olmadığına işaret etmektedir (152,154). Bulgularımızda yer alan, Primer motor kortekste anlamlı aktivasyon artışı, görev yükümüzde yer alan tıklama görevine bağlı olarak ortaya çıkmış olabileceği gibi, problem çözme sürecinde etkili bölge olmasından da kaynaklanabilir.

Parietal bölge, özellikle sayı ve simgelerden oluşan aritmetik sorularda etkili bölge olarak görülmektedir. Sayısal semboller hakkında bilgiden sorumlu bölge olduğu, basit aritmetik işlemlerin, ezbere yapılan işlemlerin depolandığı bölge olabileceği bildirilmektedir (21,159). Literatürle uyumlu olarak çalışmamızda da dört işlem soruları ile Post Santral girus ve Süperior Parietal lobülde genç grupta orta yaşlı gruba göre anlamlı aktivasyon artışı olduğu görülmektedir. Ayrıca matematik sorularında dil bölgelerinde de anlamlı aktivasyon artışı olduğu görülmektedir.

İç görü ve dört işlem sorularını cevaplarken Wernike bölgesinde genç grupta orta yaşlı gruba göre anlamlı aktivasyon artışı olduğu görülmektedir. Dil işleme ve anlama üzerinde önemli etkiye sahip olan Wernike bölgesinin, bulgularımızla uyumlu olarak kelime bulmacaları çözmeye ve kelimedenden bağımsız olarak sayı ve sembollerini içeren soruları çözmeye aktif bölge olduğu bildirilmektedir (152,160).

İç görü soruları ile ilgili diğer çalışmalarla uyumlu olarak, sonuçlarımızda İnférieur Frontal girusta iç görü sorularını cevaplarken genç grupta orta yaşlı gruba göre anlamlı aktivasyon artışı olduğu görülmektedir. İnférieur Frontal girusun dikkat, bellek, inhibisyon, bir durumdan başka bir duruma geçme, dil, genel kognitif kontrol ve yeni fikir üretmede etkili bölge olduğu bildirilmektedir (3). İç görü sorularının aslında temsil etmiş olduğu yeni

fikir üretme, evreka anı göz önüne alındığında, bulgumuz buluş anı için İnférieur Frontal girusun önemli olabileceğine işaret etmektedir.

Fusiform girusu, iç görü sorularını cevaplarırken genç grupta orta yaşlı gruba göre anlamlı aktivasyon artışı olduğu görülmektedir. Fusiform girusun, nesne özelliklerini kodlama, nesnelere sınıflandırma, tüm kelimeleri ve nesnelere temsil eden ayrıntılı şemaları oluşturma ve şemalara kelimeleri uygun şekilde entegre etme görevinde rol aldığı bildirilmektedir (21). İç görü sorularında verdiğimiz kelimelerle uyumlu olacak kelimeyi bulma sürecinde Fusiform girusdaki aktivasyon artışı fusiform girusun tanımlanan görevleri ile uyumludur.

Oksihemoglobin konsantrasyonu ile doğru cevap sayıları arasındaki korelasyon bulgularımızda, genç grubun kendi içerisinde iç görü sorularının doğru cevaplanma oranı ile Primer Somatosensoryal korteks ve Primer Motor kortekste (Kanal 15) anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Somatosensoryal korteks, duysal girdileri alan, duysal bilgi ile semantik bilgileri eşleştiren, semantik bilginin kodlanmasında Talamus başta olmak üzere subkortikal yapılarla etkileşimde olan Parietal lobun bir bölgesidir (41). İç görü soruları gibi kavramlar arasında bağlantı kurulmasını gerektiren soruların doğru cevaplanma oranı ile korelasyonu, Somatosensoryal korteksin görevinin sadece duysal girdi işleme ile kısıtlı olmadığına kavramlar arası bağlantı kurulmasında, duysal bilgi ile semantik bilginin eşleştirilmesinde etkili bölge olduğuna işaret eder niteliktedir. Primer Motor kortekste anlamlı aktivasyon, primer motor korteksin kognitif işlevlerde etkili olduğu fikri ile uyumlu görünmektedir (152,154). Ancak bu durum, görev tasnifimizde yer alan tıklama görevine bağlı olarak ortaya çıkmış olabileceği gibi, problem çözme sürecinde etkili bölge olmasından da kaynaklanabilir.

Oksihemoglobin konsantrasyonu ile genel bilgi soruları doğru cevap sayıları arasındaki korelasyon bulgularımızda, Fusiform girus, Süperior Temporal girus ve Wernike bölgesinde anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Genç grubun kendi içerisinde ayrıca Temporopolar bölge, İnférieur Prefrontal bölge, DLPFK'te; orta yaşlı grubun kendi içerisinde Süperior Parietal lobul, Frontopolar bölge ve DLPFK'nın anlamlı derecede korele olduğu görülmektedir. Genel bilgi sorularında hem literatür hem de EEG korelasyon

sonuçlarıyla uyumlu olarak DLPFK, Frontal bölge, Temporal bölge ve Wernike bölgelerinin önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir (6,55-58,161,162).

Oksihemoglobin konsantrasyonu ile dört işlem sorularının doğru cevap sayıları arasındaki korelasyon bulgularımızda, DLPFK, Temporopolar bölge, Broka, PreSMA, Süperior Temporal girus ile anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Dört işlem gibi sayı ve sembollerin zihinsel rotasyonuna dayanan işlemlerde Broka bölgesi, dikkat fonksiyonu için DLPFK ve işlem yapılması için Temporal bölgeler önem arz ettiği düşünülmektedir.

Oksihemoglobin konsantrasyonu ile aritmetik işlem sorularının doğru cevap sayıları arasındaki korelasyon bulgularımızda, Süperior Temporal girus, Wernike, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, İnférieur Prefrontal girus ve DLPFK ile anlamlı korelasyon olduğu görülmektedir. Bulgumuz, üçlü kod hipotezi ile uyumlu bulunmaktadır. Üçlü kodda etkili olduğu bildirilen Temporal, Parietal ve Perisilviyan bölge ile benzer şekilde, cevaplama sürecinde Temporal ve Parietal bölgede aktivasyon ortaya çıkmış, dil işlevleri Wernike bölgesi aktivasyonu ile gerçekleştirilmiştir (16-21). Tüm bilişsel süreçlerde olduğu gibi Frontal bölge özellikle de DLPFK anlamlı aktivasyon ortaya çıkıştır.

Herhangi bir problem ile karşılaşıldığı zaman, soru tipinden bağımsız olarak gerçekleşecek olan ilk adım, problemin kendisinin, soru ile ima edilen durumun veya problemin bağlamıyla ilişkili olan kuram/kural setlerinin anlaşılması, tanımlanmasıdır. Yapılan çalışmalarda, problemin cevaplanma sürecinin gerçekleşmesi için öncelikle beyinde Merkezi bir sinir ağının görev aldığından bahsedilmektedir (152). Bu merkezi ağın beyinde inter ve intra hemisferik bölgelerde aktifleşerek ortaya çıktığı, sabit, basit, bire bir etkinleşen bir bölgeye indirgenemeyeceği, beyine dağılmış geniş bir ağ şeklinde bulunduğu düşünülmektedir (163). Problem çözme ile ilgili devam eden süreçler de dinamiktir, soru tipine, zorluğuna, sorunun içerdiği semantik, sembolik bilgilere göre merkezi sinir ağından spesifik olarak özel sinir ağına geçiş yapılmaktadır. Burada da çoklu talep olarak adlandırılabilir bir nöral ağ devreye girmektedir (164). Muhtemelen merkezi sinir ağı, soru ile ilgili temel verilerinin tanımlanmasından sonra, soru tipine uygun olarak spesifik bölgelerin aktivasyonuna zemin hazırlamakta, bilgi aktarımını gerçekleştirmektedir.

Karmaşık cevaplama süreci alt parçalara indirgenerek, ardışık görev adımları gerekli bilişsel işlemleri gerçekleştirmek için beynin ilgili alanlarına aktarılmaktadır (152). Bulgularımız, problem çözme becerisinin gerçekleşmesi için merkezi bir nöral ağın varlığıyla beraber soru tipine göre spesifik bölgelerin problem karşısında etkinleştiği fikrini desteklemektedir. Sağlıklı yaşlanma ile bilişsel işlevlerde yavaşlamanın gerçekleştiğini, aktifleşen beyin bölge sayısında azalma olduğunu, ancak kristalize zeka becerisi ile bireylerin bilişsel işlevleri gerçekleştirebileceğini göstermektedir.

7.1.Limitasyonlar

Çalışmamızda bazı limitasyonlar bulunmaktadır. Sadece sağ el baskın kullanan bireyleri almış olmamız lateralize networklerinin tanımlanması hususunda muhtemel bir kısıtlılığa sebebiyet vermiş olabilir. Daha genç ve daha yaşlı bireylerden oluşan grupları ekleyerek daha uzun bir süreci göz önüne koyabilirdik. Çalışmamızda hemodinamik yanıtı değerlendirdiğimiz FYKS tekniği ile sadece kortikal bölgelerde görüntüleme elde etmiş bulunmaktayız, subkortikal yapılarda gerçekleşmesi muhtemel aktivasyon değişimlerini gösterememiş bulunmaktayız. Görsel uyarın olarak sunulan soruların cevaplanma sürecini araştırmış bulunmaktayız, soruların işitsel olarak sunulması başta olmak üzere farklı sunum şekilleri ile cevaplanma süreci araştırılabilirdi.

8. SONUÇ

Çalışmamızda, farklı soru tiplerini çözme esnasında beyinde gerçekleşen elektrofizyolojik değişiklikleri EEG osilasyon yöntemi ile ve hemodinamik değişiklikleri fYKS yöntemi ile görüntülemek, yaşlanma ile oluşan değişimleri araştırmayı amaçladık.

1. Soru uyaranının ardından ilk 500 milisaniye zaman aralığında delta yanıtında Oksipital lokasyonda diğer lokasyonlardan daha büyük delta yanıtları olduğu görüldü. Genç grupta Frontal bölgede delta yanıtının orta yaşlı gruptan ve diğer bütün lokasyonlarındaki delta yanıtlarından daha yüksek olduğu; orta yaşlı grupta ise delta yanıtının Oksipital bölgede en yüksek olduğu bulundu.
2. Soru uyaranının ardından ilk 500 milisaniye zaman aralığında genç grubun delta yanıtının aritmetik ve iç görü sorularında Frontal bölgede, genel bilgi sorularında Parietal bölgede; dört işlem sorularında Temporo-Parietal bölgede yüksek yanıt verdiği görüldü. Orta yaşlı grubun ise aritmetik, iç görü ve genel bilgi sorularında Oksipital bölgede, dört işlem sorularında Santral bölgede daha yüksek delta yanıtının ortaya çıktığı görüldü.
3. 0-500 milisaniyede delta yanıtı için, aritmetik sorularda sol hemisferde, diğer tüm soru tiplerinde ise sağ hemisferde anlamlı bir farklılık olduğu bulundu. Genç grupta aritmetik sorular ve genel bilgi sorularında sol hemisferde; iç görü soruları ve dört işlem sorularında ise sağ hemisferde güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görüldü. Orta yaşlı grupta anlamlı bir fark olmadığı, tüm soru tiplerinde sağ hemisferde güçlü yanıtın ortaya çıktığı görüldü.
4. 500-1000 milisaniye zaman aralığında delta yanıtı için aritmetik, genel bilgi ve dört işlem sorularında Temporal bölgede, iç görü sorularında Oksipital bölgede daha yüksek yanıtın ortaya çıktığı görüldü. Genç ve orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı bir farklılık olmadığı bulundu.
5. 500-1000 milisaniyede delta yanıtının, iç görü ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, genel bilgi ve aritmetik işlem sorularında sol hemisferde daha güçlü ortaya çıktığı görüldü. Genç ve orta yaşlı grubun kendi içerisinde

aritmetik işlem ve genel bilgi sorularında sol hemisferde, diğer soru türlerinde ise sağ hemisferde daha güçlü yanıtın ortaya çıktığı bulundu.

6. 1000-1500 milisaniye zaman aralığında aritmetik, genel bilgi ve dört işlem sorularında Temporal bölgede, iç görü sorularında ise Temporo-Parietal bölgede daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı görüldü. Genç ve orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı bir farklılık olmadığı bulundu.
7. 1000-1500 milisaniyede delta yanıtta aritmetik sorularda ve genel bilgi sorularında sol hemisferde, iç görü sorularında ve dört işlem sorularında sağ hemisferde daha güçlü yanıtın ortaya çıktığı görüldü. Genç grubun kendi içerisinde anlamlı bir farklılık görülmedi. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde sağ hemisferde daha güçlü delta yanıtının ortaya çıktığı bulundu.
8. 0-500 milisaniyede delta yanıtı ile FP1, FP2 ve F4 elektrotlarında genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde, anlamlı pozitif korelasyonun sadece genel bilgi sorularında FP1, FP2 ve Pz elektrotlarında ortaya çıktığı bulundu. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı korelasyon bulunmadı.
9. 500-1000 milisaniyede delta yanıtı ile soru tipleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadı.
10. 1000-1500 milisaniyede delta yanıtı ile Cz, T7 ve O1 elektrotlarında genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. T8 ve TP8 elektrotlarında delta yanıtı ile iç görü soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde Cz, T7, TP7 ve P3 elektrotlarında delta yanıtı ile genel bilgi soruları doğru cevap sayısı arasında anlamlı korelasyon olduğu bulundu. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde aritmetik soruları cevaplarken P4 elektrotunda delta yanıtı ile arasında, iç görü sorularını cevaplarken ise Fz elektrotundaki delta yanıtı ile arasında anlamlı korelasyon olduğu görüldü.
11. 0-400, 400-800 milisaniye zaman aralıklarında teta yanıtının Oksipital bölgede daha güçlü çıktığı görüldü.
12. 400-800 milisaniye zaman aralığında teta yanıtının, aritmetik, genel bilgi ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, iç görü sorularında ise sol

hemisferde daha güçlü ortaya çıktığı bulundu. Genç grupta aritmetik işlem, genel bilgi ve dört işlem sorularında sağ hemisferde, iç görü sorularında ise sol hemisferde; orta yaşlı grupta aritmetik işlem ve genel bilgi sorularında sol hemisferde; iç görü ve dört işlem sorularında sağ hemisferde daha güçlü bir teta yanıtı ortaya çıktığı görüldü.

13. 0-400 milisaniyede teta yanıtı ile Cz, C4, Fz ve Pz elektrotlarında genel bilgi soruları arasında anlamlı pozitif korelasyon olduğu görüldü. P4 elektrotunda iç görü sorularını doğru cevaplarırken anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde, anlamlı pozitif korelasyon genel bilgi sorularını cevaplarırken C3, Cz, C4, Fz, F4 ve TP8 elektrotlarında ortaya çıktığı görüldü. İç görü sorularını cevaplarırken P3, Pz, P4 ve TP8 elektrotlarında anlamlı korelasyon ortaya çıktığı görüldü. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı korelasyon bulunmadı.
14. 400-800 milisaniyedeki teta yanıtı ile iç görü soruları arasında P3 ve P4 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Teta yanıtı ile dört işlem soruları arasında T7, O1 ve O2 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde teta yanıtı ile genel bilgi sorularını doğru cevaplarırken C3, Fz ve TP8 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. İç görü sorularını cevaplarırken P4 ve TP8 elektrotlarında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı korelasyon bulunmadı.
15. Genç grubun kendi içerisinde, Frontopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks, Premotor/Presuplementer alan, Temporopolar alan, Primer Somatosensoryal korteks, Primer Motor korteks, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, Wernike bölgesi, İnférieur Prefrontal girus, Broka alanı, Premotor/Suplementer motor alan, Süperior Temporal girus ve Fusiform girusta en az oksihemoglobin konsantrasyonunun iç görü sorularını cevaplarırken, ardından sırayla genel bilgi ve dört işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı, en fazla konsantrasyonun ise aritmetik soruları cevaplarırken ortaya çıktığı görüldü.
16. Genç grubun kendi içerisinde, Premotor/Presuplementer alan, Broka alanı, Primer motor korteks ve Süperior Temporal girusta en yüksek

oksihemoglobin konsantrasyonunun aritmetik işlemleri, ardından sırayla genel bilgi, dört işlem ve iç görü sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı görüldü.

17. Genç grubun kendi içerisinde, Dorsolateral Prefrontal korteks ve Frontopolar alanda en az oksihemoglobin konsantrasyonunun genel bilgi sorularını cevaplarırken ardından, iç görü, dört işlem ve aritmetik işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı görüldü.
18. Genç grubun kendi içerisinde, Temporopolar alan ve Dorsolateral Prefrontal kortekste en az deoksihemoglobin konsantrasyonunun aritmetik soruları cevaplarırken, sırasıyla daha fazlası genel bilgi, dört işlem sorularını cevaplarırken, en fazla konsantrasyonun iç görü sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı görüldü.
19. Genç grubun kendi içerisinde, Premotor/Presuplementer alan ve Primer Motor kortekste en az deoksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik soruları cevaplarırken, sırasıyla daha fazlası iç görü ve dört işlem sorularını cevaplarırken, en fazla konsantrasyonun genel bilgi sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı bulundu.
20. Genç grubun kendi içerisinde, İnférieur Prefrontal girus ve Dorsolateral Prefrontal kortekste en az deoksihemoglobin konsantrasyonu aritmetik soruları cevaplarırken, daha fazlası sırasıyla dört işlem ve iç görü sorularını cevaplarırken, en fazla konsantrasyonun genel bilgi sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı bulundu.
21. Genç grubun kendi içerisinde, Süperior Temporal girus ve Temporopolar alanda en az deoksihemoglobin konsantrasyonu iç görü soruları cevaplarırken, daha fazlası sırasıyla genel bilgi ve dört işlem sorularını cevaplarırken, en fazla konsantrasyonun aritmetik işlem sorularını cevaplarırken ortaya çıktığı bulundu.
22. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, Premotor/Presuplementer alan, Primer motor korteks, Broka alanı, Dorsolateral Prefrontal korteks, Fusiform girus ve Süperior Temporal girusta en az oksihemoglobin konsantrasyonunun iç görü sorularını cevaplarırken, ardından genel bilgi, dört işlem sorularını

cevaplarken, en fazla konsantrasyonun aritmetik soruları cevaplarken ortaya çıktığı bulundu.

23. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, Primer Somatosensoryal korteks ve Wernike bölgesinde en yüksek konsantrasyonun aritmetik işlemlerde ortaya çıktığı, ardından sırayla genel bilgi, dört işlem ve iç görü sorularını cevaplarken ortaya çıktığı bulundu.
24. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, Premotor/Presuplementer motor alan ve Primer Somatosensoryal kortekste en az oksihemoglobin konsantrasyonunun dört işlem sorularını cevaplarken, ardından sırayla iç görü, genel bilgi ve aritmetik işlem sorularını cevaplarken ortaya çıktığı görüldü.
25. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, Broka alanı ve Primer Motor kortekste en az deoksihemoglobin konsantrasyonunun dört işlem sorularını cevaplarken, ardından sırasıyla iç görü ve genel bilgi sorularını cevaplarken, en fazla konsantrasyonun aritmetik soruları cevaplarken ortaya çıktığı bulundu.
26. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, Süperior Temporal girus, Premotor ve Suplementer Motor alanda en az deoksihemoglobin konsantrasyonunun iç görü sorularını cevaplarken, ardından sırasıyla dört işlem ve genel bilgi sorularını cevaplarken, en fazla konsantrasyonun aritmetik soruları cevaplarken ortaya çıktığı bulundu.
27. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde, Süperior Temporal girusta en az deoksihemoglobin konsantrasyonunun genel bilgi sorularını cevaplarken, daha fazlasının sırasıyla iç görü sorularını ve aritmetik soruları cevaplarken, en fazla konsantrasyonun dört işlem sorularını cevaplarken ortaya çıktığı bulundu.
28. Gruplar arası kıyaslama sonucunda, iç görü sorularını cevaplarken, Dorsolateral Prefrontal korteks, Premotor/Presuplementer motor alan, Primer motor korteks, İnfierior Frontal girus, Broka alanı, Süperior Temporal girus, Temporopolar alan, Primer Somatosensoryal korteks, Wernike bölgesi ve Fusiform girusta genç grupta anlamlı derecede yüksek oksihemoglobin konsantrasyonunun olduğu görüldü.

29. Gruplar arası kıyaslama sonucunda, genel bilgi soruları cevaplarken genç grupta Broka alanında anlamlı derecede yüksek oksihemoglobin konsantrasyonunun olduğu görüldü.
30. Gruplar arası kıyaslama sonucunda, dört işlem sorularını cevaplarken genç grupta Premotor/Presuplementer motor alan, Broka alanı, Primer motor korteks, Wernike bölgesi, Postsantral girus, Süperior Parietal lobul, İnfierior Prefrontal girus ve Süperior Temporal girusta anlamlı derecede yüksek oksihemoglobin konsantrasyonunun olduğu görüldü.
31. Gruplar arası kıyaslama sonucunda, aritmetik soruları cevaplarken genç grupta Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan, Premotor/Presuplementer motor alan, Süperior Temporal girustur, Primer motor korteks ve Broka alanında anlamlı derecede yüksek oksihemoglobin konsantrasyonunun olduğu görüldü.
32. Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile genel bilgi soruları arasında anlamlı korelasyon bulunmadı. Genç grubun kendi içerisinde oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile iç görü soruları arasında Primer Somatosensoryal korteks, Primer Motor kortekste anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde anlamlı korelasyon bulunmadı.
33. Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile genel bilgi soruları arasında Fusiform girus, Süperior Temporal girus ve Wernike bölgesinde arasında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde Temporopolar alan, Dorsolateral Prefrontal korteks, İnfierior Prefrontal girus, Süperior Temporal girus, Primer Somatosensoryal korteks ve Dorsolateral Prefrontal kortekste anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Primer Somatosensoryal korteks, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, Dorsolateral Prefrontal korteks, Frontopolar alan, Fusiform girus, Süperior Temporal girus ve Wernike bölgesinde anlamlı korelasyon olduğu görüldü.
34. Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile dört işlem soruları arasında Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan, Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı ve Süperior Temporal

girusta arasında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde Dorsolateral Prefrontal korteks, Temporopolar alan, Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı ve Süperior Temporal girusta anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Premotor/Presuplementer Motor alan, Broka alanı, Süperior Temporal girus ve Temporopolar alanda anlamlı korelasyon olduğu görüldü.

35. Oksihemoglobin konsantrasyon sonuçları ile aritmetik sorular arasında Süperior Temporal girus, Wernike, Post Santral girus, Süperior Parietal lobul, İnfierior Prefrontal girus, Dorsolateral Prefrontal korteks, Premotor/Suplementer Motor alan ve Primer Somatosensoryal kortekste anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Genç grubun kendi içerisinde Wernike Bölgesi, Post Santral girus ve Süperior Parietal lobulde anlamlı korelasyon olduğu görüldü. Orta yaşlı grubun kendi içerisinde Primer Somatosensoryal korteks ve Wernike bölgesinde anlamlı korelasyon olduğu görüldü.

Sonuç olarak, delta ve teta yanıtları cevaplama sürecinde önemli etkiye sahiptir. İlk 1000 saniyede Oksipital bölgede ortaya çıkan delta ve teta yanıtının önemli olduğu görülmektedir. Genç grupta, aritmetik sorular için Fronto-Temporal bölgenin, genel bilgi soruları için Parieto-Temporal bölgenin, iç görü soruları için Fronto-Oksipito-Temporo-Parietal bölgenin, dört işlem soruları için Temporo-Parietal bölgenin etkili olduğu; orta yaşlı grupta, aritmetik sorular için Oksipito-Temporal bölgenin, genel bilgi soruları için Oksipito-Temporal bölgenin, iç görü soruları için Oksipito-Temporo-Parietal bölgenin, dört işlem soruları için Santral-Temporal bölgenin etkili olduğu görülmektedir. Problem çözme sürecinde temel merkezi bir nöral ağın varlığı ile beraber, soru tipine özel spesifik bölgelerin var olduğu, soru tipine bağlı olarak aktivasyon derecesinin değişeceği görülmektedir. Genç bireylerin problem çözmede akıcı zeka becerilerinden, yaşlı bireylerin ise kristalize zeka becerilerinden baskın olarak faydalandığı görülmektedir. Yaşlanmaya bağlı olarak da hem aktifleşen bölge sayısında hem de oksihemoglobin konsantrasyon oranında azalma olduğu görülmektedir.

9. KAYNAKLAR

1. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*. 12:257-285, 1988.
2. Santarnecchi E, Sprugnoli G, Bricolo E, Costantini G, Liew SL, Musaeus CS ve ark. Gamma tACS over the temporal lobe increases the occurrence of Eureka! moments. *Sci Rep*. 9(1):5778, 2019. doi: 10.1038/s41598-019-42192-z.
3. Sprugnoli G, Rossi S, Emmendorfer A, Rossi A, Liew SL, Tatti E ve ark. Neural correlates of Eureka moment. *Intelligence*. 62:99-118, 2017. doi: 10.1016/j.intell.2017.03.004.
4. Sezgin N, Baştuğ G, Karaağaç SY, Yılmaz B. Wechsler Yetişkinler İçin Zeka Ölçeği Gözden Geçirilmiş Formu (WAIS-R) Türkiye Standardizasyonu: Ön Çalışma. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*. 54(1):451-480, 2014.
5. Liu J. EEG correlates of math anxiety during arithmetic problem solving: Implication for attention deficits. *Neurosci Lett*. 703:191-197, 2019. doi: 10.1016/j.neulet.2019.03.047.
6. Tik M, Sladky R, Luft CDB, Willinger D, Hoffmann A, Banissy MJB ve ark. Ultra-high-field fMRI insights on insight: Neural correlates of the Aha!-moment. *Hum Brain Mapp*. 39(8):3241-3252, 2018. doi: 10.1002/hbm.24073.
7. Bowden EM, Jung-Beeman M. Methods for investigating the neural components of insight. *Methods*. 42(1):87-99, 2007. doi: 10.1016/j.ymeth.2006.11.007.
8. Liang Y, Liu X, Qiu L, Zhang S. An EEG Study of a Confusing State Induced by Information Insufficiency during Mathematical Problem-Solving and Reasoning. *Comput Intell Neurosci*. 1943565, 2018. doi: 10.1155/2018/1943565.
9. Subramaniam K, Kounios J, Parrish TB, Jung-Beeman M. A brain mechanism for facilitation of insight by positive affect. *J Cogn Neurosci*. 21(3):415-32, 2009. doi: 10.1162/jocn.2009.21057.
10. Sarathy V. Real World Problem-Solving. *Front Hum Neurosci*. 12:261, 2018. doi: 10.3389/fnhum.2018.00261.
11. Tulving E. Episodic and semantic memory. *Organization of Memory*. 1:381-403, 1972.

12. Binder JR, Desai RH. The neurobiology of semantic memory. *Trends Cogn Sci.* 15(11):527-536, 2011. doi: 10.1016/j.tics.2011.10.001.
13. Chuderski A, Jastrzębski J. Much ado about aha!: Insight problem solving is strongly related to working memory capacity and reasoning ability. *J Exp Psychol Gen.* 147(2):257-281, 2018. doi: 10.1037/xge0000378.
14. Sandkühler S, Bhattacharya J. Deconstructing insight: EEG correlates of insightful problem solving. *PLoS One.* 3(1):e1459, 2008. doi: 10.1371/journal.pone.0001459.J.
15. Liu J, Li J, Peng W, Feng M, Luo Y. EEG correlates of math anxiety during arithmetic problem solving: Implication for attention deficits. *Neurosci Lett.* 703:191-197, 2019. doi: 10.1016/j.neulet.2019.03.047.
16. Dehaene S. Varieties of numerical abilities. *Cognition.* 44(1-2):1-42, 1992. doi: 10.1016/0010-0277(92)90049-n.
17. Dehaene S, Cohen L. Towards an anatomical and functional model of number processing. *Math. Cogn.* 1:82–120, 1995.
18. Dehaene S, Cohen L. Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex.* 33(2):219-250, 1997. doi: 10.1016/s0010-9452(08)70002-9.
19. Dehaene S, Spelke E, Pinel P, Stanescu R, Tsivkin S. Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence. *Science.* 284(5416):970-974, 1999. doi: 10.1126/science.284.5416.970.
20. Dehaene S, Piazza M, Pinel P, Cohen L. Three parietal circuits for number processing. *Cogn Neuropsychol.* 20(3):487-506, 2003. doi: 10.1080/02643290244000239.
21. Arsalidou M, Taylor MJ. Is $2+2=4$? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *Neuroimage.* 154(3):2382-2393, 2011. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.10.009.
22. Han S, Weaver J, Murray S, Yund EW, Woods DL. Hemispheric asymmetry in global/local processing: effects of stimulus position and spatial frequency. *NeuroImage* 17(3):1290–1299, 2002. doi: 10.1006/nimg.2002.1255.
23. Martin A. The representation of object concepts in the brain. *Ann. Rev. Psychol.* 58:25–45, 2007. doi: 10.1146/annurev.psych.57.102904.190143.

24. Taylor JC, Wiggett AJ, Downing PE. Functional MRI analysis of body and body part representations in the extrastriate and fusiform body areas. *J. Neurophysiol.* 98(3):1626–1633, 2007. doi: 10.1152/jn.00012.2007.
25. Soltanlou M, Artemenko C, Ehliis AC, Huber S, Fallgatter AJ, Dresler T ve ark. Reduction but no shift in brain activation after arithmetic learning in children: A simultaneous fNIRS-EEG study. *Sci Rep.* 8(1):1707, 2018. doi: 10.1038/s41598-018-20007-x.
26. Artemenko C. Developmental fronto-parietal shift of brain activation during mental arithmetic across the lifespan: A registered report protocol. *PLoS One.* 16(8):e0256232, 2021. doi: 10.1371/journal.pone.0256232.
27. Cavanagh JF, Cohen MX, Allen JJB. Prelude to and resolution of an error: EEG phase synchrony reveals cognitive control dynamics during action monitoring. *J. Neurosci.* 29 (1), 98–105, 2009. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4137-08.2009.
28. Harmony T, Fernández T, Silva J, Bernal J, Díaz-Comas L, Reyes A ve ark. EEG delta activity: an indicator of attention to internal processing during performance of mental tasks. *International Journal of Psychophysiology.* 24:161-171, 1996. doi: 10.1016/s0167-8760(96)00053-0.
29. Harmony T. The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Front. Integr. Neurosci.* 7:83, 2013. doi: 10.3389/fnint.2013.00083.
30. Roslan NS, Amin HU, Izhar LI, Saad MNM, Sivapalan S. Role of EEG delta and beta oscillations during problem solving tasks. 6th International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS). 1-4, 2016. doi: 10.1109/ICIAS.2016.7824138.
31. Cavanagh JF, Shackman AJ. Frontal midline theta reflects anxiety and cognitive control: meta-analytic evidence. *J. Physiol.* 109 (1–3), 3–15, 2015. doi: 10.1016/j.jphysparis.2014.04.003.
32. Cavanagh JF, Figueroa CM, Cohen MX, Frank MJ. Frontal theta reflects uncertainty and unexpectedness during exploration and exploitation. *Cereb. Cortex* 22 (11), 2575–2586, 2012. doi: 10.1093/cercor/bhr332.

33. Gajewski PD, Falkenstein M. Age-related effects on ERP and oscillatory EEG-dynamics in a 2-back task. *J. Psychophysiol.* 28 (3), 162–177, 2014. doi: 10.1027/0269-8803/a000123.
34. Patterson K, Nestor PJ, Rogers TT. Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nat Rev Neurosci.* 8(12):976-987, 2007. doi: 10.1038/nrn2277.
35. Rogers TT, Lambon Ralph MA, Hodges JR, Patterson K. Natural selection: The impact of semantic impairment on lexical and object decision. *Cognitive Neuropsychology*, 21, 331-352, 2004.
36. Lindquist KA. Emotions Emerge from More Basic Psychological Ingredients: A Modern Psychological Constructionist Model. *Emotion Review.* 5(4), 356-368, 2013. doi: 10.1177/1754073913489750.
37. Nook EC, Lindquist KA, Zaki J. A new look at emotion perception: Concepts speed and shape facial emotion recognition. *Emotion*, 15(5), 569-578, 2015. doi: 10.1037/a0039166.
38. Renoult L, Irish M, Moscovitch M, Rugg MD. From Knowing to Remembering: The Semantic-Episodic Distinction. *Trends Cogn Sci.* 23(12):1041-1057, 2019. doi: 10.1016/j.tics.2019.09.008.
39. Rissman J, Wagner AD. Distributed representations in memory: insights from functional brain imaging. *Annu Rev Psychol.* 63:101-128, 2012. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100344.
40. Woodward TS, Meier B, Cairo TA, Ngan ET. Temporo-prefrontal coordination increases when semantic associations are strongly encoded. *Neuropsychologia.* 44(12):2308-2314, 2006. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.008.
41. Kuhl BA, Chun MM. Successful remembering elicits event-specific activity patterns in lateral parietal cortex. *J Neurosci.* 34(23):8051-8060, 2014. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4328-13.2014.
42. Daw ND, O'Doherty JP, Dayan P, Seymour B, Dolan RJ. Cortical substrates for exploratory decisions in humans. *Nature* 441:876–879, 2006. doi: 10.1038/nature04766.
43. Fox MD, Corbetta M, Snyder AZ, Vincent JL, Raichle ME. Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attentional systems.

- Proc Natl Acad Sci USA. 103:10046–10051, 2006. doi: 10.1073/pnas.0604187103.
44. Koechlin E, Basso G, Pietrini P, Panzer S, Grafman J. The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*. 399:148–151, 1999. doi: 10.1038/20178.
 45. Koechlin E, Hyafil A. Anterior prefrontal function and the limits of human decisionmaking. *Science*. 318:594–598, 2007. doi: 10.1126/science.1142995.
 46. Fletcher PC, Henson RN. Frontal lobes and human memory: insights from functional neuroimaging. *Brain*. 124:849–881, 2001. doi: 10.1093/brain/124.5.849.
 47. Burgess PW, Gilbert SJ, Dumontheil I. Function and localization within rostral prefrontal cortex (area 10). *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 362:887–899, 2007. doi: 10.1098/rstb.2007.2095.
 48. Burgess PW, Veitch E, de Lacy Costello A, Shallice T. The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychologia*. 38:848–863, 2000. doi: 10.1016/s0028-3932(99)00134-7.
 49. Dimitriadis SI, Laskaris NA, Tsirka V, Vourkas M, Micheloyannis S. What does delta band tell us about cognitive processes: A mental calculation study. *Neurosci. Lett*. 483(1): 11-15, 2010. doi: 10.1016/j.neulet.2010.07.034.
 50. Berka C, Levendowski DJ, Lumicao MN, Yau A, Davis G, Zivkovic VT et al. EEG correlates of task engagement and mental workload in vigilance, learning, and memory tasks. *Aviat Space Environ Med*. 78: 231-244, 2007.
 51. Addante RJ, Watrous AJ, Yonelinas AP, Ekstrom AD, Ranganath C. Prestimulus theta activity predicts correct source memory retrieval. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 108:10702-10707, 2011.
 52. Lega BC, Jacobs J, Kahana M. Human hippocampal theta oscillations and the formation of episodic memories. *Hippocampus*. 22(4):748-761, 2012.
 53. Razumnikova OM. Creativity related cortex activity in the remote associates task. *Brain Res Bull*. 73(1-3):96-102, 2007. doi: 10.1016/j.brainresbull.2007.02.008.
 54. Chu Y, MacGregor JN. Human Performance on Insight Problem Solving: A Review. *J. Probl. Solving*. 3, 2011. doi: 10.7771/1932-6246.1094.

55. Luo J, Niki K. Function of hippocampus in “insight” of problem solving. *Hippocampus*. 13(3):316–323, 2003. doi: 10.1002/hipo.10069.
56. Luo J, Niki K, Phillips S. The function of the anterior cingulate cortex (ACC) in the insightful solving of puzzles: The ACC is activated less when the structure of the puzzle is unknown. *Journal of Psychology in Chinese Societies*. 5(2):195–213, 2004.
57. Luo J, Knöblich G. Studying insight with neuroscientific methods. *Methods*. 42:77–86, 2007. doi: 10.1016/j.ymeth.2006.12.005.
58. Luo J, Niki K, Phillips S. Neural correlates of the 'Aha! reaction'. *Neuroreport*. 15(13):2013–2017, 2004. doi: 10.1097/00001756-200409150-00004.
59. Salvi C, Bricolo E, Franconeri SL, Kounios J, Beeman M. Sudden insight is associated with shutting out visual inputs. *Psychon. Bull. Rev.* 22(6):1814–1819, 2015. doi: 10.3758/s13423-015-0845-0.
60. Kounios J, Beeman M. The cognitive neuroscience of insight. *Annu Rev Psychol.* 65:71-93, 2014. doi: 10.1146/annurev-psych-010213-115154.
61. Feil J, Sheppard D, Fitzgerald PB, Yücel M, Lubman DI, Bradshaw JL. Addiction, compulsive drug seeking, and the role of frontostriatal mechanisms in regulating inhibitory control. *Neurosci Biobehav Rev.* 35(2):248-275, 2010. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.03.001.
62. Beeman MJ, Bowden EM. The right hemisphere maintains solution-related activation for yet-to-be-solved problems. *Memory & Cognition.* 28:1231–1241, 2000.
63. Cohen JE. Human Population: the next half century. *Science.* 302(5648):1172–1175, 2003. doi:10.1126/science.1088665.
64. Rossini PM, Rossi S, Babiloni C, Polich J. Clinical neurophysiology of aging brain: from normal aging to neurodegeneration. *Prog Neurobiol.* 83(6):375-400, 2007. doi: 10.1016/j.pneurobio.2007.07.010.
65. Hedden T, Gabrieli JD. Healthy and pathological processes in adult development: new evidence from neuroimaging of the aging brain. *Curr Opin Neurol.* 18(6):740-747, 2005. doi: 10.1097/01.wco.0000189875.29852.48.

66. Wang M, Gamo NJ, Yang Y, Jin LE, Wang XJ, Laubach M ve ark. Neuronal basis of age-related working memory decline. *Nature*. 476(7359):210-213, 2011. doi: 10.1038/nature10243.
67. Prakash RS, Erickson KI, Colcombe SJ, Kim JS, Voss MW, Kramer AF. Age-related differences in the involvement of the prefrontal cortex in attentional control. *Brain Cogn*. 71(3):328-335, 2009. doi: 10.1016/j.bandc.2009.07.005.
68. Yeung MK, Chan AS. A Systematic Review of the Application of Functional Near-Infrared Spectroscopy to the Study of Cerebral Hemodynamics in Healthy Aging. *Neuropsychol Rev*. 31(1):139-166, 2021. doi: 10.1007/s11065-020-09455-3.
69. Suzuki M, Kawagoe T, Nishiguchi S, Abe N, Otsuka Y, Nakai R ve ark. Neural Correlates of Working Memory Maintenance in Advanced Aging: Evidence From fMRI. *Front Aging Neurosci*. 10:358, 2018. doi: 10.3389/fnagi.2018.00358.
70. Başar E. A review of alpha activity in integrative brain function: fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology. *Int. J. Psychophysiol*. 86(1):1–24, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.07.002>.
71. Başar E, Yordanova J, Kolev V, Başar-Eroglu C. Is the alpha rhythm a control parameter for brain responses? *Biol. Cybern*. 76:471–480, 1997. <https://doi.org/10.1007/s004220050360>.
72. Kolev V, Yordanova J, Basar-Eroglu C, Basar E. Age effects on visual EEG responses reveal distinct frontal alpha networks. *Clin. Neurophysiol*. 113 (6): 901–910, 2002. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00106-2](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00106-2).
73. Yordanova JY, Kolev VN, Başar E. EEG theta and frontal alpha oscillations during auditory processing change with aging. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology-Evoked Potentials*. 108(5):497–505, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0168-5597\(98\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0168-5597(98)00028-8).
74. Seidler RD, Bernard JA, Burutolu TB, Fling BW, Gordon MT, Gwin JT ve ark. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neurosci Biobehav Rev*. 34(5):721-733, 2010. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.10.005.

75. Horn JL, Cattell RB. Age differences in fluid and crystallized intelligence. *Acta Psychol (Amst)*. 26(2):107-129, 1967. doi: 10.1016/0001-6918(67)90011-x.
76. Horn JL, Cattell RB. Age differences in primary mental ability factors. *Journal of gerontology*. 21(2):210–220, 1966. doi: 10.1093/geronj/21.2.210.
77. Wang J, Kaufman AS. Changes in fluid and crystallized intelligence across the 20- to 90- year age range on the K-BIT. *Journal of Psychoeducation Assessment*, 11:29–37, 1993.
78. Kievit RA, Davis SW, Mitchell DJ, Taylor JR, Duncan J, Henson RN. Distinct aspects of frontal lobe structure mediate age-related differences in fluid intelligence and multitasking. *Nat Commun*. 5:5658, 2014. doi: 10.1038/ncomms6658.
79. Kaufman AS, Horn JL. Age changes on tests of fluid and crystallized ability for women and men on the Kaufman Adolescent and Adult Intelligence Test (KAIT) at ages 17-94 years. *Arch Clin Neuropsychol*. 11(2):97-121, 1996.
80. Jabès A, Klencklen G, Ruggeri P, Antonietti JP, Banta Lavenex P, Lavenex P. Age-Related Differences in Resting-State EEG and Allocentric Spatial Working Memory Performance. *Front Aging Neurosci*. 13:704362, 2021. doi: 10.3389/fnagi.2021.704362.
81. Duverne S, Lemaire P. Arithmetic split effects reflect strategy selection: an adult age comparative study in addition comparison and verification tasks. *Can J Exp Psychol*. 59(4):262-278, 2005. doi: 10.1037/h0087479.
82. Duverne S, Lemaire P. Age-related differences in arithmetic problem-verification strategies. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 59(3):P135-142, 2004. doi: 10.1093/geronb/59.3.p135.
83. Rozenchwajg P, Schaeffer O, Lefebvre V. Arithmetic and aging: Impact of quantitative knowledge and processing speed. *Learning and Individual Differences*. 20(5):452-458, 2010. doi: 10.1016/j.lindif.2010.04.009.
84. Pistono A, Busigny T, Jucla M, Cabirol A, Dinnat AL, Pariente J ve ark. An Analysis of Famous Person Semantic Memory in Aging. *Exp Aging Res*. 45(1):74-93, 2019. doi: 10.1080/0361073X.2018.1560118.
85. Charness N. Aging and skilled problem solving. *J Exp Psychol Gen*. 110(1):21-38, 1981. doi: 10.1037//0096-3445.110.1.21.

86. Nef T, Chesham A, Schütz N, Botros AA, Vanbellinghen T, Burgunder JM ve ark. Development and Evaluation of Maze-Like Puzzle Games to Assess Cognitive and Motor Function in Aging and Neurodegenerative Diseases. *Front Aging Neurosci.* 12:87, 2020. doi: 10.3389/fnagi.2020.00087.
87. Sanes JR, Jessell TM. The aging brain. pp 1328-1346. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ, editors. *Principles of Neural Science*. McGrawhill, New York.
88. Jackson AF, Bolger DJ. The neurophysiological bases of EEG and EEG measurement: a review for the rest of us. *Psychophysiology.* 51(11):1061-1071, 2014. doi: 10.1111/psyp.12283.
89. Olejniczak P. Neurophysiologic basis of EEG. *J Clin Neurophysiol.* 23(3):186-189, 2006. doi: 10.1097/01.wnp.0000220079.61973.6c.
90. Yücel MA, Lühmann AV, Scholkmann F, Gervain J, Dan I, Ayaz H ve ark. Best practices for fNIRS publications. *Neurophotonics.* 8(1):012101, 2021. doi: 10.1117/1.NPh.8.1.012101.
91. Jobsis F. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science.* 198(4323):1264-1267, 1977.
92. Naseer N, Hong KS. fNIRS-based brain-computer interfaces: a review. *Front Hum Neurosci.* 9:3, 2015. doi: 10.3389/fnhum.2015.00003.
93. Seraglia B, Gamberini L, Priftis K, Scatturin P, Martinelli M, Cutini S. An exploratory fNIRS study with immersive virtual reality: a new method for technical implementation. *Front Hum Neurosci.* 5:176, 2011. doi: 10.3389/fnhum.2011.00176.
94. Pinti P, Tachtsidis I, Hamilton A, Hirsch J, Aichelburg C, Gilbert S ve ark. The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) for cognitive neuroscience. *Ann N Y Acad Sci.* 1464(1):5-29, 2020. doi: 10.1111/nyas.13948.
95. Li R, Potter T, Huang W, Zhang Y. Enhancing Performance of a Hybrid EEG-fNIRS System Using Channel Selection and Early Temporal Features. *Front Hum Neurosci.* 11:462, 2017. doi: 10.3389/fnhum.2017.00462.

96. Sirpal P, Kassab A, Pouliot P, Nguyen DK, Lesage F. fNIRS improves seizure detection in multimodal EEG-fNIRS recordings. *J Biomed Opt.* 24(5):1-9, 2019. doi: 10.1117/1.JBO.24.5.051408.
97. Nicolas-Alonso LF, Gomez-Gil J. Brain computer interfaces, a review. *Sensors.* 12, 1211–1279, 2012. doi: 10.3390/s120201211.
98. Omurtag A, Aghajani H, Keles HO. Decoding human mental states by whole-head EEG+fNIRS during category fluency task performance. *J Neural Eng.* 14(6):066003, 2017. doi: 10.1088/1741-2552/aa814b.
99. Aghajani H, Garbey M, Omurtag A. Measuring Mental Workload with EEG+fNIRS. *Front Hum Neurosci.* 11:359, 2017. doi: 10.3389/fnhum.2017.00359.
100. Ozdilek B, Kenangil G. Validation of the Turkish version of the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA-TR) in patients with parkinson's disease. *The Clinical Neuropsychologist.* 28(2):333-334, 2014. doi: 10.1080/13854046.2014.881554.
101. Karakaş S, Eski R, Başar E. Türk kültürü için standardizasyonu yapılmış nöropsikolojik testler topluluğu: BİLNOT Bataryası. 32. Ulusal Nöroloji Kongresi kitabı, Türk Nöroloji Dergisi, Ufuk Matbaası, İstanbul 1997.
102. Karakaş S, Erdoğan E, Sak L, Soysak AŞ, Ulusoy T, Ulusoy IY ve ark. Stroop Testi TBAG Formu: Türk Kültürüne Standardizasyon Çalışmaları, Güvenilirlik ve Geçerlik. *Klinik Psikiyatri.* 2:75-88, 1999.
103. Hisli N. Beck Depresyon Envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliliği, güvenilirliği. *Psikoloji Dergisi.* 7(23):3-13, 1989.
104. Ulusoy M, Şahin N, Erkmen H (1998). Turkish Version of The Beck Anxiety Inventory: Psychometric properties. *J Cognitive Psychotherapy: Int Quaterly,* 12:28-35
105. Özen G, Doğan A, Cinan S. Uzak Bağlantılar Testi: Norm ve Güvenirlik Çalışması. *Psikoloji Çalışmaları Dergisi* 35(2):25-46, 2015.
106. Al Zoubi O, Ki Wong C, Kuplicki RT, Yeh HW, Mayeli A, Refai H ve ark. Predicting Age From Brain EEG Signals-A Machine Learning Approach. *Front Aging Neurosci.* 10:184, 2018. doi: 10.3389/fnagi.2018.00184.

107. Zappasodi F, Marzetti L, Olejarczyk E, Tecchio F, Pizzella V. Age-related changes in electroencephalographic signal complexity. *PLoS ONE*. 10(11):e0141995, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0141995.
108. Kopecek M, Stepankova H, Lukavsky J, Ripova D, Nikolai T, Bezdicek O. Montreal cognitive assessment (MoCA): Normative data for old and very old Czech adults. *Appl Neuropsychol Adult*. 24(1):23-29, 2017. doi: 10.1080/23279095.2015.1065261.
109. Bruijnen CJWH, Dijkstra BAG, Walvoort SJW, Budy MJJ, Beurmanjer H, De Jong CAJ ve ark. Psychometric properties of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in healthy participants aged 18-70. *Int J Psychiatry Clin Pract*. 24(3):293-300, 2020. doi: 10.1080/13651501.2020.1746348.
110. Apolinario D, Dos Santos MF, Sasaki E, Pegoraro F, Pedrini AVA, Cestari B ve ark. Normative data for the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and the Memory Index Score (MoCA-MIS) in Brazil: adjusting the nonlinear effects of education with fractional polynomials. *Int J Geriatr Psychiatry*. 33(7):893–899 2018. doi:10.1002/gps.4866.
111. Malek-Ahmadi M, Powell JJ, Belden CM, O'Connor K, Evans L, Coon DW e ark. Age- and education-adjusted normative data for the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in older adults age 70–99. *Aging Neuropsychol Cogn*. 22(6):755–761, 2015. doi:10.1080/13825585.2015.1041449.
112. Skaar O, Reber R. The Phenomenology of Aha-Experiences. *Motivation Science*. 6:1, 2019. doi: 10.1037/mot0000138.
113. Fleck JI. Working memory demands in insight versus analytic problem solving, *European Journal of Cognitive Psychology*. 20(1):139-176, 2008. doi: 10.1080/09541440601016954
114. Kounios J, Frymiare JL, Bowden EM, Fleck J, Subramaniam K, Parish TB, Jung-Beeman M. The prepared mind: Neural activity prior to problem presentation predicts subsequent solution by sudden insight. *Psychological Science*. 17(10):882–890, 2006. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01798.x.
115. Verhaeghen P, De Meersman L. Aging and the Stroop effect: a meta-analysis. *Psychol Aging*. 13(1):120-126, 1998. doi: 10.1037//0882-7974.13.1.120.

116. MacLeod CM. Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*. 109(2):163–203, 1991. doi: 10.1037/0033-2909.109.2.163.
117. Bugg JM, DeLosh EL, Davalos DB, Davis HP. Age differences in Stroop interference: contributions of general slowing and task-specific deficits. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*. 14(2):155-167, 2007. doi: 10.1080/138255891007065.
118. Haslam C, Kay J, Hanley JR, Lyons F. Biographical knowledge : Modality-specific or modality- neutral? *Cortex*. 40(2):451–466, 2004. doi: 10.1016/s0010-9452(08)70139-4.
119. Ishii R, Canue L, Herdman A, Gunji A, Iwase M, Takahashi H ve ark. Cortical oscillatory power changes during auditory oddball task revealed by spatially filtered magnetoencephalography. *Clin. Neurophysiol*. 120(3):497–504, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.11.023>.
120. Yener GG, Güntekin B, Örken DN, Tülay E, Forta H, Başar E. Auditory delta event-related oscillatory responses are decreased in Alzheimer's disease. *Behav. Neurol*. 25(1):3–11, 2012.
121. Başar E, Güntekin B, Öniz A. Chapter 4 principles of oscillatory brain Dynamics and a treatise of recognition of faces and facial expressions. *Prog. Brain Res*. 159(06):43–62, 2006. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)59004-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)59004-1).
122. Başar E, Özgören M, Öniz A, Schmiedt C, Başar-Eroğlu C. Brain oscillations differentiate the picture of one's own grandmother. *Int. J. Psychophysiol*. 64(1):81–90, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.07.002>.
123. Başar E, Schmiedt-Fehr C, Öniz A, Başar-Eroğlu C. Brain oscillations evoked by the face of a loved person. *Brain Res*. 1214(1999):105–115, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.03.042>.
124. Güntekin B, Başar E. Facial affect manifested by multiple oscillations. *Int. J. Psychophysiol*. 71(1):31–36, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.07.019>.
125. Aktürk T, İšoğlu-Alkaç Ü, Hanoğlu L, Güntekin B. Age related differences in the recognition of facial expression: Evidence from EEG event-related

- brain oscillations. *Int J Psychophysiol.* 147:244-256, 2020. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2019.11.013.
126. Fernández T, Harmony T, Rodríguez M, Reyes A, Marosi E, Bernal J. Test-Retest Reliability of EEG Spectral Parameters During Cognitive Tasks: I Absolute and Relative Power. *International Journal of Neuroscience.* 68:255-261, 1993.
127. Hinault T, Lemaire P, Phillips N. Aging and sequential modulations of poorer strategy effects: An EEG study in arithmetic problem solving. *Brain Res.* 1630:144-158, 2016. doi: 10.1016/j.brainres.2015.10.057.
128. Aziz-Zadeh L, Kaplan JT, Iacoboni M. "Aha!": The neural correlates of verbal insight solutions. *Hum Brain Mapp.* 30(3):908-916, 2009. doi: 10.1002/hbm.20554.
129. Pollack C, Ashby NC. Where arithmetic and phonology meet: The meta-analytic convergence of arithmetic and phonological processing in the brain. *Dev Cogn Neurosci.* 30:251-264, 2018. doi: 10.1016/j.dcn.2017.05.003.
130. Burgess C, Simpson GB. Cerebral hemispheric mechanisms in the retrieval of ambiguous word meanings. *Brain Lang.* 33(1):86-103, 1988. doi: 10.1016/0093-934x(88)90056-9.
131. Chiarello C, Burgess C, Richards L, Pollock A. Semantic and associative priming in the cerebral hemispheres: some words do, some words don't ... sometimes, some places. *Brain Lang.* 38(1):75-104, 1990. doi: 10.1016/0093-934x(90)90103-n.
132. Nakagawa A. Role of Anterior and Posterior Attention Networks in Hemispheric Asymmetries during Lexical Decisions. *J Cogn Neurosci.* 3(4):313-321, 1991. doi: 10.1162/jocn.1991.3.4.313.
133. Başar E, Başar-Eroğlu C, Karakaş S, Schürmann M. Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? *Neurosci Lett.* 259(3):165-168, 1999. doi: 10.1016/s0304-3940(98)00934-3.
134. Başar E, Basar-Eroglu C, Karakas S, Schürmann M. Oscillatory brain theory: a new trend in neuroscience: the role of oscillatory processes in sensory and

- cognitive functions. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. 18(3),56–66, 1999. <https://doi.org/10.1109/51.765190>.
135. Başar E, Başar-Eroglu C, Karakaş S, Schürmann M. Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes. *Int. J. Psychophysiol.* 39(2–3),41–248, 2001.
136. Basar E. *Brain Function and Oscillations [v. I]: Brain Oscillations, Principles and Approaches*. Springer, Berlin, Heidelberg. 1998
137. Khader PH, Jost K, Ranganath C, Rösler F. Theta and alpha oscillations during working-memory maintenance predict successful long-term memory encoding. *Neurosci. Lett.* 468(3):339–343, 2010. doi: 10.1016/j.neulet.2009.11.028.
138. Sauseng P, Griesmayr B, Freunberger R, Klimesch W. Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 34(7):1015–1022, 2010. doi:10.1016/j.neubiorev.2009.12.006.
139. Klimesch W, Schimke H, Schwaiger J. Episodic and semantic memory: an analysis in the EEG theta and alpha band. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 91(6):428–441, 1994. doi: 10.1016/0013-4694(94)90164-3.
140. Caplan JB, Madsen JR, Raghavachari S, Kahana MJ. Distinct patterns of brain oscillations underlie two basic parameters of human maze learning. *Journal of Neurophysiology.* 86(1):368–380, 2001. doi: 10.1152/jn.2001.86.1.368.
141. Culham JC, Cavanagh P, Kanwisher NG. Attention response functions: characterizing brain areas using fMRI activation during parametric variations of attentional load. *Neuron.* 32(4):737-745, 2001. doi: 10.1016/s0896-6273(01)00499-8.
142. Raghavachari S, Kahana MJ, Rizzuto DS, Caplan JB, Kirschen MP, Bourgeois B ve ark. Gating of human theta oscillations by a working memory task. *J Neurosci.* 21(9):3175-3183, 2001. doi: 10.1523/JNEUROSCI.21-09-03175.2001.
143. Burke DM, Light LL. Memory and aging: the role of retrieval processes. *Psychol Bull.* 90(3):513-514, 1981.

144. Gunning-Dixon FM, Gur RC, Perkins AC, Schroeder L, Turner T, Turetsky BI ve ark. Age-related differences in brain activation during emotional face processing. *Neurobiol Aging*. 24(2):285-295, 2003. doi: 10.1016/s0197-4580(02)00099-4.
145. Corballis MC. Mental Rotation and the Right Hemisphere. *Brain and Language*. 57(1):100–121, 1997. doi:10.1006/brln.1997.1835.
146. Li SC, Lindenberger U, Sikström S. Aging cognition: from neuromodulation to representation. *Trends Cogn Sci*. 5(11):479-486, 2001. doi: 10.1016/s1364-6613(00)01769-1.
147. Herrmann MJ, Walter A, Ehlis AC, Fallgatter AJ. Cerebral oxygenation changes in the prefrontal cortex: effects of age and gender. *Neurobiol Aging*. 27(6):888-894, 2006. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.04.013.
148. Kameyama M, Fukuda M, Uehara T, Mikuni M. Sex and age dependencies of cerebral blood volume changes during cognitive activation: a multichannel near-infrared spectroscopy study. *Neuroimage*. 22(4):1715-1721, 2004. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.03.050.
149. Tsujii T, Okada M, Watanabe S. Effects of aging on hemispheric asymmetry in inferior frontal cortex activity during belief-bias syllogistic reasoning: a near-infrared spectroscopy study. *Behav Brain Res*. 210(2):178-183, 2010. doi: 10.1016/j.bbr.2010.02.027.
150. Kahlaoui K, Di Sante G, Barbeau J, Maheux M, Lesage F, Ska B ve ark. Contribution of NIRS to the study of prefrontal cortex for verbal fluency in aging. *Brain Lang*. 121(2):164-173, 2012. doi: 10.1016/j.bandl.2011.11.002.
151. Nasios G, Dardiotis E, Messinis L. From Broca and Wernicke to the Neuromodulation Era: Insights of Brain Language Networks for Neurorehabilitation. *Behav Neurol*. 9894571, 2019. doi: 10.1155/2019/9894571.
152. Bartley JE, Boeving ER, Riedel MC, Bottenhorn KL, Salo T, Eickhoff SB ve ark. Meta-analytic evidence for a core problem solving network across multiple presentational domains. *Neurosci Biobehav Rev*. 92:318-337, 2018. doi: 10.1016/j.neubiorev.2018.06.009.

153. Condry KF, Spelke ES. The development of language and abstract concepts: the case of natural number. *J Exp Psychol Gen.* 137(1):22-38, 2008. doi: 10.1037/0096-3445.137.1.22.
154. Acuna BD, Eliassen JC, Donoghue JP, Sanes JN. Frontal and parietal lobe activation during transitive inference in humans. *Cereb Cortex.* 12(12):1312-1321, 2002. doi: 10.1093/cercor/12.12.1312.
155. Fynes-Clinton S, Marstaller L, Burianová H. Differentiation of functional networks during long-term memory retrieval in children and adolescents. *Neuroimage.* 191:93-103, 2019. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.01.065.
156. Goel V, Dolan RJ. Functional neuroanatomy of three-term relational reasoning. *Neuropsychologia.* 39(9):901-909, 2001. doi: 10.1016/s0028-3932(01)00024-0.
157. Goel V, Dolan RJ. Explaining modulation of reasoning by belief. *Cognition.* 87(1):B11-22, 2003. doi: 10.1016/s0010-0277(02)00185-3.
158. Chang WJ, O'Connell NE, Beckenkamp PR, Alhassani G, Liston MB, Schabrun SM. Altered Primary Motor Cortex Structure, Organization, and Function in Chronic Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pain.* 19(4):341-359, 2018. doi: 10.1016/j.jpain.2017.10.007.
159. Schwartz F, Epinat-Duclos J, Léone J, Poisson A, Prado J. Neural representations of transitive relations predict current and future math calculation skills in children. *Neuropsychologia.* 141:107410, 2020. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2020.107410.
160. Newman SD, Willoughby G, Pruce B. The effect of problem structure on problem-solving: an fMRI study of word versus number problems. *Brain Res.* 1410:77-88, 2011. doi: 10.1016/j.brainres.2011.06.053.
161. Barbey AK, Koenigs M, Grafman J. Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *Cortex.* 49(5):1195-1205, 2013. doi: 10.1016/j.cortex.2012.05.022.
162. Jäncke L, Liem F, Merillat S. Are language skills related to structural features in Broca's and Wernicke's area? *Eur J Neurosci.* 53(4):1124-1135, 2021. doi: 10.1111/ejn.15038.

163. Cocchi L, Zalesky A, Fornito A, Mattingley JB. Dynamic cooperation and competition between brain systems during cognitive control. *Trends Cogn. Sci.* 17:493–501, 2013. doi:10.1016/j.tics.2013.08.006.
164. Duncan J. The multiple-demand (MD) system of the primate brain: mental programs for intelligent behaviour. *Trends Cogn. Sci.* 14:172–179, 2010. doi:10.1016/j.tics.2010.01.004.



10. EKLER

Ek 1



BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Tarih:

Sayın Gönüllü,

Bu çalışma, ‘İnsanda Farklı Problem Çözme Stratejileri ve Serebral Hemodinamik & Elektrofizyolojik Karşılıkları’ nı belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Çalışmaya toplam 50 katılımcı alınacaktır. Değerlendirme amacıyla verilen bir görev eşliğinde EEG-fNIRS çekimleri alınacaktır. Çekim süresi toplam 50 dakika sürecektir. EEG-fNIRS çekimi boyunca gönüllü birey acı hissetmeyecektir. Yapılan uygulamaların kanıtlanmış hiçbir yan etkisi bulunmamaktadır. Çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.

Çalışmaya katılmamak veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Her iki durumda da bir ceza veya hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır. Çalışmaya katıldığınız takdirde tetkik ve tedavi için sizden veya sosyal güvencenizi sağlayan kurumdan herhangi bir ek ücret talep edilmeyecektir.

Bu çalışmadan elde edilen veriler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak ve kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli tutulacaktır.

Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz, doktorunuz ve kuruluş görevlisi bir tanık tarafından doldurulup imzalanmış bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir.

Yukarıda amacını ve yöntemini okuduğum ‘İnsanda Farklı Problem Çözme Stratejileri ve Serebral Hemodinamik & Elektrofizyolojik Karşılıkları’ başlıklı çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın

muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve araştırmadan ayrıldığım zaman mevcut tedavimin olumsuz yönde etkilenmeyeceğini biliyorum.

Bu koşullarda; Söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurum/kuruluşların erişebilmesine, Çalışmada elde edilen verilerin (kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile) yayın için kullanılma, arşivlenme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

Gönüllünün Adı Soyadı:

İmza:

Doktor Adı Soyadı:

İmza:

Tanımlık Eden Kurum Yetkilisinin Adı Soyadı:

İmza:

Ek 2

GENEL DEĞERLENDİRME FORMU

TARİH:

AD SOYAD:

DOĞUM TARİHİ/ YAŞ:

CİNSİYET:

EĞİTİM DURUMU:

MESLEĞİ:

BOY ve KİLO:

BASKIN EL TERCİHİ:

KOMORBİT HASTALIKLAR/ KULLANDIĞI İLAÇLAR:

İLAÇ KULLANIMI/ DOZ (mg/gün):

Uyku Süresi:

Sigara/Alkol:

Deney Saati:

MONTREAL BİLİŞSEL DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ
 Montreal Cognitive Assessment (MOCA)

 İsim:
 Eğitim:
 Cinsiyet:

 Protokol:
 Test Tarihi:
 Doğum Tarihi:

| GÖRSEL MEKANSAL / YÖNETİCİ İŞLEVLER | | Küp Kopyalama | | SAAT çizme (On biri on geçe) (3 puan) | | PUAN | |
|--|--|--|--------|--|---------|----------------------|----------|
| | | | | Çevresi [] Rakamlar [] Kollar [] | | | ___/5 |
| ADLANDIRMA | | | | | | | |
| | | | | | | ___/3 | |
| BELLEK | | | | | | | |
| Kelime listesini okuyun ve hastaya tekrar ettirin. İki deneme yapın, 5 dakika sonra tekrar sorun. | | BURUN | KADİFE | CAMI | PAPATYA | MOR | Puan yok |
| 1. deneme | | | | | | | |
| 2. deneme | | | | | | | |
| DİKKAT | | | | | | | |
| Sayı listesini okuyun (1 sayı / san.) Hasta sayıları baştan sona doğru saymalı. | | [] 2 1 8 5 4 | | [] 7 4 2 | | ___/2 | |
| Hasta sayıları sondan başa doğru saymalı. | | | | | | | |
| Harf listesini hastaya okuyun. Hastaya her A harfi okunduğunda masaya eli ile vurmasını söyleyin. İki veya daha fazla hata var ise puan vermeyin. | | | | | | | |
| [] FBACMNAAJKLBFAKDEAAAAJAMOF AAB | | | | | | ___/1 | |
| 100 den başlayarak yedişer çıkarma | | | | | | | |
| [] 93 | | [] 86 | | [] 79 | | [] 72 | [] 65 |
| 4 veya 5 doğru çıkarma: 3 puan, 2 veya 3 doğru çıkarma: 2 puan, 1 doğru :1 puan, 0 doğru 0 puan. | | | | | | | ___/3 |
| LİSAN | | | | | | | |
| Tekrar ettirin: Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur. | | [] | | [] | | ___/2 | |
| Köpekler odadayken kedi hep kanapenin altında saklanırdı. | | [] | | [] | | | |
| Aktıcılık / 1 dakikada K harfi ile başlayan maksimum sayıda kelime saydırın. | | | | | | | |
| [] _____ N ≥ 11 kelime | | | | | | ___/1 | |
| SOYUT DÜŞÜNME | | | | | | | |
| Benzetlik. Örn. muz-portakal = meyve. [] tren - bisiklet [] saat - cetvel | | | | | | ___/2 | |
| GEÇİKMELİ HATIRLAMA | | | | | | | |
| Kelimeleri İPUCU OLMADAN hatırlama | | BURUN | KADİFE | CAMI | PAPATYA | MOR | ___/5 |
| [] [] [] [] [] | | | | | | | |
| SEÇMELİ | | Sadece İPUCUSUZ hatırlanan kelimeler için puan verin | | | | | |
| Kategori ipucu | | | | | | | |
| Çoklu seçmeli ipucu | | | | | | | |
| YÖNELİM | | | | | | | |
| [] Gün [] Ay [] Yıl [] Gün adı [] Yer [] Şehir | | | | | | ___/6 | |
| © Z.Nasreddine MD Version November 7, 2004 www.mocatest.org Normal 21 / 30 | | | | | | TOPLAM ___/30 | |
| Türkçe versiyon 2009. K. Selekler & B. Cangöz | | | | | | | |

Ek 4

Sayı Dizi Testleri

WMS R SAYI MENZİLİ

Düz Sayı Dizisi

| Puan | 1. Deneme | 2. Deneme |
|------|-----------|-----------|
| 3 | 629 | 375 |
| 4 | 5417 | 8396 |
| 5 | 36925 | 69471 |
| 6 | 918427 | 635482 |
| 7 | 1285346 | 2814975 |
| 8 | 38295174 | 59182647 |

İleri Sayı Menzili



Ters Sayı Dizisi

| Puan | 1. Deneme | 2. Deneme |
|------|-----------|-----------|
| 2 | 51 | 38 |
| 3 | 493 | 526 |
| 4 | 3814 | 1795 |
| 5 | 62973 | 48527 |
| 6 | 715286 | 831964 |
| 7 | 4739128 | 8129365 |

Geri Sayı Menzili



Ek 5

STROOP TESTİ

DÖRTGEN RENGİ SÖYLEME

KIRMIZI YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL
KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ KIRMIZI YEŞİL YEŞİL MAVİ MAVİ
KIRMIZI MAVİ YEŞİL MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI
KIRMIZI YEŞİL MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL
YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ MAVİ KIRMIZI
KIRMIZI YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL MAVİ KIRMIZI MAVİ YEŞİL

Süre :

RENKLİ KELİME OKUMA

KIRMIZI YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL
KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ KIRMIZI YEŞİL YEŞİL MAVİ MAVİ
KIRMIZI MAVİ YEŞİL MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI
KIRMIZI YEŞİL MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL
YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ MAVİ KIRMIZI
KIRMIZI YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL MAVİ KIRMIZI MAVİ YEŞİL

Süre :

RENKLİ KELİMELERİN RENGİNİ SÖYLEME

MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI
MAVİ YEŞİL MAVİ MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI
YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL
MAVİ KIRMIZI YEŞİL MAVİ KIRMIZI YEŞİL KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI
MAVİ YEŞİL KIRMIZI MAVİ KIRMIZI MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL MAVİ
MAVİ KIRMIZI YEŞİL MAVİ YEŞİL KIRMIZI YEŞİL MAVİ YEŞİL MAVİ

Süre :

Yanlış :

Spontan Düzeltme :

Süre Farkı :

Ek 6**Verbal Akıcılık Testleri**

| | HAYVAN | K HARFİ | A HARFİ | S HARFİ |
|-------------------------|---|---|---|---|
| 0-15 sn. | | | | |
| 16-30 sn. | | | | |
| 31-45 sn. | | | | |
| 46-60 sn. | | | | |
| | Puan: Perseverasyon: Kategori Dışı: | Puan: Perseverasyon: Kategori Dışı: Özel İsim: | Puan: Perseverasyon: Kategori Dışı: Özel İsim: | Puan: Perseverasyon: Kategori Dışı: Özel İsim: |
| KAS Toplam Puan: | | Pers: | Kategori Dışı: | Özel İsim: |

Beck Depresyon Ölçeği

Hastanın Soyadı, Adı: Tarih:

Bu form son bir (1) hafta içerisinde kendinizi nasıl hissettiğinizi araştırmaya yönelik 21 maddeden oluşmaktadır. Her maddenin karşısındaki dört cevabı dikkatlice okuduktan sonra, size en çok uyan, yani sizin durumunuzu en iyi anlatanı işaretlemeniz gerekmektedir.

- 1** (0) Üzgün ve sıkıntılı değilim.
(1) Kendimi üzüntülü ve sıkıntılı hissediyorum.
(2) Hep üzüntülü ve sıkıntılıyım. Bundan kurtulamıyorum.
(3) O kadar üzgün ve sıkıntılıyım ki, artık dayanamıyorum.
- 2** (0) Gelecek hakkında umutsuz ve karamsar değilim.
(1) Gelecek için karamsanım.
(2) Gelecekte beklediğim hiçbir şey yok.
(3) Gelecek hakkında umutsuzum ve sanki hiçbir şey düzelmeyecekmiş gibi geliyor.
- 3** (0) Kendimi başarısız biri olarak görmüyorum.
(1) Başkalarından daha başarısız olduğumu hissediyorum.
(2) Geçmişe baktığımda başarısızlıklarla dolu olduğumu görüyorum.
(3) Kendimi tümüyle başarısız bir insan olarak görüyorum.
- 4** (0) Her şeyden eskisi kadar zevk alıyorum.
(1) Birçok şeyden eskiden olduğu gibi zevk alamıyorum.
(2) Artık hiçbir şey bana tam anlamıyla zevk vermiyor.
(3) Her şeyden sıkılıyorum.
- 5** (0) Kendimi herhangi bir biçimde suçlu hissetmiyorum.
(1) Kendimi zaman zaman suçlu hissediyorum.
(2) Çoğu zaman kendimi suçlu hissediyorum.
(3) Kendimi her zaman suçlu hissediyorum.
- 6** (0) Kendimden memnunum.
(1) Kendimden pek memnun değilim.
(2) Kendime kızgınım.
(3) Kendimden nefret ediyorum.
- 7** (0) Başkalarından daha kötü olduğumu sanmıyorum.
(1) Hatalarım ve zayıf taraflarım olduğumu düşünüyorum.
(2) Hatalarımdan dolayı kendimden utanıyorum.
(3) Her şeyi yanlış yapıyor muyum gibi geliyor ve hep kendimde kabahat buluyorum.
- 8** (0) Kendimi öldürmek gibi düşüncülerim yok.
(1) Kimi zaman kendimi öldürmeyi düşündüğüm oluyor ama yapmıyorum.
(2) Kendimi öldürmek isterdim.
(3) Fırsatını bulsam kendimi öldürürüm.
- 9** (0) İçimden ağlamak geldiği pek olmuyor.
(1) Zaman zaman içimden ağlamak geliyor.
(2) Çoğu zaman ağlıyorum.
(3) Eskiden ağlayabiliirdim ama şimdi istesem de ağlayamıyorum.
- 10** (0) Her zaman olduğumdan daha canı sıkın ve sınırlı değilim.
(1) Eskisine oranla daha kolay canım sıkıyor ve kızıyorum.
(2) Her şey canımı sıkıyor ve kendimi hep sınırlı hissediyorum.
(3) Canımı sıkın şeylere bile artık kızamıyorum.
- 11** (0) Başkalarıyla görüşme, konuşma isteğimi kaybetmedim.
(1) Eskisi kadar insanlarla birlikte olmak istemiyorum.
- (2) Birileriyle görüşüp konuşmak hiç içimden gelmiyor.
(3) Artık çevremde hiç kimseyi istemiyorum.
- 12** (0) Karar verirken eskisinden fazla güçlük çekmiyorum.
(1) Eskiden olduğu kadar kolay karar veremiyorum.
(2) Eskiye kıyasla karar vermekte çok güçlük çekiyorum.
(3) Artık hiçbir konuda karar veremiyorum.
- 13** (0) Her zamankinden farklı göründüğümü sanmıyorum.
(1) Aynada kendime her zamankinden kötü görünüyorum.
(2) Aynaya baktığımda kendimi yaşlanmış ve çirkinleşmiş buluyorum.
(3) Kendimi çok çirkin buluyorum.
- 14** (0) Eskisi kadar iyi iş güç yapabiliyorum.
(1) Her zaman yaptığım işler şimdi gözümde büyüyor.
(2) Ufacık bir işi bile kendimi çok zorlayarak yapabiliyorum.
(3) Artık hiçbir iş yapamıyorum.
- 15** (0) Uykum her zamanki gibi.
(1) Eskisi gibi uyuyamıyorum.
(2) Her zamankinden 1-2 saat önce uyanıyorum ve kolay kolay tekrar uykuya dalamıyorum.
(3) Sabahları çok erken uyanıyorum ve bir daha uyuyamıyorum.
- 16** (0) Kendimi her zamankinden yorgun hissetmiyorum.
(1) Eskiye oranla daha çabuk yoruluyorum.
(2) Her şey beni yoruyor.
(3) Kendimi hiçbir şey yapamayacak kadar yorgun ve bitkin hissediyorum.
- 17** (0) İştahım her zamanki gibi.
(1) Eskisinden daha iştahsızım.
(2) İştahım çok azaldı.
(3) Hiçbir şey yiyemiyorum.
- 18** (0) Son zamanlarda zayıflamadım.
(1) Zayıflamaya çalışmadığım halde en az 2 Kg verdim.
(2) Zayıflamaya çalışmadığım halde en az 4 Kg verdim.
(3) Zayıflamaya çalışmadığım halde en az 6 Kg verdim.
- 19** (0) Sağlığım ile ilgili kaygılarım yok.
(1) Ağrılar, mide sancıları, kabızlık gibi şikayetlerim oluyor ve bunlar beni tasalandırıyor.
(2) Sağlığımın bozulmasından çok kaygılanıyorum ve kafama başka şeylere vermekte zorlanıyorum.
(3) Sağlık durumum kafama o kadar takılıyor ki, başka hiçbir şey düşünmüyorum.
- 20** (0) Sekse karşı ilimde herhangi bir değişiklik yok.
(1) Eskisine oranla sekse ilğim az.
(2) Cinsel isteğim çok azaldı.
(3) Hiç cinsel istek duymuyorum.
- 21** (0) Cezalandırılması gereken şeyler yapışımı sanmıyorum.
(1) Yaptıklarından dolayı cezalandırılabileceğimi düşünüyorum.
(2) Cezamı çekmeyi bekliyorum.
(3) Sanki cezamı bulmuşum gibi geliyor.

Toplam BECK-D skoru:

Beck Anksiyete Ölçeği

Beck Anxiety Inventory (BAI)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Aşağıda insanların kaygılı ya da endişeli oldukları zamanlarda yaşadıkları bazı belirtiler verilmiştir. Lütfen her maddeyi dikkatle okuyunuz. Daha sonra, bugün dâhil son **bir (1) hafta** içinde, aşağıda maddeler halinde sıralanmış belirtilerin sizi ne kadar rahatsız ettiğini uygun yeri işaretleyerek belirleyiniz.

| Son bir hafta içinde; | Hiç | Hafif <i>Beni pek etkilemedi</i> | Orta <i>Hoş değildi ama katlanabildim</i> | Ciddi <i>Dayanmakta çok zorlandım</i> |
|--|----------------------------|-------------------------------------|--|--|
| 1. Bedeninizin herhangi bir yerinde uyuşma veya karıncalanma | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 2. Sıcak/ ateş basmaları | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 3. Bacaklarda halsizlik, titreme | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 4. Gevşeyememe | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 5. Çok kötü şeyler olacak korkusu | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 6. Baş dönmesi veya sersemlik | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 7. Kalp çarpıntısı | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 8. Dengeyi kaybetme duygusu | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 9. Dehşete kapılma | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 10. Sinirlilik | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 11. Boğuluyormuş gibi olma duygusu | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 12. Ellerde titreme | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 13. Titreklik | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 14. Kontrolü kaybetme korkusu | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 15. Nefes almada güçlük | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 16. Ölüm korkusu | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 17. Korkuya kapılma | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 18. Midede hazımsızlık ya da rahatsızlık hissi | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 19. Baygınlık, sersemlik | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 20. Yüzün kızarması | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |
| 21. Terleme (sıcaklığa bağlı olmayan) | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 |

Beck, A. T., Epstein, N., Brown (1988) Journal of Consulting and Clinical Psychology, 56, 893-897.

<21: hafif | 22-35: orta | >36 şiddetli



www.ftronline.com

Toplam Puan (0-63): _____

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2016

11.ETİK KURUL ONAYI



E-İmzalıdır

T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 10840098-604.01.01-E.1064
Konu : Etik Kurulu Kararı

10/01/2020

Sayın Mevhibe SARICAOĞLU

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “İnsanda Farklı Problem çözme stratejileri ve serebral hemodinamik & elektrofizyolojik karşılıkları” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 10.01.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 98F9D56EXA kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi

Kavacık Mah. Ekinçiler Cad. No.19 Kavacık Kavşağı - Beykoz
34810 İstanbul

Tel: 444 85 44

İnternet: www.medipol.edu.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin : bilgi@medipol.edu.tr

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

| | | | | | |
|--------------------------|---|--|--|---|--|
| BAŞVURU BİLGİLERİ | ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI | İnsanda Farklı Problem çözme stratejileri ve serebral hemodinamik & elektrofizyolojik karşılıkları | | | |
| | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI | Mevhibe SARICAOĞLU | | | |
| | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI | Öğretim Görevlisi / Sinirbilim | | | |
| | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ | İstanbul | | | |
| | DESTEKLEYİCİ | - | | | |
| | ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER | TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/> | ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/> | ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/> | ULUSLARARASI <input type="checkbox"/> |

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

| Değerlendirilen Belgeler | Belge Adı | Tarihi | Versiyon Numarası | Dili |
|-------------------------------------|--|--------------------------|-------------------|---|
| | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI | | | |
| BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU | | | | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
| Karar Bilgileri | Karar No: 20 | Tarih: 08/01/2020 | | |
| | Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “oybirliği” ile karar verilmiştir. | | | |

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK

| Unvanı/Adı/Soyadı | Uzmanlık Alanı | Kurumu | Cinsiyet | | Araştırma ile ilişki | | Katılım * | | İmza |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|
| Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK | Eczacılık | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK | Farmakoloji | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Mete ÜNGÖR | Endodonti | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Doç. Dr. İlknur KESKİN | Histoloji ve Embriyoloji | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Dr. Öğr. Üyesi Sibel DOĞAN | Psiko-onkoloji | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hikmet ÜÇİŞİK | Biyoteknoloji | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Dr. Öğr. Üyesi Devrim TARAKCI | Fizyoterapi ve Rehabilitasyon | İstanbul Medipol Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |

* :Toplantıda Bulunma