

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**YÜZ NAKİL OLGULARINDA EMOSYONEL İFADELERİN EEG TABANLI
ANALİZİ**

İnci BİLGE

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

MART 2024

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**YÜZ NAKİL OLGULARINDA EMOSYONEL İFADELERİN EEG TABANLI
ANALİZİ**

İnci BİLGE

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

(Bu tez TÜBİTAK 1001 ARDEB 215E012 numaralı proje ile desteklenmiştir.)

MART 2024

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜZ NAKİL OLGULARINDA EMOSYONEL İFADELERİN EEG TABANLI
ANALİZİ

İnci BİLGE
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

MART 2024

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜZ NAKİL OLGULARINDA EMOSYONEL İFADELERİN EEG TABANLI
ANALİZİ**

İnci BİLGE
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez / / 201..... tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK (Danışman)
Prof. Dr. Selçuk ÇÖMLEKÇİ
Doç. Dr. Övünç POLAT
Prof. Dr. Şükrü ÖZEN
Prof. Dr. Özlem COŞKUN

ÖZET

YÜZ NAKİL OLGULARINDA EMOSYONEL İFADELERİN EEG TABANLI ANALİZİ

İnci BİLGE

Doktora Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK

Mart 2024; --- 100

Bu çalışmada yüz nakil olgularının emosyonel ifadelere ait elektroensefalografi sinyalleri kullanılarak rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası süreçte kortekste meydana gelen yeniden yapılanmanın araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan EEG sinyalleri, 10 sağlıklı gönüllü ve 3 yüz nakil hastasından alınmıştır. EEG sinyallerinin zaman ve frekans tanım alanı analizleri gerçekleştirilerek emosyonel uyarıma bağlı olarak korteks yanıt süreleri, frekans değerleri, güç değerleri arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bunun yanı sıra topografik haritalamalar sayesinde gönüllü grup ile yüz nakil grubu arasındaki korteks yanıtlarının hangi elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklara sahip olduğu araştırılmıştır. Dalgacık paket dönüşümü kullanılarak topografik haritalamalar gerçekleştirilmiş olup sürekli dalgacık dönüşümü tabanlı zaman-frekans analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma ile yüz nakil hastaları ve sağlıklı gönüllü bireylerin olumlu ve olumsuz duygu durumlarında korteks yanıt süreleri, frekans bantları ve maksimum güç değerleri karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Olumsuz duygular sırasında sağ hemisferin aktif olduğu, olumlu duygular sırasında ise sol hemisferin aktif olduğu görülmüş, erken korteks yanıtları ve maksimum güç değerleri açısından nakil grubunun farklılıkları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra somatosensoriyel ve sensorimotor kortekste beta, gama ve teta bantlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yüz nakil olgularında rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrasında alınan EEG sinyallerinin emosyonel ifadeler için kortekste yarattığı yeniden düzenlemeler topografik haritalamalarla ilk defa analiz edilmiştir. Rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman gönüllü grup ortalamasına benzer sonuçlar elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Beyin Plastisitesi, EEG, Emosyonel ifadeler, Spektral analizler, Yüz nakil

JÜRİ: Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK

Doç. Dr. Övünç POLAT

Prof. Dr. Selçuk ÇÖMLEKÇİ

Prof. Dr. Şükrü ÖZEN

Prof. Dr. Özlem COŞKUN

ABSTRACT
**EEG-BASED ANALYSIS OF EMOTIONAL EXPRESSIONS IN FACE
TRANSPLANT CASES**

İnci BİLGE

Ph.D. Thesis, Department of Electrical and Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK

March 2024; --- 100

In this study, it was aimed to investigate the restructuring in the cortex before and after rehabilitation using electroencephalography signals of emotional expressions of facial transplant cases. EEG signals used in the study were taken from 10 healthy volunteers and 3 face transplant patients. By performing time and frequency domain analyzes of EEG signals, differences in cortex response times, frequency values, and power values depending on emotional stimulation were examined. In addition, thanks to topographic mapping, it was investigated in which electrode regions there were significant differences in cortex responses between the volunteer group and the face transplant group. Topographic maps were carried out using wavelet packet transform and continuous wavelet transform based time frequency analyzes were performed. In addition, in this study, cortex response times, frequency bands and maximum power values of face transplant patients and healthy volunteers in positive and negative emotional states were compared and interpreted. It was observed that the right hemisphere was active during negative emotions and the left hemisphere was active during positive emotions, and differences in the transplant group were detected in terms of early cortex responses and maximum power values. Also, statistically significant differences were found in beta, gamma and theta bands in the somatosensory and sensorimotor cortex. The rearrangements created in the cortex for emotional expressions by EEG signals taken before and after rehabilitation in face transplant cases were analyzed for the first time with topographic mapping. When the post-rehabilitation records were examined, results similar to the volunteer group average were obtained.

KEYWORDS: Brain Plasticity, EEG, Emotional expressions, Spectral analysis, Face transplant,

COMMITTEE: Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK

Assoc. Prof. Dr. Övünç POLAT

Prof. Dr. Selçuk ÇÖMLEKÇİ

Prof. Dr. Şükrü Özen

Prof. Dr. Özlem Coşkun

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasını hazırlarken manevi desteğini esirgemeyen aileme ve Emre AYDEMİR'E teşekkür ederim. Çalışmalarım boyunca başarabileceğime inanan danışmanım Prof. Dr. Ömer Halil ÇOLAK hocama, görüş ve önerilerini esirgemeyen Doç. Dr. Övünç POLAT hocama, kıymetli görüş ve önerileri ile tezin şekillenmesine katkıda bulunan Prof. Dr. Hilmi UYSAL hocama ve Prof. Dr. Ebru APAYDIN DOĞAN hocama, bu değerli alanda çalışmamı sağlayan Prof. Dr. Özlenen Özkan hocama ve Prof. Dr. Ömer Özkan hocama ve EEG sinyallerini almayı öğreten Özlem Çiloğlu'na teşekkür ederim. Bu çalışmanın daha sonra yapılacak olan çalışmalara katkı sağlamasını dilerim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
AKADEMİK BEYAN	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. İnsan Beyin Yapısı	3
2.1.1. Beynin yapısal işlevi ve emosyonel ifadelerle bağlantısı	4
2.2. Duygu Durum ve Duygusal Uyarılma.....	6
2.3. Elektroensefalografi (EEG) ve Alt Frekans Bantları	7
2.3.1. EEG elektrotları	8
2.4. Duygu Modelleri	9
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. EEG Veri Tabanının Oluşturulması	10
3.2. EEG Sinyal Analiz Yöntemleri	11
3.3. Dalgacık Dönüşümü	12
3.3.1. Sürekli dalgacık dönüşümü	12
3.3.2. Ayrık dalgacık dönüşümü.....	14
4. BULGULAR.....	16
4.1. Mutlu Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları	16
4.2. Korkma Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları	18
4.3. Kızgın Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları	20
4.4. Nefret Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları	22
4.5. Şaşırma Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları	24
4.6. Üzgün Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları.....	27
4.7. Zaman Frekans Analizi	35
5. TARTIŞMA	83
6. SONUÇLAR	92
7. KAYNAKLAR	95
ÖZGEÇMİŞ	

Simgeler

f_m	: Her düğümün kesim frekansını
F_s	: Sinyalin örnekleme frekansı
Hz	: Hertz
J	: m seviyesindeki düğüm enerjisi
m	: Dalgacığın ölçek eksenindeki ötelenme parametresi
ms	: mili saniye
n	: Dalgacığın zaman eksenindeki ötelenme parametresi
m	: Düğüm indeksini
$W_{m,n}$	: Dalgacık dönüşümü katsayısı
μV	: Mikro Volt
Ψ	: Dalgacık fonksiyonu

Kısaltmalar

ADD	: Ayrık Dalgacık Dönüşümü
CWT	: Sürekli Dalgacık Dönüşümü
DD	: Dalgacık Dönüşümü
DPD	: Dalgacık Paket Dönüşümü
EEG	: Elektroensefalografi
fMRI	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
MEG	: Magnetoensefalografi
PET	: Pozitron Emisyon Tomografi
TMS	: Transkranal Manyetik Stimülasyon

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yüz nakil şekilleri.....	1
Şekil 3.1. EEG Laboratuvarı.....	10
Şekil 3.2. Nakil olgusunun hazırlanma aşaması	10
Şekil 3.3. Kayıt prosedürü	11
Şekil 4.1. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi teta bandı topografik haritası	16
Şekil 4.2. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi gama bandı topografik haritası	17
Şekil 4.3. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi teta bandı topografik haritası	18
Şekil 4.4. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi delta bandı topografik haritası	19
Şekil 4.5. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi gama bandı topografik haritası	20
Şekil 4.6. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun kızgın yüz ifadesi beta bandı topografik haritası	21
Şekil 4.7. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun kızgın yüz ifadesi teta bandı topografik haritası	22
Şekil 4.8. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi teta bandı topografik haritası	23
Şekil 4.9. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi beta bandı topografik haritası	23
Şekil 4.10. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi gama bandı topografik haritası	24
Şekil 4.11. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi beta bandı topografik haritası	25
Şekil 4.12. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi gama bandı topografik haritası	26
Şekil 4.13. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi teta bandı topografik haritası	27
Şekil 4.14. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi teta bandı topografik haritası	28
Şekil 4.15. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi beta bandı topografik haritası	29
Şekil 4.16. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi gama bandı topografik haritası	30
Şekil 4.17. Olgu 2 için emosyonel ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları	31

Şekil 4.18. Olgu 1 için emosyonel ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları	32
Şekil 4.19. Olgu 3 için emosyonel ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları	32
Şekil 4.20. Olgu 3 için emosyonel ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları	33
Şekil 4.21. Olgu 2 için emosyonel ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları	34
Şekil 4.22. Olgu 1 için emosyonel ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları	35
Şekil 4.23. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri mutlu yüz ifadesi 1 sn için F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları.....	36
Şekil 4.24. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri mutlu yüz ifadesi 1 sn için F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları.....	37
Şekil 4.25. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri kızgın yüz ifadesi 1 sn için F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	38
Şekil 4.26. Kızgın yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	39
Şekil 4.27. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	40
Şekil 4.28. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	41
Şekil 4.29. Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	42
Şekil 4.30. Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	43
Şekil 4.31. Nefret yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	44
Şekil 4.32. Nefret yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları	45
Şekil 4.33. Mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri.....	46
Şekil 4.34. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri.....	47
Şekil 4.35. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri.....	48
Şekil 4.36. Kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri.....	49
Şekil 4.37. Kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri.....	50

Şekil 4.38. Kızgın yüz ifadesi nakil olgu 3 F3, F4, FC3, FC4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizi	55
Şekil 4.39. Korkma yüz ifadesi nakil olgusu 3 F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizi.....	57
Şekil 4.40. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri	74
Şekil 4.41. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası 51-70 Hz frekansları aralığında pik frekans değerlerinde anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri	75
Şekil 4.42. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası 30-49 Hz frekansları aralığında pik frekans değerlerinde anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri	76
Şekil 4.43. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası frekans değerleri arasında anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri	77
Şekil 4.44. Kızgın yüz ifadesi uyarım ve kızgın nötr duruma ait 51-70 Hz pik frekans değerleri arasında anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri	78
Şekil 4.45. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı pik frekans analiz sonuçları	78
Şekil 4.46. Korkma, şaşırma, üzgün, kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı pik frekans analiz sonuçları.....	79
Şekil 4.47. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı medyan frekans analiz sonuçları	80
Şekil 4.48. Kızgın ve şaşırma yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri	80
Şekil 4.49. Mutlu, üzgün, korkma ve şaşırma yüz ifadeleri (30-49Hz) gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri.....	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Mutlu ve Kızgın yüz ifadeleri için F3 ve F4 elektrot korteks yanıtları	51
Çizelge 4.2. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri.....	53
Çizelge 4.3. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri.....	54
Çizelge 4.4. Kızgın yüz ifadesi için gönüllü grup ortalaması ve olgu 3 için F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri.....	56
Çizelge 4.5. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması ve nakil grubu ortalaması F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri.....	58
Çizelge 4.6. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması ve nakil grubu ortalaması TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4, F4, FC3, FC4, C3, C4 zaman frekans değerleri	59
Çizelge 4.7. Mutlu yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri	60
Çizelge 4.8. Kızgın yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri	62
Çizelge 4.9. Nefret yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri	63
Çizelge 4.10. Üzgün yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri	64
Çizelge 4.11. Emosyonel yüz ifadeleri için F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri	65
Çizelge 4.12. Emosyonel yüz ifadeleri için 30- 49 Hz frekans aralığında TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil olguları zaman frekans değerleri.....	66
Çizelge 4.13. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu kızgın yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri	67
Çizelge 4.13. ’ün devamı	68
Çizelge 4.14. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu üzgün yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri	69
Çizelge 4.15. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu korkma yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri	70
Çizelge 4.16. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu nefret yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri	71
Çizelge 4.17. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu şaşırma yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri	73

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Yüz Nakil Olgularında Emosyonel İfadelerin EEG Tabanlı Analizi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

...../...../2024

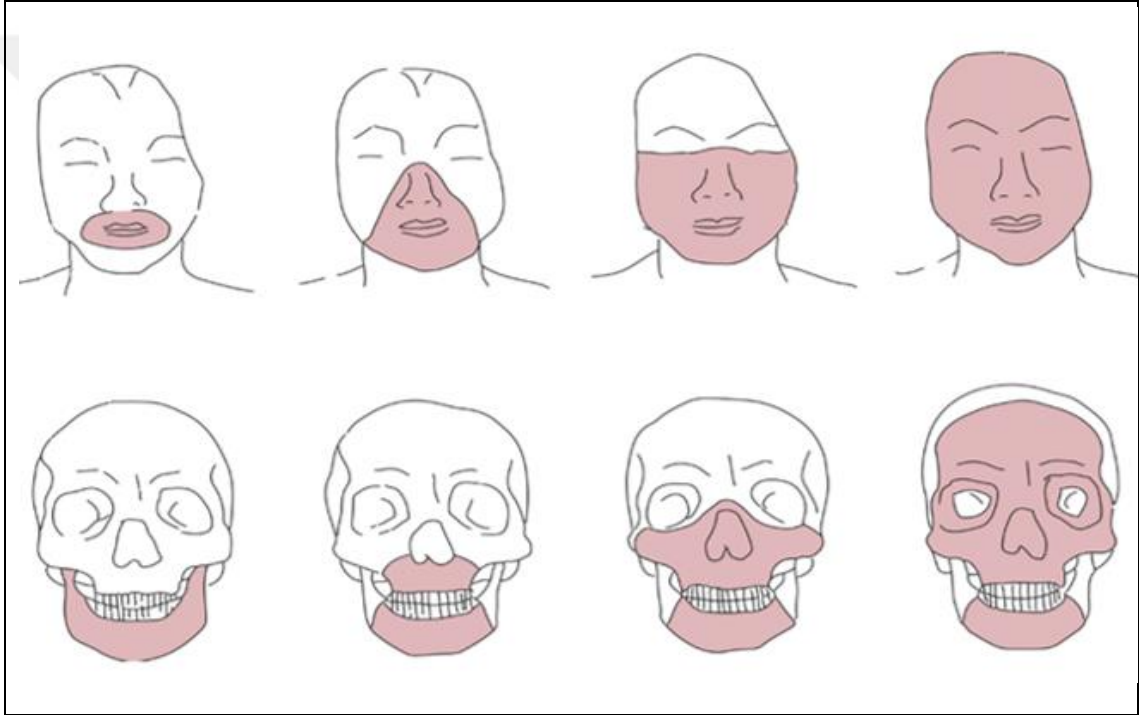
İnci BİLGE

İmzası

1. GİRİŞ

Yüz, insanların çeşitli duygu ve düşüncelerini yansıttığı iletişimin bir parçası olup yüzde yer alan kaslar ve mimikler emosyonel ifadeleri yansıtmaktadır. Emosyonel ifadeler, günlük yaşamda düşünceler, davranışlar ve karar verme durumlarında ortaya çıkmasının yanı sıra zihinsel ve fizyolojik süreçlerde önemli rol oynamaktadır. Bu emosyonel ifadeler nefret, korku, kızgınlık, mutluluk, üzüntü ve şaşırma gibi çeşitli şekillerde ortaya çıkmakta olup evrenseldir (Ekman, 1992).

Yüz nakli; ateşli silah yaralanmaları, yanık gibi çeşitli nedenlere bağlı olarak uyumlu donörden alınan tam ya da kısmi nakildir. Bu nakiller sırasında kemikler, kaslar, deri ve burun, dudaklar ve göz kapaklarının fonksiyonel birimleri ve doku bileşenlerini içeren yüz nakilleri yapılmaktadır (Hashem vd. 2016). Yüz nakil şekilleri şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Yüz nakil şekilleri

Dünya çapında günümüze kadar 40 civarında yüz nakli operasyonu yapılmıştır. Bu yüz nakillerden yaklaşık olarak %10’ u kadarının öldüğü belirtilmektedir (Lascar ve Zamfirescu 2012). İlk kısmi yüz nakli 2005'te Fransa'da, ilk tama yakın yüz nakli ABD’ de 2008 yılında, ilk tam yüz nakli ise 2010 yılında İspanya’da gerçekleştirilmiştir (Devauchelle vd. 2006; Dubernard vd. 2007; Alam vd. 2009; Siemionow ve Gordon, 2010; Siemionow vd. 2010). Ülkemizde yapılan ilk yüz nakli ise Prof. Dr. Ömer Özkan ve ekibi tarafından 2012 yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda yer alan yüz nakil hastaları hakkında klinik prosedürler literatürde yer almaktadır (Özkan vd. 2018). Yüzde deformitelerin meydana gelmesi sonucunda, duyu organlarının fonksiyon ve yeteneklerinin kaybolmasına neden olabilmektedir. Yüzde bulunan deri, kaslar, sinirler

ve kemiklerde meydana gelen kayıplar birincil motor ve somatosensoriyel kortekste yeniden yapılanmalara sebep olabilir(Gander vd., 2006). Yüz nakil olgularının motor fonksiyonlarında iyileşme süreçlerinin incelenmesinde emosyonel ifadelerden yararlanılmaktadır. Yüz nakli sonrasında duyuşal iyileşme ve motor fonksiyonların değerdendirilmesi dikkate alınmaktadır (Alam vd. 2009; Lantieri vd. 2008; Roche vd. 2015). Bu süreç içerisinde hasta ilk üç ay içerisinde iyileşme gösterdiği; 8 ile 12 ay arasında ise duyuşal olarak iyileşmelerini tamamladıkları belirtilmektedir. Fakat bazı durumlarda yüz kaslarının yeniden aktive edilmesi, konuşma, çiğneme ve yutma terapisini ve yüz mimetiklerinin “sosyal” işlevlerinin geri dönmesi yirmi dört ayı bile geçtiği kayıt altına alınmıştır (Lang vd. 1998; Bradley vd. 2001; Siemionow ve Gordon, 2010; Siemionow vd. 2010; Roche vd. 2015). Birincil somatosensoriyel korteksin ve sensorimotor korteksin duyguların algılanmasında, tanınmasında ve işlenmesinde rol aldığı ifade edilmektedir (Pitcher vd., 2008; Adolphs vd., 2000; Banissy vd., 2010).

Bugüne kadar tam yüz nakil olgularında EEG sinyalleri ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı olup tam yüz nakil olgularında rehabilitasyondan önce ve sonra alınan emosyonel ifadelerle ait EEG sinyalleri kullanılarak yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle tam yüz nakli sonrasında alınan EEG kullanarak sensörimotor ve somatosensoriyel kortekste yüz fonksiyonlarının yeniden kazanılması ve kortekste meydana gelen değışiklikler ile rehabilitasyon uygulamalarının etkilerini incelemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Bu tez çalışmasında rehabilitasyon uygulanmadan önceki ve sonraki süreçte duyuşal durumları incelemek için elektroensefalografi (EEG) sinyalleri kullanılmıştır.

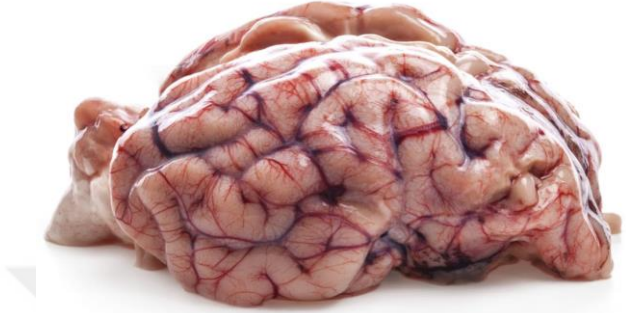
Tam yüz nakil olguları ve sağlıklı gruptan alınan emosyonel ifadelerin somatosensoriyel ve sensorimotor kortekste bulunan elektrotların zaman ve frekans analizleri yapılarak korteks yanıt süreleri incelenmiştir. Farklı emosyonel ifadeler sırasında beyin bölgelerindeki aktiviteler karşılaştırılmıştır. Olumlu ve olumsuz duyuş durumlarında sırasında korteks yanıt sürelerinde, frekans bantlarında, maksimum güç değerdlerinde meydana gelen farklılıklar incelenmiştir. EEG sinyallerinin emosyonel ifadeler sırasında frekans bantlarına ait kortikal haritalama yapılmıştır ayrıca etkin elektrot ve etkin frekans bandı belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca yüz nakil hastalarında emosyonel ifadeler sırasında alınan EEG sinyallerinin dalgacık paket dönüşümü ile analizi yapılarak enerji hesaplarının yapılması ile frekans bantları hesaplandıktan sonra iki boyutlu haritalamaları yapılmıştır.

Yüz nakil olguları farklı özelliklerde olduğundan dolayı bireylere özgü haritalama yapılarak her bir olgunun birbirlerinden farklı olarak değerdendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada yüz nakil olgularının emosyonel ifadelerinin EEG tabanlı zaman frekans analizleri yapıldıktan sonra iki boyutlu haritalaması yapılarak beyinde meydana gelen re-organizasyonların nakil sürecine ve rehabilitasyona bağlı olarak yorumlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

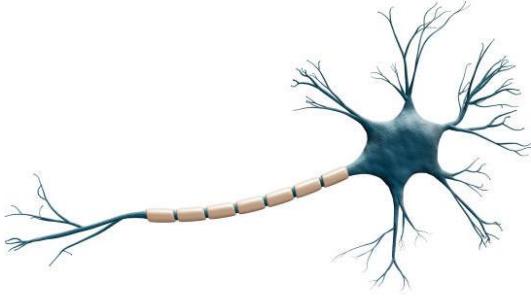
2.1. İnsan Beyin Yapısı

İnsan vücudundaki nöronların %90'ından fazlası beyin içerisinde yer almaktadır. Beyin yapısı şekil 2. 1'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Beyin yapısı

Nöronlar (sinir hücreleri) duylulardan gelen uyarıyı beyne iletirler. Bu süreçte genellikle sinir hücreleri, hücre gövdeleri, dendritler ve akson yardımcı olur. Nöronlar, dendritler aracılığıyla komşu nöronların aksonlarından mesajlar alır (Caton 1970). Şekil 2. 2'de nöronun yapısı verilmektedir. Bu mesajları akson boyunca kimyasal ve elektriksel işlemlerle sinaps adı verilen boşluklara iletir. Beyne iletilen sinyaller değerlendirilerek motor nöronlar sayesinde hareket oluşturulur.

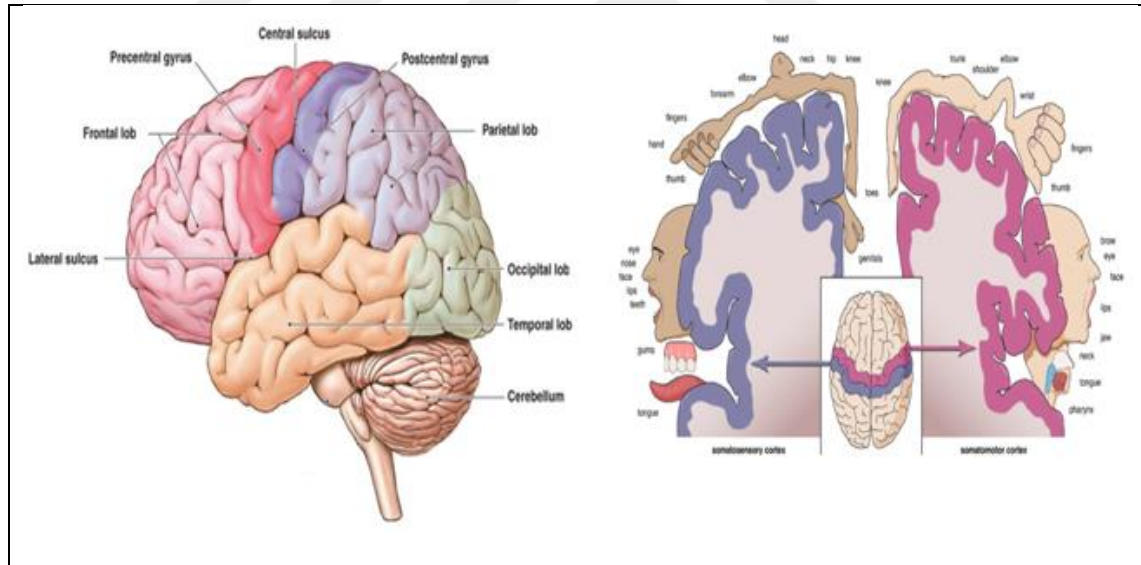


Şekil 2.2. Nöron yapısı

2.1.1. Beynin yapısal işlevi ve emosyonel ifadelerle bağlantısı

Beyin yapısal ve işlevsel olarak sağ hemisfer ve sol hemisfer olmak üzere iki hemisferden oluşmaktadır. Sol beyin, mantıksal düşünme, matematiksel analiz ve işitsel durumları işlemek için daha uygundur. Sağ yarıküre, görsel, duygusal ve yaratıcı, algısal, dikkat çekici mekansal, bütünsel ve sanatsal bilgi işleme gibi görevlerde yer alır. İşitsel olmayan sezgisel ve uzamsal konum becerileri yeteneklerinden sorumludur. Ayrıca sağ yarıküreyi daha aktif kullananların uzamsal belleğe ve duygusal çağrışım kapasitelerinin oldukça gelişmiş olduğu belirtilmektedir (Lang vd. 1998).

Dokunma, duyma ve görme gibi algısal süreçlerden sorumlu olan serebral korteks frontal lob, temporal lob, oksipital lob ve parietal lob olmak üzere dört lobdan oluşmaktadır. Frontal lob, bilişsel fonksiyonlar ve duygusal işleme, parietal lob ise farklı duyu organlarından gelen bilgilerin işlenmesinden, temporal lob ise işitsel algılama, koku algılama, uzun süreli hafıza, yüz ifadelerini işleme süreçlerinden, oksipital lob ise görsel algıdan sorumlu beyin bölgesidir. Duyguların beyinde oluşumunda limbik sistem, amigdala ve orbitofrontal korteks, prefrontal korteks ve somatosensori alanlar duygusal yüz ifadesinin bilinçli temsiliyle bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Adolphs 2003). Şekil 2. 3’de serebral korteks ve beyin lobları gösterilmiştir.

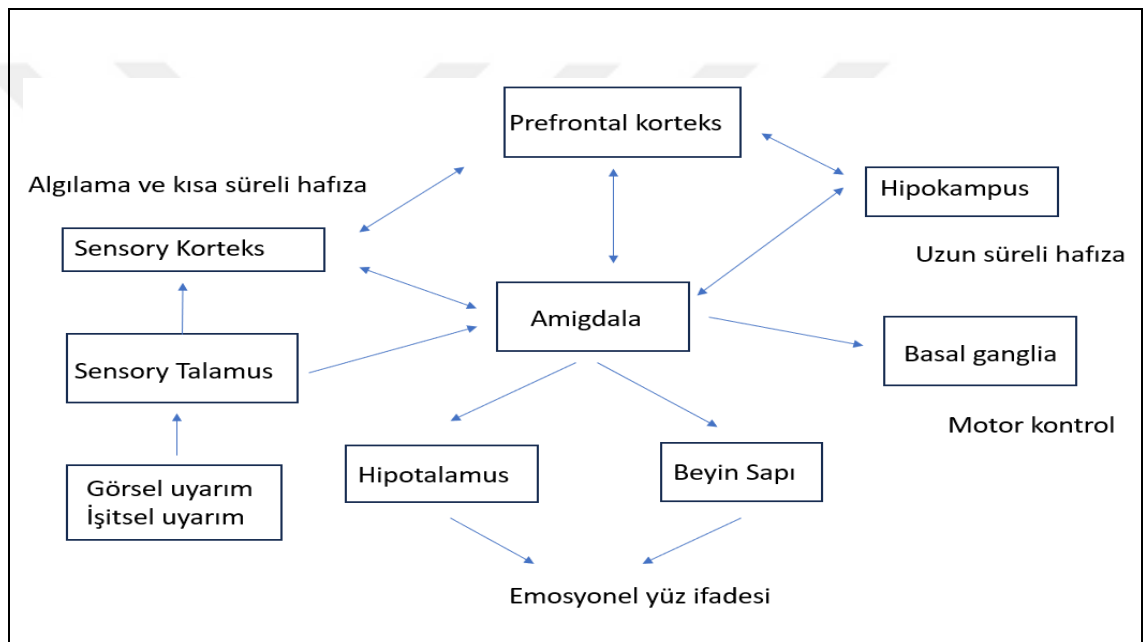


Şekil 2.3. Serebral korteks ve somatosensori korteks

Duygusal yüzlerin görüntülenmesi ile ilgili fMRI kullanılarak yapılan bir çalışmada amigdalanın, superior temporal sulkusun ve fusiform girusun yüzdeki duyguların algılanmasıyla ilgili olduğu belirtilirken; ventromedial prefrontal ve somatosensoriyel korteks aktivasyonlarının ise duyguların işlenmesi ile ilgili olduğu belirtilmektedir (Winston vd., 2003). Sağ yarımkürede somatosensoriyel korteks lezyonlarının, duygu ifadelerinin tanınmasında bozulmalara sebep olduğu belirtilmiştir (Kragel ve Labar, 2016). Fonksiyonel görüntüleme çalışmaları birincil somatosensoriyel

korteksin duygu tanımda önemli bir rolü bulunduğunu belirtmektedir (Adolphs vd., 2000). İnferior frontal girus (IFG) ve posterior parietal korteksin yüz ifadelerinin motor bileşenleri için bir ayna nöron sistemi ile ilgili olduğu bunun yanı sıra amigdala ve insula duygusal durumlarla bağlantılı olup yüz ifadelerini algılamamıza yardımcı olmaktadır (Van der Gaag vd., 2007).

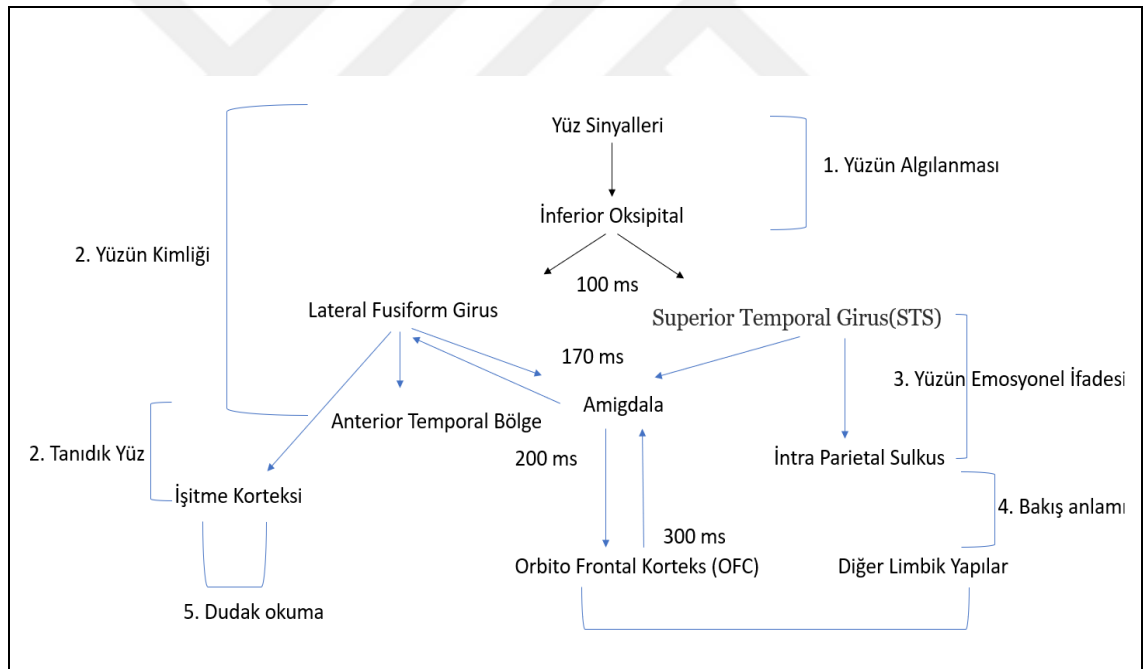
Amigdala ön temporal lobda yer alan limbik sistemin yapılarından birisi olup duyguların oluşmasında görevlidir (Lanteaume vd., 2007). Duygunun tanınmasında oksipitotemporal neokorteks, amigdala, orbitofrontal korteks ve sağ fronto-parietal korteks gibi birden fazla beyin bölgeleri bir arada çalıştığı ifade edilmiştir (Adolphs, 2002). Amigdala ve duyguların diğer beyin bölgeleri ile ilişkisi şekil 2. 4’de verilmiştir.



Şekil 2.4. Amigdala ve duygular (LeDoux, 1996)

Yüz ifadeleri bilinçsiz ve bilinçli kontrolü olmak üzere iki şekilde incelenebilir. Yüz ifadelerinin istemli kontrolünde birincil motor korteks, ventral lateral premotor korteks ve tamamlayıcı motor alan gibi beyin bölümleri yer almaktadır. Motor korteks serebral korteksin istemli hareketlerin planlanması, kontrolü ve motor hareketlerin yapılmasında görevli olup premotor korteks, tamamlayıcı motor alan, arka parietal korteks ve korteksin altında bulunan çeşitli beyin bölgeleriyle beraber çalışır. Birincil motor korteks merkezi sulkusun hemen önünde prefrontal girusta olup frontal lobda bulunmaktadır. Premotor korteks, hareketin planlanması ve başkalarının davranışlarını anlamada rol almakta olup, birincil motor korteksin hemen önünde yer almakta olup frontal bölgededir.

Duygusal yüz algılama işleminin beyinde çeşitli motor yapıların yanı sıra görsel, limbik, tempero-parietal, prefrontal bölgelerde aktivasyon artışına sebep olduğu bildirilmiştir. Yüz algılama işlemi fusiform yüz alanı (FFA), alt oksipital girus ve üst temporal sulkus gibi beyin bölgelerinin bir arada çalışmasıyla gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Haxby vd., 2000; Parvizi vd., 2012). Yüz ifadelerinin üretiminde birincil motor korteks, ventrolateral premotor korteks, tamamlayıcı motor alanı gibi beyin bölgeleri yüz ifadelerinin motor kontrolde rol almaktadır (Morecraft vd., 2001, 2007). Yüz ifadelerinin algılanması ve motor kontrolü karmaşık bilişsel süreç olup birçok beyin bölgesi bir arada çalışmaktadır. Emosyonel EEG ve MEG verileri ile yapılan bir çalışmada yüz hareketlerinin hem gözlemlenmesi hem de uygulanmasında, resmin başlangıcından itibaren oksipital lobda 100 ms’de, üst temporal bölgede 180 ms’de, inferior parietal lobda 200 ms’de, alt frontal lobda 250 ms’de ve birincil motor kortekste 320 ms’de aktivasyon oluşması hareketin uygulanmasında motor korteksin rol aldığını göstermiştir (Hauk vd., 2008). Yüz ifadesinin oluşması ve nöral mekanizma şekil 2. 5’de aktarılmıştır.



Şekil 2.5. Emosyonel yüz ifadesinin oluşması

2.2. Duygu Durum ve Duygusal Uyarılma

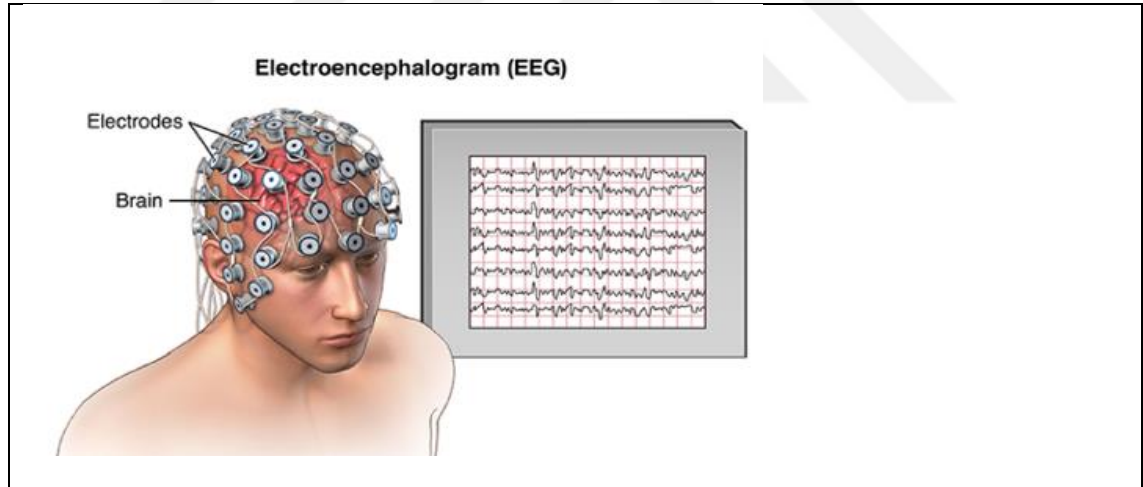
Duygu kişinin dış uyaranlara karşı oluşturduğu bir tepkidir. Bu tepkinin tanımlanmasında mutlu, kızgın, üzgün, öfke, gülme, ağlama gibi ifadelerle sınıflandırılmasına yardımcı olmaktadır. Duygusal uyarım dış ortamdan gelen bir uyarana karşı verilen cevaptır. Oluşan duygu bireylerin görsel, işitsel uyaran durumuna göre değişmektedir. Bu farklılık beynimizde oluşturulan duyguya (emosyon) göre

değişmektedir. Fakat aynı uyaranlara verilen duygusal tepkiler cinsiyet, yaş vb. fark etmeksizin tüm bireylerde benzer özelliktedir (Wessman 1979; Yiend vd. 2012).

Elektro fizyolojik sinyaller olarak elektrokardiyogram (EKG), elektromiyogram (EMG), elektroensefalogram (EEG) gibi ölçüm yöntemleri duygu analizinde kullanılabilir. Ancak duygu analizlerde en güvenilir sonuçlar EEG sinyalleri kullanılarak elde edilmiştir.

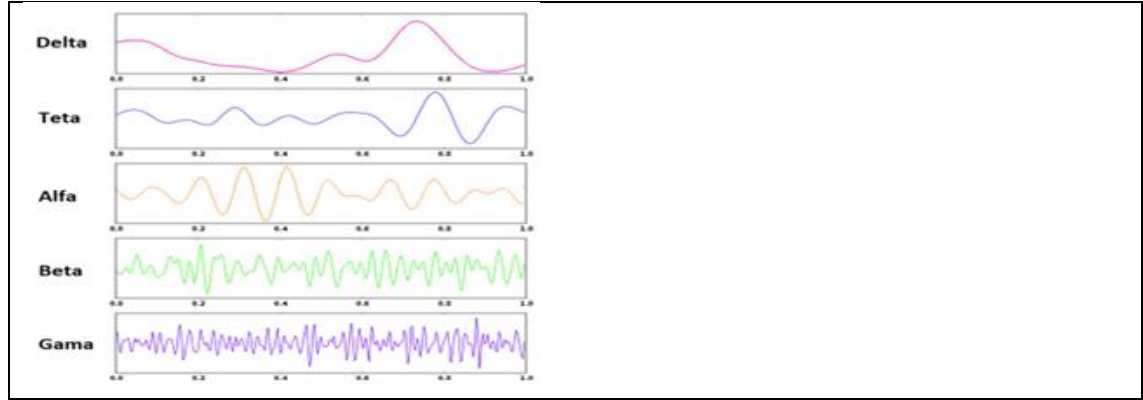
2.3. Elektroensefalografi (EEG) ve Alt Frekans Bantları

EEG sinyalleri insan kafa derisinin üzerinden elektrotlarla alınan sinyallerin, amplifiye edilmesi sonucunda elde edilmektedir (Lantieri vd. 2008; Alam vd. 2009; Roche vd. 2015). Bu sinyaller 1-4 Hz frekans aralığı delta, 4-7 Hz frekans aralığı teta, 8-13 Hz frekans aralığı alfa, 13-30 Hz frekans aralığı beta ve 30 hz'den daha büyük frekans aralığı gama bandı olarak ifade edilmektedir (Niedermeyer ve Silva, 2005). EEG sinyalleri durağan olmayan özelliğe sahip olup genliği 2-100 μ V arasında, frekansı ise 1-100 Hz arasında değişmektedir. Bireylerin uyku, uyanıklık, hareket etme durumlarına göre EEG sinyallerinin genlik bilgileri ve frekans değerlerinde farklılıklar oluşmaktadır. Şekil 2. 6'da EEG sinyalleri ve elektrot yerleşimi görülmektedir.



Şekil 2.6. EEG sinyalleri ve elektrot yerleşimi

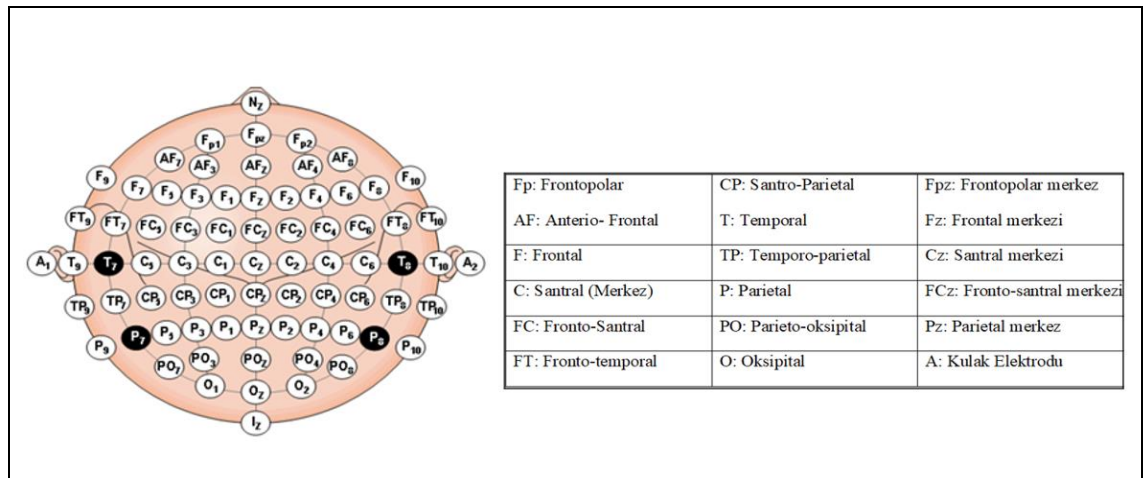
EEG alt frekans bantları insan beyninin çeşitli görevlerini tanımlamak için kullanılabilir (Rahn ve Başar 1993; Miltner vd. 1999; Kocsis vd. 2001; Pfurtscheller 2001). Gama beyin dalgası ise 30 Hz'in üzerindeki yüksek frekanslı dalgalardır. EEG kayıtlarında genellikle filtrelendir. Beta ve gama yüksek frekanslı sinyaller duygu tanımada önemli rol oynamaktadır. EEG alt frekans bantları şekil 2. 7'de görülmektedir.



Şekil 2.7. EEG alt frekans bantları

2.3.1. EEG elektrotları

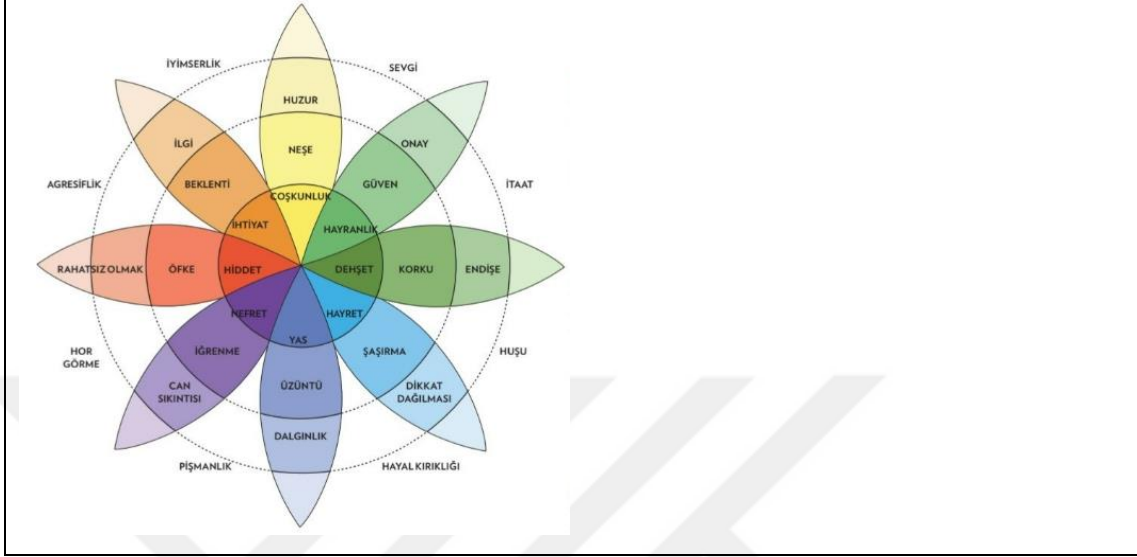
EEG sinyallerinin insan kafası derisi üzerinden kaydedilmesi için EEG elektrotları kullanılır. Duygu durumları sırasında alınan EEG sinyallerinin en önemli aşaması elektrotların yerleştirmesidir. Bu sinyaller beyin bölgelerindeki lokalizasyona göre değişmektedir. Bu nedenle beyin loblarının işlevlerini bilmek yapılacak çalışmalarda elektrotların yerleştirileceği alanın bilinmesi açısından önem sağlar (Jurcak vd. 2007; Piryatinska vd. 2012). EEG sinyallerini saçlı deri üzerinden almak amacıyla bu tez çalışmasında yüzey elektrotlar kullanılmıştır. Elektrotlar, harflerin ve rakamların birlikte kullanılması ile isimlendirilmektedir. Ara elektrotlarda ise iki harf kombinasyonu bulunmaktadır. Harfler, elektrotun bulunduğu beyin kısımlarını ifade eder. Çift sayılı elektrotlar (2,4,6,8) kafatasının sağ tarafına ve tek sayılı elektrotlar (1,3,5,7) kafatasının sol tarafına yerleştirilir (Jurcak vd., 2007). Kafanın ön kısmı Nasion, arka kısmı Inion olarak da adlandırılır. Cz ise tam ortayı göstermektedir. İnsan kafasına yerleştirme aşamasında uluslararası kabul görülen 10/20 EEG elektrot yerleşimi dikkate alınır. Uluslararası 10-20 elektrot sistemi şekil 2. 8’de görülmektedir (Sharbrough vd.,1991).



Şekil 2.8. Uluslararası 10-20 elektrot sistemi (Sharbrough vd., 1991)

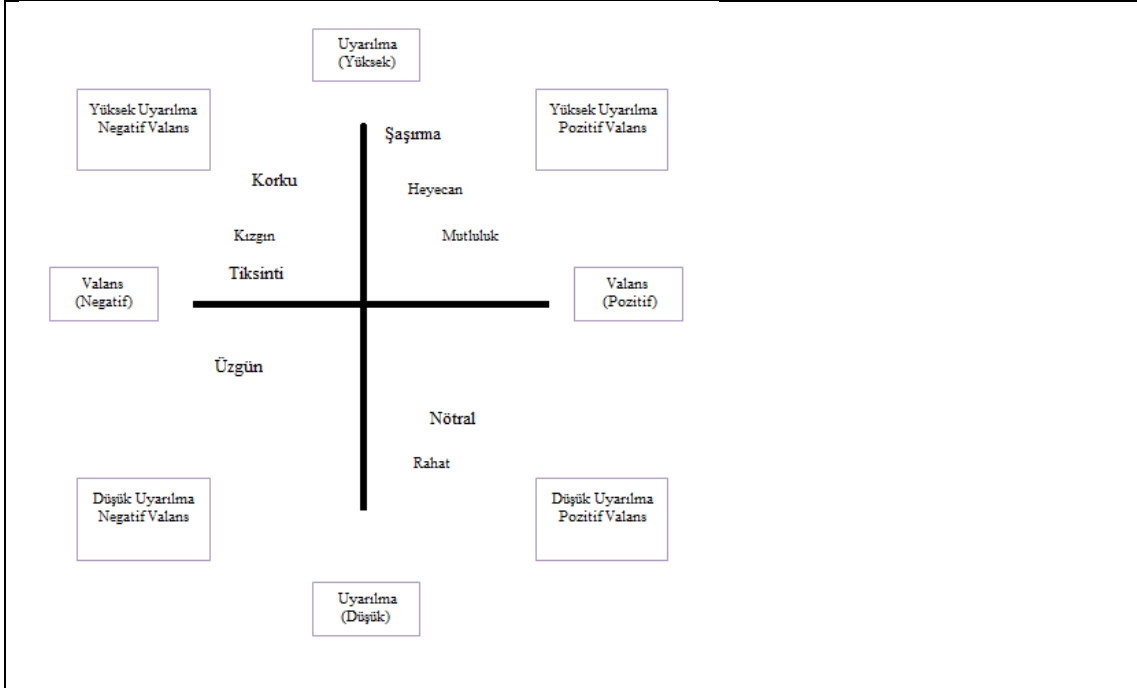
2.4. Duygu Modelleri

Duygu modelleri iki çeşittir. Bunlardan biri olan ayrık model altı temel duygu ile bu duyguların bileşimlerinden üretilmektedir. Duygu çarkı şekil 2.9’de verilmiştir (Plutchik 2001).



Şekil 2.9. Duygu çarkı (Plutchik 2001)

Duygu modellerinden bir diğeri de iki boyutlu model olarak adlandırılmaktadır. Bu modelde değerlik ve uyarılma şeklinde duygular kategorilere ayrılır. Valans-uyarılma duygu düzlemi şekil 2.10’da görülmektedir (Russell 2003)

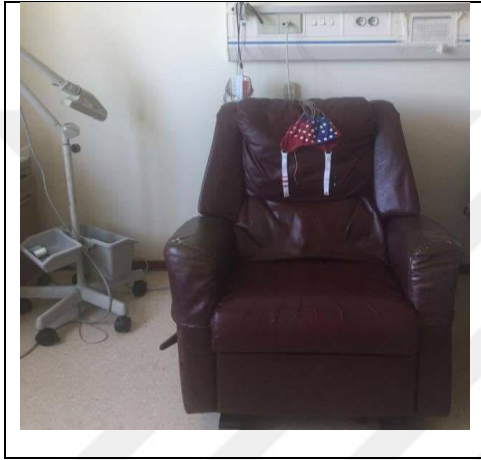


Şekil 2.10. Valans-uyarılma duygu düzlemi (Russell, 2003)

3. MATERYAL VE METOT

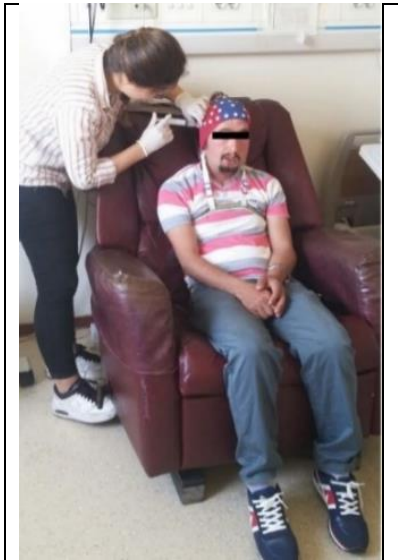
3.1. EEG Veri Tabanının Oluşturulması

Bu tez çalışmasında EEG sinyalleri Tıp Fakültesi Nöroloji Bölümünde bulunan EEG laboratuvarındaki EEG cihazı ve 64 kanallı EEG kepi kullanılarak kaydedilmiştir. EEG kayıtları 10 sağlıklı gönüllü bireyden ve yüz nakil olgularından alınmıştır. Bireylere kayda başlamadan önce kayıt prosedürü hakkında bilgilendirilmiştir. Kayda başlamadan önce aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır. Mutluluk, nefret, şaşkınlık, kızgınlık, üzüntü ve korku gibi 6 temel emosyonel ifadenin her biri için ayrı ayrı ilgili emosyona ait fotoğraflardan oluşturulan videolar bireylere gösterilerek bireylerin duygusal ifadeler yapması sağlanmıştır. EEG laboratuvarı ve EEG kepi Şekil 3.1 de gösterilmiştir.



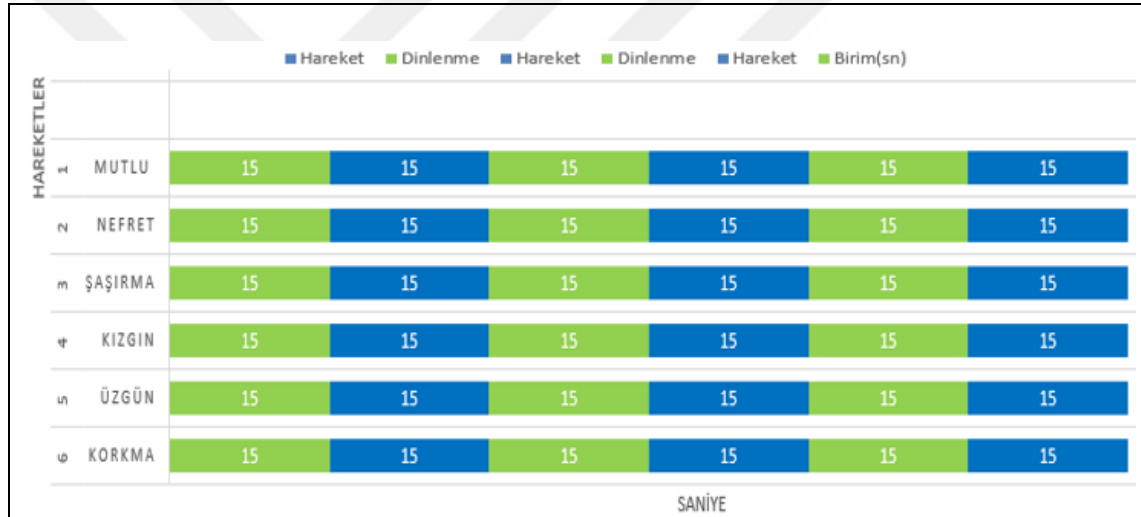
Şekil 3.1. EEG Laboratuvarı

Bireylere EEG kepi takıldıktan sonra elektro jel kullanarak kafa derisinden sinyallerin gürültüsüz bir şekilde alınması sağlanmıştır. Şekil 3.2’de EEG kaydı alınacak nakil olgusunun hazırlanma aşaması belirtilmektedir.



Şekil 3.2. Nakil olgusunun hazırlanma aşaması

Bu çalışmada on sağlıklı gönüllü birey ve üç tane tam yüz nakil olgusundan emosyonel ifadeler gerçekleştirilirken kaydedilen EEG sinyalleri kullanılmıştır. Yüz nakil olgusu 1 2012 yılı mayıs ayında, yüz nakil olgusu 2 2012 yılı ocak ayında, yüz nakil olgusu 3 ise 2013 yılında temmuz ayında tam yüz nakli Prof. Dr. Ömer Özkan ve ekibi tarafından gerçekleştirilmiş olup klinik prosedür hakkında bilgi verilmektedir (Özkan vd. 2018). Yüz naklinden sonra yüz nakil olgularının duygusal ifadelerindeki iyileşme sürecini takip etmek amacıyla olgu 1 ve olgu 2'ye kişisel rehabilitasyon uygulanmış olup olgu 3'e rehabilitasyon uygulanmamıştır. Olgu 1 ve olgu 2'den rehabilitasyon uygulanmadan önce ve rehabilitasyon uygulandıktan sonraki süreçlerde alınan EEG sinyallerinde meydana gelen yeniden düzenlenmeler incelenmiştir. Mutlu, nefret, kızgın, öfke, korkma ve şaşkın emosyonel ifadelerine ait resimlerden oluşan videonun 15 saniye izlenerek ilgili emosyonel ifadeyi yaparken ve 15 saniye dinlenme durumunda üç tekrar yapılarak gönüllü grup ve yüz nakil olgularına ait EEG sinyalleri kaydedilmiştir. EEG kaydı duygusal uyarımların yapıldığı süre boyunca devam etmiştir. Kayıt prosedürü hakkında detaylı bilgi şekil 3.3'de bulunmakadır.



Şekil 3.3. Kayıt prosedürü

3.2. EEG Sinyal Analiz Yöntemleri

EEG sinyallerinde bulunan gürültünün giderilmesi amacıyla filtreleme işlemi yapılabilir. Bunun yanı sıra zaman ve frekans analizleri fourier dönüşümü (Güntekin ve Basar 2007) ve kısa zamanlı fourier dönüşümü ile elde edilebileceği gibi sürekli dalgacık dönüşümü ile de elde edilebilir. Ayrıca güç spektral yoğunluğu (Balconi ve Lucchiari 2006) kullanılarak sinyalin maksimum güce sahip olduğu frekans değerleri hesaplanabilir. Bunun yanı sıra dalgacık paket dönüşümü kullanılarak sinyaldeki her bir EEG alt frekans bandı için enerji değerleri hesaplanabilir (Murugappan vd. 2011).

Bu çalışmada şebeke kaynaklı gürültüleri temizlemek için 50 Hz çentik filtre ve EEG alt frekans bantlarında zaman frekans analizini yapmak için 4. Derece butterworth filtre kullanılmıştır. Bu çalışmada zaman frekans analizi için 13-30 Hz (beta bandı), 30-

49 Hz (alt gama bandı), 51-70 Hz (üst gama bandı), 4-7 Hz (teta bandı), 1-4 Hz (delta bandı), 0.5–49 Hz, frekans aralıklarına sahip butterworth bant geçiren filtre kullanılmıştır. Butterworth dijital filtre tasarımı Matlab programındaki butter komutu ile gerçekleştirilmiştir. Filtrenin transfer fonksiyonu filter komutu kullanılarak bulunmuştur. Filtrenin frekans cevabını bulmak için freqz komutu kullanılmıştır. Filtrenin transfer fonksiyonu bağıntı (3.1) kullanılarak hesaplanmakta olup b ve a filtre katsayılarını ifade ederken; B pay ve A payda polinomlarının katsayı vektörlerini ifade etmektedir (Oppenheim, 1999).

$$H(z) = \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{b(1)+b(2)z^{-1} ++b(n-1)z^{-n}}{1+a(2)z^{-1} ++a(n+1)z^{-n}} \quad (3.1)$$

Ayrık Fourier Dönüşümü (AFD) uygulanarak zaman alanındaki bilgilerin frekans alanındaki bilgilere çevrilmesinde bağıntı (3.2) kullanılabilir (Proakis vd., 1992).

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi nk/N} \quad k=0,1,.....,N \quad (3.2)$$

Parametrik olmayan spektrum yöntemlerinden biri olan periodogram yöntemi bir sinyalin frekans bileşenlerinin güç yoğunluğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Periodogram $P_{xx}(f)$ ile gösterilmektedir. Periodogram değerleri, N örnekten oluşan verinin ayrık fourier dönüşümünün (AFD) karesi alınmasıyla bağıntı (3.3) kullanılarak hesaplanabilir (Proakis vd., 1992).

$$P_{xx}\left(\frac{k}{N}\right) = \frac{1}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi nk/N} \right|^2 \quad k=0,1,.....N-1 \quad (3.3)$$

3.3. Dalgacık Dönüşümü

EEG sinyallerinin frekans bileşenleri uyarıma bağlı olarak zamanla değişebilmektedir. Bu nedenle sadece frekans bileşeni bilgisi duygusal durumların analizi için yeterli olmadığından dolayı EEG sinyallerinde, belirli bir duygusal yüz ifadelerinden oluşan uyarılara beynin verdiği yanıt sürelerinde meydana gelen farklılıkları incelemek amacıyla zaman frekans analizine ihtiyaç duyulmuştur.

3.3.1. Sürekli dalgacık dönüşümü

Bu tez çalışmasında EEG sinyallerinin zaman frekans analizleri sürekli dalgacık dönüşümü kullanılarak yapılmıştır. Sürekli dalgacık dönüşümü (CWT), orijinal sinyal ile bir ana dalgacık arasındaki korelasyon katsayılarını elde eder (Vuong vd. 2015). Bununla birlikte, ana dalgacığın şekli ölçekleme ve kaydırma parametreleri tarafından

kontrol ederek sinyali bir zaman-frekans alanına atar. CWT'nin matematiksel formülü (3.4) bağıntısında verilmektedir.

$$X_{(w)}(a,b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi \frac{t-b}{a} dt \quad (3.4)$$

Denklemden yer alan b bir zaman kaydırma parametresini veya ötelemeyi belirtir ve a bir ölçeklendirme parametresini belirtir. $X_w(a,b)$, CWT'nin korelasyon katsayılarını ifade eder. CWT, dalgacıkların öteleme ve ölçek parametrelerinin sürekli olarak değişmesine izin vererek EEG sinyallerinden zaman, frekans ve güç bilgisi edinmemizi sağlar. EEG sinyali $x(t)$, aşağıdaki gibi bir ters CWT ile geri kazanılabilmekte olup (3.5) bağıntısında verilmektedir.

$$x(t) = C_{\psi}^{-1} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \chi_{\omega}(a,b) \frac{1}{\sqrt{|a|}} \tilde{\psi} \left(\frac{t-b}{a} \right) ab \frac{da}{a^2} \quad (3.5)$$

Ana dalgacık orijinal $x(t)$ dalgacığının ölçeklenmesini ve ötelenmesini sağlar. Zaman t harfi ile ana dalgacık sembolü $\psi(t)$ ile gösterilmekte olup zaman ve frekans alanı için süreklidir. C , dalgacık seçimine bağlı olan normleştirme sabitidir. Matematiksel formülü (3.6) bağıntısında verilmektedir.

$$C_{\psi} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\tilde{\psi}(\omega) \hat{\psi}(\omega)}{|\omega|} d\omega \quad (3.6)$$

Filtreleme işleminin ardından sürekli dalgacık dönüşümü kullanılarak EEG sinyallerin zaman frekans analizleri yapılmıştır. Korteks yanıtları her elektrot bölgesi için oluşma süreleri, maksimum güç değerleri ve frekans değerleri açısından birbiriyle kıyaslanmıştır.

3.3.2. Ayırık dalgacık dönüşümü

3.3.2.1. Dalgacık paket dönüşümü (DPD)

Dalgacık paket dönüşümü (DPD), ayırık dalgacık dönüşümünün genelleştirilmiş hali olup, yaklaşım ve detay bileşenleri her seviye için yapılabildiğinden dolayı düşük frekanslarda daha fazla ayrıntı elde edilebilmektedir. (Misiti vd. 1996). Dalgacık dönüşümünde Daubechies, Morlet, Meyer, Coiflets, Symlets ve Haar gibi dalgacık fonksiyonu türleri bulunmaktadır. Çalışmamızda Daubechies (db32) dalgacığı kullanılarak EEG sinyallerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Dalgacık paket dönüşümünün frekans karakteristiği (3.7) bağıntısı kullanılarak elde edilmektedir.

$$f_m = \frac{j+1}{2^{m+1}} f_s \quad (3.7)$$

DPD’de her düğüme ait $w_{m,j}$ değerlerini ifade etmekte olup $w_{m,j}(n)$ ’nin kareleri toplandıktan sonra uzunluğuna bölünerek $W_{m,j,n}$ değerleri, bağıntı (3.8) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$W_{rms,m,j} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |w_{m,j}(n)|^2} \quad (3.8)$$

EEG sinyalinin toplam enerjisi (3.9) bağıntısı kullanılarak hesaplanmış olup bağıntıda bulunan sinyalin seviye sayısını ifade etmektedir. Bu çalışmada EEG sinyallerinin dalgacık paket dönüşümü 9 seviye ve 512 düğüm değerleri için hesaplanmıştır.

$$E_M = \sum_{j=0}^{2^M-1} |w_{rms,m,j}|^2 \quad (3.9)$$

Dalgacık paket dönüşümü ile alt frekans bantlarına ayrıştırılan EEG sinyallerinin dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri hesaplanılmıştır ve iki boyutlu topografik haritalamalar kullanılarak görselleştirilmiştir. Topografik haritalamalar EEGLAB fonksiyonları kullanılarak yapılmıştır (Delorme ve Makeig, 2004). Normal grup ve nakil grubu için kişiye ve harekete özgü EEG haritaları arasındaki fonksiyonel aktivasyon değişimleri farklılıkları yorumlanmıştır.

Varyans değerleri, veriyi oluşturan değerlerin karelerinin toplamalarının dizideki eleman sayısına bölünmesi ile bağıntı (3.10) kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Varyans (VAR)} = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (xn^2) \quad (3.10)$$

Karesel ortalama (RMS) değerleri, değerlerin karelerinin toplamının, değer sayısına bölümünün karekökünün alınarak bağıntı (3.11) kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Karesel Ortalama (RMS)} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N (xn^2)} \quad (3.11)$$

Mutlak değer ortalama (MAV) ise veriyi oluşturan sayısal değerlerin mutlak değerlerinin aritmetik ortalaması bağıntı (3.12) kullanılarak hesaplanır (Chowdhury vd., 2013).

$$\text{MAV} = \frac{1}{N} \sum_1^N |xn| \quad (3.12)$$

Medyan frekans (MDF) değerleri, bağıntı (3.13) kullanılarak hesaplanır (Phinyomark vd., 2012). Bu bağıntıdaki P_j , frekans bölmesindeki güç spektrumu olup; M ise frekans bölmesinin uzunluğudur. Medyan frekansın hesaplanmasında Matlab programında bulunan medfreq komutu kullanılmıştır.

$$\text{Medyan Frekans (MDF)} = \sum_{j=1}^{MDF} P_j = \sum_{j=MDF}^M P_j = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M P_j \quad (3.13)$$

Pik frekans (PKF) değerleri, maksimum EEG gücünün olduğu andaki maksimum frekans değeri bağıntı (3.14) kullanılarak hesaplanabilmektedir (Phinyomark vd., 2012).

$$\text{Pik frekans (PFK)} = \max (P_j) \quad j=1,2,\dots,M \quad (3.14)$$

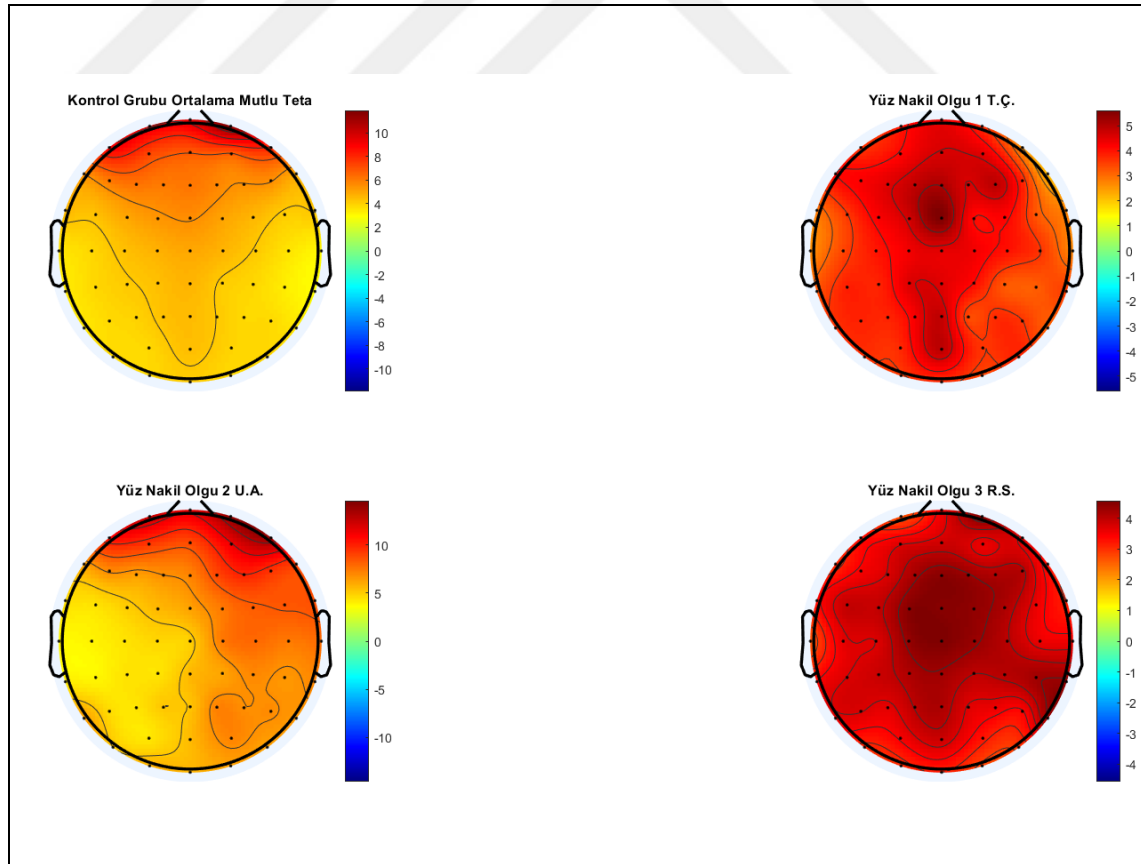
Dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin yanı sıra varyans, ortalama, rms, medyan frekans ve pik frekans değerlerinin istatistiksel analizleri SPSS programında gerçekleştirilmiştir. Sinyallerin analizleri sonucunda gönüllü grup ve nakil olguları arasında anlamlı farklılık bulunan bölgeler tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler parametrik olmayan bir yöntem olan Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

Mutlu, kızgın, nefret, üzgün, şaşırma, korkma yüz ifadelerinden oluşan resimlerle uyarım sırasında yüz ifadelerini yaparken elde edilen EEG sinyallerinin topolojik haritaları ile somatosensoriyel kortekste, sensorimotor kortekste bulunan elektrotların zaman frekans analizleri gerçekleştirilmiştir. Gönüllü grup ve tam yüz nakil olguları arasında anlamlı fark oluşan bölgeler tespit edilmiştir. Ayrıca rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrasında alınan EEG sinyallerinin analizi ile yüz nakil olgularında meydana gelen iyileşme süreci incelenmiştir.

4.1. Mutlu Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları

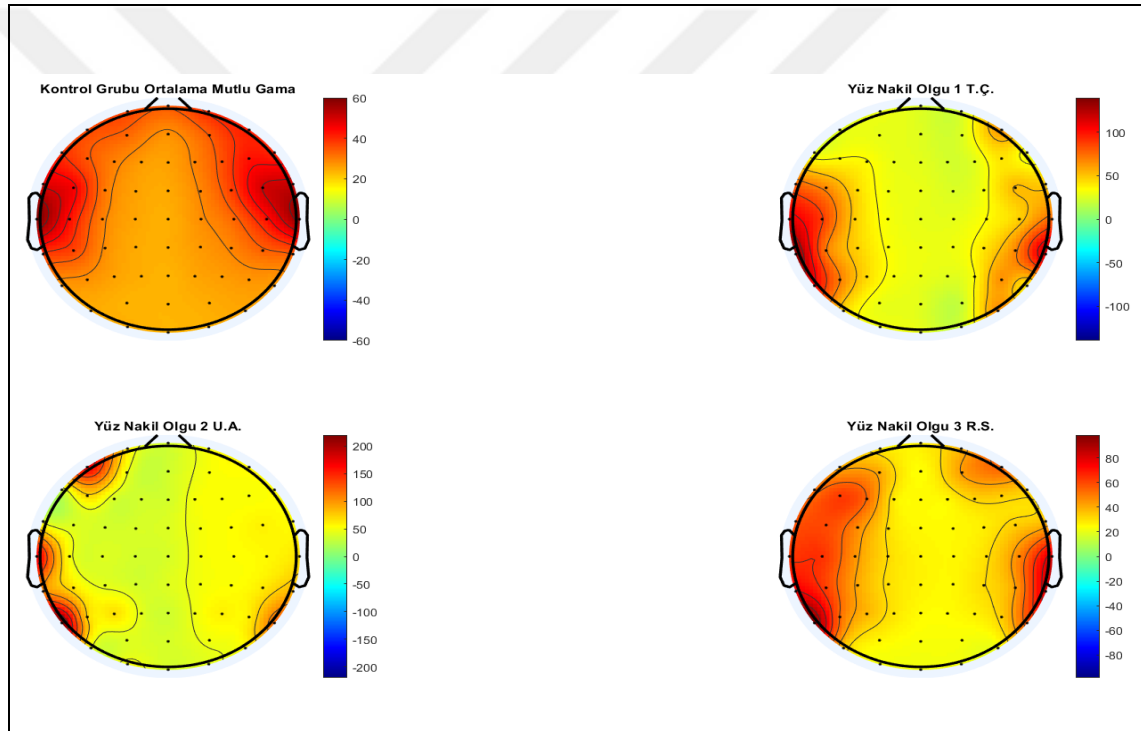
Gönüllü grup ortalaması mutlu yüz ifadesi EEG sinyalinin teta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle prefrontal ve frontal bölgede bulunan elektrotların baskın korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği mutlu yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı FC, F, P, PO elektrot bölgelerinde ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman prefrontal, frontal bölgelerde bulunan elektrotlarda belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 mutlu yüz ifadesi teta bandı C, FC, F bölgelerde baskın korteks yanıtları elde edilmiştir. Şekil 4.1’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi teta bandı topografik dağılım görülmektedir.



Şekil 4.1. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi teta bandı topografik haritası

Gönüllü grup ortalaması mutlu yüz ifadesi EEG sinyalinin gama bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle T7, T8, FT7, FT8 bölgelerde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği mutlu yüz ifadesi gama bandı baskın korteks yanıtı T7, TP7, FT7, P7 elektrot bölgelerinde ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman T7, P7, AF7 elektrot bölgelerinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 mutlu yüz ifadesi gama bandı C5, FC5, F5, P7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahiptir.

Mutlu yüz ifadesi EEG sinyalleri gama bandı enerji değerleri istatistiksel analizi sonucunda gönüllü grup ve nakil grubu arasında AF8, TP7, TP8, CP5, P5, P6, PO8 elektrot bölgelerinde $p < 0,05$ olduğundan dolayı anlamlı farklılık bulunmuştur. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi gama bandı topografik haritası şekil 4.2’de verilmiştir.

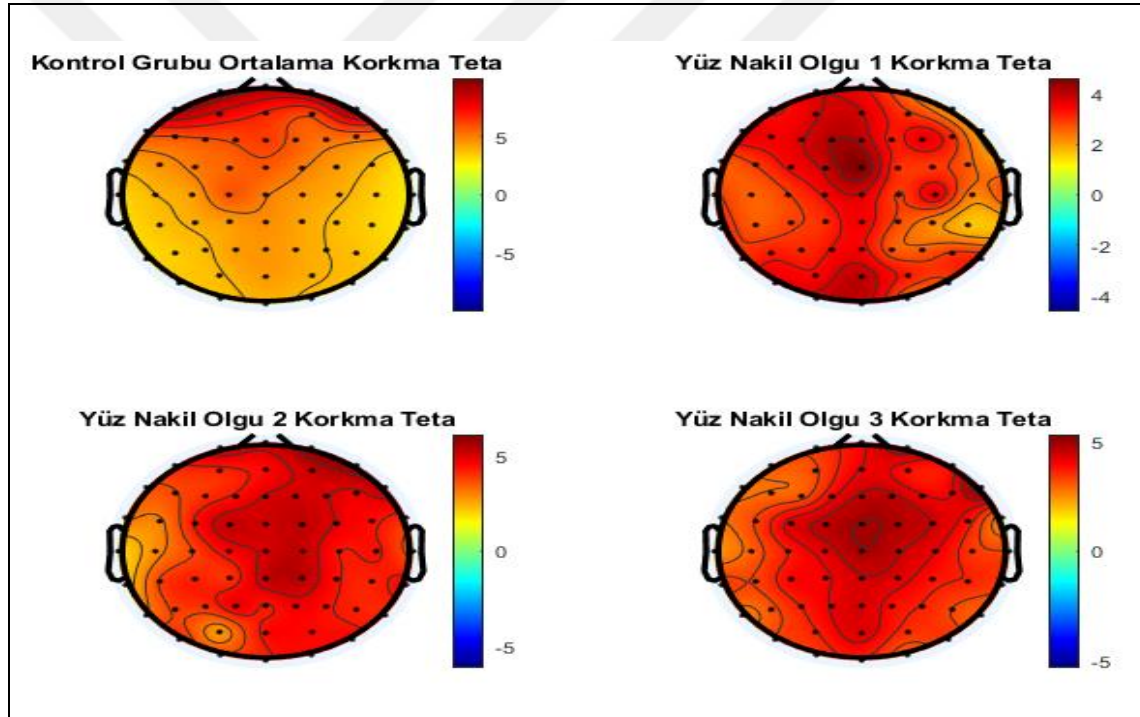


Şekil 4.2. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi gama bandı topografik haritası

Mutlu yüz ifadesi EEG sinyalleri delta bandı enerji değerleri istatistiksel analizi sonucunda gönüllü grup ve nakil grubu arasında TP7 ($p=0,016$), CP5 ($p=0,019$), P1 ($p=0,022$), P7 ($p=0,016$), P5 ($p=0,016$), PZ ($p=0,037$), PO7 ($p=0,019$) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık tespit edilmekte olup mutlu yüz ifadesi beta bandı enerji değerleri istatistiksel analizi sonucunda gönüllü grup ve nakil grubu arasında AF8($p=0,031$), TP7 ($p=0,031$), TP8 ($p=0,030$), P6 ($p=0,031$), PO8 ($p=0,030$) elektrot bölgelerinde $p < 0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık tespit edilmiştir.

4.2. Korkma Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları

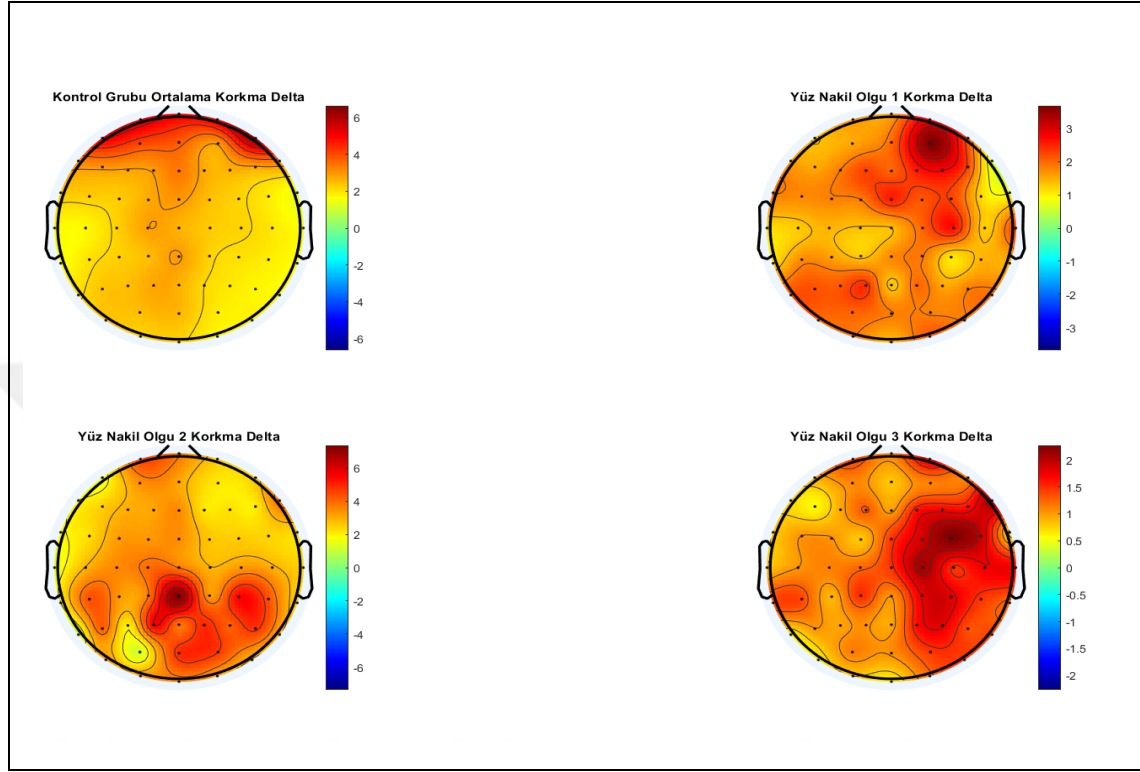
Gönüllü grup ortalaması korkma yüz ifadesi EEG sinyalinin teta alt frekans bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle AF, Fp, F elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği korkma yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı FCZ, F, PO elektrot bölgelerinde ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman prefrontal, frontal, fronto santral, santral ve santro-parietal bölgelerde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 korkma yüz ifadesi teta bandı C, FC, F bölgelerde baskın korteks yanıtına sahiptir. Korkma yüz ifadesi teta bandı enerji değerlerinin istatistiksel olarak analizi yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında AF7 elektrot bölgesinde $p<0,05$ olduğundan dolayı istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Şekil 4. 3’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi teta bandı topografik haritası verilmiştir.



Şekil 4.3. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi teta bandı topografik haritası

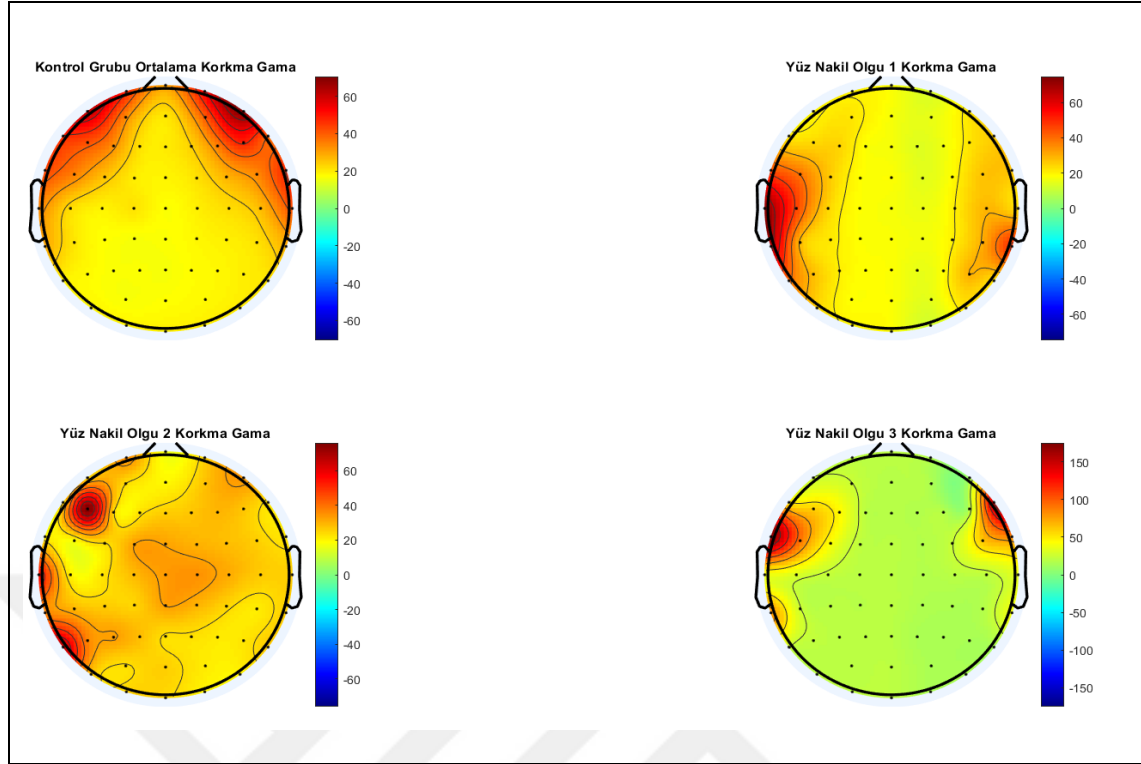
Gönüllü grup ortalaması korkma yüz ifadesi EEG sinyalinin delta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle AF, Fp, F elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği korkma yüz ifadesi delta bandı baskın korteks yanıtı AF4 elektrot bölgesinde ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 delta bandı korteks yanıtları incelendiği zaman CPZ elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 korkma yüz ifadesi delta bandı C2, FC4, FC6 elektrot bölgelerde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Korkma yüz ifadesi delta bandı enerji değerlerinin istatistiksel olarak analizi yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında AF7

elektrot bölgesinde $p<0,05$ olduğundan dolayı istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun mutlu yüz ifadesi delta bandı topografik haritası Şekil 4. 4’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi delta bandı topografik haritası

Korkma yüz ifadesinde beta bandında TP7, P5, P7 elektrot bölgelerinde $p<0,05$ olduğundan dolayı istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Gönüllü grup ortalaması korkma yüz ifadesi EEG sinyalinin gama bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle AF, Fp, F, AF8 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği korkma yüz ifadesi gama bandı baskın korteks yanıtı T7 elektrot bölgesinde ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 gama bandı korteks yanıtları incelendiği zaman F5, T7, P7 elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 korkma yüz ifadesi gama bandı FT7, F8 elektrot bölgelerde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Korkma yüz ifadesi gama bandı enerji değerlerinin istatistiksel olarak analizi yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında TP7, T7, P5, P7 elektrot bölgelerinde $p<0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılıklar bulunmuştur. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi gama bandı topografik haritası Şekil 4. 5’de verilmiştir.

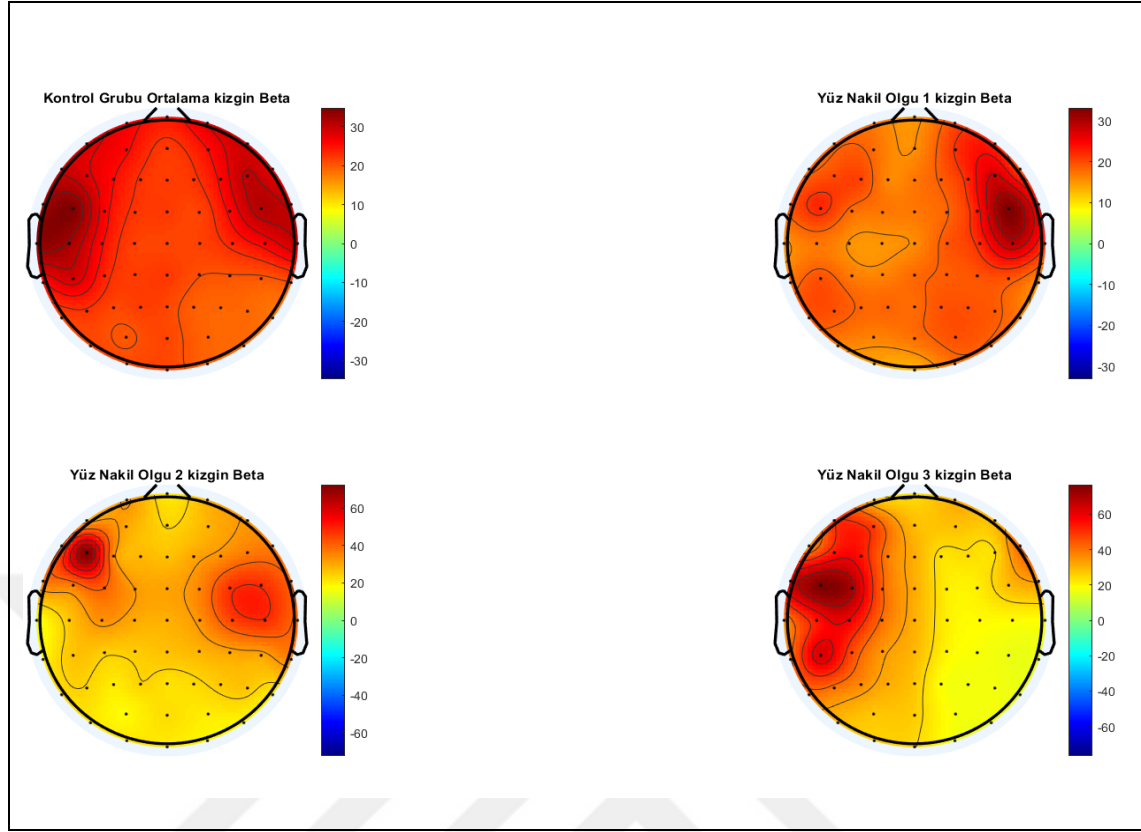


Şekil 4.5. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun korkma yüz ifadesi gama bandı topografik haritası

Korkma yüz ifadesi alfa bandı enerji değerlerinin istatistiksel olarak analizi yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında $p>0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmamıştır.

4.3. Kızgın Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları

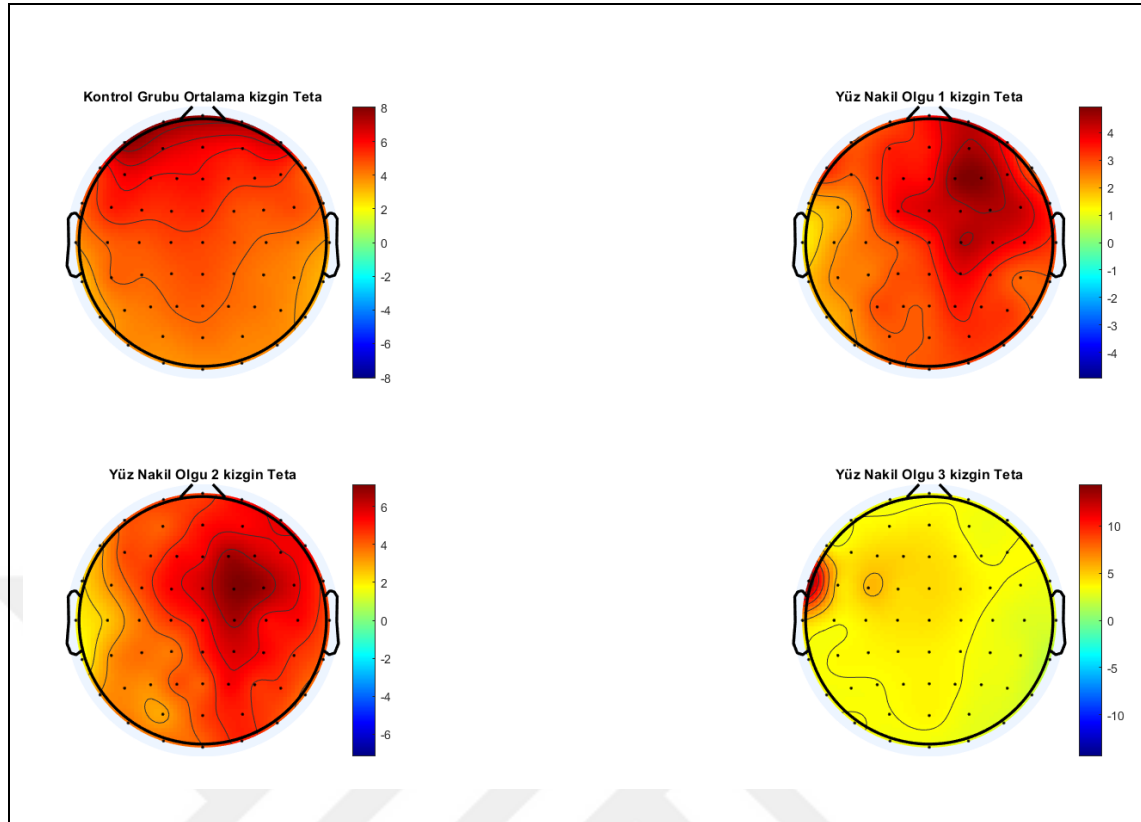
Gönüllü grup ortalaması kızgın yüz ifadesi EEG sinyalinin beta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle FC5, T7, FT7 FC6, F6 elektrot bölgelerde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği kızgın yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı F6, C6, FC6 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman C4, FC4, F5 elektrot bölgelerinde belirgin aktiviteye sahip olup F5 elektrot bölgesinde baskın korteks yanıtı oluşmuştur. Yüz nakil olgusu 3 kızgın yüz ifadesi beta bandı FC3, FC5 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahiptir. Şekil 4. 6'da gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun kızgın yüz ifadesi beta bandı topografik haritası verilmiştir.



Şekil 4.6. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun kızgın yüz ifadesi beta bandı topografik haritası

Gönüllü grup ortalaması kızgın yüz ifadesi EEG sinyalinin teta alt frekans bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle frontopolar, frontal bölgelerde baskın korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği korkma yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı AF4, F2, F4, FC4, C2 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman C2, FC2, FC4, F2 elektrot bölgelerinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 korkma yüz ifadesi teta bandı FT7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir.

Kızgın yüz ifadesi teta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri gönüllü grup ve nakil grubu için karşılaştırıldığı zaman FT7, T7 elektrot bölgelerinde $p < 0,05$ olduğundan dolayı anlamlı farklılık bulunmuştur. Şekil 4. 7'de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun kızgın yüz ifadesi teta bandı topografik haritası verilmiştir.

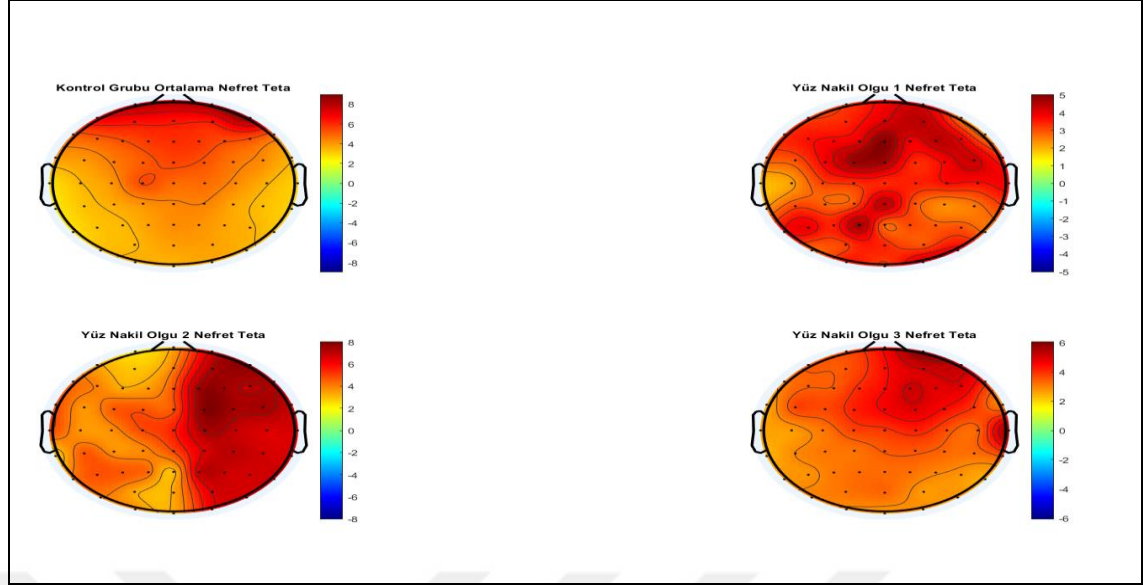


Şekil 4.7. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun kızgın yüz ifadesi teta bandı topografik haritası

4.4. Nefret Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları

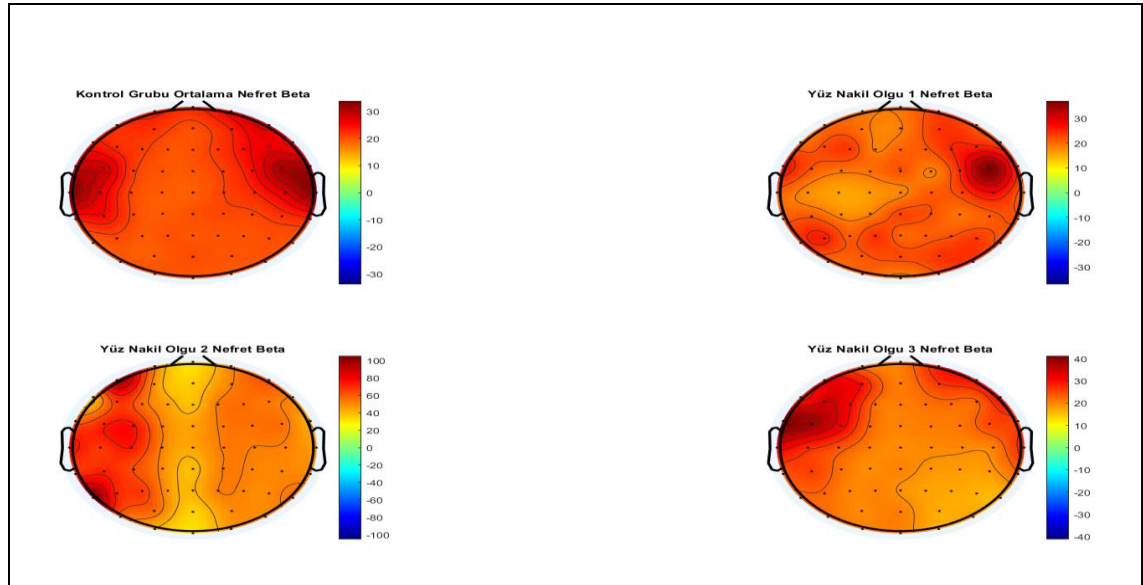
Nefret yüz ifadesi dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin SPSS programında istatistiksel analizi Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında beta bandı, gama bandı ve teta bandında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen alfa bandında TP8 elektrot bölgesinde ve delta bandında T8 ile CP5 elektrot bölgelerinde $p < 0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

Gönüllü grup ortalaması nefret yüz ifadesi EEG sinyalinin teta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle AF, Fp elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği nefret yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı FZ, FC1, FCZ, FC6 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman C2, FC2, FC4, FC6, F2, F4, F6 elektrot bölgelerinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 nefret yüz ifadesi teta bandı Fp2, AF4, T7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahiptir. Şekil 4.8'de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi teta bandı topografik haritası verilmiştir.



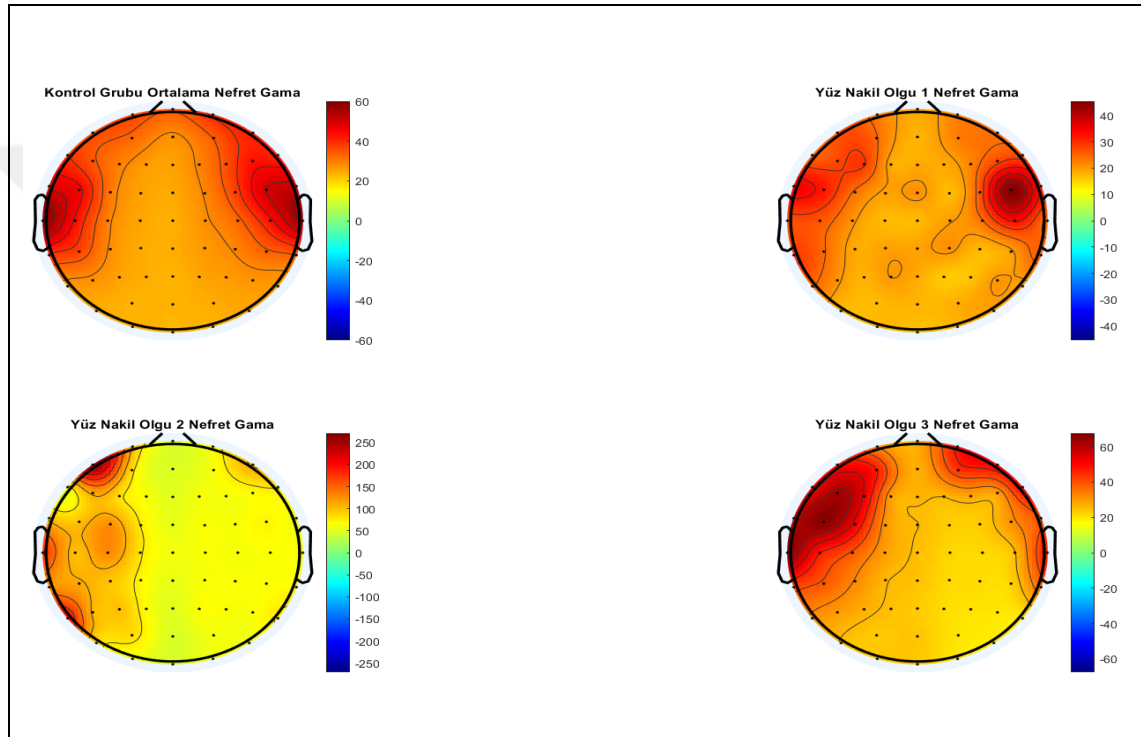
Şekil 4.8. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi teta bandı topografik haritası

Gönüllü grup ortalaması nefret yüz ifadesi EEG sinyalinin beta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle T8, FT8, T7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği nefret yüz ifadesi beta bandı baskın korteks yanıtı F6, C6, FC6 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman beta bandı C3, AF7, PO7 elektrot bölgelerinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 nefret yüz ifadesi beta bandı FC5, F5, FT7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahiptir. Şekil 4. 9’da gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi beta bandı topografik haritası verilmiştir.



Şekil 4.9. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi beta bandı topografik haritası

Gönüllü grup ortalaması nefret yüz ifadesi EEG sinyalinin gama bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle T7, T8 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği nefret yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı FC6 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 nefret yüz ifadesi gama bandı AF3, C3, FC3, T7 elektrot bölgelerinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 nefret yüz ifadesi gama bandı FT7, T7, FC5, F5 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4. 10'da gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi gama bandı topografik haritası verilmiştir.



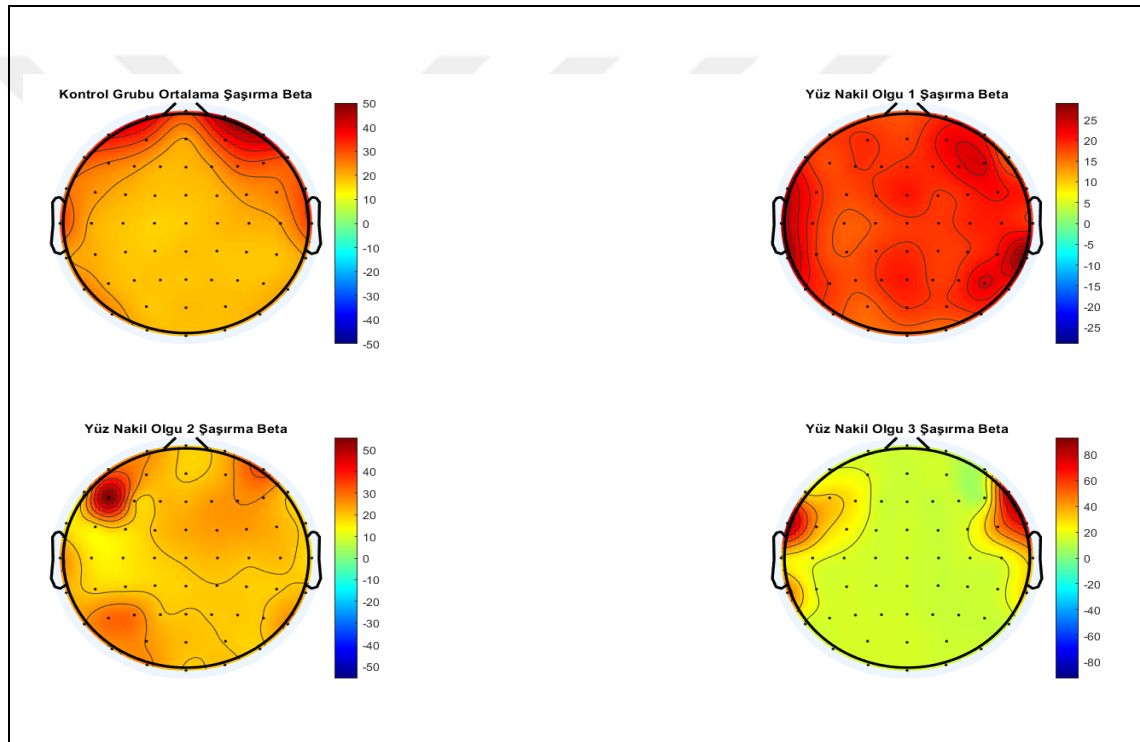
Şekil 4.10. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun nefret yüz ifadesi gama bandı topografik haritası

4.5. Şaşıрма Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları

Şaşıрма yüz ifadesi gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin SPSS programında istatistiksel analizi Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında FPZ ($p=0,027$), Fp2 ($p=0,042$), AFZ ($p=0,033$), AF4 ($p=0,042$), F4 ($p=0,028$), F6 ($p=0,022$), OZ ($p=0,042$) elektrot bölgelerinde $p<0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılıklar bulunmuştur. Şaşıрма yüz ifadesi delta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin istatistiksel analizi yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında FT8 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunurken alfa bandında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Şaşıрма yüz ifadesi beta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin istatistiksel analizi yapılmış olup

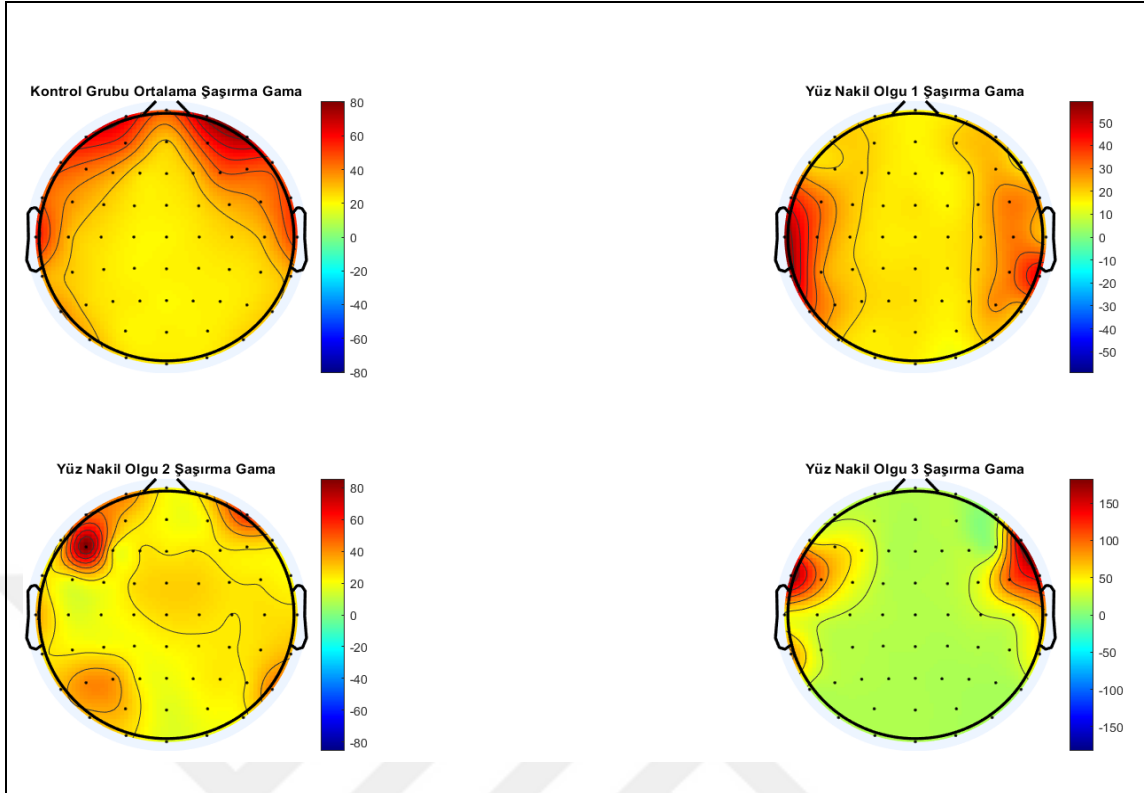
gönüllü grup ve nakil grubu arasında Fp2 ($p=0,033$) elektrot bölgelerinde $p<0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılıklar bulunmuştur.

Gönüllü grup ortalaması şaşırma yüz ifadesi EEG sinyalinin beta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle Fp2, AF8 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği şaşırma yüz ifadesi beta bandı baskın korteks yanıtı TP7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 şaşırma yüz ifadesi beta bandı F5 elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 şaşırma yüz ifadesi beta bandı FT7, FT8, F8 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtı bulunmaktadır. Şekil 4. 11’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi beta bandı topografik haritası verilmiştir.



Şekil 4.11. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi beta bandı topografik haritası

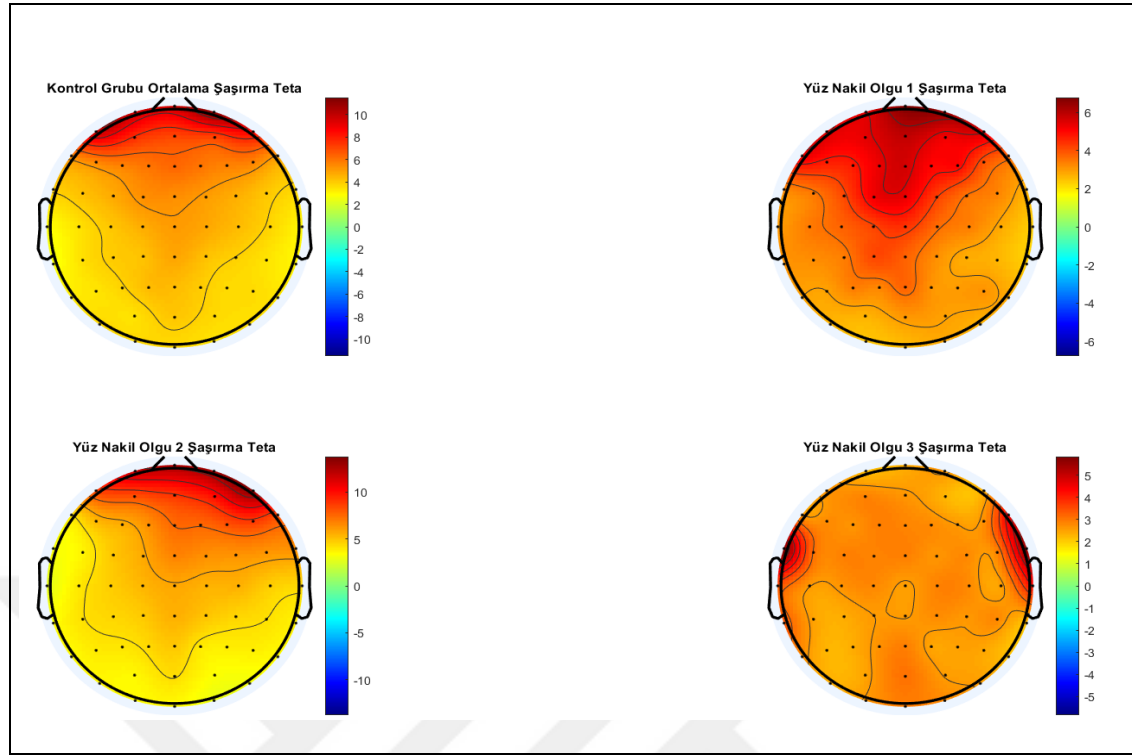
Gönüllü grup ortalaması şaşırma yüz ifadesi EEG sinyalinin gama bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle Fp2, AF4 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği nefret yüz ifadesi gama bandı baskın korteks yanıtı T7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 şaşırma yüz ifadesi gama bandı F3 elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 nefret yüz ifadesi gama bandı FT7, FT8, F8 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4. 12’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi gama bandı topografik haritası verilmiştir.



Şekil 4.12. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi gama bandı topografik haritası

Şaşırma yüz ifadesi teta bandı enerji değerlerinin SPSS programında istatistiksel analizleri Mann-Whitney U testi kullanılmasıyla elde edilmiş olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında P1 elektrot bölgesinde $p < 0,05$ olduğundan dolayı anlamlı farklılık bulunmuştur.

Gönüllü grup ortalaması şaşırma yüz ifadesi EEG sinyalinin teta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle Fp, AF, F elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği şaşırma yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı FZ, AFZ, Fpz, Fp2 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 şaşırma yüz ifadesi teta bandı Fp, AF8, F elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 şaşırma yüz ifadesi teta bandı FT7, FT8, F8 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4. 13’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi teta bandı topografik haritası verilmiştir.

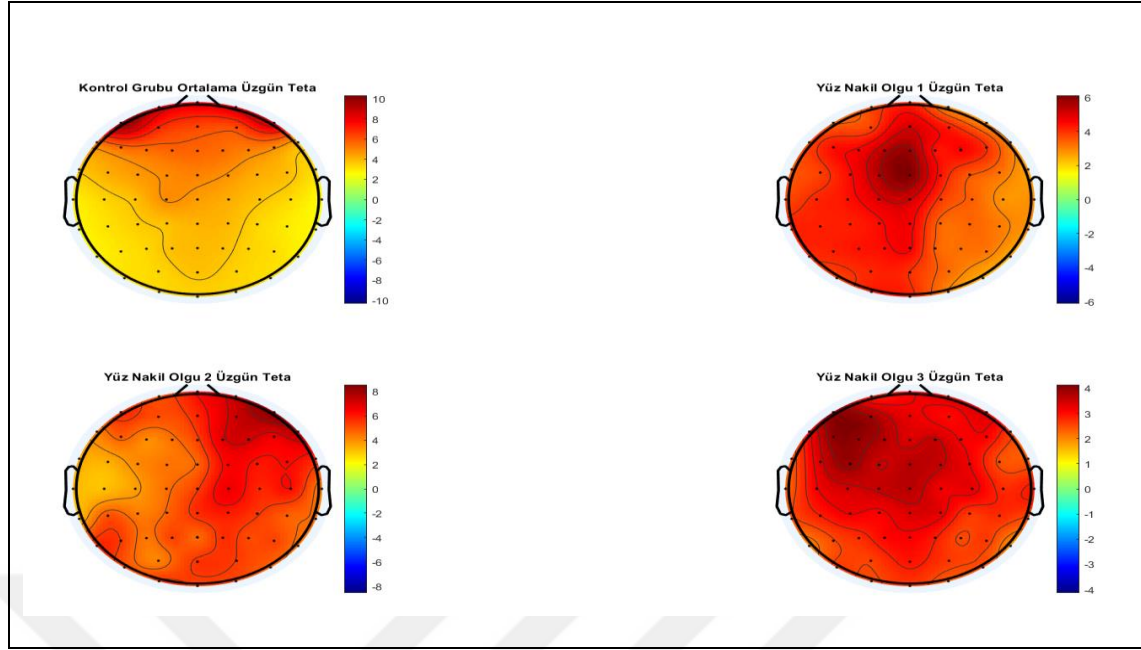


Şekil 4.13. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun şaşırma yüz ifadesi teta bandı topografik haritası

4.6. Üzgün Yüz İfadesinin Topografik Haritalamaları

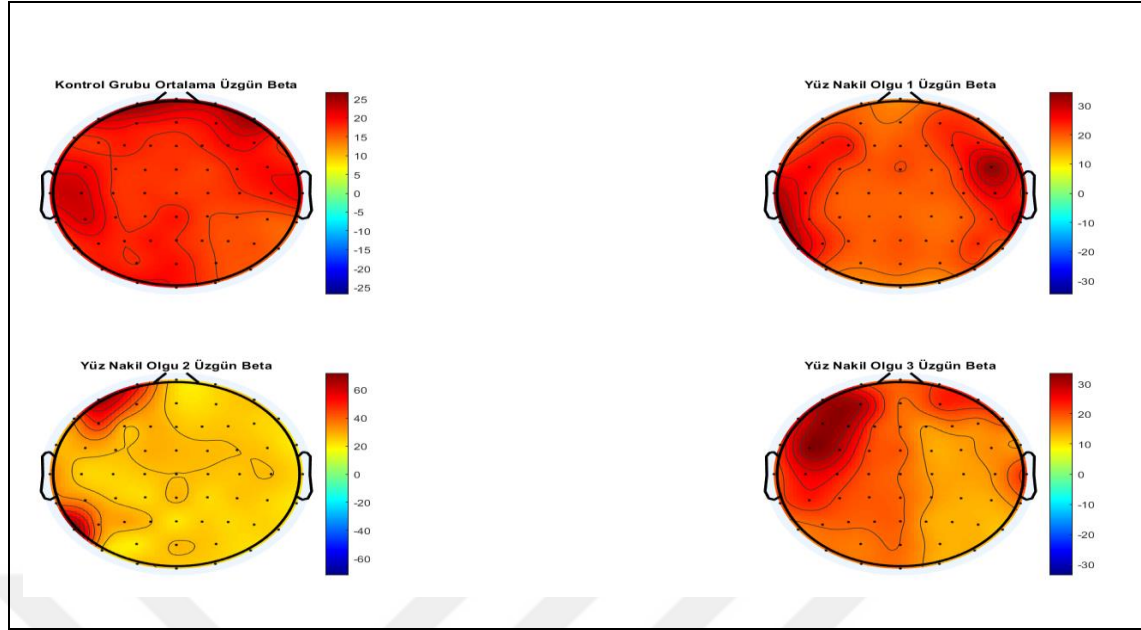
Üzgün yüz ifadesi delta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda gönüllü grup ve nakil grubu arasında PO3($p=0,025$) elektrot bölgesinde $p<0,05$ olduğundan dolayı anlamlı farklılık bulunurken teta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda $p>0,05$ olduğundan dolayı anlamlı derecede farklılık bulunmamaktadır.

Gönüllü grup ortalaması üzgün yüz ifadesi EEG sinyalinin teta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle AF3, Fp elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği üzgün yüz ifadesi teta bandı baskın korteks yanıtı FZ, F1, FCZ, FC1 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman AF8 elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 üzgün yüz ifadesi teta bandı FC3, F3, F5, AF3, AF7, CZ, C1, FCZ, FC3 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4. 14’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi teta bandı topografik haritası verilmiştir.



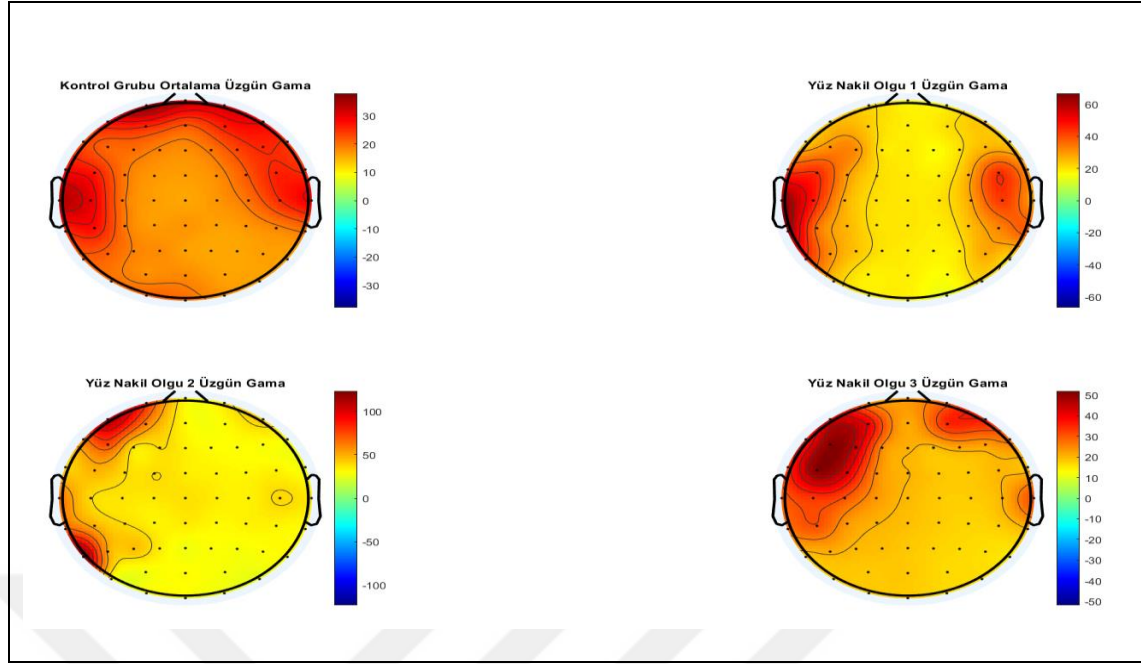
Şekil 4.14. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi teta bandı topografik haritası

Üzgün yüz ifadesi beta bandı enerji değerlerinin SPSS programında istatistiksel analizi Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında F5 ($p=0,011$), F3 ($p=0,014$), FC5 ($p=0,018$), FC3 ($p=0,017$), FC1 ($p=0,026$), C3 ($p=0,031$), CP3 ($p=0,045$) elektrot bölgelerinde $p<0,05$ olduğu için istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılıklar bulunmuştur. Gönüllü grup ortalaması üzgün yüz ifadesi EEG sinyalinin beta bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle AF8, Fp, C5, CP5 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği üzgün yüz ifadesi beta bandı baskın korteks yanıtı T7, TP7, FC6 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman AF7, P7 elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 üzgün yüz ifadesi beta bandı FC5, F3, F5, AF3, AF7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4. 15’de gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi beta bandı topografik haritası verilmiştir.



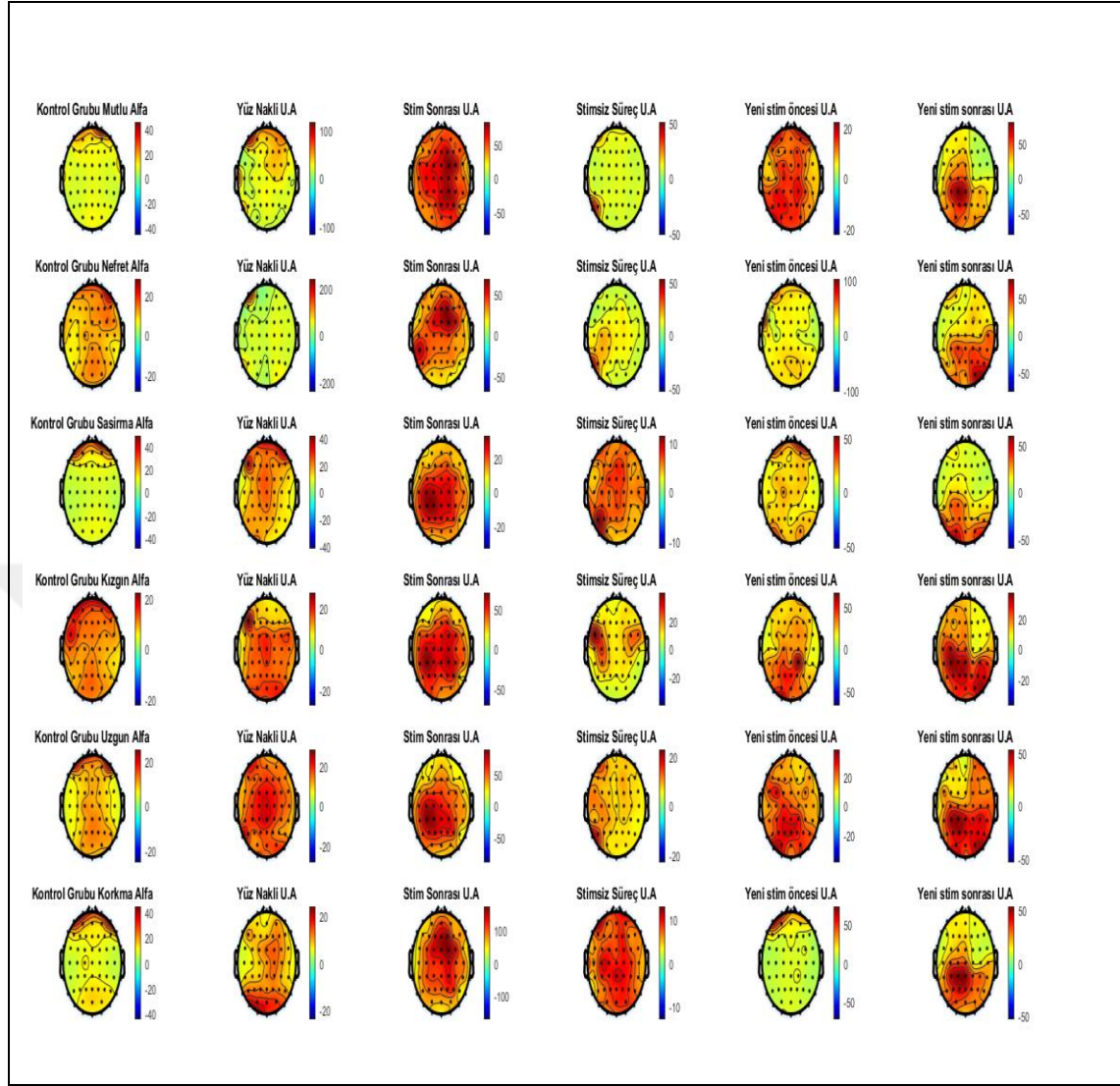
Şekil 4.15. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi beta bandı topografik haritası

Gönüllü grup ortalaması üzgün yüz ifadesi EEG sinyalinin gama bandı topografik haritaları incelendiği zaman genellikle T7, Fp1 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgu 1 kayıtları incelendiği üzgün yüz ifadesi gama bandı baskın korteks yanıtı T7, TP7, FC6 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtının ortaya çıktığı görülmektedir. Yüz nakil olgu 2 kayıtları incelendiği zaman AF7, P7 elektrot bölgesinde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil olgusu 3 üzgün yüz ifadesi gama bandı FC5, F3, F5, AF3, AF7 elektrot bölgelerinde baskın korteks yanıtına sahip olduğu görülmektedir. Üzgün yüz ifadesi gama bandı enerji değerlerinin SPSS programında istatistiksel analizi Mann-Whitney U testinin kullanılmasıyla yapılmış olup gönüllü grup ve nakil grubu arasında F5 ($p=0,014$), F3 ($p=0,018$), FC5 ($p=0,011$), FC3 ($p=0,011$), FC1 ($p=0,011$), C3 ($p=0,014$), C1 ($p=0,017$), CZ ($p=0,017$), C2 ($p=0,04$), TP7 ($p=0,034$), CP3 ($p=0,034$), CP1 ($p=0,017$) elektrot bölgelerinde $p<0,05$ olduğundan dolayı istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılıklar bulunmuştur. Şekil 4. 16’da gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi gama bandı topografik haritası verilmiştir.



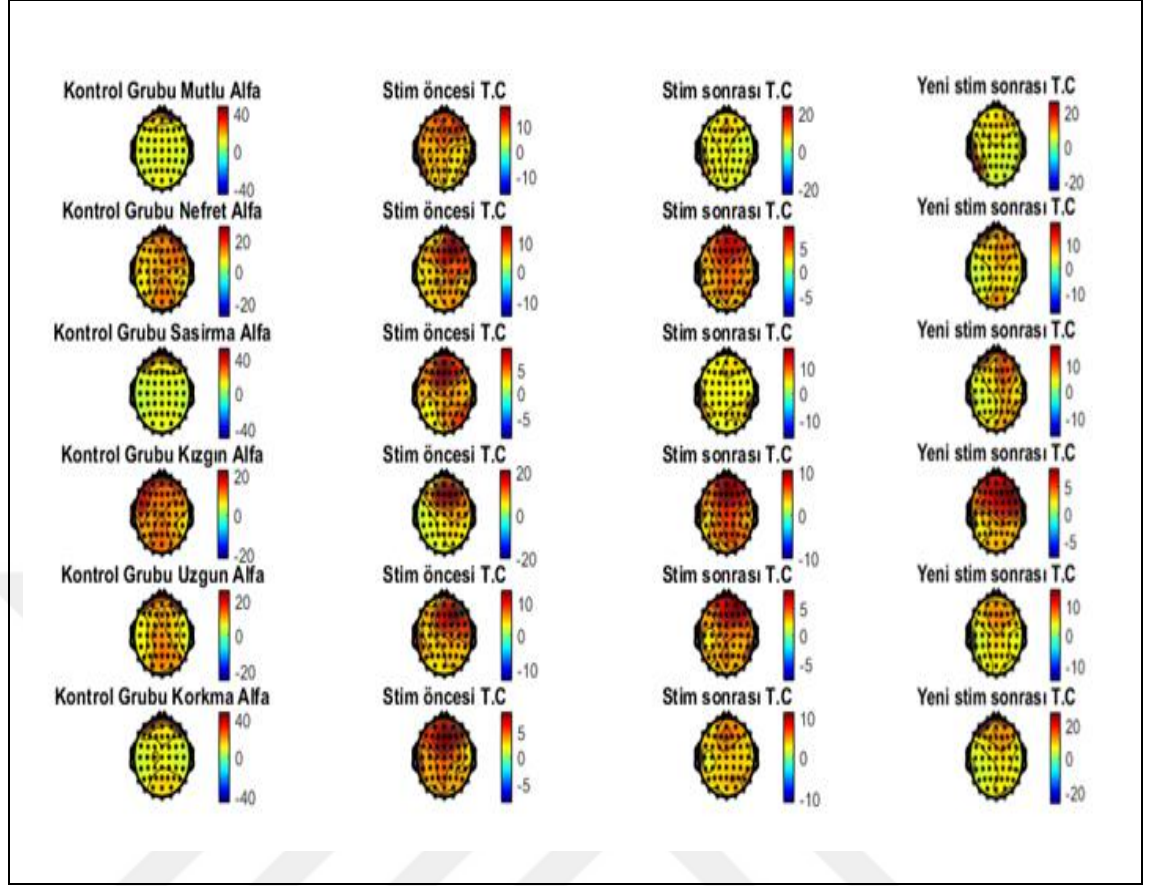
Şekil 4.16. Gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun üzgün yüz ifadesi gama bandı topografik haritası

Gönüllü grup ortalaması emosyonel uyarımlar incelendiği zaman genellikle prefrontal, frontal bölgelerde korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Yüz nakil hastalarından U.A.'nın kayıtları incelendiği zaman FC, C, CP, F bölgelerde belirgin aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Gönüllü gruptan farklı olarak sensorimotor kortekste CP bölgelerde aktivite görülmesi ile plastisite arasında bağlantı bulunduğu tespit edilmiştir. Şekil 4. 17'de U.A için emosyonel ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları verilmiştir.



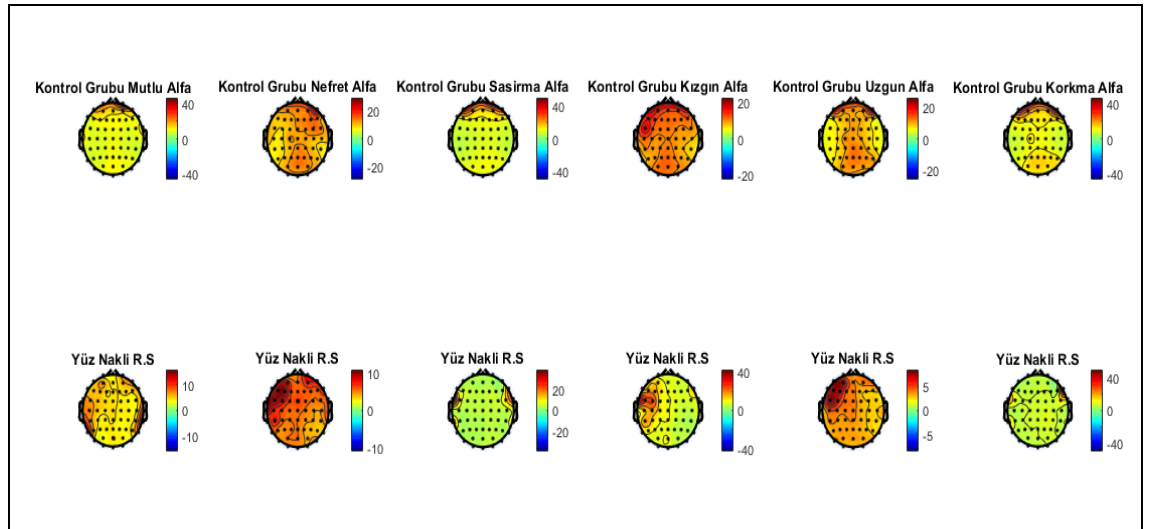
Şekil 4.17. Olgu 2 için emosyonel ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları

Yüz nakil olgusu 1 için emosyonel ifadeler sırasında alınan EEG sinyallerinin alt frekans bandı olan alfa bandı için korteks yanıtları incelendiği zaman F, FC, AF, FP elektrot bölgelerinde belirgin aktivitelere sahip olduğu görülmektedir. Olgu 1'in korteks yanıtları, gönüllü grup ortalamasının korteks yanıtları ile karşılaştırıldığı zaman F, FC elektrot bölgelerinde korteks yanıtlarında belirgin farklılıklara sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4. 18'de Olgu 1 için emosyonel ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları verilmiştir.



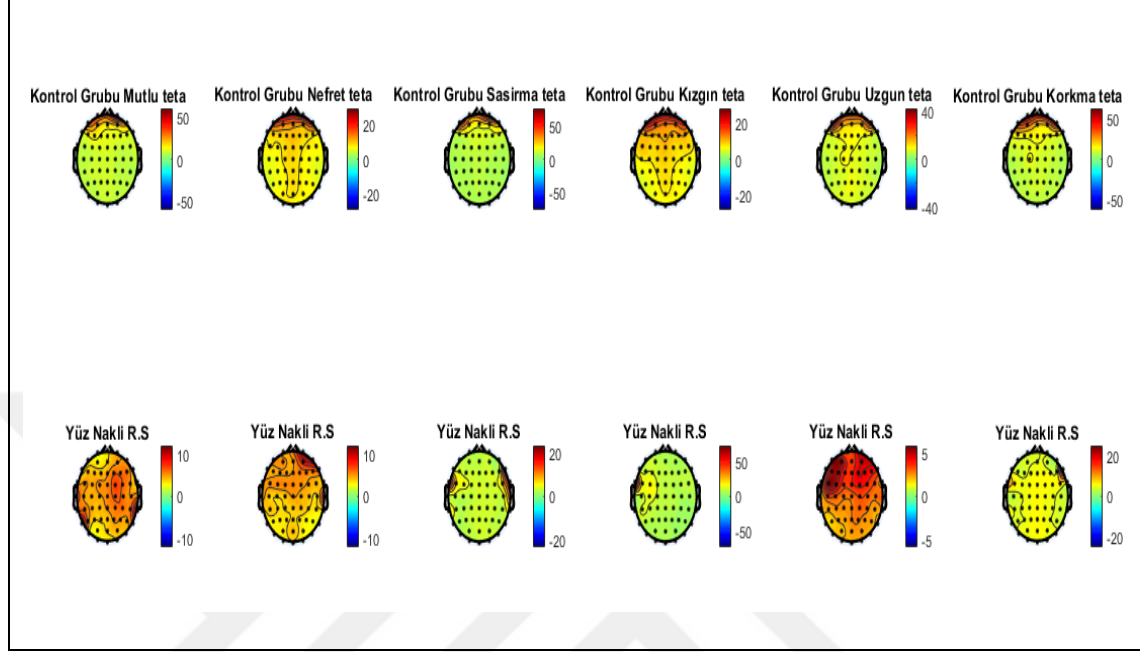
Şekil 4.18. Olgu 1 için duygusal ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları

Yüz nakil olgusu 3 için duygusal ifadelerin EEG sinyalleri analiz edildiği zaman alfa bandı korteks yanıtlarının C, F, FC bölgelerde baskın frekans değerine sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.19’da olgu 3 için duygusal ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları verilmiştir.



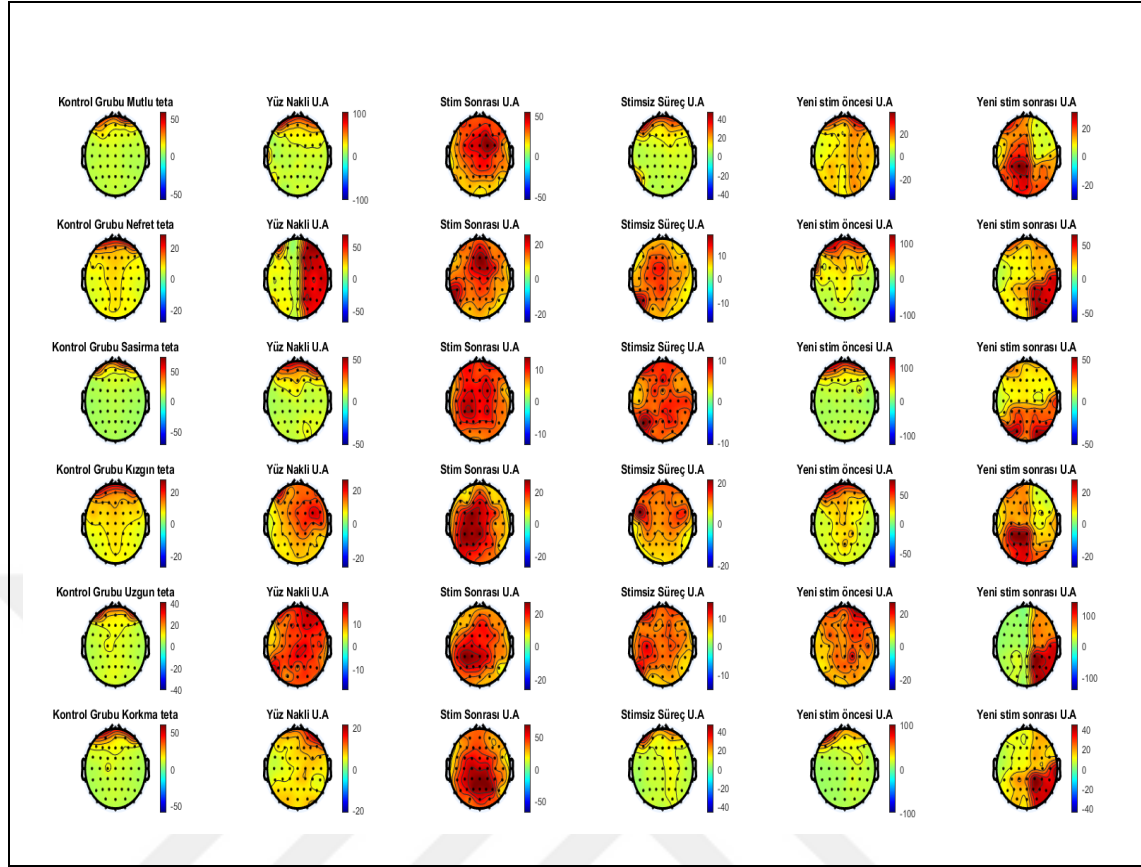
Şekil 4.19. Olgu 3 için duygusal ifadeler sırasında alfa bandının topografik dağılımları

Yüz nakil hastası R.S.'nin emosyonel kayıtları analiz edildiği zaman teta bandı korteks yanıtlarının C, F, FC bölgelerde baskın korteks yanıtları oluşmuştur. Şekil 4. 20'de R.S için emosyonel ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları verilmiştir.



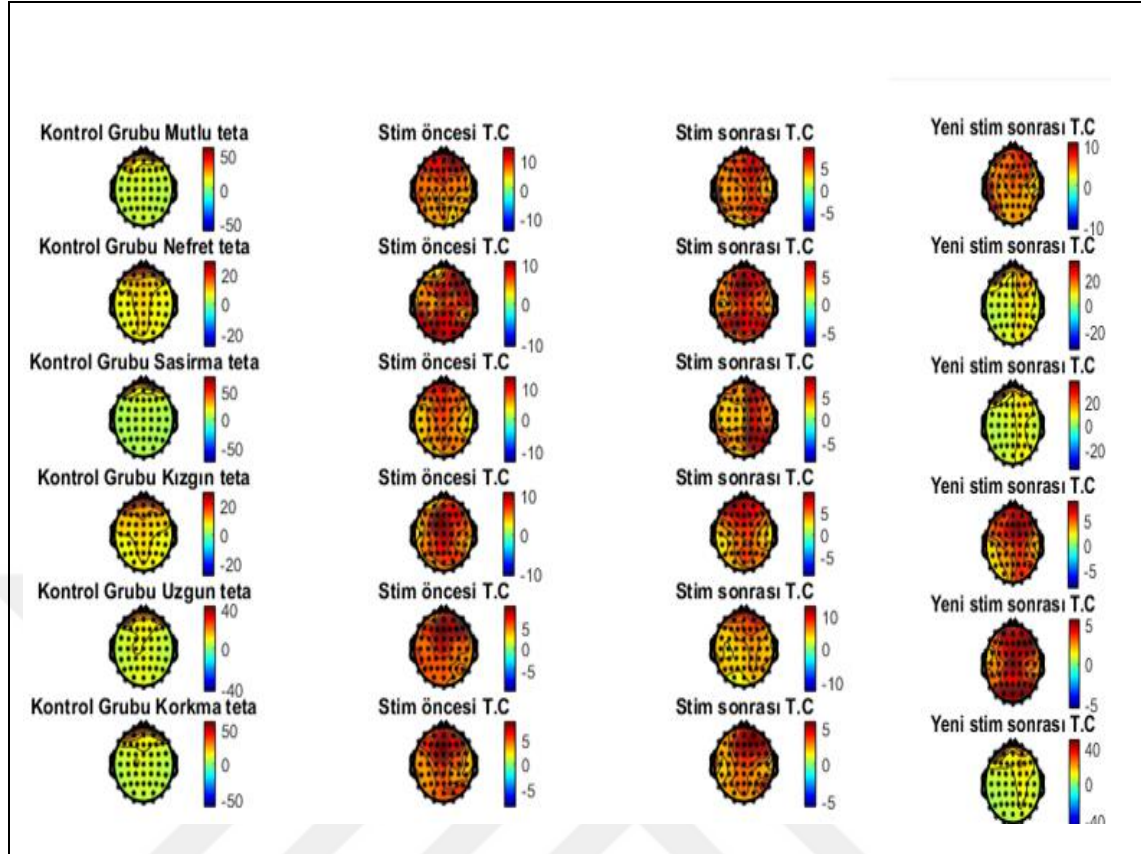
Şekil 4.20. Olgu 3 için emosyonel ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları

Yüz nakil olgusu 2 için emosyonel ifadelerin EEG sinyalleri teta bandına bakıldığında zaman C, F, FC bölgelerde belirgin korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu hastada gönüllü grup ortalamasının korteks yanıtı ile karşılaştırıldığı zaman C, CP, F, FC bölgelerde belirgin farklılıklara sahip olduğu görülmektedir. Uygulanan rehabilitasyondan sonrasında F, FC, AF bölgelerde baskın korteks yanıtı tespit edilmiştir. Şekil 4. 21'de yüz nakil olgusu 2 için emosyonel ifadeler sırasında alınan EEG sinyali teta bandının topografik dağılımları verilmiştir.



Şekil 4.21. Olgu 2 için duygusal ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları

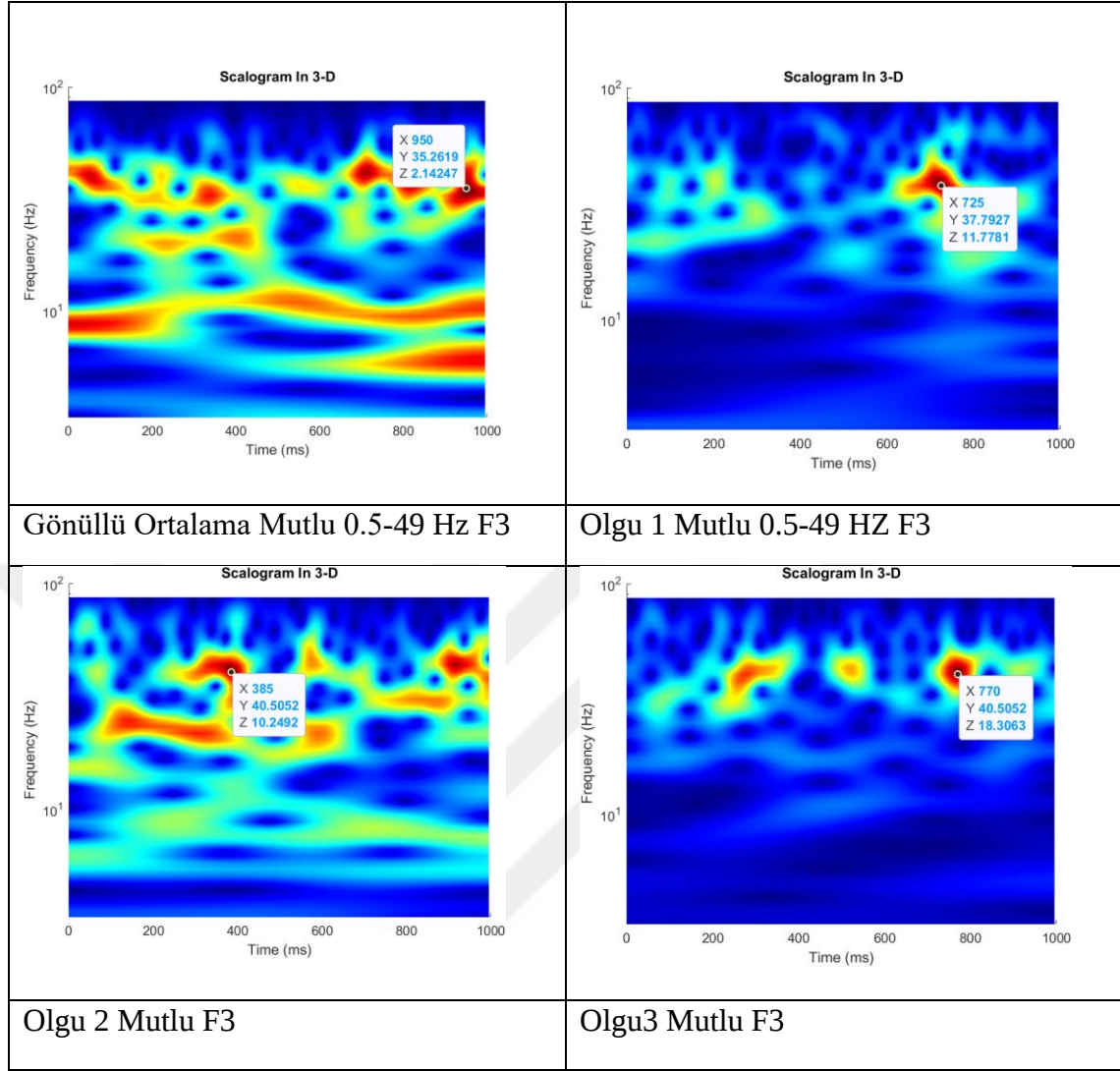
Yüz nakil hastalarından T.Ç.'nin teta bandının korteks yanıtlarına bakıldığı zaman F, FC, AF, FP, C, CP bölgelerde belirgin korteks yanıtlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu hastada gönüllü grup ortalamasının korteks yanıtı ile karşılaştırıldığı zaman C, CP, F, FC bölgelerde belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Şekil 4. 22'de olgu 1 için duygusal ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları verilmiştir.



Şekil 4.22. Olgu 1 için duygusal ifadeler sırasında teta bandının topografik dağılımları

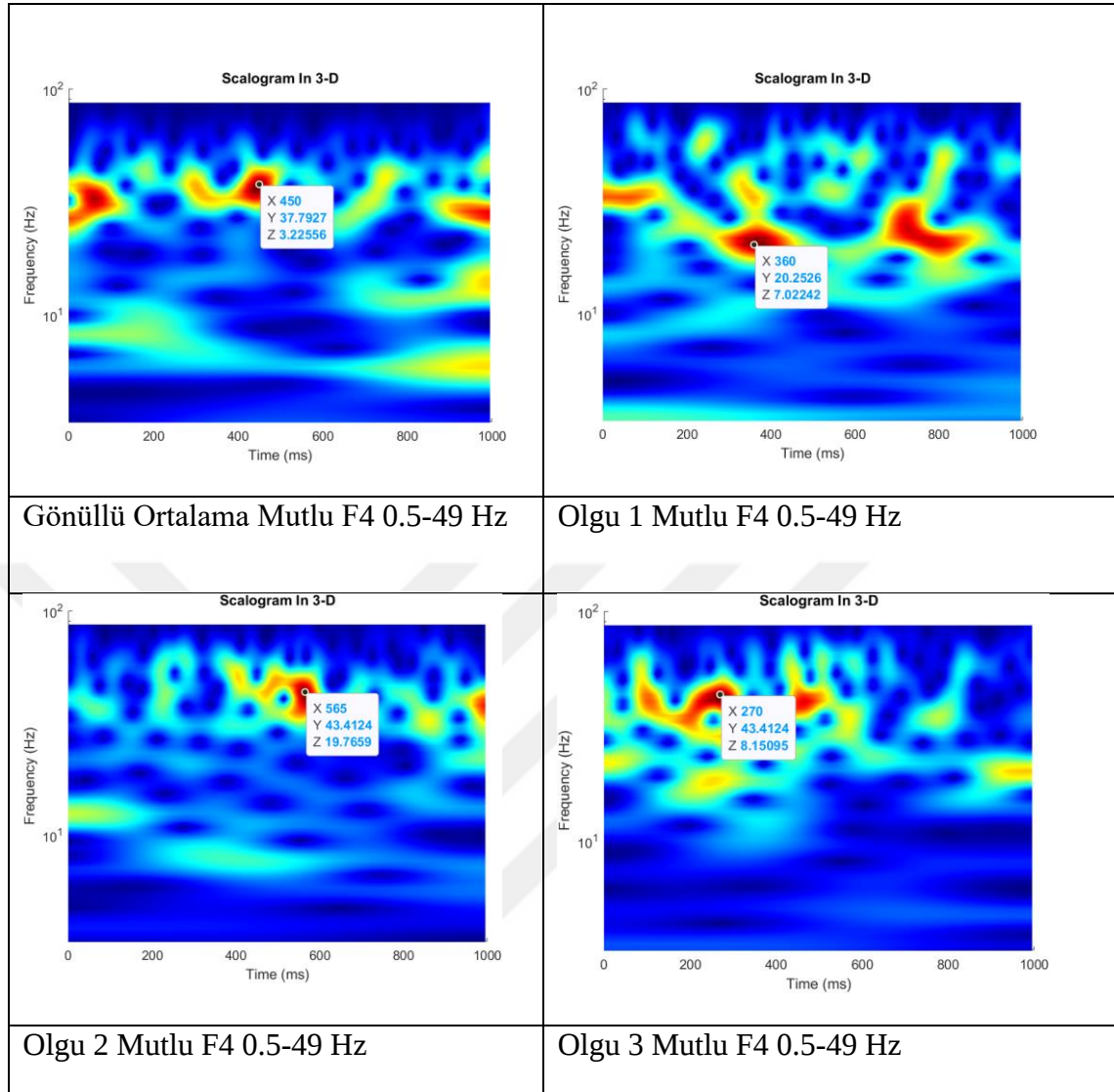
4.7. Zaman Frekans Analizi

Çalışmada zaman frekans analizleri teta bandı (4-7 Hz), beta bandı (13-30 Hz), gama bandı (30-49 Hz), üst gama bandı (51-70 Hz) ve 1-49 Hz frekans aralıklarına sahip bant geçiren 4. derece butterworth filtreden geçirilen sinyallerin sürekli dalgacık dönüşümü yöntemi kullanılarak zaman frekans analizleri yapılmıştır. Analizler 5sn ve 1 sn süre için gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada 1 sn süre için 1-49 Hz frekans aralığında yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde 0.5-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri sonucunda gönüllü grup ortalaması baskın korteks yanıtı 950 ms’de 35 Hz gama bandında, yüz nakil olgusu 1 baskın korteks yanıtı 725 ms’de 37 Hz gama bandında, nakil olgusu 2 baskın korteks yanıtı 385 ms’de 40 Hz gama bandında oluşmakta iken olgu 3’de 770 ms’de 40 hz gama bandında oluşmuştur. Gönüllü gruptan farklı olarak 0.5-49 Hz frekans aralığında sol hemisferde bulunan frontal lob elektrot bölgesinde nakil olguları mutlu yüz ifadesi uyarım durumunda güç değeri nakil olgularında gönüllü gruptan daha yüksek güç değerine sahiptir. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri mutlu yüz ifadesi 1 sn için F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları şekil 4.23’de verilmiştir.



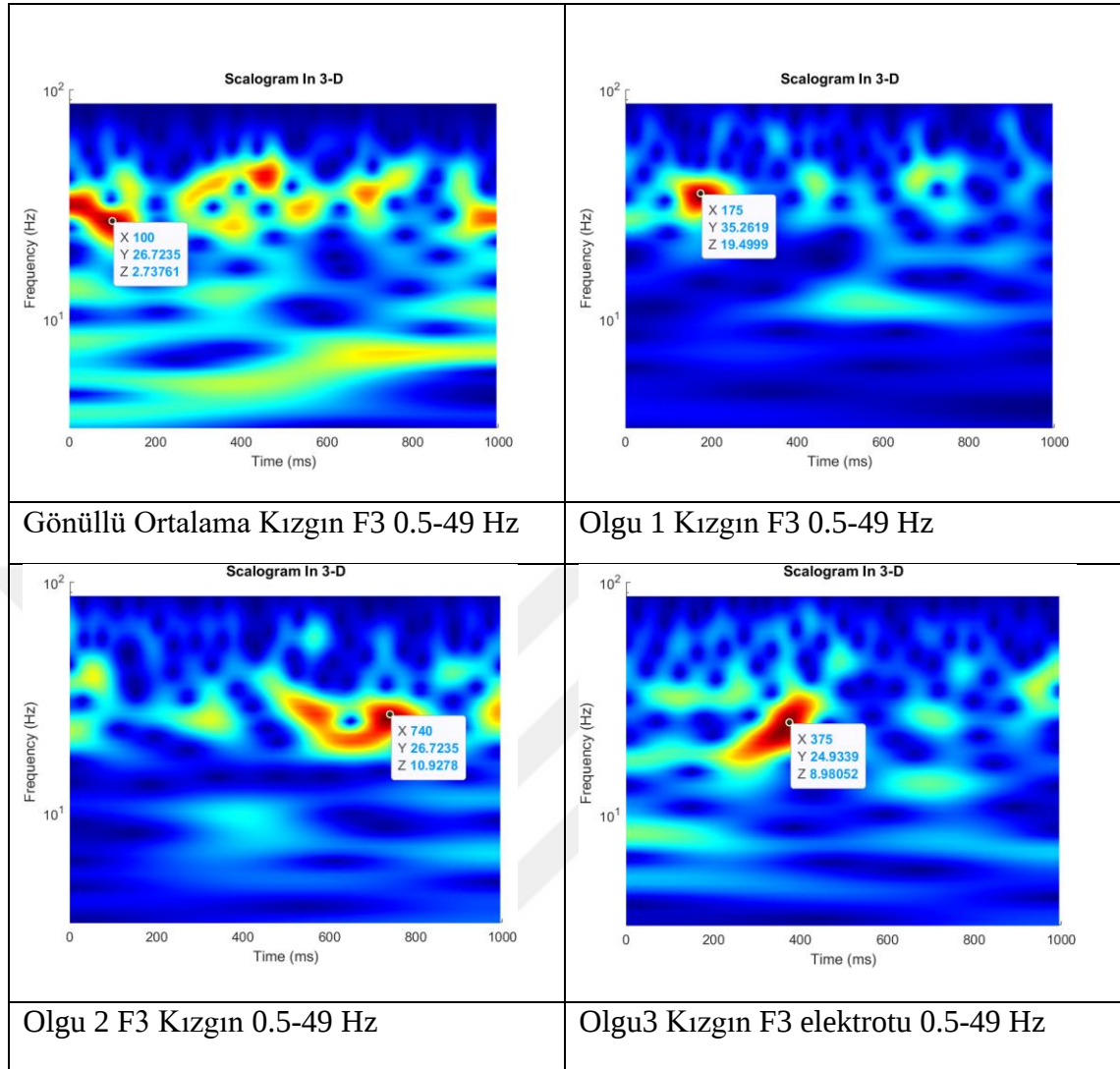
Şekil 4.23. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri mutlu yüz ifadesi 1 sn için F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Bu çalışmada 1 sn süre için 1-49 Hz frekans aralığında yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde 0.5-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri sonucunda gönüllü grup ortalaması baskın korteks yanıtı 450 ms'de 37 Hz gama bandında iken nakil olgusu 1 360 ms'de 20 Hz beta bandında oluşmuş olup olgu 2'de 565 ms'de 43 Hz gama bandında 19.7 db güç değerinde olup olgu 3 ise 270 ms'de 43 Hz gama bandında 8 db güç değerinde ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra uyarım durumunda nakil olguları baskın korteks değeri gönüllü grup ortalamasından daha yüksek değere sahiptir. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri mutlu yüz ifadesi 1 sn için F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları şekil 4.24'de verilmiştir.



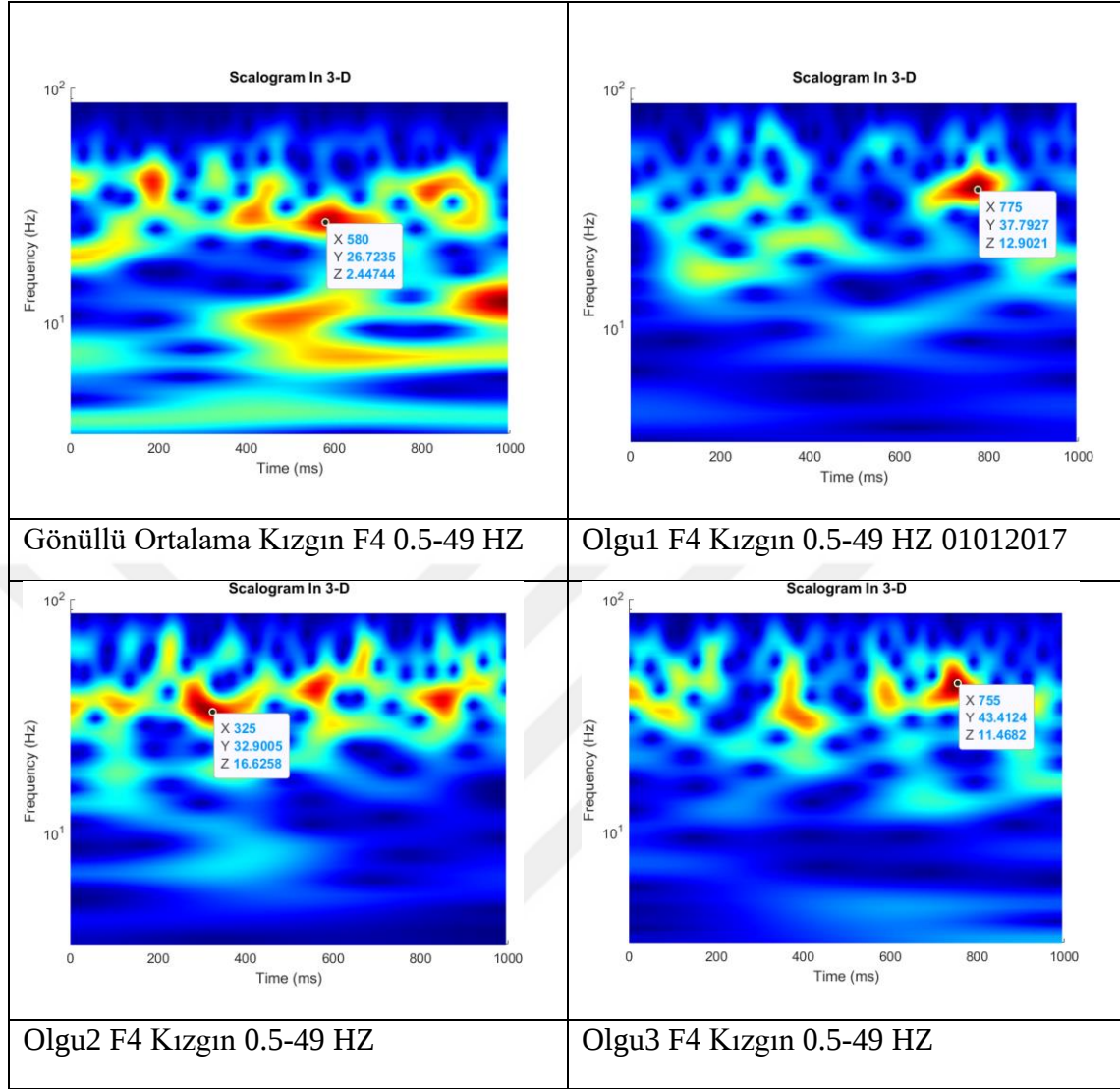
Şekil 4.24. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri mutlu yüz ifadesi 1 sn için F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri kızgın yüz ifadesi için 1 sn süre için 0.5-49 Hz frekansları arasında bant geçiren filtreden geçirilmesi sonucunda gönüllü kızgın yüz ifadesi F3 elektrotunda 100 ms'de 26.7 Hz beta bandında erken korteks yanıtı görülmekte iken olgu 1' F3 elektrotunda 175 ms'de 35.26 Hz gama bandında baskın korteks yanıtı, olgu 2'de kızgın yüz ifadesinde 740 ms'de 26.7 Hz beta bandında, olgu 3 kızgın yüz ifadesi için 375 ms 24.9 hz beta bandında korteks yanıtı görülmektedir. Çalışmada 1 sn süre için 1-49 Hz frekans aralığında yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde gönüllü grup ortalaması sol hemisfer frontal bölgede yer alan F3 elektrot bölgesinde kızgın yüz ifadesi 43.4 Hz'de baskın korteks yanıtına sahip iken olgu3 40.5 Hz'de bir maksimum korteks yanıtı gözlemlenmiştir. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri kızgın yüz ifadesi 5 sn için F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları şekil 4.25'de verilmektedir.



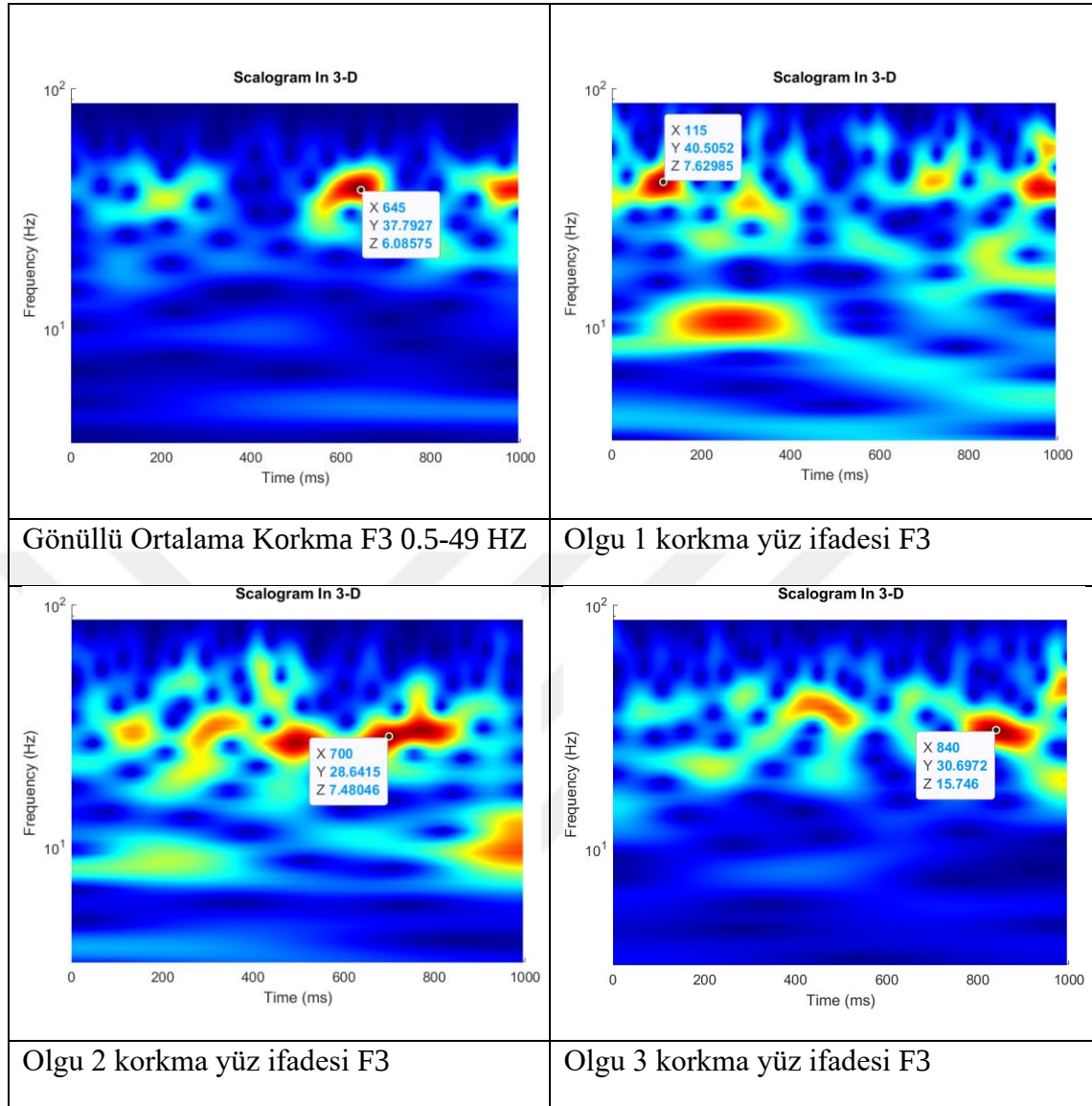
Şekil 4.25. Gönüllü ortalaması, nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 EEG sinyalleri kızgın yüz ifadesi 1 sn için F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Kızgın yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ortalaması F4 elektrotunda 580 ms' de 26 Hz beta bandında, olgu1 ise 775 ms'de gama bandında iken nakil olgusu1 775 ms'de gama bandında olgu 2'de 325 ms'de gama bandında, olgu 3 755 ms'de 43 Hz gama bandında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Nakil olguları kızgın yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Kızgın yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 26'de verilmiştir.



Şekil 4.26. Kızgın yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

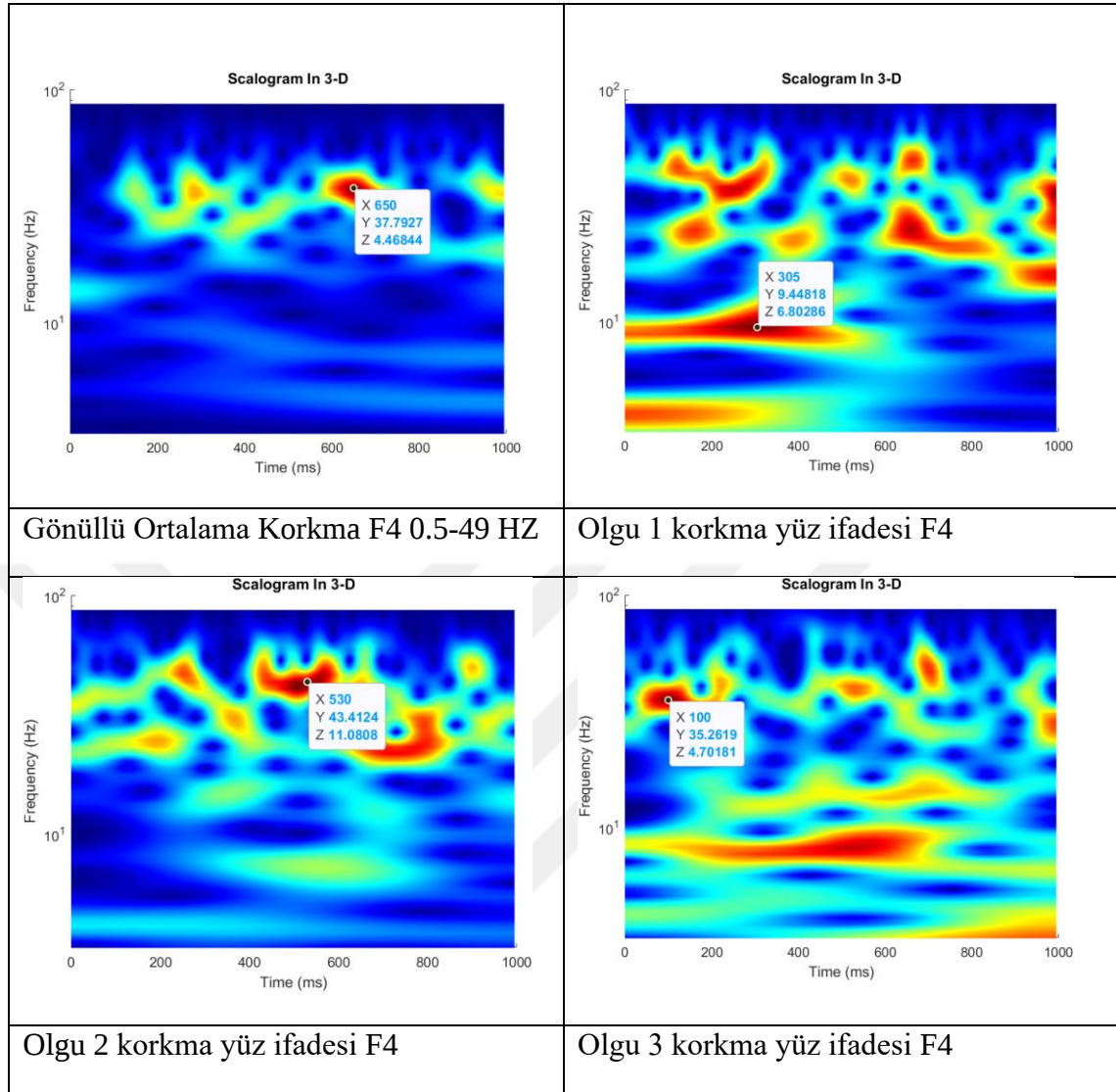
Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ortalaması 645 ms' de 37 Hz gama bandında, olgu1 ise 115 ms'de 40 Hz gama bandında, olgu 2 700 ms 28 Hz beta bandında olgu 3 840 ms 30 Hz gama bandında baskın korteks yanıtı elde edilmiştir. Nakil olguları korkma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 27'de verilmiştir.



Şekil 4.27. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F4 elektrot bölgesi sağ hemisfer frontal lob için gönüllü grup ortalaması 650 ms' de gama bandında, olgu1 ise 305 ms'de 9 Hz alfa bandında iken nakil olgusu2 530 ms'de 43 Hz'de gama bandında iken olgu 3 100ms'de 35 Hz gama bandında ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

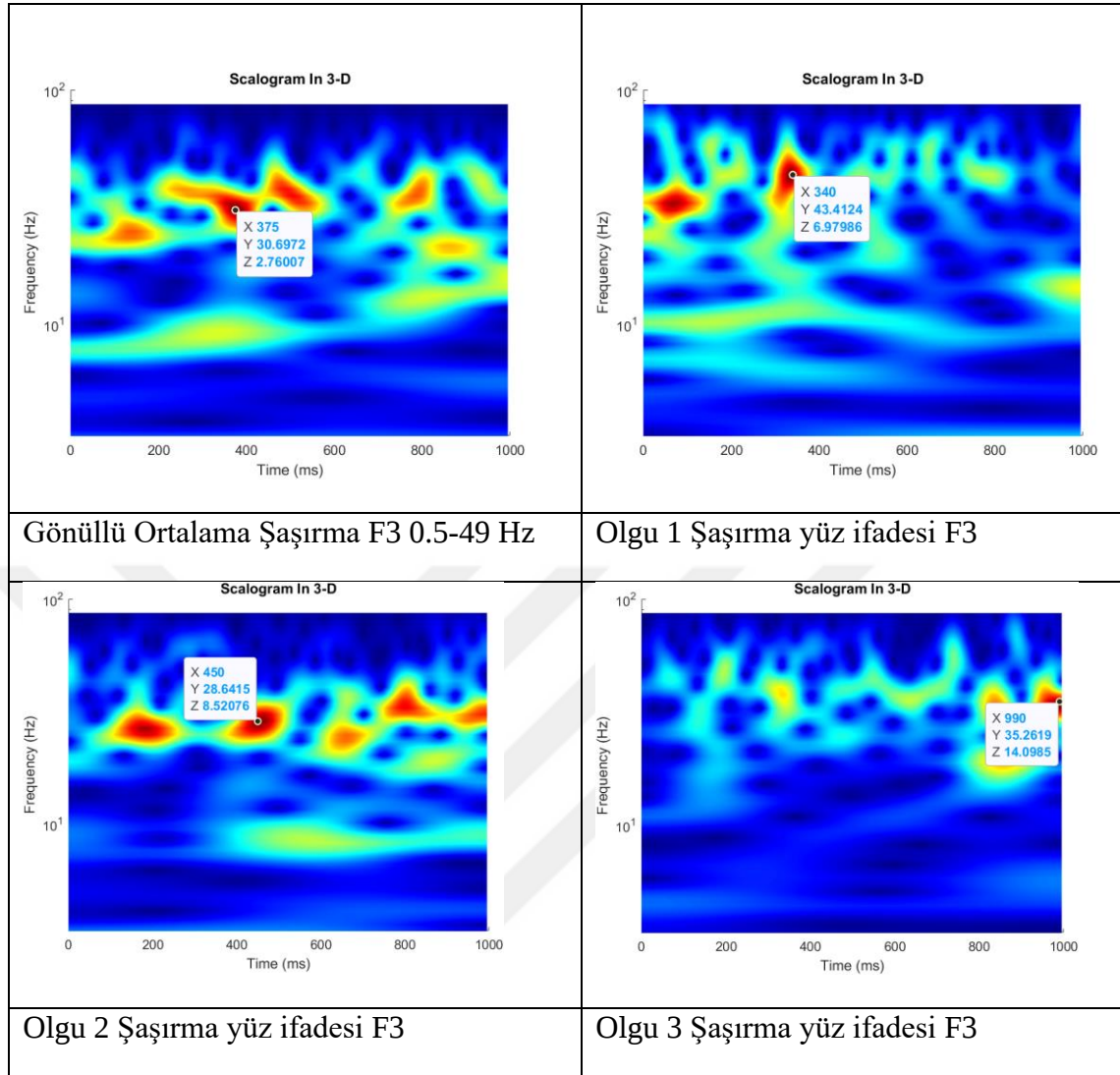
Nakil olguları kızgın yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 28'de verilmiştir.



Şekil 4.28. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

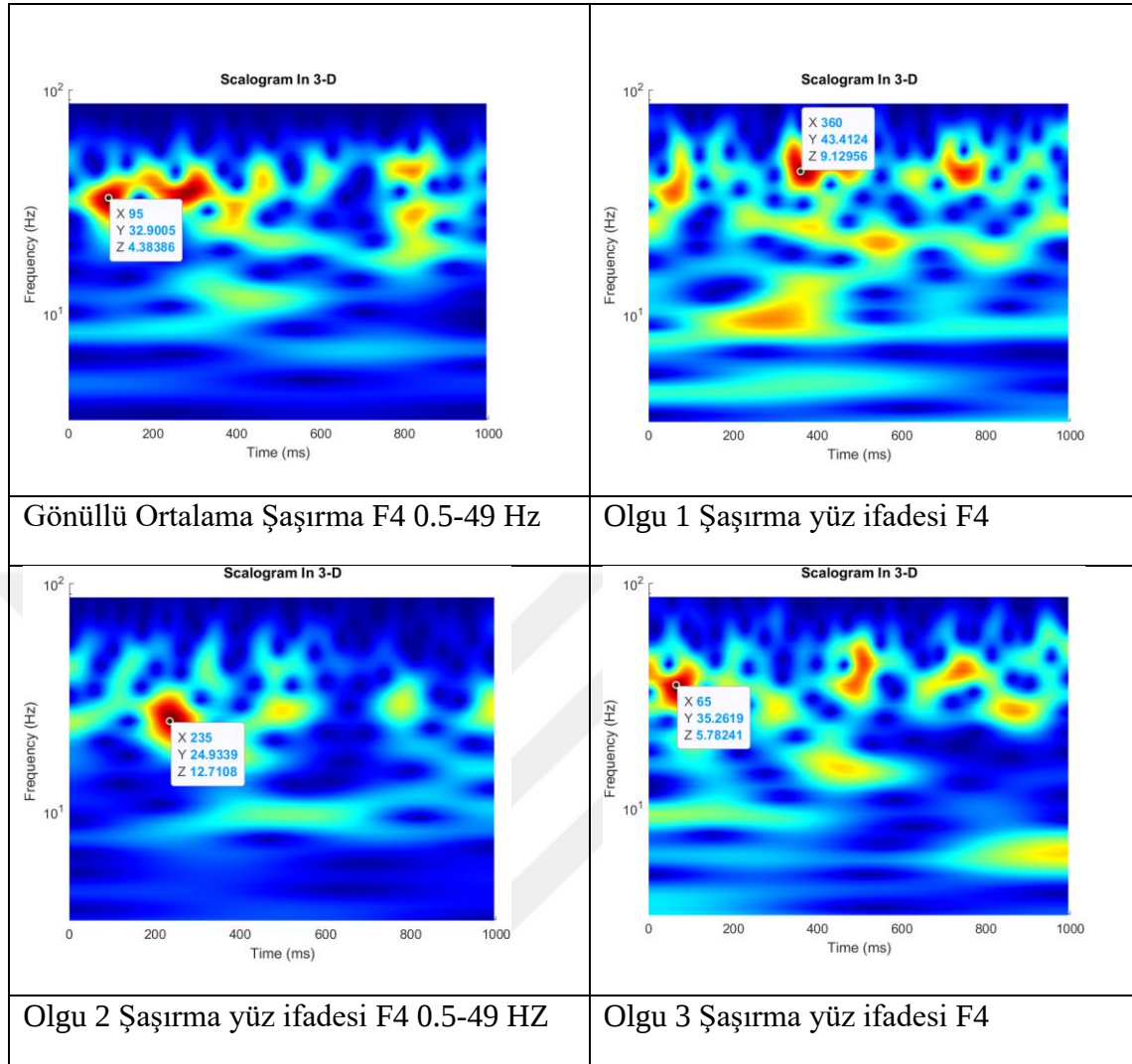
Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F3 sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması 375ms' de 30 Hz gama bandında, olgu1 ise 340 ms'de 43 Hz gama bandında iken nakil olgusu2 450 ms'de 28.64 Hz'de beta bandında iken olgu 3 990ms'de 35 Hz gama bandında ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Nakil olguları şaşırma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F3 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 29'de verilmiştir.



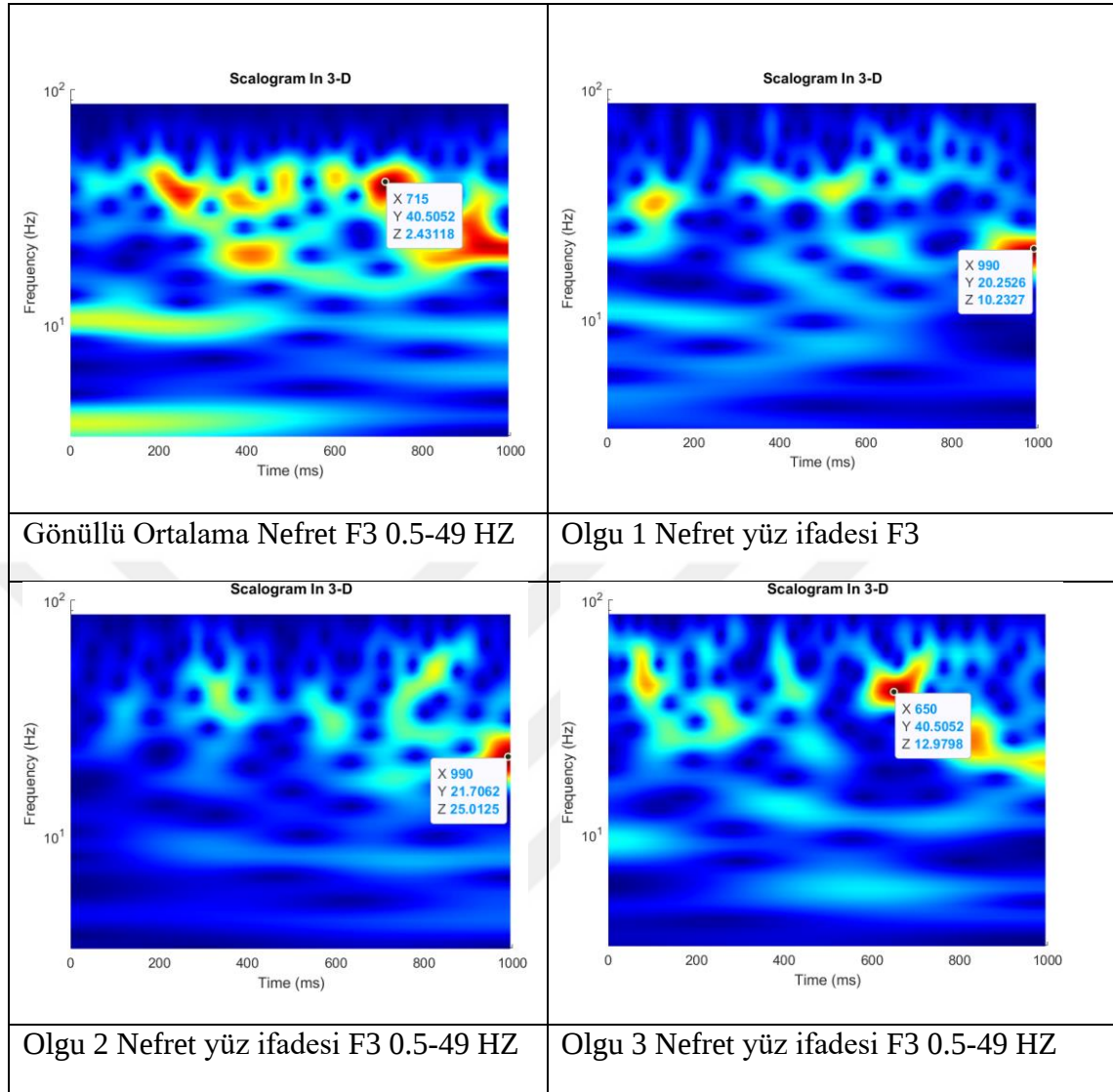
Şekil 4.29. Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F4 elektrot sağ hemisfer frontal elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması 95ms' de 32 Hz gama bandında, olgu 1 ise 360 ms'de 43 Hz gama bandında iken nakil olgusu 2 235 ms'de 28.64 Hz'de beta bandında iken olgu 3 990ms'de 35 Hz gama bandında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Nakil olguları şaşırma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F3 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 30'da verilmiştir.



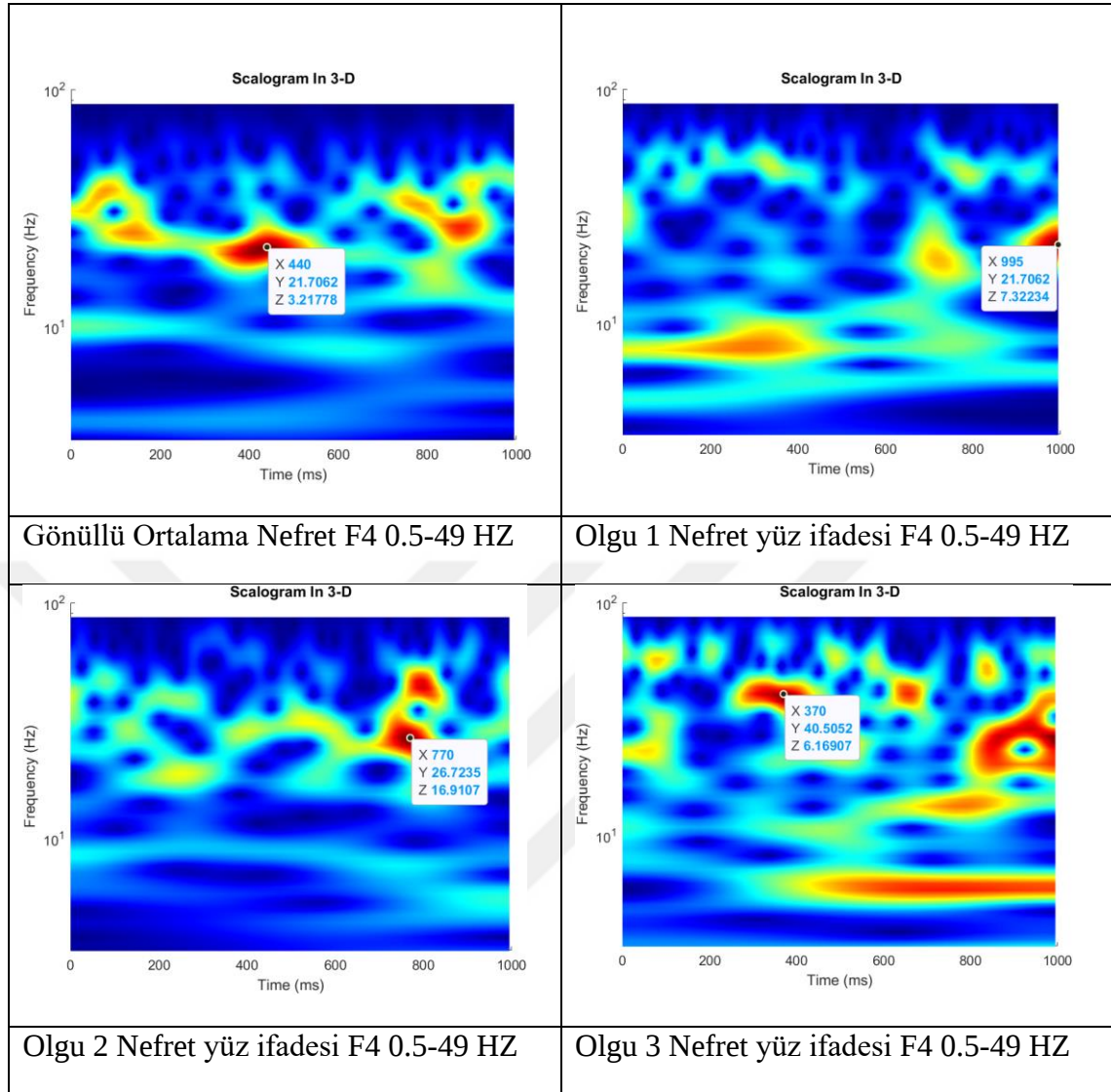
Şekil 4.30. Şaşırma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Nefret yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F3 elektrot sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması 715 ms' de 40 Hz gama bandında, olgu1 ise 990 ms'de 20 Hz beta bandında iken nakil olgusu2 990 ms'de 21 Hz'de beta bandında iken olgu 3 650 ms'de 40 Hz gama bandında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Nakil olguları nefret yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F3 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 31'da verilmiştir.



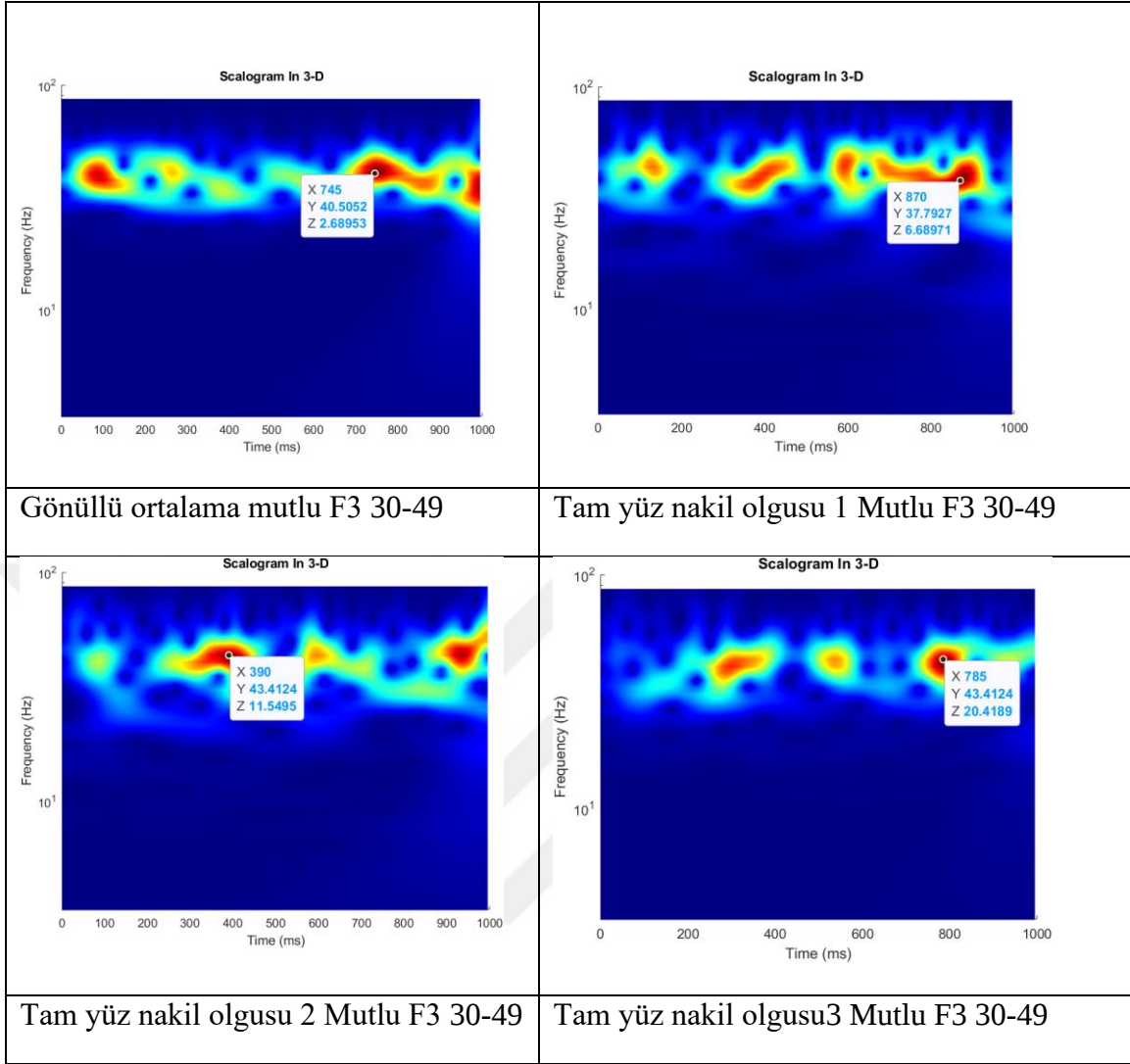
Şekil 4.31. Nefret yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F3 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Nefret yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F4 elektrot sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması 440 ms' de 21 Hz beta bandında, olgu1 ise 995 ms'de 21 Hz beta bandında iken nakil olgusu2 770 ms'de 26 Hz'de beta bandında iken olgu 3 370 ms'de 40 Hz gama bandında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Nakil olguları nefret yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Korkma yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında F3 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları zaman frekans analiz sonuçları Şekil 4. 32'de verilmiştir.



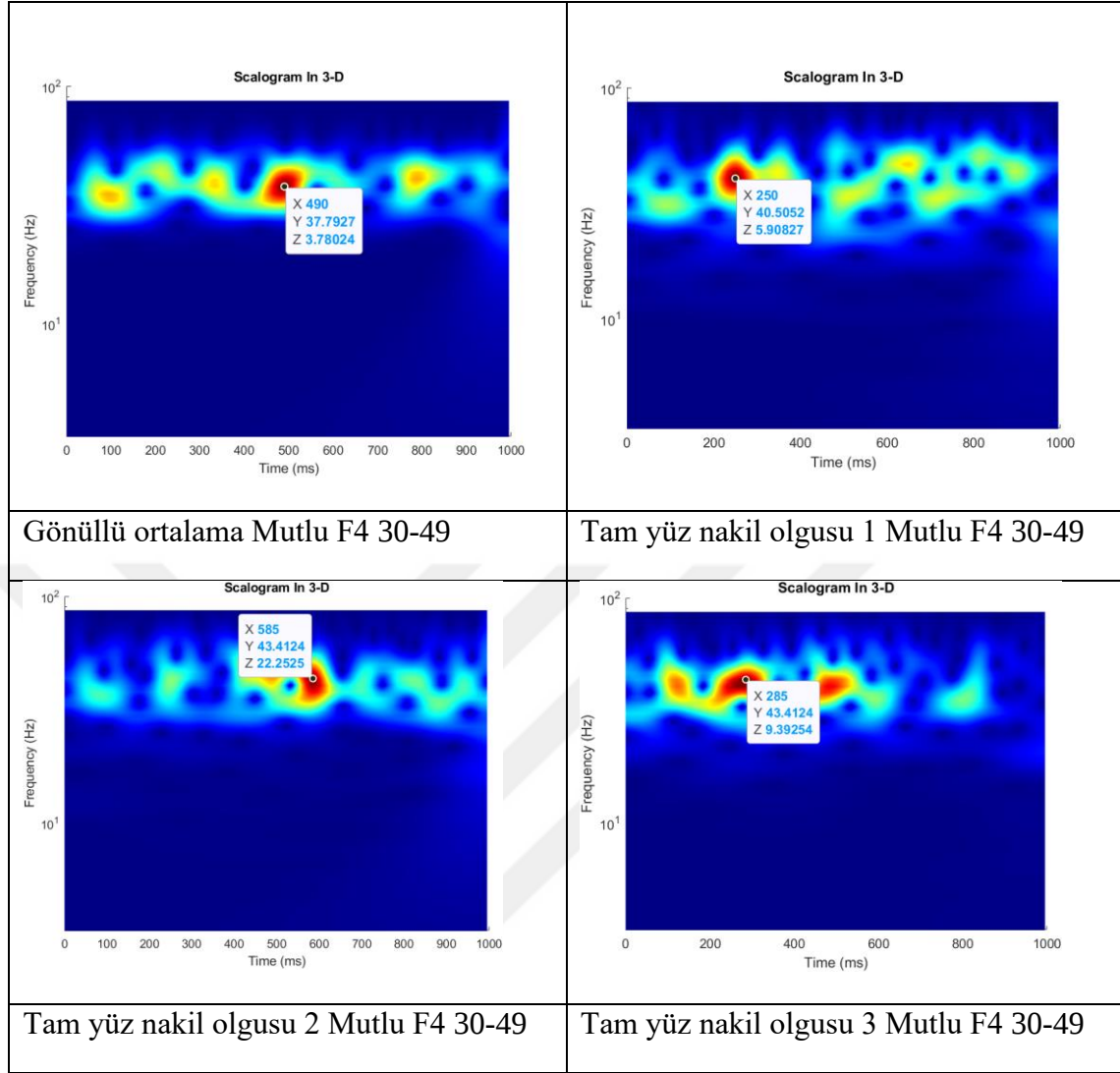
Şekil 4.32. Nefret yüz ifadesi 0.5- 49 Hz frekans bantları aralığında gönüllü grup ve ortalaması F4 elektrotu zaman frekans analiz sonuçları

Mutlu yüz ifadesi için ise F3 elektrotu gönüllü grup ortalaması 745 msn'de 40.5 Hz gama bandı 2.68 dB maksimum güce sahipken olgu1 880 sn'de 40.5 Hz gama bandında 6.6 dB baskın güce sahip olup nakil olgusu 2 395 msn'de 43.4 Hz gama bandına 11.58 dB maksimum güce sahip olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca nakil olgusu 3 ise 790 msn'de 40.5 Hz gama bandına 20.5 dB maksimum güce sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra F3 elektrotu için maksimum güç değeri nakil olgusu 2 ile gönüllü grup ortalaması karşılaştırıldığı zaman olgu 1 yüzde 59 daha fazla güce sahiptir. Nakil olgusu 2 maksimum güç değeri gönüllü grup ortalamasından yüzde 76 daha fazla güce sahiptir. Nakil olgusu 3 ise maksimum güç değeri gönüllü grup ortalamasından yüzde 87 maksimum güce sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra F3 elektrot bölgesinde mutlu yüz ifadesi için nakil olgusu 1, nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3 gönüllü gruptan daha geç baskın korteks yanıtı oluşturduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.33'de mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri verilmiştir.



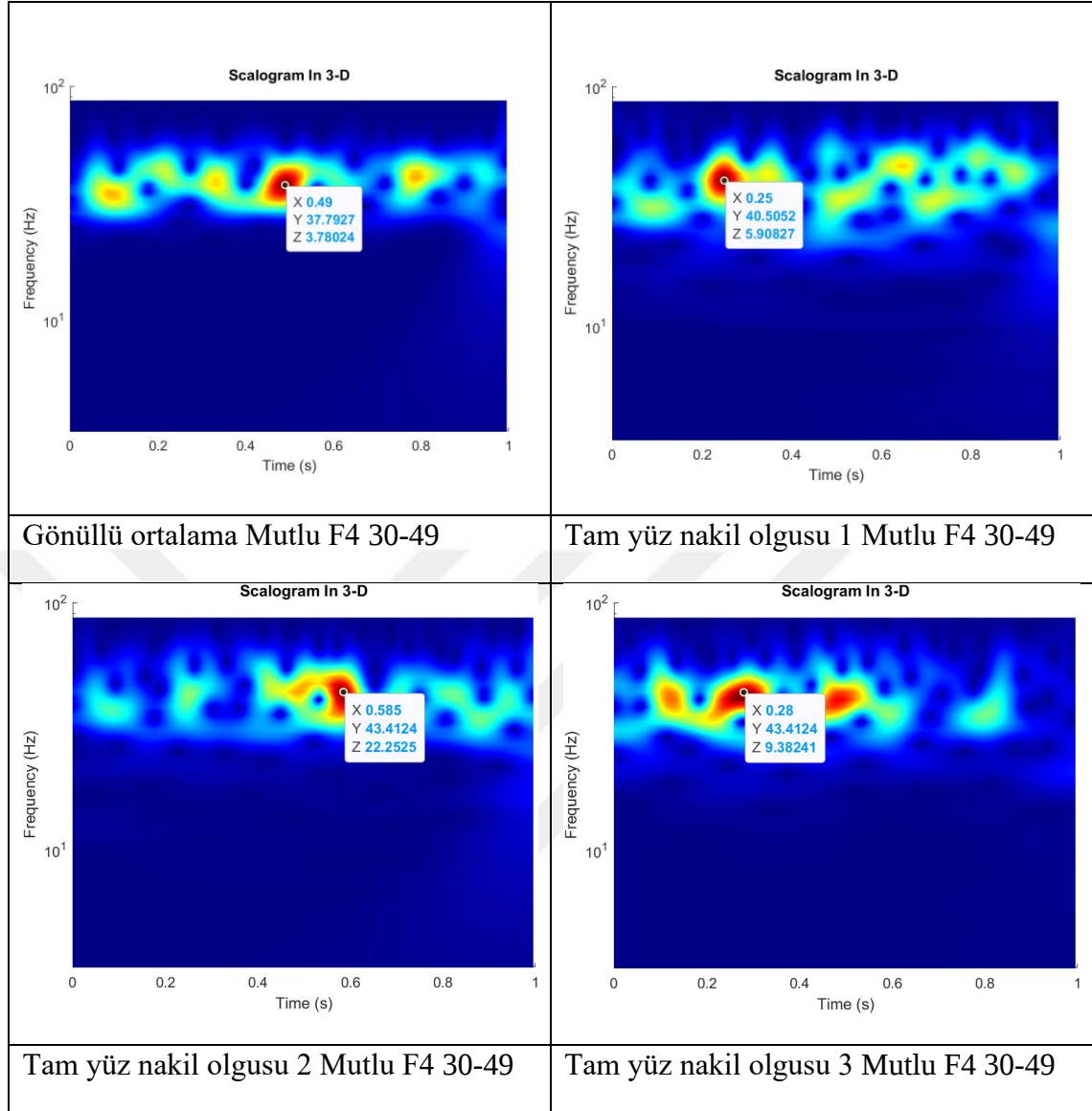
Şekil 4.33. Mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri

Bu çalışmada mutlu yüz ifadesi için F4 elektrotu gönüllü grup 490 msn'de 37.79 Hz gama bandı 3.78 DB maksimum güce sahipken nakil olgu1 250 msn'de 40.5 Hz beta bandında 5.9 dB baskın güce sahip olup; nakil olgusu 2 585 msn'de 43.4 Hz gama bandına 22.25 dB maksimum güce sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın nakil olgusu 3 ise 280 msn'de 43.4 Hz gama bandına 9.38 dB maksimum güce sahip olduğu gözlemlenmiştir. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri Şekil 4.34'de verilmiştir.



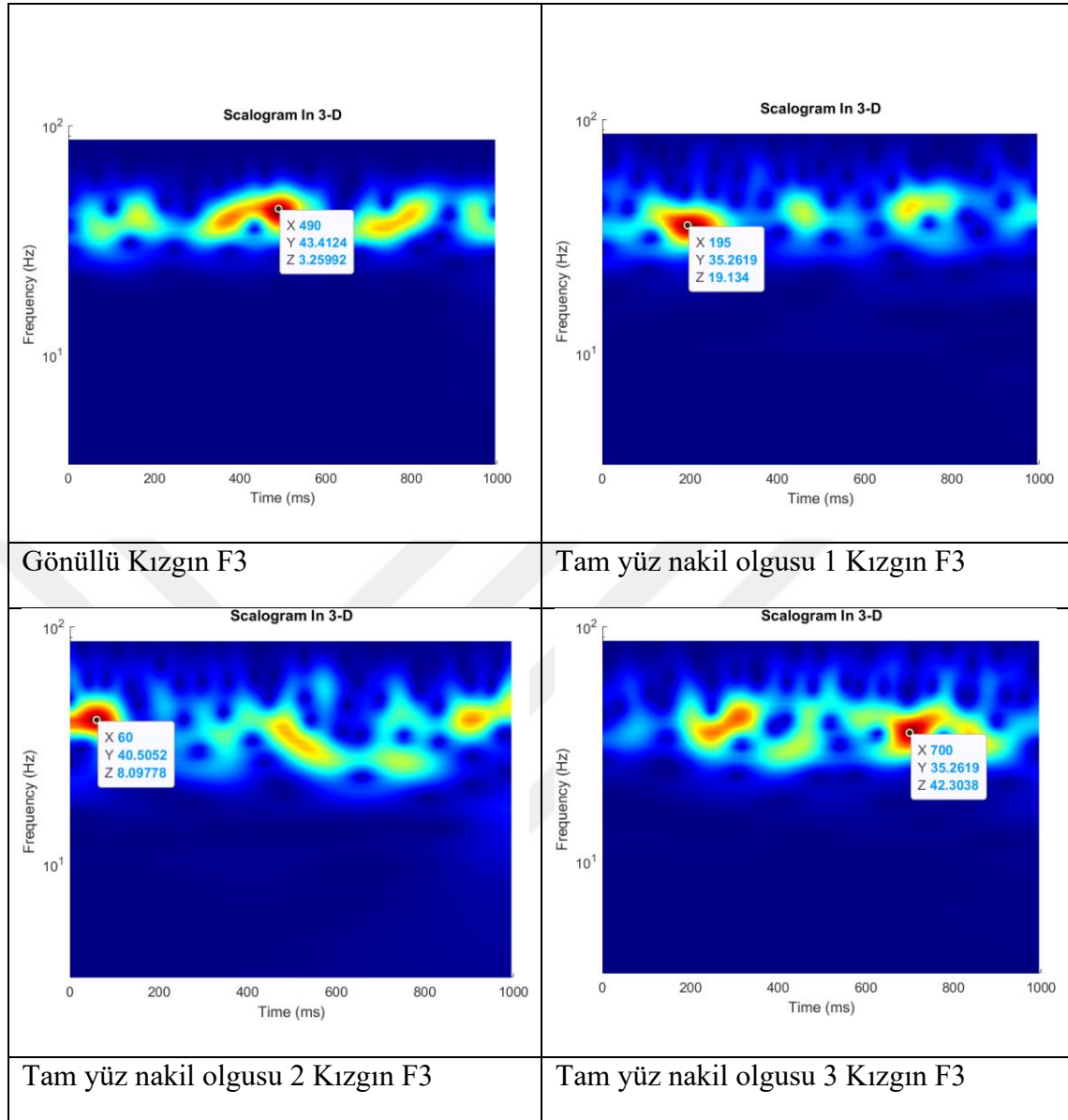
Şekil 4.34. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri

Çalışmada mutlu yüz ifadesi için F4 elektrotu gönüllü grup ortalaması 490 ms’de 37.79 Hz gama bandı 3.78 DB maksimum güce sahipken nakil olgu1 250 ms’de 40.5 Hz beta bandında 5.9 dB baskın güce sahip olup; nakil olgusu 2 585 ms’de 43.4 Hz gama bandına 22.25 dB maksimum güce sahiptir. Yüz nakil olgusu 3 mutlu yüz ifadesi 280 ms’de 43.4 Hz gama bandına 9.38 dB maksimum güce sahip olduğu gözlemlenmiştir. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri Şekil 4.35’de verilmiştir.



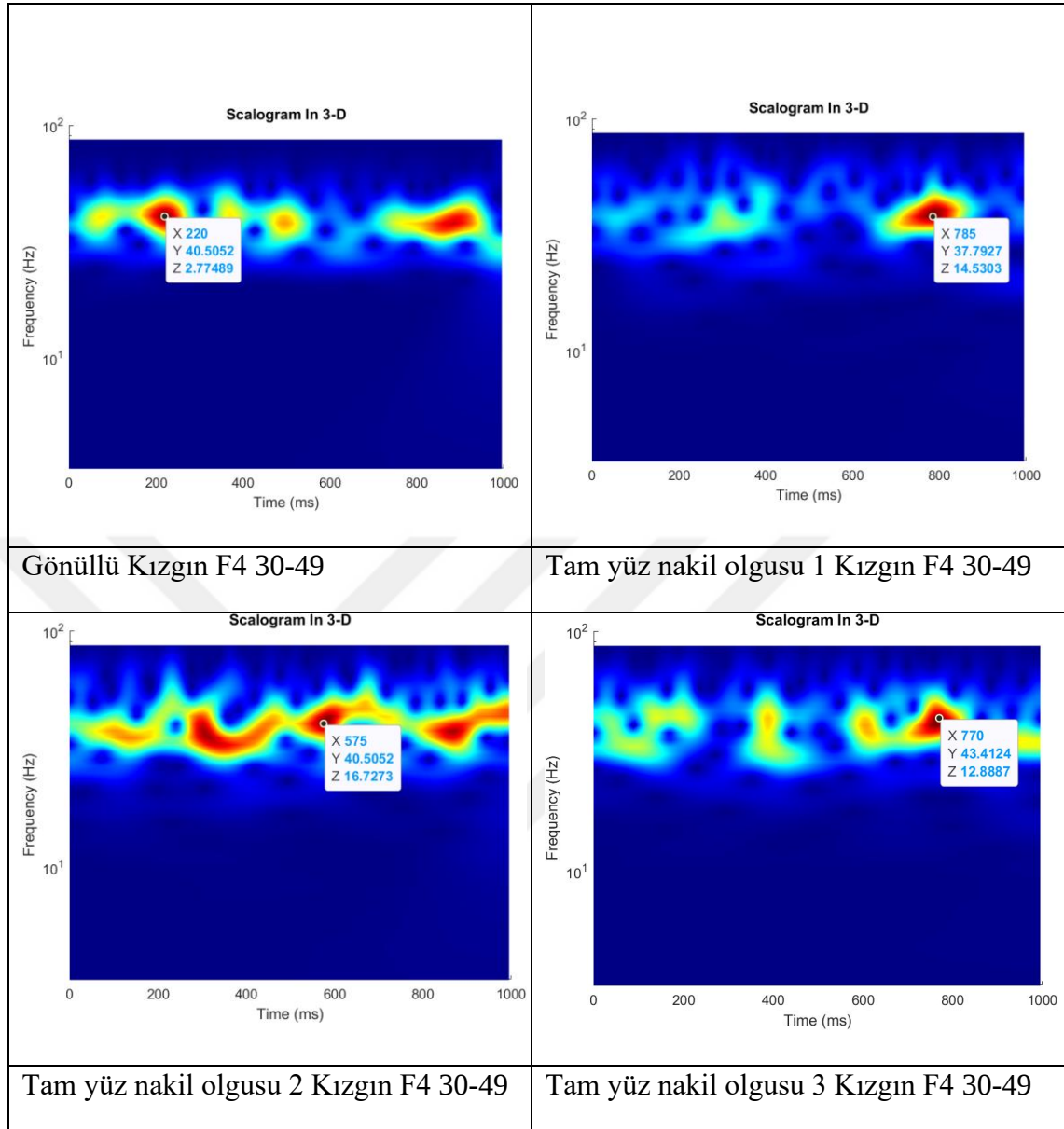
Şekil 4.35. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri

Çalışmada kızgın yüz ifadesi için F3 elektrotu gönüllü grup ortalaması 495 msn'de 43.4 Hz gama bandı 3.24 DB güç iken nakil olgu1 725 msn'de 40.5 Hz gama bandında 12.06 dB baskın güce sahip olup; nakil olgusu 2 55 msn'de 40.5 Hz gama bandına 8.05 dB maksimum güce sahip olduğu bulunmuştur. Nakil olgusu 3 ise 770 msn'de 43.41 Hz gama bandına 12.88 dB maksimum güce sahip olduğu tespit edilmiştir. Kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri Şekil 4.36'da verilmiştir.



Şekil 4.36. Kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri

Çalışmada kızgın yüz ifadesi için F4 elektrotu gönüllü grup ortalaması 220 ms'n'de 40.5 Hz gama bandı 2.77 DB güç iken olgu1 275 ms'de 37.79 Hz 4.41 dB baskın güce sahip iken nakil olgusu 2 580 ms'de 40.5 Hz gama bandına 16.69 dB maksimum güce sahip olduğu tespit edilmiştir. Nakil olgusu 3 ise 770 ms'de 43.41 Hz gama bandına 12.88 dB maksimum güce sahip olduğu saptanmıştır. Kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 4.37. Kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları spektral analizleri

Mutlu yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre F3 elektrot bölgesinde nakil olguları korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede oluşmuştur. Mutlu ve kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinden alınan EEG sinyalleri incelendiği zaman nakil olgularının korteks yanıtı gönüllü grup ortalamasından daha erken sürede oluşmuştur. Kızgın yüz ifadesi F3 elektrotunda olgu 1 ve olgu 3 gönüllü grup ortalamasından daha erken sürede korteks yanıtı oluşurken olgu 2’de daha geç sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Mutlu yüz ifadesi korteks yanıtının F3 elektrot bölgesinde daha erken sürede oluşmasının sebebi sol hemisferin olumlu duygularda daha sağ hemisfere göre daha aktif olduğunu göstermektedir. Mutlu yüz ifadesi ile kızgın yüz ifadesi F3 ve F4 elektrotu için gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları zaman, frekans ve güç değerleri analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mutlu ve Kızgın yüz ifadeleri için F3 ve F4 elektrot korteks yanıtları

30-49 Hz	Mutlu F3	Kızgın F3	Mutlu F4	Kızgın F4
Gönüllü ortalaması	745ms 40.5 Hz 2.68 DB	495 ms 43.4 Hz 3.24 DB	490 ms 37.79 Hz 3.78 DB	220 ms 40.5 Hz 2.77 DB
Olgu 1	880 ms 40.5 Hz 6.6 DB	725 ms 40.5 Hz 12.06 DB	250 ms 40.5 Hz 5.9 DB	275 ms 37.79 Hz 4.41 DB
Olgu 2	395ms 43.4 Hz 11.58 DB	55 ms 40.5 Hz 8.05 DB	585 ms 43.4 Hz 22.25 DB	580 ms 40.5 Hz 16.69 DB
Olgu 3	790 ms 40.5 Hz 20.5 db	700 ms 35.26 Hz 42.30 db	280 ms 43.41 Hz 9.38 db	770 ms 43.41 Hz 12.88 db

Emosyonel ifadelerin EEG sinyali analizleri F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri için zaman frekans analizleri gerçekleştirilmiştir. Mutlu yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinden alınan sinyallerin zaman, frekans sağ hemisfer korteks yanıtlarının sol hemisfere göre daha erken sürede olduğu ve sağ hemisfer korteks yanıtları baskın güç değerlerinin sol hemisfere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kızgın yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinden alınan sinyallerin zaman, frekans sağ hemisfer korteks yanıtlarının sol hemisfere göre daha erken sürede olduğu oluşmakta olup F3, F4, C3, C4 elektrot bölgelerinde sol hemisferde baskın güç değerine sahipken FC3, FC4 elektrot bölgelerinde sağ hemisfer korteks yanıtı baskın güç değeri daha yüksektir. Nefret yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması EEG sinyalleri gama bandı 30-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri için gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisferden daha erken sürede oluşmuştur. Nefret yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması

frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri için zaman sol hemisfer korteks yanıtları sağ hemisfer korteks yanıtın göre daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Üzgün yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması EEG sinyalleri gama bandı 30-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri için gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonucunda frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinde sol hemisfer korteks yanıtı sağ hemisferden daha erken sürede oluşmuştur. Güç değerleri incelendiği frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri için zaman sol hemisferde daha yüksek güç değerlerine sahiptir.

Şaşırma yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması EEG sinyalleri gama bandı 30-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri için gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonucunda F3, F4, FC3, FC4 elektrot bölgelerinde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisferden daha erken sürede oluşmasının yanı sıra C3, C4 elektrot bölgelerinde sol hemisfer korteks yanıtının sağ hemisfer korteks yanıtından daha erken sürede oluştuğu bulunmuştur. Güç değerleri incelendiği zaman sağ hemisferde baskın korteks yanıtı sol hemisfere göre daha yüksektir.

Korkma yüz ifadesi 30- 49 Hz frekans aralığı için zaman frekans analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması EEG sinyalleri gama bandı 30-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri için gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda F3, F4, FC3, FC4 elektrot bölgelerinde sol hemisfer korteks yanıtı sağ hemisferden daha erken sürede oluşmasının yanı sıra C3, C4 elektrot bölgelerinde sağ hemisfer korteks yanıtının sol hemisfer korteks yanıtından daha erken sürede oluştuğu bulunmuştur.

Korkma yüz ifadesi güç değerleri korteks yanıtları F3, F4, FC3, FC4 elektrot bölgelerinde sol hemisfer baskınlığı, C3, C4 elektrot bölgelerinde sağ hemisfer baskın güç değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Emosyonel yüz ifadeleri için frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri verilmiştir.

Gönüllü grup ortalaması frontal, fronto-santral ve santral elektrot bölgeleri için zaman frekans analizleri kızgın, nefret gibi olumsuz duygular olumlu duygulardan daha erken sürede korteks yanıtının oluştuğu çizelge 4.2'de emosyonel ifadelere ait zaman, frekans ve güç değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.2. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri

30-49 Hz	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	745 ms	490 ms	745 ms	495 ms	845 ms	330 ms
Mutlu	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz
	2.68 db	3.78 db	2.92 db	3.88 db	2.37 db	3.17 db
Gönüllü Ortalama	225 ms	320 ms	580 ms	915 ms	215 ms	330 ms
Mutlu	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	40.5 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz
Nötr	1.69 db	1.74 db	2.01 db	1.83 db	2.3 db	1.9 db
Gönüllü Ortalama	490 ms	220 ms	760 ms	220 ms	770 ms	225 ms
Kızgın	43.4 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz
	3.25 db	2.77 db	2.85 db	3.72 db	3.34 db	2.85 db
Gönüllü Ortalama	670 ms	685 ms	690 ms	705 ms	705 ms	295 ms
Korkma	37.79 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	40.5 Hz
	7.72 db	5.21 db	3.93 db	2.82 db	1.47 db	1.77 db
Gönüllü Ortalama	520 ms	345 ms	520 ms	340 ms	435 ms	815 ms
Şaşırma	37.79 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz	35.26 Hz	35.26 Hz	43.4 Hz
	2.88 db	4.7 db	2.48 db	4.06 db	2.35 db	3.29 db
Gönüllü Ortalama	545 ms	995 ms	550 ms	865 ms	540 ms	855 ms
Üzgün	43.4 Hz	35.26 Hz	43.4 Hz	43.4 Hz	40.5 Hz	40.5 Hz
	1.96 db	1.89 db	2.2 db	1.94 db	2.18 db	1.7 db
Gönüllü Ortalama	765 ms	120 ms	760 ms	120 ms	755 ms	120 ms
Nefret	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz
	3.14 db	2.8 db	3.36 db	3.15 db	3.5 db	3.19 db

Mutlu yüz ifadesi sağ hemisferde bulunan TP8 elektrot bölgesinde (515 ms), kızgın yüz ifadesi sağ hemisferde bulunan TP8 elektrot bölgesinde (100 ms) erken korteks

yanıtı, korkma yüz ifadesinde TP8 elektrot bölgesinde (565 ms) erken korteks yanıtı, şaşırma yüz ifadesinde TP7 elektrot bölgesinde sol hemisferde (295 ms), üzgün yüz ifadesi TP8 elektrot bölgesinde (335 ms), nefret yüz ifadesinde sağ hemisferde TP8 elektrot bölgesinde (275 ms) erken korteks yanıtı olduğu görülmektedir. Mutlu yüz ifadesi sağ hemisferde bulunan T8 elektrot bölgesinde (205 ms), kızgın yüz ifadesi sağ hemisferde bulunan T8 elektrot bölgesinde (220 ms) erken korteks yanıtı, korkma yüz ifadesinde T8 elektrot bölgesinde (375 ms) erken korteks yanıtı, şaşırma yüz ifadesinde T8 elektrot bölgesinde sol hemisferde (195 ms), üzgün yüz ifadesi T8 elektrot bölgesinde (340 ms), nefret yüz ifadesinde sağ hemisferde T8 elektrot bölgesinde (235 ms) erken korteks yanıtı olduğu görülmektedir. Mutlu yüz ifadesi sağ hemisferde bulunan CP4 elektrot bölgesinde (525 ms), kızgın yüz ifadesi sağ hemisferde bulunan CP3 elektrot bölgesinde (795 ms) erken korteks yanıtı, korkma yüz ifadesinde T8 elektrot bölgesinde (290 ms) erken korteks yanıtı, şaşırma yüz ifadesinde CP4 elektrot bölgesinde sol hemisferde (360 ms), üzgün yüz ifadesi CP4 elektrot bölgesinde (205 ms), nefret yüz ifadesinde sağ hemisferde CP4 elektrot bölgesinde (120 ms) erken korteks yanıtı olduğu görülmektedir. Gönüllü grup ortalaması emosyonel yüz ifadelerine ait EEG sinyalleri için TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizleri yapılmıştır ve çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri

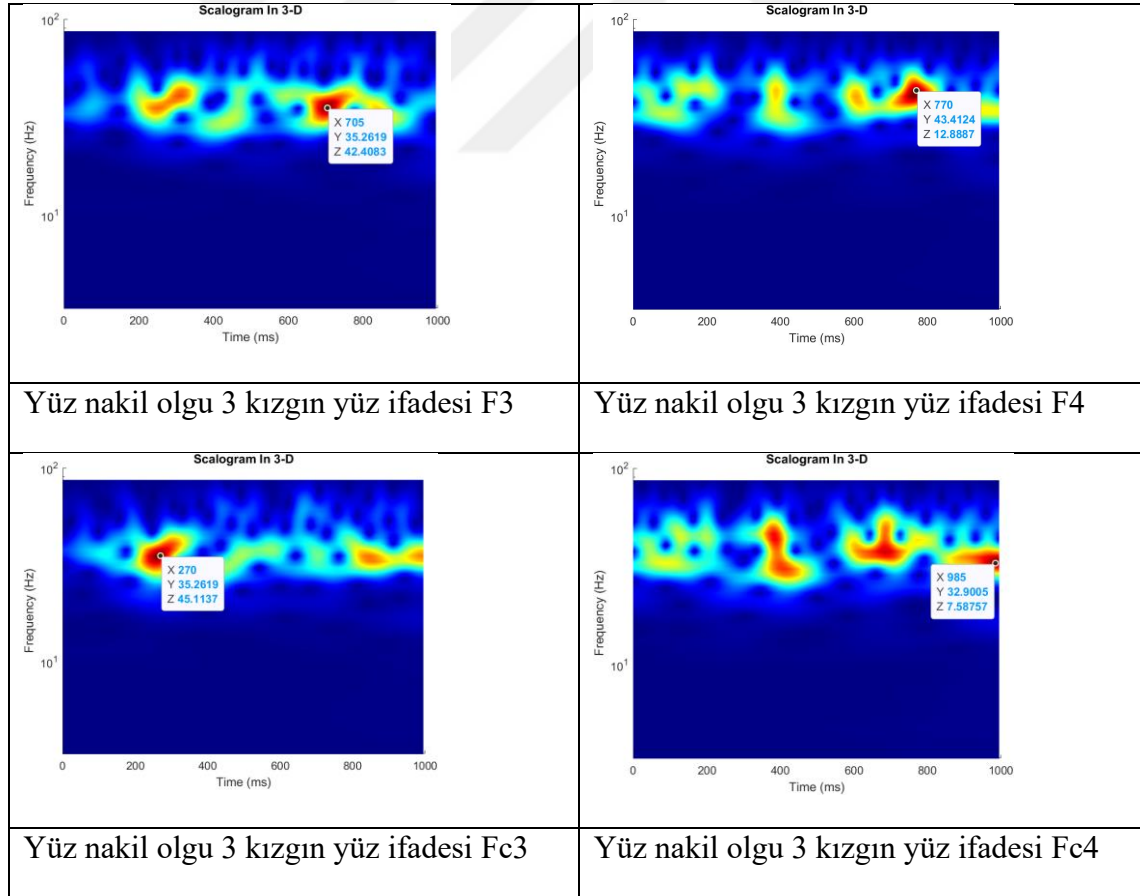
30-49 Hz	TP7	TP8	T7	T8	CP3	CP4
Gönüllü Ortalama	815 ms	515 ms	250 ms	205 ms	860 ms	525 ms
Mutlu	35.26 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 hz
	4.76 db	7.3 db	7.25 db	9.74 db	2.66 db	2.72 db
Gönüllü Ortalama	640 ms	100 ms	225 ms	220 ms	795 ms	910 ms
Kızgın	40.5 hz	40.5 hz	37.79 hz	40.5 hz	40.5 hz	37.79 hz
	4.04 db	3.26 db	4.75 db	4.7 db	3.44 db	2.13 db
Gönüllü Ortalama	740 ms	565 ms	325 ms	375 ms	875 ms	290 ms
Korkma	37.79 hz	37.79 hz	40.5 hz	37.79 hz	37.79 hz	37.79 hz
	3.9 db	2.77 db	5.2 db	4.97 db	1.64 db	1.53 db
Gönüllü Ortalama	295 ms	655 ms	425 ms	195 ms	425 ms	360 ms
Şaşırma	37.79 hz	43.4 hz	40.5 hz	37.79 hz	35.26 hz	40.5 hz
	5.26 db	4.08 db	3 db	3.4 db	2.08 db	2.07 db

"(Devamı Arkada)"

Çizelge 4.3.'ün devamı.

Gönüllü	950 ms	335 ms	570 ms	340 ms	555 ms	205 ms
Ortalama	35.26 hz	40.5 hz	40.5 hz	43.4 hz	43.4 hz	43.4 hz
Üzgün	3.14 db	1.99 db	4.11 db	3.06 db	2.32 db	1.35 db
Gönüllü	895 ms	275 ms	510 ms	235 ms	280 ms	120 ms
Ortalama	37.79 hz	40.5 hz	37.79 hz	40.5 hz	37.79 hz	40.5 hz
Nefret	3.5 db	4.72 db	7.57 db	6.9 db	3.57 db	2.9 db

Kızgın yüz ifadesi olgu 3 korteks yanıtları incelendiği zaman sol hemisfer frontal lobda, fronto-santral elektrot bölgelerinde daha erken sürede korteks yanıtına sahip olmasının yanı sıra santral elektrot bölgesinde sağ ve sol hemisfer korteks yanıtı aynı anda oluşmuş olup sol hemisfer baskın güç değeri daha yüksektir. Kızgın yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizi 4.38'de verilmektedir.



Şekil 4.38. Kızgın yüz ifadesi nakil olgu 3 F3, F4, FC3, FC4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizi

Yüz nakil olgusu 3 kızgın yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgesi zaman frekans analizleri korteks yanıtları çizelgede gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre olgu 3 kızgın yüz ifadesinin uyarımı sırasında gönüllü gruptan daha yüksek maksimum güç değerine sahiptir.

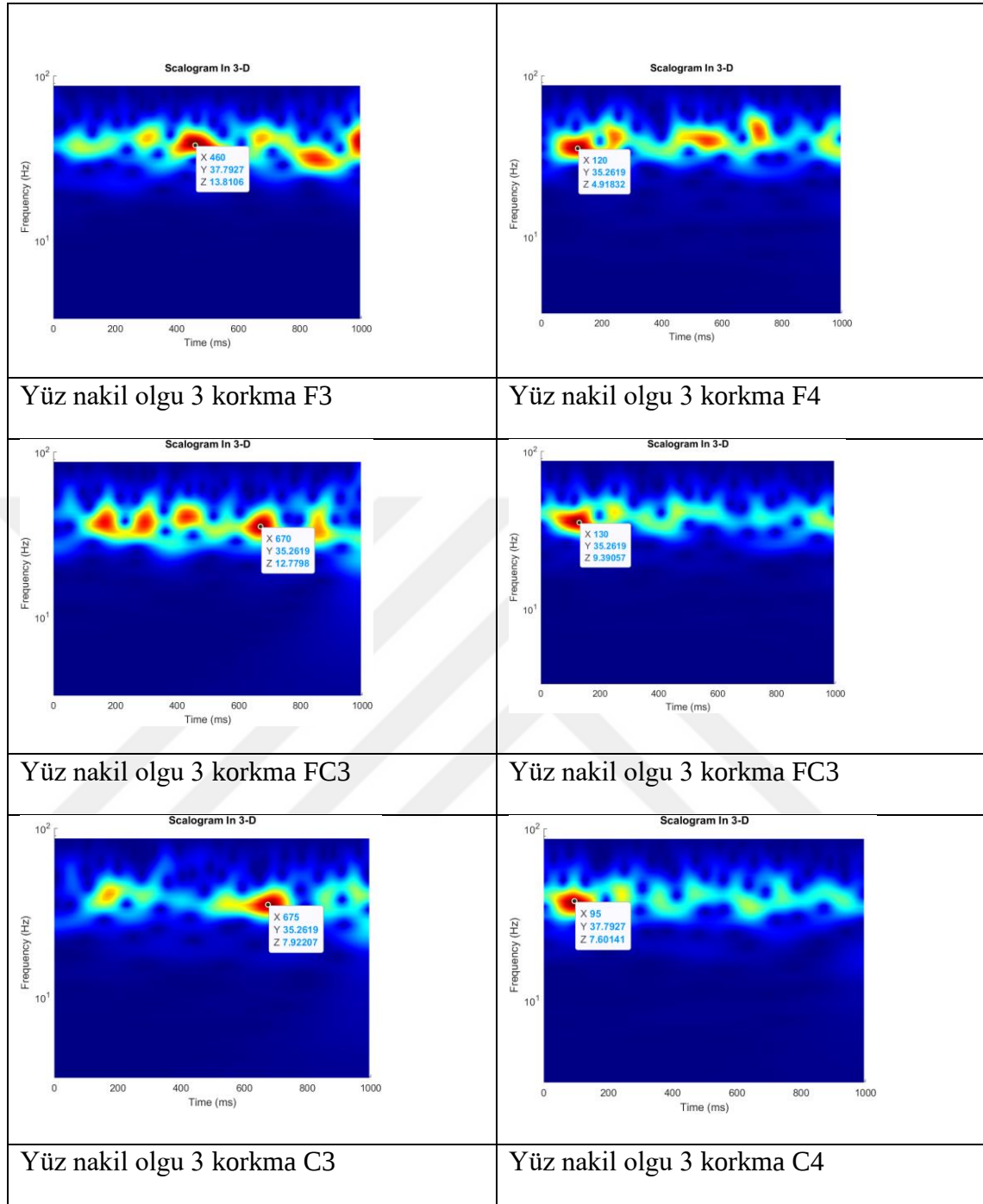
Kızgın yüz ifadesi frontosantral elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması sağ hemisferde 100 ms’de erken korteks yanıtı oluşmakta sağ hemisferde sol hemisphere göre daha erken korteks yanıtı oluşurken nakil olgusu 3’de sol hemisferde daha erken korteks yanıtı oluşmuştur. Kızgın yüz ifadesi için gönüllü grup ortalaması ve olgu 3 için F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri çizelge 4.4’de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Kızgın yüz ifadesi için gönüllü grup ortalaması ve olgu 3 için F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri

	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü ortalama	640 ms	100 ms	225 ms	220 ms	795 ms	910 ms
Kızgın	40.5 hz	40.5 hz	37.79 hz	40.5 hz	40.5 hz	37.79 hz
	4.04 db	3.26 db	4.75 db	4.7 db	3.44 db	2.13 db
Olgu 3 Kızgın yüz ifadesi	705 ms	770 ms	270 ms	985 ms	990 ms	990 ms
	35.26 Hz	43.4 Hz	35.26 Hz	32.9 Hz	35.26 Hz	32.9 hz
	42.4 db	12.88 db	45.1 db	7.58 db	35.6 db	7.06 db

Korkma yüz ifadesi olgu 3 korteks yanıtları incelendiği zaman korkma yüz ifadesi sağ hemisfer frontal lobda, fronto-santral ve santral elektrot bölgelerinde daha erken sürede korteks yanıtına sahip olduğu bulunmuştur. C4 elektrot bölgesinde gama bandı sonuçları daha erken korteks yanıtına sahip olduğu bulunmuştur.

Korkma yüz ifadesi nakil olgusu 3 F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizi şekil 4.39’da gösterilmektedir.



Şekil 4.39. Korkma yüz ifadesi nakil olgusu 3 F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans analizi

Kızgın yüz ifadesi 30-49 Hz aralığında gönüllü grup ortalaması sağ hemisferde F4, FC4, C4 elektrot bölgelerinde sol hemisfer elektrotlarına göre 220 ms ve 225 ms sürede erken korteks yanıtı oluşmuştur. Bunun yanı sıra nakil olgusu 1 kızgın yüz ifadesi sol hemisferde yer alan F3 elektrot bölgesinde 195 ms’de, FC3 elektrot bölgesinde 185 ms, C3 elektrot bölgesinde sol hemisferde yer alan F4, FC4, C4 elektrot bölgelerine göre daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Nakil olgusu 2’nin kızgın yüz ifadesi ise sol hemisferde bulunan F3 elektrotunda 60 ms sürede oluşmakta iken FC3 elektrotunda 525

ms’de sağ hemisfere göre erken korteks yanıtı oluşurken C4 elektrotunda 410 ms’de sağ hemisferde sol hemisfere göre erken korteks yanıtı oluştuğu bulunmuştur. Olgu 3 kızgın yüz ifadesi analizlerine göre sol hemisferde yer alan F3, FC3 elektrot bölgelerinde sol hemisfere göre daha erken korteks yanıtı oluşmakta olup C3 elektrot bölgesinde ise sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluştuğu bulunmuştur. Kızgın yüz ifadesi güç değerleri nakil olgularında gönüllü grup ortalamasında göre daha yüksek değerde ortaya çıkmıştır. Baskın güç değerleri kızgın yüz ifadesinde sol frontal bölge elektrotu (F3) ve sol hemisfer santral bölgede yer alan (C4) elektrot bölgelerinde sağ hemisfere göre baskın güç değeri oluşmuştur ancak FC4 elektrot bölgesinde sağ hemisferde sol hemisfere göre baskın güç değeri oluşmuştur. F3, FC3, C3 elektrot bölgelerinde nakil olgusu 1 sol hemisfer güç değerleri sağ hemisfere göre yüksek değerlere sahiptir. Olgu 2 ise sağ hemisferde yer alan elektrotlarından F4, FC4, C4 elektrot bölgelerinde sol hemisfere göre daha yüksek güç değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Olgu 3 ise sol hemisfer elektrotlarından olan F3, FC3, C3 elektrot bölgelerinde sol hemisferde sağ hemisfere göre daha yüksek güç değerleri tespit edilmiştir. Emosyonel yüz ifadeleri için 30-49 Hz frekans aralığında gönüllü grup ortalaması ve nakil grubunun F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgelerindeki zaman frekans değerleri çizelge 4. 5’de verilmektedir.

Çizelge 4.5. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması ve nakil grubu ortalaması F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans değerleri

Kızgın	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü	490 ms	220 ms	760 ms	220 ms	770 ms	225 ms
Ortalama	43.4 hz	40.5 hz	37.79 Hz	40.5 hz	37.79 Hz	40.5 hz
	3.25 db	2.77 db	2.85 db	3.72 db	3.34 db	2.85 db
Olgu 1 rehabilitasyon öncesi kayıt	195 ms	785 ms	185 ms	810 ms	205 ms	730ms
	35.26 Hz	37.79 Hz	35.26 Hz	40.5 Hz	35.26Hz	37.79 hz
	19.13 db	14.5 db	24.86 db	11.18 db	21.97 db	11.93 db
Olgu 2 rehabilitasyon öncesi kayıt	60 ms	575 ms	525 ms	585 ms	525 ms	410 ms
	40.5 Hz	40.5 Hz	32.9 Hz	43.4 Hz	32.9 Hz	35.26hz
	8 db	16.72 db	7.27 db	32.8 db	6.26 db	31.49 db
Olgu 3 Kızgın yüz ifadesi	665 ms	720 ms	640 ms	705 ms	705 ms	700ms
	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz	37.79 hz
	56.46 db	12.76 db	65.37 db	12.07 db	51.8 db	10.43 db

Kızgın yüz ifadesi uyarım durumunda 30-49 Hz frekans aralığında gönüllü grup ortalaması EEG sinyal analizlerine göre tempero-parietal (TP8) elektrot bölgesinde 100 ms erken korteks yanıtı tespit edilmiştir. Kızgın yüz ifadesi 30-49 Hz frekans aralığında temporal elektrot bölgesinde de 220 ms'de sağ hemisferde sol hemisfere göre daha erken korteks yanıtı tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada duygusal yüz ifadelerinin, uyarının başlangıcından itibaren yaklaşık temporal alanlarda 270 ms'lik bir gecikme süresiyle, daha büyük aktivasyon olduğu belirtilmiştir. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması ve nakil grubu ortalaması TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4, F4, FC3, FC4, C3, C4 zaman frekans değerleri çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ortalaması ve nakil grubu ortalaması TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4, F4, FC3, FC4, C3, C4 zaman frekans değerleri

Kızgın	TP7	TP8	T7	T8	CP3	CP4
Gönüllü ortalama	640 ms 40.5 hz 4.04 db	100 ms 40.5 hz 3.26 db	225 ms 37.79 hz 4.75 db	220 ms 40.5 hz 4.7 db	795 ms 40.5 hz 3.44 db	910 ms 37.79 hz 2.13 db
Olgu 1 rehabilitasyon öncesi kayıt	650 ms 40.5 Hz 22.6 db	870 ms 37.79 Hz 10.33 db	990 ms 37.79 Hz 14.82 db	805 ms 37.79Hz 26.2 db	250 ms 40.5 Hz 15.01 db	715 ms 37.79 hz 10.29 db
Olgu 2 rehabilitasyon öncesi kayıt	5 ms 40.5 Hz 7.18 db	515 ms 37.79 Hz 20.02 db	870 ms 37.79 Hz 4.8 db	415 ms 37.79Hz 27.87 db	35 ms 40.5 Hz 6.79 db	400 ms 35.26 hz 19.08 db
Olgu 3	410 ms 40.5 Hz 21.6 db	175 ms 37.79 Hz 6.08 db	695 ms 37.79 Hz 26.42 db	170 ms 37.79Hz 5.68 db	705 ms 37.79Hz 38.32 db	700 ms 37.79 hz 9.63 db

Mutlu yüz ifadesi gönüllü grupta gama bandında sağ hemisferde erken korteks yanıtı ve baskın güç değerleri bulunmuştur bunun yanı sıra nakil olgusu 1'de ise sağ hemisferde erken korteks yanıtı görülmekte frontal ve santral elektrot bölgelerinde iken sol hemisferde baskın güç değeri olduğu santral elektrot bölgesinde ise sağ hemisferde erken korteks yanıtı olduğu bulunması gönüllü gruptakine benzer bir sonuçtur. Olgu 1 mutlu yüz ifadesi rehabilitasyon sonrası fronto-santral ve santral elektrot bölgesinde gönüllü gruba benzer bir şekilde sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşmuştur ancak frontal bölgede sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşmuştur. Olgu1 mutlu yüz ifadesi için ikinci rehabilitasyon sonrasında frontal elektrot bölgesinde gönüllü gruba benzer

şekilde sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşmuştur ancak gönüllü gruptan farklı olarak sol hemisferde baskın güç değeri olduğu görülmektedir. EEG sinyalleri incelendiği zaman gönüllü gruptan farklı olarak nakil olgusu1 F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgelerinde mutlu yüz ifadesi korteks yanıtları çizelge 4.6'de verilmiştir. Rehabilitasyon öncesi ve sonrasında alınan EEG kayıtlarının zaman frekans analizleri yapıldığı zaman olgu 1 rehabilitasyon öncesi güç değerleri hem gönüllü grup ortalaması hem de rehabilitasyon sonrası güç değerlerine göre F3, FC3, C3, C4 elektrot bölgelerinde daha yüksek güç değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Olgu 1 FC4 elektrot bölgesinde rehabilitasyon öncesi 35.26 Hz frekans değerine sahipken rehabilitasyon sonrasında FC4 elektrot bölgesinde gönüllü gruba benzer şekilde 37.79 Hz frekans değerine sahip olduğu bulunmuştur. Duygusal uyarım durumunda gönüllü grup ortalamasında nötr duruma göre gama bandı güç değerlerinde EEG sinyallerinde güç artışı meydana gelmiştir. Emosyonel yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri çizelge 4.7'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Mutlu yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri

Mutlu	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	745 ms 40.5 Hz 2.68 db	490 ms 37.79 Hz 3.78 db	745 ms 40.5 Hz 2.92 db	495 ms 37.79 Hz 3.88 db	845 ms 37.79 Hz 2.37 db	330 ms 37.79 Hz 3.17 db
Gönüllü Ortalama Dinlenme	225 ms 40.5 Hz 1.69 db	320 ms 37.79 Hz 1.74 db	580 ms 40.5 Hz 2.01 db	915 ms 40.5 Hz 1.83 db	215 ms 40.5 Hz 2.3 db	330 ms 37.79 Hz 1.9 db
Olgu 1 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	730 ms 40.5 Hz 12.8 db	105 ms 32.9 Hz 5.12 db	435 ms 40.5 Hz 17.67 db	120 ms 35.26 Hz 6.5 db	735 ms 37.79 Hz 19.88 db	345 ms 37.79 Hz 8.21 db
Olgu 1 Rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	880 ms 40.5 Hz 6.6 db	250 ms 40.5 Hz 5.9 db	450 ms 43.4 Hz 7.5 db	545 ms 37.79 Hz 7.9 db	880 ms 43.4 Hz 7.7 db	565 ms 40.5 Hz 7.59 db
Olgu 1 Rehabilitasyon sonrası kayıt nötr	460 ms 37.79 Hz 6.08 db	705 ms 40.5 Hz 7.4 db	280 ms 35.26 Hz 4.9 db	690 ms 40.5 Hz 8.9 db	995 ms 40.5 Hz 5.4 db	695 ms 40.5 Hz 9.4 db

" (Devamı Arkada) "

Çizelge 4.7.'nin devamı

Olgu 1 Rehabilitasyon sonrası 2. Kayıt uyarım	510 ms 40.5 Hz 10 db	480 ms 40.5 hz 10.3 db	545 ms 40.5 hz 13 db	480 ms 40.5 hz 11.8 db	510 ms 40.5 hz 12.44 db	480 ms 40.5 hz 14 db
Olgu 1 Yeni rehabilitasyon öncesi uyarım	725 ms 37.79 Hz 13.86 db	295 ms 43.4 hz 5.64 db	720 ms 37.79 hz 12.7 db	990 ms 40.5 hz 7.37 db	715 ms 37.79 hz 15.16 db	990 ms 40.5 hz 7.5 db
Olgu 1 Yeni rehabilitasyon sonrası uyarım	655 ms 40.5 Hz 11.88db	615 ms 40.5 Hz 5.6 db	660 ms 40.5 Hz 15.9 db	995 ms 43.5 hz 7.3 db	665 ms 40.5 Hz 21.14 db	505 ms 46.5 Hz 7.39 db

Gönüllü grup ortalaması kızgın yüz ifadesi frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisferden daha erken sürede (220 ms) oluşmakta iken olgu 1 kızgın yüz ifadesi rehabilitasyon öncesi EEG kayıtları incelendiği zaman sol hemisfer korteks yanıtı (195 ms) sağ hemisfere göre daha erken sürede oluşmuştur. Olgu 1 rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman sağ hemisfer korteks yanıtları (270ms) sol hemisfer korteks yanıtlarından daha erken sürede oluşmuştur.

Yeni rehabilitasyon öncesi kızgın yüz ifadesi kayıtları incelendiği zaman olgu 1 frontal elektrot bölgesinde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisfere göre daha erken sürede oluşurken fronto santral elektrot bölgesinde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisferden daha erken sürede oluşmuştur ancak sol hemisfer elektrot bölgelerinde sol hemisfer korteks yanıtı sağ hemisferden daha erken sürede (475ms) oluşmuştur.

Rehabilitasyon sonrası süreçte kızgın yüz ifadesi EEG kayıtları incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı oluşmuşken fronto santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı 160ms'de oluşmuş olup santral elektrot bölgesinde sağ hemisfer korteks yanıtı (165ms) sol hemisfer korteks yanıtına göre daha erken sürede oluşmuştur.

Kızgın yüz ifadeleri için 30-49 Hz frekans aralığında F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kızgın yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri

Kızgın	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	490 ms 43.4 hz 3.25 db	220 ms 40.5 hz 2.77 db	760 ms 37.79 Hz 2.85 db	220 ms 40.5 hz 3.72 db	770 ms 37.79 Hz 3.34 db	225 ms 40.5 hz 2.85 db
Olgu1 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	195 ms 35.36 Hz 19.13 db	785 ms 37.79 Hz 14.5 db	185 ms 35.26 hz 24.86 db	815 ms 40.5 hz 11.12db	200 ms 35.26 hz 22 db	725 ms 37.79 hz 11.9db
Olgu1 Rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	730 ms 40.5 hz 12 db	270 ms 37.79 hz 4.4 db	725ms 40.5 hz 8.1 db	285 ms 37.79 hz 9 db	730 ms 40.5 hz 6.2 db	465 ms 37.79 hz 11.8 db
Olgu1 Yeni rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	880 ms 40.5 hz 4.3 db	235 ms 40.5 hz 3.8 db	850 ms 40.5 hz 3.9 db	205 ms 40.5 hz 3.9 db	475 ms 35.26 hz 3.13 db	825 ms 35.26 hz 3.99 db
Olgu1 Yeni rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	230 ms 40.5 hz 7.6 db	520 ms 40.5 hz 4.37 db	990 ms 40.5 hz 10.18 db	160 ms 32.9 hz 6.03 db	995 ms 40.5 hz 7.67 db	165 ms 32.9 hz 6.59 db

Nefret yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinde sağ hemisferde (120ms) erken korteks yanıtı oluşmuştur. Olgu 1 nefret yüz ifadesi rehabilitasyon öncesi kaydı incelendiği zaman sol hemisfer korteks yanıtı sağ hemisfer korteks yanıtına göre daha erken sürede oluşmakta iken rehabilitasyon sonrası kayıt incelendiği zaman frontal bölgede sol hemisfer korteks yanıtı sağ hemisfere göre daha erken sürede oluşmakta iken fronto santral elektrot bölgesinde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisfere göre daha erken sürede oluşmuştur bunun yanı sıra sol hemisfer korteks yanıtı sağ hemisferden daha erken sürede oluşmuştur. Nefret yüz ifadesi olgu 1 yeni rehabilitasyon öncesi süreçte sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisfere göre daha erken sürede oluşmuştur. Nefret yüz ifadesi olgu 1 yeni rehabilitasyon sonrası süreçte sol hemisfer korteks yanıtı (215 ms) sağ hemisfere göre daha erken sürede oluşmuştur. Nefret yüz ifadeleri için 30-49 Hz frekans aralığında F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Nefret yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri

Nefret	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	765 ms 40.5 hz 3.14 db	120 ms 37.79 hz 2.8 db	760 ms 40.5 db 3.36 db	120 ms 37.79hz 3.15 db	755 ms 40.5 hz 3.5 db	120 ms 37.79 hz 3.19 db
Olgu1 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	570 ms 37.79 hz 6.72 db	815 ms 43.4 hz 4.85 db	600 ms 43.4 hz 5.77 db	790 ms 43.4 hz 5.5db	320 ms 40.5 hz 4.74 db	460 ms 40.5hz 6.74 db
Olgu1 Rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	160 ms 40.5 hz 10.17 db	305 ms 43.4 hz 8.06 db	760 ms 46.5 hz 6.25 db	190 ms 43.4 hz 7.77db	135 ms 40.5 hz 5.07 db	655 ms 40.5 hz 9.56 db
Olgu1 Yeni rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	440 ms 40.5 ms 8.25 db	400ms 35.26 hz 4.16 db	440 ms 43.4 hz 8.53 db	400 ms 35.26 hz 6.51 db	440 ms 43.4 hz 6.87 db	400 ms 35.26 hz 5 db
Olgu1 Yeni rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	215 ms 37.79 hz 7.25 db	620 ms 43.4 hz 4 db	215 ms 35.26 db 8.14 db	625 ms 43.4 hz 7.15 db	215 ms 35.26 hz 6.5 db	625 ms 43.4 hz 7.23 db

Üzgün yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması frontal bölge, fronto-santral bölge, santral bölge elektrotları incelendiği zaman sol hemisferde erken korteks yanıtları görülmektedir. Bunun aksine rehabilitasyon öncesi olgu1 kayıtları incelendiği zaman sağ hemisferde erken korteks yanıtları görülmektedir. Rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman gönüllü gruba benzer şekilde sol hemisferde erken korteks yanıtı görülmektedir. Yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde sağ hemisfer erken korteks yanıtı görülmekte iken fronto-santral, santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı oluşmaktadır. Üzgün yüz ifadesi gönüllü grup dalgacık dönüşümü enerji değerleri incelendiği zaman sol hemisferde baskın korteks yanıtı oluşmakta olup olgu1 rehabilitasyon öncesi üzgün yüz ifadesi kayıtlar incelendiği zaman sağ hemisferde baskın korteks yanıtı görülürken rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgesinde sol hemisferde baskın korteks yanıtı görülmektedir. Yeni rehabilitasyon öncesi kayıtlar incelendiği zaman olgu 1 üzgün yüz ifadesi kayıtlar incelendiği zaman sağ hemisfer elektrot bölgesinde baskın güç değerleri oluşmakta iken yeni rehabilitasyon sonrası süreçte sol hemisferde baskın güç değeri görülmektedir. Üzgün yüz ifadeleri için 30-49

Hz frekans aralığında F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Üzgün yüz ifadeleri için 30-49 Hz F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri

Üzgün	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	545 ms 43.4 hz 1.96 db	995 ms 35.26 hz 1.89 db	550 ms 43.4 hz 2.2 db	865 ms 43.4 hz 1.94 db	540 ms 40.5 hz 2.18 db	855 ms 40.5 hz 1.7 db
Olgu1 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	615 ms 40.5 Hz 8.15 db	380 ms 43.4 hz 10.3 db	500 ms 35.26 hz 7.55 db	390 ms 43.4 hz 11.15 db	550 ms 37.79 hz 4.69 db	450 ms 43.4 hz 11.6 db
Olgu1 Rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	130 ms 37.79 hz 8.6 db	150 ms 40.5 hz 7.12 db	115 ms 40.5 hz 11.7 db	145 ms 40.5 hz 8.53 db	110 ms 40.5hz 12.29 db	155 ms 40.5 hz 11.52 db
Olgu1 Yeni rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	225 ms 40.5 hz 2.71 db	540 ms 37.79 hz 3.76 db	355 ms 43.4 hz 2.61 db	395 ms 40.5 hz 3.88 db	590 ms 30.69 hz 2.15 db	535 ms 40.5 hz 3.85 db
Olgu1 Yeni rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	735 ms 43.4 hz 7 db	355ms 40.5hz 5.14 db	305 ms 37.79 hz 7 db	705 ms 43.4 hz 6.9 db	780 ms 35.26 hz 7.48 db	715 ms 43.4 hz 5.13 db

Gönüllü grup ortalaması mutlu yüz ifadesi zaman frekans analizleri sonucunda sağ hemisfer erken korteks yanıtları görülmekte iken nakil olgusu 2 (UA) rehabilitasyon öncesi süreçte alınan EEG sinyalleri incelendiği zaman gönüllü gruptan farklı olarak F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgelerinden sol hemisferde sağ hemisfere göre erken korteks yanıtı olduğu bulunmuştur. Bunun yanı sıra rehabilitasyon sonrası süreçte alınan EEG sinyalleri incelendiği zaman sağ hemisfer korteks yanıtlarının daha erken sürede olduğu ve gönüllü grup ortalaması değerlerine yaklaştığı görülmektedir. Frekans değerleri incelendiği zaman rehabilitasyon öncesi süreçte gönüllü grup ortalamasından daha yüksek frekans yanıtları görülmekte iken rehabilitasyon sonrası süreçte C3, C4 elektrot bölgelerinde gönüllü gruba yakın değerlerde frekans yanıtları olduğu görülmektedir. Nakil olgusu 2 gönüllü ortalaması güç değerleri daha yüksek değerlere sahiptir ancak rehabilitasyon sonrası süreçte korteks yanıtları güç değerlerinin gönüllü

gruba yaklaştığı görülmektedir ve 30-49 Hz frekans aralığına ait sonuçlar çizelge 4.11’de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Emosyonel yüz ifadeleri için F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil hastası zaman frekans değerleri

Mutlu	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü	745 ms	490 ms	745 ms	495 ms	845 ms	330 ms
Ortalama	40.5 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz
	2.68 db	3.78 db	2.92 db	3.88 db	2.37 db	3.17 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	390 ms	585 ms	400 ms	570 ms	390 ms	575 ms
	43 Hz	43 Hz	40.5 Hz	46.52 Hz	43 Hz	43 Hz
	11.5 db	22.25 db	12.45 db	19.98 db	13 db	20.5 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi nötr	70 ms	435 ms	80 ms	435 ms	95 ms	590 ms
	30.69 Hz	43.4 Hz	30.69	43.4 Hz	30.69 Hz	37.79 Hz
	5.43 db	6.7 db	5.3 db	6.77 db	4.26 db	7.9 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası 1. Kayıt uyarım	545 ms	85 ms	550 ms	100 ms	535 ms	255 ms
	40.5 Hz	40.5 Hz	40.5 Hz	37.79 Hz	43 Hz	37.79 Hz
	14 db	9.21 db	21.93 db	15.91 db	21.8 db	13.45 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi 1. Kayıt uyarım	330 ms	775 ms	325 ms	380 ms	555 ms	990 ms
	37.79 Hz	37.79 Hz	37.79 Hz	40.5 Hz	32.9 Hz	32.9 Hz
	7.13 db	5.9 db	7.4 db	6.27 db	7.98 db	6.9 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası 1. Kayıt uyarım	865 ms	145 ms	575 ms	145 ms	890 ms	140 ms
	35.26 Hz	30.69 Hz	30.69 Hz	32.9 Hz	37.79 Hz	35.26 Hz
	6.63 db	5.04 db	6.86 db	5.49 db	7 db	4.7 db

Mutlu yüz ifadesi gönüllü grupta gama bandında sağ hemisferde baskın korteks yanıtı bulunmuştur ancak literatürde sol hemisferde baskın korteks yanıtı oluşması gerektiği belirtilmektedir. Emosyonel yüz ifadeleri için 30- 49 Hz frekans aralığında TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil olguları zaman frekans değerleri çizelge 4.12’de verilmektedir.

Çizelge 4.12. Emosyonel yüz ifadeleri için 30- 49 Hz frekans aralığında TP7, TP8, T7, T8, CP3, CP4 elektrot bölgeleri gönüllü grup ve yüz nakil olguları zaman frekans değerleri

Mutlu	TP7	TP8	T7	T8	CP3	CP4
Gönüllü ortalama	815 ms 35.26 Hz 4.76 db	515 ms 37.79 Hz 7.3 db	250 ms 40.5 Hz 7.25 db	205 ms 40.5 Hz 9.74 db	860 ms 37.79 Hz 2.66 db	525 ms 40.5 hz 2.72 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	565 ms 43 Hz 36.69 db	490 ms 40.5 Hz 34.16 db	915 ms 40.5 Hz 65.78 db	485ms 43.4 Hz 26.7 db	835 ms 46.5 Hz 17 db	490 ms 43 hz 18.8 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi nötr	755 ms 43.4 hz 9 db	680 ms 40.5 hz 6.66 db	585 ms 35.26 hz 26.66 db	595 ms 40.5 hz 8 db	405 ms 35 hz 3.7 db	585 ms 37.79 hz 8.8 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası 1. Kayıt uyarım	525 ms 37.79 hz 33 db	260 ms 40.5 hz 12.3 db	540 ms 37.79 hz 25.6 db	260 ms 43.4 hz 13.36 db	535 ms 43.4 hz 17.4 db	995 ms 49.86 hz 13.38 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası 2. Kayıt uyarım	725 ms 43.4 hz 52.4 db	585ms 40.5 hz 9.75 db	485 ms 40.5 hz 36.36 db	75 ms 43.4 hz 9.6 db	775 ms 43.4 hz 11.27 db	100 ms 40.5 hz 5.69 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi 1. Kayıt uyarım	545 ms 37.79 hz 8.24 db	995 ms 35.26 hz 8.79 ms	825 ms 40.5 hz 12.9 db	375 ms 37.79 hz 6.46 db	550 ms 37.79 hz 7.4 db	170 ms 43.4 hz 8.22 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası 1. Kayıt uyarım	830 ms 35.26 hz 13.15 db	780 ms 35.26 hz 5.32 db	385 ms 37.79 hz 12.25 db	870 ms 32.9 hz 6.67 db	775 ms 37.79 hz 6.56 db	130 ms 37.79 hz 4.32 db

Kızgın yüz ifadelerinin gönüllü grup ortalaması gama bandı zaman frekans analizleri değerleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgelerinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (220 ms) oluşurken fronto-santral elektrot bölgelerinde sağ hemisferde

erken korteks yanıtı (220 ms) oluşurken santral elektrot bölgelerinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (225 ms) ortaya çıkmıştır. Yüz nakil olgusu 2 için rehabilitasyon öncesi kızgın yüz ifadesine ait bulgular incelendiği zaman frontal elektrot bölgelerinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (60 ms) oluşurken, fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (525 ms) oluşurken, santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (410 ms) oluşmuştur.

Rehabilitasyon sonrası süreçte kızgın yüz ifadesi frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (855 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (75 ms), santral elektrot bölgesinde ise sol hemisferde erken korteks yanıtı (80 ms) olduğu görülmektedir. Yeni rehabilitasyon öncesindeki süreçte yüz nakil olgusu 2 kızgın yüz ifadesi analizleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (85 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (115 ms), santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (345 ms) oluşmaktadır. Olgu 2 kızgın yüz ifadesine ait yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sağ hemisferde (510 ms) oluşmakta iken fronto-santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sağ hemisferde (135ms), santral elektrot bölgesinde ise erken korteks yanıtı (760 ms) sol hemisferde oluşmaktadır. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu kızgın yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans ve güç değerleri çizelge 4.13’de verilmektedir.

Çizelge 4.13. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu kızgın yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri

Kızgın	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	490 ms 43.4 hz 3.25 db	220 ms 40.5 hz 2.77 db	760 ms 37.79 Hz 2.85 db	220 ms 40.5 hz 3.72 db	770 ms 37.79 Hz 3.34 db	225 ms 40.5 hz 2.85 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	60 ms 40.5 hz 8 db	575 ms 40.5 hz 16.7 db	525 ms 32.9 hz 7 db	585 ms 43.4 hz 32.8 db	525 ms 32.9 hz 6.2 db	410 ms 35.26 hz 31.4 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası uyarım	865 ms 40.5 hz 11 db	855 ms 43.4 hz 10.3 db	75 ms 40.5 hz 18.35 db	445 ms 40.5 hz 24 db	80 ms 434 hz 17.97 db	455 ms 37 hz 17 db

" (Devamı Arkada) "

Çizelge 4.14.'ün devamı

Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi uyarım	905 ms	85 ms	225 ms	115 ms	990 ms	345 ms
	35.26 hz	43.4 hz	35.2 hz	35.26 hz	37.79 hz	35.26 hz
	5.3 db	6.8 db	4 db	6.18 db	4.13 db	5.15 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası uyarım	750 ms	510 ms	755 ms	135 ms	760 ms	850 ms
	37.79 hz	40.5 hz	35.26 hz	40.5 hz	35.26 hz	40.5 hz
	16.39 db	13.77 db	25.67 db	34 db	36.77 db	20.9 db

Üzgün yüz ifadelerinin gönüllü grup ortalaması gama bandı zaman frekans analizleri değerleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgelerinde sağ hemisferde (120ms) erken korteks yanıtı oluşurken fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde (120ms) erken korteks yanıtı oluşmasında karşın santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (120ms) sağ hemisferde oluşmuştur. Nakil olgusu 2 için rehabilitasyon öncesi üzgün yüz ifadesi frontal elektrot bölgeye ait bulgular incelendiği zaman sağ hemisferde erken korteks yanıtı (620ms) oluşmakta iken, fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (765 ms) oluşmakta iken, santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (75 ms) oluşmaktadır.

Rehabilitasyon sonrası süreçte üzgün yüz ifadesi frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (360 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (425 ms), santral elektrot bölgesinde ise sağ hemisferde erken korteks yanıtı (315 ms) olduğu görülmektedir. Yeni rehabilitasyon öncesindeki süreçte yüz nakil olgusu 2 üzgün yüz ifadesi analizleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (260 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (335 ms), santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (890 ms) oluşmaktadır.

Yüz nakil olgusu 2 üzgün yüz ifadesine ait yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde (340 ms) oluşmakta iken fronto-santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde (345ms), santral elektrot bölgesinde ise erken korteks yanıtı (365ms) sağ hemisferde oluşmaktadır. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu üzgün yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans ve güç değerleri çizelge 4.14'de verilmektedir.

Çizelge 4.15. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu üzgün yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri

Üzgün	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	765 ms 40.5 hz 3.14 db	120 ms 37.79 hz 2.8 db	760 ms 40.5 db 3.36 db	120 ms 37.79 hz 3.15 db	755 ms 40.5 hz 3.5 db	120 ms 37.79 hz 3.19 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	630 ms 43.4 hz 6.9 db	620 ms 30.6 hz 7.4 db	995 ms 46.5 hz 6.9 db	765 ms 40.5 hz 8 db	75 ms 43.4 hz 4.9 db	755 ms 40.5 hz 7.5 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	455 ms 40.5 hz 11 db	360 ms 46.5 hz 10 db	425 ms 40.5 hz 6 db	990 ms 32.9 hz 8.6 db	420 ms 43.4 hz 6.4 db	315 ms 46.5 hz 8.4 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi uyarım	260 ms 37.79 hz 13.7 db	935 ms 37.79 hz 10.7 db	335 ms 43.4 hz 9 db	935 ms 35.2 hz 8.6 db	890 ms 40.5 hz 8 db	920 ms 35.26 hz 7 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası uyarım	340 ms 43.4 hz 12.9 db	345 ms 37.79 hz 6.8 db	345 ms 37.79 hz 9 db	350 ms 37.79 hz 6.48 db	475 ms 40.5 hz 6.46 db	365 ms 37.79 hz 6 db

Korkma yüz ifadelerinin gönüllü grup ortalaması gama bandı zaman frekans analizleri değerleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgelerinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (565 ms) oluşurken fronto-santral elektrot bölgelerinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (325 ms) oluşurken santral elektrot bölgelerinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (290ms) ortaya çıkmıştır. Nakil olgusu 2 için rehabilitasyon öncesi korkma yüz ifadesine ait bulgular incelendiği zaman frontal elektrot bölgelerinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (555ms) oluşurken, fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (580ms) oluşurken, santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (580ms) oluşmuştur. Rehabilitasyon sonrası süreçte korkma yüz ifadesi frontal elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (515 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (510ms), santral elektrot bölgesinde ise sağ hemisferde erken korteks yanıtı (495 ms) olduğu

görülmektedir. Yeni rehabilitasyon öncesindeki süreçte korkma yüz ifadesi yüz nakil olgusu 2 korkma yüz ifadesi analizleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (190ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (225ms), santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (550 ms) oluşmaktadır. Olgu 2 korkma yüz ifadesine ait yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde (585 ms) de oluşmakta iken fronto-santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sağ hemisferde (180ms), santral elektrot bölgesinde ise erken korteks yanıtı (185ms) sağ hemisferde oluşmaktadır. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu korkma yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans ve güç değerleri çizelge 4.15’de verilmektedir.

Çizelge 4.16. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu korkma yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri

Korkma	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü	740 ms	565 ms	325 ms	375 ms	875 ms	290 ms
Ortalama	37.79 hz 3.9 db	37.79 hz 2.77 db	40.5 hz 5.2 db	37.79 hz 4.97 db	37.79 hz 1.64 db	37.79 hz 1.53 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi kayıt uyarım	800 ms 30.6 hz 5.38 db	555 ms 43.4 hz 13 db	780 ms 30.6 hz 7.8 db	580 ms 46.5 hz 12.2 db	780 ms 32.9 hz 8 db	580 ms 43.4 hz 9 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası kayıt uyarım	515ms 43.4 hz 9.87 db	535 ms 46.5 hz 8.6 db	510 ms 40.5 hz 13.6 db	529 ms 46.5 hz 9.3 db	520 ms 40.5 hz 6.3 db	495 ms 46.5 hz 7.46 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi uyarım	580 ms 46.5 hz 13.5 db	190 ms 49.8 hz 6.2 db	585 ms 37.79 hz 6.6 db	225 ms 46.5 hz 5.6 db	705 ms 32.9 hz 5.07 db	550 ms 32.9 hz 4.5 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası uyarım	585ms 40.5 hz 6.9 db	955 ms 37.79 hz 4.14db	375 ms 37.7 hz 7 db	180 ms 32.9 hz 5.25 db	885 ms 43.4 hz 6.58 db	185 ms 32.9 hz 4.62 db

Nefret yüz ifadelerinin gönüllü grup ortalaması gama bandı zaman frekans analizleri değerleri incelendiği zaman frontal, fronto-santral ve santral elektrot bölgelerinde sağ hemisferde (120ms) erken korteks yanıtı ortaya çıkmıştır. Nakil olgusu 2 için rehabilitasyon öncesi nefret yüz ifadesine ait bulgular incelendiği zaman sağ hemisferde erken korteks yanıtı (810ms) olduğu görülmektedir. Rehabilitasyon sonrası süreçte frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (90 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (280ms), santral elektrot bölgesinde ise sağ hemisferde erken korteks yanıtı (80 ms) olduğu görülmektedir. Yeni rehabilitasyon öncesindeki süreçte yüz nakil olgusu 2 nefret yüz ifadesi analizleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (690ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (675ms), santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (675ms) oluşmaktadır. Olgu 2 nefret yüz ifadesine ait yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde (500 ms) de oluşmakta iken fronto-santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sağ hemisferde (185ms), santral elektrot bölgesinde ise erken korteks yanıtı (185ms) sağ hemisferde oluşmaktadır. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu nefret yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri çizelge 4.16'da verilmektedir.

Çizelge 4.17. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu nefret yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri

Nefret	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	765 ms 40.5 hz 3.14 db	120 ms 37.79 hz 2.8 db	760 ms 40.5 db 3.36 db	120 ms 37.79 hz 3.15 db	755 ms 40.5 hz 3.5 db	120 ms 37.79 hz 3.19 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi kayıt	825 ms 46.5 hz 15.8 db	810 ms 43.4 hz 17.42 db	815 ms 43.4 hz 39.19 db	810 ms 43.4 hz 21.8 db	815ms 43 hz 43.6 db	810ms 46.5 hz 18.5 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası kayıt	730 ms 40.5 hz 12.3 db	90 ms 40.5 hz 8.9 db	850 ms 43.4 hz 15.5 db	280 ms 32.9 hz 9.66 db	845 ms 43.4 hz 19.6 db	80 ms 40.5 hz 8.5 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi	995ms 40.5 hz 8.3 db	690 ms 40.5 hz 9.6 db	995ms 46.5 hz 7.8 db	675 ms 40.5 hz 9.44 db	990 ms 35.26 hz 9.5 db	675 ms 40.5 hz 9.43 db

" (Devamı Arkada) "

Çizelge 4.16.'nın devamı

Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası	500 ms	585 ms	490 ms	185 ms	485 ms	185 ms
	40.5 hz	40.5 hz	40.5 hz	35.26 hz	35.26 hz	35.26 hz
	12.3 db	7.38db	9.6 db	7.7 db	11 db	7.7 db

Şaşıрма yüz ifadelerinin gönüllü grup ortalaması gama bandı zaman frekans analizleri değerleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgelerinde sağ hemisferde (345ms) erken korteks yanıtı oluşurken fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde (340ms) erken korteks yanıtı oluşmasında karşın santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (435ms) sol hemisferde oluşmuştur. Nakil olgusu 2 için rehabilitasyon öncesi şaşıрма yüz ifadesi frontal elektrot bölgeye ait bulgular incelendiği zaman sağ hemisferde erken korteks yanıtı (340ms) oluşmakta iken, fronto-santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (505 ms) oluşmakta iken, santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (505 ms) oluşmaktadır.

Rehabilitasyon sonrası süreçte şaşıрма yüz ifadesi frontal elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (330 ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (185ms), santral elektrot bölgesinde ise sol hemisferde erken korteks yanıtı (275 ms) olduğu görülmektedir. Yeni rehabilitasyon öncesindeki süreçte yüz nakil olgusu 2 şaşıрма yüz ifadesi analizleri incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (440ms), fronto-santral elektrot bölgesinde sol hemisferde erken korteks yanıtı (440ms), santral elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (465ms) oluşmaktadır.

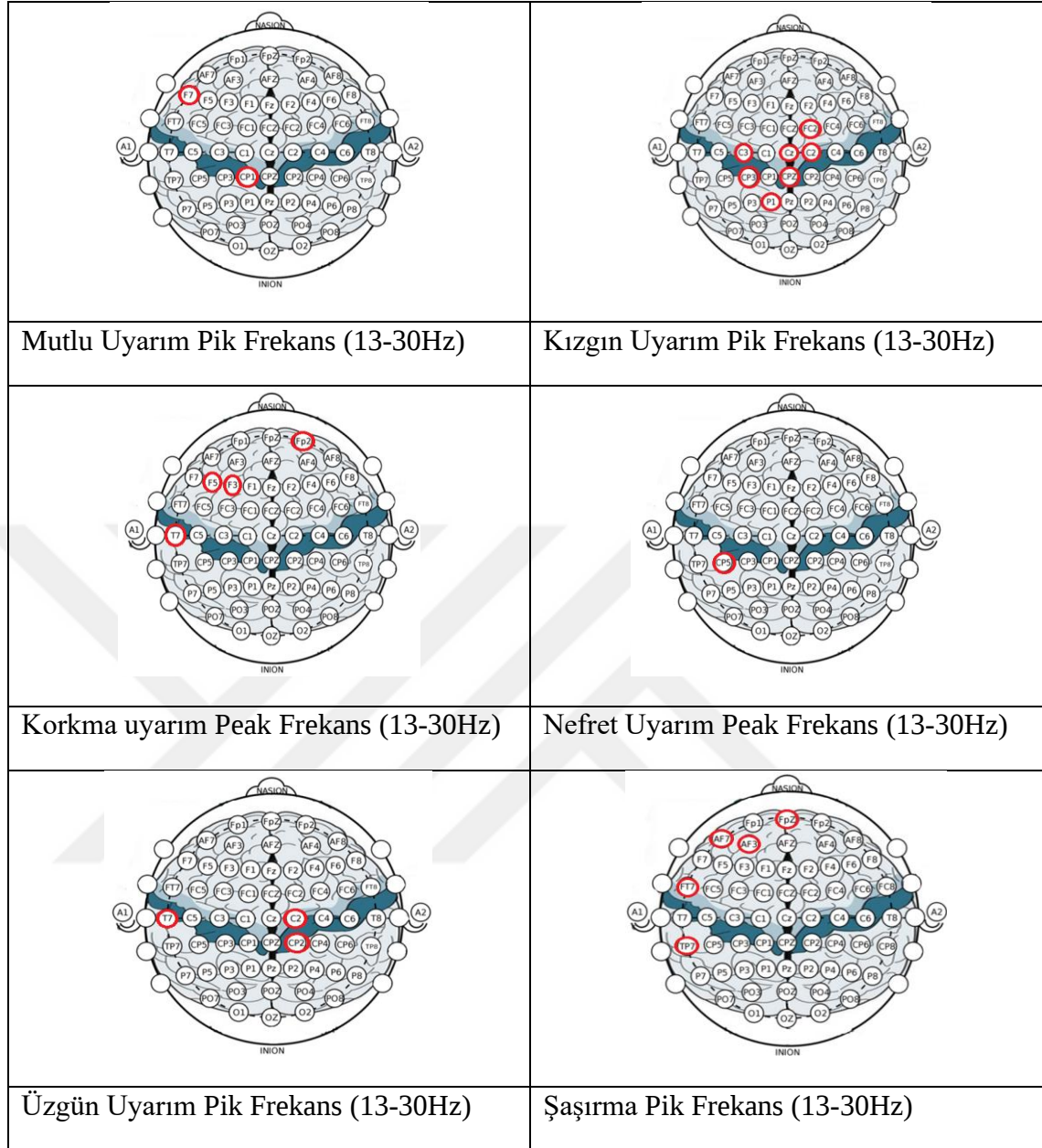
Yüz nakil olgusu 2 şaşıрма yüz ifadesine ait yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sağ hemisferde (140 ms) oluşmakta iken fronto-santral elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde (415ms), santral elektrot bölgesinde ise erken korteks yanıtı (415ms) sol hemisferde oluşmaktadır.

Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu şaşıрма yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman frekans ve güç değerleri çizelge 4.17'de verilmektedir.

Çizelge 4.18. Gönüllü grup ve yüz nakil olgusu şaşırma yüz ifadesi F3, F4, FC3, FC4, C3, C4 elektrot bölgeleri zaman, frekans ve güç değerleri

Şaşırma	F3	F4	FC3	FC4	C3	C4
Gönüllü Ortalama	520 ms 37.79 hz 2.88 db	345 ms 37.79 hz 4.7 db	520 ms 37.79 hz 2.48 db	340 ms 35.26 hz 4.06 db	435 ms 35.26 hz 2.35 db	815 ms 43.4 hz 3.29 db
Olgu 2 Rehabilitasyon öncesi	820 ms 35.26 hz 7 db	340 ms 40.5 hz 7 db	995 ms 35.26 hz 6.3 db	505 ms 40.5 hz 9.9 db	705 ms 37.79 hz 7 db	505 ms 40.5 hz 10 db
Olgu 2 Rehabilitasyon sonrası kayıt	330 ms 43.4 hz 4.3 db	855 ms 40.5 hz 6 db	185 ms 43.4 hz 5.6 db	610 ms 40.5 hz 6.6 db	275 ms 40.5 hz 5.8 db	615 ms 43.4 hz 5.7 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon öncesi	850 ms 43.4 hz 6.15 db	440 ms 46.5 hz 8.38 db	440 ms 40.5 hz 5.99 db	895 ms 40.5 hz 9.3 db	830 ms 40.5 hz 9 db	465 ms 43.4 hz 7.5 db
Olgu 2 Yeni rehabilitasyon sonrası	410 ms 40.5 hz 5.3 db	140 ms 32.9 hz 4.3 db	415 ms 37.79 hz 6.8 db	600 ms 28.64 hz 3.5 db	415 ms 40.5 hz 8.7 db	520 ms 30.69 hz 3.9 db

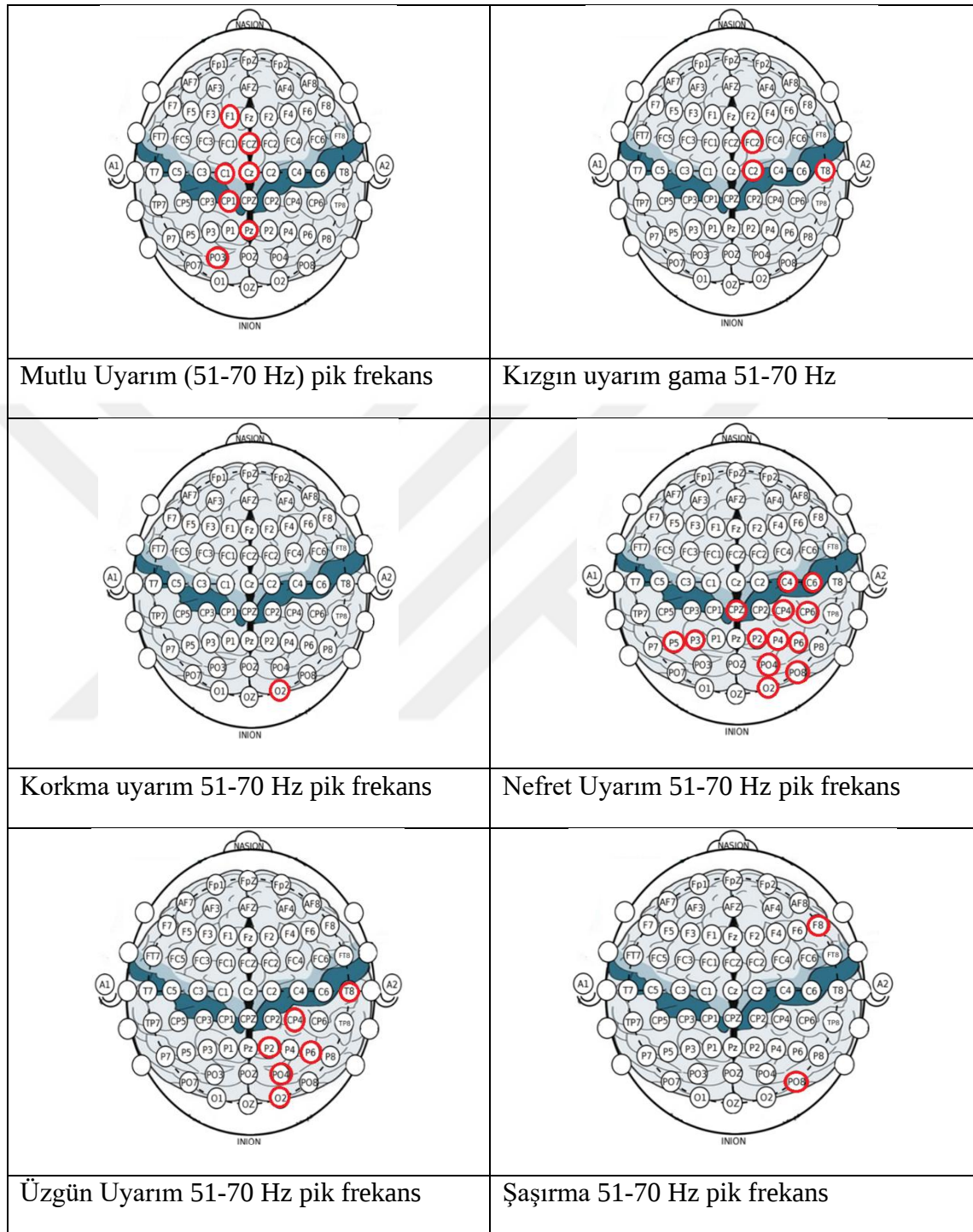
Mutlu yüz ifadesi 13-30 Hz beta bandı frekans aralığında yapılan analizler sonucunda pik frekans değerlerinde CP1 ve F7 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunmuştur. Kızgın yüz ifadesi 13-30 Hz beta bandı frekans aralığında yapılan analizler sonucunda pik frekans değerlerinde FC2, C3, CZ, C2, CP3, CPZ, P1 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi pik frekans değerleri Fp2, F3, F5, T7 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunmuştur. Nefret yüz ifadesi 13-30 Hz beta bandı frekans aralığında CP5 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi için C2, CP2, T7 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunmuştur. Şaşırma yüz ifadesinde FpZ, AF7, AF3, FT7, TP7 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunmuştur. Bu elektrot bölgeleri kırmızı renkle işaretlenmiş olup şekil 4.40’de gösterilmektedir.



Şekil 4.40. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri

Mutlu yüz ifadesi gama bandı(51-70Hz) pik frekans değerleri istatistiksel analizi sonucunda FCZ, CZ, PZ, F1, C1, CP1, PO3 elektrot bölgelerinde; kızgın uyarım gama 51-70 Hz pik frekans değerleri istatistiksel analizleri yapıldığında C2, T8, FC2 elektrot bölgelerinde; korkma yüz ifadesi gama 51-70 Hz pik frekans değerleri istatistiksel analizleri sonucunda O2 elektrot bölgesinde; nefret yüz ifadesi gama bandı 51-70 Hz frekans aralığında pik frekans değerlerinin istatistiksel analizine göre C4, C6, CPZ, CP4, CP6, P5, P3, P2, P4, P6, PO4, PO8, O2 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Şekil 4.41’de emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil olgusu

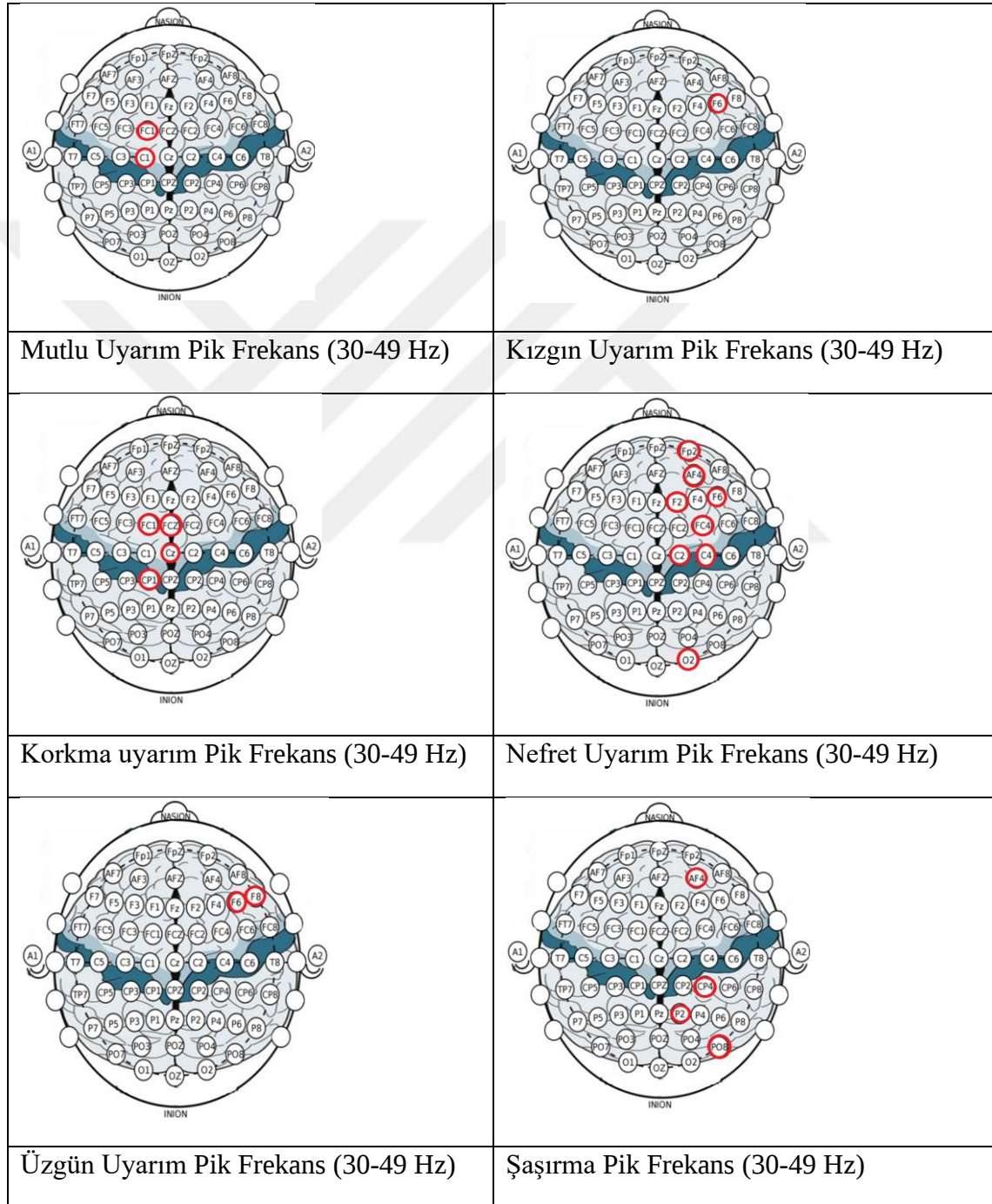
frekans değerleri arasında anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri kırmızı renkle işaretlenmiştir.



Şekil 4.41. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası 51-70 Hz frekansları aralığında pik frekans değerlerinde anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri

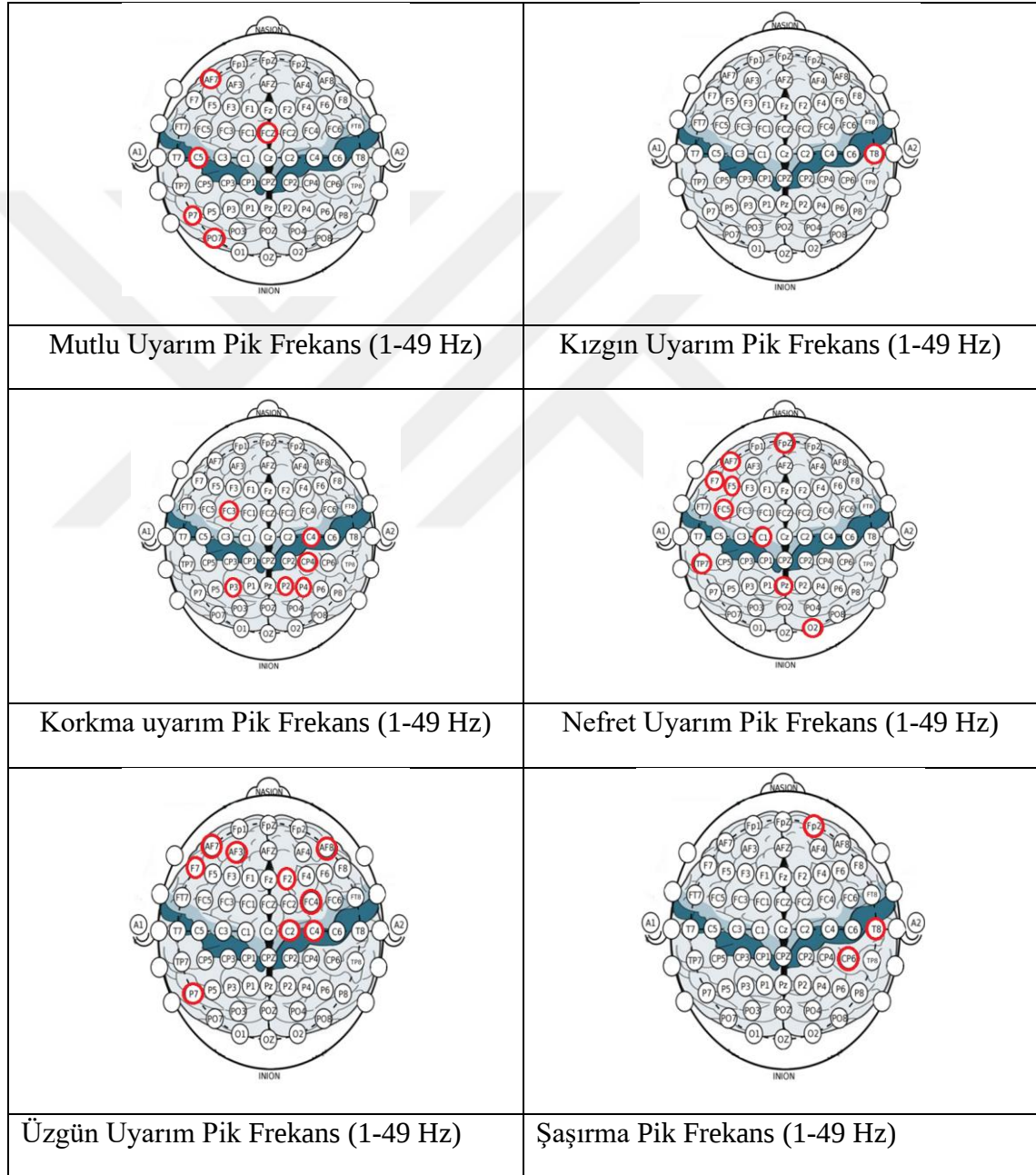
Mutlu yüz ifadesi 30-49 Hz pik frekans değerleri arasında C1, FC1 elektrot bölgelerinde, kızgın yüz ifadesi pik frekans değerleri aralığında F6, korkma yüz ifadesi 30-49 Hz pik frekans değerleri arasında FC1, FCZ, CZ, CP1 elektrot bölgelerinde, nefret

yüz ifadesi 30-49 Hz pik frekans değerleri arasında FP2, AF4, F2, F6, FC4, C2, C4, O2 elektrot bölgelerinde, üzgün yüz ifadesi pik frekans değerleri arasında (30-49 Hz) F6, F8 elektrot bölgelerinde, şaşırma yüz ifadesi pik frekans değerleri aralığında (30-49 Hz) AF4, CP4, P2, PO8 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ve yüz nakil olguları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası 30-49 Hz frekansları aralığında pik frekans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri Şekil 4.42’de verilmektedir.



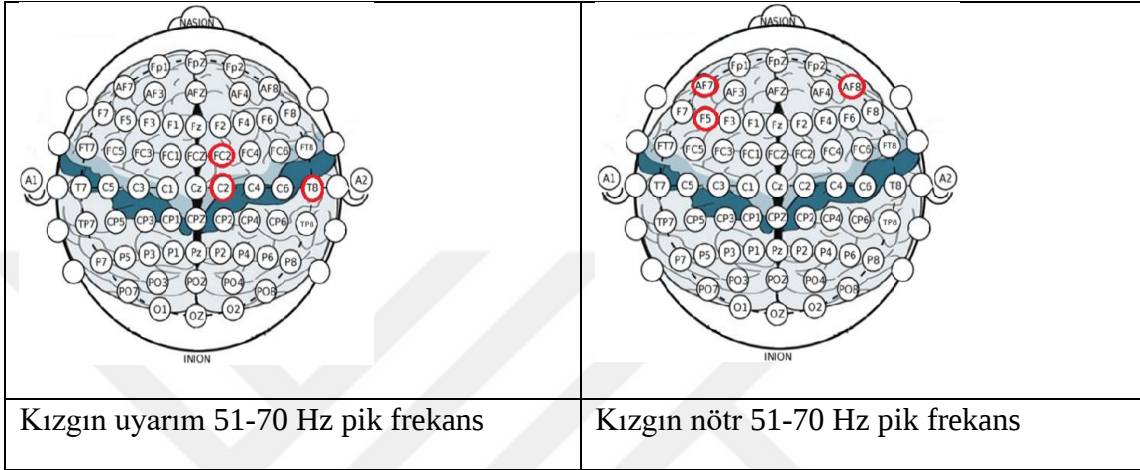
Şekil 4.42. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası 30-49 Hz frekansları aralığında pik frekans değerlerinde anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri

Mutlu yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında pik frekans değerleri istatistiksel analiz sonuçlarına göre AF7, FCZ, C5, P7, PO7 elektrot bölgelerinde; kızgın yüz ifadesi pik frekans değerleri analiz sonuçlarına göre T8 elektrot bölgesinde; korkma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans değerleri aralığında pik frekans değerlerinde FC3, C4, CP4, P3, P2, P4 elektrot bölgelerinde; nefret yüz ifadesi 1-49 Hz frekans değerleri aralığında pik frekans değerlerinde FPZ, AF7, F7, F5, FC5, C1, TP7, PZ, O2 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ve yüz nakil olguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Farklılık bulunan elektrot bölgeleri şekil 4.43' de belirtildiği gibi kırmızı renkle işaretlenmiştir.



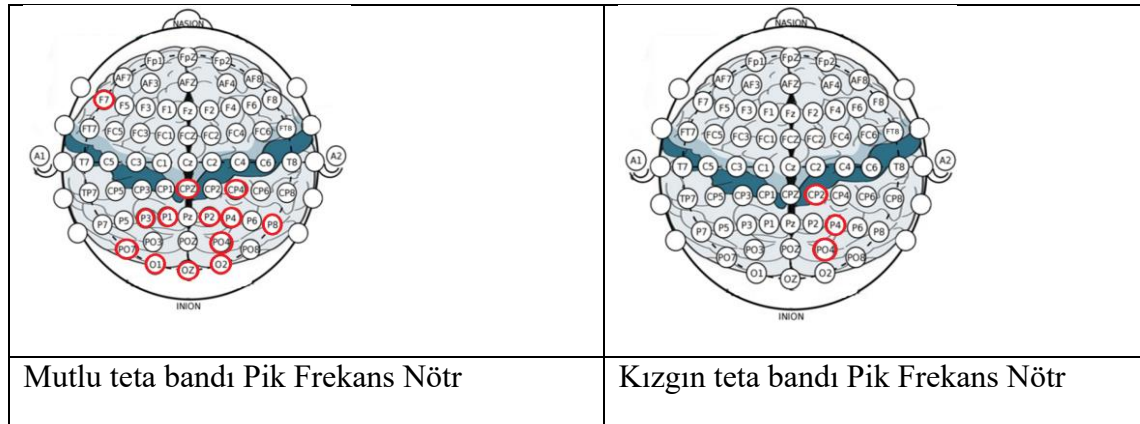
Şekil 4.43. Emosyonel yüz ifadeleri için gönüllü grup ve yüz nakil hastası frekans değerleri arasında anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri

Kızgın yüz ifadesinin uyarımında 51-70 Hz frekans aralığında gama bandının pik frekans değerlerinin istatistiksel analizlerinin yapılması durumunda FC2, C2, T8 elektrot bölgelerinde anlamlı farklar elde edilmekte iken nötr ifade sırasında AF7, F5, AF8 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında anlamlı farklılık elde edilmiştir. Kızgın yüz ifadesi uyarım ve nötr ifade için 51-70 Hz frekans aralığında gama bandının pik frekans değerleri arasında anlamlı fark bulunan bölgeler şekil 4.44'te gösterilmektedir.



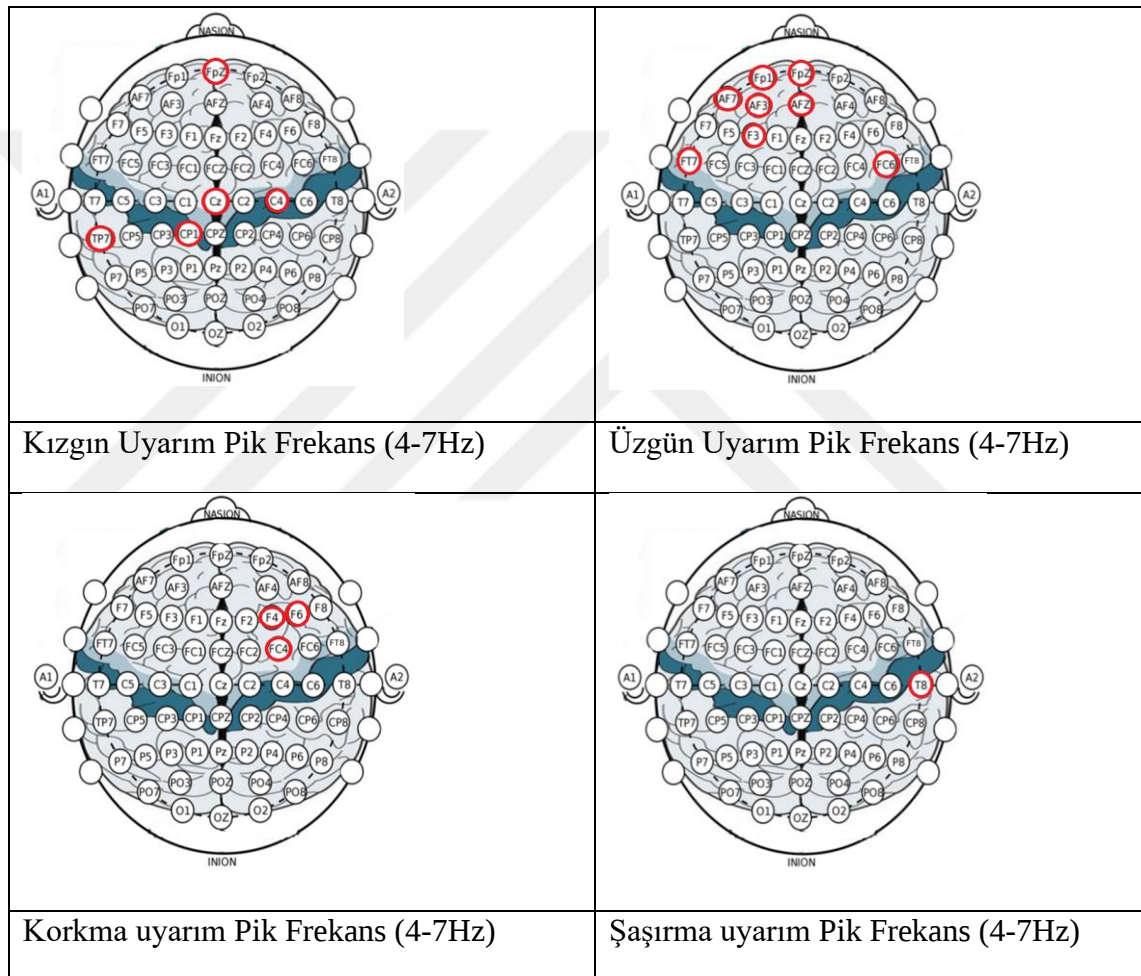
Şekil 4.44. Kızgın yüz ifadesi uyarım ve kızgın nötr duruma ait 51-70 Hz pik frekans değerleri arasında anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri

Mutlu yüz ifadesi dinlenme durumunda (nötr) teta (4-7Hz) frekans bandında F7, CPZ, CP4, P3, P1, P2, P4, P8, PO7, PO4, O1, O2, OZ elektrot bölgelerinde gönüllü grup ve nakil grubu arasında anlamlı fark bulunurken, kızgın yüz ifadesi dinlenme durumunda (nötr) teta bandı CP2, P4, PO4 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri nötr ifade (4-7Hz) teta bandı pik frekans analiz sonuçları şekil 4.45'de verilmektedir.



Şekil 4.45. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı pik frekans analiz sonuçları

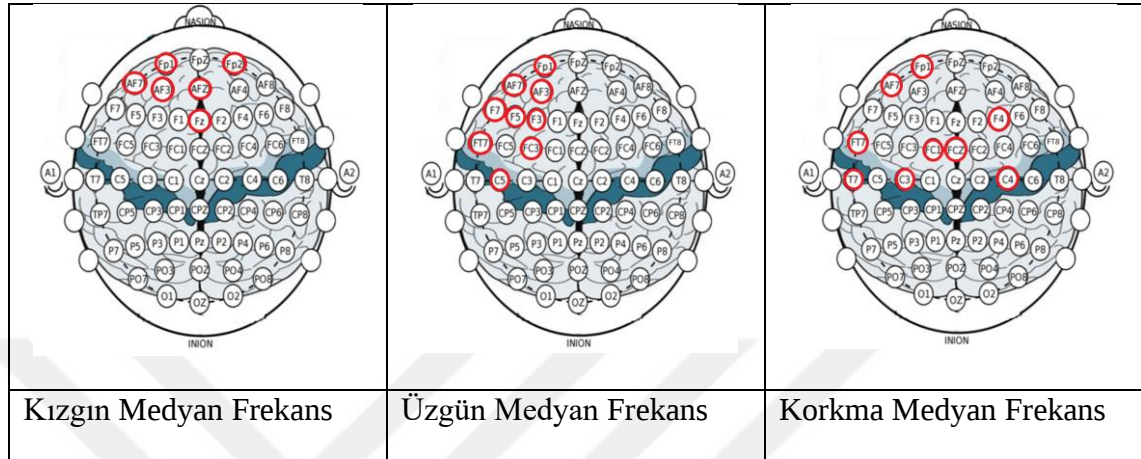
Mutlu ve nefret yüz ifadeleri teta bandı pik frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kızgın yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri Cz, C4, CP1, TP7, FpZ elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri Fp1, FpZ, AF7, AF3, AFZ, F3, FC6, FT7 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri F4, F6, FC4 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Şaşırma yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri T8 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Korkma, şaşırma, üzgün, kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı pik frekans analiz sonuçları şekil 4.46’da verilmektedir.



Şekil 4.46. Korkma, şaşırma, üzgün, kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı pik frekans analiz sonuçları

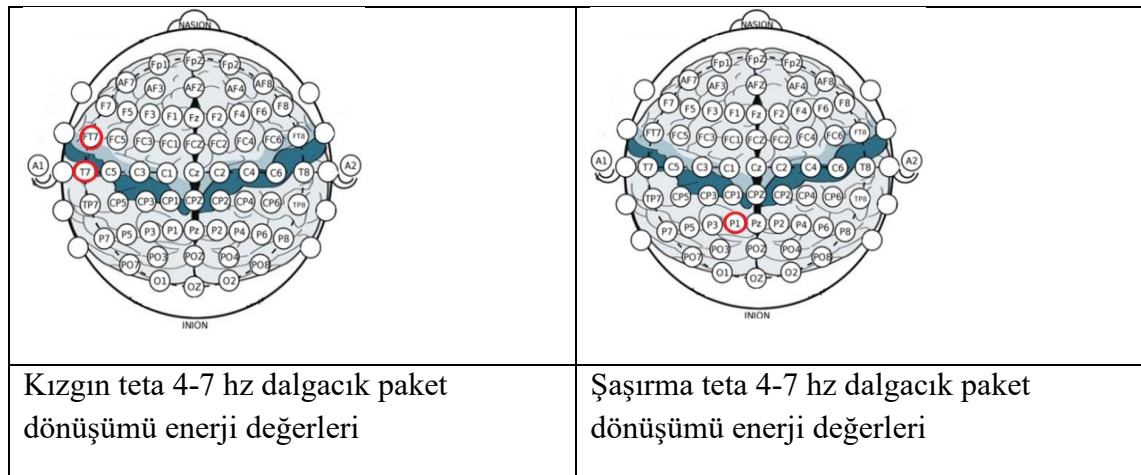
Mutlu, şaşırma, nefret yüz ifadeleri teta bandı medyan frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunamamıştır ancak kızgın yüz ifadesi teta bandı medyan frekans değerleri arasında Fp1, Fp2, AF7, AF3, AFZ, FZ elektrot bölgelerinde, üzgün yüz ifadesi teta bandı medyan frekans değerleri analizleri sonucunda Fp1, AF7,

AF3, F7, F5, F3, FT7, FC3, C5 elektrot bölgelerinde, korkma yüz ifadesi teta bandı medyan frekans değerleri analizleri sonucunda Fp1, AF7, F4, FT7, FC1, FCZ, C3, C4, T7 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı medyan frekans analiz sonuçları şekil 4.47’de verilmektedir.



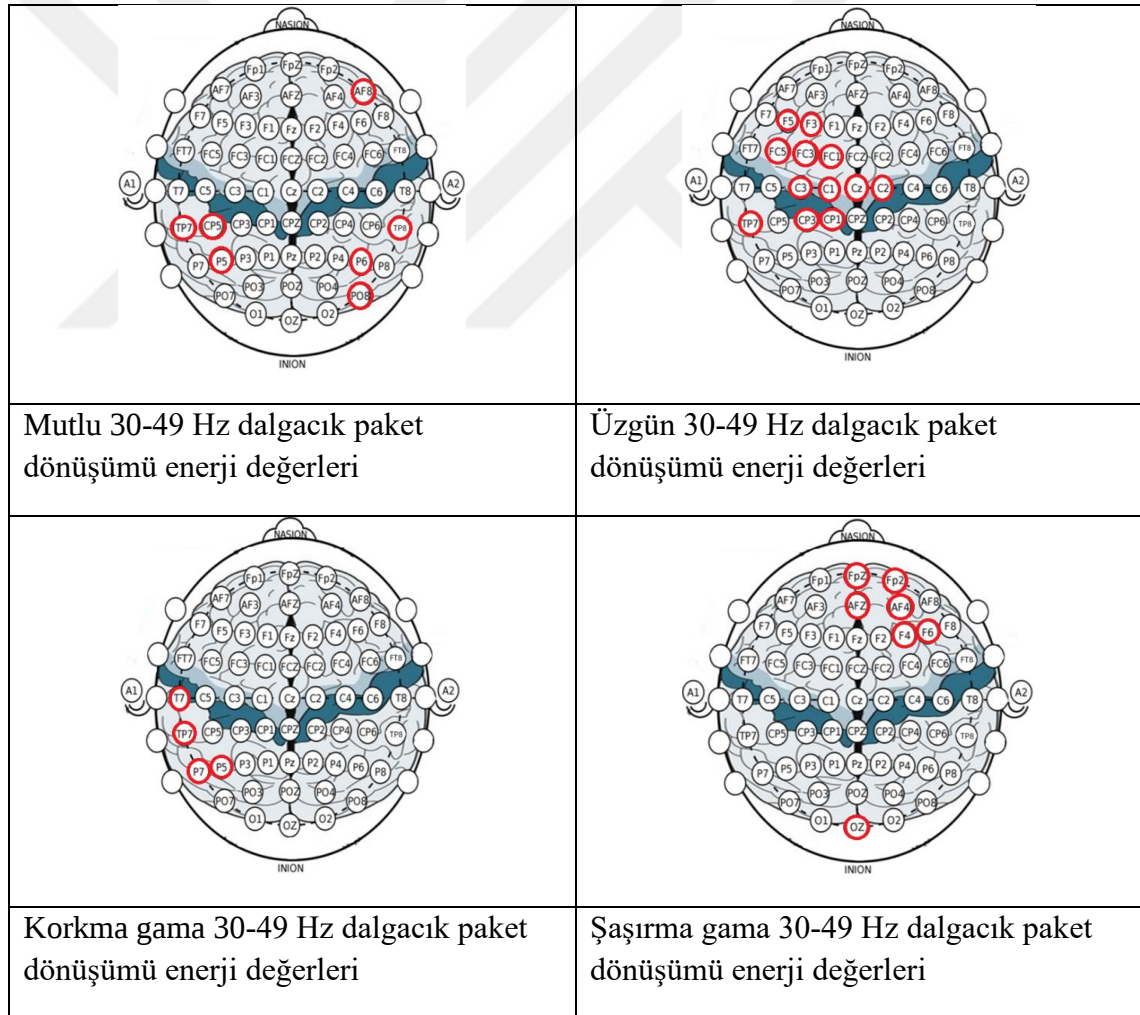
Şekil 4.47. Mutlu ve kızgın yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı medyan frekans analiz sonuçları

Kızgın yüz ifadesi 4-7 Hz dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analiz sonuçlarına göre FT7, T7 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Şaşırma yüz ifadesi 4-7 Hz dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analiz sonuçlarına göre P1 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Kızgın ve şaşırma yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri şekil 4.48’da verilmektedir.



Şekil 4.48. Kızgın ve şaşırma yüz ifadeleri (4-7Hz) teta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri

Mutlu 30-49 Hz dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında AF8, TP7, CP5, P5, TP8, P6, PO8 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Üzgün 30-49 Hz dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında F5, F3, FC5, FC3, C3, C1, CZ, C2, TP7, CP3, CP1, TP7 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Korkma 30-49 Hz dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında T7, TP7, P7, P5 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Şaşırma 30-49 Hz dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında FPZ, FP2, AFZ, AF4, F4, F6, O2 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Mutlu, üzgün, nefret, kızgın, korkma, şaşırma yüz ifadeleri dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri gönüllü grup ortalaması ve nakil grubu arasındaki istatistik olarak anlamlı fark bulunan sonuçlar şekil 4.49'da verilmektedir.



Şekil 4.49. Mutlu, üzgün, korkma ve şaşırma yüz ifadeleri (30-49Hz) gama bantı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri

Mutlu yüz ifadesi teta bandı 4-7 Hz frekansında analiz edilmesi sonucunda rms, ortalama, varyans değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Kızgın yüz ifadesinde teta bandı (4-7 Hz) varyans değerleri arasında anlamlı bir sonuç bulunmamıştır ancak rms değerlerinde F7(0,033) ve PO8(0,016) elektrot bölgelerinde anlamlı sonuç bulunurken ortalama değerlerinde FP1(0,035) elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Şaşırma teta bandı (4-7 Hz) varyans, rms değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ama ortalama değerlerinde P1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi teta bandı (4-7 Hz) varyans değerlerinde Fp2(0,05), FCZ (0,049) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi teta (4-7 Hz) rms Fpz(0,036), FP2(0,025), AF4(0,035), AF8(0,049), FCZ(0,044), PO8(0,016), O2(0,016) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi teta (4-7 Hz) ortalama değerleri Fp1(0,046) elektrot bölgesinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Nefret yüz ifadesi teta (4-7 Hz) varyans değerleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır ancak rms değerlerine göre FPZ elektrotunda, ortalama değerlerine göre F1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi teta (4-7 Hz) varyans Fp1(0,033), Fpz(0,040), AF7(0,02), AF3(0,037), AF8(0,05), F5(0,036), F3(0,047) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi teta (4-7 Hz) rms değerleri FP1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi teta (4-7 Hz) ortalama AF7(0,034), AF3(0,03) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Yapılan çalışmadan elde edilen bulgular incelendiğinde mutlu yüz ifadesinin gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri AF8 (BA10), TP7 (BA21), TP8 (BA37), CP5 (BA39), P5 (BA39), P6 (BA39), PO8 (BA19) elektrot bölgelerinde; mutlu yüz ifadesi beta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri AF8, TP7, TP8, P6, PO8 elektrot bölgelerinde; delta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri TP7, CP5, P1, P7, P5, PZ, PO7 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ile tam yüz nakil olguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Duygusal resimlerin izlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada fronto-parietal, temporo-parietal ve parieto-okspital elektrotlarda aktivitelerin olduğu belirtilmiştir (Yang vd., 2020). Bunun yanı sıra yapılan bir çalışmada frontal, temporal ve parietal bölgelerdeki gama ve alfa bantlarının, olumlu ve olumsuz duyguları ayırt etmede rol oynadığı belirtilmiştir (Mouri vd., 2023). Bulgularımıza göre somatosensöriyel korteks ile parietal lobda aktivasyon oluşmasının duygusal girdilerle ilgili olabileceği gibi motor kontrol ve ayna nöronlarla ilgili de olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmada inferior frontal girus (IFG) ve posterior parietal korteksin yüz ifadelerinin motor bileşenleri için ayna nöron sistemi ile ilgili olduğu amigdala ve insulanın duygusal durumlarla bağlantılı olup yüz ifadelerini algılamaya yardımcı olduğu belirtilmektedir (Van der Gaag vd., 2007).

Elde edilen bulgulara göre üzgün yüz ifadesinde ise gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri incelendiği zaman F5(BA9), F3(BA9), FC5(BA6), FC3(BA6), FC1(BA6), C3(BA1), C1(BA4), CZ(BA4), C2(BA6), TP7(BA21) CP3(BA40), CP1(BA7) elektrot bölgelerinde anlamlı iken; üzgün yüz ifadesi beta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri incelendiği zaman F5, F3, FC5, FC3, FC1, C3, CP3 elektrot bölgelerinde anlamlı iken; delta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri analizleri sonucunda PO3 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık mevcuttur. Farklı yüz ifadelerinin algılanması ve yüz ifadelerinin oluşması sırasında duyu-motor kortekslerde prefrontal, premotor ve somatosensöriyel kortekslerde artan aktivite ile bağlantılı olduğunun bir göstergesidir (Adolphs vd., 2000, Winston vd., 2003). Yüz nakli hastaları ile ilgili transplantasyon sonrasında yapılan bir çalışmada FMRI verileri ile kullanılarak nakil sonrasında somatosensöriyel kortekste meydana gelen duyu-motor temsilde meydana gelen farklılıkların kortikal plastisite ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Uysal vd., 2016). Elde edilen bulgular literatürde tam yüz nakil olgularının FMRI verilerinin analizi sonucunda somatosensöriyel kortekste yeniden düzenlenmelerin parietal lobda (BA40) olduğu bilgisi ile tutarlıdır (Şavklıyıldız vd., 2021).

Şaşırma yüz ifadesi gama bandı frekans aralığında dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri incelendiği zaman FPZ(BA10), Fp2(BA10), AFZ(BA9), AF4(BA9), F4(BA9), F6(BA9), OZ(BA18) elektrot bölgelerinde; beta bandı frekans aralığında Fp2, AF4 elektrot bölgelerinde; teta bandı frekans aralığında P1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunurken; delta bandı frekans aralığında FT8 elektrot bölgesinde gönüllü grup ve tam yüz nakil olguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir. Elde edilen bulgular yüz ifadeler sırasında oksipito-temporal, amigdala, orbitofrontal korteks ve sağ fronto-parietal korteks gibi birden fazla beyin bölgesinin bir arada çalıştığının bir göstergesidir (Adolphs, 2002).

Kızgın yüz ifadesi teta bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerleri gönüllü grup ve nakil grubu için karşılaştırıldığı zaman FT7 (BA44), T7 (BA21) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi beta bandında TP7 (BA21), P5 (B39), P7 (BA19) elektrot bölgelerinde iken korkma yüz ifadesi gama bandında TP7 (BA21), T7 (BA21), P5 (BA39), P7 (BA19) elektrot bölgelerinde, teta ve delta bantlarında AF7 (BA10) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre tam yüz nakil olguları ile gönüllü grup emosyonel ifadelerin uyarımı ve motor aktivitesi sırasında somatosensoriyel ve sensorimotor elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Benzer bir çalışma yapan Gülbetkin vd. (2017) kısmi ve tam yüz nakli hastalarının, duyguları hissedebilseler bile yüz ifadelerinde zorluk yaşayabileceklerini ve yüzün farklı bölümlerinin farklı duygusal ifadelerde kritik roller oynadığını belirtmişlerdir. Ayrıca kısmi ve tam yüz nakli hastalarının yüz ifadeleri arasında anlamlı farklılık olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışma sonuçlarına göre ise Siemionow (2011) travmaya bağlı olarak kortikal yeniden yapılanmasının ve fonksiyon kaybının yüz naklinin ardından kademeli olarak iyileştiğini EEG ile belirlemiştir fakat emosyonel ifadelerle ilgili olmadığı belirtilmiştir. Fakat somatosensoriyel korteks tarafından yönetilen kayıp fasiyal fonksiyonun yeniden öğrenilmesi, kortikal plastisite ve yeni edinilen fonksiyonlara adaptasyon sağladığı belirtilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre 1000 ms sürede 0.5-49 Hz frekans aralığında nötr ifade sırasında alfa bandı ve beta bandı aktivitesi oluşmakta iken; duygusal uyarım durumunda beta ve gama bantlarında baskın korteks yanıtı oluştuğunu tespit edildi. Ayrıca emosyonel ifadelerin uyarım durumunda nötr ifadeye göre daha yüksek güç değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Mutlu yüz ifadesi 1-49 Hz filtreleme sonrasında yapılan zaman frekans analiz sonuçlarına göre sol frontal kortekste mutlu yüz ifadesi gönüllü grupta gama bandı ve nakil olgularında gama bandı aktivitesi bulunmuştur. Ayrıca nakil olguları korteks yanıtı mutlu yüz ifadesinde daha erken sürede gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra olgu 2 diğer nakil olgularından daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur.

Mutlu yüz ifadesi 1-49 Hz filtreleme sonrasında yapılan zaman frekans analiz sonuçlarına göre sağ hemisferde frontal lobda gönüllü grup frekans değeri 37 Hz (gama bandı) ve tam yüz nakil olgusu 1'e ait frekans değeri 20 Hz (beta bandı), tam yüz nakil olgusu 2 ve tam yüz nakil olgusu 3'ait frekans değerleri 43 Hz (gama bandı) olduğu bulunmuştur. Nakil olguları gama bant frekans değerinin gönüllü gruptan yüzde 13 daha yüksek değere sahip olduğu saptanmıştır. Mutlu yüz ifadesine ait beta ve gama bantlarında korteks boyunca güç değerlerinde azalma görülürken; kızgın yüz ifadesi sırasında ise her iki hemisferin frontal bölgelerinde artan güç belirtilmiştir (Aftanas vd., 2006). Bu çalışmada mutlu yüz ifadesi EEG sinyalleri 1-49 Hz frekans aralığında yapılan analizler sonucunda sağ hemisferde frontal lob elektrot bölgesinde nakil olgusu 3 korteks yanıtı 270 ms'de oluştuğu için hem gönüllü gruptan hem de diğer nakil olgularından daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Bunun yanı sıra nakil olgularında sağ ve sol hemisfer frontal lob elektrot bölgesinde baskın korteks yanıtı gönüllü gruptan daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Mutlu yüz ifadesi 1-49 Hz frekans değerleri arasında gönüllü grup ortalaması sağ hemisfer frontal lob elektrot bölgesinde sol hemisfere göre daha erken sürede korteks yanıtı oluşmakta iken; olgu 1 ve olgu 2 gönüllü gruba benzer şekilde sağ hemisferde sol hemisfere göre daha erken süre korteks yanıtı oluştuğu; fakat olgu 2'nin sol hemisfer elektrot bölgesinde sağ hemisfere göre daha erken sürede baskın

korteks yanıtı oluştuğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada 1-49 Hz frekans aralığında zaman frekans analizleri sonuçlarına göre duygusal uyarım sırasında korteks yanıtlarının beta ve gama bantlarında ortaya çıktığı bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada Zhang vd., 2016 yüksek frekanslı beta ve gama bantlarının, düşük frekanslı bantlardan ziyade duygusal yüz ifadelerinin korteks yanıtlarında anlamlı derecede farklılıklar oluştuğu belirtilmektedir. Ayrıca; Müller vd. (1999); Luo vd. (2007); Eijlers vd. (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarında yüz ifadeleri sırasında alınan EEG sinyallerinin analizinde gama bandı aktivitesinin önemli bir rolü olduğu bildirilmiştir.

Gönüllü grup ortalaması kızgın yüz ifadesi EEG sinyalleri 30-49 Hz frekans aralığında analiz edildiği zaman temporal elektrot bölgesinde de 220 ms'de sağ hemisferin sol hemisferden daha erken korteks yanıtları oluşturduğu bulunmuştur. Benzer bir çalışmada duygusal yüz ifadelerinin, uyarının başlangıcından itibaren yaklaşık temporal lobda 270 ms'lik bir gecikme süresiyle, daha büyük aktivasyon oluştuğu belirtilmiştir (Sato vd., 2001). Gönüllü grup ortalaması 30-49 Hz frekans aralığında olumsuz duygu olan nefret yüz ifadesinin 120 ms'de sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşmakta iken olumlu duygu olan mutlu yüz ifadesinde 490 ms'de erken korteks yanıtı ortaya çıkmaktadır. Yapılan benzer bir çalışmada hoş olmayan duygusal uyarın sonrasında yaklaşık 100 ms'de erken korteks yanıtı oluştuğu ve olumlu duygular sırasında korteks yanıtının 450 ms'den sonra gerçekleştiği belirtilmiştir (Motoi vd., 2014). Olumsuz yüz ifadesi olan kızgın yüz ifadesi 30-49 Hz frekans aralığında erken korteks yanıtlarının zaman değerleri tam yüz nakil olgusu 1 korteks yanıtları uyarandan sonra 195 ms'de sol hemisferde, tam yüz nakil olgusu 2 uyarandan sonra 60 ms'de sol hemisferde, tam yüz nakil olgusu 3 ise uyarandan sonra 665 ms'de sol hemisferde erken korteks yanıtına sahip olduğu bulunmuştur. Ahern ve Schwartz (1979,1985), Silberman ve Weingarter (1986) tarafından yapılan çalışmalarda olumsuz duyguların işlenmesinde sağ yarıkürenin baskın olduğu, olumlu duygular için ise sol hemisferin baskın olduğu belirtilmiştir.

Kızgın yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre 100 ms'de oluşması olumsuz duyguların olumlu duygulardan daha erken sürede korteks yanıtı oluşturması literatürde olumsuz duyguların olumlu duygulardan daha kısa sürede oluşması bilgisini desteklemektedir. Bunun yanı sıra kızgın yüz ifadesi sol hemisfer frontal lob elektrotunda gönüllü grupta beta bandında oluşmakta iken olgu 1'de gama bandında olgu 2 ve olgu 3 de beta bandında baskın korteks yanıtının oluştuğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra olgu 1'de olgu 2 ve olgu 3'e göre daha erken sürede korteks yanıtı saptanmıştır. Bunun yanı sıra nakil olgularında sağ ve sol hemisfer frontal lob elektrot bölgesinde baskın korteks yanıtı gönüllü gruptan daha yüksek güç değerlerine sahiptir. Korkma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde olgu 1 115 ms'de gönüllü grup ortalamasından daha erken sürede korteks yanıtı oluşturmakta iken olgu 2 ve olgu 3 gönüllü gruptan daha geç sürede korteks yanıtı oluştuğu bulunmuştur. Bunun yanı sıra korkma yüz ifadesinde sol hemisfer elektrotunda olgu 2 değerleri diğer nakil olgularından ve gönüllü gruptan farklı olarak 28 Hz beta bandında baskın korteks yanıtı oluştuğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak sağ hemisfer elektrot bölgesinde 37 Hz gama bandında baskın güç değeri oluşmasına karşı olgu 2'de 43 Hz, olgu 3'de 35 Hz değerlerinde gama bandı oluşurken olgu 1 bunlardan farklı olarak 9 Hz'de alfa bandında baskın korteks yanıtının oluştuğu tespit edilmiştir. Korkma yüz ifadesi sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde nakil olguları gönüllü gruptan yüksek baskın güç değerlerine sahip olduğu sağ hemisfer

elektrot bölgesinde ise olgu 1 ve olgu 2 güç değerleri gönüllü grup ortalaması güç değerlerinden daha yüksek değerlere sahip olmasına karşı olgu 3 güç değerleri gönüllü grup ortalamasından daha düşük güç değerine sahip olduğu saptanmıştır. Şaşırma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde olgu 1 340 ms’de gönüllü grup ortalamasından ve nakil olgusu 2 ile nakil olgusu 3’den farklı olarak daha erken sürede korteks yanıtı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra olgu 2 ve olgu 3 korteks yanıtı gönüllü gruptan daha geç sürede olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak gönüllü grupta 30 Hz’de gama bandı, olgu 1’de 43 Hz’de gama bandı, olgu 3’de 35 Hz gama bandı oluşmasına karşı olgu 2’de 28 Hz beta bandı olduğu tespit edilmiştir. Olgu 1 ve olgu 3 gama bandı frekans değeri gönüllü grup gama bandı frekans değerinden daha yüksektir. Şaşırma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre sağ hemisfer frontal elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması 95 ms’de, olgu 1 360 ms’de olgu 3 ise 65 ms’de erken korteks yanıtının olduğu ve bu sonuçlara göre olgu 3’ün gönüllü grup ortalaması ve nakil olgularından daha erken sürede korteks yanıtı oluşturduğu ancak olgu 1 ve olgu 2’nin gönüllü gruba göre daha geç sürede baskın korteks yanıtı oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca şaşırma yüz ifadesi için olgu 1’in baskın korteks yanıtının olgu 2 ve olgu 3’den daha geç sürede olduğu tespit edilmiştir. Şaşırma yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması baskın korteks yanıtı sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisferden daha sürede oluşmuştur ancak olgu 2 ve olgu 3 baskın korteks yanıtları gönüllü gruba benzer şekilde sağ hemisferde oluşmakta iken olgu 1 sol hemisferde baskın korteks yanıtı olduğu tespit edilmiştir. Nefret yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre sol hemisfer frontal elektrot bölgesinde olgu 3 650 ms’de korteks yanıtı olduğu tespit edilmiş olup gönüllü grup ortalaması ve nakil olgularından daha erken sürede korteks yanıtı oluşmasının yanı sıra tam yüz nakil olgusu 1 ve tam yüz nakil olgusu 2 gönüllü gruptan daha geç sürede korteks yanıtı oluşmaktadır. Buna ek olarak nefret yüz ifadesi sol hemisferde olgu 1 ve olgu 2 baskın güç değerleri beta bandında oluşmuş olup gönüllü grup ve olgu 3’de gama bandında baskın güç değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Nefret yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında yapılan zaman frekans analizi sonuçlarına göre sağ hemisfer frontal elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması olgu 3 analiz sonuçlarına göre 370 ms’de baskın korteks yanıtının olduğu için gönüllü grup ortalaması ve nakil olgularından daha erken sürede baskın korteks yanıtının olduğu, olgu 1 ve olgu 2’nin ise daha geç sürede baskın korteks yanıtı olduğu tespit edilmiştir. EEG ve MEG çalışmalarında bir resmin sunumundan sonra 300 ms içinde ya da sözlü bir eylem kelimesinin sunumundan sonra 200 ms içinde motor kortekste aktivasyonun olduğu belirtilmiştir (Hauk vd., 2008). Bunun yanı sıra gönüllü grup ortalaması baskın korteks değeri 21 Hz beta bandında oluşmuş olup olgu 1 ve olgu 2 baskın korteks değeri de beta bandında olduğu ancak olgu 3’ün baskın korteks değerinin gama bandında oluşmasının yanı sıra sağ ve sol hemisfer frontal bölge elektrotunda olgu 1, olgu 2 ve olgu 3 gönüllü grup ortalamasından daha yüksek güce sahip olduğu bulunmuştur.

Nefret yüz ifadesinde gönüllü grup ortalaması sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisfere daha erken sürede oluşmuştur. Nakil olgusu 2 ve nakil olgusu 3’de benzer şekilde sağ hemisfer korteks yanıtı sol hemisfere göre daha erken sürede oluşmuştur. Benzer sonuçlar elde eden Ahern and Schwartz (1979, 1985); Silberman ve Weingartner (1986) çalışmalarda olumsuz duyguların işlenmesinde sağ yarıkürenin baskın olduğu, olumlu duygular için ise sol hemisferin baskın olduğu belirtmişlerdir.

Gönüllü grup ortalaması sol frontal elektrot bölgesi için kızgın yüz ifadesi korteks yanıtları mutlu yüz ifadesi korteks yanıtlarından daha kısa sürede oluştuğu gözlemlenmiştir. Sağ frontal elektrot bölgesinde ise kızgın yüz ifadesi korteks yanıtları mutlu yüz ifadesi korteks yanıtlarına göre daha kısa sürede oluştuğu saptanmıştır. Çalışma bulgularımıza göre kızgın yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması frontal lob elektrotları karşılaştırıldığı zaman maksimum güç değeri sağ hemisferde oluşmuştur. Benzer sonuçlar elde eden Ahern ve Schwartz (1979, 1985), Silberman ve Weingarter (1986) çalışmalarda olumsuz duyguların işlenmesinde sağ yarıkürenin baskın olduğu, olumlu duygular için ise sol hemisferin baskın olduğu belirtmişlerdir. Baskın güç değerleri kızgın yüz ifadesinde sol frontal bölge elektrotu (F3) ve sol hemisfer santral bölgede yer alan (C4) elektrot bölgelerinde sağ hemisfere göre baskın güç değeri oluşmuştur ancak FC4 elektrot bölgesinde sağ hemisferde sol hemisfere göre baskın güç değeri oluşmuştur. F3, FC3, C3 elektrot bölgelerinde nakil olgusu 1 sol hemisfer hemisfer güç değerleri sağ hemisfere göre yüksek değerlere sahiptir. Olgu 2 ise sağ hemisferde yer alan elektrotlarından F4, FC4, C4 elektrot bölgelerinde sol hemisfere göre daha yüksek güç değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Olgu 3 ise sol hemisfer elektrotlarından olan F3, FC3, C3 elektrot bölgelerinde sol hemisferde sağ hemisfere göre daha yüksek güç değerleri tespit edilmiştir.

Çalışmada gönüllü grup ortalaması mutlu yüz ifadesi frontal bölgede yer alan F3 elektrotu baskın korteks yanıtı 40.5 Hz, kızgın yüz ifadesi baskın korteks yanıtı ise 43.4 Hz'de oluştuğu saptanmıştır. Benzer yapılan sonuçlarında ise Luo vd. (2007, 2009); Balconi ve Lucchiari (2008); Sato vd. (2011) kızgın, korku gibi negatif yüz ifadeleri nötr veya mutlu ifadelerden daha yüksek gama bandı aktivitesi oluştuğunu gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde 37.79 Hz gama bandı baskınken kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde 40.5 Hz gama bandı baskın olduğu görülmüştür. Fakat; gönüllü grup ortalaması gama bandı frekans değerleri için F3 elektrot bölgesi için yapılan çalışmalar ile benzer iken F4 elektrot bölgesinde yapılan çalışmalardan farklılık göstermektedir. Buna karşın; Ejililer vd. (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarında mutlu duygular için frontal bölgelerde daha düşük gama salınımına sahip olduğu bilgisi ile tutarlılık göstermektedir. Gönüllü grup ortalaması F3 elektrotu için kızgın yüz ifadesi maksimum güç değeri mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi maksimum güç değerinden yüzde 17 daha fazla olduğu saptanmıştır. Çalışmada gönüllü grup ortalaması için kızgın yüz ifadesi sağ hemisfer frontal bölgede yer alan F4 elektrotu maksimum güç değeri olumlu duygu olan mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinden daha erken sürede baskın korteks yanıtı oluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca; F4 elektrot bölgesi için mutlu yüz ifadesi baskın güç değeri kızgın yüz ifadesine göre yüzde yirmi yedi daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Olgu 1 kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesi mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinden daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesi korteks yanıtları F3 elektrot bölgesinden daha kısa sürede oluştuğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar; gönüllü grup ortalaması ile karşılaştırıldığı zaman olgu 1 F4 elektrotu için gönüllü gruba benzer, F3 elektrotunda ise gönüllü gruptan farklı olduğu saptanmıştır. Olgu 1 mutlu yüz ifadesi için F3 ve F4 elektrot bölgesinde 40.5 Hz frekansta baskın korteks yanıtı oluştuğu görülmektedir. Olgu 1 kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde 40.5 Hz gama bandı F4 elektrotunda ise 37.79 Hz korteks yanıtı ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre olgu 1 ile gönüllü grup ortalaması ile karşılaştırılmış olup anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yapılan benzer bir çalışmada ise Masood ve Farooq (2021) duygu tanıma süreçlerinde elektroensefalografi alt frekans bantları olan

beta ve alfa frekans bantlarının önemli olduğunu ayrıca frontal lob bölgenin EEG alt frekans bantlarından bağımsız olarak önemli sonuçlar ürettiğini belirtmişlerdir. Olgu 2 mutlu yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde F4 elektrot bölgesinden daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Bu sonuçlar gönüllü grup ortalamasından farklı olduğu bulunmuştur. Olgu 2 kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde F4 elektrot bölgesine göre daha kısa sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Olgu 2 kızgın yüz ifadesi F3 ve F4 elektrotu 40.5 Hz gama bandında meydana gelmiş olup F4 elektrot bölgesinde F3 elektrot bölgesine göre maksimum güç değeri yüzde 52 daha büyük olduğu saptanmıştır. Olgu 3 mutlu yüz ifadesi için F4 elektrot bölgesinde F3 elektrot bölgesine göre daha erken sürede korteks yanıtları olduğu gözlemlenmiştir. Olgu 3 kızgın yüz ifadesi için F4 elektrot bölgesi korteks yanıtları F3 elektrotu korteks yanıtlarından daha geç sürede olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar; gönüllü grup ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık göstermektedir. Olgu 3 mutlu yüz ifadesi için F3 elektrot bölgesi korteks yanıtı maksimum güç değeri F4 elektrotundan yüzde 54 daha büyüktür. Kızgın yüz ifadesi için F3 elektrotunun F4 elektrotundan yüzde 70 daha fazla maksimum güce sahip olduğu bulunmuştur. Olgu 1 mutlu yüz ifadesi için F3 elektrot bölgesinde gücün yüzde 60, mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde yüzde 36, kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde yüzde 73, kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde yüzde 37 gönüllü grup ortalamasından daha fazla güç değerine sahip olduğu bulunmuştur. Olgu 2 mutlu yüz ifadesi için F3 elektrot bölgesinde gücün yüzde 77, mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde yüzde 83, kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde yüzde 60, kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde yüzde 83 gücün gönüllü grup ortalamasından daha fazla olduğu saptanmıştır. Olgu 3 mutlu yüz ifadesi için F3 elektrot bölgesinde gücün yüzde 87, mutlu yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde yüzde 60, kızgın yüz ifadesi F3 elektrot bölgesinde yüzde 92, kızgın yüz ifadesi F4 elektrot bölgesinde yüzde 79 gönüllü grup ortalamasından daha fazla güce sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Nakil olguları baskın güç değerleri gönüllü gruptan daha yüksek değerlere sahiptir. Ayrıca emosyonel uyarım durumundaki güç değerleri nötr durumdan daha yüksek değerlere sahiptir. Kızgın yüz ifadesi gama bandında TP8 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması zaman frekans analiz sonucunda sağ hemisferde erken korteks yanıtı (100ms) oluşmuş olup bu bölge fusiform girus olup yüz tanımada görevli olduğu için erken korteks yanıtı bu elektrotta oluşmuştur. Sağ hemisferde erken korteks yanıtının oluşması olumsuz duygularda sağ hemisferin görevli olduğu bilgisi ile literatürle tutarlıdır. Kızgın yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması gama bandı temporal bölge elektrotlarından T8 elektrotunda erken korteks yanıtı (220ms) sağ hemisferde oluşmuş olup literatürde özellikle olumsuz duygularda amigdalanın aktivasyonunun temporal bölgeye yansıdığı bilgisi ile tutarlıdır. Kızgın yüz ifadesi yüz nakil olgusu 1 gama bandı sol hemisferde tempero-parietal bölgede (TP7) erken korteks yanıtı oluşmakta olup gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede oluşmuştur. Olgu 2 kızgın yüz ifadesi sol hemisferde TP7 elektrotunda erken korteks yanıtı gönüllü gruptan farklı olarak sağ hemisferde oluşmuş olup gönüllü gruptan daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Olgu 3 kızgın yüz ifadesi TP8 (BA37) elektrotunda erken korteks yanıtı (175ms) sağ hemisferde oluşmuştur. Olgu 1 kızgın yüz ifadesi temporal elektrot bölgesinde T8 elektrotunda sağ hemisferde erken korteks yanıtı (805ms) oluşmuş olup gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Olgu 2 kızgın yüz ifadesi erken korteks yanıtı (415ms) T8 elektrotunda oluşmuş olup gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede erken korteks yanıtı oluşmuştur. Emosyonel ifadelerin uyarım

durumunda nötr durumdan daha yüksek güç değerlerinde oluşmuştur. Nefret yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması frontal, fronto-santral, santral elektrot bölgelerinde gama bandı erken korteks yanıtı (120ms) sağ hemisferde oluşurken olgu1 rehabilitasyon öncesi erken korteks yanıtları sol hemisferde oluşurken rehabilitasyon sonrası nefret yüz ifadesi gama bandı erken korteks yanıtları (160ms) frontal elektrot bölgesinde sol hemisferde oluşurken fronto-santral elektrot bölgesinde FC4 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (190ms) sağ hemisferde oluşmuş olup C3 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (135ms) sol hemisferde oluşmuştur. Yeni rehabilitasyon öncesinde erken korteks yanıtı (400ms) sağ hemisferde oluşmasına karşı yeni rehabilitasyon sonrasında erken korteks yanıtı (215ms) olup gönüllü gruptan farklı olarak sol hemisferde oluşmasının yanı sıra olgu1 nefret yüz ifadesi gama bandı korteks yanıtları gönüllü gruptan farklı olarak sol hemisferde erken korteks yanıtı oluşmakta iken sağ hemisferde gönüllü gruptan daha geç sürede erken korteks yanıtı oluşmuştur. Mutlu yüz ifadesi gönüllü grup gama bandı erken korteks yanıtı ve baskın güç değerleri sağ hemisferde ortaya çıktığı bulunmuştur. Bu durum literatürde sol hemisferin olumlu duygularla ilgili olduğu çalışmaların bulunmasının yanı sıra sağ hemisferin duygu kontrolünde daha fazla rol oynadığını belirten çalışmalar bulunmaktadır. Mutlu yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması EEG analizlerinden elde edilen bulgulara göre sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşurken yüz nakil olgusu 2 rehabilitasyon öncesinde alınan mutlu yüz ifadesine ait EEG sinyal analizlerinin erken korteks yanıtları gönüllü gruptan farklı olarak frontal, fronto-santral ve santral elektrot bölgelerinde sol hemisferde erken korteks yanıtları oluşmuştur. Olgu 2 rehabilitasyon sonrası kayıtlar incelendiği zaman frontal elektrot bölgesinde (F4) erken korteks yanıtı (85ms), fronto-santral elektrot bölgesinde (FC4) erken korteks yanıtı (100ms), santral elektrot bölgesinde (C4) elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (255ms) sağ hemisferde oluşmuştur. Bu bulgulara göre Olgu 2 mutlu yüz ifadesi rehabilitasyon öncesine ait analiz sonuçlarına göre gönüllü gruptan daha geç sürede korteks yanıtları oluşmasına rağmen rehabilitasyon sonrası süreçte gönüllü grup ortalamasından daha erken sürede erken korteks yanıtları oluşmuştur. Olgu 2 yeni rehabilitasyon öncesi EEG sinyallerinin analiz sonuçlarına göre sol hemisferde erken korteks yanıtı oluşmakta iken mutlu yüz ifadesi rehabilitasyon sonrasında EEG verilerine göre erken korteks yanıtları (140 ms) sağ hemisferde oluşmuş olup gönüllü grup ortalamasından daha erken sürede ve aynı hemisferde korteks yanıtları oluşmuştur. Kızgın yüz ifadesi olgu 2 rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrasındaki süreçte premotor kortekste bulunan FC3 elektrotunda sol hemisferde erken korteks yanıtı oluşurken yeni rehabilitasyon sonrasındaki süreçte gönüllü gruba benzer şekilde sol hemisferde erken korteks yanıtı (115 ms) oluşmuş olup yeni rehabilitasyon sonrasında premotor kortekste bulunan FC4 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı gönüllü gruba benzer şekilde sağ hemisferde oluşmakta olup gönüllü gruptan daha erken sürede erken korteks yanıtı oluşmuştur. Üzgün yüz ifadesi olgu 2 somatosensoriyel kortekste (BA1) bulunan C3 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (85ms) gönüllü gruptan farklı olarak sol hemisferde erken korteks yanıtı oluşmasının yanı sıra yeni rehabilitasyon sonrası kayıtlar analiz edildiği zaman elde edilen bulgulara göre gönüllü gruba benzer şekilde sağ hemisferde C4 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (365ms) oluşmasına rağmen gönüllü gruptan daha geç sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Korkma yüz ifadesi olgu 2 somatosensori kortekste bulunan C4 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (580ms) oluşurken rehabilitasyon sonrası erken korteks yanıtı (495ms) sağ hemisferde oluşmuş olup yeni rehabilitasyon sonrası C4 elektrot bölgesinde sağ hemisferde erken korteks yanıtı (185ms) oluşmuş olup yeni rehabilitasyon sonrası erken korteks yanıtları (185ms)

sağ hemisferde oluşmuş olup gönüllü grup ortalamasından daha erken sürede korteks yanıtı oluşmuştur. Nefret yüz ifadesi gönüllü grup ortalaması premotor korteks bölgesinde bulunan FC4 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (120ms) oluşurken olgu 2 rehabilitasyon öncesi erken korteks yanıtı (810ms), rehabilitasyon sonrası FC4 elektrotunda erken korteks yanıtı (280ms), yeni rehabilitasyon sonrası FC4 elektrotunda sağ hemisferde erken korteks yanıtı (185ms) oluşmuştur. Nefret yüz ifadesi somatosensori kortekste bulunan C4 elektrot bölgesinde gönüllü grup ortalaması erken korteks yanıtı (120ms), rehabilitasyon öncesi erken korteks yanıtı (810ms), rehabilitasyon sonrası C4 elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (80ms) yeni rehabilitasyon sonrasında sağ hemisferde erken korteks yanıtı (185ms) oluşmuştur. Somatosensoriyel korteksin, duyguların tanınmasındaki rol almasının yanı sıra duygu işleme aşamalarında da yer aldığı literatürde de belirtilmektedir(Adolphs vd., 2000). Şaşırma yüz ifadesi olgu 2 rehabilitasyon öncesi frontal elektrot bölgesi sağ hemisferde erken korteks yanıtı (340ms) rehabilitasyon sonrası sol hemisferde erken korteks yanıtı (330ms), yeni rehabilitasyon sonrası erken korteks yanıtı (140ms) sağ hemisferde oluşmuştur. Tam yüz nakil olgularına rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası alınan EEG sinyalleri incelendiği zaman somatosensoriyel kortekste (BA1) bulunan C3 ve C4 elektrot bölgelerinden ve premotor kortekste (BA6) bulunan FC3 ve FC4 elektrot bölgelerinden elde edilen bulgulara göre sonucunda rehabilitasyon sayısının artırılmasının ve kişiye özel rehabilitasyon uygulanmasının somatosensoriyel kortekste yeniden düzenlenmelerin ve emosyonel ifadelerde iyileşmelerin meydana geldiğini düşünülmektedir. Bu bulgular yüz nakil hastalarında EMG sinyalleri kullanılarak yapılan çalışmada kişiye özel rehabilitasyon uygulanması sonrasında duyuşal iyileşmeler ortaya çıktığı bildirilmektedir(Topçu vd., 2018). Mutlu yüz ifadesi 13-30 Hz beta bandı frekans aralığında yapılan analizler sonucunda pik frekans değerlerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasındaki anlamlı fark bulunan elektrot bölgeleri CP1 (BA7), ve FT7 (BA44) iken kızgın yüz ifadesi 13-30 Hz beta bandı frekans aralığında yapılan analizler sonucunda pik frekans değerlerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında FC1(BA6), C3(BA1), CZ(BA4), C2(BA6), CP3(BA40), CPZ(BA7), P1(BA7) elektrot bölgelerinde anlamlı fark bulunmuştur. Mutlu yüz ifadesi gama bandı(51-70Hz) pik frekans değerleri istatistiksel analizi sonucunda FCZ(BA6), CZ(BA4), PZ(BA7), F1(BA6), C1 (BA4), CP1(BA7), PO3(BA19) elektrot bölgelerinde gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında anlamlı farklılık mevcuttur. Kızgın uyarım gama 51-70 Hz pik frekans değerleri istatistiksel analizleri yapıldığında C2 (BA6), FC2(BA6), T8(BA22), elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Korkma yüz ifadesi gama 51-70 Hz pik frekans değerleri istatistiksel analizleri sonucunda O2(BA18) elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Nefret yüz ifadesi gama bandı 51-70 Hz frekans aralığında pik frekans değerlerinin istatistiksel analizine göre C4(BA1), C6(BA40), CPZ(BA7), CP4(BA7), CP6(BA39), P5(BA39), P3(BA39), P2(BA7), P4(BA39), P6(BA39), PO4(BA19), PO8(BA19), O2(BA18) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık vardır. Mutlu yüz ifadesi 30-49 Hz pik frekans değerleri arasında C1(BA4), FC1(BA6) elektrot bölgelerinde, kızgın yüz ifadesi pik frekans değerleri aralığında F6(BA9), korkma yüz ifadesi 30-49 Hz pik frekans değerleri arasında FC1(BA6), FCZ(BA6), CZ(BA4), CP1(BA7), elektrot bölgelerinde, nefret yüz ifadesi 30-49 Hz pik frekans değerleri arasında FP2((BA10), AF4(BA9), F2(BA8), F6(BA9), FC4(BA6), C2(BA6), C4(BA1), O2(BA18) elektrot bölgelerinde, üzgün yüz ifadesi pik frekans değerleri arasında (30-49 Hz) F6(BA9), F8(BA45) elektrot bölgelerinde, şaşırma yüz ifadesi pik frekans değerleri aralığında (30-49 Hz) AF4(BA9), CP4(BA7), P2(BA7),

PO8(BA19) elektrot bölgelerinde gönüllü grup ve yüz nakil olguları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonuçları mutlu yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında pik frekans değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında AF7, FCZ, C5, P7, PO7 elektrot bölgelerinde, kızgın yüz ifadesi 1-49 Hz frekans aralığında pik frekans değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında T8 elektrot bölgesinde, korkma yüz ifadesi gama 1-49 Hz pik frekans FC3, C4, CP4, P2, P3, P4 elektrot bölgelerinde, nefret yüz ifadesi gama 1-49 Hz pik frekans değerleri analiz sonuçlarına göre gönüllü grup ortalaması ve nakil olguları arasında FPZ, AF7, F7, F5, FC5, C1, TP7, PZ, O2 elektrot bölgelerinde gönüllü grup ve yüz nakil olguları pik frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Mutlu ve nefret yüz ifadeleri teta bandı pik frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kızgın yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri Cz, C4, CP1, TP7, FpZ elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık bulunurken, üzgün yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri Fp1, FpZ, AF7, AF3, AFZ, F3, FC6, FT7 elektrot bölgelerinde anlamlı fark bulunurken, korkma yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri F4, F6, FC4 elektrot bölgelerinde, şaşırma yüz ifadesi teta bandı pik frekans değerleri T8 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Mutlu, şaşırma, nefret yüz ifadeleri teta bandı medyan frekans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunamamıştır ancak kızgın yüz ifadesi teta bandı medyan frekans değerleri arasında Fp1, Fp2, AF7, AF3, AFZ, FZ elektrot bölgelerinde, üzgün yüz ifadesi teta bandı medyan frekans değerleri analizleri sonucunda Fp1, AF7, AF3, F7, F5, F3, FT7, FC3, C5 elektrot bölgelerinde, Korkma yüz ifadesi teta bandı medyan frekans değerleri analizleri sonucunda Fp1, AF7, F4, FT7, FC1, FCZ, C3, C4, T7 elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Mutlu yüz ifadesi teta bandı 4-7 Hz frekansında analiz edilmesi sonucunda rms, mean, varyans değerlerinde ve kızgın yüz ifadesinde teta bandı (4-7 Hz) varyans değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ancak kızgın yüz ifadesi teta bandı rms değerleri analiz edildiği zaman F7 ve PO8 elektrot bölgelerinde anlamlı sonuç bulunurken kızgın yüz ifadesi teta bandı ortalama değerlerinde FP1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Şaşırma teta bandı (4-7 Hz) varyans, rms değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamasına rağmen şaşırma yüz ifadesi ortalama değerlerinde P1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi teta bandı (4-7 Hz) varyans değerlerinde Fp2(0,05), FCZ (0,049) elektrot bölgelerinde, üzgün yüz ifadesi teta (4-7 Hz) rms Fpz(0,036), FP2(0,025), AF4(0,035), AF8(0,049), FCZ(0,044), PO8(0,016), O2(0,016) elektrot bölgelerinde, üzgün yüz ifadesi teta (4-7 Hz) ortalama değerleri Fp1(0,046) elektrot bölgesinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Nefret yüz ifadesi teta (4-7 Hz) varyans değerleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır ancak rms değerlerine göre FPZ elektrotunda, ortalama değerlerine göre F1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Korkma yüz ifadesi teta (4-7 Hz) varyans Fp1(0,033), Fpz (0,040), AF7(0,02), AF3(0,037), AF8(0,05), F5(0,036), F3(0,047) elektrot bölgelerinde anlamlı fark bulunurken korkma yüz ifadesi teta (4-7 Hz) rms değerleri FP1 elektrot bölgesinde anlamlı farklılık bulunmuş olup korkma yüz ifadesi teta (4-7 Hz) ortalama AF7(0,034), AF3(0,03) elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar mevcuttur. Bu çalışmada rehabilitasyon uygulandıktan sonra alınan EEG sinyallerinin analizleri sonucunda gönüllü grubu sonuçlarına yaklaştığı bulunmuştur. Nakil sonrası alınan sEMG sinyalleri kullanılarak kişiselleştirilmiş rehabilitasyonun yüz nakil olgularında temel yüz ifadelerinin gerçekleştirilmesinde motor ve fonksiyonel iyileşme görüldüğü ifade edilmiştir (Topçu vd., 2018).

6. SONUÇLAR

Duygusal durumun karmaşık ve öznel olmasından dolayı farklı duygusal durumların oluşma süreleri baskın korteks yanıtları EEG alt frekans bantları ve güç değerleri için anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Emosyonel ifadelerin yapılması esnasında özellikle beta ve gama bantlarının ortaya çıktığı görülmekte iken dinlenim durumunda alfa ve beta bantlarının ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca; yapılan topografik haritalamalar sayesinde kortekste hangi elektrot bölgesinde hangi frekans ve güç değerinde aktivite olduğu bulunmuştur. Mutlu yüz ifadesi gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda AF8, TP7, TP8, CP5, P5, P6, PO8 bölgelerinde gönüllü grup ve yüz nakil olguları arasında anlamlı farklılık oluşmasının yanı sıra üzgün yüz ifadesi gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda F5, F3, FC5, FC3, FC1, C3, C1, CZ, C2 TP7 CP3, CP1 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık oluşurken şaşırma yüz ifadesi gama bandında ise FPZ, Fp2, AFZ, AF4, F4, F6, OZ elektrot bölgelerinde anlamlı farklılık görülmekte iken korkma yüz ifadesi gama bandı dalgacık paket dönüşümü enerji değerlerinin gönüllü grup ve tam yüz nakil olguları arasında istatistiksel analizlerinin yapılması sonucunda TP7, T7, P5, P7 elektrot bölgelerinde anlamlı fark oluşmuştur. Korkma yüz ifadesi T7 elektrot bölgesinde anlamlı farkın oluşması amigdala kaynaklı olduğu düşünüldüğünün yanı sıra TP7 elektrot bölgesinde anlamlı fark oluşması fusiform girus ile ilgili olup yüz alanı ile ilgili olduğu, parietal bölgede görülen farklılığın görsel korteksten gelen uyarıların algılanması ve uyarıların birleştirilmesi sırasında çalıştığı düşünülmektedir. Fronto-santral, frontal ve santral bölgelerde anlamlı sonuçların ortaya çıkmasının sensorimotor korteks ile ilgili olduğu CP elektrot bölgeleri ise somatosensori korteks ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Duygusal yüz ifadelerinin uyarımı ve motor aktivite sırasında beta, gama ve teta frekanslarının duygusal işlemede aktif rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Olumlu duygular sırasında sol hemisferde daha erken korteks yanıtı oluşması olumsuz duygular sırasında sağ hemisferin aktif rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra sağ hemisfer elektrot bölgesinde mutlu yüz ifadesi için nakil olgusu 1, nakil olgusu 3 gönüllü gruptan daha erken baskın korteks yanıtı oluşmuşken nakil olgusu 2’de gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede baskın korteks yanıtı oluşmuştur. Bunun yanı sıra kızgın yüz ifadesi sağ hemisfer elektrot bölgesinde olgu 1, olgu2 ve olgu 3 baskın korteks yanıtları gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede oluşmuştur. Kızgın ve mutlu yüz ifadeleri için sol frontal lob ve sağ frontal lob elektrot bölgelerinde nakil olguları ile gönüllü grup ortalaması maksimum güç değerleri karşılaştırıldığı zaman olgu1, olgu2 ve olgu 3 korteks yanıtları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Kızgın yüz ifadesi sağ hemisfer frontal lob elektrot bölgesinde nakil olgusu 1, nakil olgusu 2, nakil olgusu 3 ile gönüllü grup ortalaması karşılaştırıldığı zaman korteks yanıtlarının oluşma süreleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Mutlu yüz ifadesinde delta bandında TP7, CP5, P1, P7, P5, PZ, PO7 elektrot bölgelerinde, mutlu yüz ifadesi beta bandında AF8, TP7, TP8, P6, PO8 elektrot bölgelerinde, mutlu yüz ifadesi gama bandı için AF8, TP7, TP8, CP5, P5, P6, PO8 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmakta iken kızgın yüz ifadesi teta bandında FT7, T7 elektrot bölgelerinde emosyonel ifade çeşidine göre frekans bantları ve elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Korkma yüz ifadesinde beta bandında TP7, P5, P7 elektrot bölgelerinde iken gama bandında TP7, T7, P5, P7 elektrot bölgelerinde, teta ve delta bantlarında AF7 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi

beta bandı F5, F3, FC5, FC3, FC1, C3, CP3 elektrot bölgelerinde iken gama bandı F5, F3, FC5, FC3, FC1, C3, C1, CZ, C2, TP7, CP3, CP1 elektrot bölgelerinde iken delta bandında PO3 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Şaşırma yüz ifadesinde gama FPZ, Fp2, AFZ, AF4, F4, F6, Oz elektrot bölgelerinde; teta bandında P1 elektrot bölgesinde; delta bandında FT8 elektrot bölgesinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Nefret yüz ifadesinde delta bandında T8, CP5 elektrot bölgelerinde, nefret yüz ifadesinde alfa bandında TP8 elektrot bölgelerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yüz nakil olgularının korteks yanıtları gönüllü grup ortalamasından yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Gönüllü grup ortalaması frontal, frontosantral, santral ve parietal elektrot bölgeleri için zaman frekans analizleri kızgın, nefret gibi olumsuz duygular olumlu duygulardan daha erken sürede korteks yanıtının oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Mutlu yüz ifadesi görsel ilişkilendirme alanı olan PO8, parietal korteks (BA39, BA40), yüz tanıma alanı olarak bilinen tempero-parietal bölgede TP8 elektrotunda (BA37), prefrontal bölgede (BA10) gönüllü grup ve yüz nakil olgularında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Üzgün yüz ifadesi premotor kortekste (FC5, FC3, FC1, FC6) somatosensoriyel kortekste (BA1), birincil motor alanı (BA4), frontal elektrot bölgesinde bulunan F3 ile F4 elektrot bölgelerinde (BA9), somatosensoriyel kortekste (BA40), parietal ve santro-parietal elektrot bölgesinde dikkatle ilgili alan (BA7), görsel ilişkilendirme alanında bulunan elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Şaşırma yüz ifadesi gama bandı prefrontal korteks (BA10), frontal lob (BA9), görme alanı (BA18) ile ilgili elektrot bölgelerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Kızgın yüz ifadesi TP7 elektrot bölgesinde (BA44), temporal elektrot bölgesinde (BA21) olumsuz yüz ifadesinde temporal bölgenin emosyonel ifade işlenmesinde rolü olduğu sonucuna varılmıştır. Korkma yüz ifadesi gama bandı temporal, tempero-parietal, temporal ve parietal elektrot bölgelerinde, korkma yüz ifadesi teta ve delta bantlarında frontopolar lobda istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Yüz ifadelerinin uyarılmasında, algılanmasında, yüz ifadelerinin oluşmasında premotor korteks, birincil motor alanı, somatosensoriyel korteks ve sensorimotor korteksin rolü olduğu sonucuna varılmıştır. Emosyonel uyarım durumunda nötr ifadelerle göre güç değerleri gönüllü gruptan daha yüksek değerlere sahiptir. Yüz nakil olguları baskın güç değerleri gönüllü gruptan daha yüksek değerlere sahiptir. Olumsuz ifadelerden olan gama bandında nakil olgusu 1 TP8 elektrotunun bulunduğu fusiform girus yüz alanında erken korteks yanıtı (100ms), temporal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı (220ms) oluşması olumsuz duygularda sağ hemisferde korteks yanıtı oluştuğu sonucuna varılmıştır. Nefret yüz ifadesi gama bandı olgu 1 premotor alan, frontal, somatosensoriyel kortekste yüz nakil olgusu rehabilitasyon öncesi kayıtları sol hemisferde iken son rehabilitasyon sonrası analiz sonuçlarına göre sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşması duyu-motor kortekste rehabilitasyon sonrasında iyileşme olduğu sonucuna varılmıştır. Kızgın yüz ifadesi olgu 2 premotor kortekste rehabilitasyon öncesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde erken korteks yanıtı oluştuğu rehabilitasyon sonrasında sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşması rehabilitasyon sonrasında gönüllü gruba benzer şekilde olumsuz duygu durumunda sağ hemisferde korteks yanıtı oluşması premotor kortekste meydana gelen yeniden düzenlenme olduğu sonucuna varılmıştır. Üzgün yüz ifadesi yüz nakil olgusu 2 somatosensoriyel kortekste sol hemisferde erken korteks yanıtı oluşması yeni rehabilitasyon sonrasında sağ hemisferde erken korteks yanıtı oluşurken nefret yüz ifadesi olgu 2 premotor ve somatosensory kortekste rehabilitasyon öncesinde gönüllü grup ortalamasından daha geç sürede, rehabilitasyon sonrasında gönüllü gruptan

daha erken sürede ve sağ hemisferde erken korteks yanıtı olduğu sonucuna varılmıştır. Şaşırma yüz ifadesi olgu 2 frontal elektrot bölgesinde erken korteks yanıtı sol hemisferde oluşurken yeni rehabilitasyon sonrasında gönüllü gruba benzer şekilde sağ hemisferde korteks yanıtının oluşması kortekste iyileşme olduğu sonucuna varılmıştır. Korkma yüz ifadesi olgu 2 rehabilitasyon öncesinde gönüllü gruptan daha geç korteks yanıtı oluşması ve rehabilitasyon sonrasında gönüllü gruptan daha erken sürede somatosensoriyel kortekste meydana gelen değişimin ve iyileşmenin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Duygusal ifadelerin algılanması ve ifadelerin motor kontrolü sırasında frontal lobda bulunan presantral girusda bunun yanı sıra parietal lobda bulunan santral sulkusun arka kısmındaki birincil somatosensoriyel alanda buna ek olarak parietal lobda bulunan somatosansoriyel ilişkilendirme alanında ve parieto-okcipital, oksipital bölgelerde ayrıca temporal lobda nakil grubu ve gönüllü grup ortalaması arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Oksipital lobun görsel bilgilerle ilgili olduğu, temporal lobun algılama, frontal lobun duyguların işlenmesinde, presantral girusun ve motor korteksin duygu ifadelerinin motor kontrolü ile ilgili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu tez çalışması yüz nakil olgularında emosyonel ifadelerin rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrasında kaydedilen EEG sinyallerinin analizi ile duygusal ifadelerdeki değişim sürecini incelemek amacıyla yapılmıştır. Topografik haritalamalar ve zaman frekans analizleri yapılarak elektrot bölgelerindeki farklılıklara ve EEG alt frekans bantlarına bağlı korteks yanıt süreleri karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği ve somatosensoriyel korteks ile sensorimotor kortekste anlamlı farklılıkların yüz ifadelerini algılama ve motor kontrolü ile ilgili olan yapılan ilk çalışmadır. Yüz nakli hastalarında rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası olumlu ve olumsuz yüz ifadelerin korteks yanıtlarının somatosensori ve sensorimotor kortekste fonksiyonel aktivasyon, zaman, frekans ve güç değerlerini karşılaştırılmalı değerlendiren bu çalışma ileride beyin plastisitesi ile ilgili yapılacak olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., Cooper, G., Damasio, A.R., 2000. A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three-dimensional lesion mapping. *J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci.* 20, 2683–2690. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.20-07-02683.2000>
- Adolphs, R., 2002. Neural systems for recognizing emotion. *Curr. Opin. Neurobiol.* 12, 169–177. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(02\)00301-x](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(02)00301-x)
- Adolphs, R., 2003. Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nat. Rev. Neurosci.* 4, 165–178. <https://doi.org/10.1038/nrn1056>
- Aftanas, L.I., Reva, N.V., Savotina, L.N., Makhnev, V.P., 2006. Neurophysiological Correlates of Induced Discrete Emotions in Humans: An Individually Oriented Analysis. *Neurosci. Behav. Physiol.* 36, 119–130. <https://doi.org/10.1007/s11055-005-0170-6>
- Ahern, G.L., Schwartz, G.E., 1979. Differential lateralization for positive versus negative emotion. *Neuropsychologia* 17, 693–698. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(79\)90045-9](https://doi.org/10.1016/0028-3932(79)90045-9)
- Ahern, G.L., Schwartz, G.E., 1985. Differential lateralization for positive and negative emotion in the human brain: EEG spectral analysis. *Neuropsychologia* 23, 745–755. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(85\)90081-8](https://doi.org/10.1016/0028-3932(85)90081-8)
- Alam, D.S., Papay, F., Djohan, R., Bernard, S., Lohman, R., Gordon, C.R., Hendrickson, M., Siemionow, M., 2009. The technical and anatomical aspects of the World's first near-total human face and maxilla transplant. *Arch. Facial Plast. Surg.* 11, 369–377. <https://doi.org/10.1001/archfacial.2009.80>
- Balconi, M., Lucchiari, C., 2006. EEG correlates (event-related desynchronization) of emotional face elaboration: A temporal analysis. *Neurosci. Lett.* 392, 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.09.004>
- Balconi, M., Lucchiari, C., 2008. Consciousness and arousal effects on emotional face processing as revealed by brain oscillations. A gamma band analysis. *Int. J. Psychophysiol. Off. J. Int. Organ. Psychophysiol.* 67, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.10.002>
- Banissy, M.J., Sauter, D.A., Ward, J., Warren, J.E., Walsh, V., Scott, S.K., 2010. Suppressing Sensorimotor Activity Modulates the Discrimination of Auditory Emotions But Not Speaker Identity. *J. Neurosci.* 30, 13552–13557. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0786-10.2010>
- Bradley, M.M., Codispoti, M., Sabatinelli, D., Lang, P.J., 2001. Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emot. Wash. DC* 1, 300–319.
- Caton, R., 1970. The Electric Currents of the Brain. *Am. J. EEG Technol.* 10, 12–14. <https://doi.org/10.1080/00029238.1970.11080764>
- Chowdhury, R.H., Reaz, M.B.I., Ali, M.A.B.M., Bakar, A.A.A., Chellappan, K., Chang, T.G., 2013. Surface Electromyography Signal Processing and Classification Techniques. *Sensors* 13, 12431–12466. <https://doi.org/10.3390/s130912431>

- Delorme, A., Makeig, S., 2004. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J. Neurosci. Methods* 134, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>
- Devauchelle, B., Badet, L., Lengelé, B., Morelon, E., Testelin, S., Michallet, M., D'Hauthuille, C., Dubernard, J.-M., 2006. First human face allograft: early report. *Lancet Lond. Engl.* 368, 203–209. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68935-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68935-6)
- Dubernard, J.-M., et al. Outcomes 18 months after the first human partial face transplantation. *N. Engl. J. Med.* 357, 2451–2460. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa072828>
- Eijlers, E., Smidts, A., Boksem, M.A.S., 2019. Implicit measurement of emotional experience and its dynamics. *PLOS ONE* 14, e0211496. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211496>
- Ekman, P., 1992. An Argument for Basic Emotions. *Cogn. Emot.* 6, 169–200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- Gander, B., et al. Composite tissue allotransplantation of the hand and face: a new frontier in transplant and reconstructive surgery. *Transpl. Int. Off. J. Eur. Soc. Organ Transplant.* 19, 868–880. <https://doi.org/10.1111/j.1432-2277.2006.00371.x>
- Gülbetekin, E., Bayraktar, S., Özkan, Özlenen, Özkan, Ömer, 2017. Subjective Recognition of Emotional Expressions in Face Transplant Patients. *J. NONVERBAL Behav.* 41. <https://doi.org/10.1007/s10919-017-0259-y>
- Güntekin, B., Basar, E., 2007. Emotional face expressions are differentiated with brain oscillations. *Int. J. Psychophysiol., Brain Oscillations:Cutting Edges* 64, 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.07.003>
- Hauk, O., Shtyrov, Y., Pulvermüller, F., 2008. The time course of action and action-word comprehension in the human brain as revealed by neurophysiology. *J. Physiol. Paris* 102, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2008.03.013>
- Haxby, J.V., Hoffman, E.A., Gobbini, M.I., 2000. The distributed human neural system for face perception. *Trends Cogn. Sci.* 4, 223–233. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01482-0](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01482-0)
- Jurcak, V., Tsuzuki, D., Dan, I., 2007. 10/20, 10/10, and 10/5 systems revisited: Their validity as relative head-surface-based positioning systems. *NeuroImage* 34, 1600–1611. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.09.024>
- Kocsis, B., Di Prisco, G.V., Vertes, R.P., 2001. Theta synchronization in the limbic system: the role of Gudden's tegmental nuclei. *Eur. J. Neurosci.* 13, 381–388.
- Kragel, P.A., Labar, K.S., 2016. Somatosensory Representations Link the Perception of Emotional Expressions and Sensory Experience. *eNeuro* 3, ENEURO.0090-15.2016. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0090-15.2016>
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert, B.N., 1998. Emotion, motivation, and anxiety: brain mechanisms and psychophysiology. *Biol. Psychiatry* 44, 1248–1263. [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(98\)00275-3](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(98)00275-3)

- Lanteaume, L., Khalfa, S., Régis, J., Marquis, P., Chauvel, P., Bartolomei, F., 2007. Emotion induction after direct intracerebral stimulations of human amygdala. *Cereb. Cortex* N. Y. N 1991 17, 1307–1313. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl041>
- Lantieri, L., Meningaud, J.-P., Grimbert, P., Bellivier, F., Lefaucheur, J.-P., Ortonne, N., Benjoar, M.-D., Lang, P., Wolkenstein, P., 2008. Repair of the lower and middle parts of the face by composite tissue allotransplantation in a patient with massive plexiform neurofibroma: a 1-year follow-up study. *Lancet Lond. Engl.* 372, 639–645. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61277-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61277-5)
- Lascar, I., Zamfirescu, D., 2012. Update in Plastic Surgery: Facial Transplantation. *Mædica* 7, 97–98.
- LeDoux, J.E., 1996. The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life, The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life. Simon & Schuster, New York, NY, US.
- Luo, Q., Holroyd, T., Jones, M., Hendler, T., Blair, J., 2007. Neural dynamics for facial threat processing as revealed by gamma band synchronization using MEG. *NeuroImage* 34, 839–847. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.09.023>
- Luo, Q., Mitchell, D., Cheng, X., Mondillo, K., Mccaffrey, D., Holroyd, T., Carver, F., Coppola, R., Blair, J., 2009. Visual awareness, emotion, and gamma band synchronization. *Cereb. Cortex* N. Y. N 1991 19, 1896–1904. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn216>
- Masood, N., Farooq, H., 2021. Comparing Neural Correlates of Human Emotions across Multiple Stimulus Presentation Paradigms. *Brain Sci.* 11, 696. <https://doi.org/10.3390/brainsci11060696>
- Miltner, W.H., Braun, C., Arnold, M., Witte, H., Taub, E., 1999. Coherence of gamma-band EEG activity as a basis for associative learning. *Nature* 397, 434–436. <https://doi.org/10.1038/17126>
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi, J.-M., 1996. Wavelet toolbox user's guide. Math Works Ins 2–36.
- Morecraft, R.J., Louie, J.L., Herrick, J.L., Stilwell-Morecraft, K.S., 2001. Cortical innervation of the facial nucleus in the non-human primate: a new interpretation of the effects of stroke and related subtotal brain trauma on the muscles of facial expression. *Brain J. Neurol.* 124, 176–208. <https://doi.org/10.1093/brain/124.1.176>
- Morecraft, R.J., McNeal, D.W., Stilwell-Morecraft, K.S., Gedney, M., Ge, J., Schroeder, C.M., Van Hoesen, G.W., 2007. Amygdala interconnections with the cingulate motor cortex in the rhesus monkey. *J. Comp. Neurol.* 500, 134–165. <https://doi.org/10.1002/cne.21165>
- Motoi, M., Egashira, Y., Nishimura, T., Choi, D., Matsumoto, R., Watanuki, S., 2014. Time window for cognitive activity involved in emotional processing. *J. Physiol. Anthropol.* 33, 21. <https://doi.org/10.1186/1880-6805-33-21>

- Mouri, F.I., Valderrama, C.E., Camorlinga, S.G., 2023. Identifying relevant asymmetry features of EEG for emotion processing. *Front. Psychol.* 14, 1217178. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1217178>
- Müller, M.M., Keil, A., Gruber, T., Elbert, T., 1999. Processing of affective pictures modulates right-hemispheric gamma band EEG activity. *Clin. Neurophysiol. Off. J. Int. Fed. Clin. Neurophysiol.* 110, 1913–1920. [https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(99\)00151-0](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(99)00151-0)
- Murugappan, M., Nagarajan, R., Yaacob, S., 2011. Combining Spatial Filtering and Wavelet Transform for Classifying Human Emotions Using EEG Signals. *J. Med. Biol. Eng.*
- Niedermeyer, E., Silva, F.H.L., 2005. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Oppenheim, A.V., 1999. *Discrete-Time Signal Processing*. Pearson Education.
- Özkan, Ömer, Özkan, Özlenen, Ubur, M., Hadimioğlu, N., Cengiz, M., Afşar, İ., 2018. Face allotransplantation for various types of facial disfigurements: A series of five cases. *Microsurgery* 38, 834–843. <https://doi.org/10.1002/micr.30272>
- Parvizi, J., Jacques, C., Foster, B.L., Witthoft, N., Rangarajan, V., Weiner, K.S., Grill-Spector, K., 2012. Electrical stimulation of human fusiform face-selective regions distorts face perception. *J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci.* 32, 14915–14920. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2609-12.2012>
- Pfurtscheller, G., 2001. Functional brain imaging based on ERD/ERS. *Vision Res.* 41, 1257–1260. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(00\)00235-2](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(00)00235-2)
- Phinyomark, A., Thongpanja, S., Hu, H., Phukpattaranont, P., Limsakul, C., Phinyomark, A., Thongpanja, S., Hu, H., Phukpattaranont, P., Limsakul, C., 2012. The Usefulness of Mean and Median Frequencies in Electromyography Analysis, in: *Computational Intelligence in Electromyography Analysis- A Perspective on Current Applications and Future Challenges*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/50639>
- Piryatinska, A., Woyczynski, W.A., Scher, M.S., Loparo, K.A., 2012. Optimal channel selection for analysis of EEG-sleep patterns of neonates. *Comput. Methods Programs Biomed.* 106, 14–26. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2011.08.002>
- Pitcher, D., Garrido, L., Walsh, V., Duchaine, B.C., 2008. Transcranial magnetic stimulation disrupts the perception and embodiment of facial expressions. *J. Neurosci. Off. J. Soc. Neurosci.* 28, 8929–8933. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1450-08.2008>
- Plutchik, R., 2001. The Nature of Emotions. *Am. Sci.* 89, 344. <https://doi.org/10.1511/2001.4.344>
- Plutchik, R., 2012. Emotions in the practice of psychotherapy: Clinical implications of affect theories. <https://doi.org/10.1037/10366-000>
- Proakis, J., Rader, C.M., Ling, F., Nikias, C.L., 1992. *Advanced Digital Signal Processing*. Macmillan Coll Div, New York, NY.

- Rahn, E., Başar, E., 1993. Prestimulus EEG-activity strongly influences the auditory evoked vertex response: a new method for selective averaging. *Int. J. Neurosci.* 69, 207–220. <https://doi.org/10.3109/00207459309003331>
- Roche, N.A., Blondeel, P.N., Van Lierde, K.M., Vermeersch, H.F., 2015. Facial transplantation: history and update. *Acta Chir. Belg.* 115, 99–103. <https://doi.org/10.1080/00015458.2015.11681077>
- Russell, J.A., 2003. Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychol. Rev.* 110, 145–172. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.110.1.145>
- Sato, W., Kochiyama, T., Yoshikawa, S., Matsumura, M., 2001. Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *Neuroreport* 12, 709–714. <https://doi.org/10.1097/00001756-200103260-00019>
- Sato, W., Kochiyama, T., Uono, S., Matsuda, K., Usui, K., Inoue, Y., Toichi, M., 2011. Rapid amygdala gamma oscillations in response to fearful facial expressions. *Neuropsychologia, The Human Amygdala and Emotional Function* 49, 612–617. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.025>
- Şavklıyıldız, A., et al., 2021. Adaptive analysis of cortical plasticity with fMRI in full face and arm transplants. *Brain Imaging Behav.* 15, 1788–1801. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00374-8>
- Sharbrough, F., Chatrian, G.E., Lesser, R., Luders, H., Nuwer, M., Picton, T., 1991. American Electroencephalographic Society guidelines for standard electrode position nomenclature. *Clin. Neurophysiol.* 8, 200–202.
- Siemionow, M., Gordon, C.R., 2010. Overview of guidelines for establishing a face transplant program: a work in progress. *Am. J. Transplant. Off. J. Am. Soc. Transplant. Am. Soc. Transpl. Surg.* 10, 1290–1296. <https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2010.03096.x>
- Siemionow, M.Z., et al., 2010. First U.S. near-total human face transplantation: a paradigm shift for massive complex injuries. *Plast. Reconstr. Surg.* 125, 111–122. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181c15c4c>
- Siemionow, V., 2011. Functional EEG Assessment of Face Transplantation. pp. 213–223. https://doi.org/10.1007/978-0-85729-253-7_20
- Silberman, E.K., Weingartner, H., 1986. Hemispheric lateralization of functions related to emotion. *Brain Cogn.* 5, 322–353. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(86\)90035-7](https://doi.org/10.1016/0278-2626(86)90035-7)
- Topçu, Ç., Uysal, H., Özkan, Ömer, Özkan, Özlenen, Polat, Ö., Bedeloğlu, M., Akgül, A., Döğer, E.N., Sever, R., Çolak, Ö.H., 2018. Recovery of facial expressions using functional electrical stimulation after full-face transplantation. *J. NeuroEngineering Rehabil.* 15, 15. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0356-0>
- Uysal, H., Özkan, Özlenen, Barçın, E., Şenol, U., Tombak, K., Özkan, Ömer, 2016. Referred facial sensation on the hand after full face transplantation. *Neurology* 86, 836–839. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002409>

- Van der Gaag, C., Minderaa, R.B., Keyzers, C., 2007. Facial expressions: what the mirror neuron system can and cannot tell us. *Soc. Neurosci.* 2, 179–222. <https://doi.org/10.1080/17470910701376878>
- Vuong, A., Zhang, J., Gibson, R., Sager, W., 2015. Application of the two-dimensional continuous wavelet transforms to imaging of the Shatsky Rise plateau using marine seismic data. *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.* 511, 127–146. [https://doi.org/10.1130/2015.2511\(07\)](https://doi.org/10.1130/2015.2511(07))
- Wessman, A.E., 1979. Moods: Their Personal Dynamics and Significance, in: Izard, C.E. (Ed.), *Emotions in Personality and Psychopathology, Emotions, Personality, and Psychotherapy*. Springer US, Boston, MA, pp. 71–102. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2892-6_4
- Winston, J.S., O’Doherty, J., Dolan, R.J., 2003. Common and distinct neural responses during direct and incidental processing of multiple facial emotions. *NeuroImage* 20, 84–97. [https://doi.org/10.1016/s1053-8119\(03\)00303-3](https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00303-3)
- Yang, K., Tong, L., Shu, J., Zhuang, N., Yan, B., Zeng, Y., 2020. High Gamma Band EEG Closely Related to Emotion: Evidence From Functional Network. *Front. Hum. Neurosci.* 14.
- Yiend, J., Mackintosh, B., Savulich, G., 2012. Cognition and emotion, in: *Cognitive Psychology*, 2nd Ed. Oxford University Press, New York, NY, US, pp. 507–545.
- Zhang, J., Chen, M., Zhao, S., Hu, S., Shi, Z., Cao, Y., 2016. ReliefF-Based EEG Sensor Selection Methods for Emotion Recognition. *Sensors* 16, 1558. <https://doi.org/10.3390/s16101558>

ÖZGEÇMİŞ

İnci BİLGE

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2017-2024	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2015-2017	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2011-2015	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Öğretim Görevlisi 2019-Devam Ediyor	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik Bölümü, Burdur
--	--

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Adaptive analysis of cortical plasticity with fMRI in full face and arm transplants
ŞAVKLIYILDIZ A., ÖZKAN Ö., UYSAL H., Senol U., ÖZKAN Ö., Dogan E.A., Barcin

E., BİLGE İ., GÖK K., DÖĞER E.N., et al. BRAIN IMAGING AND BEHAVIOR, cilt.15, sa.4, ss.1788-1801,2021 (SCI-Expanded)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Çolak Ö.H., Döğ  r E.N., Şavklıyıldız A., Gök K.,   zkan   .,   zkan   ., et al., "Yüz Nakil Hastalarında Beyin Plastisitesi Ve Kas Dinamik      mleri Odaklı Fes Tabanlı Yeni Rehabilitasyon Süreç Tasarımı", 54. Ulusal Nöroloji Kongresi, ANTALYA, TÜRKİYE, 1-5 Aralık 2018, ss.1-1

2- Bilge İ.,   zkan   ., Uysal H.,   zkan   ., Apaydın Doğ  n E., Barcın N.E., et al., "Electroencephalography-Based Analysis Of Motor And Sensory Cortex Responses Of Hand Representation Fields", 9th International Biomechanics Congress, ESKİŞEHİR, TÜRKİYE, 18-22 Eyl  l 2018, pp.73-76

3- Şavklıyıldız A., Özkan   ., Uysal H., Şenol A.U., Özkan   ., Apaydın Doğ  n E., et al., "Functional Magnetic Resonance Imaging-Based Analysis Of Represented Hand And Face Areas", 9th International Biomechanics Congress, ESKİŞEHİR, TÜRKİYE, 18-22 Eyl  l 2018, pp.169-174

4- Bilge İ., Şavklıyıldız A., Uysal H., Apaydın Doğ  n E., Şimşek B., Polat   ., et al., "Effects of Wavelet Families and Filter Coefficients on EEG Frequency Spectrum", The Mediterranean International Conference of Pure Applied Mathematics and Related Areas, ANTALYA, TÜRKİYE, 26-29 Ekim 2018, pp.158-158

5- Doger E.N., G  k K., G  ztepe M.B., G  k M., Uysal H., Özkan   ., et al., "Manyetik uyarım ile abductor pollicis brevis kası temsil alanının incelenmesi", 53. Ulusal N  roloji Kongresi, Antalya, 24-30 Kasım 2017, ANTALYA, TÜRKİYE, 24-30 Kasım 2017, ss.32-32

6- Gök K., D  ğ  r E.N., Göztepe M.B., et al., "Tam yüz nakillerinde yüz ve el temsiliinin kortikal haritalaması", 33. Ulusal Klinik Nörofizyoloji EEG-EMG Kongresi, Antalya, 12-16 Nisan 2017, ANTALYA, TÜRKİYE, 12-16 Nisan 2017, ss.72-72

7- Yaman D., Eralp H., Gök K., D  ğ  r E.N., Bilge İ., Polat   .,   olak   . H. Gerçek ve Yapay Yüz İfadelerinin Kalp Hızı Değ  şkenliğı   zerine Etkisi, 16.TıpTehnolojileri Kongresi TIPTEKNO, Antalya, Türkiye, 27 -29 Ekim 2016, ss.14-15