



**EMDR CİHAZININ TASARIMI VE OPTİMUM ÇALIŞMA
PARAMETRELERİNİN SİNYAL İŞLEME TEKNİKLERİ İLE
BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
NEŞE ÖZKAN**

**Danışman
Doç. Dr. Uçman ERGÜN**

**İkinci Danışman
Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN**

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2017

Bu tez çalışması 16.FEN. BİL.40 numaralı proje ile Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EMDR CİHAZININ TASARIMI VE OPTİMUM ÇALIŞMA
PARAMETRELERİNİN SİNYAL İŞLEME TEKNİKLERİ İLE
BELİRLENMESİ**

Neşe ÖZKAN

Danışman

Doç. Dr. Uçman ERGÜN

İkinci Danışman

Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2017

TEZ ONAY SAYFASI

Neşe ÖZKAN tarafından hazırlanan “EMDR Cihazının Tasarımı ve Optimum Çalışma Parametrelerinin Sinyal İşleme Teknikleri İle Belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Doç. Dr., Uçman ERGÜN

İkinci Danışman :Yrd. Doç. Dr., Uğur FİDAN

İmza

Başkan :Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite adı, Fakültesi

Üye :Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite adı, Fakültesi

Üye :Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite adı, Fakültesi

Üye :Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite adı, Fakültesi

Üye :Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversite adı, Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Hüseyin ENGİNAR
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

22/05/2017

İmza
NEŞE ÖZKAN

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**EMDR CİHAZININ TASARIMI VE OPTİMUM ÇALIŞMA PARAMETRELERİNİN
SİNYAL İŞLEME TEKNİKLERİ İLE BELİRLENMESİ**

NEŞE ÖZKAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Uçman ERGÜN
İkinci Danışman: Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

Bu araştırmada, Göz Hareketleri ile Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme (EMDR) tekniğine ait optimum parametrelerin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. EMDR, post travmatik stres bozukluğu (PTSB) olan hastaların tedavisi sırasında psikolog ve psikiyatristler tarafından uygulanan tedavi yöntemlerinden biridir. EMDR tekniğinin uygulanması sırasında uzmanın uygulamasını kolaylaştıracak pasif EMDR tekniği yerine aktif olarak çalışan yardımcı tedavi cihazı geliştirilmiştir. Yardımcı tedavi cihazları geliştirilmiş olsa da bu cihazların hastalar üzerindeki etkileri konusunda literatürdeki çalışmalar yeterli değildir. Bu çalışmada EMDR uygulaması sırasında tedaviye yardımcı aktif EMDR cihazı geliştirilmiş ve denekler üzerindeki etkisi sinyal işleme yöntemleri ile belirlenmiştir. Öncelikle aktif EMDR cihazının etkinliğini belirlemek için deneğin dikkat ve meditasyon seviyeleri ölçülmüştür. Deneğin farklı uyaran gruplarına verdiği tepkiyi belirlemek için farklı zaman dilimlerinde 10 defa tekrar ölçümü alınmıştır. Sonuç olarak gerçekleştirilen aktif EMDR cihazı uygulandığı farklı uyaran grupları ile deneğin odaklanma ve meditasyon durumu kontrollü olarak değiştirilebildiği gözlemlenmiştir. Cihaz gerçekleştirme aşamasından sonra Matlab programı ile İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (HCI) için grafiksel kullanıcı ara yüzü (GUI) hazırlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemin etkinliğini ve görsel/işitsel parametrelerin optimum parametrelerini belirlemek için 10 farklı gönüllüden Neurosky cihazı ile odaklanma ve meditasyon verileri alınmıştır. Elde edilen bulgular görsel uyaranların hareket yönünün bireylerin odaklanma ve

meditasyonunu değiştirdiğini göstermektedir. Bu işlemin sonucunda aktif EMDR yönteminde uygulanan farklı uyaran grupları ile deneğin odaklanma ve meditasyon durumu kontrollü olarak değiştirilebilmektedir. Çalışmanın son aşamasında optimum parametrelere uygun olarak mobil uygulama geliştirilmiştir. Mobil uygulama ile 14 kanallı Emotiv EPOC EEG başlığı kullanılarak kafatası üzerine yerleştirilen 14 farklı noktadan EEG lmleri alınarak kaydedilmiştir. Kayıt altına alınan ölçümler üzerinde işaret işleme teknikleri kullanılarak farklı türdeki uyaranların beyin dalgalarını etkileme durumları incelenmiştir. Uyaranların beynin sağ ve sol yarım küreleri üzerindeki etkisi grafiklerle ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmanın literatürdeki çalışmalardan farkı, EMDR tekniğinde kullanılan farklı uyaran türlerinin beyin dalgaları üzerindeki etkisinin nicel veriler ile belirlenmiş olmasıdır. Elde edilen sonuçlar psikolog ve psikiyatristlerin tedavi sürecinde hastalarını kontrollü olarak yönlendirebileceğini göstermektedir.

2017, xii + 79 sayfa

Anahtar Kelimeler: EMDR, Post Travmatik Stres Bozukluğu, Görsel Uyaran, İşitsel Uyaran, Görsel-İşitsel Uyaran, Tedavi Cihazı, Mobil Uygulama, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi, Dikkat, Meditasyon

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

**EMDR DEVICE DESIGN AND DETERMINATION OF OPTIMUM OPERATION
PARAMETERS WITH SIGNAL PROCESSING TECHNIQUES**

Neşe ÖZKAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biomedical Engineering

Supervisor:Assoc. Prof. Uçman ERGÜN

Co-Supervisor:Asst. Prof. Uğur FİDAN

In this research, the determination of optimal parameters of Eye Movement and Desensitization and Reprocessing (EMDR) technique has been studied. EMDR is one of the treatment modalities applied by psychologists and psychiatrists during the treatment of patients with post traumatic stress disorder (PTSD). During the application of the EMDR technique, an active auxiliary therapy device has been developed instead of the passive EMDR technique, which will facilitate the application of the specialist. Studies in the literature on the effects of these devices on patients are not sufficient, although the therapeutic treatment devices have been developed. In this study, an active EMDR device was developed to assist in the treatment of EMDR and its effect on the subjects was determined by signal processing methods. First, the attention and meditation levels are measured to determine the effectiveness of the active EMDR device. In order to determine the response of the person to different stimulus groups, 10 measurements were taken at different time intervals. As a result, it has been observed that the active EMDR device can be modified to control the focus and meditation status with different stimulus groups applied. After the device realization phase, a graphical user interface (GUI) for Human-Computer Interaction (HCI) is prepared by Matlab program. In order to determine the effectiveness of the system and the optimum parameters of the audiovisual parameters, focus and meditation data were obtained from Neurosky device from 10 different volunteers. Obtained findings show that visual stimuli change the focus and meditation

of individuals who are motivated to move. As a result of this process, different stimulus groups applied in the active EMDR method can be used to control the focus and meditation status. At the last stage of the work, the mobile application was developed in accordance with the optimum parameters. Using the 14-channel Emotiv EPOC EEG title with the mobile application, EEG measurements were recorded from 14 different points placed on the skull. Signaling techniques on recorded measurements were used to investigate the effects of different types of stimuli on brain waves. The effect of stimuli on the left and right hemispheres of the brain is shown in the graphs. The difference between the study and the studies in the literature is that the effect of the different types of stimuli used in the EMDR technique on the brain waves was determined by quantitative data. The results show that psychologists and psychiatrists can lead their patients in a controlled way during the treatment process.

2017, xii + 79 pages

Keywords: EMDR, Post Traumatic Stress Disorder, Visual Stimulate, Audio Stimulate, Optic & Audio Stimulus, Treatment Equipment, Mobile Application, Human-Computer Interaction, Attention, Meditation

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Uçman ERGÜN'e ve çalışmam süresince her konuda, anlayış ve desteğini esirgemeyen, çalışmalarımda değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren ikinci danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN'a, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için gereken altyapı desteğinden dolayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz (16.FEN. BİL.40).

Sevgi ve özverileriyle bugünlere gelmemi sağlayan, hoşgörülerini ile her zaman yanımda olan desteklerini hep hissettiren sevgili anneme, babama ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

NEŞE ÖZKAN

AFYONKARAHİSAR, 2017

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1 Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme.....	3
2.1.1 EMDR Yöntemi Uygulanan Nörolojik ve Psikiyatrik Rahatsızlıklar	4
2.1.2 EMDR Protokolü.....	5
2.2 Beynin Yapısı ve Fonksiyonları	7
2.2.1 Beynin Bölümleri	8
2.2.2 Beyin Lobları.....	9
2.3 Elektroensefalogram	12
2.3.1 EEG Elektrotlarının Bağlantı Şekilleri.....	14
2.3.2 EEG İşaretlerinin Ölçülmesi.....	15
2.4 Uyarılmış Potansiyeller.....	17
2.4.1 Somatik Duysal Uyarılmış Potansiyeller.....	17
2.4.2 Akustik Uyarılmış Potansiyeller.....	17
2.4.3 Görsel Uyarılmış Potansiyeller.....	18
2.4.4 Motor Uyarılmış Potansiyeller	19
2.5 Dikkat ve Meditasyon.....	19
2.6 EEG işaretlerinin Sinyal İşleme Teknikleri ile Analizi	21
2.6.1 Bant geçiren filtreler yardımıyla sürekli frekans analizi	22
2.6.2 Güç Spektral Yoğunluğunun Belirlenmesi.....	23
2.6.3 Hızlı Fourier Dönüşümü ve Normalizasyon.....	25
2.6.4 Bilgisayar destekli beyin elektriksel aktivitesinin haritalanması	27
2.7 Literatür Taraması.....	28
3. MATERYAL ve METOT	34
3.1 Neurosky.....	34
3.2 Emotiv EPOC	35

3.3 Dijital Oyun Tabanlı Öğrenme	36
3.4 Aktif EMDR Cihaz Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi.....	37
3.5 Mobil Cihazlar ve DBGL Tabanlı Mobil Uygulama.....	39
3.6 EEG Bantlarının Sayısal İşaret İşleme Teknikleri ile Analizi	41
4.BULGULAR	43
4.1 Aktif EMDR Cihazı	43
4.2 PC Tabanlı EEG Analiz Yazılımı	44
4.3 Farklı Uyarın Gruplarının Optimum Parametrelerinin Belirlenmesi	45
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	62
6. KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	69



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

μ V	Mikrovolt
nV	Nanovolt
Hz	Hertz
ms	Milisaniye
cm	Santimetre
gr	Gram
s	Saniye

Kısaltmalar

EMDR	Göz Hareketleri ile Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme
PTSB	Post Travmatik Stres Bozukluğu
REM uykusu	Hızlı Göz Hareketli Uyku
EEG	Elektroensefalogram
UP	Uyarılmış Potansiyel
SUP	Somatik Uyarılmış Potansiyel
AUP	Akustik Uyarılmış Potansiyel
VEP	Görsel Uyarılmış Potansiyel
MEP	Motor Uyarılmış Potansiyel
TM	Transandantal Meditasyon
IIR	Sonsuz Darbe Cevabı
FIR	Sonlu Darbe Cevabı
GUI	Grafiksel kullanıcı Ara yüzü
HCI	İnsan-Bilgisayar Etkileşimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 EMDR tedavi prosedürü	5
Şekil 2.2 Beynin bölümleri.....	8
Şekil 2.3 Sağ Frontal lobun görünüşü	10
Şekil 2.4 Parietal lobun görünüşü.....	11
Şekil 2.5 Oksipital lobun görünüşü	11
Şekil 2.6 Temporal lobun görünüşü	12
Şekil 2.7 EEG elektrotlarının bağlanması	15
Şekil 2.8 n kanallı EEG ölçüm sisteminin blok diyagramı	16
Şekil 2.9 Bant Geçiren Filtre devre modeli.....	22
Şekil 2.10 Bant Geçiren Filtre frekans eğrisi	23
Şekil 2.11 FFT algoritmalarında kullanılan örnek bir ayrıştırma sistemi	26
Şekil 2.12 Beyin Haritalanması.....	28
Şekil 3.1 Mindwave EEG Ölçüm Sistemi	34
Şekil 3.2 Emotiv EEG ölçüm sistemi.....	35
Şekil 3.3 DGBL Modeli	36
Şekil 3.4 EMDR cihazına ait donanımsal blok diyagramı	38
Şekil 3.5 EMDR cihazının yazılım algoritması	39
Şekil 3.6 EMDR mobil uygulama	40
Şekil 3.7 Gerçekleştirilen EMDR mobil uygulama yazılımı	41
Şekil 3.8 İşaret işleme komutlarına ait akış diyagramı	42

Şekil 4.1 Gerçekleştirilen Aktif EMDR cihazı.....	43
Şekil 4.2 Gerçekleştirilen Ara yüz yazılımı	44
Şekil 4.3 Farklı Uyaran Gruplarının Odaklanmaya Etkisi	46
Şekil 4.4 Farklı Uyaran Gruplarının Meditasyona Etkisi.....	46
Şekil 4.5 Odaklanma – Meditasyon Dağılımı	47
Şekil 4.6 Odaklanma – Meditasyon Arasındaki Doğrusal Değişim.....	47
Şekil 4.7 Farklı Görsel Uyaran Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi	48
Şekil 4.8 Farklı Görsel Uyaran Tiplerinin Meditasyona Etkisi.....	49
Şekil 4.9 Farklı İşitsel Uyaran Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi	49
Şekil 4.10 Farklı İşitsel Uyaran Tiplerinin Meditasyona Etkisi.....	50
Şekil 4.11 Sağ- Sol Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyaran Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi	51
Şekil 4.12 Sağ- Sol Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyaran Tiplerinin Meditasyona Etkisi	51
Şekil 4.13 Yukarı- Aşağı Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyaran Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi	52
Şekil 4.14 Yukarı - Aşağı Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyaran Tiplerinin Meditasyona Etkisi	53
Şekil 4.15 Tüm uyaran gruplarının Alfa dalgası üzerine etkisi.....	54
Şekil 4.16 Tüm uyaran gruplarının Delta dalgası üzerine etkisi	55
Şekil 4.17 Tüm uyaran gruplarının Teta dalgası üzerine etkisi.....	56
Şekil 4.18 Tüm uyaran gruplarının Beta dalgası üzerine etkisi	57
Şekil 4.19 Tüm uyaran gruplarının Gama dalgası üzerine etkisi	58
Şekil 4.20 1000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım	59
Şekil 4.21 Görsel uyaran olarak sol daire takibinde beyinde meydana gelen ayrışım...	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 EEG dalgalarının kapsadıkları bantlar ve etkinlik gösterdiği alanlar	13
Çizelge 2.2 FIR ve IIR filtre tasarımı yapılırken kullanılan yöntemler	22
Çizelge 4.1 Aktif EMDR Cihazı Çalışma Parametreleri.....	44
Çizelge 4.2 Farklı uyaran grupların beyin dalgaları üzerine etkisi	61



RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 4.1 Deney Düzeneği.....	45
Resim 4.2 Emotiv EPOC EEG cihazıyla alınan ölçüm düzeneği.....	53



1. GİRİŞ

Psikiyatri kliniğine başvuran kişi sayısı modern yaşamın getirdiği olaylara veya beynin nöron aktivitesindeki fonksiyonel bozukluklara bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Psikolog ve psikiyatristler (uzman) post travmatik stres bozukluğu, takıntı, otizm, şizofreni vb. hastalığı olan bireylere çeşitli tedavi yöntemleri uygulamaktadır. Göz hareketleri ile duyarsızlaştırma ve yeniden işleme (EMDR) tekniği, bu yöntemlerden sadece biri olup uzmanlar tarafından travma geçirmiş hastalara uygulanan bir yöntemdir. EMDR tekniğinin ortaya çıkışı Francine Shapiro'nun kişisel deneyimine dayanmaktadır. Dr. Shapiro bir gün kendisini rahatsız eden düşüncelerin yok olduğunu ve rahatsız eden düşüncelerin sonradan hatırlandığında ise eskisi kadar rahatsız edici olmadığını farkına varmıştır. Rahatsız eden düşünceleri ortadan kaldırmak için bilinçli bir çaba harcamadığını fark etmiştir. Bu deneyimi irdelediğinde olumsuz düşüncelerin ortadan kalkmasında göz hareketlerinin (sağ, sol, yukarı ve aşağı) etkili olduğunu düşünmüştür. Sonrasında sağ, sol, yukarı ve aşağı göz hareketlerini yaparak rahatsız edici düşüncelerden kurtulmayı kendisinde ve çevresinde uygulamış ve sonuçlarının olumlu olduğunu tespit etmiştir. Bazı insanların göz kaslarının yapısı ya da farklı nedenlerle gözlerini sistematik hareket ettirmekte zorluk çekmesinden dolayı Shapiro göz hareketlerini kolaylaştırmak için parmak takibi yöntemini ortaya koyarak EMDR yönteminin temelini atmıştır (Shapiro 2001).

EMDR yöntemine ait literatürdeki çalışmalara bakıldığında EMDR yöntemi, klinikte kullanılan bir yöntem olup yöntemin başarılı olduğu klinik çalışmalarla ve yapılan istatistiksel analizlerle ortaya konulmuştur. Ancak tedavi sırasında EMDR cihazının kullanımı yok denecek kadar azdır. Günümüzde çeşitli uyaranlar ve paradigmalara EMDR yöntemi uygulanmaktadır. Yöntem başarılı olsa dahi cihaz kullanım noktasında ne kadar frekans değerinde sesli uyaran verilmesi gerektiği ya da ne kadar sıklıkta ve ne şekilde göz hareketlerinin yapılması gerektiği ile ilgili herhangi bir optimum değer ortaya konulmamıştır.

Bu çalışmanın amacı EMDR tekniğinin uygulanması sırasında uzmanın uygulamasını kolaylaştıracak pasif EMDR tekniği yerine aktif olarak çalışan yardımcı tedavi cihazı geliştirmektir. Uzman gözetiminde kullanılacak aktif EMDR cihazı ile eş zamanlı görsel,

işitsel ve duyuşal uyarılar vererek kişilerdeki travmatik durumun ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Gerçekleştirilecek olan aktif EMDR cihazı post travmatik stres bozukluğu yaşayan hastalara uzmanın önerdiği periyotlarda ve zamanlarda non-invaziv olarak uygulanabilecektir. Bu çalışmada, kişilere farklı sıklık ve frekanslarda uyarılar verilerek kişilerin EEG verileri alınacak ve bu veriler üzerinden sinyal işleme teknikleri uygulanarak optimum değerlerin bulunması sağlanacaktır. Ayrıca post travmatik stres bozukluğu yaşayan kişilerin evde ve sosyal hayatta da tedaviye devam etmesini sağlamak için aktif EMDR cihazının mobil uygulama ile birleştirilmesi planlanmaktadır. Sonuç olarak, EMDR cihazının ve yöntemin optimum değerlerini belirlemek ve hastaların klinik dışında da tedaviye devam etmesini sağlamak için bir mobil uygulama geliştirmek çalışmanın toplumsal katkı kısmını oluşturmaktadır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme

İnsanların sahip olduğu duygu, düşünce ve bedensel hisler yaşandığı haliyle depolanırlar. Yaşanan birtakım durumlar izole kalan anıları aktif hale geçirdiğinde kişi olumsuz hatırladığı anısının bir kısmını ya da tamamını tekrar yaşıyor gibi bu durumdan etkilenir. EMDR tekniğine göre işlev bozucu, uyum bozucu, işlenmemiş ve izole bir şekilde saklanan anılar altında yatan olumsuz duygu, düşünce, davranış ve kişilik özelliklerinin olmasıdır. Olumsuz düşünce ve duygulara neden olan işlenmemiş anılar şimdiki zaman içerisindeki olaylar tarafından tetiklenerek tekrar aktif hale gelmektedir. Başta çocukluk çağı olmak üzere her yaşta yaşanan travmatik olaylar; günlük hayatta aile, okul, iş çevresinde yaşanan olumsuz olaylar, şiddet, aşağılanmalar ve ihmal gibi durumların yanı sıra doğal afetler, büyük kazalar, savaş, taciz, tecavüz gibi önemli travmatik durumlar işlenmemiş anılar arasında yer alabilirler. EMDR, bu tür izole anıların işlenmesini sağlayan fizyolojik temelli bir terapi yöntemidir. Bilginin adaptif bir şekilde depolanması için EMDR yöntemi depolanan anı ile diğer anı ağları arasında ilişki kurulmasını sağlar. EMDR terapisi ile sadece mevcut semptomların ortadan kalkması sağlanmış olmaz aynı zamanda kişiye kazandırdığı olumlu hisler ve pozitif düşünceler ile kişinin kendisine, sosyal ilişkilerine, dünyaya bakışını da olumlu yönde değiştirip kişisel gelişiminin artırılmasına destek verilir.

Adaptif bilgi işleme modeli EMDR teorisinin altyapısını oluşturur. Adaptif bilgi işleme modelinde beyin her yeni tecrübe aracılığı ile kendisine ulaşan bilgiyi işler ve zihin kullanımı için uygun hale getirir. Deneyimle öğrenmenin gerçekleşmesi için duygu, düşünce, duyum, imge, ses ve koku gibi dış çevreden alınan bilgiler işlenip bu duygularla ilişkili anı ağlarına bağlanarak bütünleşmesi gerekmektedir. Deneyimle edinilen bilgilerin adaptif bir mekanizma olarak kabul edilebilmesi için ruh sağlığını ve insan gelişimini öğrenme yoluyla desteklemesi gerekmektedir. Ancak travmatik olaylar yaşandığında bu sistem bozulmaktadır. Sistemin bozulması durumunda akıl sağlığına uygun sonuçlar çıkarılmamakla birlikte deneyimin hangi anlama geldiğini belirlemek için anı ağlarındaki işlevsel bilgilerle bağlantı kurulamaz.

Ülkemizde EMDR yöntemine ilişkin faaliyet gösteren bir dernek bulunmaktadır. Dernek faaliyetleri kapsamında ülkemizde yaşanan travma olaylarında kişilere psikolojik destek verilmektedir. Derneğin faaliyetlerinden bazıları şöyledir: Ağustos 1999'da Marmara depremi sonrasında, Mayıs 2001'de Hatay'daki sel felaketinden etkilenen mağdurlara psikolojik destek verilmesinde, Şubat 2002'de Afyon depremi sonrasında, 2014 yılında Soma'da meydana gelen maden faciası sonrasında bölge halkına destek vermiş olmakla birlikte son yıllarda da Suriyeli mülteciler üzerinde psikolojik destek vermektedir (İnt. Kyn. 1).

2.1.1 EMDR Yöntemi Uygulanan Nörolojik ve Psikiyatrik Rahatsızlıklar

EMDR yöntemi uzman psikolog ve psikiyatri hekimleri tarafından kişinin rahatsızlık durumuna göre belirli seanslarda kliniklerde uygulanmaktadır. Post travmatik stres bozukluğu yaşayan kişilerde, anksiyete, fobisi olan kişilerde ve psikolojik travma (tecavüz, cinsel istismar, doğal afetler, kaza vs.) geçirmiş olan bireylerde EMDR tedavi yöntemi kullanılmaktadır. Bunların dışında somatoform hastalıklarında, yeme bozukluğu ve kronikleşmiş ağrılarda da EMDR yöntemi kullanılmaktadır. EMDR yöntemi ile tedavi edilen başlıca hastalıklar;

Post Travmatik Stres Bozukluğu (PTSB): PTSB genellikle tanı ve tedavisi zor olan bir anksiyete bozukluğudur. Yapılan çalışmalarda EMDR yönetiminin PTSB olan kişilerde az sayıda yapılan seans sonrasında kişinin PTSB durumunda %77-90 arasında azalma olduğu görülmüştür (Kavakçı ve Kuğu 2010).

Somatoform Hastalık: Vücudun görsel olarak bozukluklarından negatif yönde etkilenen bireyler, ciddi plastik ameliyatlar sonrasında psikolojik olarak kişide ortaya çıkan semptomlar somatoform hastalık gruplarına girerler. Bu hastalık grubundaki kişilere EMDR tedavisi uygulanarak kişilerdeki bu durumun ortadan kalkması sağlanmış olur. Bu kişilerde öncelikle zihinlerindeki hastalıklı kötü görüntü ortadan kaldırılır.-(Dziegielewski and Wolfe 2000).

2.1.2 EMDR Protokolü

EMDR, fizyolojik temelli anıların işlenmesini sağlayan bir terapi yöntemidir. Saklı kalan anılar ile diğer anı ağları arasındaki ilişkinin kurulması sağlanarak bilginin etkin ve doğru bir şekilde depolanması mümkün olur. EMDR yöntemi uygulanan kişiler artık olumsuz anılarından rahatsızlık duymazlar ve sağlıklı bir perspektiften görürler. Kişinin dünyaya bakışını olumlu yönde değiştirip yeni bakış açısı kazanması sağlanarak pozitif düşünceler ve olumlu duygular ile kişinin kendisine, sosyal ilişkilerine katkıda bulunur. Danışan geçmiş, hazırlanması, değerlendirilmesi ve duyarsızlaştırma işlem basamaklarından oluşan EMDR tedavi prosedürü Şekil 2.1’de görülmektedir (İnt. Kyn. 1).



Şekil 2.1 EMDR tedavi prosedürü.

Beyin, REM uykusu (Hızlı Göz Hareketli Uyku) sırasında yaşantılardan gelen bilgiyi işler. Danışanın yöntem sırasında aklından geçenlere ve göz hareketlerine aynı anda dikkatini vermesinin, beynin sağ ve sol yarım küresini ilişkiye geçirdiği düşünülmektedir. Bu yaklaşıma dayanarak tedavi sırasında danışan terapistin sağ ve sol yönleri doğru hareket ettirdiği parmağını gözleriyle takip eder. Aynı zamanda tedavi sırasında çift yönlü işitsel uyarım ve çift yönlü dokunma gibi farklı uyarım durumlarından da yararlanılmaktadır. Terapist her seanstan sonra, danışana zihninden geçenleri sorarak tedaviyi kontrol eder ve bu süreçte danışana rehberlik eder. Bugün rahatsızlık veren

semptomların kaybolması için yakın zamanda, geçmişte ve işlenmemiş anı veya anıların işlenmesinin tamamlanması gerekmektedir.

Protokolün geçmiş ve bugün aşamaları tamamlandıktan sonra gelecek aşamasına geçilir. Terapist danışandan işlevsel olmayan tepkileri harekete geçiren olumsuz anılarını tetikleyici durum için istenilen davranışları belirtmesini ister. Terapist ve danışan istenilen davranışların gözlenmesi için bazı senaryolar hazırlar. Danışan bu senaryoları adım adım hayalinde yaşar ve rahatsızlık veren noktalarla karşılaştığında bu durum tekrar işlenir. Gerekli durumlarda danışana yeni bilgi ve beceriler kazandırılır. Bu sayede danışanlar olumsuz düşüncelerle ilgili sorun yaşadıkları durumlarla baş etmeye hazır hale gelirler.

EMDR terapisinde üç yönlü (geçmiş, şimdi, gelecek) ve 8 aşamalı bir protokol uygulanır. Terapide hedef kişinin geçmişte yaşadığı olumsuz anıların yeniden işlenerek duyarsızlaşmanın sağlanması, kişinin ilerleyen zamanlarda karşılaşacağı benzer sorunlar karşısında olumlu düşünce ve duyguların geliştirdiği yeni bakış açısının yönlendirdiği davranışları gösterebilmesini sağlamaktır (Shapiro 2001).

Bireyin Geçmişi: Tedavi planı oluşturulurken semptomlar ve sorunların kaynağı olan anılar, gelecekle ilgili hedefler belirlenir.

Hazırlık: Birey EMDR hakkında bilgilendirilir ve işlemeye uygun hale getirilir.

Değerlendirme: Terapist, bireyin hedef anıyı temsil eden durumu ve mevcut durumla ilgili bugünkü olumsuz duygularını, düşüncelerini ve bedenindeki hislerini belirlenmesini sağlayarak arzuladığı pozitif inanca ulaşmasına yardımcı olur.

Duyarsızlaştırma: Bu aşamada bireyin negatif inancını düşünmesi, negatif duygularını yaşaması ve anıyı temsil etmek üzere seçtiği uyarana odaklanması sağlanır. Tüm bunların bedeninde yarattığı değişimi hissetmesi ile yönleme başlanır. Ardından bireyin zihni rahat bırakılarak nereye doğru gittiğini kontrol etmeden zihninden geçen her şeyin farkına varması sağlanır.

Yerleştirme: Bireyin pozitif düşünce duygusunu geliştirmek amacıyla setler uygulanır.

Beden Tarama: Bireyin bedenini taraması ve rahatsızlık veren bir duygu ya da düşünce varsa işlenmesi sağlanır.

Kapanış: Terapist bireye seanstan sonra neler olabileceğini anlatarak geri bildirimde bulunur, gerektiğinde rahatlatacak bazı teknikleri uygular. Psikolojik tepkileri hakkında kısa notlar almasını ister.

Yeniden Değerlendirme: Terapist bir önceki seansta ulaşılmış pozitif sonuçların yerleşip yerleşmediğini kontrol ederek seansın değerlendirilmesi yapılır. Ayrıca bireyden gelen yeni verileri değerlendirir. Bunlar sonucunda tedavi süreci devam eder veya diğer anılarla çalışılmaya başlanır.

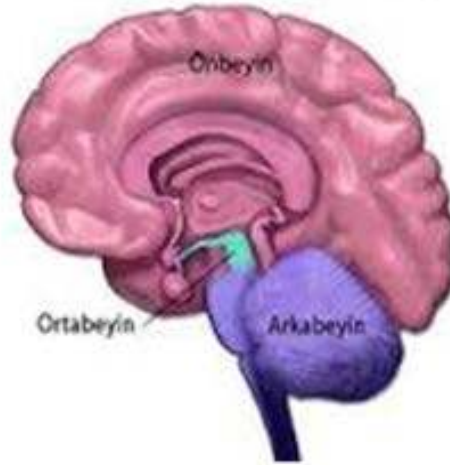
Bugün rahatsızlık veren semptomların kaybolması için işlenmemiş, geçmiş ve yakın zaman anı veya anıların işlenmesinin tamamlanması gerekir. Yine de her bir semptom tekrar taranır ve gerekirse tekrar işlenir. Böylece EMDR protokolün geçmiş ve bugün aşamaları tamamlanır ve gelecek aşamasına geçilir. Terapist, danışandan işlevsel olmayan tepkileri harekete geçiren her bir güncel tetikleyici durum için arzu ettiği davranışları belirtmesini ister. Terapist ve danışan istenilen davranışların uygulandığı senaryolar hazırlar. Danışan bu senaryoları adım adım hayalinde yaşar ve rahatsızlık veren noktalarla karşılaşılırsa işlenir. Gerekirse danışana yeni bilgi ve beceriler kazandırılarak daha önce sorun yaşadıkları durumlarla baş etmeye hazır hale gelmeleri sağlanır (Shapiro and Maxfield 2007).

2.2 Beynin Yapısı ve Fonksiyonları

Kafatası içinde bulunan beynin ortalama ağırlığı erkeklerde 1200 gr – 1350 gr, kadınlarda ise 1000 gr – 1250 gr olup yüzey alanı ortalama 2000 cm² – 2100 cm² olan bir organdır. İnsan beyni omurilik ve kraniyel sinirler ile merkezi sinir sistemini kontrol ederek çevresel sinir sistemini yönetir. Düşünce, mantık ve soyut kavramlar bilinçli olarak beyin tarafından yapılırken nabız, soluk alıp verme ve dolaşım gibi istemsiz eylemler, otonom sinir sistemi yoluyla gerçekleştirilir (İnt. Kyn. 2).

2.2.1 Beynin Bölümleri

Beyin Şekil 2.2’de görüldüğü gibi ön, orta ve arka olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. İnsan beyninin en büyük kısmını ön beyin oluşturmaktadır. Ön beyinde talamus, hipotalamus, serebrum ve limbik sistem bulunmaktadır. Talamusun temel görevi duyu organlarından gelen sinir hücrelerini beyin kabuğu ile olan iletişimini oluşturmaktır. Talamus, içerisinde görme ile ilgili bilgiler bulunduran nöronları toplayarak görmeyle ilgili olan bölüme aktarır. Hipotalamus ise talamus ile hipofiz bezinin ortasında bulunmaktadır. Hipotalamus heyecan ve arzu oluşumu kontrolü, yemek yeme ve yaşam ile ilgili istekler bu merkezde kontrol edilir. Limbik sistem ise ön beyin ile beyin sapının yukarı bölgesinde bulunan bir sinir hücresi ağıdır ve daha çok fiziksel hareketlerimizin kontrolünü sağlamaktadır. Limbik sistemde meydana gelmiş bir deformasyon sonrasında kişinin dikkat problemi veya olaylara nasıl tepki vereceğini bilememe gibi durumlar görülebilir. Bu yüzden limbik sisteminin bellek ile olan ilişkisi oldukça önemlidir ve dikkat edilmesi gerekir. İnsanların düşünerek, isteyerek yaptıkları bütün işlerin merkezleri büyük beyinde bulunurken, beyin yarım küreleri zekâ, hafıza, duyarlılık gibi çevreyle ilişkileri düzenleyen bütün ruhsal olayların merkezi görevini üstlenir.



Şekil 2.2 Beynin bölümleri (İnt. Kyn. 3).

Orta beyin bölgesinde bireylerin görme ve işitme durumlarını gerçekleştirebilmesini sağlayan nöronlar yer almaktadır. Beyin sapı ön, arka ve orta beyin iletişimini gerçekleştiren ve birbirlerinden kopmamasını sağlayan kısım olarak bu bölümde yer alır.

Bu bölgede bulunan sinir hücrelerinin temel görevi ise refleks adını verdiğimiz düşüncelerin dışında bağımsız olarak gelişen bazı hareketlerin meydana gelmesini sağlamaktır. Orta beyin, ponsun (varol köprüsü) üzerinde, beyincik ve ara beyin arasında kalan miyelinli sinir liflerinden oluşan bölgedir. Aynı zamanda beyincik, pons, omurilik soğanı ve omurilikle bağlantı kuran sinirlerin geçtiği yer olarak görev alır.

Orta beyin üst kısmında optik lop kısmı bulunmaktadır. Bu lobların içerisinde görme ve işitme refleks merkezleri yer alır. Fazla ya da az ışıktaki göz bebeklerinin büyüüp küçülmesi, herhangi bir sesteki köpeğin kulaklarının dikleşmesi bu kısımda yer alan refleks merkezleri ile sağlanır. Ayrıca orta beyinde kas tonusunu ve vücudun duruşunu düzenleyen merkezler de bulunur.

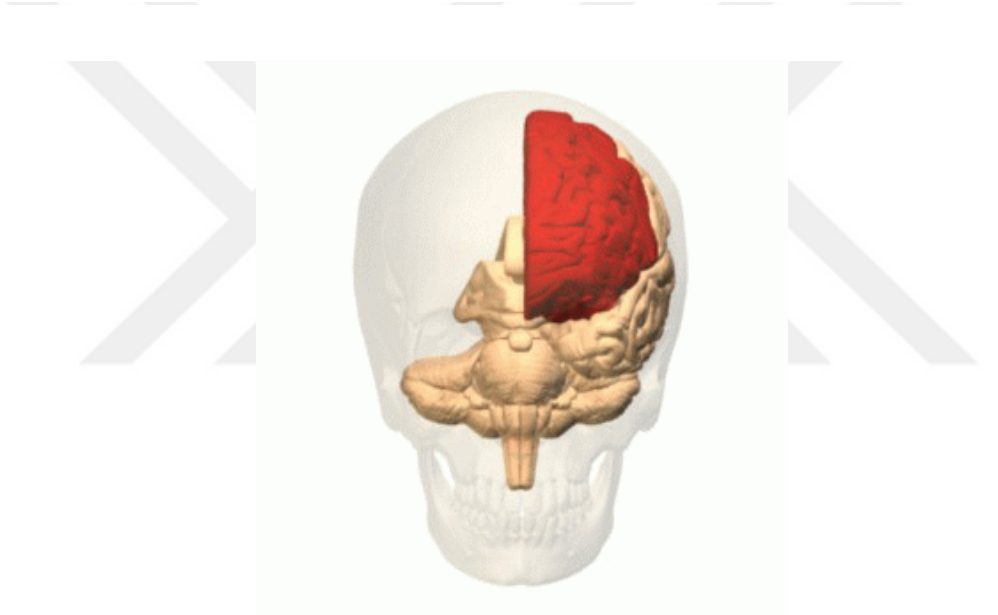
Arka beyin omurilik soğanı, beyincik ve varol köprüsünden oluşmaktadır. Omurilik soğanının temel görevi otonom sinir sistemini kontrol etmesidir. Otonom sinir sistemi kişinin kendi elinde olmayan ve kendiliğinden gerçekleşen bazı olaylardır. Örneğin, kalp atış hızı, kan basıncı seviyesi veya nefes alıp verme durumlarının her biri otonom sinir sistemi sayesinde gerçekleşmektedir. Tıp dilindeki ismi serebellum olan beyincik ise beyin ilk oluşum evrelerinde meydana gelmeye başlar. Beyinciğin temel görevi ise vücudumuzdaki bütün kas gruplarının kontrolünü sağlamak ve bu kasların hareketlerini birbiriyle uyumlu bir şekilde koordine ederek akıcı bir şekilde işleyişini sağlamaktır. Bu bölgeye dışarıdan gelebilecek herhangi bir darbe veya beyin içerisinde oluşan bir deformasyon kişinin yürüyüşünü, ayakta durabilmesini ve dengesini sağlamasını güçleştirmektedir.

2.2.2 Beyin Lobları

Beyin frontal, parietal, oksipital ve temporal lob olmak üzere dört ana bölüme ayrılmaktadır. Bu lobların işlev ve fonksiyonları;

Frontal Lob: Şekil 2.3’de sağ frontal lobun görünüşü bulunmaktadır. İnsan beyininde bu kısım tüm alanın 1/3’ünü oluşturur. Frontal lobun ön kısmı kişilik oluşumunda ve algılamada görev alır. Frontal lobun arka kısmı ise kas gruplarının hareket işlevlerinin gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Frontal lobun fonksiyonları;

- Dikkatin sürdürülebilmesi
- Motor işlevleri
- Dürtülerin kontrol edilmesi
- Kişinin öz eleştiri yapabilmesi
- Problem çözebilme yeteneği
- İleriye yönelik düşünebilme
- Deneyim kazanma ve hatalardan ders çıkarma
- Duyguları tanımlama ve yaşama
- Hafıza
- Planlama

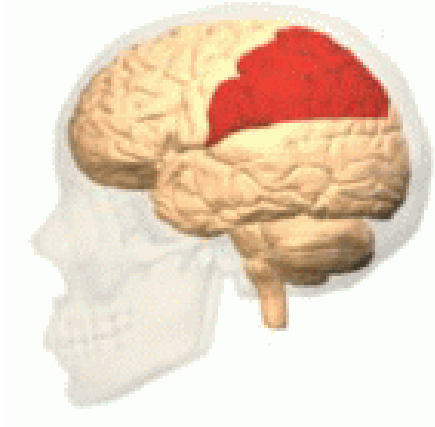


Şekil 2.3 Sağ Frontal lobun görünüşü (İnt. Kyn. 4).

Parietal Lob: Bu kısım duyu organlarından gelen bilgileri işlemeyi ve birleştirmeyi sağlayan kısımdır. Mekânsal görüş işlemlerinde ve nesnelerin kullanılmasında parietal lobun bazı bölümleri rol alır. Şekil 2.4’de Parietal lobun görünüşü verilmektedir. Parietal lobun fonksiyonları;

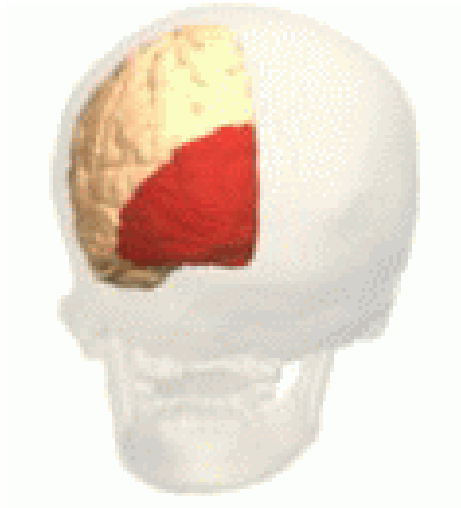
- Algılama
- Bilgi işlenmesi
- Acı ve dokunma hissi

- Konuşma
- Mekânsal yön belirleme
- Görsel algılama



Şekil 2.4 Parietal lobun görünüşü (İnt. Kyn. 5).

Oksipital Lob: Beynin bu lobu görsel uyaranları yorumlamadan sorumlu anatomik bölge olarak görsel korteksin çoğunluğunu içermektedir. Retinadan gelen görsel iletileri bu kısımda karşılanarak renk ayrımı ve görsel algılama gerçekleşir. Şekil 2.5’de Oksipital lobun görünüşü verilmektedir.



Şekil 2.5 Oksipital lobun görünüşü (İnt. Kyn. 6).

Temporal Lob: Beynin yan kısımlarında bulunan bu lob konuşma, hafıza ve işitmeyle ilgili birçok görevi içerir. Şekil 2.6’da Temporal lobun görünüşü verilmektedir. Temporal lobun fonksiyonları;

- Hafıza
- Konuşma
- Duysal tepki
- Görsel algılama
- Duysal girdilerin organize edilmesi
- İşitsel algılama
- Dil ve konuşma işlevi



Şekil 2.6 Temporal lobun görünüşü.

2.3 Elektroensefalogram

Beynin sinirsel iletimi sonucu meydana gelen biyoelektriksel işaretlere elektroensefalogram (EEG) adı verilir. İnsan kafatasına yerleştirilen elektrotlar ile ölçülen EEG potansiyelleri kafatasının altındaki serebral korteksin oldukça geniş bir bölgesinden gelen potansiyellerin toplamından oluşur. Beyindeki elektriksel faaliyetlerin varlığı ilk olarak 1875 yılında Caton tarafından ortaya konulmuştur. Caton hayvanlar üzerinde yaptığı deneyler sonucunda EEG işaretlerinin varlığını ispat etmiştir. 1929 yılında Alman bilim adamı Hans Berger tarafından beyin üzerine yerleştirilen elektrotlar ve

galvanometre ile EEG işaretlerini insandan almıştır. 1930 yılında Berger gözün açılıp kapanmasıyla beyinde görülen bu dalgaların değiştiğini gözlemlemiştir. Fakat Berger'in o yıllarda kullandığı elektroların çok büyük olması sebebi ile ölçülen EEG işaretleri beynin topografik yapısı hakkında bilgi vermemektedir. İngiliz bilim adamı Gray Walter 1936 yılında beynin yüzeyine yerleştirilen çok sayıda küçük elektrot ile beyinde bulunan bir tümör etrafındaki elektriksel ölçümü gerçekleştirmiştir. Gray Walter deneklerine birkaç zihinsel görev vererek bu zihinsel aktiviteler esnasındaki farklı zamanlarda beyin dalgaları ölçümelerini almıştır. İkinci dünya savaşından sonra elektronikteki gelişmeler ve bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte beyin üzerindeki işaretlerin varlığı daha net ortaya konulmuştur.

Genliği 1 μ V-100 μ V ve frekans bandı ise 0,5 Hz -100 Hz arasında değişen EEG işaretlerinin genlik, faz ve frekansları sürekli değişir. EEG işaretleri arasındaki faz ilişkileri beynin elektriksel aktivitesi ile ilgili anlamlı bilgiler taşır. EEG dalgaları incelenirken barındırdıkları frekans bantlarına (alfa, beta, gama, teta ve delta) göre sınıflandırılır. EEG işaretlerinin frekans bantları ve etkinlik gösterdiği alanlar Çizelge 2.1'de verilmiştir (Yazgan ve Korürek 1996).

Çizelge 2.1 EEG dalgalarının kapsadıkları bantlar ve etkinlik gösterdiği alanlar.

Tür	Frekans (Hz)	Etkinlik Gösterdiği Alan
Delta (δ)	0,5-3,5	Yetişkinlerde uyku modunda oluşur
Teta (θ)	4-7	Yetişkinlerde tembellik etme durumlarında oluşur
Alfa (α)	8-12	Gözler kapalı ve rahat durumda oluşur
Beta (β)	12-38	Etkin konsantrasyon durumunda
Beta Orta (β)	15-21	Etkin konsantrasyon durumunda, normal konsantrasyon durumunda
Beta Yüksek (β)	21-38	Stres, Anksiyete
Gama (γ)	34-100+	Belirli Motor Beyin işlevlerinde oluşur

Delta Dalgaları: 4 Hz'den daha düşük EEG dalgası olup derin uyku durumu ve bazı anormal süreçlerdeki "sempati hali" bilinçaltı düşünceyi yansıtır. Uykunun 3. ve 4. evrelerinde 1 yaşa kadar olan bebeklerde dominant halde görülür.

Teta Dalgaları: Yaratıcılık, derin meditasyon ve bilinç dışı materyal ile ilgili olup frekansları 4 Hz ile 7 Hz arasında değişir.

Alfa Dalgaları: 8-12 Hz arasındaki beyin dalgalarıdır. Uyku durumunda görülmeyen Alfa dalgaları genellikle uyanık, normal ve sakin kimselerde görülür. Uyanık kişi dikkatini özel faaliyetlere yöneltirse alfa dalgaları yerine daha yüksek frekanslı fakat düşük genlikli EEG işaretleri (beta dalgaları) meydana gelir. Beynin her bir bölgesi karakteristik alfa ritmine sahiptir ama en büyük genlikleri beyin karteksinin oksipital ve paryetal bölgelerinden kaydedilir.

Beta Dalgaları: 12 Hz ve üstü frekans aralığında görülen bu dalga formu eş zamanlı olmayan aktif beyin dokusunu yansıtır. Beta dalgaları kortikal hasarda kaybolabilir ya da azalabilir. Simetrik dağılımda önde fazla olmakla birlikte genellikle her iki tarafta görülür. Beta-1 (β_1) ve Beta-2 (β_2) olarak ikiye ayrılırlar. Beta dalgalarında alfa dalgalarında olduğu gibi zihinsel aktivitenin artması ile kaybolurlar ve yerlerine düşük genlikli asenkron işaretler oluşur.

Gama Dalgaları: Gama dalgaları bazı araştırmacılar tarafından kullanılmakta iken bazı araştırmacılar da beta II dalgasının yerine bu dalga şeklini kullanmaktadır. Bu dalga şekli 2 μV 'dan genlikleri küçük olmakla birlikte uyku karakteristiğinin belirlenmesinde rol oynar.

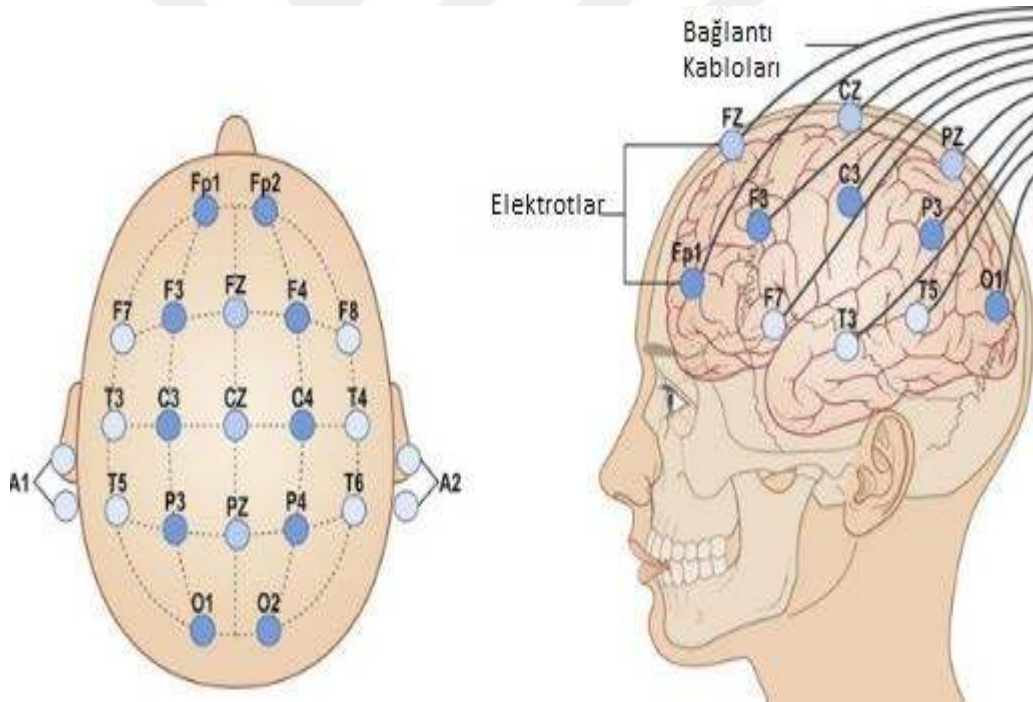
2.3.1 EEG Elektrotlarının Bağlantı Şekilleri

EEG elektrotlarının ölçüm yüzeyine yerleştirilmesinde uluslararası kabul edilen 10-20 elektrot yerleşim sistemi kullanılmaktadır. 10-20 sistemi ile elektrotları yerleştirmek tüm saçlı derinin aynı şekilde kaplanmasını sağlar. Bu sistem kafatası üzerinde işaret noktaları arasındaki uzaklıkları kullanır. Toplam uzunluğun %10 veya %20'sini oluşturan bir çizgi sistemidir. 10-20 sisteminin yinelenen bir elektrot yerleştirmesi sağlaması, değişik laboratuvarlarda kaydedilen EEG'lerin karşılaştırılmasına olanak verir.

Erişkinlerde kullanılan standart elektrot seti 21 kayıt elektrotundan ve bir toprak elektrotundan oluşur. Kayıt elektrotları bir harf ve bir satır altı harfi veya rakam ile

gösterilir. Harf, elektrotun altındaki bölgenin kısaltmasıdır: prefrontal ve frontopolar (fp), frontal (F), santral (C), parietal (P), oksipital (O) ve auriküler (A). Şekil 2.7’de elektrot bağlantı yerleri gösterilmektedir. Tek sayılar sol taraftaki elektrotları, çift sayılar sağ taraftaki elektrotları işaret eder. Kayıt elektrotunun yerini kesin olarak belirlemek için kesin ölçümler gereklidir. Elektrot yerlerini işaretlemek için yağlı bir kalem kullanılır ve bunları belirlemek için ara ölçümler gerekir. Ölçümler, kafatasının 3 kemik işareti noktasına dayanır:

- İnion: Orta noktadaki kemik çıkıntı
- Nasion: Alnın altında yer alan burun köprüsü
- Preauriküler nokta: Kulak kanalı önünde yer alan çukurluk.

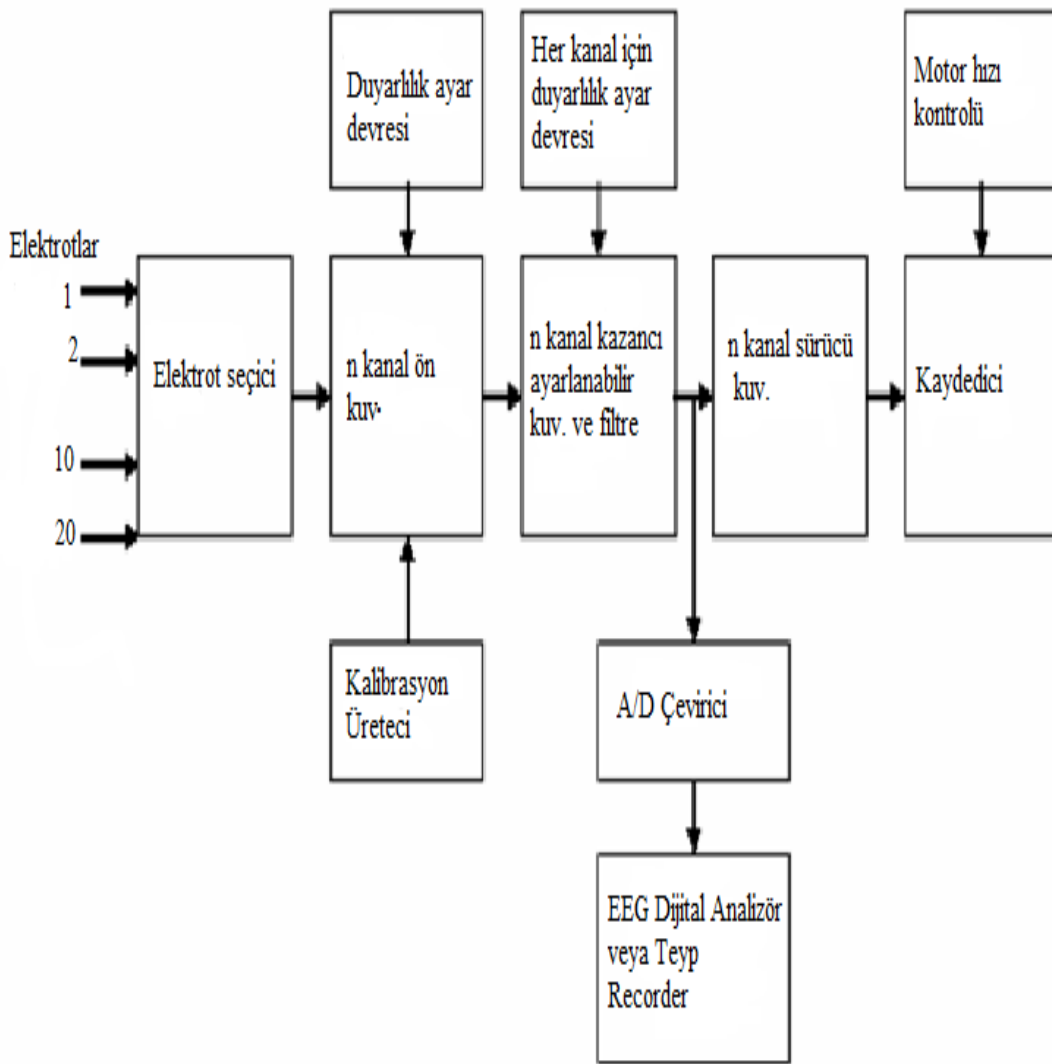


Şekil 2.7 EEG elektrotlarının bağlanması (İnt. Kyn. 7).

2.3.2 EEG İşaretlerinin Ölçülmesi

Şekil 2.8’de EEG ölçüm sisteminin blok diyagramı verilmiştir. Kafatası üzerine belirlenen yerlere konulan 20 elektrot, elektrot seçici üniteyle n adet diferansiyel

kuvvetlendiriciden oluşan ön kuvvetlendirici ünitesi girişine uygulanır. EEG işaretlerinin genlikleri $1 \mu\text{V}$ - $100 \mu\text{V}$ olduğundan ön kuvvetlendirici olarak diferansiyel kuvvetlendirici kullanmak gerekir. Bu kuvvetlendiriciler kazançları yüksek, gürültüleri düşük, ortak modda ki işareti bastırma oranları (CMRR) yüksek ve DC kaymaları da düşük olmalıdır. Ön kuvvetlendirici çıkışları n kanallı yazıcı ünitesi girişine kuvvetlendiriciler üzerinden uygulanmıştır. EEG çıkışları bir analog dijital çevirici tarafından kaydedilmek üzere dijital analizöre verilir (Yazgan ve Korürek 1996).



Şekil 2.8 n kanallı EEG ölçüm sisteminin blok diyagramı (Yazgan ve Korürek 1996).

2.4 Uyarılmış Potansiyeller

Beynin davranışlarını incelemek için farklı EEG çekim yöntemleri geliştirilmiştir. Uyarılmış potansiyellerin (UP) ölçülmesiyle görme, işitme ve dokunma duyularının normallik seviyeleri belirlenebilmektedir. Beynin görsel, duysal ve elektriksel uyarmaya karşı cevabının normal olup olmaması uyarmanın beyne ulaştığını gösteren UP'deki tepe ve vadilerin oluşma sürelerinin normal değerlere göre farklılıkların ölçülmesiyle belirlenir.

2.4.1 Somatik Duysal Uyarılmış Potansiyeller

Somatik duysal sistemin fonksiyonunun incelenmesinde duysal uyarılmış potansiyellerin (SUP) ölçülmesinden faydalanılır. Somatik sistemin kaynağı uyarıyı sinirlerde impulslara dönüştüren somatik reseptörlerdir. SUP'ler derinin, kasların ve eklemlerin mekanik reseptörlerinden çıkan mekanik tepkilere duyarlı liflerin elektriksel uyarımı sonucu meydana gelir. SUP'lerin omurilikten veya korteksten ölçülebilmesi için uyarma bölgesinin birkaç cm uzağında bulunması gerekir.

Senkron uyarılmış olan bölgelerin ölçümünde, ölçüm bölgesinin büyüklüğüne ve yerine göre SUP'in maksimum genlik değeri birkaç μV 'a ulaşır. Ortamda uyarıdan bağımsız ve rasgele bir karaktere sahip olan gürültü işaretleri söz konusu olduğunda CMRR oranını iyileştirmek amacıyla senkron uyarılar için SUP'in ortalaması alınır. Sonuçta SUP ölçümleri vücudun somatik duysal sisteminin objektif ve nicel bir değerlendirilmesinin yapılmasına imkân verir. Gecikme miktarları somatik duysal yol boyunca birçok uyarma ve ölçüm yeri seçilerek belirlenebilir. Böyle bir durumda hastalıklı bölgenin yeri tespit edilebilir.

2.4.2 Akustik Uyarılmış Potansiyeller

İşitme duyusunun elektriksel aktivitesi sonucunda meydana gelen potansiyellere duysal uyarılmış potansiyeller (AUP) adı verilmektedir. Akustik potansiyeller genel olarak kulağın dış ve orta kulak bölümlerinin ses uyarısını mekanik titreşimlere dönüştürdüğü akustik işaretlerden elde edilir. Elde edilen dalgalar ana membran üzerinden cochlea

içinde dağılmış olan iç ve dış saç hücrelerine kadar yayılırlar. Mekanik dalgaları elektriksel reseptör potansiyellerine çeviren bu saç hücreleri sayısı yaklaşık 2500 olarak bulunmuştur. Akustik özelliği olan cochlea ses dalgalarını frekansa çevirir. Sinir liflerindeki aksiyon potansiyellerinin oluşum frekansını arttıran şiddetli ses dalgaları hücrelerin reseptör potansiyellerinde düşüşlere neden olur. Beyin sapı, orta beyin ve beyin kabuğu ile birlikte merkezi işitme yolunu oluşturur ve bu kısımda bulunan işitme sinirleri yaklaşık 3000 sinir lifinden oluşur. Duysal uyarılmış potansiyeller beyin kabuğunun elektriksel aktivitesi sonucu ölçülür.

Akustik uyarılar kulaklık aracılığıyla iki kulağa aynı anda uygulanır. Ölçümlerde dış kulak yolu üzerine yerleştirilen iğne elektrotlar veya kortekste aktif akustik bölgenin üzerine yerleştirilen yüzey elektrotları kullanılır. AUP'lerin geniş bant genişliğine (100 Hz-2 kHz) sahip olmaları ve maksimum genliklerinin 20 nV-20 μ V arasında oluşu sebebiyle ölçüm düzenlerinin de bu özel koşullara uygun olması gerekir. Kullanılan ses uyarısının cinsine ve ses seviyesine bağlı olarak AUP'lerin genlikleri ve genel şekilleri değişiklik gösterebilir. AUP'nin tek tek bütün bileşenlerinin açık bir şekilde fark edilmesinin mümkün olmadığı işitilir bölge civarındaki ses seviyeleri gösterilir. Duyu organlarıyla ilgilenen fizyologlar, otologlar, nörologlar ve psikiyatristler akustik uyarılmış potansiyellerden tanı koymaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar.

2.4.3 Görsel Uyarılmış Potansiyeller

Görsel olarak oluşan bir olay sonucunda beyin aktivitesindeki elektriksel değişimler duysal uyarılmış potansiyeller (VEP, Visual Evoked Potentials) gibi uyartıya bağlı olarak meydana gelirler. Görsel uyarılmış potansiyeller görme sinirlerinden başlayarak beyin kabuğunda görmeden sorumlu alana kadar olan bölgenin test edilmesine olanak tanırırlar. Görsel uyarılmış potansiyellerin ölçümü hekim kontrolünde kişi ekran karşısına oturtularak dama görüntüsüne belirli mesafeden bakması istenir ve ekranda meydana gelen değişimleri gözle takip etmesi sonucu ekranda her kayma ile birlikte göz sinirinde uyartılan ve buradan beynin ilgili beyin kabuğu bölümünde oluşan biyoelektrik potansiyelin alınması yardımıyla görsel potansiyele ait veriler toplanır. Her iki göz için ayrı ayrı test yapılarak sonuçlar karşılaştırılır. Çalışmalarda aralıklı ışık uyarını, kayan çubuklar ve renkli çubuklar kullanılmasının yanında genellikle dama tahtası yöntemi

tercih edilmektedir.

2.4.4 Motor Uyarılmış Potansiyeller

Motor uyarılmış potansiyellerde (MEP) beyine ve omuriliğe verilen uyarıların kaslardaki yanıtları kaydedilir. MEP ile beyinden omuriliğe kadar veya omurilikteki sinir kökünden kaslara kadar olan sinir iletimi incelenebilir. Özel kortikal elektrik stimülatörleri veya manyetik stimülatörler beyinin veya omuriliğin uyarılması için kullanılmaktadır. Kortikal elektrik stimülatörleri daha noktasal ve yüzeysel uyarılar verirler ve daha ağırlı iken manyetik stimülatörler daha derin, yaygın ve ağrısız uyarı vermektedirler.

2.5 Dikkat ve Meditasyon

Dikkat zihinsel bir faaliyetin odaklanması durumu olarak bilinmekte ve bu durumda zihin dış dünyadan gelen uyarıcıları almaya hazır hâldedir. Dikkat halinde zihin uyarıcıların farkına varılmasını sağlar ve uyarıcılar arasından amacına uygun olanları seçer. Dikkatin yapısı üç temel çerçeve içerisinde incelenebilir.

- *Genel uyarılmışlık hâli:* Çevreye karşı genel bir duyarlılık ve farkındalık düzeyi, uyarıcıları almaya hazır olma durumu.
- *Seçicilik:* Amaca uygun önemli özellikleri araştırarak çevreyi tarama.
- *Yoğunlaşma:* Dikkati bir noktada yoğunlaştırma ve dikkat durumunu sürdürme.

Dikkati yönlendirme de dışsal uyarılar ve birey ile ilgili temel özellikler belirleyicidir. Dış dünyadaki uyarıcılar belirli özelliklerine göre kişilerin dikkatini çeker ve algılanmasını sağlar. Dikkatin bir uyarıcı üzerinde yoğunlaşmasını ve seçilmesini etkileyen başlıca etmenlerle ilgili özellikler şunlardır;

- *Büyüklik:* Çevredeki benzer uyarıcılar arasından büyük olanlar diğerlerine göre daha çok dikkat çekerler.
- *Şiddet:* Yüksek ses, kuvvetli koku vb. benzer uyarıcılara göre dikkati yönlendirmede daha etkili rol oynamasının sebebi yoğunluğu yüksek olan uyarıcıların daha hızlı bir şekilde algılanmasından kaynaklanmaktadır.

- *Renk*: Sadece siyah ve beyazın kullanılmasına göre daha çok rengin kullanılması dikkatin yoğunlaşmasını sağlar. Bu durumun ana sebebi rengin dikkati çekmede önemli bir etken olmasından kaynaklanmaktadır. Canlı renkler dikkati çekmede daha baskındır.
- *Parlaklık*: Parlak ışık, parlak renk vb. daha az parlak olanlara göre dikkatin seçiciliğini etkileyen önemli bir etkidir.
- *Zıtlık*: Ortamdaki uyarıcılardan farklı ve onlara zıt olan özellikler diğerlerine göre farklılığı vurgulamasından dolayı dikkati daha kolay çekmektedirler. Alışılmış ve benzer özellikler duysal uyum yarattığından bunlara zıt yönde olan uyarıcılar dikkatin kaymasına ve bu uyarıcıların seçilmesine yol açar.
- *Değişkenlik*: Konuşan bir kişinin aniden durması, sesini yükseltmesi vb. gibi mevcut uyarıcıların değişmesi ve mevcut hâllerinden farklılaşması dikkatin bu değişiklik üzerinde toplanmasını sağlar.
- *Tekrar*: Aynı uyarıcının tekrarı uyarıcının fark edilme ihtimalini artırarak ve daha çok dikkati çeker.
- *Hareket*: Hareket hâlinde olan uyarıcılar daha fazla değişkenlik gösterirler ve bu da dikkati etkiler.
- *Yenilik*: Bir uyarıcının alışılmış durumun dışında karşılaştığı uyarıcılardan farklı bir uyarıcıyla karşılaşması dikkatini çeker (Öztürk 1999).

Derin düşünme anlamına gelen meditasyon ise kişinin iç huzuru, sükûnet ve öz varlığına ulaşmasına olanak veren zihin denetleme teknikleri ve deneyimlere verilen addır. Genellikle meditasyon teknikleri, gündelik bilinç halinin gerçek farkındalığa dönüştürülmesini sağlayan yöntem olarak adlandırılabilir. Gerçek farkındalığı ve kökten rahatlamayı eşzamanlı mümkün kılarak meditasyon teknikleri bilinçli olma durumuna ulaşılmasını sağlar. Meditasyon teknikleri başlıca iki grupta toplanabilir:

- Pasif (sadece zihinsel anlamda) meditasyon teknikleri olarak nitelendirilen sakin oturma teknikleriyle uygulanan meditasyon teknikleri
- Aktif meditasyon teknikleri sesli konuşmalar ve müzik eşliğinde dikkati toplamayı sağlayan, bedensel hareketlerle yapılan meditasyon teknikleri

Başlıca üç çeşit meditasyon yöntemi vardır. Konsantrasyon ve kontemplasyon yöntemi ile dikkatin tek bir noktada toplanmasına dayanır. Ne olup bittiğini tarafsız bir gözlemle izleme yöntemi olarak açıklanan bilinç ayrışması ikinci yöntem olarak adlandırılır. Transandantal Meditasyon (TM) yöntemi diğer iki yöntemden farklı olarak tamamen dikey işleyen doğrudan içe dalış tekniğidir. Bu yöntemin farkı derin iç mutluluk bilinci olarak adlandırılan bu sınırsız bilinç haline zihin kendi doğal eğilimiyle ulaşır ve zihin yüzeyde gezinmeden düşüncenin kaynağına inilir. Uygulama sırasında hiçbir şekilde konsantrasyon, hayal kurma, zihinde bir şeyler canlandırma veya felsefî kavramlar üzerinde düşünmeye dalmak söz konusu olmamasından dolayı TM için doğal bir teknik denilmektedir. Bilincin en yalın, en sade uyanıklık biçimi kazanılır (İnt. Kyn. 2).

2.6 EEG işaretlerinin Sinyal İşleme Teknikleri ile Analizi

EEG işaretlerinin otomatik analizinde her bir kanaldaki işaretler algılanır ve bu kanalların frekans ve fazlarıyla kendi aralarında karşılaştırılır. EEG işaretlerin içinden belirlenen frekans değerlerini seçmek ve istenmeyen işaretleri ortadan kaldırmak için filtreler kullanılmaktadır. Sayısal filtreler giriş sinyalini istenen çıkış sinyaline dönüştürmeye yarayan bir yöntemdir. Sinyaldeki gürültüyü azaltmak, iç içe girmiş sinyalleri ayırmak ve sinyalin kalitesini artırmak filtre kullanımının başlıca hedefleridir. Zaman serisi içerisinde sinyalin frekans aralığı dışında meydana gelen tüm değişimler gürültü olarak adlandırılabilir. Bu nedenle tasarlanacak olan filtrelerin temel amacı EEG sinyalindeki gürültüyü azaltmaktır (Uçar *et al.* 2014).

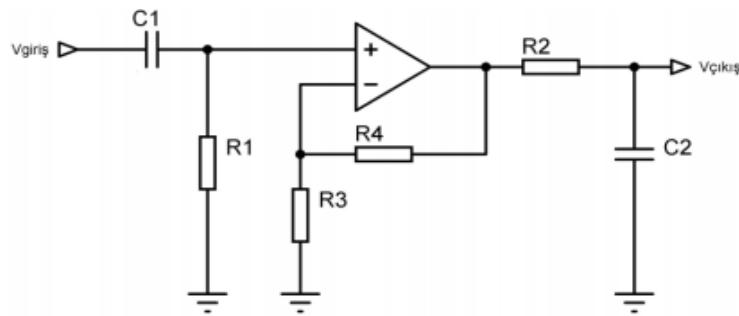
Filtreleri analog ve sayısal olarak tasarlamak mümkün olmakla birlikte mikro işlemci hızlarındaki artışa bağlı olarak günümüzde sayısal filtre kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır. Sayısal filtre tasarımında geri beslemeli ve geri beslemesiz olarak tasarlanan FIR ve IIR filtreler kullanılmaktadır. IIR (Sonsuz Darbe Cevabı) filtrelerin genlik ve fazı frekans domeninde tanımlanırken, FIR (Sonlu Darbe Cevabı) filtrelerin impuls cevabı da zaman domeninde tanımlanarak tasarımları yapılır. FIR filtrede filtre çıkışında geri besleme yoktur bu yüzden çıkış sadece şimdiki giriş ve geçmiş çıkış değerlerine bağlıdır. IIR filtreler geri beslemeli filtrelerdir yani girişin şu anki ve geçmiş değerlerine bağlı olduğu gibi çıkışında geçmiş değerlerine bağlıdır. IIR ve FIR filtre tasarımı yapılırken kullanılan yöntemler Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2 FIR ve IIR filtre tasarımı yapılırken kullanılan yöntemler.

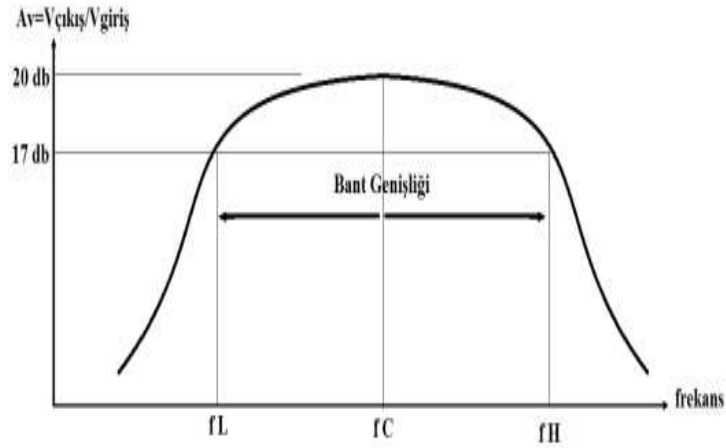
FIR Filtreler	IIR Filtreler
Equiripple (FIRE)	Butterworth (IIRB)
Least-squares (FIRL)	Chebyshev Type I (IIRCI)
Window (FIRW)	Chebyshev Type II (IIRCII)
Constr. Least-squares (FIRCL)	Elliptic (IIRE)
Least Pth-norm (FIRLP)	Least Pth-norm (IIRLP)
Generalized Equiripple (FIRGE)	Constr. Least-squares (IIRCL)
Constr. Band Equiripple (FIRCBE)	

2.6.1 Bant geçiren filtreler yardımıyla sürekli frekans analizi

EEG işaretlerinin rasgele veya periyodik patolojik değişimlerinin bilgisayarla belirlenmesi işleminde tüm kayıt süresinin fonksiyonu olarak incelemeyi sağlayabilecek parametrelerin seçilmesi için bant geçiren filtreler kullanılmaktadır. Bant geçiren filtreler bir işaretin alçak ve yüksek frekanslı bileşenlerini bastırarak belirli bir frekans bandındaki değerlerini geçiren filtrelerdir. Şekil 2.9’da bant geçiren filtrenin devre modeli görülmektedir. Şekil 2.10’da ise bant geçiren filtre frekans eğrisinde f_c değeri bant genişliğinin merkez frekans değeridir. Eşitlik 2.1’de f_c değerinin hesaplanmasına ilişkin denklem görülmektedir. Bu değer alt ve üst kesim frekanslarının geometrik ortalaması ile hesaplanır.



Şekil 2.9 Bant Geçiren Filtre devre modeli.



Şekil 2.10 Bant Geçiren Filtre frekans eğrisi.

$$f_c = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2.1)$$

2.6.2 Güç Spektral Yoğunluğunun Belirlenmesi

Elektromanyetik, haberleşme, tıp, ekonomi, meteoroloji, astronomi, radar ve sonar sistemlerinde güç spektral analiz işlemleri sıklıkla kullanılmakla birlikte analizin temeli durağan rastgele bir sistemin sonlu uzunluktaki bir sinyalin frekans bandı üzerindeki güç dağılımını tahmin etme işlemlerine dayanmaktadır. Spektral analiz işlemlerinde parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere iki temel yaklaşım söz konusudur. Parametrik olmayan yöntemler sinyal modelleme sürecini kullanarak sinyal üzerinde varsayım ortaya koymayan yaklaşımlardır. Parametrik yöntemler ise sinyal için varsayılan bir model ortaya koyup, bu model için parametreler oluşturmaktadır. Eğer sinyal önerilen model için gereken özellikleri sağlıyorsa parametrik yöntemler daha iyi performans gösterirler. Eğer böyle bir uyum söz konusu değilse parametrik olmayan yöntemler tercih edilmelidir. Parametrik olmayan yöntemler doğrudan işaretin kendisinden kestirilen güç spektral yoğunlukları olmakla birlikte uzun dönem kayıtlarda tercih edilmezler.

Parametrik yöntemlerde sinyal genişliği yeterli düzeyde ise yüksek çözünürlükte spektral analiz yapabilmektedir. Bu yöntemlerin varyansları oldukça yüksektir ve sinyal uzunluklarının artmasından etkilenmemektedir. Bu durum parametrik olmayan Güç spektral yoğunluğu bulma yöntemlerinin daha zayıf karakteristik göstermesine sebep

olmaktadır. Bunların en bilinenleri:

1. BlackmanTukey

$$Px(f) = \left| \sum_{k=0}^{M-1} w_k r_k e^{-2\pi i f k} \right| \quad (2.2)$$

formülü ile hesaplanır. Formülde verilen r_k otokorelasyon katsayısı olup, M maksimum pencere genişliği w_k ise pencere fonksiyonudur.

2. Bartlett

$$Q_b(w) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L Q_i^p(w) \quad (2.3)$$

formülü ile hesaplanır.

3. Welch

$$S_x^w(w_k) = \frac{1}{K} \sum_{m=0}^{K-1} P_{xm}, M(wk) \quad (2.4)$$

formülü ile hesaplanır. Formülde K işaretin uzunluğunu verir.

Parametrik olmayan yöntemler büyük sinyal uzunluklarında iyi performans sağlarken, sinyal uzunluğu sınırlandırıldığında aynı performans sağlamamaktadır. Bu durumda parametrik yöntemler tercih edilmektedir. Parametrik yöntemler için de en bilinenleri:

1. Burg's Metodu

$$\varepsilon = \sum_{n=p}^{N-1} [e_p^+(n)^2 + e_p^-(n)^2] \quad (2.5)$$

formülü ile yöntem hesaplanır.

2. Yule-Walker Spektrum

$$r(k) = \frac{1}{N-k} \sum_{t=k+1}^N y(t)y^*(t-k) \quad 0 \leq k \leq N-1 \quad (2.6)$$

Denklemden y sinyal örnekleri, N örnek sayısı cinsinden sinyal uzunluğu, k ise otokovaryans indeksi olarak tanımlanmaktadır.

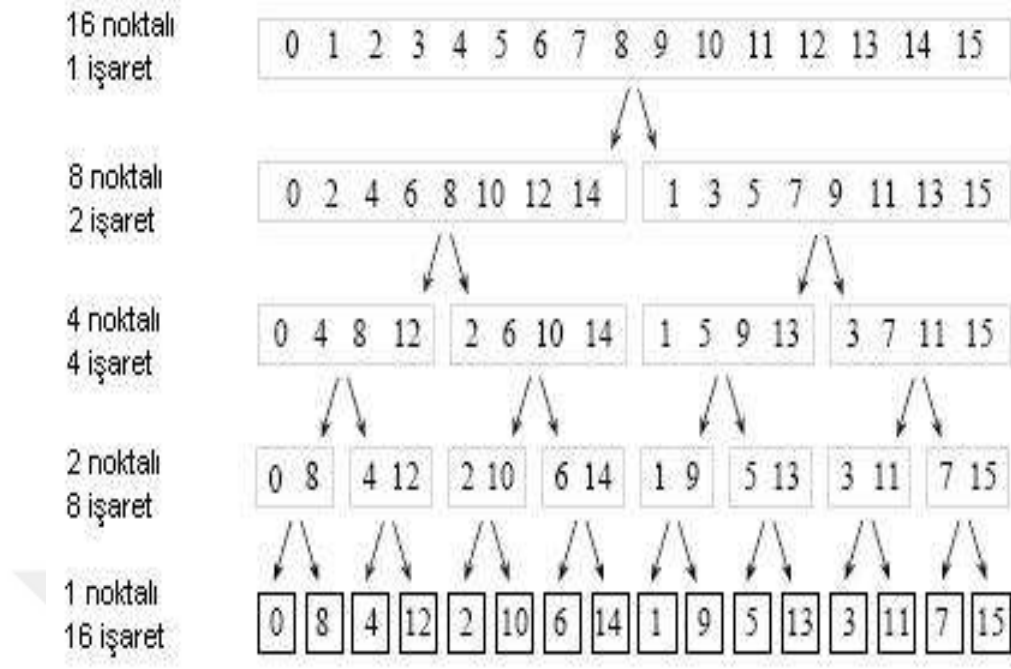
3. Covariance Metodu

$$q_{jk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{ij} - E(x_j))(x_{ik} - E(x_k)) \quad j = 1, \dots, k \quad (2.7)$$

formülleri ile hesaplanır (Bayrak 2012).

2.6.3 Hızlı Fourier Dönüşümü ve Normalizasyon

Cooley ve Tukey tarafından 1965 yılında geliştirilen sinyalleri daha hızlı ve daha kullanışlı bir forma dönüştüren algoritmaya Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) adı verilmektedir. Hızlı Fourier dönüşümü N uzunluğunda örneklenen bir işaretin Ayırık Fourier Dönüşümünün hesaplamasında N^2 çarpma ve $N-1$ toplama işleminin (Kayran ve Ekşioğlu 2004) getirdiği işlem yükünü hafifletmek için kullanılır. Hızlı Fourier Dönüşümü Ayırık Fourier dönüşümünde kıyasla daha gelişmiş bir algoritmaya sahip olması nedeniyle sinyal işleme tekniklerinde tercih edilmektedir. HFD algoritmasının çalışma prensibi ise N uzunluğunda olan zaman domenindeki bir işaretin N tane zaman domenindeki işarete ayrıştırılmasına bağlıdır. İşaretin ayrışmasında zaman domeninde tek indise sahip olanlar ($n=2r+1$), çift indise sahip olanların ($n=2r$) ayrışması ve ayrıştırılan kısımların da kendi içerisinde HFD işlemine tabi tutularak ayrıştırılması gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.11'de 16 noktalı zaman domenindeki bir işaret ilk olarak 8 noktalı 2 kısma ardından 4 noktalı 4 kısma ayrılarak devam etmektedir. HFD'nin son kısmında ise işaret 16 noktalı bir kısma ayrılmış halde elde edilmektedir.



Şekil 2.11 FFT algoritmalarında kullanılan örnek bir ayrıştırma sistemi (Smith 1997).

Eşitlik 2.8’de Fourier Dönüşümün formülü yer almaktadır. Denklemden t zamanı w açısal frekans değerini vermektedir.

$$X(w) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-i\omega t} dt \quad (2.8)$$

Literatüre bakıldığında birçok normalizasyon çeşidi bulunmaktadır. Bunlar Min Kuralı, Max Kuralı, Medyan, Sigmoid ve Z-Score gibi kurallar olarak sınıflandırılmaktadırlar (Jayalakshmi and Santhakumaran 2011). İşaretin normalizasyonu yapıldıktan sonra işarete ait uygun pencere aralığı seçilir. Min-Max normalizasyonu işlemine ait denklem Eşitlik 2.9’da gösterilmektedir (Liang *et al.* 1997). Bu yöntem işareti doğrusal olarak normalize edilmesini sağlar. Minimum bir verinin alabileceği en düşük değer iken, maksimum verinin alabileceği en yüksek değeri gösterir. Yöntem sayesinde eldeki veriyi 0-1 arasına indirgenmesi sağlanarak daha kolay ve hızlı işlem yapılmasına imkân tanımaktadır.

$$x_{norm}(k) = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2.9)$$

Bu eşitlikte;

$x_{\text{norm}}(k)$ = Normalize edilmiş veriyi,

x_i = Girdi değerini,

x_{min} = Girdi seti içerisinde yer alan en küçük sayıyı,

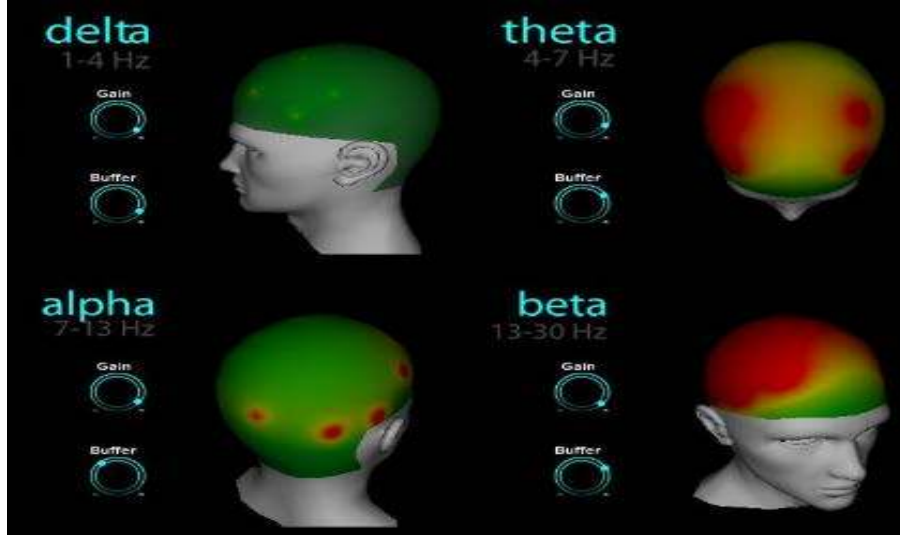
x_{max} = Girdi seti içerisinde yer alan en büyük sayıyı,

ifade etmektedir (Yavuz ve Deveci 2012).

2.6.4 Bilgisayar destekli beyin elektriksel aktivitesinin haritalanması

Beynin elektriksel aktivitesinin haritalanması (“Brain Electrical Activity Mapping”, BEAM) olarak adlandırılan yöntem beyin aktiviteleri olarak gözüken EEG işaretlerinin grafik olarak haritalanabileceği nicel verilere dönüşmesi ile oluşan biçimdir. Şekil 2.12’de beyin haritalanmasına ait görsel yer almaktadır. Görüntüleme işleminde 10-20 elektrot yerleşim sistemi kullanılır ve elektrotlardan alınan işaretlerin belli frekans bölgelerine karşı düşen belli dalgalardaki genliklerinin uygun renklerle renklendirilmesi şeklinde olmaktadır. BEAM sisteminde EEG işaretleri 8 kanallı bir poligraf aracılığı ile alınmakta ve poligraf ile kişisel bilgisayar (PC) arasındaki bağlantı bir veri toplama ünitesi yardımıyla olmaktadır. PC ile hazırlanmış olan program çalıştırıldığında 4 seçim ile karşılaşılmaktadır. Seçenekler şu şekildedir:

- EEG çizimi
- Pencereleme
- Yüzdesel bağıl frekans bantlarının çizimi
- Haritalama



Şekil 2.12 Beyin Haritalanması.

2.7 Literatür Taraması

Ross Cunnington vd. (1996), yaptıkları çalışmada hareketler esnasında oluşan motor imgeyi ortaya koymuşlardır. Çalışmada 5 erkek 6 bayan sağlıklı denek kullanmıştır. Deneklere iki satırda noktaların olduğu 10 noktadan oluşan bir levha göstermişlerdir. Levhayla kişiye butonlarda yanan ışıkları takip etmesi istenmektedir aynı zamanda ışığı gördüğünde butona basması durumundaki parmak hareketi de EMG ile alınmıştır. Kişi bu durumdayken EEG verileri de alınarak alınan veriler ANOVA ile analiz edilmiştir. EEG’ de alınan noktalar istatistiksel yöntemlerle analiz edilerek noktalar arası performans analizi yapılmıştır (Cunnington *et al.* 1996).

Scheck vd. (1998) EMDR yöntemini 60 kadın denek üzerinde yapmıştır. EMDR’yi travma durumunda müdahale içermeyen etkin dinlenme durumu ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, her iki yöntemin de travma deneyimi geçirmiş bireylerin tedavi edilmesinde etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu duruma karşılık EMDR yöntemi uygulanan bireyler ile etkin dinleme grubundaki bireyler kıyaslanmıştır. Kıyaslama yapmak için travma sonrası stres bozukluğuyla ilgili depresyon, anksiyete ve öz saygı ölçekleri kullanılmış ve ölçeklerde anlamlı şekilde daha yüksek iyileşme düzeyleri göstermişlerdir. Sonuçlar istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir (Scheck *et al.* 1998).

Grant (2000) yaptığı çalışmada EMDR yönteminin gelişme sürecini ve yöntemin etkinliğinden bahsetmiştir. Grant EMDR yönteminde kişinin kötü anılarını sinir sisteminde dondurduğunu bunları bu yöntem sayesinde negatif feedback oluşturduğundan bahsetmektedir. Çalışmasında sağ omuz ve çene bölgesinde ağrı duyan bir kişiden bahsedilmektedir. Bu kişinin ameliyatı çok zor geçtiği için kişi sürekli olarak ağrısını omzunda hissetmektedir. Kişi psikoterapi, Akupunktur ve masaj gibi birçok yöntemi denemesine rağmen bu durumdan kurtulamamış ve EMDR tekniği kişiye uygulanmıştır. Kişiye EMDR tekniği uygulanarak kişiye ağrı kontrolü öğretilmiş ve olumlu sonuçlar gözlenmiştir (Grant 2000).

Power vd. (2002) travma sonrası stres bozukluğunun tedavisinde uzun süreli maruz bırakma içeren bilişsel yeniden yapılandırma ile EMDR yöntemini karşılaştırmışlardır. Kontrol grubunun da bulunduğu çalışmada EMDR grubunda az sayıda gerçekleştirilen oturumlar ile algılanan depresyon düzeyinin azaldığı, sosyal işlevselliklerinin arttığı görülmüştür (Power *et al.* 2002).

Güler (2004) yaptığı çalışmada ruhsal travmalı bir hastanın iki seanslık EMDR yöntemiyle iyileştirme sürecini araştırmıştır. Çalışmada trafik kazası sonucu kırık sekeli nedeniyle yatırılmış olan bir hastanın fiziksel tedavisine engel olan travma durumu EMDR yöntemi süresinde meydana gelen sonuçlar sunulmuştur. EMDR yöntemi, hastaya 1 saat 45 dakikalık seanslar olarak uygulanmıştır. Hasta serviste yattığı 6 hafta boyunca yapılan izleme görüşmesinde iyileşme durumunu sürdürdüğü görülmüş ve sonrasında 3'er ay ile yapılan iki izlemede hastanın iyileşme sürecinin giderek arttığı sonucu ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda travmatik bir anın 3 oturumda işlenmiş ve 3 oturum sonunda bireyin semptomlarının %95'inin ortadan kalktığı gözlenmiştir. Ayrıca çalışma küçük yaştaki bir çocuğa uygulanmış olması çocuklarda tedavinin daha hızlı düzelme sağladığı ortaya konulmuştur (Güler 2004).

Ohta ni vd. (2005), yaptıkları çalışmada 10 sağlıklı gönüllüye New York saldırısının görüntüleri gösterilmiştir. 10 kişiden altısında göz hareketleriyle anıları hatırlamada oksihemoglobin seviyesi artarken 4 kişide bu seviyede bir artış gözlenmemiştir. Elde edilen sonuçlar ANOVA ile analiz edilmiştir. Analizler sonucunda 6 kişinin oksijen

seviyesinde artış hesaplanmıştır (Ohta Ni *et al.* 2005).

Barker ve Barker (2007) yaptıkları çalışmada topluluk önünde konuşma ve sunum kaygısı olan bir bireye 3 oturum süren EMDR terapisi uygulamışlardır. Uygulanan terapide Eyescan 2000 machine adlı EMDR cihazı kullanılmıştır. Cihaz kullanıldıktan sonraki durumda deneğin kaygı puanında azalma gözlenmiş ve bunun yanında bağımsız gözlemcilerin deneğin yaptığı EMDR öncesi ve EMDR sonrası sunumlara ilişkin etkililik puanlarında EMDR sonrasındaki sunumların lehine bir artış olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlara dayanarak Barker ve Barker EMDR'nin sunum kaygısını azaltmada diğer terapi yaklaşımlarına alternatif olabileceğini öne sürmüşlerdir (Barker and Barker 2007).

Denizli (2008) yaptığı araştırmada EMDR yaklaşımının etkililiğini ve bugünkü durumunu ortaya koymuştur. EMDR çalışmasıyla ilgili literatürdeki birçok çalışmayı da inceleyerek yaptığı araştırmada EMDR yönteminin nasıl geliştiğini araştırmıştır. Klinikte doktorlar tarafından parmak takibi ile uygulandığından bahsetmiştir. Çalışmanın sonucunda EMDR yönteminin ampirik araştırmalarla desteklenmesi gerektiğini söylemektedir. EMDR üzerine çalışmaların yapılması için akademisyenlerini teşvik etmek için üzerinde daha çok çalışılması gerektiğini vurgulamaktadır (Denizli 2008).

Soydan ve Koyu (2012) yaptıkları çalışmada binaural ses tonlarının nörofizyolojik etkilerini klinik ve deneysel çalışmalarla ortaya koymuşlardır. Binaural ses iki kulaktan verilen farklı frekanslardaki sesler arasındaki frekans farkına denildiğini bu sesin beyin dalgalarını istenen frekansa doğru sürüklemek için kullanılarak bilinç durumunu değiştirdiğini çalışmalarında açıklamışlardır. Farklı iki frekansta kulağa verilen bu sesin insan EEG dalgasında baskın olarak görüldüğü gözlenmiş ve binaural sesin insan bilinç durumunda değişikliğe sebep olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmada ayrıca işitsel veya hem işitsel hem de görsel uyarıların merkezi sinir sistemini olumlu yönde etkileyerek somatik hastalıklarda olumlu sonuçlara ulaşıldığı gösterilmiştir. Atwater (1997) de binural sesin beyindeki elektrokimyasal özellikleri değiştirerek farklı bilinç durumları ortaya çıkardığını tespit etmiştir. Düşük frekansların hipnoz durumlarını ortaya çıkardığını yüksek frekanslardaki sesin ise dikkat ve alarm durumu gerektiren olaylarda farkındalığı arttırdığını gözlemlemiştir (Atwater 1997, Soydan 2012).

Balıbey ve Balıkçı yaptıkları çalışmalarında trafik kazası sonrasında travmatik stres bozukluğu belirtileri gösteren bir olgunun EMDR yöntemiyle tedavi süreci ele alınmıştır. 8 aşamalı EMDR protokolü toplam 6 seans olarak kişiye uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kişinin trafik kazasındaki olumsuz düşünceleri ve kaygı durumlarının azaldığı ölçeklerle ortaya konmuştur. EMDR için çalışmada kısa sürede sonuç alınabilme açılarından iyi bir yöntem olması ve çok kısa sürede öğrenebilme ve uygulayabilme gibi avantajları olduğu kanısına varılmıştır (Balıbey ve Balıkçı 2013).

Herkt ve arkadaşları yaptıkları çalışmada herhangi bir psikiyatrik ve nörolojik hastalığı olmayan 22 üniversite öğrencisine EMDR cihazındaki sesli uyarılar kullanılmış ve ayrıca sesli uyarı olmadığı durumlardaki fMRI görüntülerini almışlardır. Sesli uyarı olarak frekansı 1,3 Hz olan sesli uyarı ve resimler gösterilmiştir. Bu resimlerin olumlu ve olumsuz etkilerini katılımcıların puanlaması istenmiştir. Uyarının verildiği durum, alternatif uyarı ve hiç uyarı verilmediği durum istatistiksel analiz yöntemi olan ANOVA ile kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucunda fMRI görüntüleri üzerinde uyarıların verildiği durumlardaki beyin görüntüleri üzerindeki değişiklik olan bölgeler ortaya konulmuştur (Herkt *et al.* 2014).

He vd. (2014) çalışmalarında EEG dikkat ve meditasyon durumunu beynin sol prefrontal bölgesinin taranmasıyla real-time sürücü hatalarının belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Mindwave EEG başlık seti kullanılarak dikkat, meditasyon, relax durumu, yorulma ve uyku durumları ölçülmüştür. Yaşları 22-25 arasında değişen 4 gönüllü üzerinden almış oldukları EEG verilerine k-NN yakın komşuluk algoritmasını kullanmışlardır. Ölçümler boyunca dikkat için kitap okuma ve problem çözme, rahatlama için yürüyüş, yorgunluk için öğle yemeği sonrası ve uyuşukluk hissinin olduğu durum uyku durumunda da uykuya dalmadan önceki hali göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma sonucunda almış oldukları ölçümlere dayanarak bir mobil uygulama geliştirilmiş ve bu mobil uygulama sürücülerin yorgunluk durumlarındaki dikkat ve meditasyon seviyelerine göre kişinin GPS bilgilerini istenilen kişilerle paylaşmayı sağlayarak trafikte sürücü yorgunluğundan meydana gelen kazaların oranını azaltmayı hedeflemişlerdir (He *et al.* 2014).

Behnammoghadam ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Miyokardiyal infarktüs ile depresyon hastaları olan kişilerde EMDR tekniği uygulanarak etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada Miyokardiyal infarktüsü olan 60 hastaya 45-90 dakikalık sürelerde 3 seans 4 ay boyunca EMDR tekniği uygulanmıştır. Çalışma sonunda EMDR uygulanmadan önce ve sonraki durumları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak EMDR tekniği etkili, kullanışlı ve non-invasiv bir metot olmasının yanı sıra çalışmada Miyokardiyal infarktüsü olan kişilerde depresyon seviyesini azalttığı sonucuna varılmıştır (Behnammoghadam *et al.* 2015).

Chouhan vd. (2015) çalışmalarında oluşturdukları beyin bilgisayar ara yüz sistemi ile hafıza ve dikkatin geliştirilmesi için görsel ve sesli efektleri kullanmışlardır. Ölçümleri almak için Emotiv Epoc cihazında F3, F4, F7, F8, T7, T8 bölgelerini kullanmışlardır. Oluşturdukları yazılımda birinci faz hafıza ikinci ise geçiş fazı olmak üzere iki fazdan oluşmaktadır. Hafıza fazında 10 farklı görsel ve sesli uyarının birlikte olduğu faz iken geçiş fazından görsel ve sesli uyarı ayrı ayrı verilerek dikkat seviyesi ölçülmüştür. Çalışma sonucunda kısa süreli sesli uyarının kısa süreli görsel uyarıdan daha iyi dikkat seviyesini geliştirdiği ortaya koyulmuştur. Çalışmada sadece 20 Hz binaural ses verilmiştir (Chouhan *et al.* 2015).

Hiyoshi vd. (2015) çalışmalarında yüz ve ses duygularının insan beyni karar mekanizmasındaki durumunun EEG ile bağlantısı araştırılmıştır. Çalışmanın amacı insan duygularındaki kararların sinir sistemiyle olan ilişkisidir. Çalışmada 12 kişide uygulanan sesli, görsel ve görsel-sesli birlikte verilmiştir. Sesli uyarı olarak Japon dilinde teşekkür ederim anlamına gelen “arigato” kelimesi kullanılmıştır. İnsanların yüzündeki mutlu, sinirli ya da nötr durumları değerlendirilmiştir. Bu durumlardaki beyin dalgalarına ve beynin haritalanmasına bakılmıştır. İlk olarak görsel uyarı sonrasında işitsel uyarı verilmiştir. Ardından görsel ve sesli uyarı birlikte verilmiştir. Kişilerin kendilerini mutlu, sinirli ya da nötr hissetme durumlarına göre butona basmaları istenmiştir. Ölçümler 64 kanallı EEG cihazı ile alınmıştır. Ölçümler sonucunda beyin haritalama yapılmış ve uyarıların verildiği durumlarda beyin hemisferlerinde EEG dalgalarında meydana gelen değişimler açıklanmıştır. Tek sesli uyarılarda sesli uyarının görsel uyarıdan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Hiyoshi-Taniguchi *et al.* 2015).

Wang vd. (2016) çalışmada akıllı ve uygun görüntüleme sistemler (IFDS) ile EEG ve EKG ile uyumlu Labview ortamında yazılım geliştirmişlerdir. 10 kişiye 15 dakika boyunca egzersiz yaptırarak Neurosky cihazıyla dikkat ve meditasyon seviyeleri ölçülmüş olup oluşturdukları sistemle izleme imkanı sunulmuştur. Egzersiz esnasında kişinin dikkat ve meditasyon seviyesindeki değişimler kayıt altına alınmıştır (Wang *et al.* 2016).

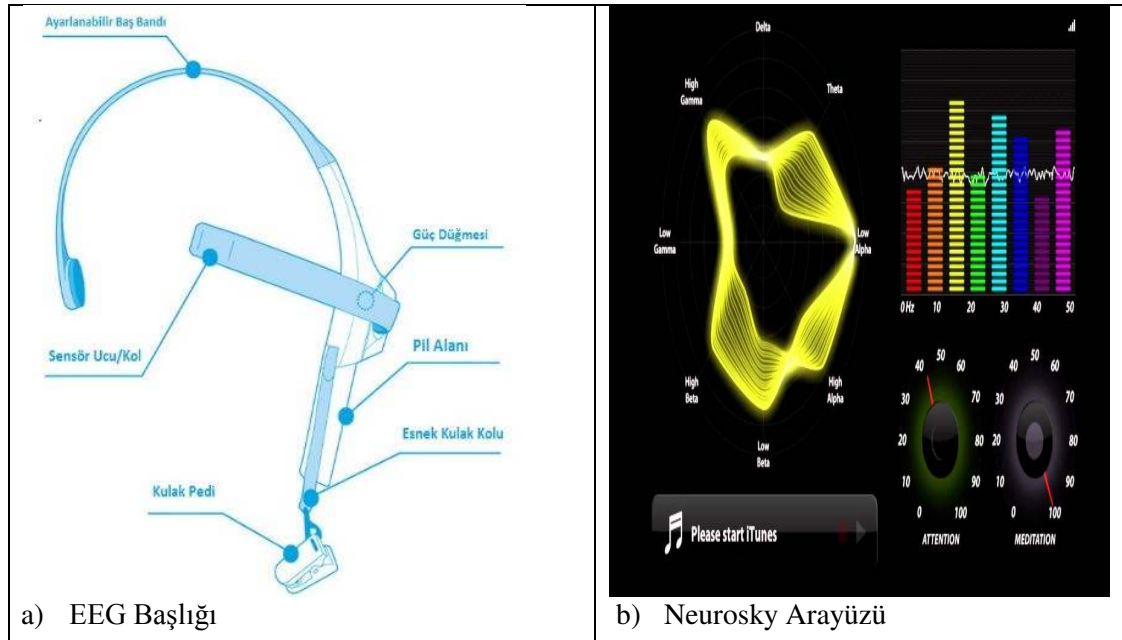
Atchley vd. (2016) yaptıkları çalışmada Olay İlişkili Potansiyellerin (ERP) dikkat ve meditasyon ile olan ilişkisi araştırmışlardır. 42 katılımcıdan oluşan grup deneyimli, acemi ve tecrübeli olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Gruplara 500, 1000, 2000 Hz’de farklı frekanslara sahip sesli uyaran dinletilmiştir. Deneyim seviyelerindeki farklar arasında dikkat esnasında EEG’deki beyin dalgalarındaki değişiklikler gözlemlenmiştir. Rahatlama durumu için nefes kontrolü yaptırılmıştır. Çalışmada 32 kanallı EEG cihazı kullanılmıştır. ERP durumları değerlendirilmiş ve sonuçlar ANOVA ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda uyuşukluk durumu ile teta dalgasının ilişkili olduğu bölgenin P3 olduğu, N2 ve P3 bölgelerinin hedef sesli uyaran bölgesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Atchley *et al.* 2016).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde EMDR yönteminin psikiyatrik rahatsızlıklarda başarılı olduğu sonucu çıkmakta olup yöntemi uygulama noktasında EMDR cihazının sınırlı olduğu görülmektedir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Neurosky

Post-travmatik stres bozukluğunun tedavisi sırasında uygulanan yöntemler hastanın dikkat ve meditasyonu etkilemektedir. Tedavi sırasında kullanılan aktif EMDR cihazının etkinliğini belirlemek için nicel bir ölçüm sistemine ihtiyaç vardır. Şekil 3.1a'da Neurosky firması tarafından geliştirilen EEG ölçüm başlığı görülmektedir. EEG ölçüm başlığı Windows ve Mac işletim sistemiyle uyumlu olarak çalışabilmekte 1 GB'dan fazla hafızaya sahip, Bluetooth Version 2.1 w/ EDR ile bilgisayarla bağlantı sağlayabilmekte 8 saat boyunca içerisindeki pil ile kesintisiz veri alma imkanı sağlamaktadır. 0,1 Hz ile 30 Hz arasındaki tüm EEG işaretleri beyin ön pre-frontal lobundan ölçülmektedir. Ölçülen ham EEG verileri firma tarafından geliştirilen Mindwave EEG ölçüm sistemine ait yazılım ile (Şekil 3.1b) işlenerek dikkat ve meditasyon seviyelerini belirlemekte kullanılmıştır. Bu yazılımda oluşturulan eSense meter ölçeği ile ek bir yazılıma ihtiyaç duymadan dikkat ve meditasyon seviyelerini ölçülmesine imkan tanımaktadır. Yazılım aynı zamanda kişiye eş zamanlı sesli uyarı da vererek dikkat ve meditasyon seviyesini ölçmeyi sağlarken ayrıca beyin dalgalarındaki değişimi izlemeye olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.1 Mindwave EEG Ölçüm Sistemi.

Ayrıca firma, mobil uygulama veya program geliştiricileri için API'leri paylaşmaktadır. EEG başlığı ve API'ler birçok akademik çalışmada ve klinik uygulamada kullanılmaktadır (Larsen 2011).

3.2 Emotiv EPOC

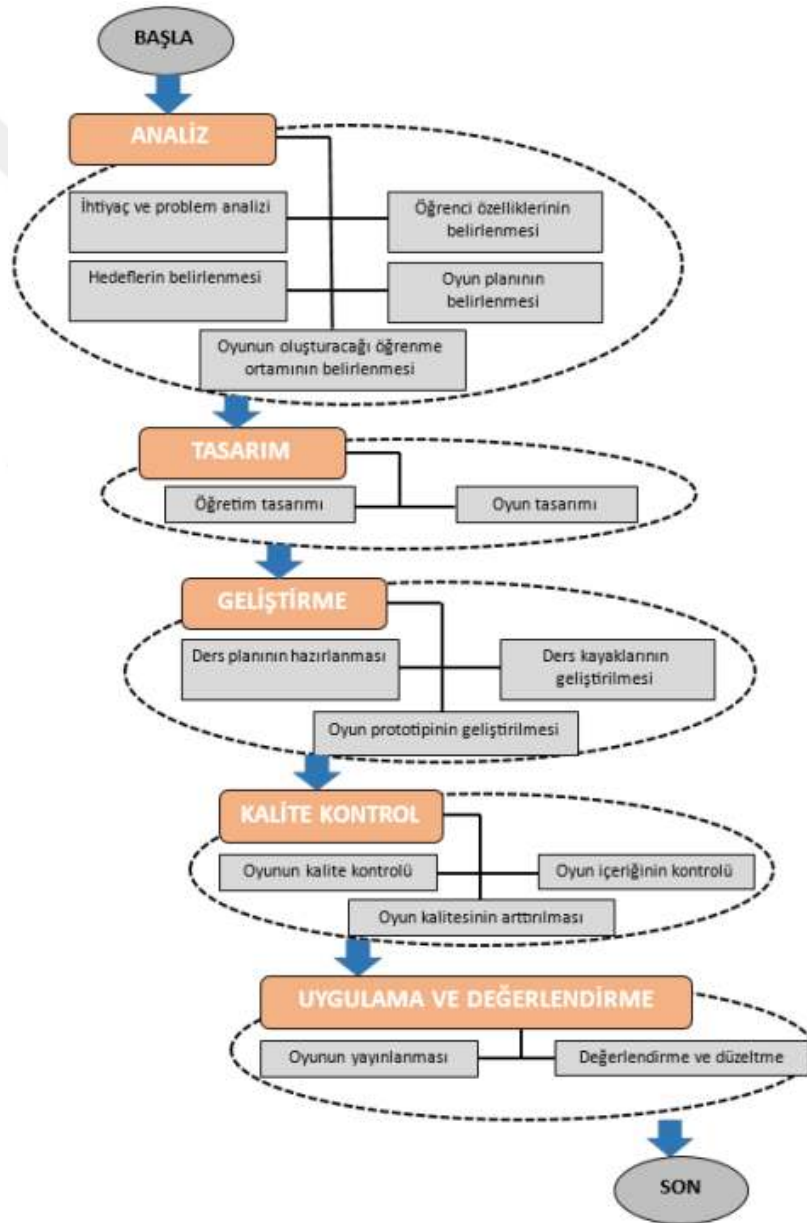
Yapılan çalışmada beynin 14 farklı noktasından ölçüm alabildiğimiz yüksek çözünürlüklü, taşınabilir Emotiv EPOC cihazı kullanılmıştır. Şekil 3.2'de bu cihaza ait görseller bulunmaktadır. Cihaz 10-20 elektrot yerleşim noktasına göre belirtilen noktalardan (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4) ölçüm alabilme imkânı sağlamaktadır. Cihaz 2048 Hz örnekleme frekansına sahip kablosuz teknoloji ile bilgisayar bağlantısı sağlamaktadır. Emotiv EPOC ile eş zamanlı izlenebilmektedir. Emotiv EPOC cihazı işlenmemiş EEG verilerine erişebilme imkanı sunmaktadır. Ayrıca yazılım kullanıcılara C++, Matlab, Java ve .NET gibi yazılım dilleri ile de çalışma olanağı sunar. Cihaz yazılımında 0,2 Hz - 45 Hz bant geçiren filtre bulunmaktadır. Kullanıcıya verileri alırken 12 saatlik kesintisiz çalışma imkânı verir (Lang 2012). Emotiv Xavier ara yüzü ile Neurosky EEG başlık setinden farklı olarak dikkat ve meditasyon dışında kişinin uyarılar verildiği esnada kızgınlık, mutluluk, etkisiz kalma gibi farklı duygu durumlarındaki ölçümleri de alınabilmektedir.



Şekil 3.2 Emotiv EEG ölçüm sistemi (İnt. Kyn. 9).

3.3 Dijital Oyun Tabanlı Öğrenme

EMDR yönteminin başarısı ölçüm verileriyle ortaya konulduğunda Dijital Oyun Tabanlı Öğrenme Modeli (DGBL - Digital Game Based Learning) bir uygulama geliştirilecektir. DBGL öğrenme içeriklerinin yerleştirildiği bir ortam olarak ele alınmıştır. Genel tasarım modellerine benzer olarak analiz, tasarım, geliştirme, kalite kontrolü, uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Modelin basamakları ve her basamağın alt görevleri Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.3 DGBL Modeli (Korkusuz ve Karamete 2013).

Analiz Aşaması: İhtiyaç ve problemlerin analiz edilebilmesi için EMDR yöntemi uygulanması esnasında hasta ve doktorun terapi sırasındaki davranışları analiz edilerek psikolojik davranışlar tespit edilecektir. EMDR cihazının kullanımına ait yeteneklerin sınırları belirlenecek ve buna uygun mekanik yapıya sahip oyun simülatörünün ergonomi, rijitlik ve cihaz özellikleri göz önünde bulundurularak boyutlandırılacaktır.

Tasarım Aşaması: Analiz aşaması sonucunda elde edilen veriler ile oyun simülatörünün donanım ve yazılım bileşenleri bir araya getirilecektir. Donanım kısmının hazırlanmasından sonra cihaz kullanma becerisini artırmak ve nicel kayıtlarının muhafaza edilmesi PC tabanlı oyun simülatörü gerçekleştirilecektir. Bu aşamada temel seviyeden ileri seviyeye kadar olan EMDR yöntemine yönelik oyun kategorilerin geliştirilmesi için eğitim materyalleri hazırlanmış olacaktır.

Geliştirme Aşaması: Oyun simülatörü bilgisayar oyunlarındaki gibi seviye atlama özelliğine sahip olacaktır. Bu sayede temel seviyeden ileri seviye geçiş için bir önceki psikolojik durumlarının gelişimi garanti altına alınacaktır.

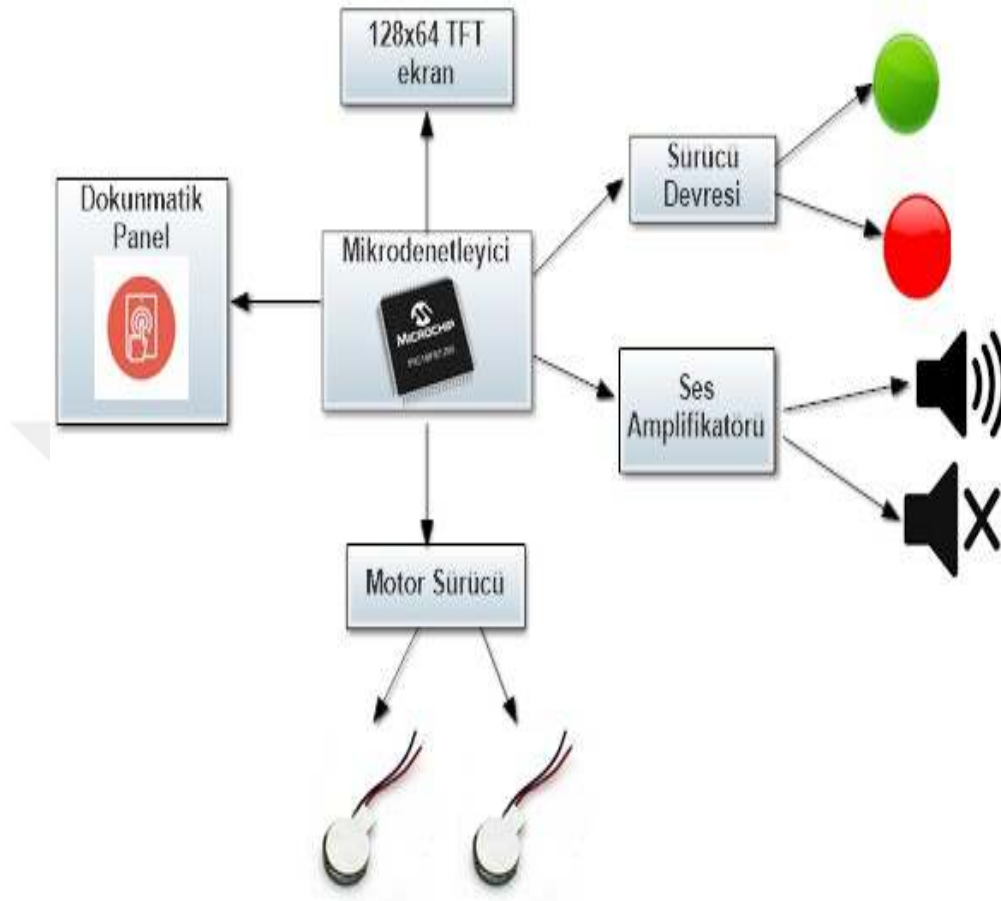
Kalite Kontrol Aşaması: Bu aşamada gerçekleştirilecek olan oyun simülatörü ve eğitim materyalleri uzmanlara gösterilerek uzmanlardan alınan geri dönüşe göre oyun simülatörünün mevcut durumunun güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirilmesi sağlanacaktır. Bu değerlendirme sonucunda son düzenlenmeler yapılarak oyun simülatör ve tedavi materyallerinin son hali verilecektir.

Uygulama ve Değerlendirme Aşaması: Bu aşamada farklı frekanslı sesler, ışıklı ve duyuşal uyaranların EMDR tekniğine olan etkisi analiz edilerek sınıflandırılacaktır.

3.4 Aktif EMDR Cihaz Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

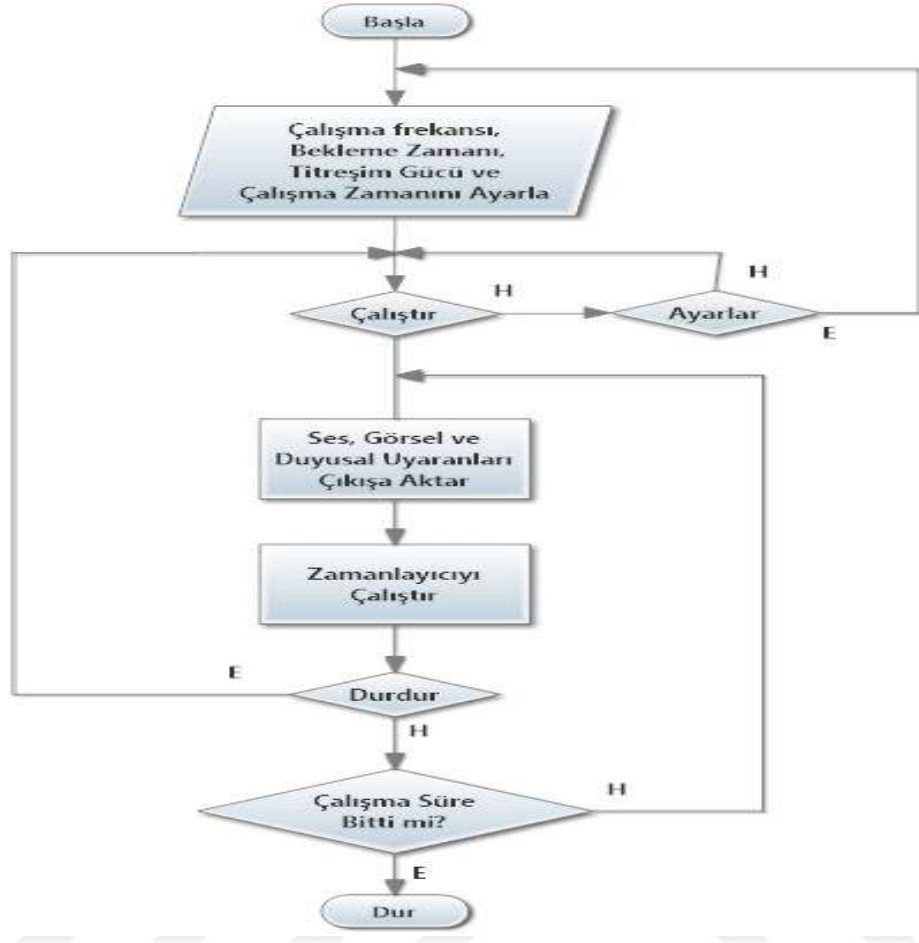
Tasarımı gerçekleştirilen aktif EMDR cihazının blok diyagramı Şekil 3.4’de görülmektedir. Cihaz üzerinde görsel, işitsel ve duyuşal uyaranları hastaya verecek sürücü ve donanımlar mevcuttur. Uyaranların nasıl ve hangi koşullar altında kullanılacağı 18F87J50 mikrodenetleyici içerisindeki yazılım ile kontrol edilmektedir. Cihaz

üzerindeki dokunmatik panel ve 128x64 RGB TFT ekran uzmanın uygulamak istediği parametreleri ayarlamasına olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.4 EMDR cihazına ait donanımsal blok diyagramı.

Şekil 3.5’de de 18F87J50 mikrodenetleyici yazılımına ait algoritma verilmiştir. Cihaz çalışmaya başladıktan sonra uzman uygulanacak işitsel uyarının çalışma frekansını, görsel uyarının sağ ve sol tarafa olan geçiş zamanlarını, duyusal uyarının şiddetini ve çalışma zamanını ayarlayarak cihazı hasta için çalışmaya hazır hale getirir. Görsel, işitsel ve duyusal uyarılar çıkışa aktarılarak uzmanın belirlediği süre boyunca hastaya verilir. Algoritma çalışma süresini kontrol ederek tedavi sürecini kontrol altında tutar.



Şekil 3.5 EMDR cihazının yazılım algoritması.

3.5 Mobil Cihazlar ve DBGL Tabanlı Mobil Uygulama

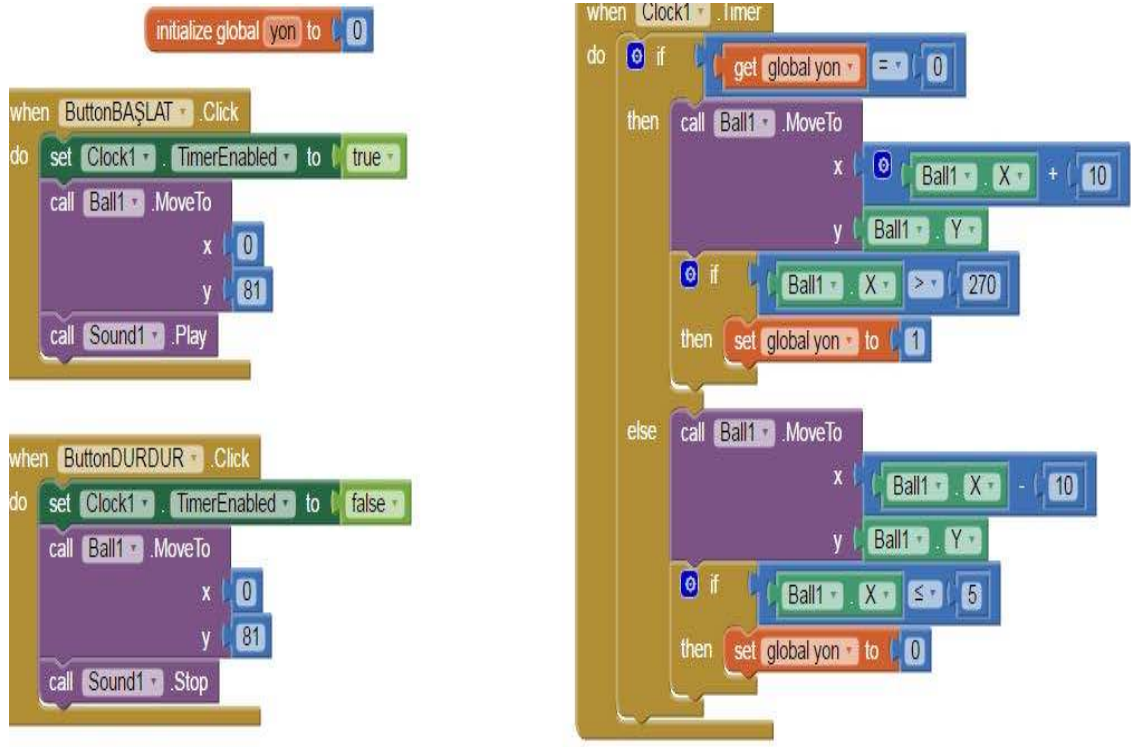
EMDR yönteminin klinik dışında da sürdürülebilmesi için piyasada birçok mobil uygulama bulunmaktadır. Mobil cihazlar sayesinde psikiyatrik rahatsızlığı olan kişinin tedaviye klinik dışında da devam etmesi amaçlanmıştır. Piyasadaki mevcut mobil uygulamalardan biri olan EMDR Elite mobil uygulaması açılış ekranı Şekil 3.6'da görülmektedir. Bu uygulamada kişi görselin boyutunu, rengini, hareket yönünü (sağ-sol, yukarı-aşağı, sonsuz işaret, çapraz vb.), sesli uyarın için gerekli olan müziği ve süreyi kendisi belirleyebilmektedir. Mobil uygulama sayesinde tedaviye istenilen ortamda devam etme imkânı sağlanmış olacaktır. Bu yöntemin eksikliği ise kişiye farklı ses frekanslarını dinletme olanağı sunmamış olması ve EMDR yöntemi için optimum değerlerin bilinmemesinden dolayı uygulamada deneme-yanılma yoluyla uyarılar kişiye verilmektedir.



Şekil 3.6 EMDR mobil uygulama (İnt. Kyn. 10).

DGBL tabanlı mobil uygulamada ise kişinin dikkat ve meditasyon seviyelerini belirlemek için Neurosky EEG cihazı kullanılmıştır. Kişilere görsel uyaran olarak sağ-sol, yukarı-aşağı, sağ daire, sol daire uyaranları, farklı frekanslarda (250, 500, 1000, 2000 Hz) sesli uyaran ve kişinin eline titreşim verilmiştir. 10 kişide bu uyaranlarla alınan ölçümler neticesinde optimum değerler belirlenmiştir. Optimum uyaranlar belirlendikten sonra piyasadaki mevcut EMDR mobil uygulamalardan farklı olarak sadece optimum değerler ayarlanarak kişinin mobil uygulamayı istediği ortamda kullanması sağlamış olacaktır. Mobil uygulama oluşturulduktan sonra kişinin dikkati ve rahatlama seviyesi hekim dışında da kontrol altında tutulması sağlanacaktır. Yapılan mobil uygulamayı Emotiv EPOC EEG cihazıyla alınan ölçümler üzerinden sinyal işleme yapılacaktır. Sinyal işleme sonucunda optimum değerlerin EEG dalgalarındaki etkileri ortaya konulmuş olacaktır. Şekil 3.7’de gerçekleştirilen mobil uygulama yazılım programı görülmektedir. Yazılım MIT App Inventor 2 Beta programı kullanılarak geliştirilmiştir. Kişiye tablet üzerinde görsel ve işitsel uyaranları takip etme imkânı sağlanarak piyasada kullanılan tablet program yazılımlarına benzer olarak oluşturulmuştur. Yazılımda topun ekranda

belirlenen süre dâhilinde sesli uyararla birlikte hareketi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen program yazılımı sayesinde kişi cep telefonuna ya da tabletine ara yüzü kurarak istenilen ortamda görsel ve işitsel uyarıların takip etmesi sağlanacaktır.

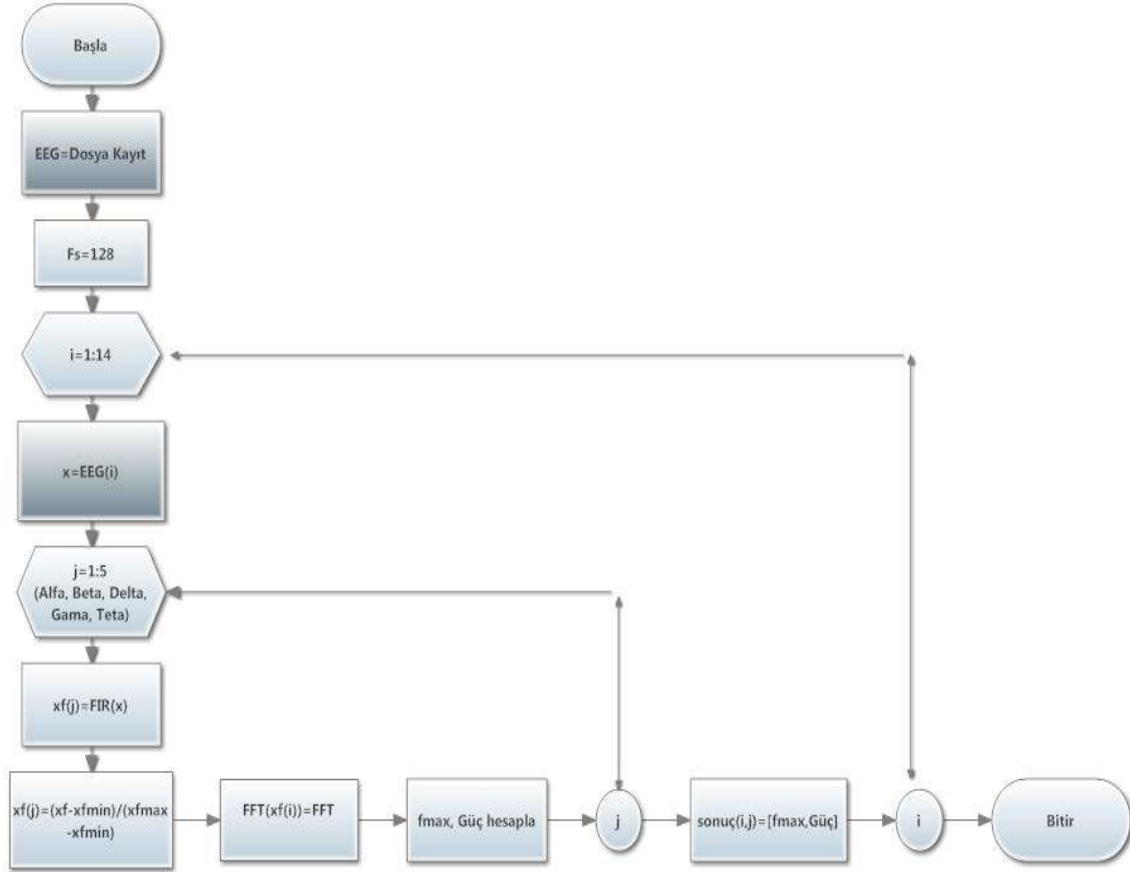


Şekil 3.7 Gerçekleştirilen EMDR mobil uygulama yazılımı.

3.6 EEG Bantlarının Sayısal İşaret İşleme Teknikleri ile Analizi

Emotiv EPOC EEG başlığı kullanılarak farklı uyarı gruplarının takibi ile alınan EEG işaretleri Emotiv program ara yüzü sayesinde kayıt altına alınmıştır. Alınan işaretler MATLAB ortamına aktararak işaret işleme teknikleri uygulanmıştır. İşaretlerin örnekleme frekansı 128 Hz olup kafatasına yerleştirilen 14 farklı noktanın delta, teta, alfa, beta ve gama işaretlerine ayrışımı sağlanmıştır. EEG verisine ait delta (0,5-3,5 Hz), teta (4-7 Hz), alfa (8-12 Hz), beta (12-38 Hz) ve gama (34-100+ Hz) dalgalarının kesim frekanslarına uygun olarak FIR filtre tasarlanmıştır. Filtrelerden geçirilen işaret normalizasyon işlemine tabi tutularak bütün işaret aralıkları istenilen seviyeye çekilmiştir. Normalizasyona tabi tutulan işarete Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) uygulanmıştır. 14 kanalın her biri için yapılan bu işlemlerin ardından işarete ait f_{max} ve

güç değerleri hesaplanarak sonuç verileri oluşturulmuştur. Yapılan işaret işleme adımlarına ait programın akış diyagramı Şekil 3.8’de görülmektedir.

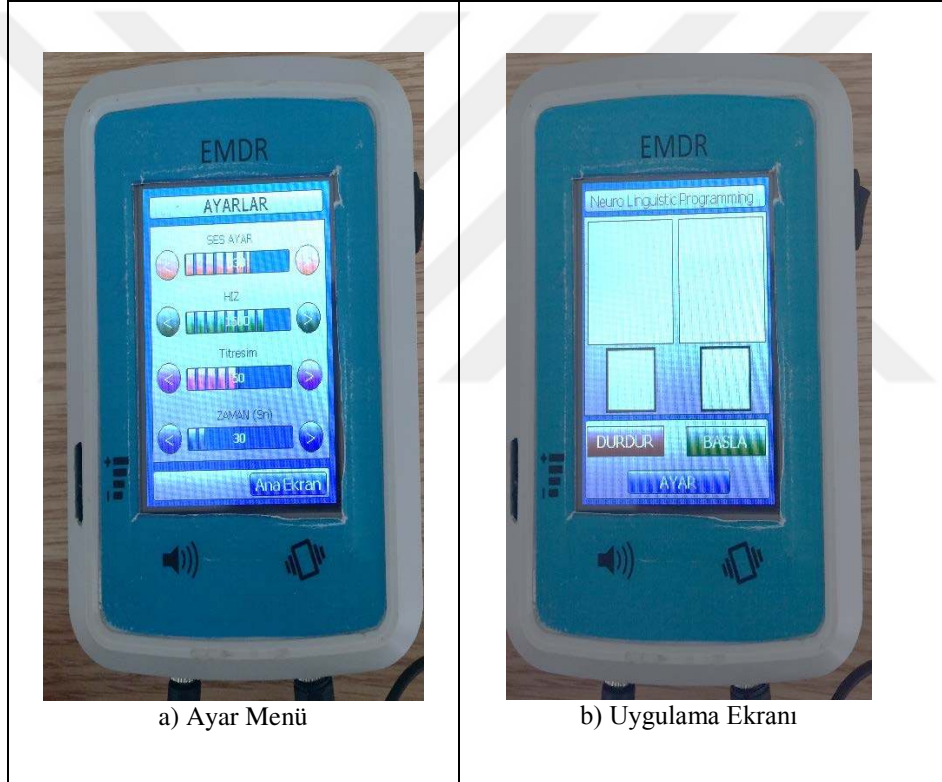


Şekil 3.8 İşaret işleme komutlarına ait akış diyagramı.

4.BULGULAR

4.1 Aktif EMDR Cihazı

Şekil 4.1’de gerçekleştirilen aktif EMDR cihazının ayar menüsü ve uygulama ekranları görülmektedir. Gerçekleştirilen cihaz 167,40 gr ağırlığında 10 cmx8 cm boyutlarındadır. Görsel uyarılar 6,5 cmx5 cm boyutundaki 128x64 çözünürlüklü renkli TFT ekran üzerinden takip edilmektedir. Görsel ve duyuşsal uyarılar cihaz üzerinde bulunan stereo jack üzerinden deneklere uygulanmaktadır. EMDR cihazıyla deneklere eş zamanlı görsel, işitsel ve titreşim uyarıları verilebilmektedir.



Şekil 4.1 Gerçekleştirilen Aktif EMDR cihazı.

Tablo 4.1’de Aktif EMDR cihazına ait çalışma parametrelerinin min, max ve ayarlama adım değerleri görülmektedir. İşitsel uyarının frekansı cihaz tarafından ayarlanmaktadır. Ancak şiddeti hastanın duyma yetisine bağlı olarak kullanıcı tarafından manuel olarak ayarlanmaktadır.

Çizelge 4.1 Aktif EMDR Cihazı Çalışma Parametreleri.

	Min	Max	Adım
Görsel uyarılar arası geçiş süresi (ms)	0	2000	250
İşitsel uyarın çalışma frekansı (Hz)	0	1000	10
Duyusal Uyarın Şiddeti (%)	0	100	1
Çalışma Süresi (s)	0	180	30

4.2 PC Tabanlı EEG Analiz Yazılımı

Aktif EMDR cihazı tasarlandıktan sonra cihazın etkinliğini belirlemek için Neurosky cihazıyla uyumlu bir arayüz hazırlanmıştır. Bu arayüz programı Visual Studio tabanlı program ile geliştirilmiştir. Program bluetooth aracılığıyla Neurosky cihazıyla bağlantı sağlamaktadır. Program ara yüzü Şekil 4.2’de görülmektedir. Bağlantı kalitesi, dikkat seviyesi, meditasyon seviyesi, EEG dalgası, Alfa, Beta, Teta, Delta ve Gama dalgalarını da kullanıcı isteği doğrultusunda seçip alınabilen bir arayüz oluşturulmuştur.



Şekil 4.2 Gerçekleştirilen Ara yüz yazılımı.

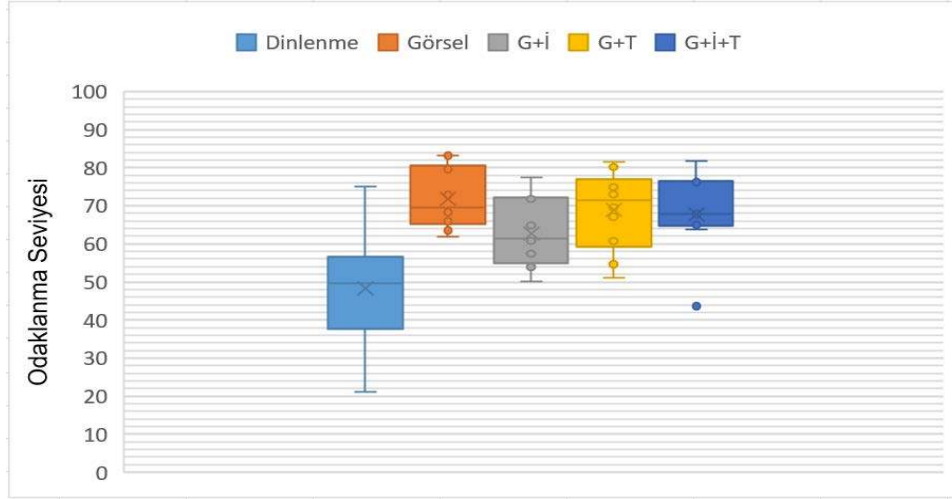
4.3 Farklı Uyaran Gruplarının Optimum Parametrelerinin Belirlenmesi

Gerçekleştirilen aktif EMDR cihazının etkinliğini belirlemek için Resim 4.1’de görülen deney düzeneği kurulmuştur. Odaklanma ve meditasyon verilerinin zamana bağlı kayıt edilmesi için Neursky tarafından yayınlanan API’den yararlanarak veri kayıt yazılımı geliştirilmiştir. Bu sayede testin yapılışı sırasında deneğin odaklanma ve meditasyon seviyeleri eş zamanlı kayıt edilmektedir. Görsel, işitsel ve duyuşal uyaranların bireylerin dikkat ve meditasyon değerlerine olan etkisini ölçmek için 750 Hz işitsel uyaran, 1500 ms görsel uyaran değişim sıklığı %50 ve duyuşal uyaranla birlikte deneğe 30 s boyunca uygulanmıştır.



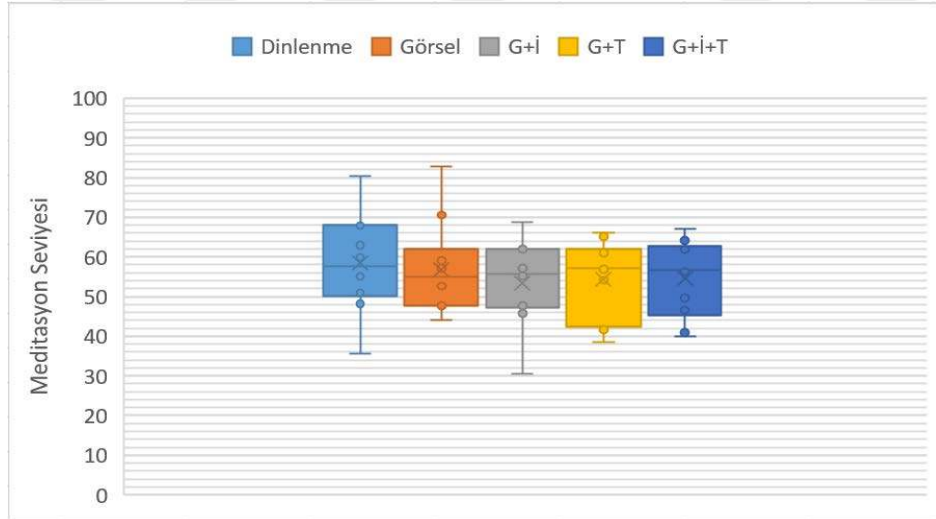
Resim 4.1 Deney Düzeneği.

Deneğin farklı uyaran gruplarına (Görsel, Görsel & İşitsel (G+İ), Görsel & Titreşim (G+T), Görsel & İşitsel & Titreşim (G+İ+T)) verdiği tepkiyi belirlemek için deney farklı zaman dilimlerinde 10 defa tekrar edilmiştir. Şekil 4.3’de farklı uyaran gruplarının deneyin odaklanmasına olan etkisi görülmektedir. Şekil 4.3 incelendiğinde deneğin dinlenme durumuna göre odaklanma seviyesi görsel uyaran ile %23,50, G+İ+T uyaran ile %21,89, G+T uyaran ile %20,63 ve G+İ uyaran ile %14,43 artmıştır.



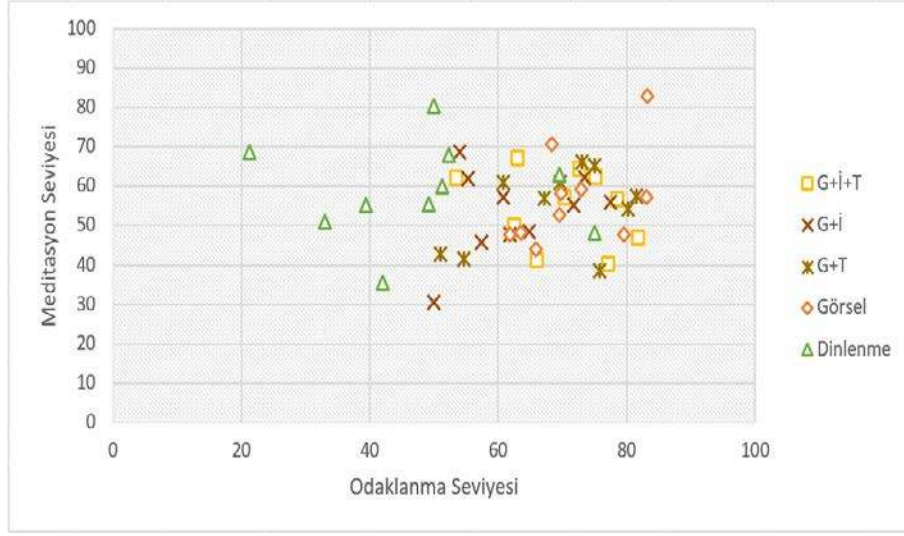
Şekil 4.3 Farklı Uyaran Gruplarının Odaklanmaya Etkisi.

Şekil 4.4’de farklı uyaran gruplarının deneyin meditasyonuna olan etkisi görülmektedir. Şekil 4.4 incelendiğinde deneğin dinlenme durumuna göre meditasyon seviyesi G+İ uyaran ile %-5,14, G+T uyaran ile %-4,05, G+İ+T uyaran ile %-3,92 ve görsel uyaran ile %-1,69 azalmıştır.



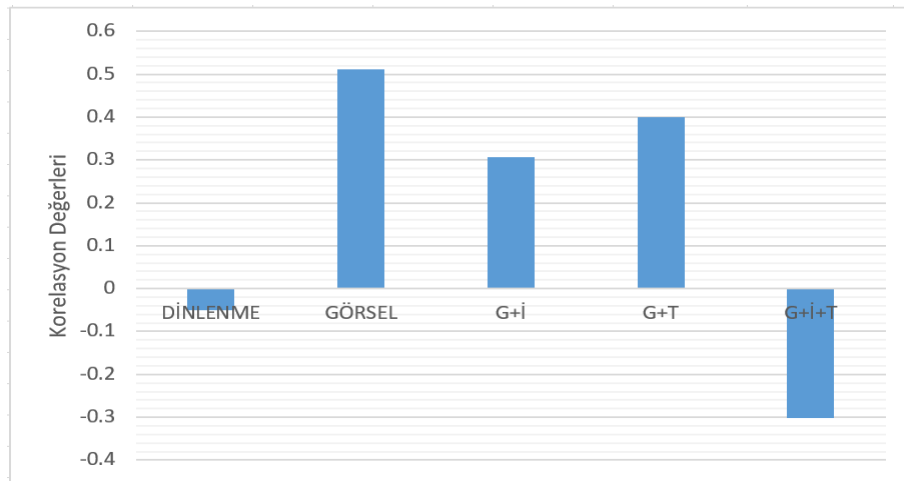
Şekil 4.4 Farklı Uyaran Gruplarının Meditasyona Etkisi.

Şekil 4.5’de odaklanma - meditasyon dağılım grafiği görülmektedir. Dağılım grafiği incelendiğinde deneğin dinleme durumundaki duygusal durumu aktif EDMR cihazı ile farklı uyaran grupları için kümелendiği görülmektedir.



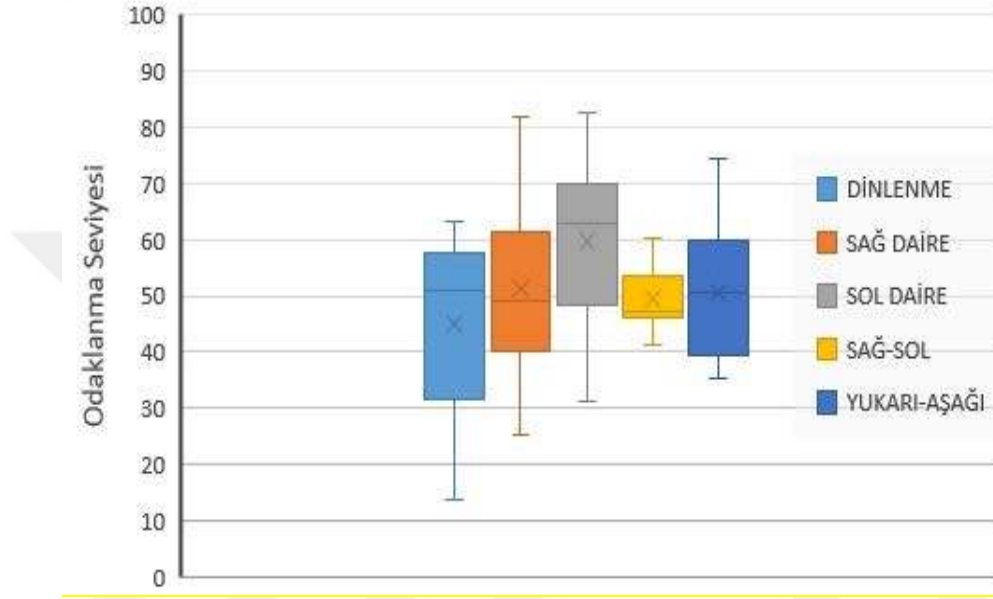
Şekil 4.5 Odaklanma – Meditasyon Dağılımı.

Her bir uyaran grubu için deneğin odaklanma ve meditasyonu arasındaki değişim incelenmiştir. Şekil 4.6’da görülen korelasyon değerleri odaklanma ve meditasyon arasındaki doğrusal değişimi göstermektedir. Şekil 4.6 incelendiğinde dinlenme durumunda odaklanma ve meditasyon arasında ilişkinin çok zayıf olduğu görülmektedir. Ancak görsel uyaran uygulandığında 0,51, G+T uygulandığında 0,4 ve G+İ uygulandığında 0,3 değişkenler arasında pozitif yönlü doğrusal ilişki ölçülmüştür. İlgi çekici sonuçlardan biri G+İ+T uyaran sırasında ölçülmüştür. Uyaran sırasında odaklanma ve meditasyon arasındaki ilişki (-0,3) negatif yönlü çıkmıştır.



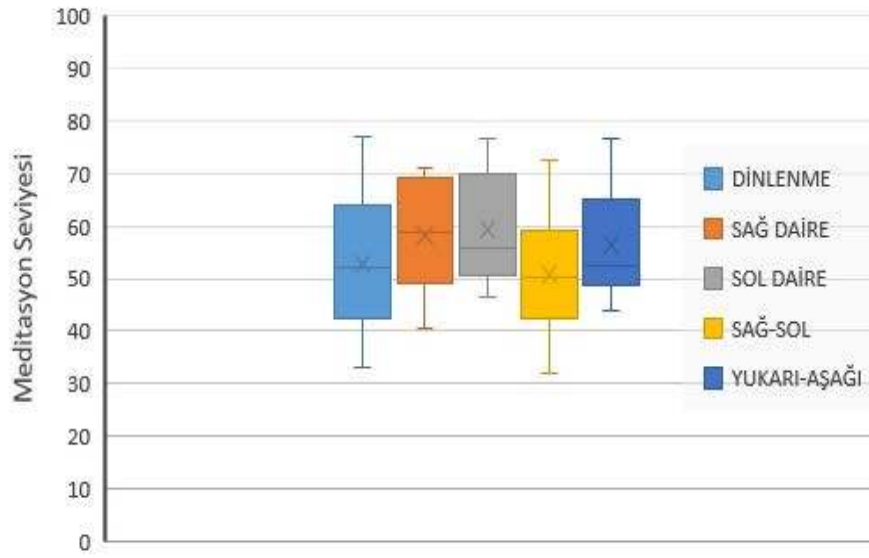
Şekil 4.6 Odaklanma – Meditasyon Arasındaki Doğrusal Değişim.

Şekil 4.7’de 1 s zaman aralıklı konum değiştiren görsel uyaranların 40 cm uzaklıktan göz ile takibi sırasında deneklerin odaklanmasına olan etkisi görülmektedir. Tüm görsel uyaran tipleri deneklerin odaklanmasını dinlenme durumuna göre artırmaktadır. Saat yönünün tersi şeklinde sola dönen uyaranın takibi deneklerin odaklanma değerlerini dinlenme durumuna göre %14,72 artırmıştır.



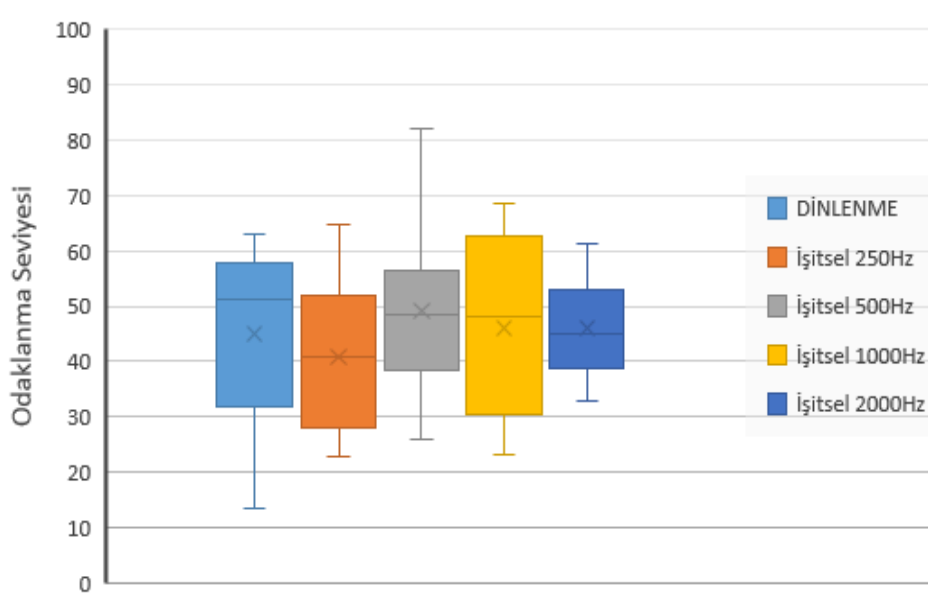
Şekil 4.7 Farklı Görsel Uyaran Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi.

Şekil 4.8’de farklı görsel uyaran tiplerinin meditasyona olan etkisi görülmektedir. Saat yönünün tersi şeklinde sola dönen uyaranın takibi deneklerin meditasyon değerlerini dinlenme durumuna göre %6,5 artırmıştır. Görsel uyaranın sağ sol yapacak şekilde verilmesi meditasyon değerlerini %2,09 azaltmıştır. Odaklanma ile meditasyon arasındaki korelasyon ise 0,73 olarak bulunmuştur. Şekil 4.7 ve Şekil 4.8 birlikte değerlendirildiğinde sağ sol görsel uyaranı ile deneklerin odaklanması yükseltirken meditasyon değerlerinin azaltıldığı görülmektedir.



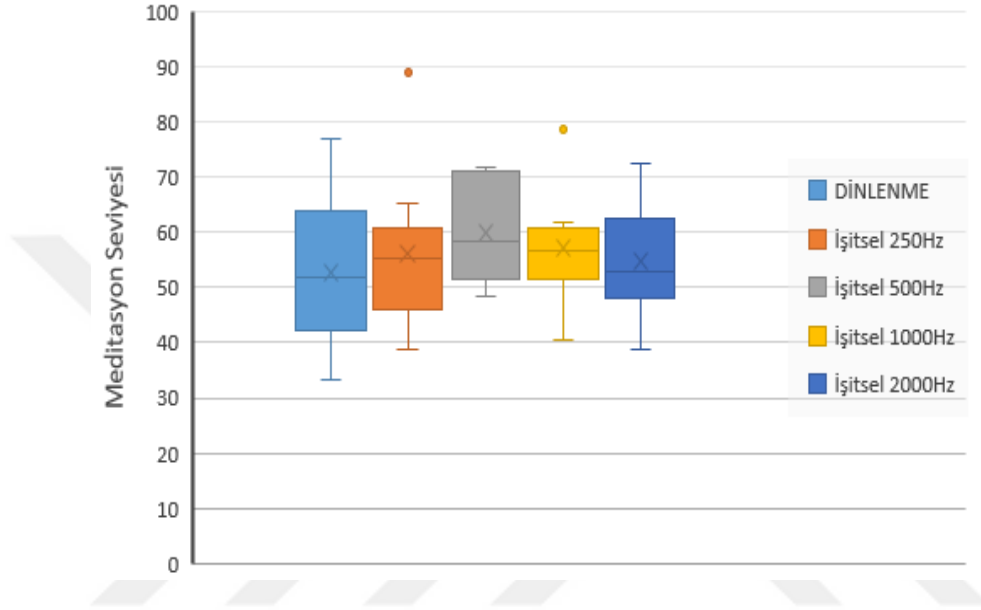
Şekil 4.8 Farklı Görsel Uyarın Tiplerinin Meditasyona Etkisi.

250 Hz, 500 Hz, 1 kHz ve 2 kHz frekanslı işitsel uyarınlar stereo kulaklık ile 1 s değişim sıklığında deneklere 60 s boyunca dinletilirken deneklerin odaklanma ve meditasyon değerleri kayıt edilmiştir. Şekil 4.9’da deneklerin işitsel uyarınlara verdiği odaklanma tepkileri görölmektedir. 250 Hz ses frekansı odaklanmayı %4,23 azaltırken 500 Hz’lik ses frekansı odaklanmayı %4,15 artırmaktadır. 1 kHz ve 2 kHz’lik işitsel uyarınlar odaklanmada %1 değişime neden olmuştur.



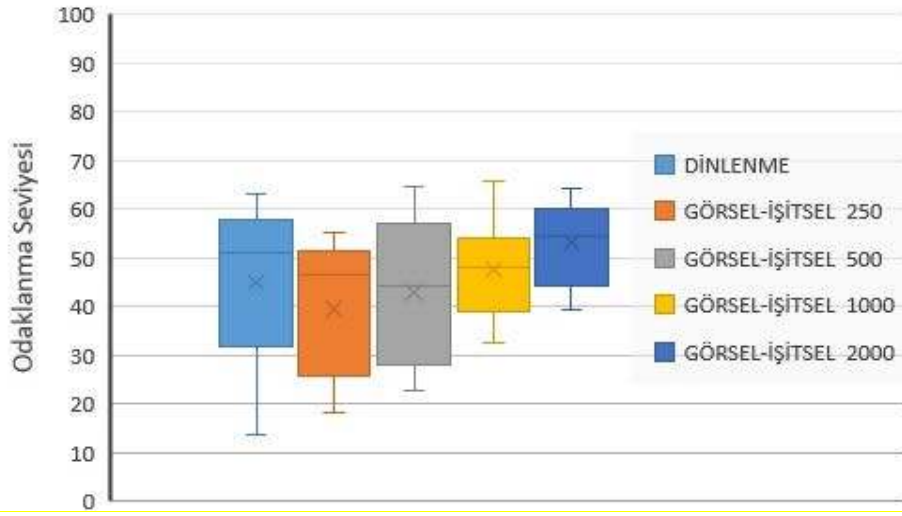
Şekil 4.9 Farklı İşitsel Uyarın Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi.

Şekil 4.10’da ise deneklerin işitsel uyarılara verdiği meditasyon tepkileri görülmektedir. Tüm işitsel uyarılar deneklerin meditasyon seviyesini artırırken en fazla artış %7,18 ile 500 Hz frekansındaki işitsel uyaranda görülmüştür. Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 birlikte değerlendirildiğinde görsel uyarılardan farklı olarak 250 Hz’de deneklerin odaklanması azalırken meditasyon değerlerinin yükseldiği görülmektedir.



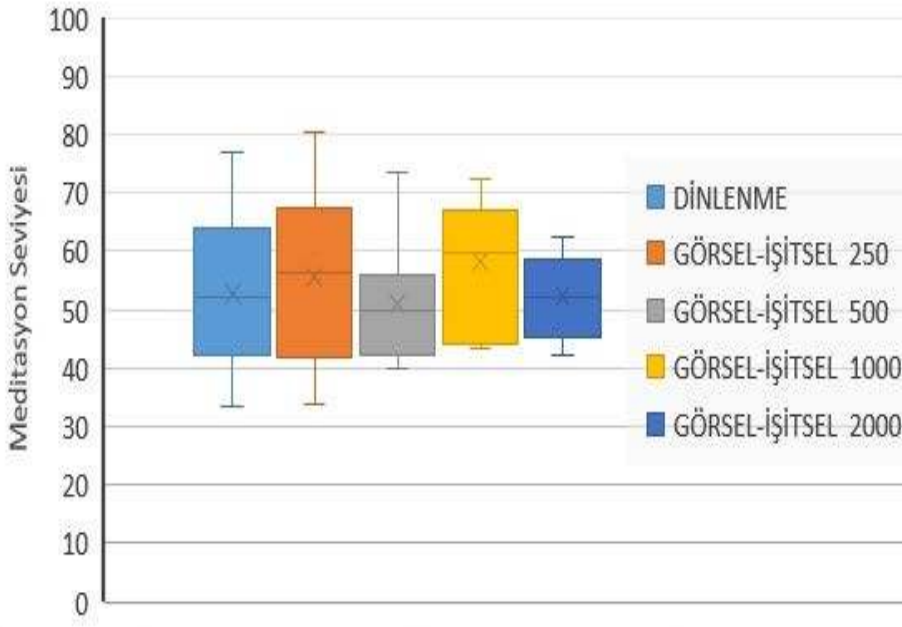
Şekil 4.10 Farklı İşitsel Uyarı Tiplerinin Meditasyona Etkisi.

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de 60 s süre boyunca 1 s zaman aralıklı konum değiştiren sağ sol görsel ve işitsel uyarıların 40 cm uzaklıktan göz ve kulak ile takibi sırasında deneklerin odaklanmasına olan etkisi görülmektedir. Şekil 4.11’de deneklerin odaklanmasındaki değişim, sırası ile görsel işitsel 250 Hz için %-5,40, görsel işitsel 500 Hz için %-2,07, görsel işitsel 1 kHz için %2,52 ve görsel işitsel 2 kHz için %7,99’dir.



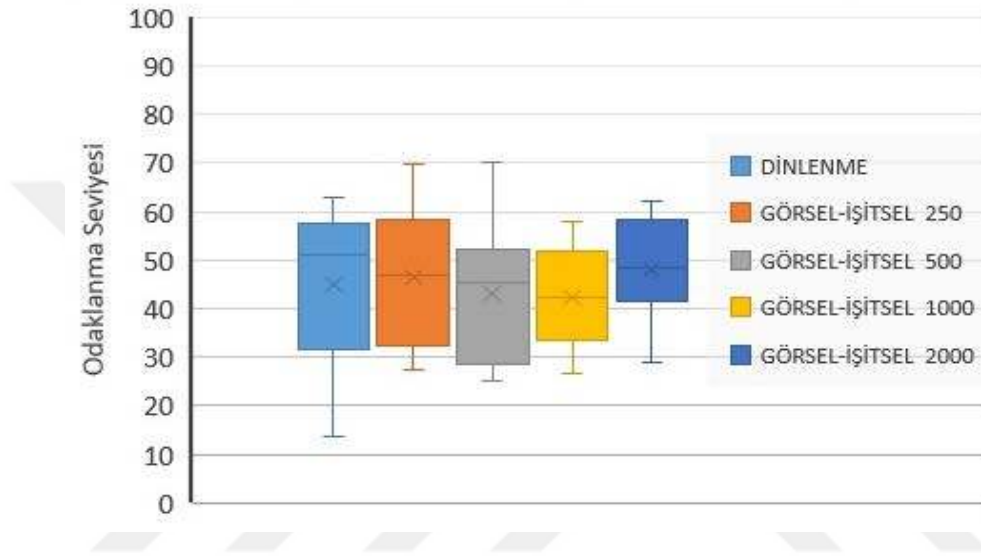
Şekil 4.11 Sağ- Sol Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyarın Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi.

Deneklerin meditasyonundaki değişim (Şekil 4.12) sırası ile görsel işitsel 250 Hz için %-2,77, görsel işitsel 500 Hz için %-1,73, görsel işitsel 1 kHz için %5,44 ve görsel işitsel 2 kHz için %-0,32' dir. Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'deki veriler beraber irdelendiğinde sağ sol göz hareketleri sırasında deneklere farklı frekanslı işitsel uyarınların verilmesi deneklerin meditasyonunu etkilemezken odaklanmasının artırılıp azaltılabileceğini göstermektedir.



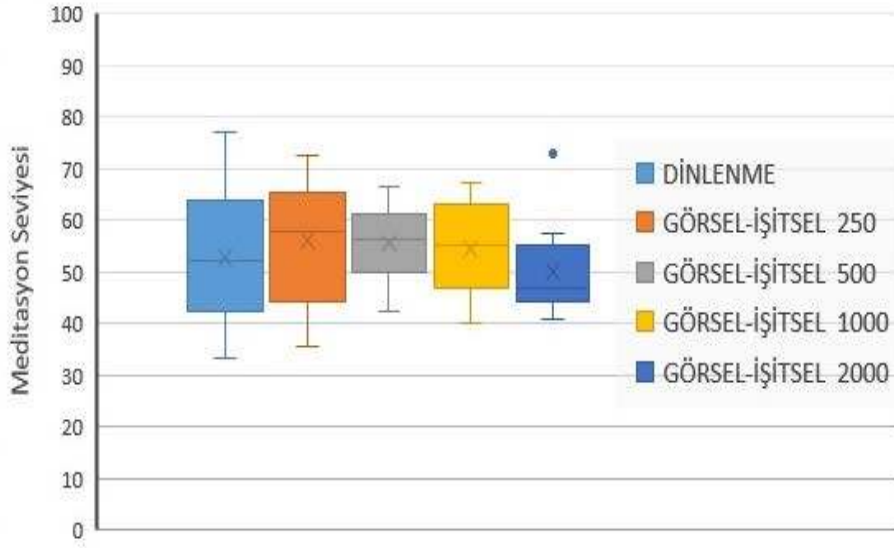
Şekil 4.12 Sağ- Sol Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyarın Tiplerinin Meditasyona Etkisi.

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de 60 s süre boyunca 1 s zaman aralıklı konum değiştiren yukarı aşağı görsel ve işitsel uyaranların 40 cm uzaklıktan göz ve kulak ile takibi sırasında deneklerin odaklanma ve meditasyon tepkileri görülmektedir. Deneklerin odaklanmasındaki (Şekil 4.13) değişim, sırası ile görsel işitsel 250 Hz için %1,48, görsel işitsel 500 Hz için %-1,88, görsel işitsel 1 kHz için %-2,73 ve görsel işitsel 2 kHz için %2,97 şeklindedir.



Şekil 4.13 Yukarı- Aşağı Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyaran Tiplerinin Odaklanmaya Etkisi.

Deneklerin meditasyonundaki değişim (Şekil 4.14) sırası ile görsel işitsel 250 Hz için %3,30, görsel işitsel 500 Hz için %2,75, görsel işitsel 1 kHz için %1,58 ve görsel işitsel 2 kHz için %-2,69’dir. Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’deki veriler beraber değerlendirildiğinde yukarı aşağı göz hareketleri sırasında deneklere farklı frekanslı işitsel uyaranların verilmesi deneklerin odaklanmasını etkilemezken meditasyonunun artırılıp azaltılabileceğini göstermektedir.



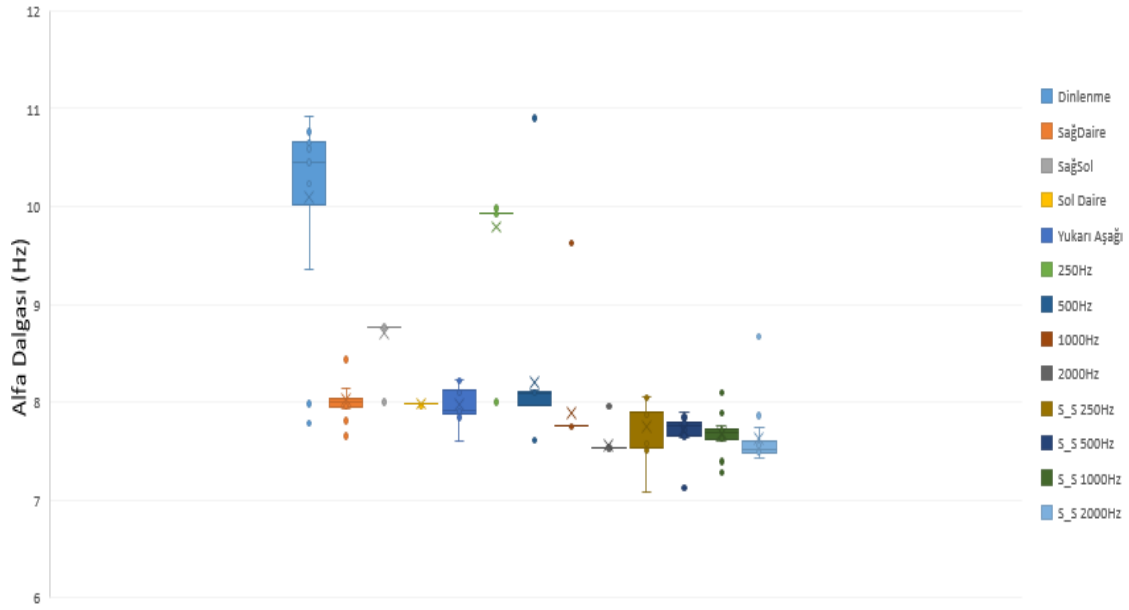
Şekil 4.14 Yukarı - Aşağı Göz Hareketi Sırasında İşitsel Uyarın Tiplerinin Meditasyona Etkisi.

Resim 4.2’de Emotiv EPOC EEG ölçüm cihazıyla gerçekleştirilen deney düzeneği görülmektedir. Gerçekleştirilen tablet uygulaması kullanılarak Emotiv EPOC EEG başlığı ile alınan EEG verileri ara yüz yazılımında eş zamanlı izlenebilmektedir. Yazılım sayesinde alınan EEG sinyalleri kaydedilerek Matlab ortamında işaret işleme teknikleri uygulanmıştır. Ek 2’de kafatasının F3 bölgesinden alınan işaretler üzerinde Matlab ortamında işaret işleme teknikleri kullanılarak oluşturulmuş şekiller yer almaktadır.



Resim 4.2 Emotiv EPOC EEG cihazıyla alınan ölçüm düzeneği.

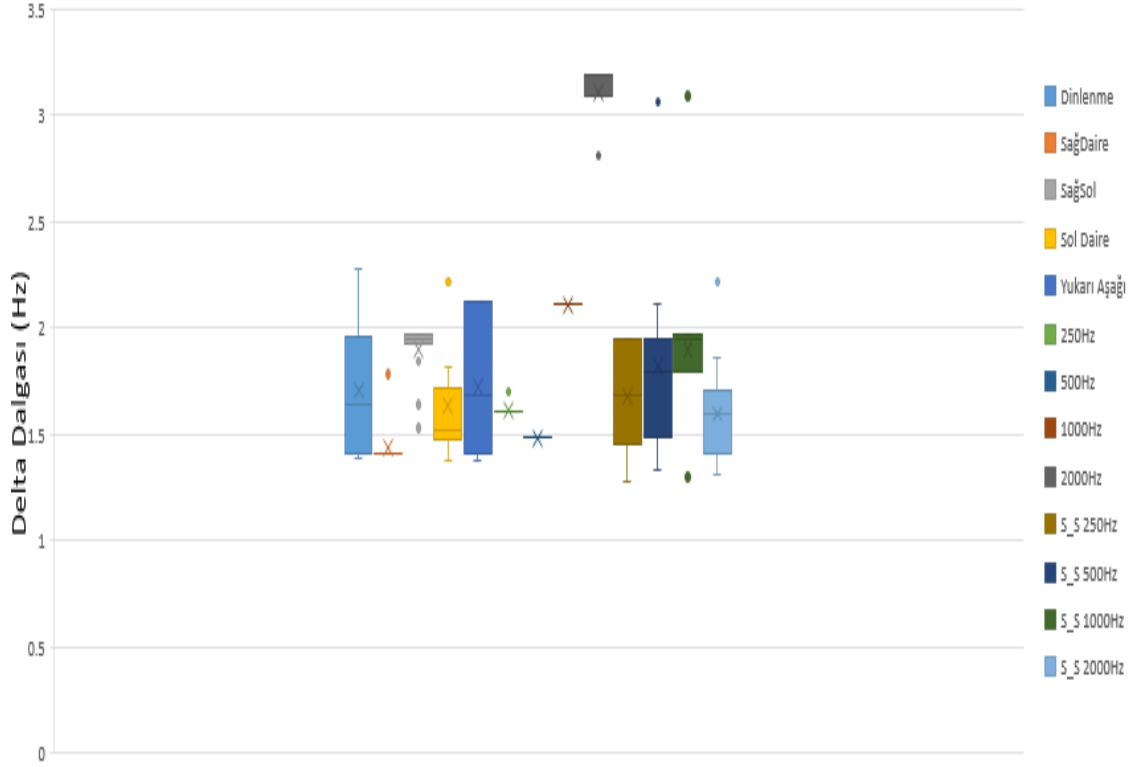
Şekil 4.15’de sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel uyarıların ile 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyarıların ve görsel-ışitsel uyarıların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyarı gruplarının beyindeki alfa dalgasına etkisi görülmektedir. Uyarı grupları dinlenme halinde yani hiçbir uyarının verilmediği durumla karşılaştırıldığında alfa dalgasında görsel uyarıların içerisinde sol daire görsel uyarınının görsel uyarıların içerisinde daha etkili olduğu ışitsel uyarı grupları içerisinde 2 kHz frekansa sahip sesli uyarı grubunun etkili olduğu görülmektedir. Görsel ışitsel uyarıların birlikte verildiği durumda alfa frekans bandını kontrollü bastırıldığı gözlemlenmiştir. Şekil 4.15’e göre uyarı grupları içerisinde beyindeki alfa dalgasını etkileyen en iyi uyarının 2 kHz sesli uyarı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 4.15 Tüm uyarı gruplarının Alfa dalgası üzerine etkisi.

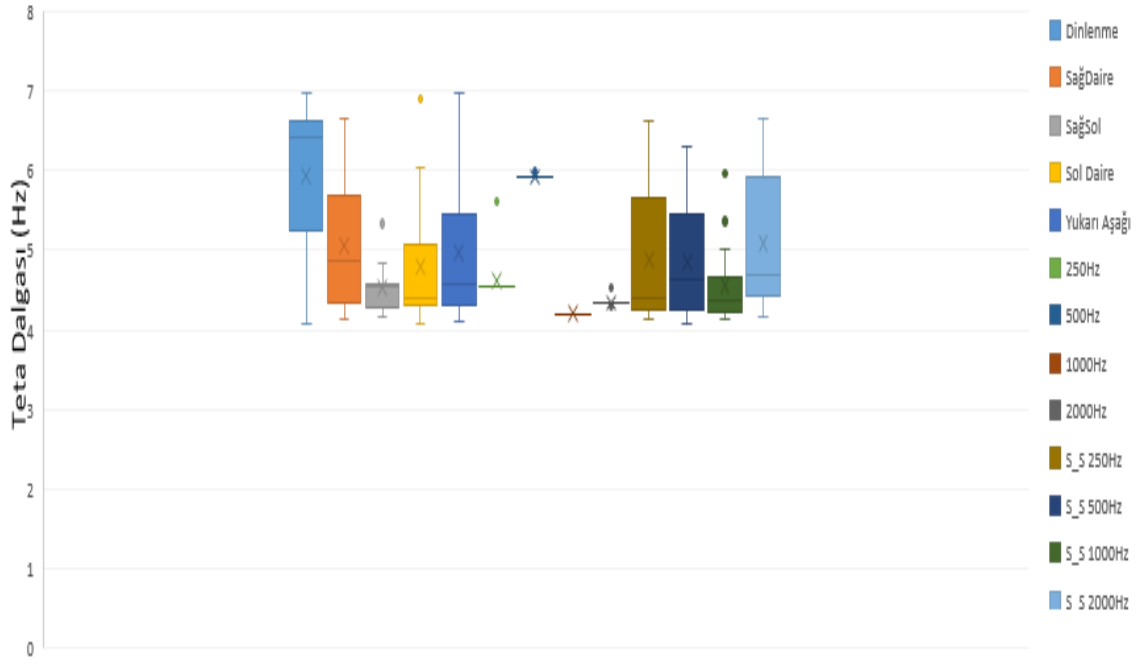
Şekil 4.16’da sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel uyarıların ile 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyarıların ve görsel-ışitsel uyarıların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyarı gruplarının beyindeki delta dalgasına etkisi görülmektedir. Uyarı grupları dinlenme haliyle kıyaslandığında görsel uyarıların içerisinde yukarı aşağı göz hareketleriyle uyarıyı takip etmenin kişinin dinlenme durumuna yakın olduğu görülmektedir. ıışitsel uyarı grubu

içerisinde ise 2000 Hz frekansa sahip sesli uyarının delta dalgası üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Görsel-işitsel uyarılarda ise dinlenme durumuna yakın olduğu görülmüş ve görsel-işitsel uyarı gruplarının içerisinde belirgin fark gözlemlenmemiştir.



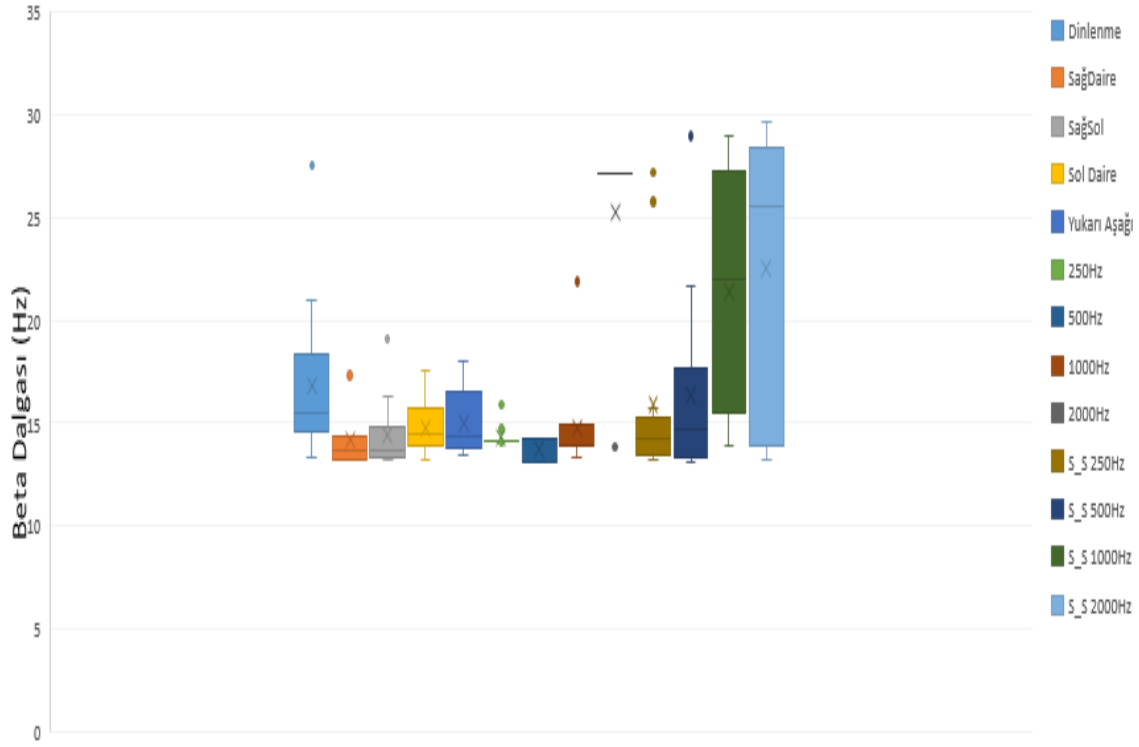
Şekil 4.16 Tüm uyarı gruplarının Delta dalgası üzerine etkisi.

Şekil 4.17’de sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel uyarıları ile 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyarıları ve görsel-işitsel uyarıların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyarı gruplarının beyindeki teta dalgasına etkisi görülmektedir. Uyarı grupları dinlenme durumuyla kıyaslandığında beyinde teta dalgasında görsel uyarıların kişinin dinlenme durumunu bozduğu görülmektedir. İşitsel uyarı grubunda ise 500 Hz frekansa sahip sesli uyarının 250 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyarılara göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Görsel-işitsel uyarılara bakıldığında ise teta dalgasında dinlenme durumunu bozduğu görülmekle birlikte görsel-işitsel uyarılar arasında bir fark görülmemektedir.



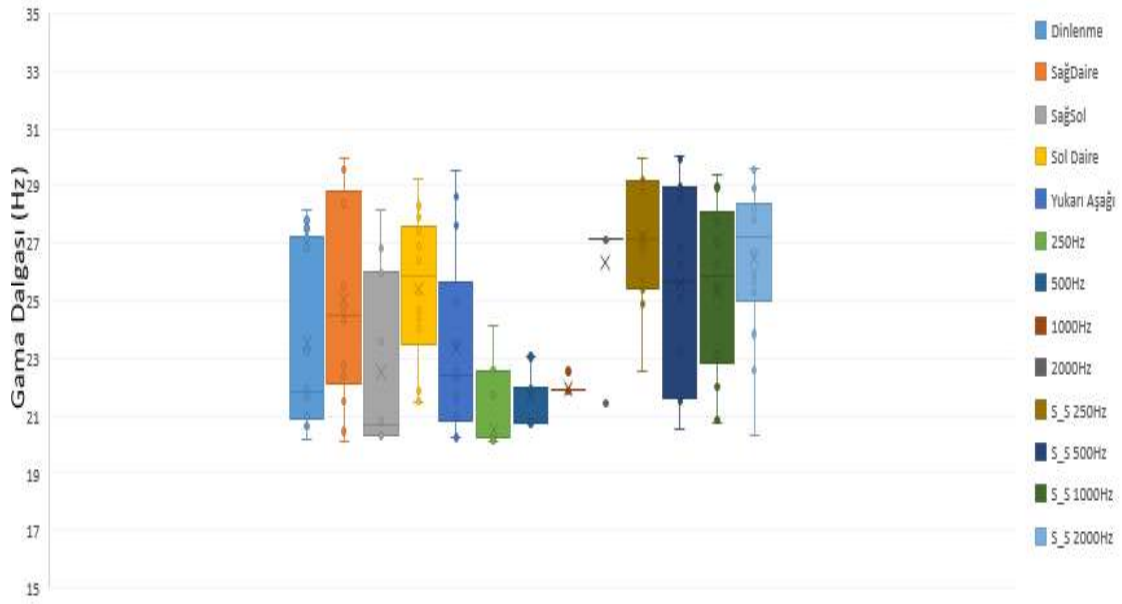
Şekil 4.17 Tüm uyaran gruplarının Teta dalgası üzerine etkisi.

Şekil 4.18’de sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel uyaranları ile 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyaranları ve görsel-ışitsel uyaranların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyaran gruplarının beyindeki beta dalgasına etkisi görülmektedir. Farklı türdeki uyaranların beyindeki beta dalgasına etkisi dinlenme durumuyla kıyaslandığında görsel uyaran gruplarının doğrusal olarak beta dalgasını etkilediği görülürken sesli uyaran gruplarında 2000 Hz frekansa sahip uyaranın beta dalgasını en fazla etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Görsel-ışitsel uyaranlara bakıldığında ise yine beta dalgasını doğrusal bir şekilde etkilediği görülürken dinlenme durumunu bozduğu görülmektedir.



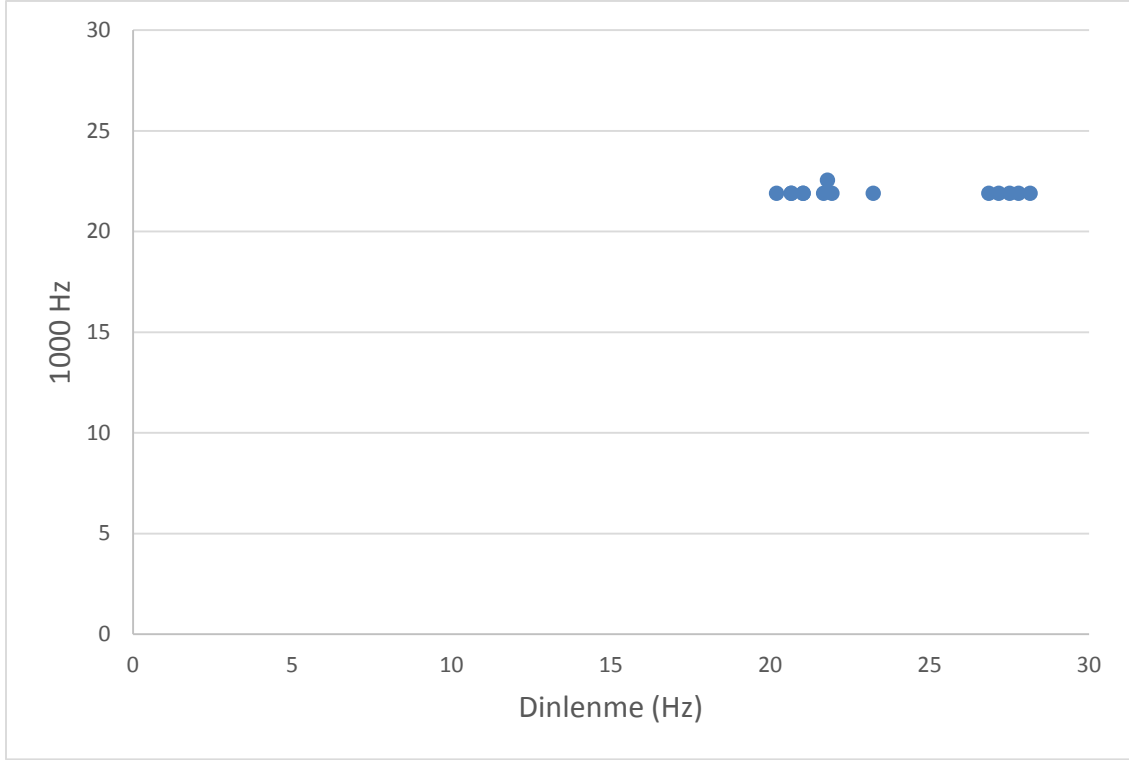
Şekil 4.18 Tüm uyaran gruplarının Beta dalgası üzerine etkisi.

Şekil 4.19’da sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel uyaranları ile 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyaranları ve görsel-işitsel uyaranların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyaran gruplarının beyindeki gama dalgasına etkisi görülmektedir. Hiçbir uyaranın verilmediği dinlenme durumuyla kıyaslandığında beyindeki gama dalgasına uyaranların etkisi şu şekildedir: görsel uyaran gruplarının dinlenme durumuna yakın olduğu işitsel uyaranlar içerisinde ise 2000 Hz frekansa sahip sesli uyaranın gama dalgası üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Görsel-işitsel uyaranlara bakıldığında ise dinlenme durumuna yakın bir durum sergiledikleri fakat gama dalgası üzerinde görsel-işitsel uyaranların tek başına verilen sesli uyaranlardan ve tek başına verilen görsel uyaranlardan daha etkili oldukları görülmektedir.



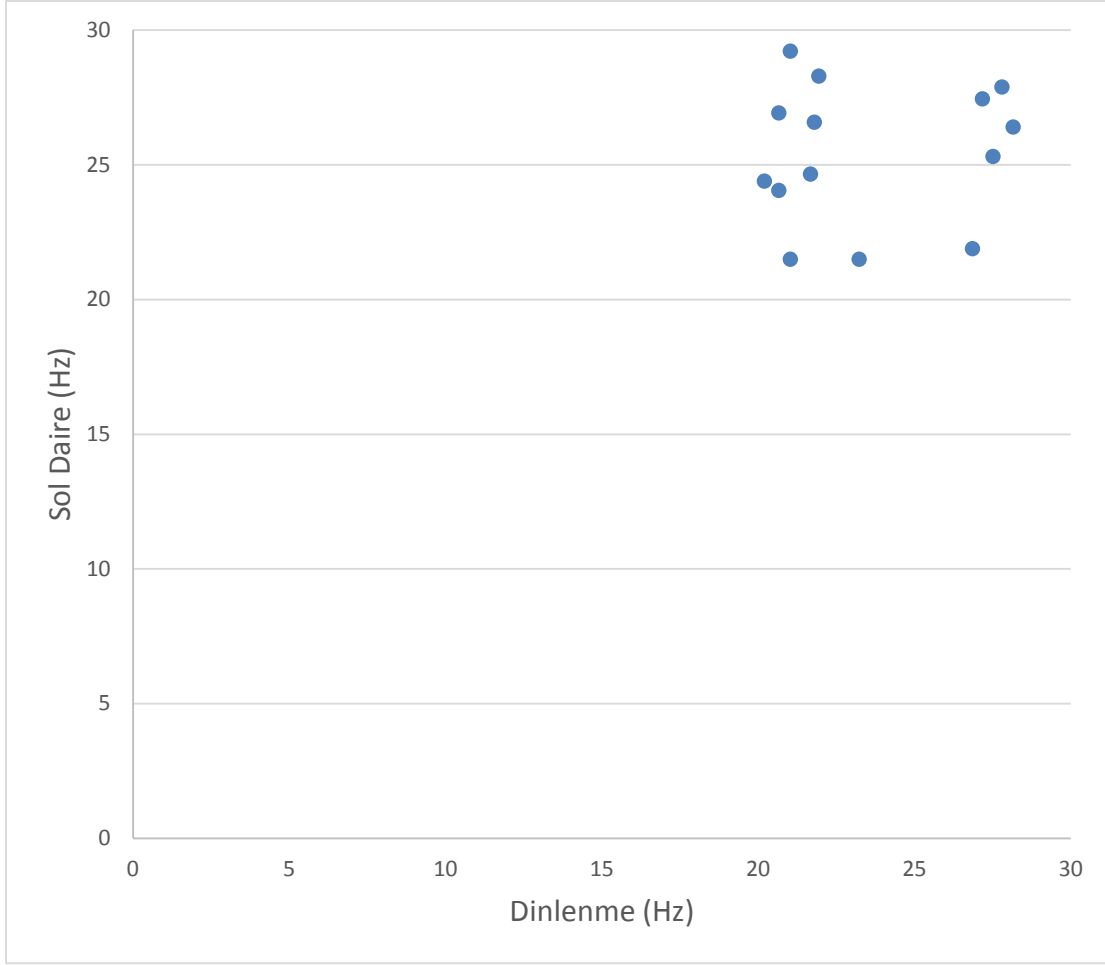
Şekil 4.19 Tüm uyaran gruplarının Gama dalgası üzerine etkisi.

Yapılan çalışmada 14 kanallı Emotiv EPOC EEG başlığı kullanılarak farklı gruplardaki uyaranların beyin dalgalarına olan etkileri incelenmiştir. Verilen farklı uyaran gruplarının beyin sağ ve sol hemisferlerinde gruplanarak kümelendiği görülmektedir. Şekil 4.20’de 1000 Hz frekans bandına sahip işitsel uyaranın beyin hemisferlerindeki ayrışımı verilmiştir. Kafatası üzerindeki 14 farklı bölgede 1000 Hz sesli uyaranın beyin sağ ve sol hemisferlerinde gruplandığı ve bu grupların ortak bir kümede toplandığı görülmektedir. Sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel uyaranları ile 250 Hz, 500 Hz ve 2000 Hz sesli uyaranları ve görsel-işitsel uyaranların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyaran gruplarının beyin hemisferlerindeki kümelenme durumları EK 1’de verilmiştir.



Şekil 4.20 1000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım.

Şekil 4.21’de görsel uyaran grupları içerisinde göz hareketleri ile sola doğru daire çizerek takibin beynin sağ ve sol hemisferlerindeki durumu gözükmemektedir. Emotiv EPOC EEG başlığı ile alınan kafatası üzerine yerleştirilen 14 farklı noktadan alınan görsel uyaran esnasında beyni sağ ve sol yarım küreleri arasındaki ayrışma ve kümeleme durumu görülmektedir. Beynin sağ yarım küresinin sol yarım küreye göre göz hareketleriyle sola doğru daire çizmenin daha fazla etkinlik göstermesine neden olduğu Şekil 4.21’de görülmektedir.



Şekil 4.21 Görsel uyaran olarak sol daire takibinde beyinde meydana gelen ayrışım.

Çizelge 4.2’de farklı uyaran türlerinin 14 kanallı EEG verisine etkisi görülmektedir. Farklı uyaran gruplarının beyin dalgalarına ait frekansları artırma, azaltma ve etkisiz durumu işaretlerle gösterilmektedir. Çizelgedeki + işaret beyin dalgasını artırma yönde etkilediğini 0 işareti beyin dalgasına etkisinin olmadığını ve – işareti ise beyin frekansını azaltma yönde etkilediği şeklinde yorumlanmıştır. Çizelgede beyin dalgaları düşük frekanslı delta dalgasından başlayarak yüksek frekanslı gama dalgasına doğru sıralanmıştır. Görsel uyaranlar içerisinde sağ dairenin sadece gama dalgası üzerinde artırma etkisinin olduğu belirgin olarak yer almaktadır. İşitsel uyaran grupları içerisinde ise 2000 Hz frekansa sahip sesli uyarının en çok beyin dalgasını artırma yönünde etkilediği görülmüştür. Sağ-Sol görsel uyaranla birlikte dinlenilmesi istenen sesli uyaranlar içerisinde ise gama dalgasının tüm sağ-sol işitsel bantlardaki frekanslardan artırma yönünde etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.2 Farklı uyaran grupların beyin dalgaları üzerine etkisi.

Uyaran	Delta	Teta	Alfa	Beta	Gama
Sağ Daire	-	-	-	-	+
Sağ Sol	+	-	+	-	0
Sol Daire	0	-	-	+	+
Yukarı Aşağı	+	-	-	+	0
250 Hz	0	-	+	-	-
500 Hz	0	+	-	-	-
1000 Hz	+	-	-	-	-
2000 Hz	+	-	-	+	+
S_S 250 Hz	0	0	0	-	+
S_S 500 Hz	0	0	0	0	+
S_S 1000 Hz	0	-	0	+	+
S_S 2000 Hz	0	0	0	+	+

*S_S Sağ-Sol görsel uyaran ile birlikte sesli uyaran verildiğini ifade etmektedir.

EK 2’de EEG dalgaları (Alfa, Beta, Delta, Gama, Teta) ve EEG verisinin Matlab ortamında ayrışmasıyla elde edilmiş grafikler yer almaktadır. Bu grafikler 14 kanallı Emotiv EPOC cihazıyla elde edilen verilerle oluşturulmuştur. Cihazda elektrot yerleşim yeri olarak F3 bölgesine ait bulgular yer almaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Psikiyatri kliniğine başvuran kişi sayısı modern yaşamın getirdiği olaylara veya beynin nöron aktivitesindeki fonksiyonel bozukluklara bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Psikolog ve psikiyatristler (uzman) post travmatik stres bozukluğu, takıntı, otizm, şizofreni vb. hastalığı olan bireylere çeşitli tedavi yöntemleri uygulamaktadır. Göz hareketleri ile duyarsızlaştırma ve yeniden işleme (EMDR) tekniği, bu yöntemlerden sadece biri olup uzmanlar tarafından sıklıkla travma geçirmiş hastalara uygulanan bir yöntemdir. EMDR yöntemin başarılı olduğu klinik çalışmalarla ve yapılan istatistiksel analizlerle ortaya konulmuştur. Ancak tedavi sırasında EMDR cihazının kullanımı yok denecek kadar azdır. Çeşitli uyaranlar ve paradigmalara EMDR yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada EMDR tekniğinin uygulanması sırasında uzmanın uygulamasını kolaylaştıracak pasif EMDR tekniği yerine aktif olarak çalışan yardımcı tedavi cihazı geliştirilmiştir. Çalışma 3 adımdan oluşmaktadır. Bunlar;

- Aktif EMDR cihazının etkinliğini belirlemek için deneğin dikkat ve meditasyon seviyeleri ölçülmüştür. Deneğin farklı uyaran gruplarına verdiği tepki belirlemek için deney farklı zaman dilimlerinde 10 defa tekrar edilmiştir. Odaklanma seviyesini tüm uyaran grupları artırmakla birlikte %23,50 değişim ile en çok görsel uyaran değiştirmiştir. Tüm uyaran grupları meditasyon seviyesini azaltmıştır. Görsel ve işitsel uyarının eş zamanlı verilmesi meditasyon seviyesini dinlenme durumuna göre %-5,14 baskılamıştır. Sonuç olarak gerçekleştirilen aktif EMDR cihazı uyguladığı farklı uyaran grupları ile deneğin odaklanma ve meditasyon durumu kontrollü olarak değiştirilebilmektedir. Elde edilen sonuçlar psikolog ve psikiyatristler tarafından post travmatik stres bozukluğu olan hastalara uyguladıkları tedavi sırasında yardımcı olabileceğini göstermektedir.
- İnsan-bilgisayar etkileşimi (HCI) için grafiksel kullanıcı ara yüzü (GUI) yazılımı hazırlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemin etkinliğini belirlemek için 10 farklı gönüllüden Neurosky cihazı ile odaklanma ve meditasyon verileri alınmıştır. Görsel uyaranların hareket yönü bireylerin odaklanma ve meditasyon sürecini değiştirdiği tespit edilmiştir. Görsel uyaranda en fazla etki, uyarının saat yönünü tersinde takip edilmesi sırasında elde edilmiştir. Odaklanma %14,72 meditasyon

verileri ise ortalama %6,5 artmıştır. İşitsel uyaran görsel uyaranlardan farklı olarak 250Hz'de deneklerin odaklanması %-4,23 azaltılırken meditasyon değerlerini %3,44 yükseltmiştir. Sağ sol göz hareketleri sırasında deneklere farklı frekanslı işitsel uyaranların verilmesi deneklerin meditasyonunu etkilemezken odaklanması artırılıp azaltılabileceğini tespit edilmiştir. Yukarı aşağı göz hareketleri sırasında deneklere farklı frekanslı işitsel uyaranların verilmesi ise deneklerin odaklanmasını etkilemezken meditasyonunun artırılıp azaltılabildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak aktif EMDR yöntemi sırasında uygulanan farklı uyaran grupları ile deneğin odaklanma ve meditasyon durumu kontrollü olarak değiştirilebilmektedir. Elde edilen bulgular EMDR tedavi yöntemini kullanan psikolog ve psikiyatri uzmanları için hastaların algı durumunu kontrollü olarak değiştirmesine ve uyguladıkları tedavi yöntemlerinin daha kısa sürede etki göstermesine yardımcı olacaktır. Bu adımda EEG dalgalarına uyaranların dikkat ve meditasyon seviyesindeki optimum değerleri belirlenmiştir.

- Yapılan çalışmanın üçüncü ve son aşamasında ise 14 kanallı Emotiv EPOC EEG başlığı kullanılmıştır. Bu başlık ile kafatasının 14 farklı noktasında EEG ölçümleri alınıp kaydedilmiştir. Ölçümlerde ilk iki adımda verilen uyaran grupları değiştirilmeden farklı zamanlarda kişiye uygulanmıştır. Optimum parametlerin belirlenmesi ile gerçekleştirilen tablet yazılımı EEG ölçümleri esnasında kullanılmıştır. Alınan ölçümler neticesinde beyindeki alfa, beta, delta, gama ve teta dalgalarına farklı türlerdeki uyaranların etkisi incelenmiştir. Beynin sağ ve sol hemisferlerinde uyaran verilmesi durumunda oluşan ayrışma ve kümelenme durumları grafiklerle ortaya konulmuştur. İşitsel uyaran grupları içerisinde 2000 Hz sesli uyaran frekansına sahip sesin daha baskın olarak beyindeki dalgaları etkilediği görülürken sağ sol görsel ile birlikte verilen işitsel uyaranların beyin dalgalarını tek başına verilen görsel ve işitsel kadar etkilemedikleri görülmüştür.

Sonuçları analiz etmede işaret işleme teknikleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kişinin EEG dalgalarını belirgin bir şekilde etkileyen uyaran grupları çizelge ve grafiklerle ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran temel fark farklı türlerdeki uyaranların (sağ daire, sağ sol, sol daire, yukarı aşağı görsel

uyaranları, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz sesli uyaranları, görsel-işitsel uyaranların birlikte verildiği sağ sol 250 Hz, sağ sol 500 Hz, sağ sol 1000 Hz, sağ sol 2000 Hz uyaranları) deneği nasıl etkilediğini göstermesidir. Ancak bu çalışmada elde edilen veriler gönüllü olan sağlıklı bireylerden elde edilmiştir. Bu bilgilerin geliştirilebilmesi için geliştirilen sistemin spesifik hasta gruplarında denenmesi, geçerlilik ve güvenilirliğin belirlenmesi gerekmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Atwater, F. H. (1997). Accessing anomalous states of consciousness with a binaural beat technology. *Journal of Scientific Exploration*, **11(3)**: 263-274.
- Atchley, R., Klee, D., Memmott, T., Goodrich, E., Wahbeh, H. and Oken, B. (2016). Event-related potential correlates of mindfulness meditation competence. *Neuroscience*, **320**: 83-92.
- Barker, R. T. and Barker, S. B. (2007). The use of EMDR in reducing presentation anxiety: A case study. *Journal of EMDR Practice and Research*, **1(2)**: 100-108.
- Balıbey, H. and Balıkçı, A. (2013). Travma Sonrası Stres Bozukluğu Tanılı Hastada Göz Hareketleri İle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme (EMDR) Tedavisi: Olgu Sunumu. *Düşünen Adam: Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, **26(1)**.
- Bayrak T. (2012). Uyku Apnesi Parametrelerinin Cerrahi Tedavi Öncesi ve Sonrasında Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Behnammoghadam, M., Alamdari, A. K., Behnammoghadam, A. and Darban, F. (2015). Effect of Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) on Depression in Patients with Myocardial Infarction (MI). *Global Journal of Health Science*, **7(6)**: 258.
- Cunnington, R., Iansek, R., Bradshaw, J. L. and Phillips, J. G. (1996). Movement-related potentials associated with movement preparation and motor imagery. *Experimental Brain Research*, **111(3)**: 429-436.
- Chouhan, T., Panse, A., Smitha, K. G. and Vinod, A. P. (2015). A Comparative Study on the Effect of Audio and Visual Stimuli for Enhancing Attention and Memory in Brain Computer Interface System. In Systems, Man, and Cybernetics (SMC), IEEE International Conference on (pp. 3104-3109). *IEEE*.
- Denizli, S. (2008). Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme: Yaklaşımın Etkililiği ve Bugünkü Durumu. *Ege Eğitim Dergisi*, **9(2)**.

- Dolu, N., Dursun, N., Aydoğan, S., Süer, C., Gölgeli, A., Aşçıoğlu, M. ve Çoksevim, B., (2010). Temel Fizyoloji Kitabı Sinir sistemi fizyolojisi, s. 209. ISBN:978-605-89082-0-8.
- Dziegielewska, S. F. and Wolfe, P. (2000). Eye movement desensitization and reprocessing (EMDR) as a time-limited treatment intervention for body image disturbance and self-esteem: A single subject case study design. *Journal of Psychotherapy in Independent Practice*, **1(3)**: 1-16.
- Gürel, D. (2004). Tıbbi Tedaviye Karşı Olumsuz Tutum Gösteren Fiziksel ve Ruhsal Travmalı Bir Hastanın İki Seanslık Göz Hareketleri İle Duyarsızlaştırma ve Yeniden Yapılandırma Tekniği İle İyileşme Süreci: Olgu Sunumu. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, **24(6)**: 689-696.
- Grant, M. (2000). EMDR: a new treatment for trauma and chronic pain. *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, **6(2)**: 91-94.
- Herkt, D., Tumani, V., Grön, G., Kammer, T., Hofmann, A. and Abler, B. (2014). Facilitating access to emotions: neural signature of EMDR stimulation. *PloS One*, **9(8)**: 1-8.
- He, J., Liu, D., Wan, Z. and Hu, C. (2014). A noninvasive real-time driving fatigue detection technology based on left prefrontal Attention and Meditation EEG. In Multisensor Fusion and Information Integration for Intelligent Systems (MFI), 2014 International Conference on (pp. 1-6). IEEE.
- Hiyoshi-Taniguchi, K., Kawasaki, M., Yokota, T., Bakardjian, H., Fukuyama, H., Cichocki, A. and Vialatte, F. B. (2015). EEG correlates of voice and face emotional judgments in the human brain. *Cognitive Computation*, **7(1)**: 11-19.
- Jayalakshmi, T. and Santhakumaran, A. (2011). Statistical Normalization and Back Propagation for Classification. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, **3(1)**: 89.
- Kavakçı, Ö., Yıldırım, O. ve Kuğu, N. (2010). Travma sonrası stres bozukluğu ve sınav kaygısı için EMDR: Olgu Sunumu. *Klinik Psikiyatri*, **42-47**, 13.
- Kayran, A., Ekşioğlu, E.M., 2004, “Bilgisayar Uygulamalarıyla Sayısal İşaret İşleme”, Birsen Yayınevi, 1. Basım, İstanbul, Türkiye.

- Korkusuz, M. E. ve Karamete, A. (2013). Eğitsel Oyun Geliştirme Modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, **7(2)**.
- Larsen, E. A. (2011). Classification of EEG signals in a brain-computer interface system.
- Lang, M. (2012). Investigating the Emotiv EPOC for cognitive control in limited training time. *Honours report, University of Canterbury*, 8.
- Liang, H., Lukkarinen, S. and Hartimo, I. (1997)“Heart Sound Segmentation Algorithm Based on Heart Sound Envelopogram”, *Computers in Cardiology*, 24, 105-108.
- Ohtani, T., Matsuo, K., Kasai, K., Kato, T. and Kato, N. (2005). Hemodynamic response to emotional memory recall with eye movement. *Neuroscience Letters*, **380(1)**: 75-79.
- Öztürk, B. (1999). Öğrenme ve öğretmede dikkat. *Milli Eğitim Dergisi*, **144**.
- Power, K., McGoldrick, T., Brown, K., Buchanan, R., Sharp, D., Swanson, V. and Karatzias, A. (2002). A controlled comparison of eye movement desensitization and reprocessing versus exposure plus cognitive restructuring versus waiting list in the treatment of post-traumatic stress disorder. *Clinical Psychology and Psychotherapy*, **9(5)**: 299-318.
- Scheck, M. M., Schaeffer, J. A. and Gillette, C. (1998). Brief psychological intervention with traumatized young women: The efficacy of eye movement desensitization and reprocessing. *Journal of Traumatic Stress*, **11(1)**: 25-44.
- Shapiro, F., Kaslow, F. W. and Maxfield, L. (Eds.). (2007). Handbook of EMDR and family therapy processes. John Wiley and Sons.
- Shapiro, J. F. (2001). Modeling and IT perspectives on supply chain integration. *Information Systems Frontiers*, **3(4)**: 455-464.
- Smith, S.W. (1997).“The Scientist and Engineer’s Guide to Digital Signal Processing”, California Technical Publishing, 1. Edition, San Diego, USA.
- Soydan, M. ve Koyu, A. (2012). Binaural beat uyarının nöroterapi’deki önemi. *Medical Journal of Süleyman Demirel University*, **19(4)**.
- Uçar, M. K., Bozkurt, M. R., Polat, K. ve Bilgin, C. (2014). EEG Sinyalleri Kullanılarak Uyku Evrelerinin Sınıflandırılmasında Sayısal Filtrelemenin Etkisi. ELECO’14.

- Yazgan, E., Korürek, M., (1996). Tıp Elektroniği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik - Elektronik Fakültesi ofset baskı atölyesi, sayfa 2.1-2.6 ve 6.1-6.15, İstanbul.
- Yavuz, S., & Deveci, M. (2012). İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (40), 167-187.
- Wang, M. H., Huang, M. L. and Li, C. S. (2016). An intelligent fitness diagnosis system using electroencephalogram with biomedical signals. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, 11(6): 714-719.

İnternet Kaynakları

- 1) http://www.emdr-tr.org/tr-TR/Content/EMDR/EMDR_Nedir.aspx , 05.02.2016
- 2) <http://web.archive.org/web/20080724060151/http://www.newscientist.com/channel/health/brain/dn9969>, 08.02.2017
- 3) <http://www.saglikvakti.com/anatomi-ve-beyin/>, 20.11.2016
- 4) https://tr.wikipedia.org/wiki/Frontal_lob, 10.02.2017
- 5) https://en.wikipedia.org/wiki/Parietal_lobe, 10.02.2017
- 6) https://tr.wikipedia.org/wiki/Oksipital_lob, 10.02.2017
- 7) <http://clinicalgate.com/epilepsy-8/>, 10.09.2016
- 8) <https://tr.wikipedia.org/wiki/Meditasyon> , 25.12.2016
- 9) <https://www.emotiv.com/epoc/>, 29.01.2017
- 10) <http://emdrelite.com/>, 27.12.2016

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : NEŞE ÖZKAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Çine / AYDIN, 15.08.1991
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : nozkan@aku.edu.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Çine Lisesi, (2005-2009)
Lisans : Erciyes Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği,
(2009-2014)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı, (2015-2017)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fak.
Biyomedikal Mühendisliği Bölümü (2014-...)

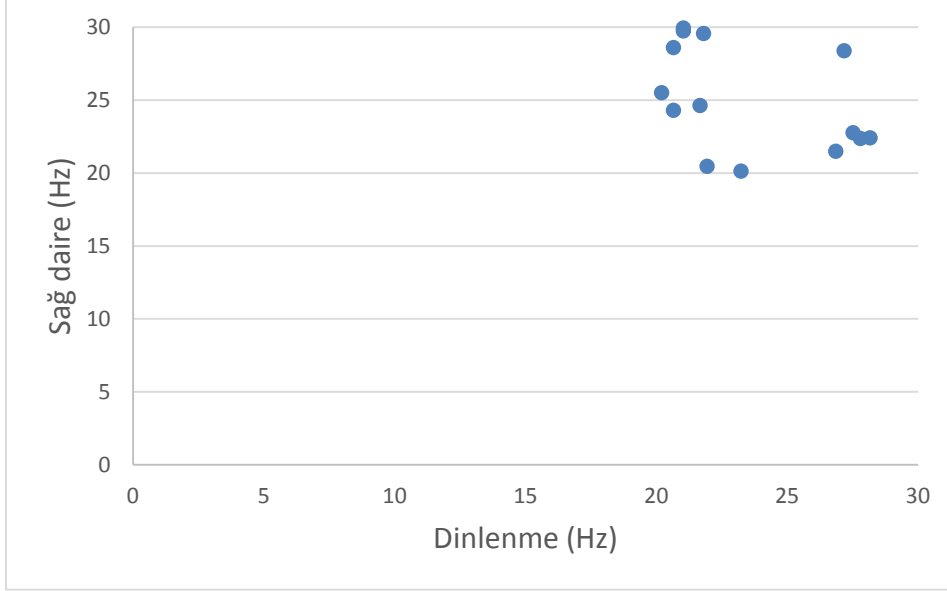
Yayınları (SCI ve diğer) :

- Taşgetiren, S., Yuran, A.F., Özmen, N., Özkan, N. (2015). Biyomedikal Ar-Ge 2015. ISBN 978-605-65472-0-1
- Taşgetiren, S., Yuran, A.F., Özmen, N., Özkan, N. (2015). Türkiye’de Biyomedikal Teknolojileri Alanındaki Araştırmalarda Biyomedikal Mühendisliğinin Yeri. *Gülhane Askeri Tıp Akademisi*. Ankara.
- Taşgetiren, S., Yuran, A.F., Özmen, N., Özkan, N. (2015). Biyomedikal Araştırmalarında Sağlık Alanı ve Mühendislik Alanı Arasındaki İşbirliğinin Durumu, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi 2015*. Bodrum, Muğla.
- Fidan, U., Özkan, N., Çalıkışu, İ. (2016). Clustering and Classification of Dermatologic Data with Self Organization Map (SOM) Method. *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi 2016*. Antalya.
- Fidan, U., Özkan, N. (2016). Dermatolojik Hastalıkların Yapay Sinir Ağı ile Sınıflandırılmasında Histopatolojik ve Klinik Parametrelerin Etkisi. *Uluslararası Multidisipliner Konferansı*. Antalya.

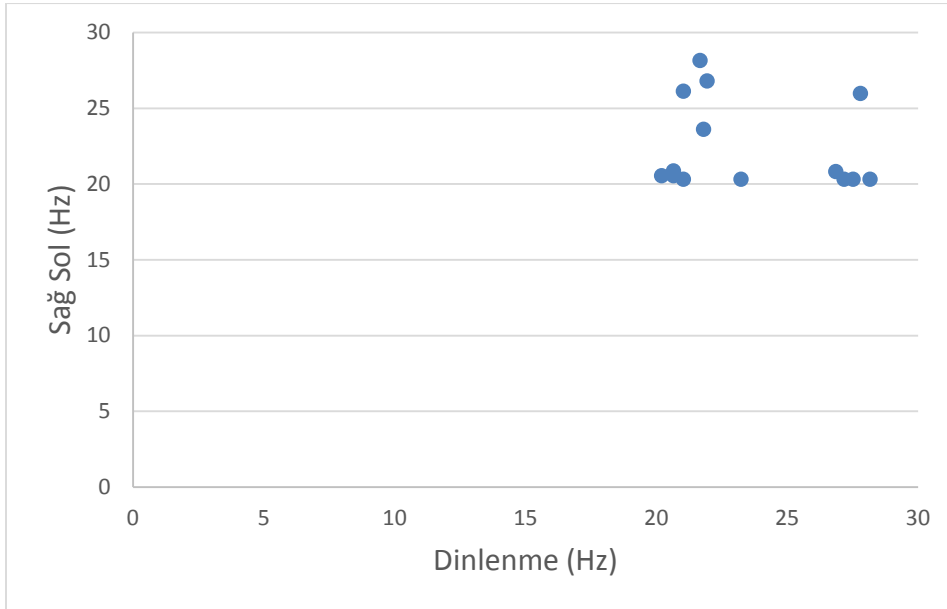
- Özkan, N., Işık, A., Fidan, U. (2017). Design and Acquisition of EOG Based Interactive Communications for ALS Patients. *International Conference on Advanced Technology & Science*. İstanbul.

EKLER

EK 1. Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

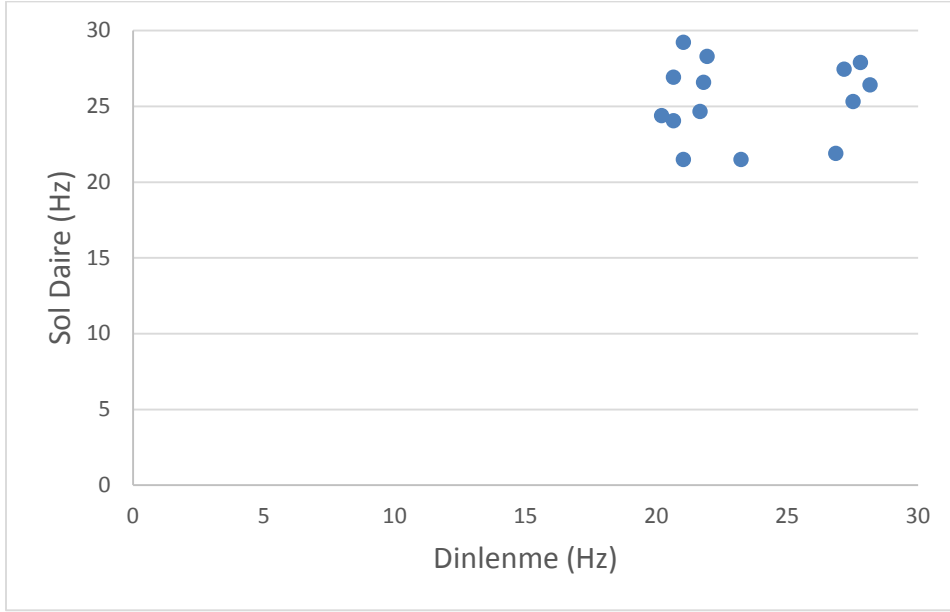


Göz hareketleriyle Sağ daire takibinin beyinde meydana getirdiği ayrışım

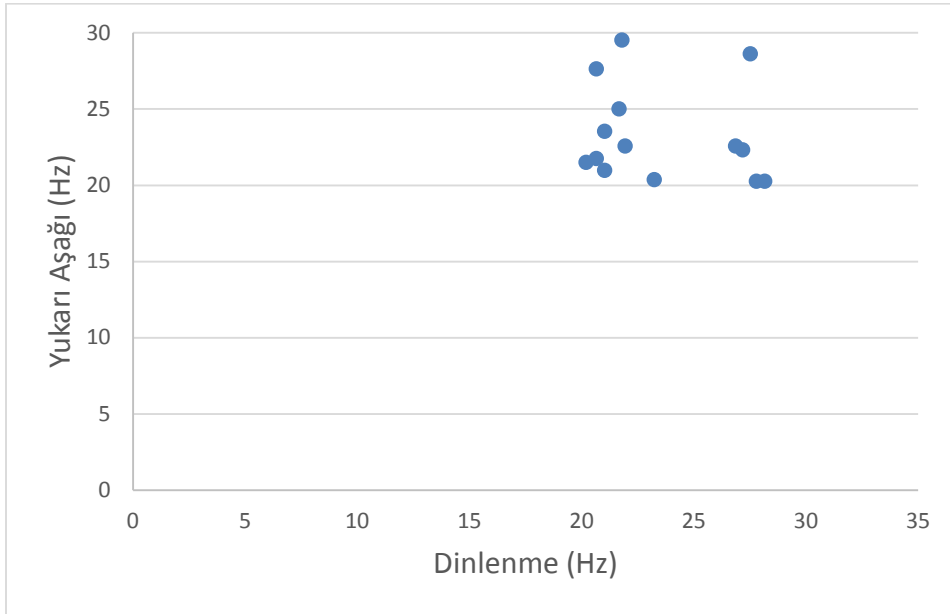


Göz hareketleriyle Sağ Sol takibinin beyinde meydana getirdiği ayrışım

EK 1 (devam). Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

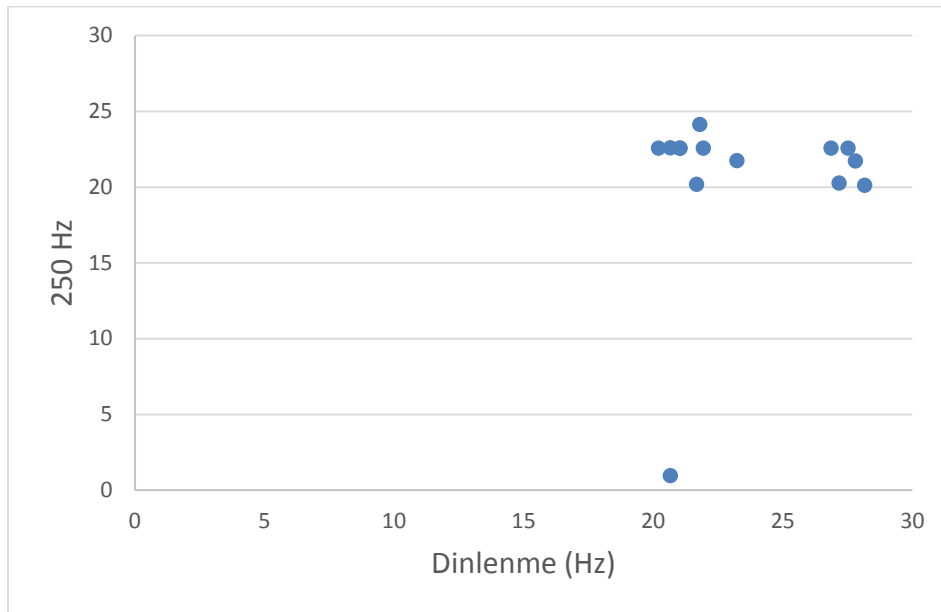


Göz hareketleriyle Sol daire takibinin beyinde meydana getirdiği ayrışım

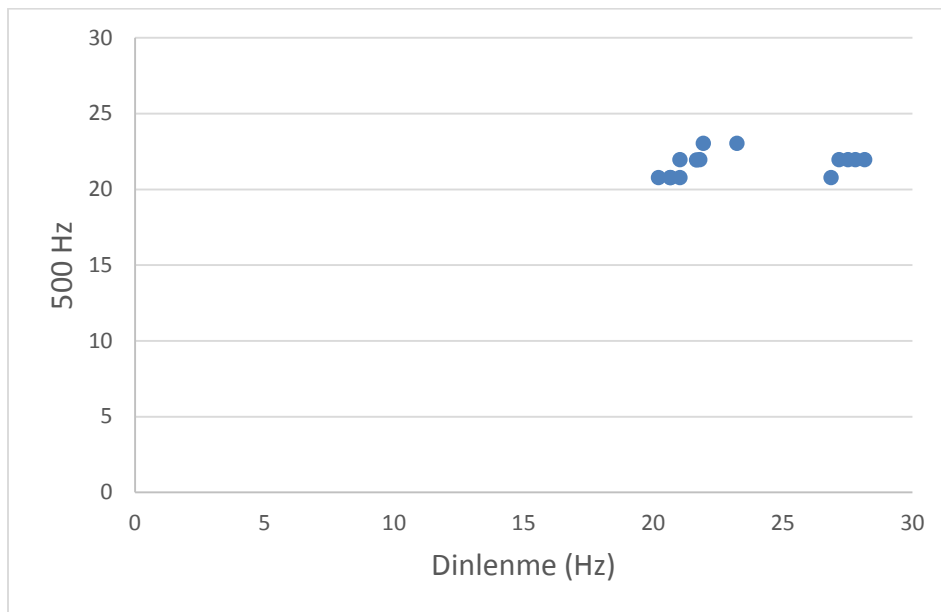


Göz hareketleriyle Yukarı Aşağı takibinin beyinde meydana getirdiği ayrışım

EK 1 (devam). Farklı Uyarar Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

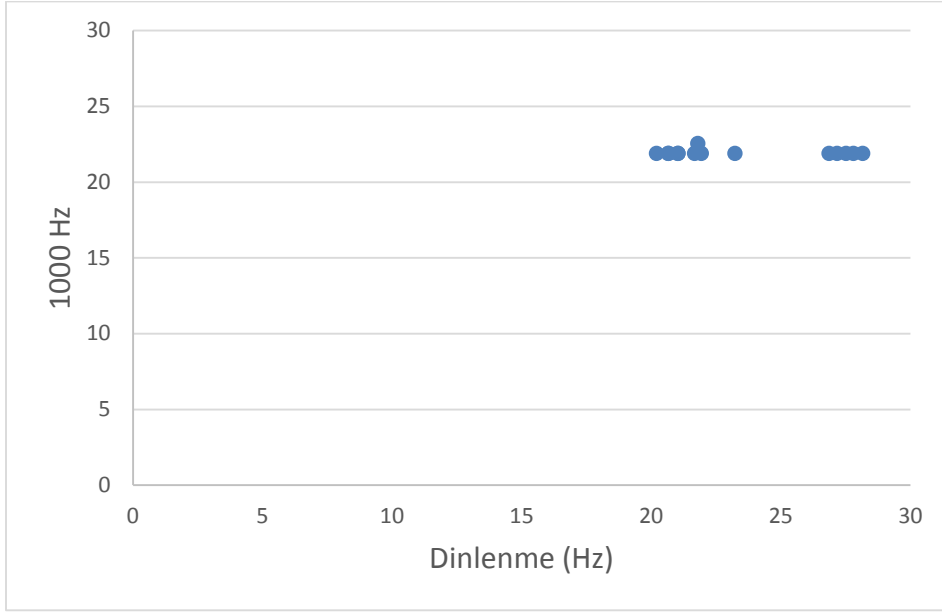


250 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

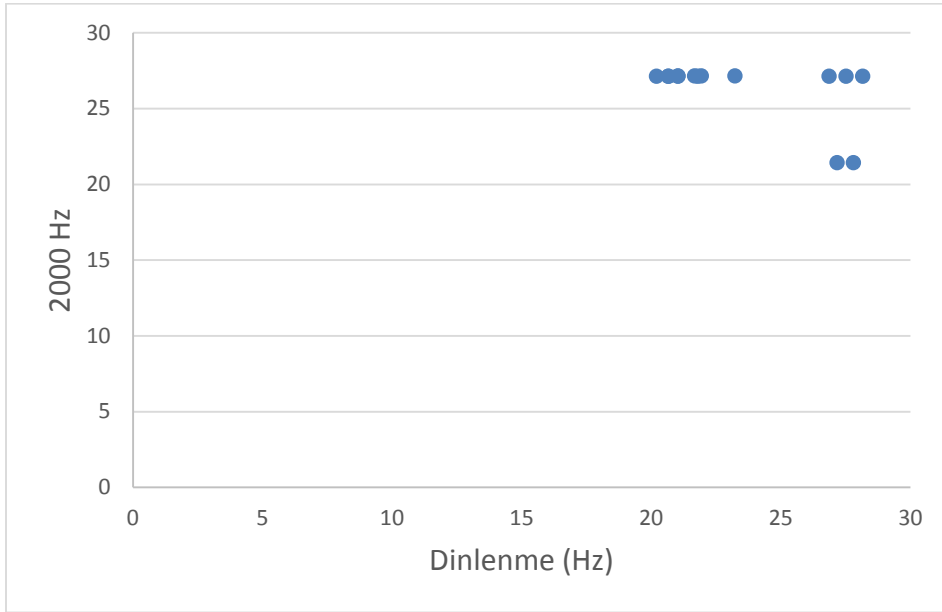


500 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

EK 1 (devam). Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

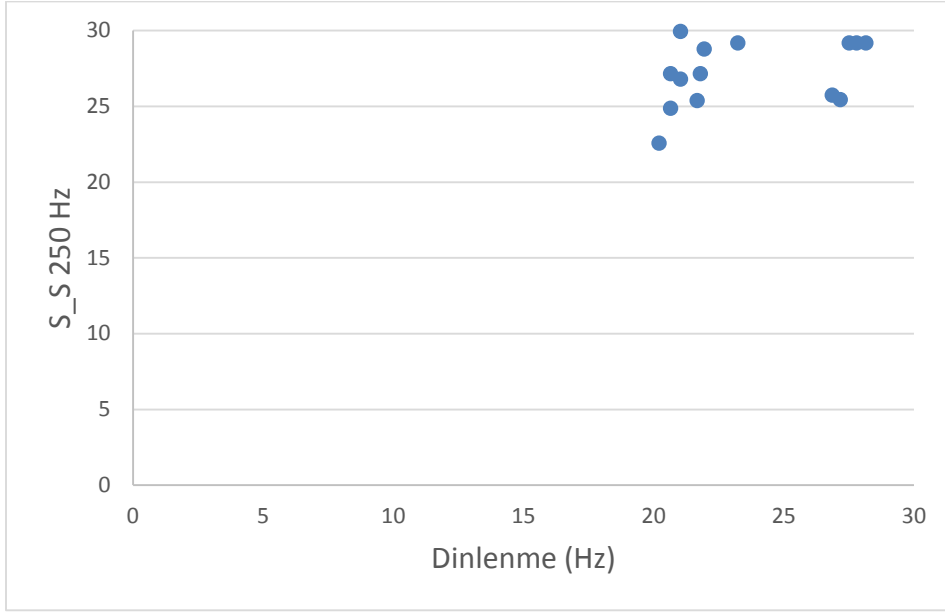


1000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

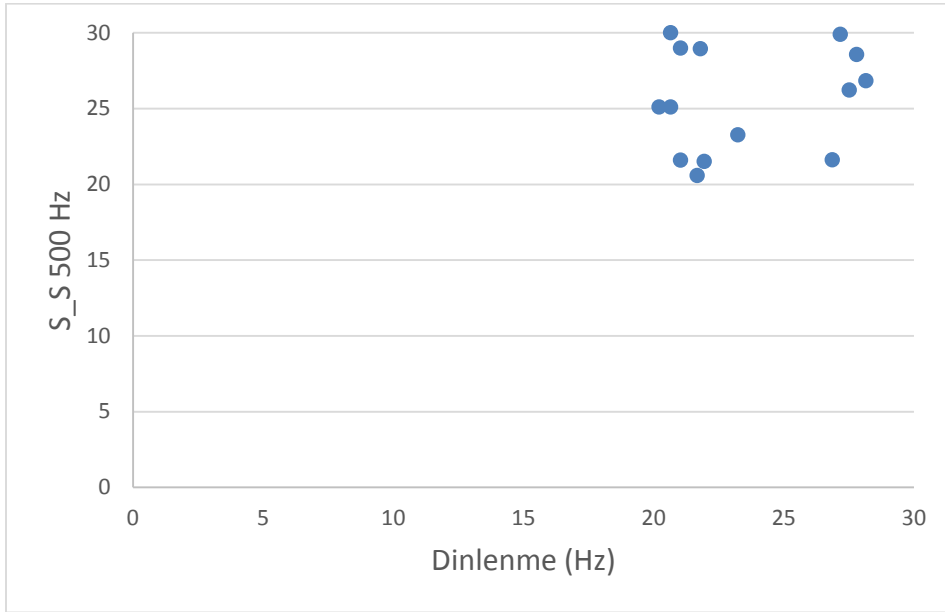


2000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

EK 1 (devam). Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

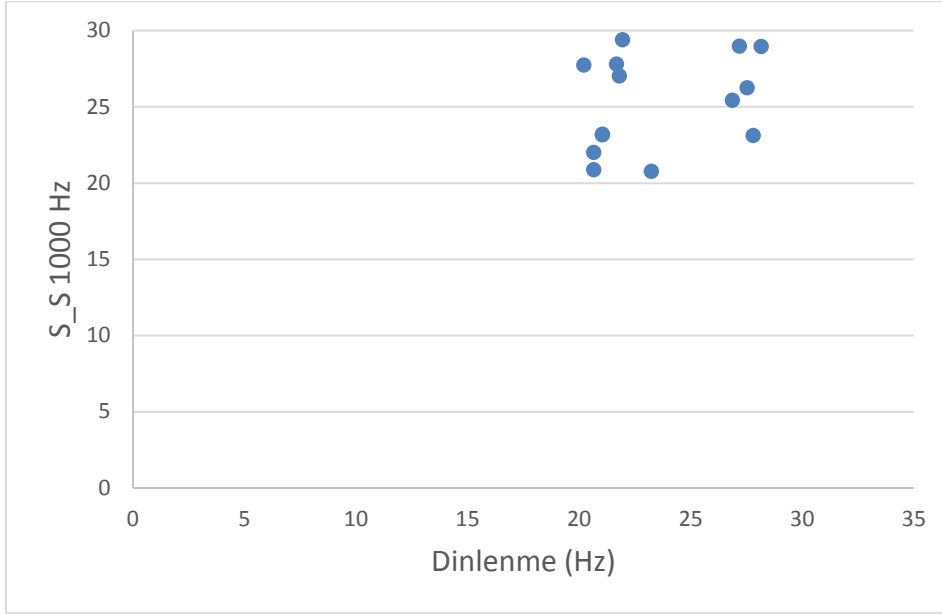


Sağ Sol görsel ve 250 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

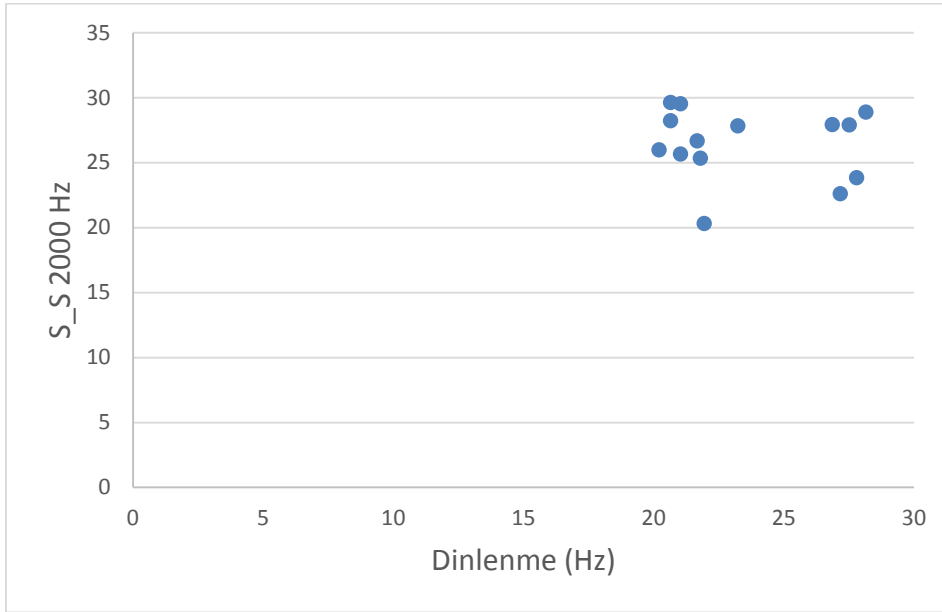


Sağ Sol görsel ve 500 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

EK 1 (devam). Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

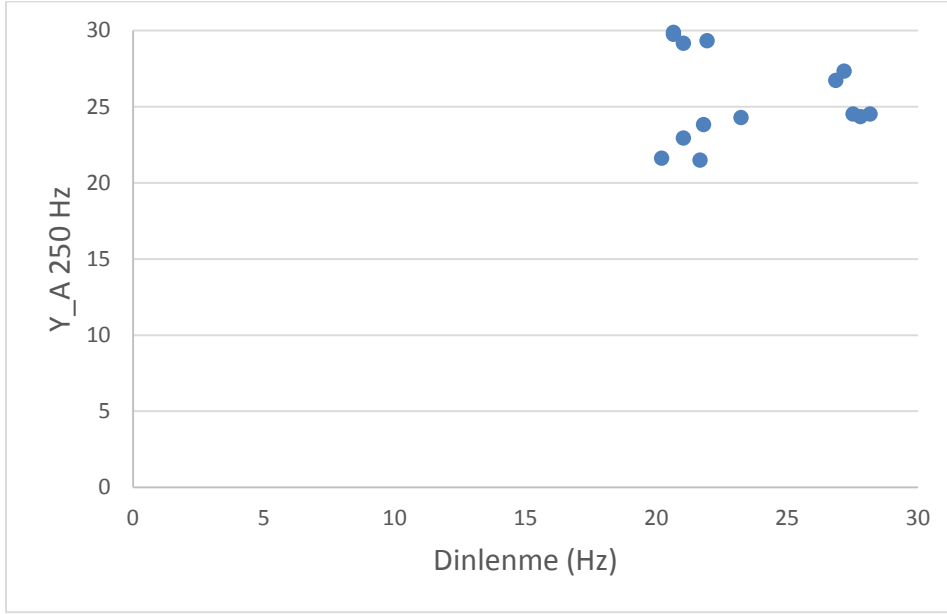


Sağ Sol görsel ve 1000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

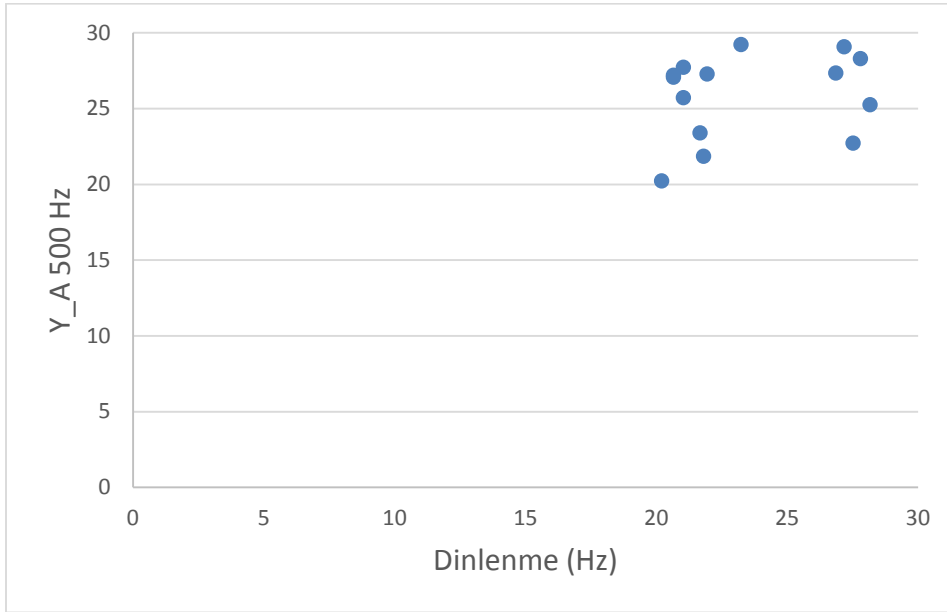


Sağ Sol görsel ve 2000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

EK 1 (devam). Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

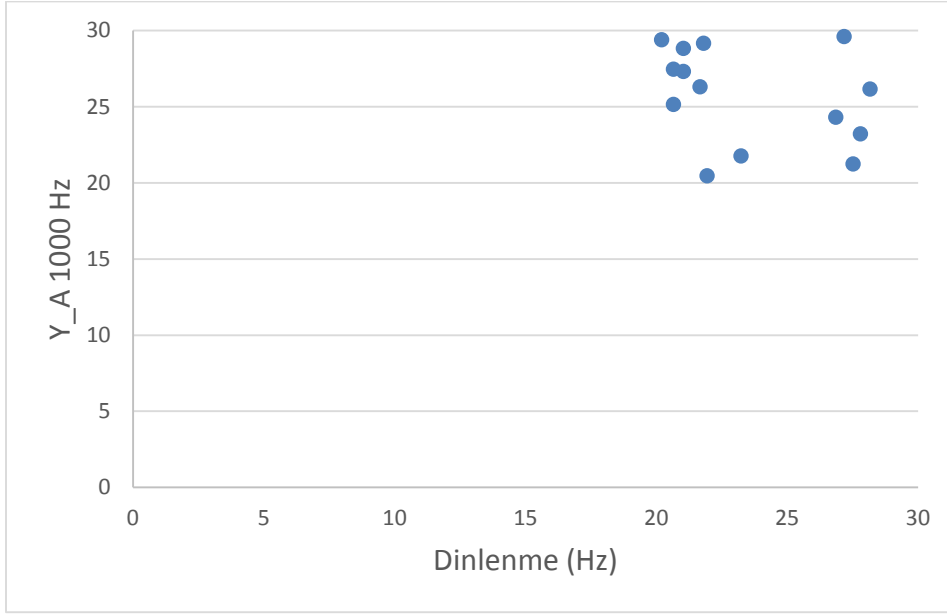


Yukarı Aşağı görsel ve 250 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayırışım

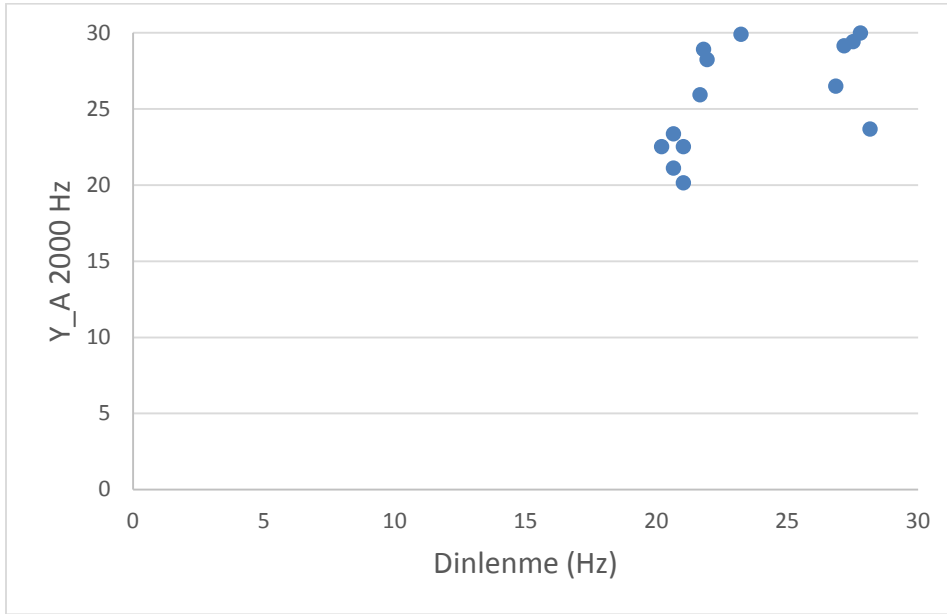


Yukarı Aşağı görsel ve 500 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayırışım

EK 1 (devam). Farklı Uyaran Grupları için Beyin Loblarının Çalışması

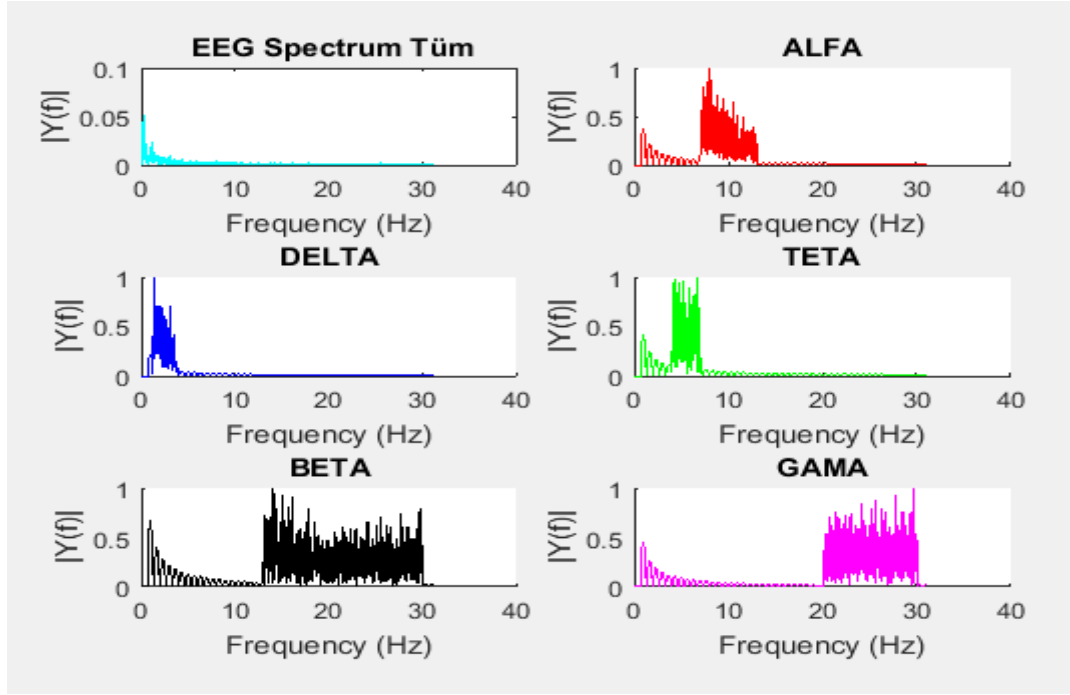


Yukarı Aşağı görsel ve 1000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

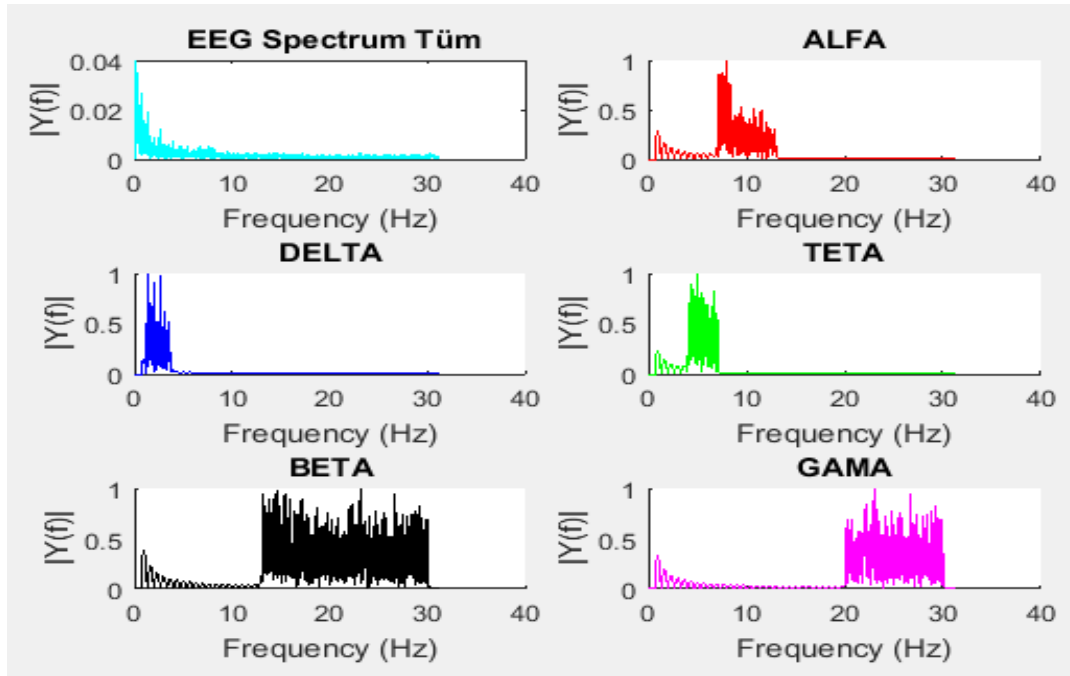


Yukarı Aşağı görsel ve 2000 Hz sesli uyaran verildiğinde beyinde meydana gelen ayrışım

EK 2. EEG Dalgalarının Matlab Ortamında Ayırışımına ait Çalışma



Sağ daire F3 bölgesine ait EEG dalga ayrışımı



Sağ Sol görsel ve 1000 Hz sesli uyararı verildiğinde F3 bölgesine ait EEG dalga ayrışımı