



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AĞRILI UYARAN ESNASINDA SAĞLIKLI BİREYLERİN  
ELEKTROENSEFEOGRAMDA KOGNİTİF BECERİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

MERVE MANGA

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. BAHAR GÜNTEKİN

İSTANBUL-2022

## TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi

Programın Seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ( )

Anabilim Dalı : Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Tez Sahibi : Merve MANGA

Tez Başlığı : Ağrılı Uyaran Esnasında Sağlıklı Bireylerin Elektroensefalogramda  
Kognitif Becerilerinin Araştırılması

Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi

Sınav Tarihi : 12.01.2022

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

### Danışman

### Kurumu

### İmza

Prof. Dr. Bahar GÜNTEKİN

İstanbul Medipol Üniversitesi

### Sınav Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Zeliha CANDAN ALGUN İstanbul Medipol Üniversitesi

Doç. Dr. İlkşan DEMİRBÜKEN Marmara Üniversitesi

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

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür V.**

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

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

Merve MANGA

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanım olarak akademik hayatıma giren ve laboratuvar ekibinin bir üyesi olduğum, tez sürecimde her türlü desteği vererek bana örnek olan çok saygın bir bilim insanı olan değerli Prof. Dr. Bahar GÜNTEKİN'e sonsuz müteşekkirim.

Yüksek lisans ve lisans hayatımda ufkumu açarak bana değerli bilgileriyle yön gösterici olan, akademik hayatı ile en güzel örnek teşkil eden ve bana güvenerek akademik hayatımın kapılarını açan çok değerli hocaların hocası sayın Prof. Dr. Candan ALGUN'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Lisans hayatımda kendisiyle tanışma şansına sahip olduğum ve yüksek lisans eğitimimde de engin bilgi ve tecrübelerinden faydalanma fırsatı bulduğum, mesleğime ve bilime verdiğim değeri bir hoca gözü ile fark edip beni akademik hayata katan ve en güzel şekilde yönlendiren çok kıymetli hocam Dr. Öğr. Üye. Gülay ARAS BAYRAM'a teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans sürecimde eğitime verdiği değer ile bana her türlü destek sağlayan çok kıymetli Neşe OLCAY'a teşekkürü borç bilirim.

Tez sürecimde her zaman yanımda olan çok kıymetli arkadaşım Fzt. Esra DALMIZRAK'a ve Öğr. Gör. Tuba AKTÜRK'e teşekkürü borç bilirim.

Eğitim hayatımın tamamına şahitlik eden lisans ve yüksek lisans sürecimde her türlü desteği ile yanımda olan bana inanan kıymetli babam Ramazan MANGA, kıymetli annem Ümmühan MANGA ve kıymetli kardeşim Meltem MANGA'ya sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak artık aramızda olmayan eğitim hayatımı her zaman destekleyip benimle gurur duyan çok kıymetli sevgili dedem Bahri MANGA'ya sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAY FORMU</b> .....	<b>i</b>
<b>ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>TABLOLAR LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. ÖZET</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>3. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>3</b>
<b>4. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>6</b>
4.1.TENS (Transkutenoz Elektrik Sinir Stimülasyonu).....	6
4.1.1. TENS tanım ve tarihçesi .....	6
4.1.2. Ağrı tanım ve tarihçesi.....	6
4.1.3. TENS ve ağrıya etki mekanizmaları .....	6
4.1.4. TENS çeşitleri.....	6
4.1.5. TENS parametreleri .....	7
4.1.6. TENS cihazı ve ekipmanları .....	7
4.1.7. TENS uygulanması .....	7
4.2. EEG (Elektroensefelogram) .....	8
4.2.1. EEG (Elektroensefelogram) tanım ve tarihçesi .....	8
4.2.2. EEG dalgaları.....	9
4.2.2.1. Delta dalgası.....	9
4.2.2.2. Teta dalgası .....	11
4.2.2.3. Alfa dalgası .....	11

4.2.2.4. Beta dalgası .....	12
4.2.2.5. Gama dalgası .....	12
4.2.3 EEG olaya ilişkin beyin osilasyonları .....	13
<b>5. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>14</b>
5.1. Araştırmanın Yeri .....	14
5.2. Araştırmanın Örneklemi .....	14
5.3. Araştırmaya Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri .....	14
5.4. Araştırmanın Uygulanma Şekli .....	14
5.4.1. EEG dizaynı .....	14
5.4.2. Paradigma dizaynı .....	15
5.4.2.1. N-Back paradigması dizaynı .....	15
5.4.2.2. Görsel bellek testi .....	16
5.4.3. TENS uygulaması .....	17
5.4.3.1. Uygulama bölgesi .....	17
5.4.3.2. Kullanılan cihaz .....	17
5.4.3.3. TENS uygulama şekli .....	18
5.4.4. Kullanılan anketler .....	18
5.4.4.1. McGill ağrı ölçeği kısa formu (MAÖ-KF): .....	18
5.4.4.2. Nümerik ağrı skalası .....	19
5.4.4.3. Semmes weinstein monofilaman cihazı .....	19
5.5. Elektrofizyolojik Ölçümler .....	19
5.5.1. EEG'nin teknik özellikleri .....	19
5.5.2. Deneye hazırlık .....	19
5.5.3. EEG verilerinin gürültüden temizlenmesi işlemi .....	20
5.5.4. Güç spektrum (power) analizi .....	21
5.5.5. İstatistiksel analiz yöntemi .....	21

5.5.6. Araştırma kısıtlılıkları.....	21
<b>6. BULGULAR .....</b>	<b>22</b>
6.1. N-Back Paradigması Sırasında Açığa Çıkan Olaya-İlişkin Delta Yanıtları ....	22
6.1.1. Olaya-ilişkin delta güç spektrum analizi sonuçları.....	22
6.1.1.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu.....	22
6.1.1.2. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu.....	25
6.1.2. Olaya-ilişkin delta faz kilitlenmesi analizi sonuçları.....	27
6.1.2.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlenmesi .....	27
6.1.2.2. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlenmesi .....	29
6.2. Görsel Bellek Paradigması Sırasında Açığa Çıkan Olaya-İlişkin Delta Yanıtları.....	30
6.2.1. Olaya-ilişkin delta güç spektrumu analiz sonuçları.....	30
6.2.1.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu.....	30
6.2.1.2. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu.....	31
6.2.2. Olaya-ilişkin delta alt frekans bandında faz kilitlenmesi analiz sonuçları	32
6.2.2.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlenmesi.....	32
6.2.2.1. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlenmesi.....	32
6.2.3. 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz olaya-ilişkin delta güç spektrumu analizi.....	32
6.2.4. 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz olaya-ilişkin delta faz kilitlenmesi analizi .....	34
6.3. TENS ve Nümerik Ağrı Skalası .....	35
6.3.1. TENS ve nümerik ağrı skalası istatistik sonuçları .....	36
<b>7. TARTIŞMA.....</b>	<b>39</b>
7.1 Delta Yanıtının Fonksiyonel Anlamı .....	41
<b>8. SONUÇ .....</b>	<b>44</b>
<b>9. KAYNAKLAR .....</b>	<b>45</b>
<b>10. EKLER .....</b>	<b>52</b>

<b>11. ETİK KURUL ONAYI.....</b>	<b>59</b>
<b>12. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>63</b>





## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

**µs:** Mikrosaniye

**AD:** Alzheimer Hastalığı

**ANOVA:** Analysis of Variance

**BP:** Bipolar Bozukluk

**Cm:** Santimetre

**DEHB:** Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu

**EEG:** Elektroensefalogram

**FFT:** Fast Fourier Transform/ Hızlı Fourier Dönüşümü

**Hz:** Hertz

**Kg:** Kilogram

**kΩ:** Kilo ohm

**mA:** Miliamper

**MCI:** Hafif Kognitif Bozukluk

**NAc veya NAcc:** Nucleus Accumbens

**Ort:** Ortalama

**SCZ:** Şizofreni

**SG:** Substantia Gelatinosa

**SS:** Standart Sapma

**T hücreleri:** Transmisyon hücreleri

**TENS:** Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu

**WHO:** Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Delta dalgası bir saniyelik salınım .....	11
Şekil 4.2. Teta dalgası bir saniyelik salınımı .....	11
Şekil 4.3. Alfa dalgası bir saniyelik salınımı .....	12
Şekil 4.4. Alfa dalgası bir saniyelik salınımı .....	12
Şekil 4.5. Gama dalgası bir saniyelik salınımı.....	13
Şekil 5.1. EEG kaydı sırasında görsel bellek paradigmasında kullanılan örnek görseller.....	17
Şekil 6.1. Lokasyona göre 0,5-2 Hz delta güç spektrumu .....	22
Şekil 6.2. 0.5-2 Hz delta alt frekans bandında uyarın ve ağrı etkileşimi için güç spektrumu.....	23
Şekil 6.3. F4 elektrotunda açığa çıkan delta güç spektrumu büyük ortalaması.....	24
Şekil 6.4. 2-3.5 Hz delta alt frekans bandında hemisferlere göre güç spektrumu .....	26
Şekil 6.5. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında lokasyonlara göre faz kilitlenmesi değerleri.....	28
Şekil 6.6. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında lokasyonlara göre güç spektrumu değerleri.....	31
Şekil 6.7. Ağrı*lokasyon etkileşimi için olaya-ilişkin delta güç spektrumu .....	33
Şekil 6.8. P7 elektrotunda açığa çıkan delta güç spektrumu büyük ortalaması.....	33
Şekil 6.9. Delta faz kilitlenmesinde alt frekans bantları ve ağrıya bağlı değişim .....	35
Şekil 6.10. Olaya-ilişkin delta alt frekans bandında lokasyon etkileşimi faz kilitlenmesi.....	35
Şekil 6.11. Sağlıklı genç katılımcıların N-Geri Görevi esnasında TENS akım amplitüd normalizasyon grafiği .....	36

**Şekil 6.12.** Sağlıklı genç katılımcıların Görsel Bellek Testi esnasında TENS akım amplitüd normalizasyon grafiği ..... 37



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 5.1.</b> Katılımcıların Demografik Bilgileri.....	14
<b>Tablo 6.1.</b> Katılımcıların 0.5-2 Hz delta güç spektrumu istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	25
<b>Tablo 6.2.</b> Katılımcıların 2-3.5 Hz delta güç spektrumu istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	27
<b>Tablo 6.3.</b> Katılımcıların 0.5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	29
<b>Tablo 6.4.</b> Katılımcıların 2-3.5 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi istatistiksel anlamlılık düzeyleri.....	30
<b>Tablo 6.5.</b> Sağlıklı genç katılımcılara uygulanan TENS akım amplitüd değerleri ve Nümerik Ağrı Skalası değerleri .....	38

## RESİMLER LİSTESİ

- Resim 5.1.** Çalışma da kullanılan TENS cihazı..... 18
- Resim 5.2.** Deneye katılan bir katılımcının örnek fotoğrafı ..... 20



## 1. ÖZET

### **AĞRILI UYARAN ESNASINDA SAĞLIKLI BİREYLERİN ELEKTROENSEFEOGRAMDA KOGNİTİF BECERİLERİN ARAŞTIRILMASI**

Bu çalışmanın amacı, verileri EEG ile kaydederek ağrının etkilerini anlamak ve karşılaştırmaktır. Çalışma için 18 sağlıklı katılımcı rastgele seçilmiştir. Bu doğrultuda güç spektrum analizi ve faz kilitlemesi analizi yapılmıştır. Bu çalışmada katılımcılara TENS ile ağrı uygulaması yapılırken ve yapılmazken kayıtları kaydedilmiştir. Katılımcıların EEG kaydı sırasında spontane kaydı alınmıştır, görsel ve çalışan bellek olmak üzere iki ayrı paradigma ağrı ve ağrı olmadan tekrarlanmış ve yanıtlar kaydedilmiştir. Bu çalışma sonucunda çalışan bellekte ağrı esnasında delta yanıtlarının hedef uyaranda azalıp hedef olmayan uyaranda artarak kognisyonu bozduğunu gözlemlenmiştir ( $p=0,011$ ). Ağrının delta yanıtlarını artırmasını beklerken görsel bellekte ise ağrı varlığında delta yanıtları azalarak kognitif becerileri olumsuz etkilemiştir. Çalışan bellekte ve görsel bellekte lokasyon faktöründe delta yanıtlarında anlamlı değişiklikler gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ). Sonuç olarak TENS ile akut ağrı oluşturularak yapılan bu çalışmada ağrının delta yanıtlarını ve beraberinde kognitif becerileri olumsuz etkilediği gösterilmiştir. Bu çalışmanın önemi, TENS ile ağrı oluşturularak EEG'de beyin yanıtlarını inceleyen az çalışma olması açısından önemlidir. Bu çalışma gelecekteki bilimsel araştırma alanları ve toplulukları için belkemiği olacak umut verici sonuçlar göstermektedir. Gelecekteki araştırmalar için katılımcı grubu genç sağlıklı bireylerden farklı yaş ve sağlık geçmişine sahip bir gruba değiştirilerek, araştırmanın ilişkisini araştırarak daha fazla araştırma yapılabilir.

**Anahtar Sözcükler:** Ağrı, Çalışan Bellek, Delta, EEG, Görsel Bellek.

## 2. ABSTRACT

### **RESEARCH ON COGNITIVE SKILLS IN ELECTROENCEPHALOGRAM OF HEALTHY INDIVIDUALS DURING PAINFUL STIMULI**

The aim of this research is to understand and compare the effects of pain, by monitoring the data via an EEG. For the study eighteen healthy young individuals have been randomly selected as participants. The Power spectrum analysis and phase-locking analysis were conducted to determine the effect of TENS. The spontaneous recording of the participants was taken and repeated visual and memory paradigm with pain and without pain, and the responses were recorded. As a result of it has been observed that delta responses during pain in working memory decreased in the target stimulus and increased in the non-target stimulus, impairing cognition ( $p=0.011$ ). Conversely, it was expected for pain to increase the delta responses, whereas it was observed delta responses have decreased in the presence of pain in visual memory and negatively affecting cognitive skills. We observed significant changes in the location factor in delta responses in working memory and visual memory ( $p<0.001$ ). In conclusion, by creating acute pain with TENS, it is justified that pain negatively affects delta responses and cognitive skills. The significance of this study is one of few studies being conducted examining brain responses in EEG by creating pain with TENS. Subsequently the research shows promising results to be a backbone on future scientific research fields and communities. For improvements further research can be done by changing the participant group from young healthy individuals to a group with different age and health backgrounds, investigating the research's relationship.

**Keywords:** Delta, EEG, Pain, Visual Memory, Working Memory.

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Ağrı kişilerin günlük yaşamında sıkça ortaya çıkan bir durumdur ve ağrı ile ilgili son zamanlarda yapılan birçok çalışma olmasına rağmen beyinde ağrının nasıl algılandığı hakkında kesin bir bilgi yoktur. Beyin görüntüleme yöntemleri, ağrının beyinde nasıl algılandığının anlaşılması için kullanılabilen yöntemlerdir (1). Beyin görüntüleme yöntemlerinden noninvaziv olanlar, Elektroensefalografi (EEG), manyetoensefalografi (MEG), pozitron emisyon tomografisi (PET), fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve transkraniyal manyetik stimülasyon (TMS) olarak sıralanabilir. EEG ve MEG, kortikal aktiviteyi belirleme de fMRI, PET ve TMS'ye oranla daha avantajlı bulunmaktadır (2).

Elektroensefalogram (EEG) neredeyse 100 yıl gibi bir süre önce icat edilen ve halen beyin araştırmalarında, kliniklerde ve hatta beyin bilgisayar ara yüzlerine kadar geniş yelpazelerde kullanılan bir görüntüleme aracıdır (3). Uzun yıllar boyunca EEG sinyalleri beynin bilişsel durumunu değerlendirmek için oldukça etkin bir şekilde kullanılmıştır (4). EEG, yüksek zamansal çözünürlüğü, klinik kullanım rahatlığı, düşük kurulum ve bakım maliyeti sayesinde ağrı yanıtlarını değerlendirmek için avantajlı, invaziv olmayan bir cihaz olarak görülmektedir (5,6). Buna ek olarak subjektif ağrı algısının objektif olarak ölçülebilmesi amacıyla EEG sinyallerinin alınmasıyla ağrı tespiti, ağrıyı tanımanın popüler bir yolu haline gelmiştir (7). Buna rağmen eş zamanlı ağrı ve kognitif beceriler arasındaki ilişki çok az çalışma tarafından ele alınmıştır (8).

TENS elektrotlar vasıtasıyla deriye direkt elektrik akımını ileten ve klinikte ağrı giderici olarak kullanılan bir elektroterapi yöntemidir (9). Elektriğin ağrının giderilmesinde kullanımını aslında binlerce yıl öncesine dayanmaktadır, fakat 1967 yılında kapı kontrol teorisi ortaya atıldığında tıp alanında elektriğin ağrı kesici etkisi daha çok kabul görmüştür (10). TENS uygulamalarında yüksek frekans düşük yoğunluk veya düşük frekans yüksek yoğunluk ile iki türlü uygulamanın da analjezi etkisi oluşturduğu gösterilmiş olup ve her iki yöntem de klinikte etkili bir şekilde kullanılmaktadır (11,12). TENS akım şiddeti, frekansı, kullanım amacı ve uygulandığı yere göre değişiklik göstermekle birlikte hem akut hem kronik ağrı giderilmesinde kullanılır (13,14).



Kognitif beceriler (dikkat, algı vb.), beynin aktivitesinin baskın olduğu yeri belirlerken aynı zamanda ağrı faktöründen etkilenir ve ağrı faktörünü de etkiler (15). Ağrı faktörünün kognitif becerilere olan etkisini EEG’de araştıran çokça çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalar, ağrı etkenine bağlı olarak delta yanıtlarında değişimler bildirmişlerdir (16–18). Delta yanıtının algılama, karar verme ve dikkat gerektiren durumlarda aktivitesinin fazla olduğu ve kognitif bozukluğu olan hasta gruplarda aktivitesinin azaldığı bilinmektedir. Bunlara dayanarak delta yanıtının kognitif beceriler üzerinde etkili bir faktör olduğu görülmektedir (19,20). Kognitif becerileri ölçmede bir yöntem kabul edilen N-Back testi ve görsel bellek testinde kognitif hastalığa sahip bireylerin, sağlıklı bireylerden daha az delta yanıtı verdiği bilinmektedir (21). Sonuç olarak delta yanıtının kognitif becerilerle ilgili olduğu ve kognitif bozukluğa sahip bireylerde azaldığı, ağrının kognitif becerileri bozarak buna bağlı olarak delta yanıtlarını azaltacağı düşünülmektedir.

Literatüre bakıldığında TENS’in analjezi etkisi amacı ile kullanımının EEG yöntemi ile araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur (22–24). Ayrıca çeşitli ağrılı uyaran sunumunu takiben beyin osilasyonlarında meydana gelen değişimler EEG yöntemi ile de incelenmiştir. Bu çalışmalarda soğuk tonik ve sıcak uygulama (25–27) ve lazer uygulama (28,29) gibi yöntemler tercih edilmiştir. Literatüre bakıldığında EEG’de ağrının (TENS ile oluşturulan ağrının da) beyinde nasıl temsil edildiği, ani ağrı sonucunda beyin yanıtlarının altında yatan mekanizmalar ve ağrının sübjektifliği dahil ağrıya dair çoğu mekanizma kesin olarak bilinmemektedir. Bunların aksine, bu çalışma da ağrılı uyarının indüklenmesinde TENS yöntemi kullanılmıştır ve yeni bilgilerin elde edilmesine öncülük edecek olması dolayısıyla büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma da ağrı faktörünün de kognitif süreci bir kognitif hastalık derecesinde etkileyebileceği ön görülerek ağrının kognitif süreci delta yanıtlarını azaltarak değiştireceği düşünülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, sağlıklı bireylerde ağrılı uyarının hem görsel hem de çalışma belleği üzerine muhtemel etkisini olaya ilişkin potansiyeller aracılığı ile değerlendirmektir. Ayrıca bir diğer amacımız ağrının beynin hangi bölgesinde hangi frekans bandında ne tür bir değişiklik göstereceğini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda hipotezlerimiz;

- 1- Ağrılı uyarının etkisinin görsel bellek için oksipital lokasyonlarda, çalışma belleği için ise parietal lokasyonlarda daha yüksektir.
- 2- Ağrı esnasında hedef uyaran delta yanıtlarının ve hedef olmayan delta yanıtlarının azalması ile kognitif beceriler bozular.
- 3- Ağrı esnasında görsel bellekte delta yanıtlarının azalmasıyla birlikte kognitif beceriler de bozular.



## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1.TENS (Transkutenoz Elektrik Sinir Stimülasyonu)

#### 4.1.1. TENS tanım ve tarihçesi

TENS kullanımı kolay, invaziv olmayan, periferik sinirleri aktive eden medikal ilaçlara oranla daha ucuz ve reçetesiz temin edilebilen ağrı kesici olarak kullanılan bir uygulamadır (30). Elektriğin tedavi yöntemi olarak kullanımı eski Roma'da M.S. 60'lı yıllarda başlamıştır, 18. yüzyılın ortalarında elektrik, kanser dahil birçok rahatsızlık için kullanılmaya başlanmıştır (31).

#### 4.1.2. Ağrı tanım ve tarihçesi

Ağrı, Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği tarafından "Gerçek veya potansiyel doku hasarıyla ilişkili veya buna benzeyen hoş olmayan duysal ve duygusal deneyim." olarak tanımlanmaktadır (32). Ağrının etki mekanizmasını anlamak için çeşitli tanımlamalar ve teoriler çok eski zamanlardan bu yana devam etmektedir. Halen ağrının algılanmasının net bir cevabı yoktur. Ağrı tanımlaması M.Ö 8. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Bir filozof olan Descartes somatosensöriyel yolları tanımlayarak ağrının beyinde algılandığını öne sürmüştür. Ardından Galen de ağrıyı algılamamanın fizyolojik yollarını açıklamıştır (33). 19. yüzyıla geldiğimizde ise ortaya atılan ve kabul gören 4 adet teori vardı. Bunlar Özgüllük Teorisi, Yoğunluk Teorisi, Model Teorisi ve en çok kabul görmüş olan Kapı Kontrol Teorisidir (34).

#### 4.1.3. TENS ve ağrıya etki mekanizmaları

TENS'in ağrıya etki etme mekanizmaları için birden çok teori ortaya atılmıştır. Bunlardan kapı kontrol teorisi en çok kabul gören teori olmuştur. Kapı kontrol teorisine göre deriye gelen uyarıyı afferent lifler omuriliğin üç farklı bölgesine iletir, bunlar omurilikteki dorsal kolum, Substantia Gelatinosa ve Transmisyon (T) hücreleridir. Substantia Gelatinosa gelen duysal uyarımı T hücrelerinden önce kapı kontrol olarak modüle eder. Bunu kalın ve ince liflerin modülesi sayesinde yapar. Kalın liflerin aktifleşmesi ve ince liflerin inhibe edilmesiyle ağrının daha T hücrelerine gelmeden segmental düzeyde inhibe edilmesini sağlamış olur (35).

#### 4.1.4. TENS çeşitleri

**Konvansiyonel TENS:** Yüksek frekanslı TENS türüdür. Analjezik amaçla kullanılır ve kolayca tolere edilebilmesiyle bilinir. Frekans aralığı 60-120 Hz, akım geçiş süresi 50-100  $\mu$ s'dir. Kapı kontrol teorisine göre ağrıyı inhibe eder. Kalın afferentlerin

omurilik düzeyinde segmental inhibisyon ya da başka deyişle presinaptik inhibisyon ile ağrıyı engelleme yöntemidir. Kas kontraksiyonu oluşması istenmez (36).

**Akupunktur TENS:** Düşük frekanslı TENS türüdür. Çoğunlukla analjezi etkisi amacıyla kullanılır, rahatsız edici bir hissi vardır. Frekansı 1-5 Hz, akım geçiş süresi 150- 200  $\mu$ s' dir. Opid peptidlerin (endorfinler) serbest kalmasıyla ağrıyı engeller. Gözle görülen kas kontraksiyonu beklenir (36).

**Kısa Şiddetli TENS:** Yüksek frekanslı TENS türüdür. Frekansı 60- 120 Hz, akım geçiş süresi 200  $\mu$ s' dir. Hiperstimülasyon analjezisi ile inhibe etme mekanizmasına sahiptir. Tolere edilebilen kas kontraksiyonu beklenir (36).

**Burst TENS:** Düşük frekanslı kesik kesik gelen akımlardır

**Modüle TENS:** Frekans, geçiş süresi ve amplitüdü elektronik olarak seçilip uygulanır

#### **4.1.5. TENS parametreleri**

Atım frekansı 1-200 Hz, akım şiddeti 0,1- 120 mA aralığındadır. Atım genişliği 50-400  $\mu$ s aralığındadır. TENS'in dalga formları, monofazik dikdörtgen, modifiye dikdörtgen asimetrik, simetrik dikdörtgen, modifiye edilmiş sivri uç ve monofazik dikdörtgen yüksek frekans taşıyıcısı olarak ayrılır (36).

#### **4.1.6. TENS cihazı ve ekipmanları**

TENS cihazı çoğunlukla bir veya iki kanallı (2 elektrotlu veya 4 elektrotlu) kullanılan cihazdır. Her kanalda farklı frekans ve akım ayarlayabilme özelliği çoğu cihazda yoktur fakat uygulanabilen cihazlar da vardır. TENS cihazının enerji kaynakları pil, yeniden şarj edilen kalem veya batarya olarak değişmektedir. TENS cihazının taşınabilen veya daha büyük formlarda klinikte tercih edilen türleri vardır. Ara kablolar vasıtasıyla elektrotlara akım geçişi sağlanır. Elektrotlardan klinikte genelde karbona doyurulmuş lastik olanları tercih edilmektedir (36-38).

#### **4.1.7. TENS uygulanması**

TENS uygulanacak yüzeyin temiz olması çok önemlidir. Derinin empedansının düşük olması uygulamanın verimliliği açısından önemli olduğundan deri yüzeyi sabun veya alkol ile temizlenir. Uygulama alanı ağrılı bölge, özel noktalar, sinir pleksusları, dermetomlar ve periferik sinirlerin olduğu bölgelerdir. TENS elektrotları birçok farklı yöntem ile yerleştirilebilir (36,38). TENS'in kontraendike olduğu durumlar, hamilelik, kalp pili kullananlar, kalbi arada bırakacak uygulamalar, karotid sinüs üzerine yapılan

uygulamalardır. Uygulanmasında bazı şüpheli durumlar, kuadripleji de akut durumlar, ağrıyı maskeleyebileceği için akut spor yaralanmaları ve romatoid artrit (36).

## **4.2. EEG (Elektroensefelogram)**

### **4.2.1. EEG (Elektroensefelogram) tanım ve tarihçesi**

EEG icadı 100 yılı aşkın olan ve halen günümüzde beyin görüntüleme araştırmalarında ve kliniklerde sıkça başvurulmuş non-invaziv bir yöntemdir (3). Beyin elektriksel aktivitesini ilk ölçen bilim insanı Richard Caton (1842–1926) olarak bilinmektedir (39). EEG dalgalarını belirleyip ilk kez yayınlayan Alman psikolog ve psikiyatrist olan Hans Berger (1929) bu dalgalara alfa dalgası ve beta dalgası adını vermiştir (40). Sonrasında Hans Berger osilograf ve amplifikatör ile patolojik hastalıklarla ilgili birçok çalışma gerçekleştirmiş ve fikirlerini sunarak tartışmaya açmıştır. Adrian ve Matthews başta olmak üzere birkaç bilim insanı da Hans Berger'i onaylamış ve modern elektroensefelogram gelişimine katkıda bulunmuşlardır. Elektroensefelogram çok geniş yelpazede kullanılarak elektrofizyolojiden çok beyinin patolojik durumları için kullanılmaya başlanmıştır (41). EEG'nin ilk kullanımlarında ölçümleri alabilmek için kafa derisi altına çelik iğneler yerleştirilerek kayıt alınmaktaydı (40). Günümüzde EEG beyin aktivitesini elektrotlar yardımıyla ölçen bir cihazdır, elektrotların yerleşimi en çok uluslararası 10-20 sistemine göre yapılır (3). EEG kaydını kafa derisinden alırken elektrot ile kafa derisi arasına jel kullanımı ile kayıt alınabilir. Bu elektrotların su bazlı çalışanları veya kuru şekilde uygulananları altın veya gümüş olanları da mevcuttur (3). EEG kaydı belirli bir uyaran ile ya da dinlenme durumu beyin aktivitesini ölçmek amacıyla alınabilir. Kişi uyanık vaziyetteyken herhangi bir uyaran verilmeden beyin aktivitesi ölçme işlemi spontane EEG olarak isimlendirilmektedir.

EEG dalgaları birçok dış uyaran tarafından manipüle edilebilen dalgalardır, yüz ifadesi (42), dışarıdan TENS ile verilen bir akım (22) vb. EEG dalgaları cinsiyete göre de farklılıklar gösterebilir (43,44). EEG dalgaları hastalık durumunda sağlıklı bireye göre farklı sonuçlar verebilir (21). Bilinç düzeyleri normalden farklı, epilepsiye sahip olmayan bireylerde klinik yol gösterici olan EEG aynı zamanda demans, ensefelopati koma gibi durumlarda ve beyin ölümü teşhisinde kullanılan bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır (45).

#### **4.2.2. EEG dalgaları**

EEG dalgaları, beynin aktivitelerini uzaysal anlamda yansıtan ve data filtreleme yöntemi ile ulaşılabilen oluşumlardır (46). Bunlar beyindeki hücrelerin eşzamanlı olarak potansiyel sapsmaları ile EEG'ye yansır ve potansiyel sapma arttıkça genlikleri artar. Kafa derisinden alınan bu sinyaller beynin amigdala gibi derin yapılarından yanıt toplamaya izin vermez (47).

##### **4.2.2.1. Delta dalgası**

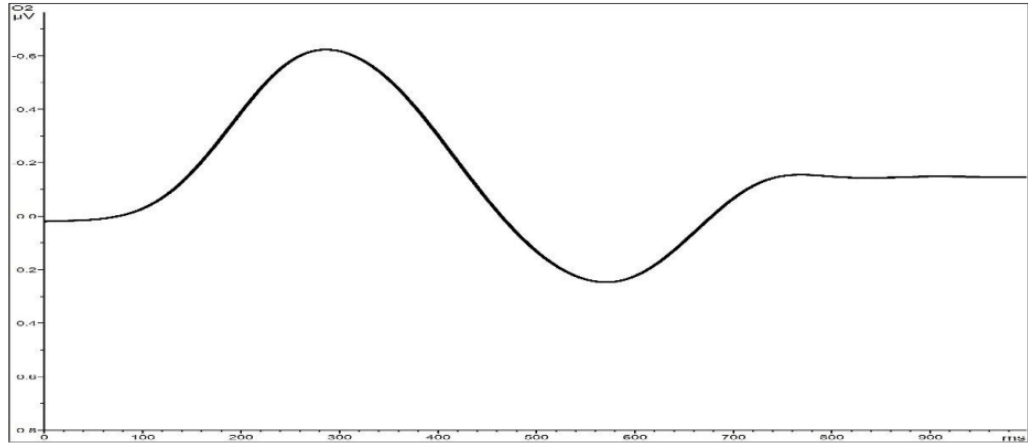
Delta dalgası ilk olarak Walter (1936) tarafından bildirilmiştir. Frekansı 0.5-3.5 Hz'dir ve delta dalgasının anormal formu beyin tümörleriyle bağdaştırılır (48). Delta dalgalarının kognitif süreçlerdeki önemini ortaya koyan ilk araştırmacılardan biri Erol Başar'dır (49). Kognitif olarak yapılan çalışmalarda delta dalgasının algılama, karar verme ve dikkat gerektiren durumlarda aktivitesinin fazla olduğu bilinmektedir. Kognitif bozukluğu olan grupların (alzheimer, hafif kognitif bozukluk, şizofreni, bipolar bozukluk) sağlıklı gruplara göre daha az delta yanıtı verdiğini gösteren birçok çalışma vardır (19,20). Spontane EEG ile yapılan bazı çalışmalarda kognitif bozukluğa sahip bireylerin sağlıklı bireylerden delta aktivitesi bakımından herhangi bir değişiklik olmadığı veya düştüğünü gösteren çalışmalar olsa da birçok çalışma ve genel görüş delta aktivitesinin arttığı yönündedir (50). Spontane EEG'de yapılan araştırmalarda Alzheimer Hastalığı (AD), Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB), Depresyon gibi kognitif bir rahatsızlığa sahip bireyler sağlıklı bireylerden daha yüksek delta aktivitesi göstermektedirler (51,52).

Kognitif bozukluğa sahip hastalarda spontane EEG'de delta aktivitesi artarken kognitif bir test esnasında delta yanıtı azalmaktadır. Bunun sebebi Erol Başar ve ark. tarafından uyarım öncesi aktivite ile tepki genliği arasında ters ilişkinin rezonans fenomeni olduğunu göstererek artan yoğun bir ağda delta yanıtının artmasının beklenemeyeceği yönünde açıklanmıştır (53). Gözler açık ve kapalı olma durumu delta yanıtını değiştirebilir. Spontane EEG'de gözler kapalı iken deltanın artış gösterdiği rahatsızlıklar şizofreni, obsesif kompulsif bozukluk, depresyon ve çocuk DEHB (Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu); gözler açık iken depresyon, bipolar bozukluk, yetişkin ve çocuk DEHB hastaları olarak gözlemlenmiştir. Otizm spektrumu için gözler kapalı çekimde net bir düşüş kaydedilmiştir (50).

Bir duyuusal uyarıma dayalı olarak delta yanıtı görsel uyarımda hedef uyaranda, hedef olmayan uyarana oranla daha fazla gözlemlenmiştir ve kognitif bozukluğa sahip

bireylerde sağlıklılarla oranla hedef uyaranda azalmış delta yanıtı gösterilmiştir (19,54). Olaya ilişkin delta yanıtları ise hafif kognitif bozukluk (MCI), alzheimer hastalığı (AD), şizofreni (SCZ) ve bipolar bozukluk (BP)'ta delta yanıtlarında azalma gözlemlenmiştir. Görsel bellek ile ilgili yapılan delta olaya ilişkin potansiyeller de hedef uyaran da dūřuř gösterilmiştir (19).Görev odaklı test ile yapılan daha önceki çalışmalarda nöropsikolojik hastalığa sahip katılımcıların sağlıklı kontrollere göre daha az delta yanıtı verdiği gösterilmiştir (21). Duyusal uyarıma bağlı olaya ilişkin delta yanıtları hedef uyaranda en çok temporo-parietal ve oksipital bölgelerden alınmıştır (55,56).

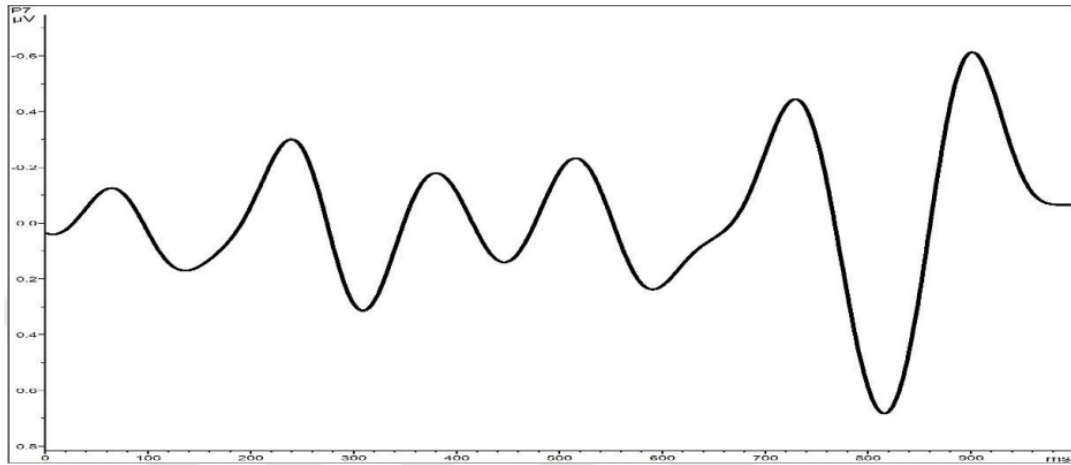
Akut ağrı oluşturularak yapılan daha önceki çalışmalarda ağrı varlığında delta yanıtının arttığı, ağrının arttırılmasına bağlı delta yanıtının daha da arttığını gösteren çalışmalar bilinmektedir (18). Akut olarak kasta oluşturulan ağrı delta yanıtının özellikle parietal bölgede arttığını göstermektedir (57). Akut ağrı ile yapılan çalışmalarda ağrının fronto-santralden veya parietal bölgeden temsil edildiği konusunda farklı görüşler bildirilmiştir(17,58). Yapılan bazı çalışmalar akut kas ağrısının hemisfer farkı ve delta yanıtında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir(59,60). Deltanın dikkat gerektiren süreçlerde içsel ve dışsal faktörleri elimine ederek dikkat sürecine katıldığını daha kompleks görevlerde yer aldığını ve deltanın dış ortama dikkat esnasında iç konsantrasyonu sağladığını bildiren çalışmalar mevcuttur (61). Daha önce yapılan araştırmalar sonucunda kognitif olarak bu kadar önemli olan bu dalganın beyinde oluştuğu birden çok süreç gösterilmiştir. Piramidal nöronlar tarafından üretilen uzun süreli hiperpolarizasyonlar, talomakortikal hücreler, nucleus accumbens (NAc veya NAcc), beyin sapın gibi birden çok beyin lokasyonunda delta dalgası üretildiğini tespit eden çalışmalar mevcuttur (62,63). Delta osilasyonu bebeklikten yaşlılığa doğru, yaş arttıka azalmaktadır. Bu azalmanın sebebi deltanın inhibitör bir mekanizma olduğunun gösterilmesidir (64). Deltanın normal durumdan farklı osilasyon şekli klinikte temporal lob nöbetleri ile birlikte şiddetli derecede ensefalopatiji karşımıza çıkarabilmektedir (45).



**Şekil 4.1.** Delta dalgası bir saniyelik salınımı

#### 4.2.2.2. Teta dalgası

Teta dalgası ilk kez tavşanlar üzerinde yapılan bir çalışmada keşfedilmiş olup (65) frekansı 4-8 Hz olan kognitif görevler ve duyu üzerinde etkisi bilinen son yıllarda bellek ile ilişkisi çokça araştırılan bir dalga türüdür (66).

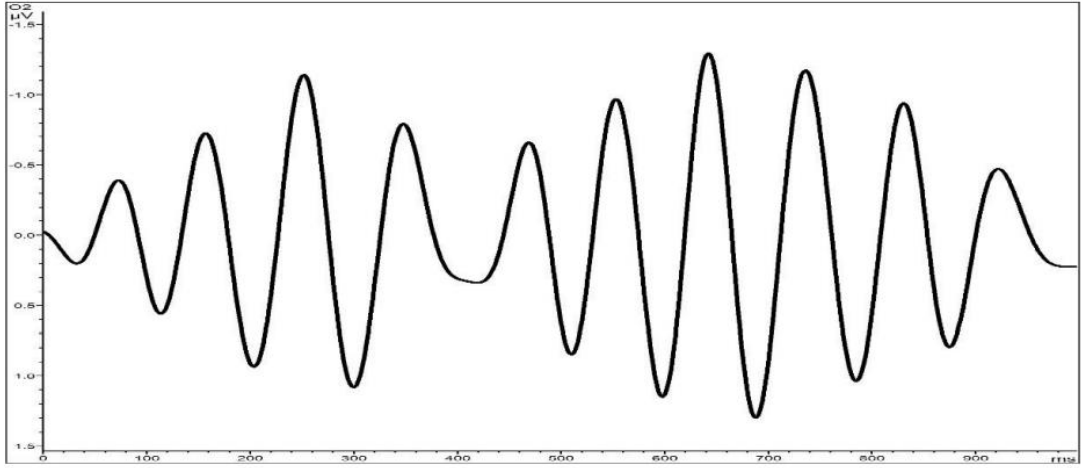


**Şekil 4.2.** Teta dalgası bir saniyelik salınımı

#### 4.2.2.3. Alfa dalgası

Alfa dalgası Hans Berger tarafından (1929) tanımlanan 8-12 Hz frekansında olan bir dalga türüdür (40). Alfa dalgası duyu uyarılma yoluyla modüle edilebilir ve akut ağrı sonucunda yanıtı azalır(17,58,67).

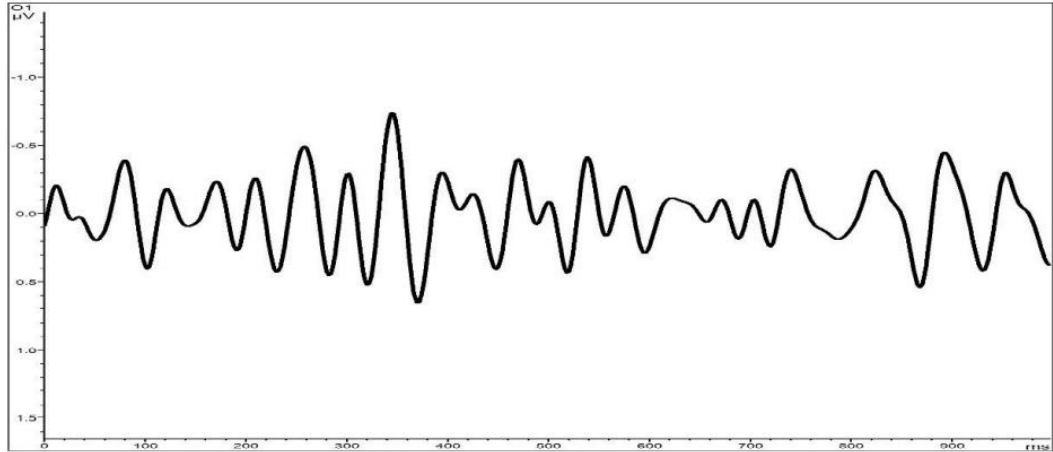




**Şekil 4.3.** Alfa dalgası bir saniyelik salınımı

#### 4.2.2.4. Beta dalgası

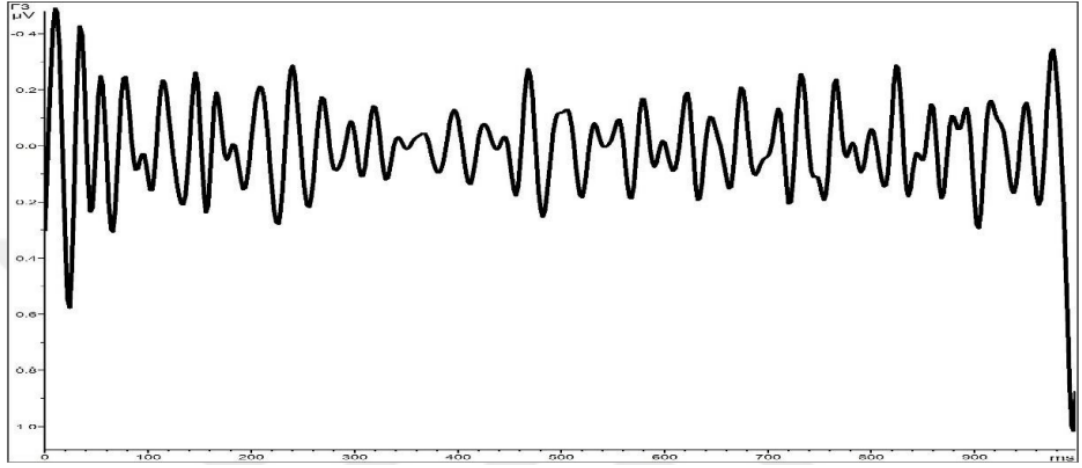
Beta dalgası 12-30 Hz frekansında, algı ve motor istekler ile alakalı bir dalga türüdür (68).



**Şekil 4.4.** Alfa dalgası bir saniyelik salınımı

#### 4.2.2.5. Gama dalgası

Gama dalgası 30-100 Hz frekansında, birçok çalışma yapılmasına rağmen hakkında çok şey bilinmeyen bir dalga türüdür (69).



**Şekil 4.5.** Gama dalgası bir saniyelik salınımı

#### **4.2.3 EEG olaya ilişkin beyin osilasyonları**

Olaya ilişkin potansiyeller uyaran sunumunda farklı duyu modalitelerinin kullanılabilirdiği ve aynı zamanda kognitif bir yük içeren uyarmın paternleri ile indüklenen ve uyaran ile zaman kilitli meydana gelen beyin yanıtlardır. Olaya ilişkin potansiyellerin analizinde dijital filtreleme, güç spektrum analizi, faz kilitlenmesi analizi ve koherens analizi gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır. Dijital filtreleme, üst üste binmiş osilasyonların frekans olarak ayrılabilmesine ve belirli bir zaman dilimindeki maksimum genliklerine bakabilmeyi sağlar. Güç spektrum analizi ise uyaran sonrası yoğunluk değişimini verir, güç spektrum analiz yöntemlerinden biri Fourier dönüşüm ile genlik ve faza bakılabilir başka yöntemler olarak olaya ilişkin senkronizasyon (ERS) ve olaya ilişkin desenkronizasyon (ERD) ile de taban seviyesi baz alınarak güç spektrumuna bakılabilir. Bir başka güç spektrum analiz yöntemi ise bu araştırmada kullandığımız wavelet (dalgacık dönüşümü) analizidir, bu analiz ile zaman olarak değişim de değerlendirilebilmektedir. Faz kilitlenmesi analizi genlikten ayrı olarak anlık faz tutarlılığının değerlendirildiği bir yöntemdir. Uyarana verilen faz açıları tutarlılığı ne denli uyumluysa o kadar yüksek değer alır. Bu çalışmada faz kilitlenmesi analizi de yapılmıştır. Faz kilitlenmesi 0 ile 1 aralığındadır, 0 faz kilitli olmadığı 1 ise faz açılarının uyumlu ve tutarlı olduğunu göstermektedir. Koherens analizi ise bir uyaran sonrası belirli frekansta, iki elektrot arasında açığa çıkan bağlantıyı ölçmek amacıyla yapılan bir analiz yöntemidir. Koherans 0 ile 1 aralığındadır, 0'a yakınlığı düşük koheransı 1'e yakınlığı yüksek koheransı göstermektedir (39,70).

## 5. MATERYAL VE METOT

### 5.1. Araştırmanın Yeri

Bu araştırma için 04/02/2021 tarihinde İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun onayı alınmıştır. Araştırmanın deney aşaması Şubat 2021 ve Haziran 2021 döneminde yapılmıştır. TENS uygulaması, EEG çekimleri ve verilerin analizleri İstanbul Medipol Üniversitesi EEG ve Kognitif Sinir Bilim Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

### 5.2. Araştırmanın Örneklemi

Çalışmaya 30 gönüllü alınması hedeflenmiştir ancak Kovid-19 sebebiyle 22 gönüllü katılımcı alınmıştır. Sağlıklı 18-30 yaş arası 8 kadın ve 10 erkek katılımcının EEG datası katılıma uygun bulunmuştur. **Tablo 5.1**'de katılımcıların demografik bilgileri verilmiştir.

**Tablo 5.1.** Katılımcıların Demografik Bilgileri

Sağlıklı Genç Katılımcılar	Ort ± SS
Yaş (yıl)	22,7 ± 2,75586
Boy Uzunluğu (cm)	173 ± 0,09142
Kilo (kg)	69,3 ± 13,16474
Eğitim Durumu (yıl)	15,7 ± 1,62898
Cinsiyet (K/E n%)	8/10 %44,4/55,6
Dominant El (sağ/sol n)	14.04

Ort:Ortalama, SS:Standart Sapma, Cinsiyet K:Kadın, E:Erkek; ortalama ± standart sapma, cm: santimetre, kg: kilogram, n: sayı.

### 5.3. Araştırmaya Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Araştırmaya nörolojik hastalığı bulunmayan, psikiyatrik veya devamlı herhangi bir ilaç kullanmayan, 18-30 yaş arası bireyler dahil edilmiştir. EEG çekimine alınmadan son 24 saat ağrı kesici kullanımı olmayan yeterli uyku almış, aşırı kafein tüketimi ya da 24 saat içerisinde alkol tüketimi olmayan bireyler dahil edilmiştir. Duyu bozukluğu olmayan bireylerin çalışmaya katılımı sağlanmıştır.

### 5.4. Araştırmanın Uygulanma Şekli

#### 5.4.1. EEG dizaynı

**1-Spontane EEG Uygulaması:** Katılımcılar ışık ve sestten yalıtılmış ortamda sandalyede hareketsiz oturur pozisyondayken katılımcıya herhangi bir uyarın

verilmeden 5 dakika gözler açık ve 5 dakika gözler kapalı toplam 10 dakika beynin dinlenme durumundaki kaydı alınmıştır.

**2-Spontane EEG ve TENS Akımı Uygulanması:** Katılımcılar ışık ve sestten yalıtılmış ortamda sandalyede hareketsiz oturur pozisyondayken katılımcıya TENS akımı verilirken 5 dakika gözler açık ve 5 dakika gözler kapalı toplam 10 dakika beynin dinlenme durumundaki kaydı alınmıştır.

**3-N-Back Paradigması Uygulanması:** Katılımcılar ışık ve sestten yalıtılmış ortamda sandalyede hareketsiz oturur pozisyondayken katılımcının önündeki ekrana çalışan belleği ölçen N-Back paradigması verilmiştir. Katılımcılar rahat olduğu bir pozisyonda baskın eli ile hedef uyaranlar için 1 ve hedef olmayan uyaranlar için 2 tuşuna basmaları istenmiştir.

**4-Görsel Bellek Testi Uygulanması:** Katılımcılar ışık ve sestten yalıtılmış ortamda sandalyede hareketsiz oturur pozisyondayken önündeki ekrana verilen şekilleri hafızasında tutması istenmiştir.

**5-N-Back Paradigması ve TENS Uygulanması:** Katılımcılar ışık ve sestten yalıtılmış ortamda sandalyede hareketsiz oturur pozisyonda TENS akımı ile ağrı oluşturulmuştur ve eş zamanlı olarak katılımcının önündeki ekrana çalışan belleği ölçen N-Back paradigması verilmiştir. Katılımcıların rahat olduğu bir pozisyonda baskın eli ile hedef uyaranlar için 1 ve hedef olmayan uyaranlar için 2 tuşuna basarak testi çözmeleri istenmiştir.

**6-Görsel Bellek Testi Uygulanması ve TENS Uygulanması:** Katılımcılar ışık ve sestten yalıtılmış ortamda sandalyede hareketsiz oturur pozisyonda TENS ile ağrı oluşturulmuştur ve eş zamanlı olarak katılımcılar önündeki ekrana verilen şekilleri hafızasında tutması istenmiştir.

Uygulamada verilen görevlerin veriliş sıralarının bir etki oluşturma ihtimalini ortadan kaldırabilmek için katılımcılar arasında görevler değişen sıralarda sunulmuştur.

#### **5.4.2. Paradigma dizaynı**

##### **5.4.2.1. N-Back paradigması dizaynı**

N-Back paradigmasında verbal versiyon N-Back paradigması kullanılmıştır. Verbal N-Back görevine göre, ekranda belirli zaman aralıklarıyla sunulan bir dizi harfin kendisinden 2 önce gösterilmiş olan harf ile eşleşmesi durumunda katılımcının

önceden belirlenen 1 tuşuna basması eşleşme gerçekleşmeyen koşul için ise 2 tuşuna basması gerektiği söylenmiştir. Araştırmada 2-back koşulu uygulanmıştır.

Verbal N-Back dizaynında uyaranlar Latin Alfabesinden 12 büyük sessiz harfi içermektedir (B, C, D, G, H, K, M, P, S, T, Y, Z). Harfler siyah ekran arka planının üzerine gümüş renkte, ekranın tam ortasında konumlandırılmıştır. Katılımcıların ekrandan 1 metre uzaklıkta oturmaları sağlanmıştır.

Katılımcılar önce 30 denemeden oluşan alıştırma oturumlarından sonra gerçek testi çözmüşlerdir. Katılımcıların görevi anlaması amacıyla %80 başarıya ulaşana kadar alıştırma oturumu tekrarlanmıştır. Deney aşamasında her görev 60 deneme ve 2 oturum, toplamda 120 denemeden oluşmaktadır. Aynı oturum TENS akımı verilirken de tekrarlanmıştır. TENS dahil toplam N-Back testi oturumu alıştırma oturumu dahil en az 270 adet yapılmıştır. Bir kişinin N-Back testi toplam da yaklaşık olarak 30 dakika sürmektedir.

Uyaranlar 1000 ms süre ile pseudorandom olarak sunulmuştur. Uyaranlar arası zaman aralığı ise 2500-3500 ms olarak değişkenlik göstermektedir. Uyarana cevap verilmediği takdirde cevap yanlış olarak kabul edilmiştir. Hem alıştırma hem deney oturumu için “eşleşme olan” uyaran sayısı toplam uyaran sayısının %33’ünü oluşturmaktadır. Doğru-yanlış cevap sayısı ve reaksiyon zamanı kaydedilmiştir.

#### **5.4.2.2. Görsel bellek testi**

Görsel bellek paradigmasında uyaran olarak Boston Adlandırma Testi (Tombaugh ve Hubiey, 1997) içerisinde nesnelere seçilmiştir. Görsel bellek paradigmasında nesnelere resimleri siyah-beyaz çizim şeklinde gösterilmiştir. Resimlerin uyarım süresi 1 saniye olarak belirlenmiştir. Uyaranlar arası süre 3-5 saniye arasında rastgele olarak değişmekte ve uyaranlar rastgele sıralarda sunulmuştur. Bir bölüm 25 farklı uyarının 3 kez gelmesinden oluşmaktadır. Görev dizaynı **Şekil 5.1**’de verilmiştir. Uygulamadan önce kişilerden bu bölümde gelecek olan resimlere dikkat edip uyaranları akıllarında tutmaya çalışmaları istenmiştir. Bölüm bittiğinde katılımcılardan akıllarında kalanları söylemeleri istenmiştir ve böylece 25 resim üzerinden görsel kısa süreli bellek puanları elde edilmiştir. TENS uygulaması ile birlikte görsel bellek testi yapılırken farklı resimler sunulmuştur. Toplam 50 resim üzerinden yaklaşık 20 dakika süren iki oturum şeklinde gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 5.1.** EEG kaydı sırasında görsel bellek paradigmasında kullanılan örnek görseller

### **5.4.3. TENS uygulaması**

#### **5.4.3.1. Uygulama bölgesi**

TENS cihazı ile akım baskın olmayan elin palmar yüzeyi ile önkolun el bileğine yakın palmar yüzeyine yapılmıştır. Anot elektrodu ele katot elektrodu önkola yapıştırılmıştır ve iki elektrot arası mesafe tüm katılımcılarda 10 cm olarak tutulmuştur. Bu bölgenin seçim amacı uygulamasının kolay olması ve kontraksiyon oluşturmayı engellemektir.

#### **5.4.3.2. Kullanılan cihaz**

Araştırmada TENS uygulaması için Chattanooga Group Combo TENS cihazı kullanılmıştır. Dalga formu asimetrik bifazik, atım frekansı kontraksiyon oluşturmamak adına 250 Hz ve atım genişliği 300  $\mu$ s olan devamlı mod uygulanmıştır.



**Resim 5.1.** Çalışma da kullanılan TENS cihazı

#### **5.4.3.3. TENS uygulama şekli**

Katılımcılar sandalyeye oturup elektrotlar yerleştirildikten sonra akımın ayarlanması her katılımcının Nümerik Ağrı Skalasında 0 (hiç) ile 10 (dayanılmaz ağrı), 7 ve üzeri olarak belirledikleri değer seçilmiştir (min akım şiddeti 8, max akım şiddeti 34).

Katılımcılar N-Back ve Görsel Bellek testlerini TENS ile de gerçekleştirmişlerdir. Her test için ayrı olarak Nümerik Ağrı Skalası uygulanmıştır.

#### **5.4.4. Kullanılan anketler**

##### **5.4.4.1. McGill ağrı ölçeği kısa formu (MAÖ-KF):**

McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu (MAÖ-KF) üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ağrı özelliklerini tanımlayan 15 sözcük grubu vardır. Bu sözcüklerin 11'i duyuşal olarak ağrıyı değerlendirirken 4 tanesi algısal olarak ağrıyı değerlendirmektedir. Bu sözcükler 0 ile 3 aralığında değerlendirilir (0=yok, 1= hafif, 2=orta, 3=fazla). Katılımcılardan uygun olanı seçmeleri istenmiştir. Ağrı ölçeğinin ikinci kısmı hastanın ağrı derecesini belirlemek için “hafif ağrı” ve “dayanılmaz ağrı” aralığında değişmekte olup 5 sözcük içermektedir. Katılımcılardan uygun olanı

belirlemeleri istenmiştir. Ardından seçilen seçeneğin sayısal karşılığı kaydedilmiştir. Son kısımda katılımcının anlık ağrı derecesi görsel ölçek ile kaydedilmiştir. Katılımcılardan hissettikleri ağrının şiddetini seçmeleri istenmiştir. Ardından belirtilen seçimin sayı karşılığı hesaplanıp ağrı derecesi kaydedilmiştir (71). McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu Türkçe geçerliliği 2010'da Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü adı altında Berna Biçer tarafından yapılmıştır (72).

#### **5.4.4.2. Nümerik ağrı skalası**

Nümerik Ağrı Skalası 0 (hiç) ile 10 (dayanılmaz ağrı) arasında katılımcıların 11 sayıdan biri ile ağrılarını ifade ettikleri bir ağrı skalasıdır (73).

#### **5.4.4.3. Semmes weinstein monofilaman cihazı**

Semmes-Weinstein monofilamentleri, diğer el tipi test cihazlarının aksine küçük bir standart sapma ile tekrarlanabilir bir cihaz uyarını sağlar ve bu da onları çeşitli kliniklerde objektif duyu testler için optimum bir seçim haline getirir (74). Başlarken en ince monofilamentten, koyu renkli monofilamentlere doğru sırayla gidilmiştir. Elin palmar ve dorsal bölgelerinde aynı bölgeye bir monofilament üç kez dokundurulmuştur ve en fazla bir kez yanılma hakkı verilmiştir. Uygulanacak monofilament deriye dikey olarak uygulanmış ve deri ile teması 1 sn olacak şekilde temas edilmiştir. Normal duyu değerlerinde (1.65-2.83) olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir.

### **5.5. Elektrofizyolojik Ölçümler**

#### **5.5.1. EEG'nin teknik özellikleri**

Araştırma da kullandığımız cihaz Brain Vision Recorder (Brainproduct, Munich, Germany)'dir. Çalışmada 30 kanaldan 0.1-250 Hz band-pass ve 500 örneklem hızı ile kayıt alınmıştır. Beyin sinyalleri 32 elektrotlu Easy-Cap ile kaydedilmiştir. Elektrotlar uluslararası 10-20 sistemine göre yerleştirilerek kayıtlar alınmıştır. Referans olarak iki kulak memesinin ön tarafına iki elektrot yerleştirilmiştir. Toprak elektrot ise sağ kulak memesinin arkasına yerleştirilmiştir. EOG kaydını alabilmek için sol gözün horizontal ve yan üstüne elektrotlar yerleştirilmiştir. Her katılımcı da alınan kayıt esnasında tüm elektrotların empedans değerleri 10 k $\Omega$ 'un altında tutulmuştur.

#### **5.5.2. Deneye hazırlık**

Katılımcılar deneye başlamadan gönüllü olur formunu okuyup imzaladıktan sonra kendilerinin duyu bir problemi olmadığından emin olmak için katılımcılara Semmes Weinstein Monofilaman testi uygulanmıştır. Katılımcıların kişisel bilgileri ve



deney için önemli bilgilerin olduğu olgu rapor formu doldurulmuştur. Deneye alınan katılımcıların ilk olarak kafa çevresi ölçümü yapıp kişiye uygun kep belirlenmiştir. Kepi yerleştirmeden önce alkollü su ile kafa derisi temizlenmiştir. Kepi kafaya yerleştirirken inion ve nasion bölgesinden mezura ile ölçüm alıp %10'u belirlenmiştir ve belirlenen nokta kepin başlangıç noktasını oluşturmuştur. Ardından adaptöre kep bağlanmıştır. Kep takıldıktan sonra sağ ve sol kulak önlerine referans elektrotları ve sağ kulağın arkasına toprak elektrodu yerleştirilmiştir. Göz artefaktlarını elemek amacı ile sol göz medial ve laterale HEOG ve VEOG elektrotları yerleştirilmiştir. Katılımcıların bulunduğu oda ışık ve sestten yalıtılmış olup dimlight ayarında ışık seçilmiştir. Şebeke gürültüsünden (50 Hz) yalıtılmış Faraday kafesinde ısı oda sıcaklığında tutulmuştur. Katılımcılar dışarıdan kamera ile deney boyunca takip edilmiştir.



**Resim 5.2.** Deneye katılan bir katılımcının örnek fotoğrafı

### **5.5.3. EEG verilerinin gürültüden temizlenmesi işlemi**

Ham veriler filtreleme yöntemi ile 0.1-60 Hz aralığına indirgenilmiş, şehir şebekesi (50 Hz) gürültüsü ortadan kaldırılmıştır. Ardından Independent Component Analysis (ICA) ve Inverse ICA uygulanmıştır. Segmentasyon ile veriler 1'er saniyelik

süpürümlere (epoch) ayrılmıştır. Kas hareketleri (özellikle göz hareketleri) sebebi ile artefaktlar verilerden temizlenmiştir.

#### **5.5.4. Güç spektrum (power) analizi**

N-Back ve görsek bellek paradigmaları için wavelet analiz yöntemi uygulanmıştır. Wavelet analizi neticesinde güç spektrumları hesaplanmıştır. Katılımcıların güç spektrumu analizinde her bir elektrotta delta frekansı (0.5-3.5 Hz), teta frekansı (4-7 Hz), alfa frekansı (8-13 Hz), beta frekansı (15-28 Hz) ve gama frekansı (28-48 Hz) için ayrı ayrı analizler yapılmıştır. Delta güç spektrum analizi için baseline correction: -500, -300ms alınmış ve cycle:3 parametreleri kullanılmıştır. Ağrılı uyaran ve ağrısız uyaran arasındaki delta, teta, alfa, beta ve gama frekans bantları büyük ortalamaları kıyaslandığında en büyük farkın delta yanıtlarında olduğu gözlemlenmiş ve bu sebeple delta yanıtları için ileri analizler gerçekleştirilmiştir. Olaya ilişkin delta yanıtları 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz olmak üzere iki ayrı frekans bandında analiz edilmiştir.

#### **5.5.5. İstatistiksel analiz yöntemi**

“SPSS 25.0” programı kullanılarak istatistiksel analizler Tekrarlayan Ölçümler ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz için 2 hemisfer (sağ- sol), 9 lokasyon ve stimülasyon faktörleri tanımlanıp analizler gerçekleştirilmiştir. Greenhouse- Geisser düzeltilmiş p değerleri dikkate alınmış ve tüm karşılaştırmalar için anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlenmiştir.

#### **5.5.6. Araştırma kısıtlılıkları**

Araştırma zamanı Kovid-19 kapsamında olduğundan hedeflenen katılımcı sayısına (30 sağlıklı gönüllü) ulaşamamıştır. Katılımcı sayısının daha fazla olması sağlanabilirdi. Ayrıca, cinsiyet faktörü göz önüne alındığında kadın-erkek dağılımı eşit yapılabilirdi.

## 6. BULGULAR

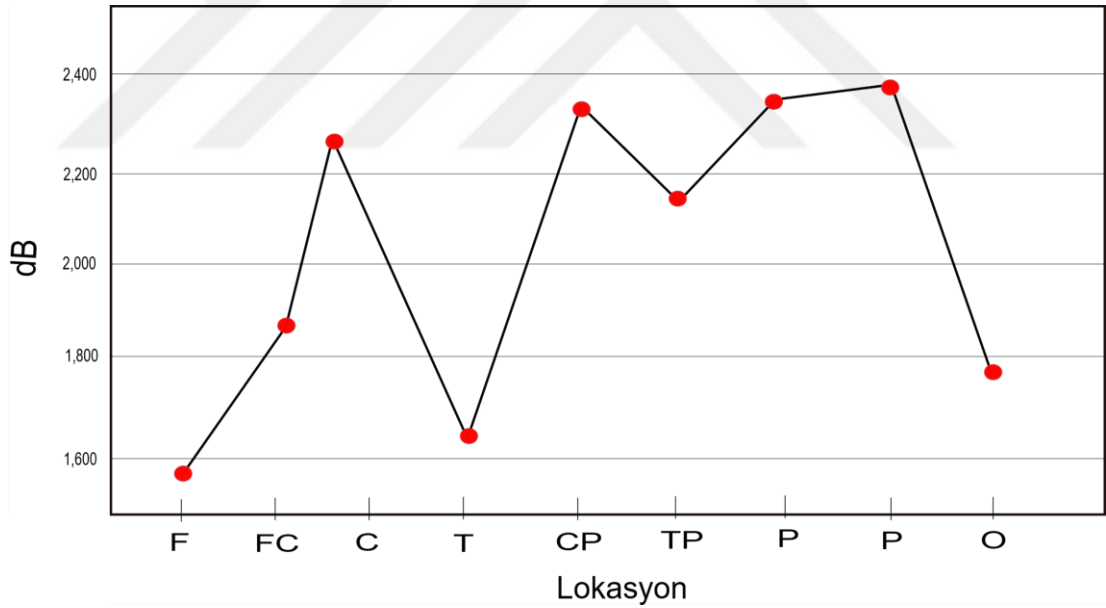
Araştırmada katılan 18 sağlıklı genç katılımcı üzerinden analizler yapıldı. Güç spektrumu ve faz kitlenmesi analizleri yapıp büyük ortalamalar alındı. Tüm frekans bantlarından en büyük değişiklik delta yanıtlarında görüldü. Bu nedenle delta frekans bandının analizlerine öncelik verildi ve istatistiksel analizler delta frekans bandı üzerinden gerçekleştirildi.

### 6.1. N-Back Paradigması Sırasında Açığa Çıkan Olaya-İlişkin Delta Yanıtları

#### 6.1.1. Olaya-ilişkin delta güç spektrum analizi sonuçları

##### 6.1.1.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu

Sağlıklı gençlerde yapılan 0,5-2 Hz delta güç spektrum analizinde hedef uyaran ve hedef olmayan uyaranlar arasında tüm delta bandında istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Lokasyon faktörü 0,5-2 Hz delta bandında istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Şekil 6.1’ de görüldüğü üzere 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında en yüksek yanıtlar parietal, santro-parietal ve santral lokasyonlarda gözlemlenmiştir.

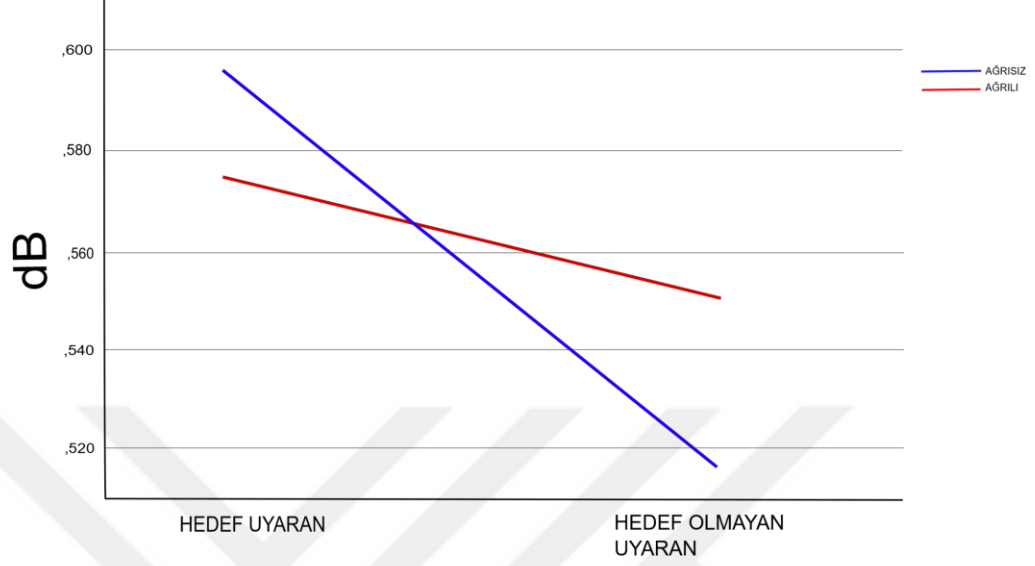


Şekil 6.1. Lokasyona göre 0,5-2 Hz delta güç spektrumu

(F: Frontal, FC: Fronto-santral, C: Santral, T: Temporal, CP: Santro-parietal, TP: Temporo-parietal, P: Parietal, O: Oksipital)

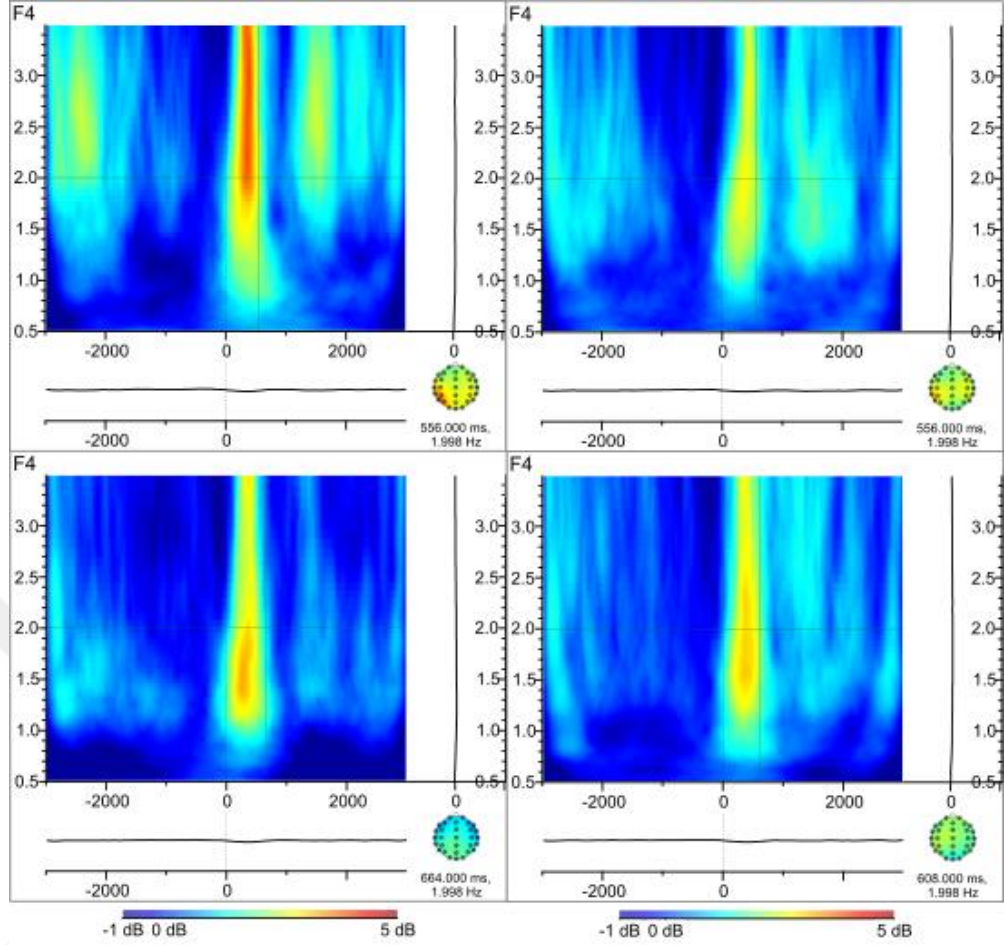
Şekil 6.2’de görüldüğü üzere 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında, hedef uyaran ve hedef olmayan uyaranların ağırlık faktörü ile aralarında anlamlı farklılıklar bulundu ( $p=0,01$ ). Ağırlık faktörü ortada yokken hedef uyaran sırasında açığa çıkan delta güç

spektrumu hedef olmayandan yüksek iken ağırlı uyaran verildiğinde hedef ve hedef olmayan uyaran arasındaki fark azalmıştır.



**Şekil 6.2.** 0.5-2 Hz delta alt frekans bandında uyaran ve ağrı etkileşimi için güç spektrumu

Şekil 6.2’de mavi ile gösterilen çizgi ağrılı uyaran olmadığı durumda açığa çıkan delta güç spektrumunu, kırmızı ile gösterilen çizgi ağrılı uyaran varlığında açığa çıkan delta güç spektrumunu ifade etmektedir. Ağrılı uyaran olmadığı duruma kıyasla, ağrılı durumda hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran arasındaki fark azalmıştır.



**Şekil 6.3.** F4 elektrotunda açığa çıkan delta güç spektrumu büyük ortalaması

Şekil 6.3'te şeklin üst bölümünde 0,5-3,5 Hz delta frekans bandında hedef uyarılar sırasında açığa çıkan delta güç spektrumu, alt bölümde ise hedef olmayan uyarılar sırasında açığa çıkan delta güç spektrumu gösterilmektedir. Şeklin sol tarafı normal/ağrısız durumda açığa çıkan delta güç spektrumu, sağ taraf ise ağrılı uyarılar sırasında açığa çıkan delta güç spektrumunu temsil etmektedir. Şekil 6.2'de istatistiksel olarak gösterilen sonuçlar Şekil 6.3'te güç spektrum büyük ortalaması olarak gösterilmektedir. Kırmızıdan maviye doğru güç spektrumu yoğunluğu artmaktadır. Şekilde de görüldüğü üzere ağrı olmadığında hedef uyarılar sırasında açığa çıkan delta güç spektrumu hedef olmayan uyarılardan daha yüksektir. Ancak ağrılı uyarılarla birlikte hedef ve hedef olmayan uyarılar arasındaki bu fark azalmaktadır.

Lokasyon \*hemisfer istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ).

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyarılar\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyarılar\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak

anlamli değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamli değildi ( $p>0,05$ ). Uyarın\*ağrı\*lokasyon, uyarın\*ağrı\*hemisfer, uyarın\*lokasyon\*hemisfer, ağrı\*lokasyon\*hemisfer, uyarın\*ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimleri istatistiksel olarak anlamli değildi ( $p>0,05$ ). 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu analizi için istatistiksel sonuçlar **Tablo 6.1**'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.1.** Katılımcıların 0.5-2 Hz delta güç spektrumu istatistiksel anlamlılık düzeyleri

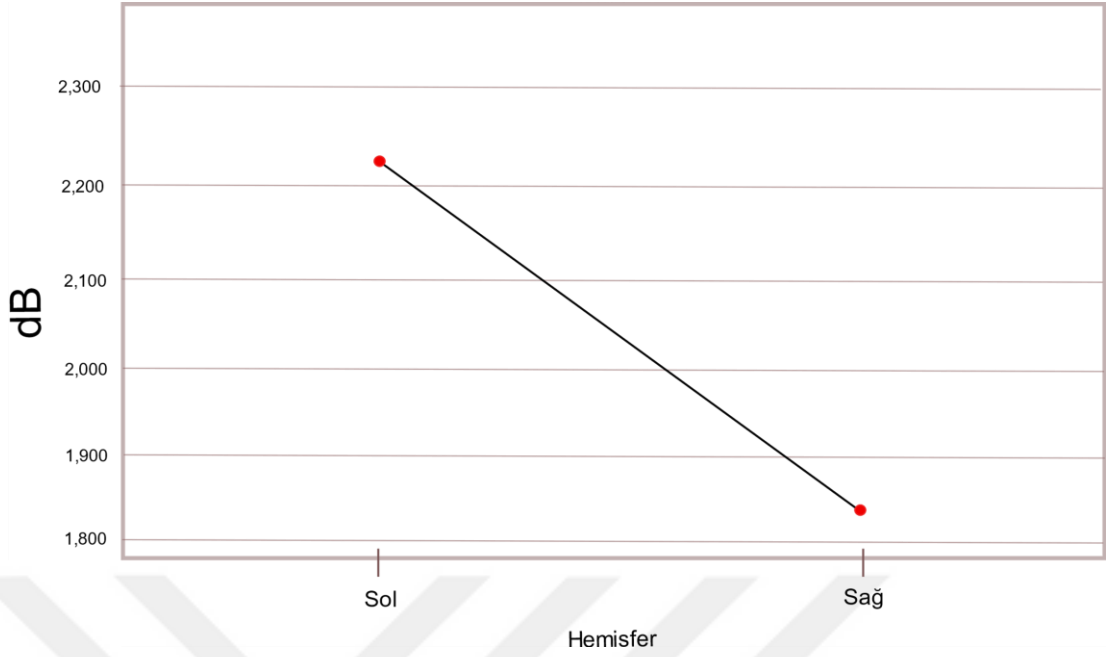
<b>Faktör/Etkileşim</b>	<b>p Değeri</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın	<b>0.002</b>
Ağrılı/Ağrısız	0.688
Lokasyon	<b>&lt;0.001</b>
Hemisfer	0.197
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız	<b>0.011</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Hemisfer	0.461
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon	0.269
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.744
Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.921
Lokasyon-Hemisfer	<b>&lt;0.001</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.089
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.404
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon-Hemisfer	0.233
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.571
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.668

İstatistiksel anlamli ( $p<0,05$ ) sonuçlar koyu renkle belirtilmiştir.

#### **6.1.1.2. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu**

Sağlıklı gençlerde 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında hedef uyarın ve hedef olmayan uyarınlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Lokasyon faktörü tek başına anlamli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Lokasyon\*hemisfer faktörleri istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Uyarın\*ağrı\*hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ).

Hemisferler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p=0,001$ ). **Şekil 6.4**'te görüldüğü üzere sol hemisferde 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında açığa çıkan delta güç spektrumu sağ hemisferde gözlenenenden yüksektir.



**Şekil 6.4.** 2-3.5 Hz delta alt frekans bandında hemisferlere göre güç spektrumu

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p > 0,05$ ). Uyaran\* ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyaran\*hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyaran\*lokasyon, ağrı\*lokasyon, ağrı\*hemisfer, lokasyon\*hemisfer, uyaran\*ağrı\*lokasyon, uyaran\*ağrı\*hemisfer, uyaran\*lokasyon\*hemisfer, ağrı\*lokasyon\*hemisfer, uyaran\*ağrılı/ağrısız\*lokasyon\*hemisfer faktörleri anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). **Tablo 6.2**'de 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında açığa çıkan güç spektrum sonuçları gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.** Katılımcıların 2-3.5 Hz delta güç spektrumu istatistiksel anlamlılık düzeyleri

<b>Faktör/Etkileşim</b>	<b>p Değeri</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın	<b>0.012</b>
Ağrılı/Ağrısız	0.557
Lokasyon	<b>0.002</b>
Hemisfer	<b>0.001</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız	0.947
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Hemisfer	0.278
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon	0.190
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.467
Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.169
Lokasyon-Hemisfer	<b>&lt;0.001</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.186
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	<b>0.036</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon-Hemisfer	0.393
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.877
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.135

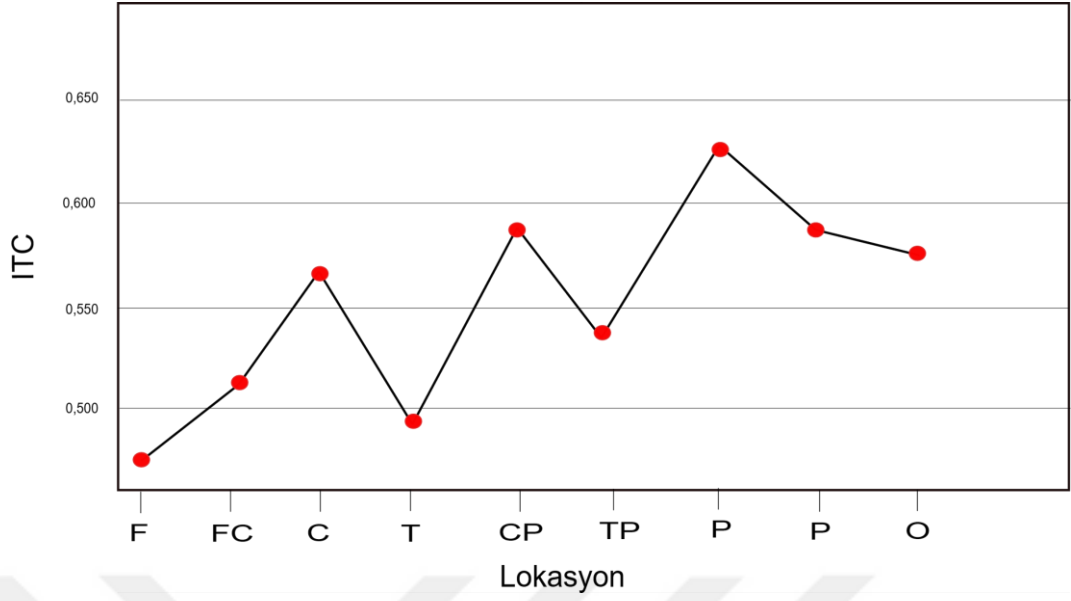
İstatistiksel anlamlı ( $p<0,05$ ) sonuçlar koyu renkle belirtilmiştir.

### **6.1.2. Olaya-ilişkin delta faz kilitlemesi analizi sonuçları**

#### **6.1.2.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlemesi**

Sağlıklı gençlerde yapılan 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlemesi analizinde hedef uyarın ve hedef olmayan uyarınlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). **Şekil 6.5'** de de görüldüğü üzere en yüksek yanıtlar parietal, santro-parietal ve oksipital lokasyonlarda gözlenmiştir.





**Şekil 6.5.** 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında lokasyonlara göre faz kilitlenmesi değerleri

Hedef uyaran ve hedef olmayan uyaranlarda ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Ağrı faktörü göz önüne alındığında hedef uyaranda yanıt azalırken hedef olmayan uyaranda yanıt artarak aradaki fark kaybolmuştur. Lokasyon\*hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ).

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyaran\*ağrı etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyaran\*hemisfer, uyaran\*lokasyon, ağrı\*lokasyon, ağrı\*hemisfer, uyaran\*ağrı\*lokasyon, uyaran\*ağrı\*hemisfer, ağrı\*lokasyon\*hemisfer, uyaran\*ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). **Tablo 6.3'**de 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında açığa çıkan faz kilitlenmesi istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir.

**Tablo 6.3.** Katılımcıların 0.5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi istatistiksel anlamlılık düzeyleri

<b>Faktör/Etkileşim</b>	<b>p Değeri</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın	<b>0.002</b>
Ağrılı/Ağrısız	0.668
Lokasyon	<b>&lt; 0.001</b>
Hemisfer	0.197
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız	<b>0.011</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Hemisfer	0.461
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon	0.269
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.744
Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.921
Lokasyon-Hemisfer	<b>&lt;0.001</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.089
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.404
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon-Hemisfer	0.233
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.571
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.668

İstatistiksel anlamlı ( $p < 0,05$ ) sonuçlar koyu renkle belirtilmiştir.

#### **6.1.2.2. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi**

Sağlıklı genç katılımcılarda 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi için hedef ve hedef olmayan uyarınlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ).

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Hemisfer istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyarın\* ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyarın\*hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Uyarın\*lokasyon, ağrı\*lokasyon, ağrı\*hemisfer, lokasyon\*hemisfer, uyarın\*ağrı\*lokasyon, uyarın\*ağrı\*hemisfer, ağrı\*lokasyon\*hemisfer, uyarın\*ağrılı\*lokasyon\*hemisfer faktörleri istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). **Tablo 6.4'**de sağlıklı genç katılımcıların 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi istatistiksel analiz sonuçları gösterilmektedir.

**Tablo 6.4.** Katılımcıların 2-3.5 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi istatistiksel anlamlılık düzeyleri

<b>Faktör/Etkileşim</b>	<b>p Değeri</b>
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın	<b>0.033</b>
Ağrılı/Ağrısız	0.668
Lokasyon	<b>&lt; 0.001</b>
Hemisfer	0.528
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız	0.197
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Hemisfer	0.741
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon	0.051
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.597
Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.571
Lokasyon-Hemisfer	0.312
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon	0.972
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Hemisfer	0.105
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Lokasyon-Hemisfer	0.827
Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.646
Hedef Uyarın/Hedef Olmayan Uyarın-Ağrılı/Ağrısız-Lokasyon-Hemisfer	0.290

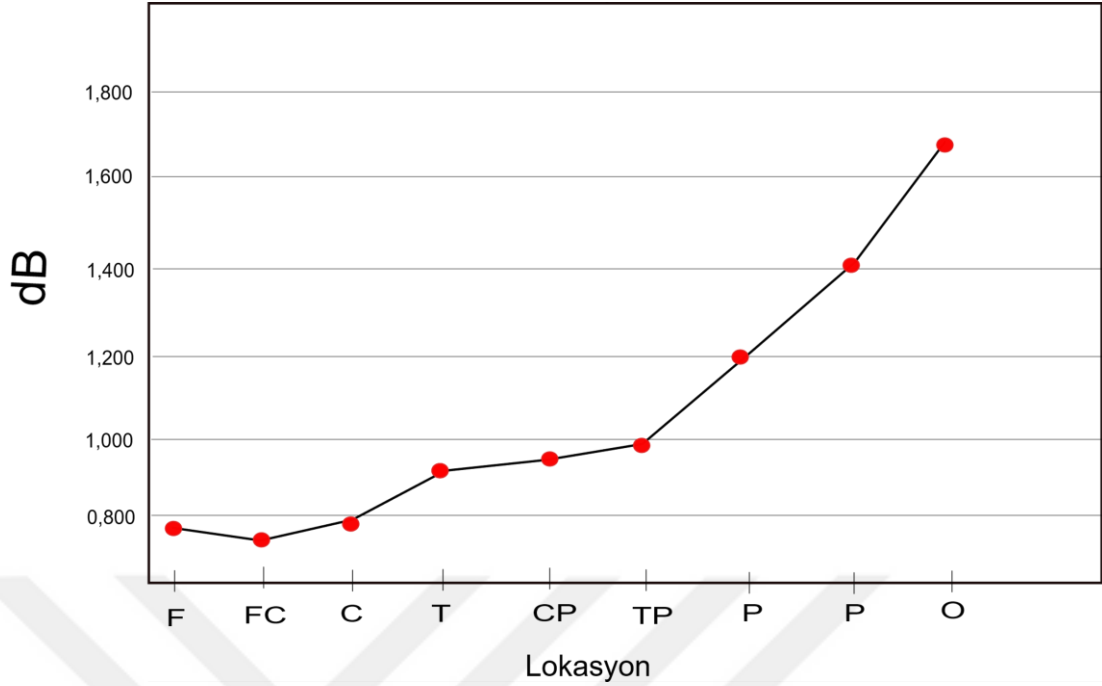
İstatistiksel anlamlı ( $p < 0,05$ ) sonuçlar koyu renkle belirtilmiştir.

## **6.2. Görsel Bellek Paradigması Sırasında Açığa Çıkan Olaya-İlişkin Delta Yanıtları**

### **6.2.1. Olaya-ilişkin delta güç spektrumu analiz sonuçları**

#### **6.2.1.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu**

Sağlıklı gençlerde yapılan görsel bellek güç spektrumu analizi sonucunda lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). **Şekil 6.6'** da görüldüğü üzere yüksek delta yanıtları oksipital ve parietal lokasyonlarda gözlenmektedir.



**Şekil 6.6.** 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında lokasyonlara göre güç spektrumu değerleri

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Lokasyon\*hemisfer etkileşimi anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

#### **6.2.1.2. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu**

Sağlıklı gençlerde yapılan görsel bellek güç spektrumu analizi sonucunda ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Lokasyon faktörü anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Hemisfer faktörü anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

## **6.2.2. Olaya-ilişkin delta alt frekans bandında faz kilitlemesi analiz sonuçları**

### **6.2.2.1. 0,5-2 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlemesi**

Sağlıklı gençlerde yapılan görsel bellek faz kilitlemesi analizi sonucunda lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Parietal ve oksipital lokasyonlarda açığa çıkan 0,5-2 Hz delta faz kilitlemesi diğer lokasyonlardan yüksekti. Ağrı\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Sol hemisferde ağırlı uyaran olmadığında açığa çıkan 0,5-2 Hz delta faz kilitlemesi ağırlı uyaran verildiğinde açığa çıkan delta faz kilitlemesinden yüksekti. Lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ).

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Hemisfer faktörü anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Ağrı\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

### **6.2.2.1. 2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kilitlemesi**

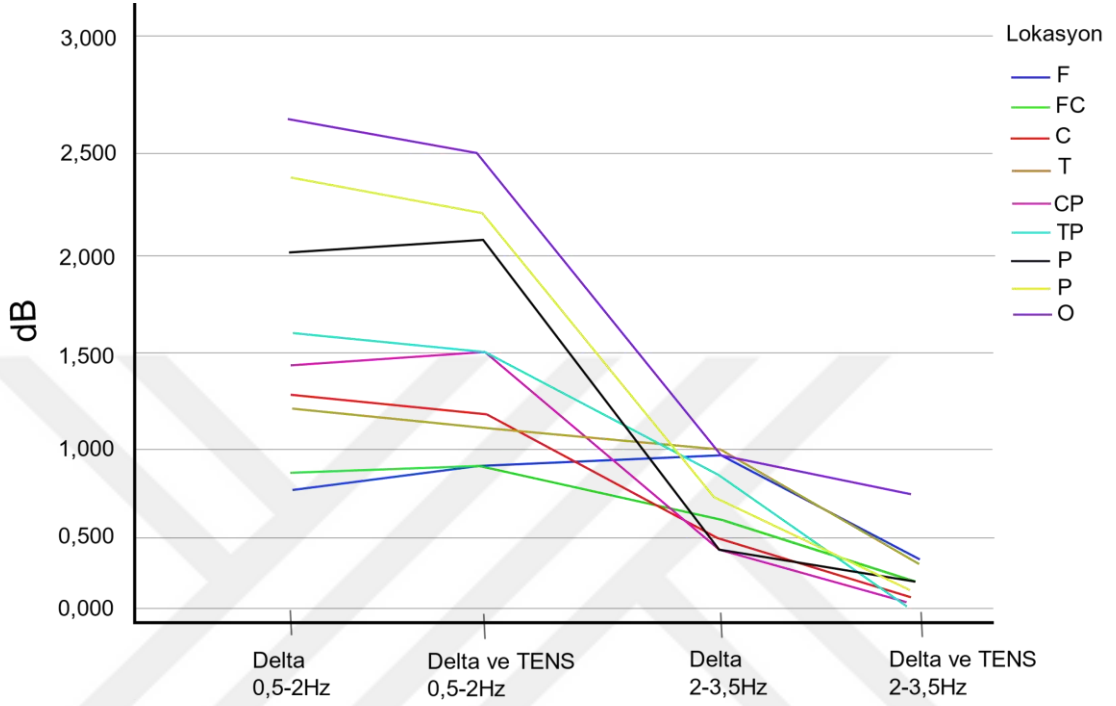
Sağlıklı gençlerde yapılan görsel bellek faz kilitlemesi analizi sonucunda lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). En yüksek yanıtlar oksipital, parietal ve santro-parietalden alınmıştır.

Ağrı faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Hemisfer faktörü anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Ağrı\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Ağrı\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

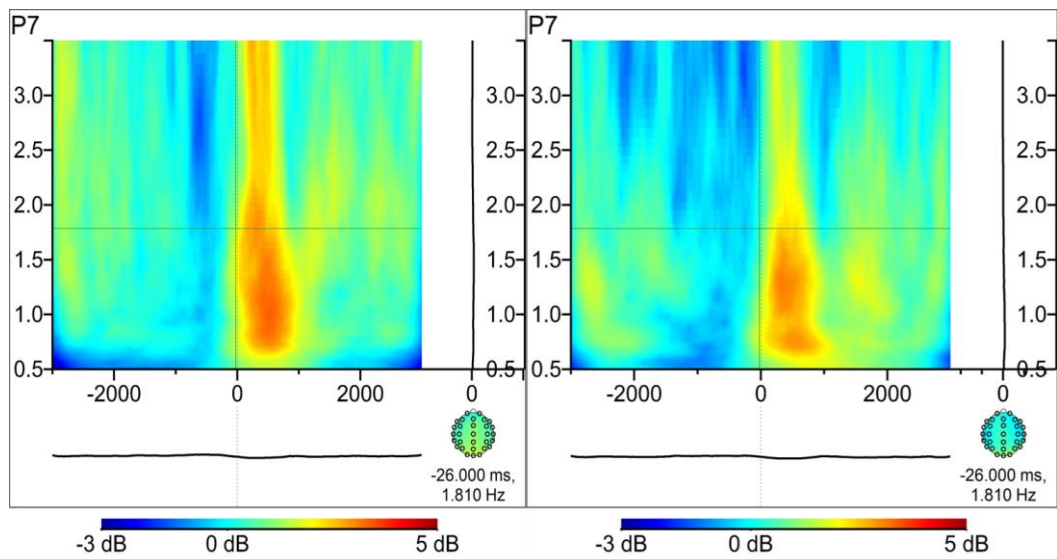
## **6.2.3. 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz olaya-ilişkin delta güç spektrumu analizi**

Sağlıklı gençlerde yapılan görsel bellek güç spektrumu analizi sonucunda 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz delta alt frekans bantları dahil edilerek yapılan güç spektrumu analizinde 0,5-2 Hz delta güç spektrumu (hem ağırlı hem de ağırlı uyaran olmadığı durumda) 2-3,5 Hz frekans bandında açığa çıkan delta güç spektrumundan yüksekti ( $p < 0,05$ ). Lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Parietal ve oksipital lokasyonlarda açığa çıkan delta güç spektrumu diğer lokasyonlardan yüksekti. Ağrı\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). **Şekil 6.7**'de de görüldüğü üzere parietal ve oksipital lokasyonlarda 0,5-2 Hz alt frekans

bandında açığa çıkan delta güç spektrumu (hem ağırlı hem de ağırlı uyaran olmadığı durumda) 2-3,5 Hz frekans bandında açığa çıkan delta güç spektrumundan yüksekti. Ayrıca ağırlı uyaran verildiğinde delta güç spektrumu azalmaktadır.



Şekil 6.7. Ağrı\*lokasyon etkileşimi için olaya-ilişkin delta güç spektrumu



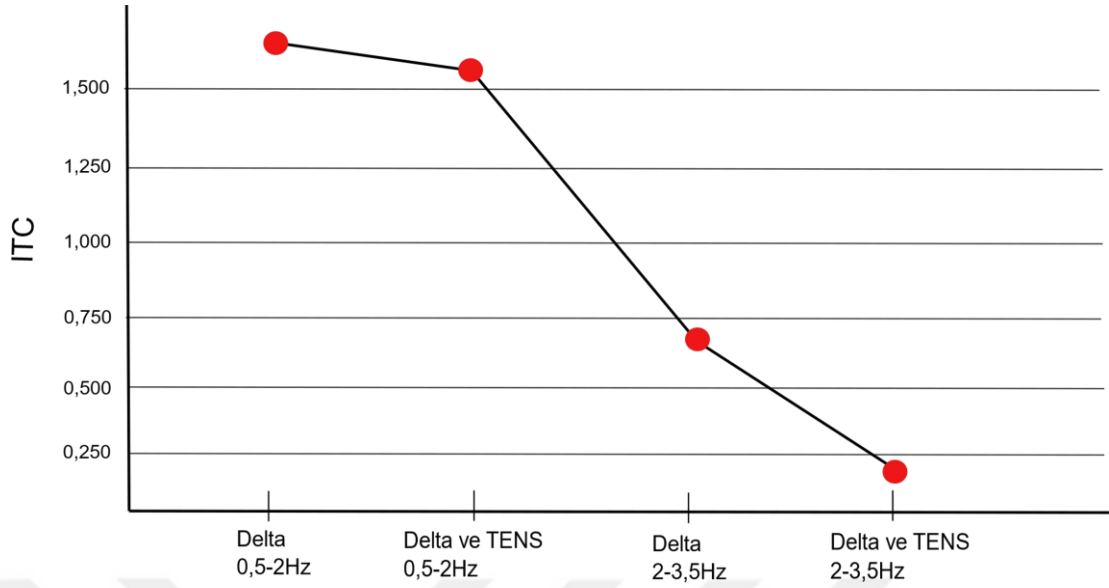
Şekil 6.8. P7 elektrotunda açığa çıkan delta güç spektrumu büyük ortalaması

**Şekil 6.8'**de sol tarafta ağrısız durumdaki P7 delta güç spektrumu, sağ tarafta ağrılı uyaran sonrası P7 delta güç spektrumu gösterilmektedir. Maviden kırmızıya doğru güç spektrumu yoğunluğu artmaktadır. Şekilde görüldüğü üzere ağrılı uyaran verildiğinde P7 elektrotunda delta güç spektrumu ağrılı uyaran olmadığı duruma kıyasla azalmıştır.

Hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

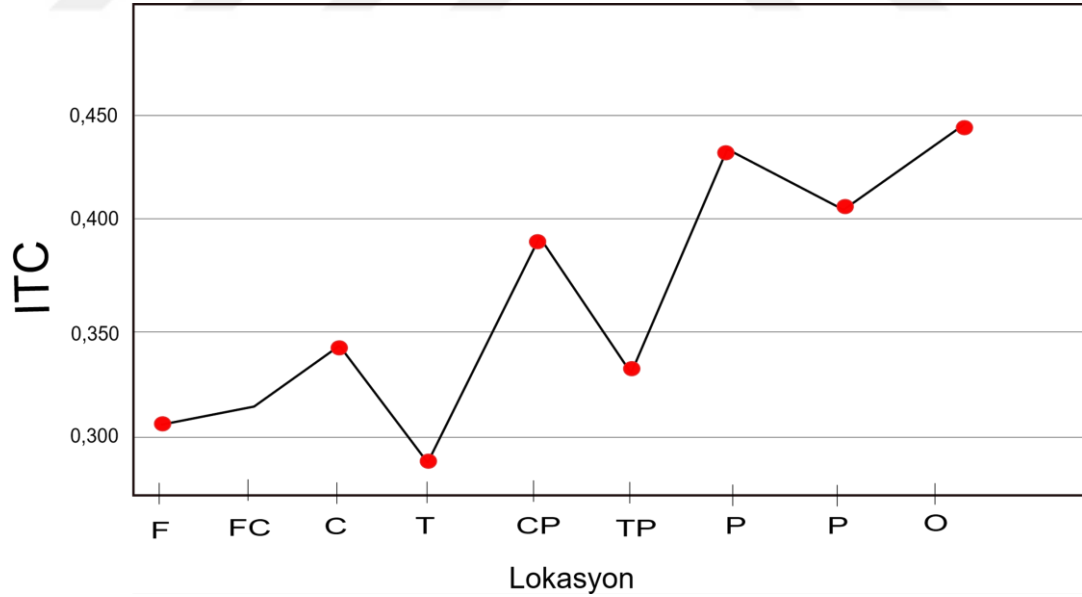
#### **6.2.4. 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz olaya-ilişkin delta faz kilitlenmesi analizi**

Sağlıklı gençlerde yapılan görsel bellek faz kitlenmesi analizi sonucunda 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz delta alt frekans bantları dahil edilerek yapılan faz kitlenmesi analizinde 0,5-2 Hz delta faz kitlenmesi (hem ağrılı hem de ağrılı uyaran olmadığı durumda) 2-3,5 Hz frekans bandında açığa çıkan delta faz kitlenmesinden yüksekti. Ayrıca her iki frekans bandında da ağrılı uyaran verildiğinde delta faz kitlenmesi azalmaktadır ( $p<0,05$ ). **Şekil 6.9'**da 1. Koşul 0,5-2 Hz alt frekans bandında açığa çıkan delta faz kitlenmesini, 2. Koşul ağrılı uyaran esnasında 0,5-2 Hz delta faz kitlenmesini, 3. Koşul 2-3,5 Hz delta faz kitlenmesini, 4. Koşul ağrılı uyaran esnasında 2-3,5 Hz delta faz kitlenmesini göstermektedir. Şekilde görüldüğü üzere en yüksek delta faz kitlenmesi 0,5-2 Hz frekans bandında gözlenmekle birlikte ağrı varlığında görsel bellek paradigması esnasında açığa çıkan delta faz kitlenmesi azalmıştır. 1. Koşul ve 4. Koşul arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). 2. Koşul ve 4. Koşul arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ).



**Şekil 6.9.** Delta faz kitlenmesinde alt frekans bantları ve ağrıya bağlı değişim

Lokasyon faktörü istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Şekil 6.10'da görüldüğü üzere parietal, oksipital ve santro-parietal lokasyonlarda delta faz kitlenmesi en yüksekti. Ağrı\*lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Ağrı\*lokasyon\*hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 6.10.** Olaya-ilişkin delta alt frekans bandında lokasyon etkileşimi faz kitlenmesi

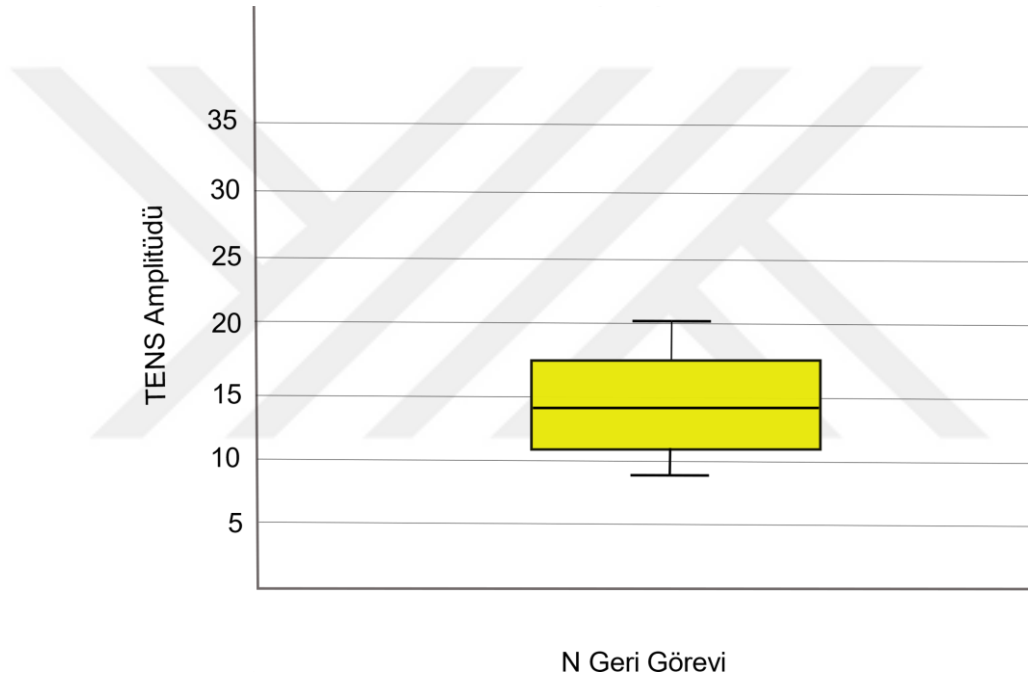
Hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Ağrı\*hemisfer faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).



### 6.3. TENS ve Nümerik Ağrı Skalası

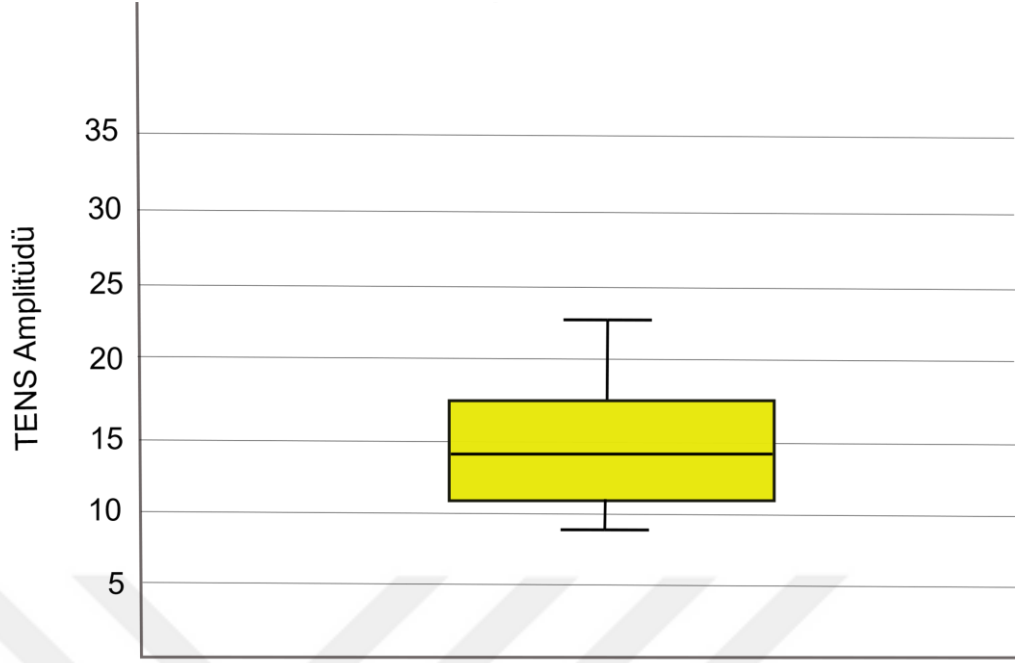
#### 6.3.1. TENS ve nümerik ağrı skalası istatistik sonuçları

Çalışan bellek ve görsel bellek paradigmaları uygulanmadan önce Nümerik Ağrı Skalasında 7 ve üzeri ağrı bildirecek duruma gelene kadar amplitüd 0,5 olarak kademeli arttırılmıştı. Sıra etkisi oluşturmamak üzere sırasıyla bazı katılımcılar N-Geri görevi ile bazı katılımcılar görsel bellek testi ile başlatıldı. TENS amplitüdüleri iki test için de anlamlı değildi. **Şekil 6.11**'de ve **Şekil 6.12**'de normalizasyon grafiği gösterilmiştir. **Tablo 6.5**'de katılımcıların TENS ve Nümerik Ağrı Skalası değerleri verilmiştir.



**Şekil 6.11.** Sağlıklı genç katılımcıların N-Geri Görevi esnasında TENS akım amplitüd normalizasyon grafiği

N geri görevi paradigması için katılımcıların TENS şiddetini belirledikleri amplitüdün normalizasyon grafiği gösterilmektedir. N geri görevi paradigması için amplitüd değerleri istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Bu da bireylerin bu çalışma için uygun kriterleri karşıladığını, çalışmanın standardizasyonunu ve güvenilirliğini göstermektedir.



Görsel Bellek Testi

**Şekil 6.12.** Sağlıklı genç katılımcıların Görsel Bellek Testi esnasında TENS akım amplitüd normalizasyon grafiği

Görsel bellek paradigması için katılımcıların TENS şiddetini belirledikleri amplitüdün normalizasyon grafiği gösterilmektedir. Görsel bellek paradigması için amplitüd değerleri istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Bu da bireylerin bu çalışma için uygun kriterleri karşıladığını, çalışmanın standardizasyonunu ve güvenilirliğini göstermektedir.

**Tablo 6.5.** Sağlıklı genç katılımcılara uygulanan TENS akım amplitüd değerleri ve Nümerik Ağrı Skalası değerleri

	TENS		Nümerik Ağrı Skalası	
	N Geri Görevi	Görsel Bellek Testi	N Geri Görevi	Görsel Bellek Testi
1	15,5	11	9	9
2	12	13	7	8
3	10,5	12,5	7	8
4	8	9	7	8
5	34	33	7	7
6	10	10,5	7	7
7	12	11,5	7	7
8	14	15	8	8
9	13,5	13	7	7
10	17	19	7	7
11	18,5	21	7	7
12	16,5	15,5	7	7
13	10	10	7	7
14	17	16,5	8	7
15	8,5	9	7	8
16	17	16	7	7
17	17	17,5	8	7
18	11	12	7	8

**Tablo 6.3.1.**'de verilen TENS ve Nümerik Ağrı Skalası değerleri analiz edilmiş ve TENS değerleri kendi içerisinde Nümerik Ağrı Skalası değerleri kendi içerisinde anlamlı değildi ( $p<0,05$ ).

## 7. TARTIŞMA

Bu çalışmada sağlıklı genç bireylerin ağrı varlığında normal duruma kıyasla kognitif becerilerinde değişiklik olup olmayacağı ve eğer oluyorsa bunun ne şekilde olacağı incelenmiştir. TENS cihazı ile oluşturulan akut ağrı sağlıklı genç bireyler üzerinde olaya ilişkin EEG beyin osilasyonları açısından araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

### **N-Back paradigması sırasında açığa çıkan olaya-ilişkin delta yanıtları**

#### **0,5-2 Hz delta alt frekans bandı güç spektrumu sonuçları:**

Sağlıklı gençlerde hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran arasında delta yanıtlarında, hedef uyaran hedef olmayan uyarandan daha yüksekti.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında TENS ile ağrı verildiğinde tek başına ağrı faktöründe bir değişiklik gözlemlenmezken ağrı hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran faktörü ortada olduğunda normal duruma kıyasla büyük bir fark oluşturmuştur.

Sağlıklı gençlerde delta yanıtlarında hedef uyaran ağrı faktöründe azalırken hedef olmayan uyaran ağrı faktöründe artarak hedef uyaran ve hedef olmayan uyaranın yanıtları ağrı durumunda birbirine yakınlaşarak aradaki fark kaybolmuştur.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında delta yanıtları en çok oksipital, parietal ve santro-parietalden alınmıştır.

#### **2-3,5 Hz delta alt frekans bandında güç spektrumu sonuçları:**

Sağlıklı gençlerde hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran arasında delta yanıtlarında, hedef uyaran hedef olmayan uyarandan daha yüksekti.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında TENS ile ağrı verildiğinde lokasyonların çoğunda delta yanıtı azalmıştır.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında delta yanıtları en çok parietal ve santro-parietalden alınmıştır.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında sol hemisferde sağa oranla daha fazla delta yanıtı alınmıştır.

#### **0,5-2 Hz delta alt frekans bandı faz kitlenmesi sonuçları:**

Sağlıklı gençlerde hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran arasında delta yanıtlarında, hedef uyaran hedef olmayan uyarandan daha yüksekti.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında delta yanıtları en çok parietal, oksipital ve santro-parietalden alınmıştır.

Sağlıklı gençlerde çalışan bellek esnasında TENS ile ağrı verildiğinde tek başına ağrı faktöründe bir değişiklik gözlemlenmezken ağrı hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran faktörü ortada olduğunda normal duruma kıyasla büyük bir fark oluşturmuştur.

Sağlıklı gençlerde delta yanıtlarında hedef uyaran ağrı faktöründe azalırken hedef olmayan uyaran ağrı faktöründe artarak hedef uyaran ve hedef olmayan uyarının yanıtları ağrı durumunda birbirine yakınlaşarak aradaki fark kaybolmuştur.

### **2-3,5 Hz delta alt frekans bandında faz kitlenmesi sonuçları:**

Sağlıklı gençlerde hedef uyaran ve hedef olmayan uyaran arasında delta yanıtlarında, hedef uyaran hedef olmayan uyarandan daha yüksekti.

### **Görsel bellek paradigması sırasında açığa çıkan olaya-ilişkin delta yanıtları**

#### **Delta alt frekans bandında güç spektrumu sonuçları:**

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında TENS ile ağrı oluşturulduğunda delta yanıtları azalmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında delta yanıtları en yüksek oksipital ve parietalden alınmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında TENS ile oluşturulan ağrı, lokasyon faktöründe istatistiksel olarak anlamlıydı, en çok oksipital ve parietal bölgelerde delta yanıtları azalmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında hemisfer faktörü bir fark oluşturmamıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında lokasyon hemisfer faktöründe bir fark oluşturmamıştır.

### **Delta alt frekans bandında faz kitlenmesi sonuçları:**

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında TENS ile ağrı oluşturulduğunda delta yanıtları azalmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında delta yanıtları en çok sırasıyla oksipital ve parietalden alınmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında TENS ile oluşturulan ağrı, lokasyon faktöründe istatistiksel olarak anlamlıydı, en çok oksipital ve parietal bölgelerde delta yanıtları azalmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında lokasyon ve hemisfer etkileşiminde sağ hemisferde daha yüksek yanıtlar alınmıştır.

Sağlıklı gençlerde görsel bellek esnasında hemisfer faktörü bir fark oluşturmamıştır.

Bu tez çalışması ile literatürde ilk kez TENS ile ağrı oluşturularak olaya ilişkin EEG yanıtları araştırılmıştır. TENS'in bu etkisi gözlemlenirken çalışan bellek ve görsel bellekte ağrıya bağlı olarak beyin osilasyonlarında normal duruma kıyasla değişiklikler saptanmıştır. Bu çalışmanın en önemli sonuçlarından birisi delta yanıtlarının ağrı varlığında kognitif becerileri olumsuz etkilediğidir. Çalışmamızın en önemli bir diğer sonucu ise ağrının çalışan bellek ve görsel bellek süreçlerinde delta yanıtlarını azaltarak kognitif becerileri olumsuz etkilemiş olmasıdır.

Bu çalışmada TENS ağrı giderici etkisi ile değil ağrı oluşturacak şekilde kullanılarak literatürde yapılan az sayıda çalışma olma niteliğindedir. Bu çalışmada sağlıklı genç bireyler üzerinde araştırma yapılmıştır, ileride gerçekleştirilen çalışmalar ile farklı hasta gruplarında TENS ile ağırlı uyaran oluşturularak EEG'de beyin yanıtlarında açığa çıkan farklılıklar incelenebilir. Bu tez sonraki araştırmalar için öncülük edebilir.

### **7.1 Delta Yanıtının Fonksiyonel Anlamı**

Beyin aktivitesi doğrusal olmayan bebeklikten yetişkinliğe kadar değişen karmaşık beyin yanıtlarıdır. Bu frekansların bilinen en düşük formu delta dalgası, ilk olarak Walter (1936) tarafından bildirilmiştir ve birçok bilim insanı tarafından araştırılarak kognitif süreçlerde etkileri ortaya konulmuştur. Kognitif bozukluğu olan bireylerin daha az delta yanıtı verdiği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Görev odaklı test ile yapılan daha önceki çalışmalarda kognitif hastalığa sahip katılımcıların sağlıklı gruplara göre daha az delta yanıtı verdiği gösterilmiştir (48).

Daha önceki çalışmalar ve yaptığımız çalışma neticesinde deltanın ağrı uyaran eşliğinde kognitif süreçlerde olumsuz etkilendiğini söyleyebiliriz (18,19). Bu çalışmada da ağrı varlığında çalışan bellek esnasında delta yanıtının hedef uyaran sırasında azaldığı, hedef uyaran sırasında açığa çıkan delta yanıtları ile hedef olmayan uyaran sırasında açığa çıkan delta yanıtları arasındaki beklenen farkın açığa çıkmadığı görülmüştür. Bu durum ağırlı uyaran sırasında kişilerin hedef uyaran ile hedef olmayan uyaran arasındaki farkları yeterli derecede ayırt edemediği sonucunu gösterebilir. Farklı patolojik durumlarda kognitif işlev sırasında delta yanıtlarının sağlıklı kişilere göre daha düşük olduğu daha önce yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bu çalışmada

sağlıklı kişiler çalışmaya dahil edilmiş olsa da ağırlı uyaran verilerek anlık bir kognitif bozulma yaratılmış olabilir. Ağrının etkisi ile oluşturulan bu bozulan kognitif yanıt ağırlı uyaran sırasında azalmış delta yanıtı ile temsil edilmiştir.

Akut ağrının oluşturulma türüne göre etkilenen bölge ve frekans aralıkları değişmektedir. Lazerle verilen akut ağrılarda alfa ve beta yanıtlarında değişiklikler bildirilmiştir (75). Tonik soğuk uygulama ile alfa bandında azalma daha çok fronto-santral bölgeler etkilenirken, tonik sıcak uygulama ile delta ve alfa bandında azalma ile daha çok fronto-temporal bölgelerde yanıtlar alınmıştır (17,58). Bu çalışmada ise TENS ile oluşturulan akut ağrıda en fazla değişiklik delta bandında gözlemlenmiştir. Çalışan bellek testinde delta yanıtı en çok arka parietal, ön parietal ve santro-parietal bölgelerden alınmıştır. 10 Hz altı frekans bantlarında, delta bandı içerisinde, parieto-okspital korteksin ilgili görsellerin ortaya çıkmasından önceki beklenti döneminde aktif olarak devreye girdiği bilinmektedir (76). Görsel bellek testinde delta yanıtı en çok oksipital, arka parietal ve ön parietalden bölgelerden alınmıştır. Oksipital bölgenin görsel dikkati ve parietal bölgenin ise bir görev esnasında dikkati yansıttığı daha önceki çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da gösterilmiştir.

Daha önce çalışan bellek ile yapılan sözel versiyonlarda sol hemisferin sağdan daha anlamlı olduğu bulunmuştur (77). Çalışan bellek sözel versiyon testinde sol hemisferde sağ hemisfere oranla anlamlı bir delta yanıtı kaydederken, görsel bellek testinde hemisferler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre çalışan belleğin sol hemisferde temsil edildiğini düşünebiliriz.

Literatüre bakıldığında hedef uyarının hedef olmayan uyarandan daha fazla delta yanıtı verdiği ve kognitif bozukluğa sahip bireylerde hedef uyaranda olaya ilişkin delta yanıtının normale göre daha az yanıt verdiği gösterilmiştir. Bu çalışmada ağrı türü literatürdeki akut ağrı yöntemlerinden farklı olarak TENS kullanılarak hedef uyaranda olaya ilişkin delta yanıtlarının azalması ve hedef olmayan uyaranda olaya ilişkin delta yanıtlarının artması ve kognitif sürecin normal sürecinin bozulduğunu gösteren ilk çalışmadır.

Bu çalışmada TENS akımı amplitüd değerleri açısından çalışma belleği ve görsel bellekte anlamlı bir fark oluşturmamıştır, bu da çalışmanın güvenilirliğini gösteren bir durumdur. Ayrıca sıra etkisi oluşturmamak amacı ile deneye alınan katılımcılara ilkine

Çalışma belleği sonra görsel bellek uygulanırken diğerine görsel bellek sonrasında çalışma belleği testi uygulanarak güvenirlilik arttırılmıştır.

Literatürde yapılan çalışmalarda nümerik ağrı skalası 6 ve üzeri orta şiddet ağrı kabul edilirken bu çalışmada 7 ve üzeri şiddetli ağrı kabul ederek çalışma gerçekleştirilmiştir. Nümerik ağrı skalası, görsel bellek ve çalışan bellekte anlamlı bir fark oluşturmayarak çalışmanın güvenirliliğini sağlamıştır.

TENS ile ağrı oluşturularak literatürde daha önce az rastlanan bu çalışmada N-geri görevi ile çalışan belleğe sadece sözel versiyon ile bakılmıştır. Bu alışma bir nc çalışma kabul edilip N-geri görevinin işitsel versiyonu kullanılarak delta ve diğer frekans yanıtlarına da bakılabilir.

Bu alışma akut ağrı ile delta yanıtında bir artışa veya azalışa sebep olarak delta yanıtlarını modüle edilebileceğini ve bu durumunda kognitif süreci olumsuz etkileyebileceğini göstermiştir.



## 8. SONUÇ

### **Çalışan Bellek:**

#### **Çalışan Bellek 0,5-2 Hz Delta**

- Sağlıklı genç katılımcılarda hedef uyaran, hedef olmayan uyaranlardan daha yüksek delta yanıtı göstermiştir.
- Sağlıklı genç katılımcılarda ağrı faktörü ortadayken hedef uyaranın yanıtı azalırken hedef olmayan uyaranın yanıtı yükselerek hedef uyarana yaklaşmıştır.
- Sağlıklı genç katılımcılarda lokasyon olarak en yüksek yanıtlar parietal, santro-parietal ve santral bölgelerden alınmıştır.
- Sağlıklı genç katılımcılarda ağrı, çalışan bellek 0,5-2 Hz delta frekans işlevini bozmuştur.

#### **Çalışan Bellek 2-3,5 Hz Delta**

- Sağlıklı genç katılımcılarda hedef uyaran, hedef olmayan uyaranlardan daha yüksek delta yanıtı göstermiştir.
- Sağlıklı genç katılımcılarda hemisferler arası anlamlı bir fark bulunmuştur, sol hemisferde daha yüksek delta yanıtları alınmıştır.
- Sağlıklı genç katılımcılarda lokasyon olarak en yüksek yanıtlar parietal, santro-parietal ve santralden alınmıştır.
- Sağlıklı genç katılımcılarda ağrı, çalışan bellek 2-3,5 Hz delta frekans işlevini bozmuştur.

### **Görsel Bellek:**

- Görsel bellekte 0,5-2 Hz ve 2-3,5 Hz, ağrı etkileşiminde kendi aralarında anlamlı iken tek başlarına ağrı faktöründe değişiklik göstermemişlerdir.
- Sağlıklı genç katılımcılarda delta yanıtları azalarak ağrı faktöründe olumsuz etkilenmiştir.
- Sağlıklı genç katılımcılarda en yüksek yanıtlar parietal ve oksipital lokasyonlardan alınmıştır.
- Sağlıklı genç katılımcılarda hemisferler arası değişiklik göstermemişlerdir.
- Sağlıklı genç katılımcılarda ağrı, görsel belleğin işlevini bozmuştur.

## 9. KAYNAKLAR

1. Sun G, Wen Z, Ok D, Doan L, Wang J, Chen ZS. Detecting acute pain signals from human EEG. *J Neurosci Methods* [Internet]. 347:108964. 2021 Jan;
2. Kakigi R, Inui K, Tamura Y. Electrophysiological studies on human pain perception. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 116(4):743–63. 2005 Apr;
3. Müller-Putz GR. Electroencephalography. In p. 249–62. 2020.
4. Ghosh P, Mazumder A, Bhattacharyya S, Tibarewala DN. An EEG study on working memory and cognition. In: *ACM International Conference Proceeding Series*. 2015.
5. Giacino JT, Fins JJ, Laureys S, Schiff ND. Disorders of consciousness after acquired brain injury: The state of the science. Vol. 10, *Nature Reviews Neurology*. 2014.
6. Seminowicz DA, Moayedi M. The Dorsolateral Prefrontal Cortex in Acute and Chronic Pain. *J Pain*. 18(9). 2017;
7. Cao T, Wang Q, Liu D, Sun J, Bai O. Resting state EEG-based sudden pain recognition method and experimental study. *Biomed Signal Process Control*. 59. 2020;
8. Babiloni C, Brancucci A, Arendt-Nielsen L, Del Percio C, Babiloni F, Pascual-Marqui RD, et al. Cortical Sensorimotor Interactions During the Expectancy of a Go/No-Go Task: Effects of Painful Stimuli. Vol. 118, *Behavioral Neuroscience*. Babiloni, Claudio: Dipartimento di Fisiologia Umana e Farmacologia, Sezione di EEG ad Alta Risoluzione, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Piazzale Aldo Moro 5, Rome, Italy, 00185, claudio.babiloni@uniroma1.it: American Psychological Association; p. 925–35. 2004.
9. MacPherson F, Colvin L. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS). Research to support clinical practice. *Br J Anaesth*. 114(4). 2015;
10. Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous electrical nerve stimulation: Basic science mechanisms and clinical effectiveness. Vol. 4, *Journal of Pain*. Churchill Livingstone; p. 109–21. 2003.
11. Leonard G, Goffaux P, Marchand S. Deciphering the role of endogenous opioids in high-frequency TENS using low and high doses of naloxone. *Pain*

- [Internet]. 151(1):215–9. 2010 Oct;
12. Radhakrishnan R, Sluka KA. Spinal muscarinic receptors are activated during low or high frequency TENS-induced antihyperalgesia in rats. *Neuropharmacology*. 45(8). 2003;
  13. Walsh DM, Howe TE, Johnson MI, Moran F, Sluka KA. Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain. In: Walsh DM, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2009.
  14. Nnoaham KE, Kumbang J. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain. In: Nnoaham KE, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2008.
  15. BUSHNELL, MC. Psychophysical and neurophysiological studies of pain modulation by attention. *Psychol Methods Pain Control Basic Sci Clin Perspect* [Internet]. 2004 [cited 2022 Jan 27];
  16. Ferracuti S, Seri S, Mattia D, Cruccu G. Quantitative EEG modifications during the cold water pressor test: hemispheric and hand differences. *Int J Psychophysiol*. 17(3). 1994;
  17. Huber MT, Bartling J, Pachur D, Woikowsky-Biedau S v., Lautenbacher S. EEG responses to tonic heat pain. *Exp Brain Res* [Internet]. 173(1):14–24. 2006 Aug 22;
  18. De Pascalis V, Scacchia P, Papi B, Corr PJ. Changes of EEG band oscillations to tonic cold pain and the behavioral inhibition and fight-flight-freeze systems. *Personal Neurosci* [Internet]. 2:e12. 2019 Nov 26;
  19. Güntekin B, Başar E. Review of evoked and event-related delta responses in the human brain. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 103:43–52. 2016 May;
  20. Babiloni C, Ferri R, Binetti G, Vecchio F, Frisoni GB, Lanuzza B, et al. Directionality of EEG synchronization in Alzheimer’s disease subjects. *Neurobiol Aging* [Internet]. 30(1):93–102. 2009 Jan;
  21. Başar E, Güntekin B. Review of delta, theta, alpha, beta, and gamma response oscillations in neuropsychiatric disorders. In p. 303–41. 2013.
  22. Yıldırım E, Güntekin B, Hanoğlu L, Algun C. EEG alpha activity increased in

- response to transcutaneous electrical nervous stimulation in young healthy subjects but not in the healthy elderly. *PeerJ*. 2020(1). 2020;
23. Yüksel M, Ayaş Ş, Cabioglu MT, Yilmaz D, Cabioglu C. Quantitative Data for Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Acupuncture Effectiveness in Treatment of Fibromyalgia Syndrome. *Evidence-based Complement Altern Med*. 2019. 2019;
  24. Peng WW, Tang ZY, Zhang FR, Li H, Kong YZ, Iannetti GD, et al. Neurobiological mechanisms of TENS-induced analgesia. *Neuroimage*. 195. 2019;
  25. Shao S, Shen K, Yu K, Wilder-Smith EPV, Li X. Frequency-domain EEG source analysis for acute tonic cold pain perception. *Clin Neurophysiol*. 123(10). 2012;
  26. De Pascalis V, Scacchia P, Papi B, Corr PJ. Changes of EEG band oscillations to tonic cold pain and the behavioral inhibition and fight-flight-freeze systems. *Personal Neurosci*. 2. 2019;
  27. Liberati G, Mulders D, Algoet M, van den Broeke EN, Santos SF, Ribeiro Vaz JG, et al. Insular responses to transient painful and non-painful thermal and mechanical spinothalamic stimuli recorded using intracerebral EEG. *Sci Rep*. 10(1). 2020;
  28. Iannetti GD, Hughes NP, Lee MC, Mouraux A. Determinants of laser-evoked EEG responses: Pain perception or stimulus saliency? *J Neurophysiol*. 100(2). 2008;
  29. Gentile E, Brunetti A, Ricci K, Delussi M, Bevilacqua V, de Tommaso M. Mutual interaction between motor cortex activation and pain in fibromyalgia: EEG-fNIRS study. *PLoS One*. 15(1). 2020;
  30. Johnson MI. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS). In: eLS [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2012.
  31. Teoli D, An J. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation [Internet]. *StatPearls*. 2021.
  32. No Title. U A A Derneği, “Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği Bölüm III Ağrı Terimleri, Kullan İlgili Tanımlar ve Notlarla Güncel Bir List 1979.
  33. Moayedi M, Davis KD. Theories of pain: from specificity to gate control. *J*

- Neurophysiol [Internet]. 109(1):5–12. 2013 Jan 1;
34. Chen J. History of pain theories. *Neurosci Bull* [Internet]. 27(5):343–50. 2011 Oct 29;
  35. Shimoji K, Nader A, Hamann W. Chronic Pain Management in General and Hospital Practice [Internet]. Shimoji K, Nader A, Hamann W, editors. Singapore: Springer Singapore; 2021.
  36. Şimsek N KN. Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu. In: N K, editor. *Elektroterapide Temel Prensipler ve Klinik Uygulamalar*. 2nd ed. p. 99–107. 2016.
  37. Kasat V, Gupta A, Ladda R, Kathariya M, Saluja H, Farooqui A. Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) in dentistry- A review. *J Clin Exp Dent* [Internet]. :e562–8. 2014;
  38. Tarakçı E. Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu. In: *Fiziksel Modaliteler ve Elektroterapi*. p. 119–28. 2014.
  39. Blinowska K, Durka P. Electroencephalography (EEG). In: *Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering* [Internet]. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2006.
  40. Berger H. Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *Arch Psychiatr Nervenkr* [Internet]. 87(1):527–70. 1929 Dec;
  41. Walter WG. CRITICAL REVIEW: THE TECHNIQUE AND APPLICATION OF ELECTRO-ENCEPHALOGRAPHY. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [Internet]. 1(4):359–85. 1938 Oct 1;
  42. Güntekin B, Basar E. Emotional face expressions are differentiated with brain oscillations. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 64(1):91–100. 2007 Apr;
  43. Güntekin B, Başar E. Gender differences influence brain's beta oscillatory responses in recognition of facial expressions. *Neurosci Lett* [Internet]. 424(2):94–9. 2007 Sep;
  44. Güntekin B, Başar E. Brain oscillations are highly influenced by gender differences. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 65(3):294–9. 2007 Sep;
  45. Feyissa AM, Tatum WO. Adult EEG. In p. 103–24. 2019.
  46. Srinivasan R, Winter WR, Nunez PL. Source analysis of EEG oscillations using high-resolution EEG and MEG. In p. 29–42. 2006.

47. Lorente De Nó R. Action potential of the motoneurons of the hypoglossus nucleus. *J Cell Comp Physiol* [Internet]. 29(3):207–87. 1947 Jun;
48. Herrmann CS, Strüber D, Helfrich RF, Engel AK. EEG oscillations: From correlation to causality. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 103:12–21. 2016 May;
49. Stampfer HG, Baslar E. Does frequency analysis lead to better understanding of human event related potentials. *Int J Neurosci* [Internet]. 26(3–4):181–96. 1985 Jan 7;
50. Newson JJ, Thiagarajan TC. EEG Frequency Bands in Psychiatric Disorders: A Review of Resting State Studies. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 12. 2019 Jan 9;
51. Babiloni C, Frisoni GB, Del Percio C, Zanetti O, Bonomini C, Cassetta E, et al. Ibuprofen treatment modifies cortical sources of EEG rhythms in mild Alzheimer’s disease. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 120(4):709–18. 2009 Apr;
52. Mientus S, Gallinat J, Wuebben Y, Pascual-Marqui RD, Mulert C, Frick K, et al. Cortical hypoactivation during resting EEG in schizophrenics but not in depressives and schizotypal subjects as revealed by low resolution electromagnetic tomography (LORETA). *Psychiatry Res Neuroimaging* [Internet]. 116(1–2):95–111. 2002 Nov;
53. Rahn E, Basar E. Enhancement of Visual Evoked Potentials by Stimulation During Low Prestimulus Eeg Stages. *Int J Neurosci* [Internet]. 72(1–2):123–36. 1993 Jan 7;
54. Ergen M, Marbach S, Brand A, Başar-Eroğlu C, Demiralp T. P3 and delta band responses in visual oddball paradigm in schizophrenia. *Neurosci Lett* [Internet]. 440(3):304–8. 2008 Aug;
55. Atagün Mİ, Güntekin B, Maşalı B, Tülay E, Başar E. Decrease of event-related delta oscillations in euthymic patients with bipolar disorder. *Psychiatry Res Neuroimaging* [Internet]. 223(1):43–8. 2014 Jul;
56. Başar E. The theory of the whole-brain-work. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 60(2):133–8. 2006 May;
57. Le Pera D, Svensson P, Valeriani M, Watanabe I, Arendt-Nielsen L, Chen AC. Long-lasting effect evoked by tonic muscle pain on parietal EEG activity in humans. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 111(12):2130–7. 2000 Dec;

58. Dowman R, Rissacher D, Schuckers S. EEG indices of tonic pain-related activity in the somatosensory cortices. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 119(5):1201–12. 2008 May;
59. Li L, Liu X, Cai C, Yang Y, Li D, Xiao L, et al. Changes of gamma-band oscillatory activity to tonic muscle pain. *Neurosci Lett* [Internet]. 627:126–31. 2016 Aug;
60. Chang P-F, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T, Chen AC. Psychophysical and EEG responses to repeated experimental muscle pain in humans: Pain intensity encodes EEG activity. *Brain Res Bull* [Internet]. 59(6):533–43. 2003 Feb;
61. Dolce G, Waldeier H. Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* [Internet]. 36:577–84. 1974 Jan;
62. Steriade M, Datta S, Pare D, Oakson G, Curro Dossi R. Neuronal activities in brain-stem cholinergic nuclei related to tonic activation processes in thalamocortical systems. *J Neurosci* [Internet]. 10(8):2541–59. 1990 Aug 1;
63. Leung LS, Yim CYC. Rhythmic delta-frequency activities in the nucleus accumbens of anesthetized and freely moving rats. *Can J Physiol Pharmacol* [Internet]. 71(5–6):311–20. 1993 May 1;
64. Hobson JA, Pace-Schott EF. The cognitive neuroscience of sleep: neuronal systems, consciousness and learning. *Nat Rev Neurosci* [Internet]. 3(9):679–93. 2002 Sep;
65. Jung R, Kornmüller AE. Eine Methodik der Ableitung lokalisierter Potentialschwankungen aus subcorticalen Hirngebieten. *Arch Psychiatr Nervenkr* [Internet]. 109(1):1–30. 1938 Nov;
66. Herweg NA, Solomon EA, Kahana MJ. Theta Oscillations in Human Memory. *Trends Cogn Sci* [Internet]. 24(3):208–27. 2020 Mar;
67. Schürmann M, Başar E. Functional aspects of alpha oscillations in the EEG. *Int J Psychophysiol* [Internet]. 39(2–3):151–8. 2001 Jan;
68. Shin H, Law R, Tsutsui S, Moore CI, Jones SR. The rate of transient beta frequency events predicts behavior across tasks and species. *Elife* [Internet]. 6. 2017 Nov 6;

69. Jensen O, Kaiser J, Lachaux J-P. Human gamma-frequency oscillations associated with attention and memory. *Trends Neurosci* [Internet]. 30(7):317–24. 2007 Jul;
70. Guntekin Bahar, Savas Emek DD. Fonksiyon Değerlendirme ve Görüntüleme Teknikleri Elektroensefalografi ve Beyin Osilasyonları: Farklı fonksiyonel ve Kognitif Durumların Analizi. In: Huseyin B, editor. *Fonksiyon Değerlendirme ve Görüntüleme Teknikleri*. Us Akademi. Istanbul, Turkey; p. 1111–33. 2019.
71. Yakut Y, Yakut E, Bayar K, Uygur F. Reliability and validity of the Turkish version short-form McGill pain questionnaire in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* [Internet]. 26(7):1083–7. 2007 May 23;
72. Biçici Berna. McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu'nun Geçerlik Ve Güvenirliğinin İncelenmesi. Vol. 8, McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu'nun Geçerlik Ve Güvenirliğinin İncelenmesi. Vol. 8, McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu'nun Geçerlik Ve Güvenirliğinin İncelenmesi. Vol. 8, McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu'nun Geçerlik Ve Güvenirliğinin İncelenmesi. 2010.
73. Childs JD, Piva SR, Fritz JM. Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 30(11). 2005;
74. Bell-Krotoski JA, Fess EE, Figarola JH, Hiltz D. Threshold Detection and Semmes-Weinstein Monofilaments. *J Hand Ther* [Internet]. 8(2):155–62. 1995;
75. Chien J, Korzeniewska A, Hillis A, Kim J, Emerson N, Greenspan J, et al. Vigilance behaviors and EEG activity in sustained attention may affect acute pain. *J Syst Integr Neurosci* [Internet]. 3(6). 2017;
76. Foxe JJ, Simpson G V., Ahlfors SP. Parieto-occipital ~1 0Hz activity reflects anticipatory state of visual attention mechanisms. *Neuroreport* [Internet]. 9(17):3929–33. 1998 Dec;
77. Smith EE, Jonides J, Koeppe RA. Dissociating Verbal and Spatial Working Memory Using PET. *Cereb Cortex* [Internet]. 6(1):11–20. 1996 Jan 1;



## 10. EKLER

### Ek-1 Gönüllü Bilgilendirme Formu

#### İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

#### BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU

#### GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME VE ONAY FORMU

Değerli Katılımcı,

Bu araştırma İstanbul Medipol Üniversitesi Genel Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı öğrencisi Fzt.Merve MANGA ve akademik danışmanı Prof.Dr.Öğr.Üyesi Bahar GÜNTEKİN tarafından yürütülen bir tez çalışmasıdır.

Çalışmanın amacı, “Ağrılı Uyarın Esnasında Sağlıklı Bireylerin Elektroensefalogramda Kognitif Becerilerinin Araştırılması”dır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda gerekli olan verilerin toplanması amacıyla oluşturulan anket ve ölçekleri doldurmanız yeterli olacaktır. Anketi doldurmak ortalama 5-10 dakika sürmektedir. Herhangi bir girişimsel işlem uygulanmayacaktır ve bu programların herhangi bir yan etkisi yoktur.

Olması planlanan 30 kişi ile bireysel olarak 2 saat sürecek bir elektroensefalogram çekimi izlenecektir. Katılımcılar deneye tabi tutulmadan önce kendilerine yapılması planlanan deney prosedürü açıklanacaktır.

Deneye başlamadan katılımcılara Semmes Weinstein Monofilaman duyu değerlendirmesi yapılacak, normal duyu değerlerinde çıkması dahilinde çalışmaya katılabileceklerdir.

Değerlendirme formu sosyodemografik bilgiler, Nümerik Ağrı Skalası ve McGill

Kısa Ağrı anketinden oluşmaktadır. Deney çekimi öncesi ve sonrası bu anketler katılımcılara uygulanacaktır.

Katılımcıların tek başına olacakları ışık ve sestten yalıtılmış bir elektroensefalogram odasında bilgisayarda bazı paradigmlar uygulanacaktır. Bu paradigmların bir kısmında kendilerine Transkutenöz elektrik sinir stimülasyonu (TENS) verilecek olup katılımcıların elektrik akımı verilmeden bilgisi sağlanacaktır.

Çalışmaya katılım tamamen gönüllülük esasına dayanır. Yanıtlarınız ve kişisel bilgileriniz tamamen gizli tutulacak ve elde edilecek veriler sadece tez kapsamında bilimsel çalışmada kullanılacaktır. Bu araştırma, size herhangi bir mali yükümlülük getirmemekte ve ayrıca bu çalışmaya katılımınızdan dolayı size herhangi bir ücret ödenmeyecektir. Araştırmada geçerli sonuçlar elde edilmesi amacıyla sorulara en uygun yanıtları vermeniz ve soruları boş bırakmamanız oldukça önemlidir.

Araştırma hakkında ek bilgi almak için ya da çalışmayla ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen bir etki veya diğer rahatsızlıklarınız için ~~053 43010900~~ no'lu telefondan Fzt.Merve MANGA'ya başvurabilirsiniz. Çalışmayı istediğiniz her aşamada bırakabilirsiniz ve aynı zamanda araştırmacılar tarafından da gerek görülmesi halinde araştırmadan çıkarılabilirsiniz. Katılımınız ve katkılarınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Araştırma ile ilgili herhangi bir sorunuz olduğunda aşağıdaki kişi(ler) ile iletişim kurabilirsiniz:

- Merve MANGA ~~mmanga@gu.edu.tr~~
- Esra DALMIZRAK ~~edalmazrak@gu.edu.tr~~

## Gönüllü Onam Beyanı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Yukarıda konusu ve amacı belirtilen çalışma ile ilgili yazılı ve sözlü bilgilendirme aşağı da adı geçen fizyoterapist tarafından yapılmıştır. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı ve istediğim zaman gerekçeli ya da gerekçesiz olarak ayrılabileceğimi kabul ediyorum.

Kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-Soyadı:

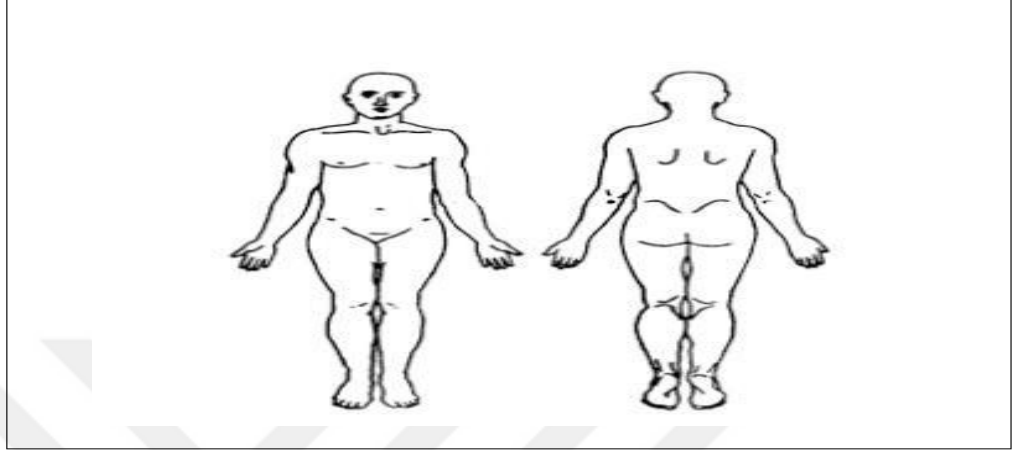
Tarih:

Gönüllünün imzası:

## Ek-2 Anketler

### 1-McGill Ağrı Ölçeği Kısa Formu (MAÖ-KF)

Aşağıdaki şekil üzerinden ağrı hissettiğiniz bölgeyi işaretleyiniz



#### 1. Lütfen aşağıda yer alan ağrınızı tanımlayan kelimeyi işaretleyiniz

	YOK	HAFİF	ORTA	ŞİDDETLİ
Zonklama				
Fırlayan(titreleyen)				
Şiş saplanır gibi				
Keskin				
Kramp tarzında				
Kemirici				
Sıcaklık veren				
Acıtıcı				
Yoğun				
İncitici				
Yarıcı				
Yorucu				
Tiksindirici				
Korkunç				
Cezalandırıcı				

**Ağrı yoğunluğunuzu anlatan kelimeyi işaretleyiniz**

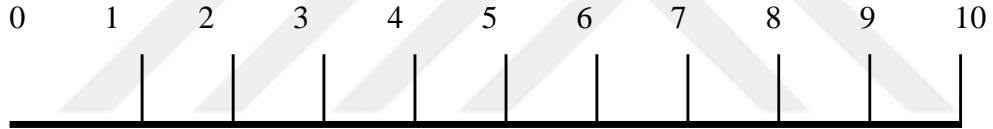
- Hafif     Rahatsız edici     Şiddetli     Çok şiddetli  
 Dayanılmaz

**Ağrının süresi**

- Devamlı     Periyodik(düzenli aralıklı)     Anlık / Geçici

**2-Nümerik Ağrı Skalası**

✓ **NUMERİK SKALASI**



0 AğRI YOK, 1-3 HAFİF AğRI, 4-6 ORTA ŞİDDETLİ AğRI, 7-10 ŞİDDETLİ AğRI

### Ek-3 Olgu Rapor Formu

**Ad-Soyad:**

**Tel:**

**Yaş:**

**Boy uzunluğu:**

**Vücut Ağırlığı:**

**Eğitim Durumu:**

- Okur-yazar
- İlkokul
- Ortaokul
- Lise
- Lisans
- Yüksek Lisans
- Doktora

**Medeni Durum:**

- Evli
- Bekar

**Dominant El:**

- Sağ
- Sol

**Düzenli Kullanılan İlaç:**

**Son 24 Saat İçerisinde İlaç Kullanımı:**

- Var
- Yok

**Sigara Alımı:**

✓ Var

✓ Yok

**Alkol Alımı:**

✓ Var

✓ Yok

**Geçirilen Hastalık:**

**Kronik bir hastalığınız var mı? (Kalp hastalığı,tansiyon hastalığı,diyabet,tiroid hastalığı..vb):**

**Elektrik akımı ile kontraendike bir rahatsızlığınız var mı? (Epilepsi,kalp pili,hamilelik?)**

✓ Var

✓ Yok

**Herhangi bir nörolojik rahatsızlığınız var mı?**

✓ Var

✓ Yok

**Uzun zamandır devam eden bir ağrınız var mı?**

✓ Var

✓ Yok

## 11.ETİK KURUL ONAYI

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU KARAR FORMU

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ağrılı Uyaran Esnasında Sağlıklı Bireylerin Elektroensefalogramda Kognitif Becerilerinin Araştırılması.			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Merve MANGA			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoterapist			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>



**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR**  
**ETİK KURULU KARAR FORMU**

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	<b>Karar No:144</b>	<b>Tarih: 04/02/2021</b>				
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “oybirliği” ile karar verilmiştir.					

**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI** Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ	Tıp Tarihi ve Etik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Prof. Dr. Mete ÜNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. Mehmet Kemal ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neziha HACIHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neriman İpek KIRMIZI	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur

\* :Toplantıda Bulunma

COVID-19 (Pandemi) nedeniyle etik kurulumuz sanal olarak toplanmış olup kurul üyelerimizden uygunluk kararı sanal ortamda alınmıştır. Araştırmacı tarafından talep edilirse, COVID-19 (Pandemi) sonrası ıslak imzalı karar formu ayrıca hazırlanabilir.

Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sekreteri  
Bilge KAYA

Sayı : E-10840098-772.02-5244

14/02/2021

Konu : Etik Kurulu Kararı

**Sayın Merve MANGA**

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Ağrılı Uyarın Esnasında Sağlıklı Bireylerin Elektroensefalogramda Kognitif Becerilerinin Araştırılması.” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

Ek:  
-Karar Formu (2 sayfa)



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.  
Evrakınızı <https://turkiye.gov.tr/istanbul-medipol-universitesi-ebys> linkinden 1FF16CBFX8 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Medipol Üniversitesi Kavacık Yerleşkesi (Ana Yerleşke Rektörlük)  
Kavacık Mah. Ekinciler Cad. No: 19, Kavacık Kavşağı, 34810 Beykoz, İstanbul  
T: 444 85 44 F: 0212 531 75 55  
E-Posta: [medipoluniversitesi@hs03.kep.tr](mailto:medipoluniversitesi@hs03.kep.tr) İnternet Adresi:  
Kep Adresi: medipoluniversitesi@hs03.kep.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin: Bilge KAYA

Tel: [0212 531 75 55](tel:02125317555) [medipoluniversitesi@hs03.kep.tr](mailto:medipoluniversitesi@hs03.kep.tr)

