



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**NÖROREHABİLİTASYON MODELİ OLAN PERTURBASYON  
UYGULAMASININ BEYİNDEKİ OLASI PLASTİSİTE SÜRECİ  
ÜZERİNE ETKİSİNİN NIRS SİSTEMİ KULLANILARAK  
İNCELENMESİ**

BÜLENT ABUT ÖZSEZİKLİ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. GÖKHAN METİN

İSTANBUL -2016

## TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi  
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans ( ) Doktora (X)  
Anabilim Dalı : Fizyoterapi ve Rehabilitasyon  
Tez Sahibi : Bülent Abut ÖZSEZİKLİ  
Tez Başlığı : Nörorehabilitasyon Modeli Olan Pertürbasyon Uygulamasının Beyindeki Olası Plastisite Süreci Üzerine Etkisinin NIRS Sistemi Kullanılarak İncelenmesi  
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Unkapanı Yerleşkesi  
Sınav Tarihi : 19.07.2016

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

### Danışman

Prof.Dr. Candan ALGUN

### Kurumu

İstanbul Medipol Üniversitesi

### İmza



### Sınav Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Fatma MUTLUAY

İstanbul Medipol Üniversitesi

Prof.Dr. Lütfü HANOĞLU

İstanbul Medipol Üniversitesi

Prof.Dr. Gökhan METİN

İstanbul Üniversitesi

Prof.Dr. B. Ufuk ŞAKUL

İstanbul Medipol Üniversitesi



Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun **22./07./2016** tarih ve **2016/19** - **05** sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Nesrin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün saffhalarda 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.



Bülent Abut ÖZSEZİKLİ

## TEŞEKKÜR

Tezimin planlanmasında ve düzenlenmesinde yardımlarını tez süresince benden esirgemeyen, sürekli desteğini hissettiğim, çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gökhan Metin'e, doktora programına başlamadan önce ve başladığım ilk günden bu yana destek, bilgi ve görüşlerini benimle paylaşan, rehberim, mesleki rol modelim hocaların hocası Sayın hocam Prof. Dr. Candan Algun'a,

Doktora eğitimimde gelişimimde bende büyük emekleri olan sayın hocalarım Prof. Dr. Fatma Mutluay'a, Prof. Dr. Lütfü Hanoğlu'na, Prof. Dr. Ufuk Şakul'a, Prof. Dr. Arzu Razak Özdiñler'e ve tüm Medipol Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Hocalarına ve tüm öğretim üyelerine,

Mesleğime başlamadan önce ve başladıktan sonra bende çok büyük emekleri olan tüm hocalarıma,

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fizyoloji ABD öğretim üyelerine ve başta Dr. Murat Mengi olmak üzere tüm asistan ekibine,

İstanbul Memorial Hastaneleri Grubu İnme Ekibi Başkanı başta Sn Doç. Dr. Yakup Krespi'ye ve Genel Koordinatör Hülya Harabati olmak üzere tüm ekibe,

Üniversitemizle işbirliğine girerek NIRS cihazını araştırmamız için kullanmamıza izin veren Ben Gurion Üniversitesi Yönetimine,

Ben-Gurion Üniversitesi Fizyoterapi Departmanı ve Motor Kontrol & Yürüme Laboratuvarı Başkanı Sn Dr. Fzt. Simona Bar-Haim'e ve ekibine,

Hollanda Artinis Medikal Firması NIRS sistemi eğitmeni Uzm. Med. Müh. Marco Dat'a,

Doktora programı boyunca hiç unutamayacağım anılar paylaştığım doktora arkadaşlarıma,

Doktora eğitimim boyunca başını çok ağrıttığım Medipol Sağlık Bilimleri Enstitü Sekreteri Sayın Göknil Erbatu Çelik'e ve çalışma arkadaşlarıma,

Her zaman ikinci ailem olarak gördüğüm ve her zaman elele olan ve hep elele ilerleyecek olan Özsezikli Fizyoterapi & Rehabilitasyon Ekibine, başta kardeşim Güven Çetin olmak üzere her birini teker teker saymak istediğim ve birbirinden ayıramadığım: Julyet İdo'ya, Dağhan Pişkin'e, Murat Gazeroğlu'na, Gönül Ertunç'a, Gayem Köprücü'ye, İzzet Kan'a ve her zaman bizi toplayan Filiz Uçar'a,

Beni ben yapan bir tohumdan bir ağaç yaratan, her anımda hep yanımda ve arkamda olan çok sevgili Annem, Babam, Ablam ve tüm Aileme'e,

Ders çalıştığım sıralarda öğretmenine benim bir oğlum var onunla ilgilenmem gerekiyor diyemedin mi diyen, yavrum, yaşama sevincim, biricik oğlum Abraham Berk'e,

Ve biricik Sevgili Eşim, Yarım, Küçüğüm Verda'ya

Yaptığımız her türlü fedakarlık, destek ve yardımlarınız için

***sonsuz TEŞEKKÜR EDERİM.***

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

<b>TEZ ONAYI</b> .....	i
<b>BEYAN</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ</b> .....	vii
<b>ŞEKİL VE TABLOLAR LİSTESİ</b> .....	viii
<b>1-ÖZET</b> .....	1
<b>2-ABSTRACT</b> .....	3
<b>3-GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	4
<b>4-GENEL BİLGİLER</b> .....	6
4.1 İnmede Nörolojik Rehabilitasyona Genel Bakış .....	6
4.2 Perturbasyonun Tanımı Kullanımı ve Uygulamasına Genel Bakış .....	8
4.3 Re-Step Rehabilitasyon Sistemine Genel Bakış.....	12
4.4 Yakın Infrared (Kızılaltı) Spektroskopi Sistemine (NIRS) Genel Bakış...15	
4.4.1 NIRS nöro-görüntüleme yönteminin avantajları.....	16
4.4.2 NIRS nöro-görüntüleme yönteminin dezavantajları.....	17
4.4.3 NIRS' nin yorumlanması.....	19
4.5 Perturbasyon uygulaması ve NIRS in Kombine Kullanımı .....	20
<b>5-METOT VE MATERYAL</b> .....	22
5.1 Re-Step Rehabilitasyon Sistemi.....	23
5.1.1 Perturbasyon uygulama protokolümüz.....	24
5.2 Yakın Infrared Spektroskopi (NIRS) Sistemi .....	25
5.2.1 Sensörlerin yerleştirilmesi.....	25
5.3 Kognitif Testler.....	26
5.3.1 Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği.....	26
5.3.2 Standardize Mini Mental Test .....	27
5.4 Ölçümlerin İstatistiksel Değerlendirilmesi .....	27

<b>6-BULGULAR</b> .....	28
<b>7-TARTIŞMA</b> .....	38
<b>8-SONUÇ</b> .....	47
<b>9-KAYNAKLAR</b> .....	48
<b>10-EKLER</b> .....	55
<b>11-ETİK KURUL ONAYI</b> .....	69
<b>12-ÖZGEÇMİŞ</b> .....	72



## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ApEn	: approximate entropy : yaklaşık entropi
BKA	: beyin kan akımı
CMI	: cognitive motor interference : kognitif motor girişim
COP	: center of pressure : basınç merkezi
CP	: cerebral palsy : serebral palsi
CRMO <sub>2</sub>	: metabolic rate of oxygen consumption
EEG	: elektroensefalografi
EMG	: elektromiyografi
FES	: functional electrical stimulation : fonksiyonel elektrik stimülasyonu
fMRI	: functional magnetic resonance imaging : fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
FOG	: freeze of gate : yürümede donma
FRD	: fractal dimension : fraktal boyut
GRF	: ground reaction force : yer reaksiyon kuvvetini
MMT	: Standardize Mini Mental Test
MOBİD	: Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği
MOCA	: Montreal Cognitive Assessment : Montreal Bilişsel Değerlendirme
MSS	: merkezi sinir sistemi
NIRS	: Near Infrared Spectroscopy : Yakın İnfrared (Kızılaltı) Spektroskopi
PET	: Positron Emission Tomography : Pozitron Emisyon Tomografi
PFC	: prefrontal cortex : prefrontal korteks
SMA	: supplementary motor area : süplemanter motor alan
SRT	: serial reaction time : sıralı reaksiyon zamanı



## ŞEKİLLER TABLOLAR VE RESİMLER LİSTESİ

Sayfa No.

### Tablolar Listesi:

<b>Tablo 5.1:</b> Çalışmamızda uygulanan Yürüyüş Protokolü.....	24
<b>Tablo 6.1:</b> Gruplarımızın NA-RA setlerindeki Hb parametreleri.....	28
<b>Tablo 6.2:</b> Hasta grubuna ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri.....	30
<b>Tablo 6.3:</b> Sağlıklı gruba ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri.....	31
<b>Tablo 6.4:</b> Hasta grubuna ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri.....	32
<b>Tablo 6.5:</b> Sağlıklı gruba ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri.....	33
<b>Tablo 6.6:</b> Hasta grubuna ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri.....	34
<b>Tablo 6.7:</b> Sağlıklı gruba ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri.....	35

### Şekiller Listesi:

<b>Şekil 4.1:</b> Frontal lobda bilgi akışı.....	11
<b>Şekil 4.2:</b> NIRS Sisteminin sunduğu metabolik aktivitenin yorumlanması.....	19
<b>Şekil 6.1:</b> Gruplarımızın NA-RA setlerindeki Hb parametreleri.....	29
<b>Şekil 6.2:</b> Hasta ve Sağlıklı gruba ait normal ayakkabı ve perturbasyonu aktif olmayan ReStep ayakkabısı ile yürüme sırasındaki Hb parametreleri.....	29
<b>Şekil 6.3:</b> Hasta grubuna ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri.....	30
<b>Şekil 6.4:</b> Sağlıklı gruba ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri.....	31
<b>Şekil 6.5:</b> Hasta grubuna ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri.....	32
<b>Şekil 6.6:</b> Sağlıklı gruba ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri.....	33
<b>Şekil 6.7:</b> Hasta grubuna ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri.....	34
<b>Şekil 6.8:</b> Sağlıklı gruba ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri .....	36

**Resimler Listesi:**

<b>Resim 4.1:</b> Re-Step Rehabilitasyon Sistemi ve bağlantı görselleri.....	14
<b>Resim 4.2:</b> Artinis Medikal PortaLite NIRS Sistemi ve Oxysoft yazılım görseli.....	18
<b>Resim 4.3:</b> PortaLite NIRS Sistemi sağ ve sol prefrontal lob sensör yerleşimi.....	18
<b>Resim 4.4 / 4.5:</b> ReStep ayakkabısı ile Perturbasyon uygulaması ve NIRS sistemi ile ölçümlenmesi .....	21



## 1. ÖZET

### **NÖROREHABİLİTASYON MODELİ OLAN PERTURBASYON UYGULAMASININ BEYİNDEKİ OLASI PLASTİSİTE SÜRECİ ÜZERİNE ETKİSİNİN NIRS SİSTEMİ KULLANILARAK İNCELENMESİ**

Nörolojik rehabilitasyonda uygulanan farklı yöntemler, inme, multipl skleroz, serebral palsi ve bunun gibi birçok farklı hastalıklardan etkilenmiş kişilerin engellilik ve özürülüklerini azaltmada, dolayısıyla da bağımsızlıklarını kazanmada çok önemli bir rol üstlenmektedirler. Sürdürülen rehabilitasyon uygulamalarının etkinliği ise tedavi öncesi ve sonrası yapılan değerlendirmeler arasındaki fark ile gösterilmektedir. Ancak ortaya konan farklar seçilen rehabilitasyon uygulamasının anlık ve direkt etkinliğini gösterememektedir. Ayrıca çoğu değerlendirme yöntemi sahip olduğu anket ve puanlama sisteminin gerçekleştirilme aşamasında hastanın ve görevli sağlık profesyonelinin yorumlama yapmasını gerektirdiğinden objektifliğini bir miktar yitirmektedir. Biz bu çalışmamızda son dönem nörorehabilitasyon seçeneklerinden olup birinci motor nöron etkilenmelerinde sıkça kullanılmaya başlanan perturbasyon uygulamasının beyinde olası plastisite süreci üzerine olan etkisini anlık olarak göstermeyi hedefledik. Perturbasyon uygulaması için Re-Step Rehabilitasyon Sistemini tercih ettik. Bu sırada Yakın Infrared Spektroskopi sistemini (NIRS) kullanarak Frontal bölgeden oksihemoglobin ( $HbO_2$ ) ve deoksihemoglobin (HHb) değerlerini ölçtük. Hasta grubumuza inme geçmişi olan 6 gönüllü, kontrol grubuna ise 6 sağlıklı birey dahil edildi. Çalışma gruplarımızda öncelikle kognitif değerlendirme için Standardize Mini Mental Test (MMT) ve Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MOBİD) kullanıldı. Daha sonraki Perturbasyon süreci sırasında farklı zaman birimleri seçilerek her kişiden 5'şer adet, toplamda 12 gönüllüden 60 adet NIRS ölçümü yapıldı. Sağlıklı grubun MMT sonucu hasta grubununkine göre anlamlı olarak yüksek bulunan çalışmamızda elde ettiğimiz  $HbO_2$  ve HHb sonuçlarını irdelersek şunu söyleyebiliriz ki; ReStep ayakkabısıyla gerçekleştirilen perturbasyon süreci, NIRS sistemiyle ölçümlediğimiz kortikal alanlardaki dolaşımda sağlıklı grupta hasta gruba göre daha belirgin olarak her iki grupta da değişiklikler yaratmıştır. Bu durumun ilgili nöronal yapıların metabolik

aktivasyonları neticesinde olması muhtemeldir. Sonuç olarak Perturbasyonun inmele bireyler üzerindeki etkinliğinin serebral merkezlerde de yansıması olduğu yani plastisiteye etkisinin kanıtları sonuçlarımızda görölmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** inme, NIRS, nörorehabilitasyon, plastisite, perturbasyon,



## **2. ABSTRACT**

### **POSSIBLE INFLUENCE OF PERTURBATION IMPLICATION, A NEUROREHABILITATION MODEL, ON BRAIN PLASTICITY USING NIRS SYSTEM**

Different approaches in neurologic rehabilitation play an important role in reducing the impairment and disability, increasing the independence of people who suffer from stroke, multiple sclerosis, cerebral palsy and etc. The effectiveness of ongoing rehabilitation program is shown via the differences between pre and post treatment evaluations. But many of the evaluation methods are not capable of showing the instant and direct effect of the treatment. And because most of the evaluation methods require commentaries of patients and health professionals through surveys and during scoring, the objectivity is decreased. In our study, we aimed to show the instant effect of perturbation, one of the most recent neurorehabilitation options and used in primary motor lesions, on possible brain plasticity. We preferred to use Restep rehabilitation system as a means of perturbation and measured oxyhemoglobin and deoxyhemoglobin on the frontal lobe at the same time, using Near Infra Red Spectroscopy (NIRS). 6 people with a stroke history volunteered in our patient group and 6 volunteered in our healthy group. Our study groups were evaluated cognitively at first, using Standardized Mini Mental Test (MMT) and Montreal Cognitive Assessment (MOCA). In the perturbation section afterwards, 5 different NIRS sequences of each 12 participants, 60 in total, were measured. According to the HbO<sub>2</sub> and HHb results found at the end of our research, we can state that; the perturbation period that is carried out with Restep shoes, have resulted in changes in the circulation of cortical areas that we measured with the NIRS system. This is likely to happen due to the metabolic activation of the related neuronal structures. The effect of the perturbation is observed more clearly in the healthy group compared to the patient group. In addition, the MMT scores of the healthy group were significantly higher than the patient group.

Keywords: NIRS, neurorehabilitation, perturbation, plasticity, stroke

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

*“Nörörehabilitasyon modeli olan Perturbasyon uygulamasının beyindeki olası plastisite süreci üzerine etkisinin NIRS Sistemi kullanılarak incelenmesi”* başlıklı çalışmamızda geleneksel fiziksel terapi ve rehabilitasyon anlayışının dışında farklı bakış açılarından bakmaya çalıştık. Geleneksel rehabilitasyon uygulamalarında etkinlikler, tedavi öncesi ve sonrası yapılan değerlendirmeler arasındaki fark ile gösterilmekte iken, uygulamaların anlık ve direk etkinliği gösterilememektedir. Ayrıca bu değerlendirme yöntemlerinin sahip olduğu anket ve puanlama sisteminin gerçekleştirilme aşamasında hastanın ve görevli sağlık profesyonelinin yorumlama yapmasını gerektirdiğinden tam olarak objektiflik taşımamaktadır. Biz çalışmamızda ise seçtiğimiz tedavi modelinin etkinliğini, hem anlık göstermeyi hem de kullanacağımız sistemin yardımıyla da objektif bir değerlendirme yapmayı hedefledik. Ayrıca hem seçtiğimiz rehabilitasyon modeli olan perturbasyonun nörolojik rehabilitasyonda yeni uygulamalardan biri olması ve perturbasyonu sağlayacak olan sistemin yenilikçi bir sistem olması, hem de değerlendirme ve ölçmede kullandığımız yakın infrared spektroskopinin ( NIRS ) nörogörüntüleme toplumdaki giderek daha çok kabul edilen çok yönlü yeni bir nörogörüntüleme aracı olması (1) nedeniyle çalışmamızın literatürde bu konunun ilklerden olmasını istedik.

Perturbasyon uygulamasının yürüme eğitiminde yaşadığımız ortama benzerlik açısından en uygun ortamı yaratmada yardımcı olduğu ve problem çözmeyi uyardığı son yapılan araştırmalarda görülmektedir (2, 3). Re-Step Rehabilitasyon Sistemi de perturbasyon uygulamasını kullanan sistemlerden biridir. Sistem yürümenin salınım fazında, ayaktabanlarının tabanında meydana getirdiği değişikliklerle, motor merkezleri beklenilmeyen durumlara adapte olmaya zorlamakta ve kişiyi -görme duyusunu kullanma olasılığı olmayışı nedeniyle- yürüme güçlüğüne farklı yollarla halletmesi için uyarmaktadır. Biz de çalışmamızda Re-Step Rehabilitasyon Sistemini, beyinde perturbasyonun etkisini incelemek istediğimizden, sistemin sunduğu kişiye özel programlanabilir perturbasyonu sağlayabilmesi, taşınabilir olması ve yürüme eğitiminde gerçek ortamı taklit etme özelliğinden dolayı kullanmayı uygun bulduk.

Perturbasyonun etkisini ve etkinliğini ölçümleyebilmek içinde hareket esnasında beyinin girişimsel olmayan değerlendirilmesi için hemodinamik esaslara dayanan bir nörogörüntüleme tekniği olan NIRS'i seçtik (4). Özellikle egzersiz veya bir uygulama sırasındaki beyin kan akımı ve oksijenlenme değerlerinin farklı bölgelerden gerçek zamanlı olarak takibinin yapılabilmesini sağlayan sistem, beyin farklı kortikal alanlarında oluşturduğu aktivasyon değişikliklerini dolaylı yoldan ölçümleyebilmektedir (5). Girişimsel olmaması, taşınabilir bir sistem olması, harekete bağlı bozulmaların kayıttan kolayca dışlanması nedeniyle egzersiz sırasında da kullanılabilmesi ve objektif ölçümler sunması çalışmamızda tercih etmemizde önemli rol oynamıştır.

Yürümenin sadece motor kontrol ile gerçekleşmediği ve yürüme sırasında yapılan ikili görevlerde, beklenilmeyen değişikliklerin adaptasyonu sağlamada üst düzey kognitif ve kortikal kontrol mekanizmaların devreye girdiği günümüzde kanıtlanmıştır (6). Prefrontal korteksin, premotor bölgeleri yönettiği ve hareket planlamasından, hedef odaklı davranıştan, hız stratejisinden, karar vermekten sorumlu olduğu belirlenmiştir (7). Özetle yürüme hem motor hem de kognitif bir süreci içermektedir. Bu sebeple değerlendirmelerimize literatürde en çok uygulanan kognitif testlerde Standardize Mini Mental Test (MMT) ve Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MOBİD)'ni de dahil etmeyi uygun bulduk.

Böylelikle çalışmamızda hem kognitif hem motor süreçleri içeren yürüme fonksiyonu sırasında yeni bir rehabilitasyon modeli olan perturbasyonun beyinde frontal bölgedeki anlık ve direk etkinliğini, rehabilitasyon alanında yine kullanımı ilklerden olacak NIRS in ölçülmesi ve de kognitif değerlendirmelerle beraber tartışmayı hedefledik.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1 İnmede Nörolojik Rehabilitasyona Genel Bakış

Nörolojik rehabilitasyonda uygulanan farklı yöntemler inme, multipl skleroz, parkinson, serebral palsi ve bunun gibi birçok farklı hastalıklardan etkilenmiş kişilerin engellilik ve özürllüklerini azaltmada, dolayısıyla da bağımsızlıklarını kazanmada çok önemli bir rol üstlenmektedirler.

Araştırmamızda birinci motor nöron rahatsızlıklarında perturbasyon uygulamasının etkilerini incelerken örnekleme için inmeli hastaları tercih ettik. Ancak inmenin dışındaki patolojiler için kullanılan genel nörorehabilitasyon yaklaşımlarından da burada bahsetmek gerekir.

Kullanılan klasik tekniklerden biri olan Brunnstrom yaklaşımında, paretik ekstremitelerde hareketi ortaya çıkarmak için kitle fleksiyon ya da ekstansiyon refleks paternleri kullanılır. Bobath tarafından tanımlanan nöro-gelişimsel teknikler, spastisiteyi inhibe etmek ve kas tonusunu normalleştirmek için refleks inhibitör hareket paternlerinden ve postural denge reaksiyonlarından faydalanır. Rood tekniğinde hedef kas grubuna uygun dermatom üzerine kutanöz stimülasyon kas kasılmalarını kolaylaştırır. Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon egzersizlerinde ise volanter hareketi güçlendirmek için hızlı germeler uygulanır (8).

Son yıllarda ise doğal yaşam ortamlarında etkinliği daha fazla ortaya konabilecek farklı tedavi yaklaşımları üzerinde durulmaktadır (8-10). Özellikle inmenin kronik evresinde olan hastalar düşünölmekte ve maddi kayıpların en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Üzerinde durulanlardan birisi orijinal adı ile “Constraint-induced movement therapy” olan Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi’dir (8, 10). Bu yöntemde amaç, sağlam elin splint ile kısıtlanması ve etkilenmiş elin hareket etmeye zorlanmasıdır. Günde 3-6 saat uygulanan bu tedavinin motor iyileşmede etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, vizuel feedback-ritmik ağırlık aktarımı eğitimi, yürüme



bandı eğitim sistemleri, tekrarlayıcı bilateral kol eğitimi, iş bağlantılı fonksiyonel eğitim gibi farklı teknikler denenmektedir (9, 11-13).

Fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES) kas fonksiyonu geliştirmek, atrofiyi engellemek, gücü arttırmak ve omuz subluksasyonunu azaltmak için kullanılan bir metottur. Volanter kontrolün olduğu seçilmiş hastalarda FES fonksiyonları geliştirilebilir. FES'in ayak bileği dorsifleksiyon kuvvetini artırma ve yürüyüşü geliştirme üzerine olan yararı da saptanmıştır (14, 15). Hastanın fonksiyonel açıdan daha iyi hale gelmesi için kullanılan üst ve alt ekstremitte ortezleri ile ilgili sonuçlar literatürde yer almaktadır (15). Ancak bu yaklaşımların etkinliğini ortaya koymak adına daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır. EMG biofeedback iyileşmeyi hızlandıran diğer bir metottur. Kognitif fonksiyonları iyi olan hastalar bu tekniği distonik postürün nasıl düzeltileceğini öğrenmek adına kullanabilmektedir (16).

Son dönem nörorehabilitasyon uygulamalarından olan perturbasyon uygulaması ise hem mobilizasyona, hem de kognitif süreçlere sağladığı katkılardan dolayı birçok hastalığın rehabilitasyon süreci ve yönetilmesi ile ilgilenen medikal cihaz endüstrisi tarafından inovatif rehabilitasyon ürünlerine adapte edilmeye çalışılmaktadır.

Günümüzde fizyoterapistlerin genel yaklaşımları ise hastalara yönelik tedavi planı oluştururken tek bir rehabilitasyon programı yerine, farklı olanların içinden değişik elemanları kombine olarak kullanmak şeklindedir. Oysaki hastaların tedavi yanıtları değişik tekniklere göre farklılık göstermekte, hatta aynı hastanın inme sonrası süreçteki değişik zamanlarında dahi farklılıklar görülmektedir. Yapılan çalışmalara göre herhangi bir yöntemin diğerine göre üstünlüğü ortaya konamamıştır. Ancak tercih edilen tekniklerin hem tek başına hem de kombine olarak kullanılması etkili olabilmektedir (8).

## 4.2 Perturbasyonun Tanımı Kullanımı ve Uygulamasına Genel Bakış

Rehabilitasyonda *perturbasyon tanımı* içsel veya dışsal mekanizmalar ile biyolojik sistem fonksiyonunun değişmesi, normal hareketin bozulması, dengeli postürün bozulması olarak yapılmaktadır (17).

*Pertürbasyon teorisi* ise tam olarak çözümlenemeyen bir problemin, bu probleme bağlı başka bir problemde yola çıkılarak yaklaşık bir çözüm elde etmek adına matematiksel metotları öne süren bir teoridir (18).

Bilindiği üzere insanoğlu bipedal döngüsel yürüme tarzıyla hareket etmektedir. Tekrarlanan döngülerin değişkenliği ise değişen çevreden ve biyolojik sistemlerin doğuştan lineer olmayan gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Yürüme işlevi karmaşık davranışsal bir durumdur. Adım-adım/zaman serileriyle veya merkezi basınç merkezlerinin (COP=center of pressure ) dinamikleriyle ölçülebilmektedir. Bu durum yüksek oranda, kalp atışının doğasına benzeyen değişken dalgalanmaları olan fizyolojik bir süreç olarak değerlendirilebilir ve matematiksel kaosa benzetilebilir. Birçok çalışma fizyolojik süreçlerdeki kaotik değişikliklerin organizmanın streslere karşı esnek adaptasyonları temsil ettiğini vurgulamaktadır. Birçok araştırma yürümenin bu karmaşık değişikliklerini ölçmek için yapılmıştır. Yürümede görülen bu karmaşıklık yaşlanmada, Parkinsonda, Huntington gibi merkezi sinir sistemi hastalıklarında azalmakta iken periferik nöropati ile ilişkili değildir. Yaşlanma ve patolojik durumlarla azalmış olan dinamik motor güçlük, tüm sistemin fonksiyonunda da azalmayı gösterirken, rijiditede ve değişen çevredeki günlük strese adaptasyon eksikliği olarak izah edilmektedir (2).

Serebrovasküler olaylardan sonra yürüme, hız ve endurans kapasitesindeki azalma ile karakterizedir. Özellikle inme sonrası ortaya çıkan hemiparezilerde görülen bozulmuş kas koordinasyonu “hemiparetik yürüme” denilen asimetric yürümeye neden olmaktadır. Yürümenin çift destek fazında daha fazla zaman geçirilmekte ve tüm lineer spatiotemporal özelliklerin değişkenliği sağlıklı kontrollere göre artmaktadır. İnme sonrası motor kontrolde en büyük eksiklik, değişen taleplere yanıt vermek için gereken motor paternlerin ayarlanamayışıdır. İnme sonrası kas grupları

sinerjik patern içinde çalışmaya zorlanmakta ve bu durum motor sistem adaptasyon yeteneğinin azalmasına sebep olmaktadır.

Clark ve arkadaşları motor davranışların kontrolünü fasilite eden koordinasyon kasların nöral stratejisini yansıtan kas sinerjilerini incelemiş ve kontrol grubuna kıyaslandığında, tercih edilen hızda yürüyen inmeli bireylerin kas aktivasyonu için daha az modül (sinerji) kullanmakta olduğunu görmüşlerdir. Daha az görülen modüller, sağlıklı bireylerde görülen modüllerin birleşmesinin neticesidir ve nöral kontrol sinyallerin özgürlüğünün azalmasını göstermektedir. İnmeli bireyler için motor çıkıştaki güçlüğü seviyesi yürüme performansından tahmin edilebilir. Çünkü özgür zamanlı kas sinerji modülleri daha az olan kişiler daha yavaş yürümekte ve adım uzunluklarında daha fazla asimetri olmaktadır (2).

Bu noktada perturbasyon ve bu uygulamayı gerçekleştirmek için kullandığımız Re-Step rehabilitasyon sistemini anlatmadan önce, nöro bilim bakış açısından duysal ve motor fonksiyonun entegrasyonu hakkında konuyu biraz daha derinlemesine incelemek, tasarladığımız araştırmanın nedenleri ile anlaşılmasına oldukça faydalı olacaktır.

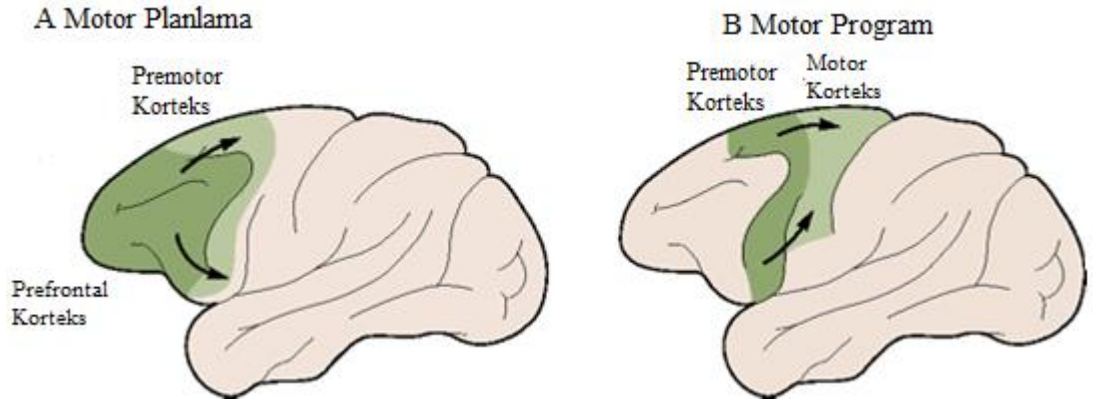
Modern nörolojinin kurucusu J.H. Jackson, 1870lerde, korteksin hiyerarşik düzenlendiğini ve bazı kortikal alanların, ne sadece duysal ne de motor olduğunu, ancak asosiyatif özellikte olup yüksek entegratif işlevlere hizmet ettiğini söyleyerek en erken ve öncü saptamayı yapmıştır. Bugün asosiyatif alanlar denilen ve Jackson'a göre bu alanlara atfedilen zihinsel işlevler, duysal bilginin yorumlanması, algıların önceki deneyimle ilişkilendirilmesi, dikkatin odaklaştırılması ve çevrenin araştırılmasıdır. Jackson bu savını bazı kortikal lezyonların -davranış sürecindeki- şaşılacak derecede karmaşık düzensizliklerini ortaya koyan gözlemleri ile de desteklemiştir. Bu asosiyasyon alanları, yüksek duysal alanlardan bilgi alıp yüksek motor alanlara yöneltebildikleri için karmaşık bilişsel işlevlere de aracılık edebilirler (19).

Bugün Jackson'ın görüşü tümüyle kanıtlanmıştır. Her primer duysal korteksten, yakınındaki duysal kortekse uzantılar gider. Bunlara ünimodal asosiyasyon alanları denir ve tek bir duysal modaliteye afferent bilgi entegre ederler. Örneğin görsel asosiyasyon korteksi, beyne farklı yollarla ulaşan biçim, renk ve hareket bilgilerini bütünleştirir. Ünimodal asosiyasyon alanları da birden fazla modaliteyi entegre eden mültimodal duysal alanlara projekte olur. Sonunda, bu mültimodal duysal asosiyasyon alanları, frontal lobda, primer motor korteks rostralindeki multimodal motor asosiyasyon alanlarına projekte olur. Yüksek motor alanlar duysal bilgiyi tasarlanmış hareketlere dönüştürür ve daha sonra premotor ve primer motor kortekste gerçekleştirilecek olan bu hareketler için yazılımı düzenler. Bu nedenle, primer korteksin iki farklı anlamı vardır: Birincisi primer duysal alanların duysal bilginin kortikal işlem gördüğü ilk yerler olduğu, ikincisi ise primer motor alanların da motor buyrukların kortikal işlem gördüğü son yerler olduğudur (19).

Multimodal asosiyasyon alanlarının duysal modaliteleri entegre edip duysal bilgiyi hareket tasarımı ile ilişkilendirmesi nedeniyle en yüksek beyin işlevlerinin (bilinçli düşünce, algı, amaca yönelik eylem) anatomik yapıları oldukları düşünülür ve buna uygun olarak, bu asosiyasyon alanlarının lezyonlarında belirgin bilişsel bozukluklar ortaya çıkar.

Posterior asosiyasyon alanlarının, frontal lobun asosiyasyon korteksi ile karşılıklı bağlantıları vardır. Bu ilişkileri çözebilmek için öncelikle, motor sistemlerdeki bilgi işlemin, tümüyle duysal sistemdeki dizinin tersi olduğunu anlamamız gerekir.

**(Şekil 4.1)** Motor tasarım, davranışın genel bir taslağı ile başlar ve motor yollardaki süreçleme ile somut motor yanıtla çevrilir. Frontal korteksin içindeki nöronların özgül motor yanıtla yapısal bağlantıları bulunmaz. Daha çok, birbiri ile ilişkili bir dizi davranış sırasında belirli hücreler deşarj yaparlar. Karmaşık motor eylemler kadar, tek hareketler de, frontal lobdaki nöronların geniş ağlarının deşarj örüntülerinden kaynaklanırlar. Motor kortekste kaslar değil, motor örüntüler temsil edilir (19).



**Şekil 4.1:** Frontal lobda bilgi akışı (19) (Kaynaktan Türkçeleştirilerek paylaşılmıştır)

Serebral korteksi terkeden son motor yolaklar en çok presantral girustaki primer motor korteksten kaynaklanırlar. Premotor korteks motor korteksin rostralindeki bir takım birbiri ile karşılıklı bağlanmış alanlardan oluşur. Broca 6 ve 8 ile hemisferin medial yüzündeki süplemanter motor korteksi içerir. Buradaki nöronlar, harekete hazırlanma evresinde aktiftir; asıl motor yanıt ortaya çıkmadan çok önce deşarj yaparlar ki bu hazır olma potansiyelidir. İnsanda primer motor korteks hasarı kontralateral hemiplejiye, yani karşı tarafta istemli hareketin tam kaybı, postüral ve stereotipik istemsiz davranışın reflekslerin korunmasına neden olurken, premotor korteks lezyonları, kontralateral uzantıların tümüyle kullanılamaması (kavrama ve çekme gibi temel yetiler korunsu bile) ile sonuçlanır. Hasta kontralateral uzantı hareketleri için gerekli motor programları sanki yitirmiş gibidir. Bu duruma *uzantı kinetik apraksisi* denir. Eğer lezyon dominant hemisferde ise, daha çok dominant hemisferin öğrenilmiş motor programlarına dayalı işleyen aynı taraf uzantı hareketleri bile olumsuz etkilenir (*sempatik apraksi*) (19).

Yürütücü fonksiyonlar hareket üretmek için beyinin anterior ve posterior bölgelerinde birçok duyuşal kortikal sistemlerden bilgi kullanan ve modifiye eden çeşitli yüksek kognitif süreçlerdir. Bu bütüncül fonksiyonlar efektif, hedef odaklı işlemler için ve dikkat kaynaklarını kontrol etmek için önemli olan ve bağımsız günlük yaşam aktivitelerini yönlendirebilmenin en temeli olan hem kognitif hem

davranışsal komponentleri kapsamaktadır. Lezak yürütücü fonksiyonları dört ana komponente bölmüştür: irade, planlama, hedef odaklı hareket ve efektif performans (hareket gözlemlenmesi). Bazı araştırmacılar ise yürütücü fonksiyonlara beşinci komponent olarak kognitif inhibisyonu da dahil etmişlerdir. Yürütücü fonksiyonların bir veya daha fazla komponentlerinin bozulması kişinin düzgün ve güvenli yürümesini etkileyebilmektedir. İradenin parçası olan limitasyonlar hakkında az farkındalık, daha yüksek düşme riskine sebep olabilir. Bozuk planlama becerileri, kaybolmaya, belirlediği hedefe varmak için yol bulamamaya yada gereksiz efor kullanımına sebep olabilir (20).

Tüm bu nörobilim açısından bilgilenmeden sonra, perturbasyonun sağlayabildiği karmaşık paternlerin nasıl bir duysal, kognitif ve motor işlevlerden geçerek ve sağlıklı kişilerdekine benzer olarak normal yürüme nitelendirdiği daha iyi anlaşılmaktadır. Çünkü bu sistem küçük ve beklenilmeyen perturbasyonlar yaratarak adapte olabilme yeteneğinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Sabit hızda yürüme bandında yürümek gibi şartların çok üniform olduğu bir çevrede adaptasyon minimaldir ve yürümenin motor kontrolü nispeten gereksizdir. Ayrıca sık ve beklenilmeyen değişiklikleri olmayan bir çevrede yürümek, öğrenmeyi ya da adaptasyonu arttırmamaktadır. Dolayısıyla merkezi sinir sistemini uyarmak ve uygun adaptasyonların yapılmasını öğrenmeye mecbur etmek için perturbasyonlardan optimal seviyede faydalanmak mümkündür. Başka bir deyişle perturbasyonlarla yürüme eğitiminin, yaşadığımız ortama benzerlik açısından en uygun olduğunu ve yürümenin iyileştirmesinde problem çözme uyardığını söylemek gerçekçi bir yaklaşım olacaktır.

### **4.3 Re-Step Rehabilitasyon Sistemine Genel Bakış**

Re-Step Rehabilitasyon Sistemi mekatronik, yani mekanik, elektronik ve bilgisayar teknolojisinin karışımı bir sistemdir. Sistem perturbasyon uygulamasını kullanarak serebral palsy, inme gibi beyin hasarı olan bireylerin eğitimi ve rehabilitasyonu için geliştirilmiştir. Re-Step Rehabilitasyon Sistemi bir software program ve özel olarak tasarlanmış dört silindiri olan bir çift ayakkabıdan ve bir mikro sensordan

oluşmaktadır. Ayakkabılar ve bilgisayar sistemi yürüme esnasında kişiye özel olarak planlanmış bir pertürbasyon paterni uygulamasını sağlayabilir, yürüme paternlerini okuyup kaydedebilir ve yürüme analizi için data oluşturabilirler. Sistem koronal ve sagittal düzlemlerde 6 derecelik taban eğimine ve 18 derecelik vertikal deplasmana izin vermektedir. Bu eğimler kişiye özel ayarlanan bir aralıkta gerçekleşmektedir. Her silindirin kuvvet sensörü vardır ve her adımda yer reaksiyon kuvvetini ölçümleyebilmektedir. Bu bilgilerden yürüme değişkenliğinin doğrusal olan ve olmayan parametreleri hesaplanmaktadır. Bu parametreler önemlidir çünkü merkezi sinir sisteminin (MSS) motor kontrolünü yansıtmaktadır. Doğal bipedal ambulasyonu etkileyen patolojik durumlar var olduğunda veya tedavinin neticesinde değişebilirler. Bu arada Re-Step ayakkabıları diğer giyilebilir cihazlar gibi ek boyut ve ağırlıklara sahiptir. Bu sebeple sistematik olarak yürüme özelliklerini değiştirebilme özelliklerinin oluşu atlanılmaması gereken bir unsurdur (2) ( **Resim 4.1.**).

Re-Step Sistemi kişi yürürken taban eğimini ve yüksekliğini pertürbasyonlar ile değiştirmektedir. Her değişikliğin sırası ve değeri üç dahili zaman serisi ile belirlenip farklı kaotik harita olarak hesaplanmaktadır. Üç zaman serisi farklı başlangıç durumlarıyla hesaplandıkları için aynı değildir. Zaman serilerinin ikisi ayağın koronal ve sagittal düzlemlerine ait açı koordinatlarını belirlerken diğer zaman serisi vertikal deplasmanın değerini belirlemektedir. Bu üç koordinata ait değişiklikler birleşik ve aynı zamanda uygulanmaktadır. Değişikliklerin aralığı ve tekrarı fizyoterapist tarafından her hasta için bireysel olarak ve başlangıç şartlarına göre özel olarak belirlenmektedir. Böylelikle her çalışma seansında her ayakkabı ve her değişken için pertürbasyonların aralığı ayarlanmaktadır. Bu sırada maksimum pertürbasyonların değerleri kısıtlanıp kaotik özelliklerinin verilen aralıkta tutulması sağlanmış olur. Pertürbasyonların frekansı ise taban pozisyonundaki değişikliklere göre adım sayısına bağlı olarak belirlenebilmektedir (2).

Günlük yaşamda yürüme ortamı beklenen ve/veya beklenmeyen değişiklikler arasında gerçekleşmektedir. Re-Step çalışması planlanmış paterne dayanarak devamlı değişen bir uğraştırıcı ortam sağlayarak yürüme tecrübesini uyarmaktadır. Bu sistem yürüyüş başlangıcında bazı öngörülebilirliklere izin vermek adına bir kaç

adım için perturbasyon uygulamaz iken devamında motor merkezleri beklenmeyen durumlara adapte olmaya zorlayan öngörülme yen değişiklikler yapmaktadır (2).

Bu değişiklikler yürümenin salınım fazında ayakkabıların tabanında meydana geldiğinden hastanın görme duyusunu kullanma olasılığı yoktur ve yürüme güçlüğünü farklı yollarla halletmesi için uyarılmaktadır. Bu nedenle beyin hasarlarına bağlı olarak motor engelleri olan kişilerde Re-Step çalışmasının günlük endeksini arttırdığı, denge ve yürüme parametrelerini iyileştirdiği varsayılmaktadır.

Biz pertürbasyonun beyinde oluşturacağı etkiyi incelemeyi amaçladığımız çalışmamızda Re-Step rehabilitasyon sistemini; kişiye özel programlanabilir perturbasyonu sağlayabilmesi, taşınabilir olması ve yürüme eğitiminde gerçek ortamı taklit etme özellikleri nedeniyle kullanmayı uygun bulduk.



**Resim 4.1:** Re-Step Rehabilitasyon Sistemi ve bağlantı görselleri (21) ( İlgili görseller alınan izinler sonrası paylaşılmıştır )



Pertürbasyon uygulamasının etkisini ortaya koymak 2 türlü mümkün olabilir. Birincisi tedavi sürecinde pertürbasyon kullanarak hastalarda meydana gelen adaptif değişiklikleri tedavi bittikten sonra belli ölçümlene yöntemleri kullanarak saptamak; ikincisi ise pertürbasyon kullanılan tedaviyi uygulama sırasında anlık bir analiz gerçekleştirmek. Biz nörolojik rehabilitasyonda kullanılan bu tekniğin uygulama sırasındaki etkinliğini literatürde ilk defa olacak şekilde incelemeyi tercih ettik. Bu araştırma sürecinde beyinde meydana getireceği etkiyi tespit etmek adına yakın infrared spektroskopi ölçümlene sisteminin -diğer fMRI, PET gibi yöntemlere kıyasla- çalışmamız için en uygunu olacağını düşündük.

#### **4.4 Yakın Infrared ( Kızılaltı ) Spektroskopi Sistemine ( NIRS) Genel Bakış**

NIRS hareket esnasında beyinin girişimsel olmayan değerlendirilmesi için hemodinamik esaslara dayanan bir nöro-görüntüleme tekniğidir. Özellikleri nedeniyle, yakın-infrared ışığı beyin aktivitesini değerlendirmek için yeterli miktarlarda biyolojik dokuya nüfuz edebilir. Kullanılan kanalların sayısı doğrultusunda hem beyin lokalize bir bölgesinde, hem de tüm beyin yapısındaki dinamik değişikliklerin ortaya konacağı fonksiyonel bir görüntüleme gerçekleştirilebilir (4).

Egzersiz ve bilişsel işlevler ilişkisini incelemede belki de en önemli yöntemsel gelişme NIRS'nin bilimsel araştırmalardaki yerini almasıyla gerçekleşmiştir. NIRS beyin oksijenlenmesini ve buna bağlı olarak beyin/doku kan akımını, yüksek sayılabilecek zamansal çözünürlükler ile ölçebilmektedir. Girişimsel olmaması, taşınabilir bir sistem olması ve farklı ortamlarda kolayca uygulanabilir olması nedeniyle birçok araştırma alanında tercih edilir hale gelmiştir. Öte yandan geliştirilen analiz yöntemleri ile birlikte harekete bağlı bozulmaların kayıttan kolayca dışlanması nedeniyle egzersiz sırasında da kullanılabilmesi diğer görüntüleme yöntemlerine göre NIRS'i bir adım öne çekmektedir. Özellikle egzersiz sırasındaki beyin kan akımı ve oksijenlenme değerlerinin farklı bölgelerden gerçek zamanlı olarak takibinin yapılabilmesi egzersiz ile bilişsel işlevlerin ilişkisini incelemede kritik bir öneme sahiptir. Bu yöntemle egzersizin beyne ait farklı kortikal alanlarda

oluşturduğu metabolik değişiklikleri dolaylı yoldan ölçülebilmektedir. Ayrıca egzersiz gibi motor bir iş sırasında ön beyin ile ilişkili bilişsel işlevlerdeki değişimler gözlenebilmektedir (5) ( Resim 4.2 ).

Son 10-15 senedeki teorik ve teknolojik ilerlemeler insan hareket biliminde uygulamalara kapı açmaktadır. Kognitif ve motor görevler sırasında beynin izlenmesi NIRS sisteminin serebral hemodinamik yanıtları ölçmesi ile kolaylaşmıştır. Ancak NIRS tekniğinin diğer görüntüleme tekniklerine göre avantajlarının yanı sıra bazı metodolojik zorlukları da söz konusudur (4).

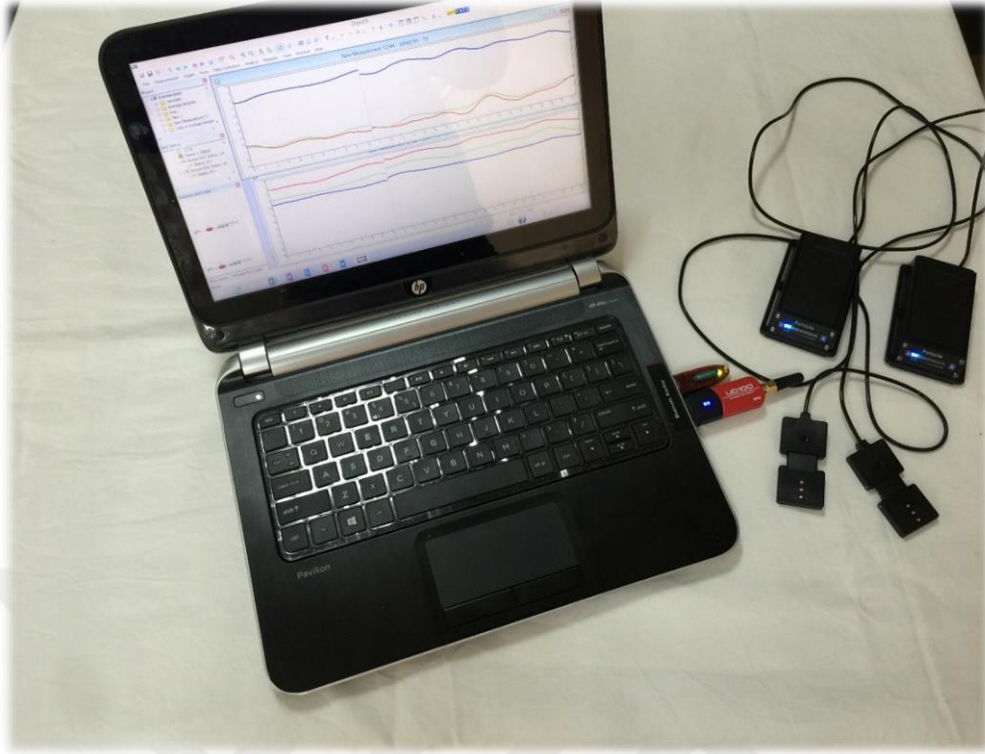
Diğer nöro-görüntüleme yöntemleri ile karşılaştırıldığında NIRS e ait en önemli özelliğin egzersiz sırasında gerçekleşen ortamda kullanılabilir olduğudur. Örneğin fMRI ile sadece egzersiz öncesi ve sonrası karşılaştırılma yapmak mümkün iken NIRS ile egzersiz veya başka tür bir aktivite uygulanırken eş zamanlı olarak beyindeki oksijene ait dinamiğin izlenebilmesi gerçekleştirilmektedir.

#### **4.4.1 NIRS nöro-görüntüleme yönteminin avantajları:**

- \* Sinyal / gürültü oranı iyi
- \* Zamansal çözünürlüğü iyi
- \* Uzaysal çözünürlüğü iyi (1-2 cm<sup>2</sup> alanda)
- \* Hiçbir girişim ve ilaç alımı gerektiriyor.
- \* Güvenli – Radyasyon/radyoizotop yok
- \* Katılımcı için daha rahat
- \* Göreceli daha ucuz, taşınabilir ve kolay uygulanabilir.
- \* Baş hareket ettirilebilir
- \* Büyük kas gruplarının çalıştığı hareketlerde ölçüm yapılabilir
- \* Uzun süreli egzersizlerde kayıt yapılabilir

#### 4.4.2 NIRS nöro-görüntüleme yönteminin dezavantajları:

- \* Kortikal bölgeye ait görüntüleme derinliği 1-2 cm kadar olup daha derin beyin bölgelerindeki aktivasyonu gösteremez. (Ancak bu durum ilgilendiğimiz alanlar olan motor ve bilişsel prefrontal korteksleri görebilmek adına çok büyük bir dezavantaj olmamaktadır)
- \* Derin kan akımı (Egzersiz veya başka bir aktivite uygulanırken eş zamanlı olarak beyindeki oksijen ile ilgili dinamik değişiklikler izlenebilir)
- \* Isınma (Isınma rahatsız edici düzeyde olmamakla beraber ölçümü etkilediği konusunda net bir bilgi yoktur.)
- \* Bazı modellerde saçlı deride kullanılamaması (Kafa derisindeki kan akımının egzersiz sırasındaki değişimini ve bunun NIRS sinyallerine katkısı konusunda sunulan bilgiler henüz net değildir)
- \* Vücut pozisyon değişimlerinden etkilenmektedir (**22**)
- \* Çalışmaların tekrar edilebilirliği diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha düşüktür (~ % 80).
- \* Elektrotlar yerleştirilirken standardizasyonda zorluklar mevcuttur. EEG deki gibi 10-10 ve 10-20 gibi sistemler kullanılmaktadır (**1, 4**) ( **Resim 4.3** )



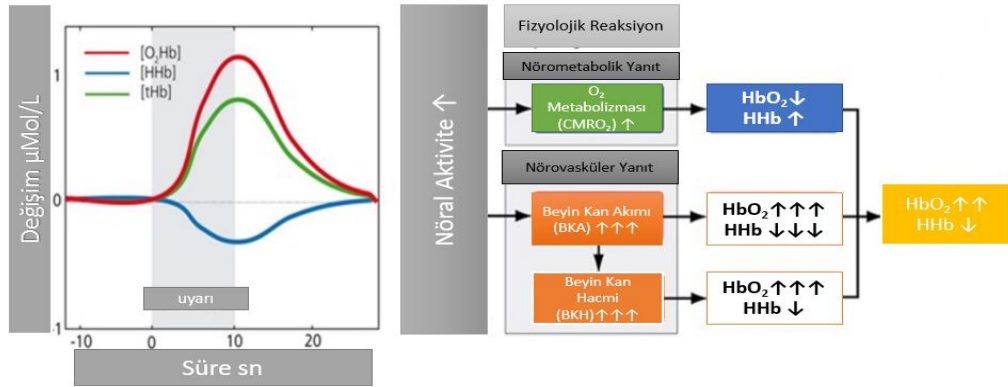
**Resim 4.2:** Artinis Medikal PortaLite NIRS Sistemi ve Oxysoft yazılım görseli



**Resim 4.3:** PortaLite NIRS Sistemi sağ ve sol prefrontal lob sensör yerleşimi  
EEG 10-20 sistemine göre Fp1 ve Fp2 noktaları

#### 4.4.3 NIRS'nin yorumlanması

Egzersize dahil olan motor veya mental/kognitif görevlere yanıt olarak aktivasyon sırasında, beyin kendi metabolizmasını hızlandırmak için zorlanabilmektedir. Dinamik hareket kortikal aktivasyon, süplemanter ve primer sensorimotor bölgelere artan kan akışı ile ilişkilidir. Beyin kan akımındaki (BKA) bölgesel değişiklikler çok daha küçük bölgesel metabolizma artışına ( $CMRO_2$ =metabolic rate of oxygen consumption) eşlik eder ve bu durum venöz kana ait deoksihemoglobin (HHb)'nin azalmasına sebep olur. HHb'de ortaya çıkan azalma ise hem oksihemoglobin ( $HbO_2$ ) (yaklaşık 2-3 kat büyüklüğünde), hem de total hemoglobin'de (Hbtot) artışa sebep olur. NIRS ölçümü sırasında saptanabilen bu durum aktive olan kortikal bölgeleri işaret etmektedir. BKA'da gerçekleşebilen küçük değişiklikler her zaman Hbtot ve HHb'de olanlarla paralellik göstermeyebilir. Bu nedenle NIRS ile gerçekleştirilen kortikal aktivasyonun belirlenmesinde  $HbO_2$  en değerli parametre olarak öne çıkmaktadır. Bir uyarıya karşı meydana gelen vasküler yanıtlarda BKA'nın fokal artışı aktivasyon olarak adlandırılır. Kıyasen BKA'da ki azalmaya ise deaktivasyon terimi kullanılabilir (4).



**Şekil 4.2:** NIRS Sisteminin sunduğu metabolik aktivitenin yorumlanması (23)  
(Kaynaktan Türkçeleştirilerek paylaşılmıştır)

#### 4.5 Perturbasyon uygulaması ve NIRS in Kombine Kullanımı

Sabit hızda ve düz bir zeminde yürüme sırasında yani şartların çok üniform olduğu bir çevrede yürümenin motor sürecinin kontrolü ve adaptasyon ihtiyacı ya minimaldir ya da gereksizdir. Farklı zeminlerde veya başka bir aktivasyon uygularken yapılan yürüme sırasında sadece motor kontrol olmadığı, bu değişikliklere adaptasyonu sağlamak için üst seviyedeki kognitif ve kortikal kontrol mekanizmalarının devreye girdiği bilinmektedir (6). Bu çerçevede içinde prefrontal korteksin premotor bölgeleri yönettiği ve hedef odaklı davranıştan, hareket planlamasından, hız stratejisinden ve karar vermekten sorumlu olduğu belirlenmiştir (7). Yaşlılarda yürüme, parkinsonlularda yürüme ve yürüme sırasındaki donmalar üzerine yapılan farklı araştırmalar incelendiğinde yürüme performansı ile yürütücü fonksiyonlar arasında direk bir ilişki tespit edilmiştir.

Bu bilgilerin ve incelenen benzer araştırmaların ışığında, normal yürümeye en yakın ortamı sağlayan perturbasyon uygulaması sırasında, NIRS sensörlerinin yerleştirildiği bölgenin frontal lob olmasına karar verilmiştir. Bu sensörler EEG 10-20 sistemine göre sağ ve sol prefrontal loba karşılık gelen Fp1 ve Fp2 noktalarına yerleştirilip ölçümlene yapılmıştır (24) (**Resim 4.3**).



**Resim 4.4 / 4.5:** ReStep ayakkabısı ile Perturbasyon uygulaması ve NIRS sistemi ile ölçümlenmesi

## 5. METOT VE MATERYAL

Perturbasyon uygulamasının beyin üzerine olan eş zamanlı etkisini araştırmak üzere yaptığımız bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü ile Memorial Sağlık Grubuna bağlı Hizmet Hastanesi'nin işbirliği doğrultusunda gerçekleştirildi.

Gönüllülerin seçimi için yukarıda adı verilen hastanenin İnme Akut Tedavi Ünitesine ait 01/06/2015 – 15/10/2015 tarihleri arasındaki inme tanılı hasta dosyaları tarandı. 60 sol hemiparezili, 41 sağ hemiparezili ve 26'sında sadece konuşma, denge ve facial semptomları olan 127 vaka saptandı. Çalışmamızın bilgilendirme toplantısına davet edilenlerden gönüllü olanlar içinde -aşağıda yazdığımız dahil edilme kriterlerine uygun olup- rastgele seçtiğimiz yaş aralığı 35 ile 60 olan 4'ü erkek, 2'si kadın toplam 6 kişinin yazılı onamları alınarak hasta grubumuz oluşturuldu.

Hasta grubuna 1) sağ taraf uzuvları dominant, 2) tanısında sol hemiparezisi olan, 3) inme sonrası tekrar bir nörolojik olay yaşamadan en az 3 ay geçirmiş olan, 4) Modifiye Rankin Skalasına (25) göre skoru 3 veya daha aşağısı olan, 5) yürüyüşüne engel olabilecek bir ortopedik durumu olmayan kişiler dâhil edildi. Kontrol amaçlı olarak planlanan grubumuz ise yaş aralığı 30 ile 41 olan yine 4'ü erkek 2'si kadın olmak üzere 6 sağlıklı bireyden oluşturuldu.

Öncelikle çalışmaya alınan her bireyin test protokolümüz için tıbbi açıdan engel bir sistemik ve/veya fiziksel bir durumunun olup olmadığı incelendi. Daha sonra Perturbasyon uygulaması, önceden hazırladığımız bir protokol ile ( **Tablo 5.1** ), yürüyüş sırasında gerçekleştirildi. Test yürüyüşü süresince bireyden yere bakmaması, konuşmaması ve kaşını hareket ettirmemesi, sadece kendisine öncülük yapan terapistin şapkasının ortasındaki işarete odaklanması istendi. Bu sırada yaşanan ve ölçümü etkileyebilecek burkulma, konuşma ve öksürme gibi tüm detaylar anlık olarak kayıt altına alındı ( **EK 6** ). Ayrıca tüm bireylere ait test süreçleri baştan sona kadar video ile kaydedildi.



Çalışmamızda planladığımız Pertubasyon uygulaması için *Re-Step Rehabilitasyon Sistemi*ni kullandık.

### 5.1 Re-Step Rehabilitasyon Sistemi

Bu sistem (*Step of Mind Ltd ürünü*), hastaların rehabilitasyon planı içinde yer verilen perturbasyon uygulamasını ilk hayata geçirenlerden biridir (26). Özel bir yazılım ile tabanındaki yükseklik ve eğimleri belirli bir sırayla değiştirilebilen bir çift ayakkabı ve bir adet mikro sensörden oluşan mekatronik bir sistemdir. Bu donanım yürüme esnasında kişiye özel planlanmış bir perturbasyon paternini uygulamayı mümkün kılmaktadır. Ayrıca yürüyüş paternlerini kaydederek yürüme analizi için veri biriktirebilmektedir. Bu sistemle tabanındaki dört adet silindir pistonun hareketleri ayarlanarak ayakkabının açısı ve eğimi değişken kılınabilir ve bu durum kişiye özel ayarlanan bir sınırdan gerçekleşebilir. Silindirlerin her adımda yer reaksiyon kuvvetini ölçebilen bir kuvvet sensörü vardır ve yürüyüşün her salınım fazında pistonların yüksekliği değişebilmektedir. Değişkenliğin sırası ve değeri üç dahili zaman serisi ile belirlenip farklı kaotik harita olarak hesaplanır. Üç zaman serisi farklı başlangıç durumlarıyla hesaplandıkları için birbirlerinden bağımsızdır. Zaman serilerinin ikisi ayağın koronal ve sagittal düzleminin açı koordinatlarını belirlerken diğer zaman serisi vertikal deplasmanın değerini belirler. Bu üç koordinattaki değişiklikler birleşerek aynı zamanda uygulanır. Değişkenliğin aralığı ve tekrarı her hasta için bireysel ve başlangıç şartlarına göre özel olarak belirlenebilir. Böylelikle farklı çalışma seansında her ayakkabı ve ona ait her değişken için perturbasyonlara ait kaotik özelliğin ayarlanan sınırlarda gerçekleşmesi sağlanır. Perturbasyonların frekansı ise taban pozisyonundaki değişikliklere göre adım sayısına bağlı olarak belirlenir. Tüm bu hareketler bilgisayar yazılımı tarafından kontrol edilmekte ve bu bilgilerden yürüme değişkenliğinin lineer ve lineer olmayan parametreleri hesaplanabilmektedir. Re-Step ayakkabılarının teknik olarak dikkat edilmesi gereken bir noktası, diğer giyilebilir cihazlar gibi ek boyut ve ağırlık özellikleri sebebiyle sistematik olarak yürüme davranışını değiştirebilir olduğudur (2, 21).

### 5.1.1 Perturbasyon uygulama protokolümüz

Çalışmamızın bu aşamasında kullandığımız protokolü oluşturur iken 1) Re-Step sistem uzmanı Dr. Fzt Simona Barhaim (İsrail) 2) NIRS sistem eğitmeni Uzm. Med. Müh. Marco Dat (Artinis Medikal, Hollanda) tarafından bilgi ve tecrübe desteği aldık. Protokolümüz öncelikle günlük ayakkabı ( NA ) ve peşinden Re-Step ayakkabısı ( RA ) (perturbasyonsuz) ile 3'er dakika yürütülecek şekilde hazırlandı.

Sonrasında perturbasyona dair etkinin daha belirgin olabileceğini varsayarak, değişken perturbasyonsuz dönemler (40-120 sn) arasında sabit perturbasyonlu dönemler (45 sn) olacak şekilde oluşturuldu. ( **Tablo 5.1** ) Sonuçta yürüyüş süresince her bireyden 5'er, toplamda ise; 30'u inmeli, 30'u sağlıklı gruba ait olmak üzere 60 adet perturbasyonlu dönem elde edildi. Toplamda 16 dakika süren bir test yürüyüşü yaptırıldı.

**Tablo 5.1:** Çalışmamızda uygulanan Yürüyüş Protokolü

UYGULAMA	SET	SÜRE (sn)
Normal Ayakkabı	NA	180
Re-Step Ayakkabı *	RA	180
Dinlenme	D	300
Perturbasyonsuz	NP1	120
Perturbasyonlu	P1	45
Perturbasyonsuz	NP2	40
Perturbasyonlu	P2	45
Perturbasyonsuz	NP3	50
Perturbasyonlu	P3	45
Perturbasyonsuz	NP4	40
Perturbasyonlu	P4	45
Perturbasyonsuz	NP5	55
Perturbasyonlu	P5	45
Perturbasyonsuz	NP6	70

\*Bu set sırasındaki yürüyüş perturbasyonsuz olarak gerçekleştirilmiştir.

## 5.2 Yakın Infrared Spektroskopi (NIRS) Sistemi

Bu sistem kapiller düzeydeki oksijen, deoksi ve total hemoglobin konsantrasyonlarını ölçebilmektedir. Biz bu çalışmamızda Perturbasyonun beyin üzerine olan eşzamanlı etkisini analiz etmek için *Yakın Infrared Spektroskopi (NIRS) Sistemi*'ni tercih ettik ve bu amaçla taşınabilir özellikte olan PortaLite (Artinis Medikal) cihazını kullandık. Cihazın ölçüm sensörleri küçük (58x28x6 mm), hafif (88 gr) ve vücuda kolay yerleştirilebilir nitelikte olup özel bilgisayar yazılımı Oxysoft ile kablosuz bağlanabilir özelliktedir (yaklaşık 100 m). Oxysoft ile yapılan ölçümler modifiye Lambert-Beer yasasına göre analiz edilmekte ve istenilen zaman ve zaman aralıklarının değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Kullanılan sensörler, üzerinde bulunan bir alıcı ve alıcıya olan uzaklığı 30, 35 ve 40 mm olan ışık kaynakları vasıtasıyla, standart nominal 760-850 nm dalga boyunda ve örnek alma zamanı 1 Hz den 50 Hz arasındaki bir frekansta ölçüm yapmaktadır. Cihaza ait ölçme, hesaplama ve görüntüleme işlevlerinin 0,1 saniye sürdüğü, bu nedenle beyin alanlarında oluşan aktiviteye neredeyse eş olabilecek yakın zamanda ölçümleme gerçekleştiği vurgulanmaktadır (27, 28) (Resim 4.2).

### 5.2.1 Sensörlerin yerleştirilmesi

NIRS sisteminde elektrot yerleştirmede standardizasyon zorlukları olmasına rağmen en çok EEG deki gibi 10-10 ve 10-20 gibi konumlandırmalar kullanılmaktadır (1, 4). Bizim çalışmamızda frontal loba ait beyin kan akımı ve oksijen değerlerinin ölçülmesi adına sensörlerin yerleştirilmesi kritik bir öneme sahiptir (5). Bu nedenle NIRS uygulaması sırasında literatürde en çok tercih edilmiş, uluslararası EEG Federasyonunun da tavsiyesi olan 10-20 elektrot yerleşim düzenini kullandık. Bu düzende elektrot konumları için sınır; burnun kökünde nasion, oksipital kemikte inion bölgeleridir. Böylece kafatası yüzeyi sol ve sağ bölümlere ayrılmış olur. Kulaklar ise kafatası yüzeyini ön ve arka olmak üzere iki bölüme ayıran sınırlar olarak kullanılır (29).

Biz de çalışmamızda frontal lob prefrontal korteksteki Broadmann 10 bölgesine en uygun yerleşim olması adına -EEG 10-20 sistemine göre- Fp1 ve Fp2 noktalarına sensörleri yerleştirilip test yürüyüş protokolü sırasında ölçümlemeyi gerçekleştirdik (24) (Resim 4.3 ). NIRS ile yapılan analiz sırasında kayıt artefaktı yapabilecek ayak burkulması, öksürme gibi durumları değerlendirme dışı bırakıp, protokolümüzün her bağımsız bölümünün son 10 saniyelik kısmındaki ölçümlerin ortalamasını aldık.

### 5.3 Kognitif Testler

Perturbasyon sırasında beklenilmeyen değişikliklere adaptasyonu sağlamak için üst seviye kognitif ve kortikal kontrol mekanizmaların devreye girdiği ve prefrontal korteksin premotor bölgelerinin hedef odaklı davranıştan, hareket planlamasından, hız stratejisinden ve karar vermekten sorumlu olduğu bilinmektedir (7). Bu nedenle çalışmamız içinde Perturbasyon uygulamasına ait sonuçların kognitif bir süreçle ilgili bağlantısını incelemek için hasta ve sağlıklı gruplara Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MOBİD) ve Mini Mental Test (MMT) uygulandı. Gerek MOBİD ve gerekse MMT gibi bilişsel tarama ölçekleri, demanslar gibi bilişsel bozuklukla karakterize edilen hastalıklar için önemli ölçü araçları olup, nöropsikolojik değerlendirmenin ayrılmaz unsurları haline gelmiştir (30, 31). Biz de çalışmamızda daha detaylı bir veriye ulaşmak için her iki değerlendirmeyi de kullanmayı uygun bulduk (30, 32). Kullandığımız kognitif testlerin skorlaması bağımsız bir klinik psikolog tarafından yapıldıktan sonra ortaya çıkan sonuçlar tarafımızca değerlendirildi.

#### 5.3.1 Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği

Bu yöntem Nasreddine ve ark. tarafından geliştirilmiştir. Bilişsel bozukluğun farklı evrelerini ölçmek için geliştirilmiş olan MOBİD'in bilişsel bozukluk yelpazesinin özellikle hafif evrelerinde kullanılması önerilmektedir (33). MOBİD dikkat ve konsantrasyon, yönetici işlevler, bellek, dil, görsel-mekansal beceriler, soyut düşünme, hesaplama ve yönelimden oluşan farklı bilişsel boyutları

değerlendirmektedir. Günümüzde geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış bir tarama yöntemi olarak kullanılmaktadır (31).

### **5.3.2 Standardize Mini Mental Test**

MMT ilk kez Folstein ve arkadaşları tarafından 1975 yılında yayınlanmıştır. Klinik sendromların ayrılması açısından sınırlı bir özgüllüğe sahip olmakla birlikte, global olarak bilişsel düzeyin saptanma amacına dönük olarak, kısa, kullanışlı ve standardize bir metottur. 10 dakika gibi bir süre içinde, poliklinik koşulları ya da yatak başında uygulanabilir bir testtir. Uygulama esnasında hasta ve hekim açısından rahatsız edici, utandırıcı veya güçlük verici bir yanı yoktur. Bilişsel bozukluğun daha ileri evrelerinde tarama amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (31). Yönelim, kayıt hafızası, dikkat ve hesaplama, hatırlama ve lisan olmak üzere beş ana başlık altında toplanmış on bir maddeden oluşmakta ve toplam puan olan 30 üzerinden değerlendirilmektedir. Dünya üzerinde en yaygın kullanıma sahip ölçeklerden biri olan MMT Türkiye’de de geniş bir kabul görmektedir. MMT’in Türk yaşlı popülasyonunda hafif demans tanısındaki geçerliliği ve güvenilirliği ortaya konmuştur (30).

### **5.4 Ölçümlerin İstatistiksel Değerlendirilmesi**

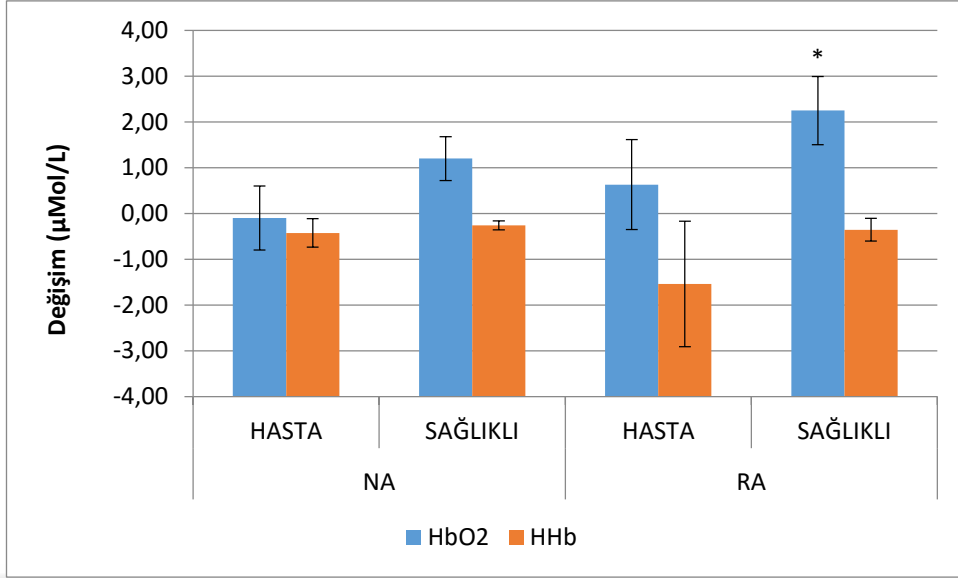
Ölçümlerin istatistiksel analizi için SPSS 13.0 paket programı kullandık. Gruplar arasında kıyaslamalarda Mann Whitney-U testi kullandık. Grup içi kıyaslamalarda ise Wilcoxon Rank Test ve General Lineer Model, Repeated Measure ANOVA analizi takiben Least Significant Differences testi kullandık. Korelasyonda ise Pearson Korelasyon Testini kullandık. Tüm sonuçlarda  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı sınır olarak kabul edildi.

## 6. BULGULAR

Çalışmamızda **Tablo 5.1**'de detayları ile gösterilen yürüyüş protokolü uygulaması sonrası gönüllülerimizden elde ettiğimiz sonuçlar detayları ile aşağıda sunulmuştur. Hasta grubunun NA setinde ölçülen Hb parametresine ait değerler ile RA setinde ölçülenler kıyaslandığında aralarında herhangi bir anlamlı fark olmadığı görülmüştür. (**Tablo 6.1**) Sağlıklı grupta ise RA setinde ölçülen HbO<sub>2</sub> değeri NA setine göre anlamlı olarak daha yüksek (p= 0,046) bulunmuştur. ( **Şekil 6.1** ) ( **Şekil 6.2** ) Sağlıklı grubun HHb değeri ise anlamlı bir değişiklik göstermemiştir.

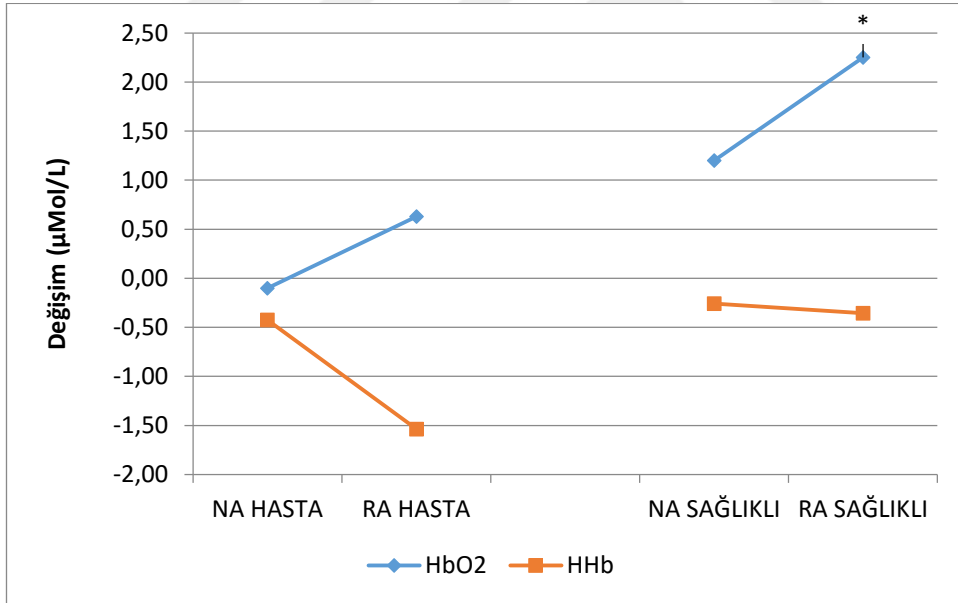
**Tablo 6.1: Gruplarımızın NA-RA setlerindeki Hb parametreleri**

GRUP	SET	HbO <sub>2</sub>	HHb
<i>HASTA</i>	<i>NA</i>	-0,10 ± 0,70	-0,42 ± 0,31
<i>HASTA</i>	<i>RA</i>	0,63 ± 0,98	-1,54 ± 1,37
<i>SAĞLIKLI</i>	<i>NA</i>	1,20 ± 0,48	-0,26 ± 0,10
<i>SAĞLIKLI</i>	<i>RA</i>	2,25 ± 0,74	-0,36 ± 0,25



**Şekil 6.1: Gruplarımızın NA-RA setlerindeki Hb parametreleri**

\* Sağlıklı grubun NA ve RA setlerindeki HbO<sub>2</sub> değerlerinin farkı (p= 0,046)



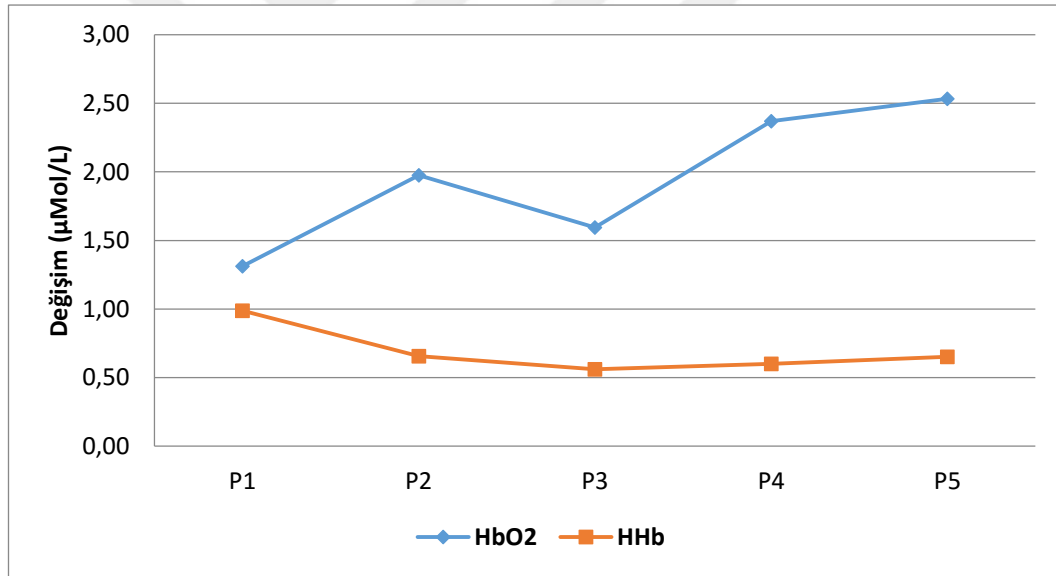
**Şekil 6.2: Hasta ve Sağlıklı gruba ait normal ayakkabı ve perturbasyonu aktif olmayan ReStep ayakkabısı ile yürüme sırasındaki Hb parametreleri**

\* Sağlıklı grubun NA ve RA setlerindeki HbO<sub>2</sub> değerlerinin farkı (p= 0,046)

Hasta grubuna ait Hb parametreleri incelendiğinde perturbasyon uygulama setlerinde elde edilen değerler arasında herhangi bir anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 6.2 ) (Şekil 6.3 ).

**Tablo 6.2: Hasta grubuna ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri**

SET	HbO <sub>2</sub>	HHb
P1	1,31 ± 1,34	0,99 ± 1,26
P2	1,98 ± 1,10	0,66 ± 1,31
P3	1,60 ± 1,01	0,56 ± 1,32
P4	2,37 ± 1,30	0,60 ± 1,33
P5	2,53 ± 1,14	0,65 ± 1,34



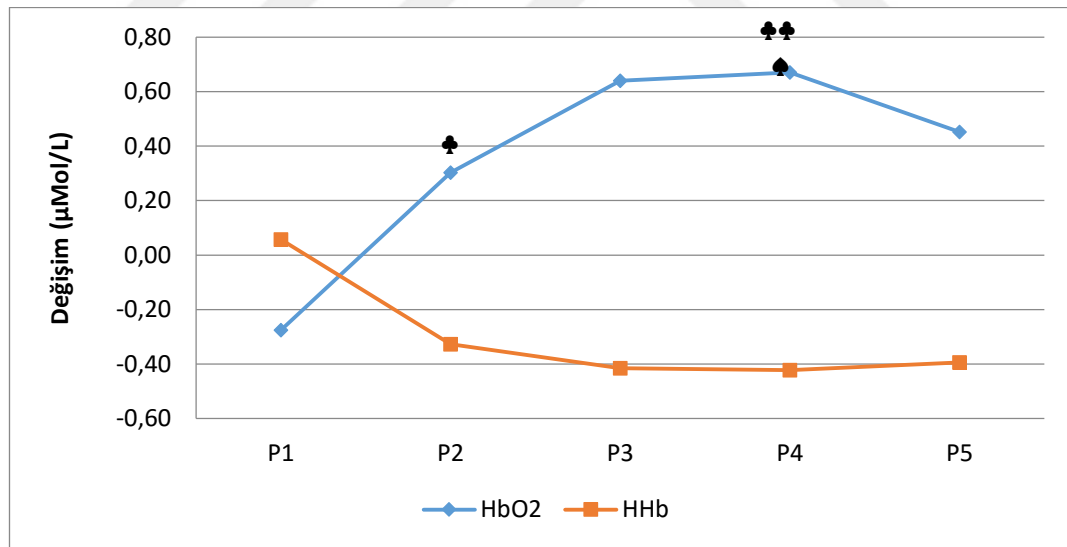
**Şekil 6.3: Hasta grubuna ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri**



Sağlıklı grupta perturbasyon uygulama setlerinde (P1-P5 arasında) ölçümü yapılan Hb parametreleri incelendiğinde (Tablo 6.3 ) P2 setindeki HbO<sub>2</sub> değeri P1'dekine göre anlamlı olarak (p=0,042) daha yüksek bulunmuştur. P4 setindeki değer ise P1'dekine ve P2'dekine göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla p=0,003; p=0,049) ( Şekil 6.4 ).

**Tablo 6.3: Sağlıklı gruba ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri**

SET	HbO <sub>2</sub>	HHb
P1	-0,28 ± 0,37	0,06 ± 0,10
P2	0,30 ± 0,44	-0,33 ± 0,27
P3	0,64 ± 0,47	-0,42 ± 0,28
P4	0,67 ± 0,35	-0,42 ± 0,30
P5	0,45 ± 0,38	-0,39 ± 0,24



**Şekil 6.4: Sağlıklı gruba ait perturbasyon setlerindeki Hb parametreleri**

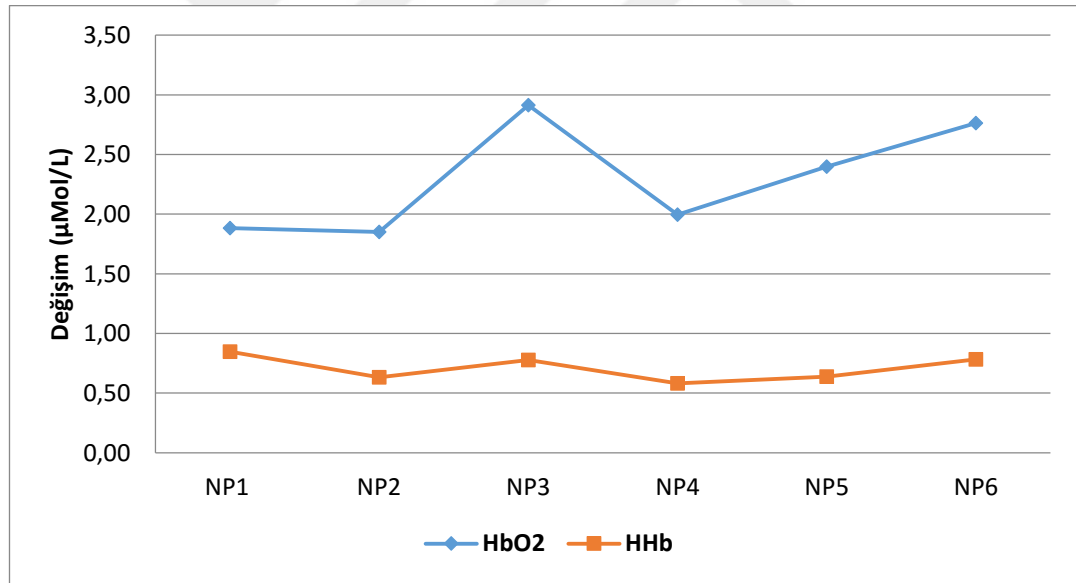
♣ P2 ve P1'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p= 0,042); ♠ P4 ve P2'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p= 0,049); ♣♣ P4 ve P1'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p= 0,003)

Hasta grupta perturbasyon uygulanmayan setlerdeki (NP1-NP6) Hb parametrelerinin setler arasında kıyaslamalarında anlamlı bir fark saptanmamıştır. (Tablo 6.4 )

( Şekil 6.5 )

**Tablo 6.4: Hasta grubuna ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri**

SET	HbO <sub>2</sub>	HHb
NP1	1,88 ± 0,97	0,85 ± 1,30
NP2	1,85 ± 1,04	0,63 ± 1,32
NP3	2,91 ± 1,35	0,78 ± 1,30
NP4	2,00 ± 1,21	0,58 ± 1,33
NP5	2,40 ± 1,24	0,64 ± 1,33
NP6	2,76 ± 1,20	0,78 ± 1,30

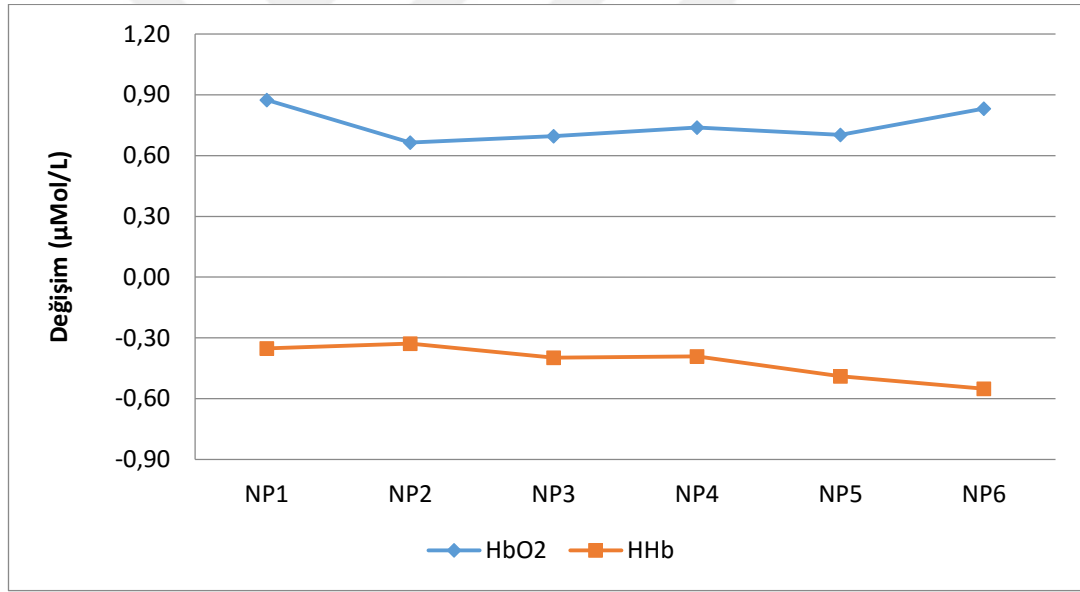


**Şekil 6.5: Hasta grubuna ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri**

Sağlıklı grupta perturbasyon uygulanmayan setlerde (NP1-NP6) ölçümü yapılan Hb değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. (Tablo 6.5) (Şekil 6.6)

**Tablo 6.5: Sağlıklı gruba ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri**

SET	HbO <sub>2</sub>	HHb
NP1	0,87 ± 0,40	-0,35 ± 0,28
NP2	0,66 ± 0,40	-0,33 ± 0,29
NP3	0,70 ± 0,33	-0,40 ± 0,30
NP4	0,74 ± 0,27	-0,39 ± 0,32
NP5	0,70 ± 0,35	-0,49 ± 0,27
NP6	0,83 ± 0,44	-0,55 ± 0,29

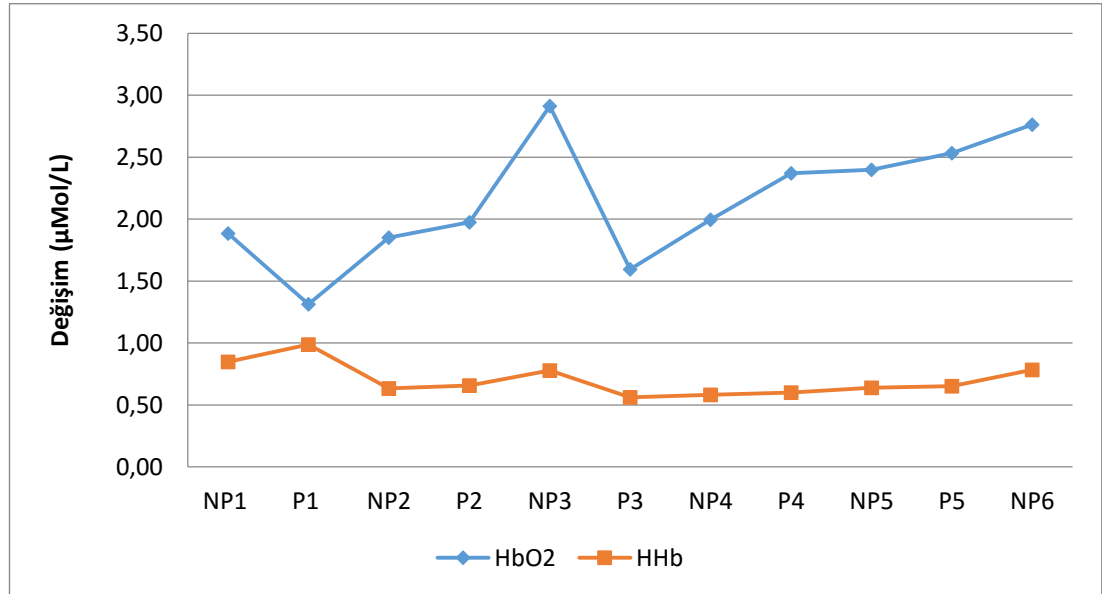


**Şekil 6.6: Sağlıklı gruba ait perturbasyonsuz setlerdeki Hb parametreleri**

Hasta grubuna ait Hb parametreleri incelendiğinde (Tablo 6.6 ) NP ve P setlerinde elde edilen değerler arasında istatistiksel açıdan herhangi bir anlamlı fark saptanmamıştır. ( Şekil 6.7 )

**Tablo 6.6: Hasta grubuna ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri**

KOD	HbO <sub>2</sub>	HHb
NP1	1,88 ± 0,97	0,85 ± 1,30
P1	1,31 ± 1,34	0,99 ± 1,26
NP2	1,85 ± 1,04	0,63 ± 1,32
P2	1,98 ± 1,10	0,66 ± 1,31
NP3	2,91 ± 1,35	0,78 ± 1,30
P3	1,60 ± 1,01	0,56 ± 1,32
NP4	2,00 ± 1,21	0,58 ± 1,33
P4	2,37 ± 1,30	0,60 ± 1,33
NP5	2,40 ± 1,24	0,64 ± 1,33
P5	2,53 ± 1,14	0,65 ± 1,34
NP6	2,76 ± 1,20	0,78 ± 1,30



**Şekil 6.7: Hasta grubuna ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri**

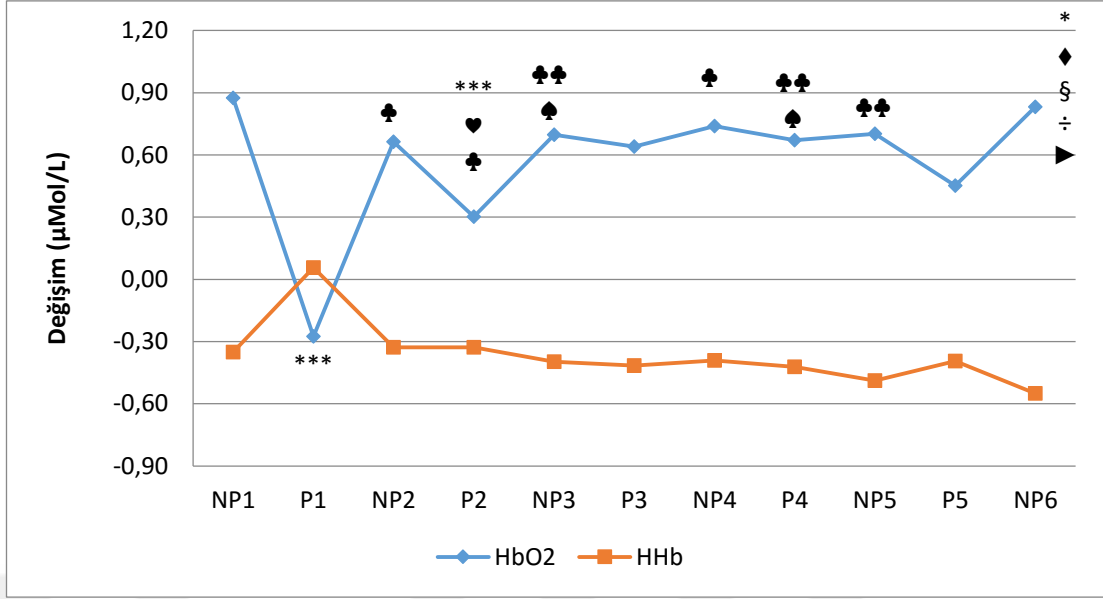
Sağlıklı gruba ait HbO<sub>2</sub> parametresinin birbirini takip eden NP ile P setleri sırasındaki değerleri incelendiğinde (**Tablo 6.7**); NP1 ile P1, NP1 ile P2, NP1 ile NP6, NP2 ile P2 ve NP3 ile NP6 setlerine ait kıyaslamalarda istatistiksel olarak azalmalar saptanmıştır. (sırasıyla; p=0.000;p=0.009; p=0.048; p=0.049; p=0,043) (**Şekil 6.8**)

Diğer yandan aynı parametre, P1 ile NP2, P1 ile P2, P1 ile NP3, P1 ile NP4, P1 ile P4, P1 ile NP5, P2 ile NP3, P2 ile P4, NP4 ile NP6, P4 ile NP6, NP5 ile NP6 setlerine ait kıyaslamalarda istatistiksel olarak artış göstermiştir. (sırasıyla p=0,023; p=0,042; p=0,004; p=0,042; p=0,003; p=0,007; p=0,021; p=0,049; p=0,047; p=0,047; p=0,049) (**Şekil 6.8**)

Sağlıklı gruba ait HHb parametresinin setler arası mukayeselerinde ise istatistiksel yönden herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

**Tablo 6.7: Sağlıklı gruba ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri**

SET	HbO <sub>2</sub>	HHb
<i>NP1</i>	0,87 ± 0,40	-0,35 ± 0,28
<i>P1</i>	-0,28 ± 0,37	0,06 ± 0,10
<i>NP2</i>	0,66 ± 0,40	-0,33 ± 0,29
<i>P2</i>	0,30 ± 0,44	-0,33 ± 0,27
<i>NP3</i>	0,70 ± 0,33	-0,40 ± 0,30
<i>P3</i>	0,64 ± 0,47	-0,42 ± 0,28
<i>NP4</i>	0,74 ± 0,27	-0,39 ± 0,32
<i>P4</i>	0,67 ± 0,35	-0,42 ± 0,30
<i>NP5</i>	0,70 ± 0,35	-0,49 ± 0,27
<i>P5</i>	0,45 ± 0,38	-0,39 ± 0,24
<i>NP6</i>	0,83 ± 0,44	-0,55 ± 0,29



**Şekil 6.8: Sağlıklı gruba ait P ve NP setlerindeki Hb parametreleri**

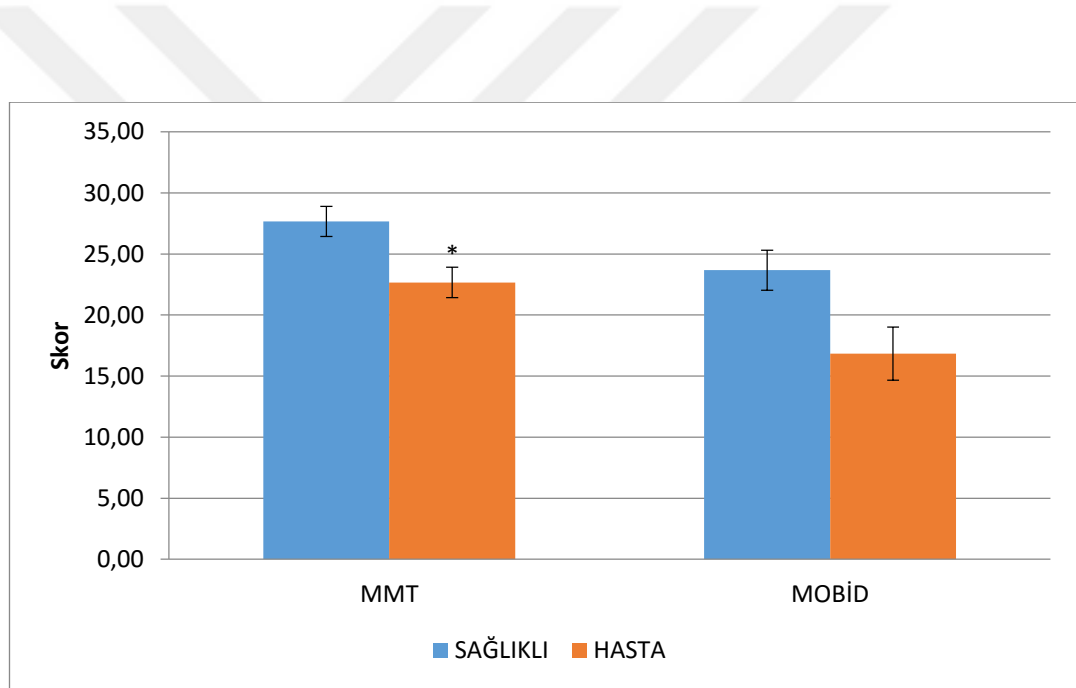
\*\*\* NP1 ve P1'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p= 0,000), \*\*\* NP1 ile P2'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,009), \* NP1 ile NP6'daki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,048), ♥ NP2 ile P2'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,049), ♦ NP3 ile NP6'daki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,043) **azalma yönünde;**

♣ P1 ile NP2'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,023), ♣ P1 ile P2'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,042), ♣♣ P1 ile NP3'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,004), ♣ P1 ile NP4'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,042), ♣♣ P1 ile P4'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,003), ♣♣ P1 ile NP5'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,007), ♠ P2 ile NP3'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,021), ♠ P2 ile P4'deki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,049), § NP4 ile NP6'daki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,047), ÷ P4 ile NP6'daki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,047), ► NP5 ile NP6'daki HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki kıyaslama (p=0,049) **artma yönünde;**

Çalışmamızda uyguladığımız kognitif test sonuçlarına bakacak olursak (**Tablo 6.8**); sağlıklı grubun mini mental test skorları hasta gruba ait skorlara göre anlamlı olarak ( $p=0,026$ ) daha yüksek bulunmuştur. MOBİD test skorlarına bakıldığında iki grubun sonuçları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. (**Şekil 6.9**)

**Tablo 6.8: Gruplarımıza uygulanan kognitif testler**

GRUP	MMT (MEAN±SE)	MOBİD (MEAN±SE)
<b>SAĞLIKLI</b>	27,67 ± 1,23	23,67 ± 1,65
<b>HASTA</b>	22,67 ± 1,26	16,83 ± 2,18



**Şekil 6.9: Gruplarımıza uygulanan kognitif testler**

\*Sağlıklı ve Hasta grubunun MMT sonuçları arasındaki kıyaslama ( $p=0,026$ )

Ayrıca MOCA ile MMT skorlarının ilişkisi incelendiğinde aralarında pozitif yönde korelasyon bulunmuştur. ( $p=0,002$ )

## 7. TARTIŞMA

Bilindiği üzere yürüme sadece motor komponenti olan bir eylem değildir. Rutin yürümenin yüksek seviye kognitif girdileri kapsayan karmaşık bir görev olduğu ilk kez 2005 yılında Hausdorff ve ark'ları tarafından bildirilmiştir (34).

Yapılan bir çalışmada düz yolda yürüyüş sırasındaki daha yavaş yürüme hızının, hem psikomotor hızda azalma, hem de daha kötü bir yürütücü fonksiyon ile ilişkili olduğu iddia edilmiştir. Yürütücü fonksiyon olarak ise kognitif fleksibilite, inhibisyon kontrolü, problem çözme ve planlama ile ilişkili kognitif alanlar tanımlanmaktadır. Bu alanların, temel kognitif becerilerin ve dikkat kaynaklarının organizasyonu yoluyla hedef odaklı davranışı planlanma, başlatma, yürütme ve denetleme süreçleri için gerekli olduğu not edilmiştir. Araştırmacılar 65 ile 92 yaş arasındaki bireylerde (n= 106) yapılan bu çalışmada, kognitif fleksibilite ve set değiştirme değerlerinin bir engeli aşma sırasındaki hız ile ilişkili olduğunu, aksine normal yürüme hızıyla bağlantısının olmadığını göstermişlerdir. Ayrıca engeller üzerinden geçme, bir obje kaldırma gibi bazı karmaşık görevler sırasında yürüme hızlarında değişiklik olduğu, oysa yürürken konuşmak ve bir paket taşımak gibi görevlerde farklılık tespit edilmediği bildirilmiştir. Aynı çalışmada düz yolda yürümeye göre eğimli yollarda yürümenin farklı motor kontrol işlemleri ve muhtemelen planlama ve navigasyon gibi çeşitli kognitif süreçleri kapsadığı bildirilmiştir. Bunun etkilenmiş fiziksel ve yürütücü fonksiyon ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (35).

Diğer yandan Wang ve ark'ı bizim de çalışmamızda incelediğimiz hasta grubu gibi inme tanılı bireylerle yapılmış araştırmaları kapsayan bir meta analiz gerçekleştirmiş ve uygulanan kognitif motor girişimlerin tek görev egzersize kıyasla daha efektif olduğunu bildirmişlerdir. Bu yapılan sistematik derlemede 15 adet randomize kontrollü çalışma incelenmiştir. İnmeli bireylerde (n=395) yürümenin ve dengenin iyileşerek gelişmesinde kognitif motor girişimlerin ortaya koyduğu kanıtlar analiz edilmiştir. Kognitif motor girişim uygulanan grup ile kontrol grup arasında yürüme hızı, adım uzunluğu, ritim, Berg denge testi performansında, basınç merkezinin salınımlarında, 2 ve 6 dakikalık yürüyüşlerde, 10 ve 400 metrelik yürüyüşlerde ve



fonksiyonel bağımsızlık ölçümlenmesinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu saptanmıştır (36). Tüm bu parametrelerdeki ilerlemeler kliniksel olarak inmeli hastalar için çok önemli olup yürüyüş performansı ile yürütücü fonksiyonların performansı arasındaki ilişkinin göreve bağlı olduğunu göstermiştir.

Yürüyüş Vandenbossche ve ark'ın çalışmasında bahsedildiği gibi otomatik döngüsü olan bir davranıştır (37). Bu otomatikliğin kazanımı, standart bir çevrede sıralı reaksiyon zaman (SRT= serial reaction time) görevi gibi prosedürü olan öğrenme görevleri kullanılarak incelenebilir. SRT görevi, yürüyüştekinе benzer olarak deneklerin tekrar eden uyarınları insidental olarak öğrendikleri bilgisayarlı reaksiyon zaman deneyimi gibidir (38). Ancak yürüyüş parametreleri ikili görev şartları yüzünden engellenir ve yüksek algısal yük veya dikkat altında gerçekleşir ise otomatik olmaktan çıkmaktadır (39-42).

Biz de çalışmamızda perturbasyon uygulaması üzerinden yürümenin otomatikliğini bozarak, gönüllülerimizin hedef odaklı dikkat etmelerini, hareketi planlama, başlatma, yürütme, monitörize etme gibi birçok süreci yaşama ve kullanmalarını zorunlu kılacak bir kognitif motor girişim uyguladık. Bu bağlamda yürüyüş sırasında perturbasyon gibi değişik bir mekanosensitif sürece maruz kalınırsa dengeleyici bir reaksiyon ve adaptasyon gerçekleştirmek için beyin yapısında çok daha fazla kognitif girdi olacağını ve bu duruma paralel olarak devreye giren kortikal merkezlere ait metabolik aktivasyonda ve serebral dolaşımında artış gerçekleşebileceğini öngördük.

Yürüyüş sırasındaki kortikal aktiviteyi ölçme girişimi ilk olarak La Fougere ve ark tarafından 2010'da PET scan kullanılarak yapılmış, ancak elde edilen sonuçlar bu bölgeye ait aktiviteyi göstermeye yeterli olmamıştır (43). Bunun yanı sıra fMRI ve EEG gibi yöntemler de tercih edilmiş olup Gwin ve ark'nın bir çalışmasında hastalar yürürken ve hatta yürüme bandında koşarken dahi EEG kayıtları yapılmıştır. Fakat boyun kasları ve göz küresine ait hareketler EEG ölçümleri sırasındaki kayıtların kalitesini etkileyebilmektedir (44).

Bu çerçeveden bakıldığında biz de çalışmamızda beyin/doku kan akımı hakkında indirekt olarak sonuç alabileceğimiz NIRS sistemi ile anlık Hb ölçümleri gerçekleştirdik. Bu sırada ölçümlediğimiz HbO<sub>2</sub> ve HHb değerlerinin istatistiksel analizleri neticesinde sonraki paragraflarda tartışacağımız şu verileri elde ettik.

Yürüyüş protokolümüzün ilk aşaması olan NA ile yürüme döneminden RA ile yürüme dönemine geçildiğinde gerek hasta gerekse sağlıklı grubun HbO<sub>2</sub> değerleri artış gösterdi. (**Şekil 6.2**) Bu artışlar içinde istatistiksel olarak sadece sağlıklı grubunki anlamlı idi ( $p=0,046$ ). Aynı süreçte kaydedilen HHb değerlerine bakıldığında yine NA döneminden RA dönemine geçildiğinde ve iki grupta da anlamlı olmayan düşüşler saptandı. (**Şekil 6.2**)

Yürüyüş protokolümüze ait perturbasyonlu yürüme dönemleri incelendiğinde; Hasta grubunun HbO<sub>2</sub> değerleri -P3 hariç- setler ilerledikçe artış göstermekle beraber setlerdeki değerler arasındaki farklar anlamlı değildi. (**Şekil 6.3**) Sağlıklı grubun HbO<sub>2</sub> değerleri de yine setler devam ettikçe artış gösterdi. Bu artışlar P4 setine kadar anlamlılık ifade etti. (**Şekil 6.4**) HHb değerindeki değişimin genel karakteri ise her iki grupta da aynı oldu. Başlangıçta P1 setinden P2'ye geçerken görülen düşüş sonraki setlerde aynı seviyede devam etti. HHb değerlerine ait setler arasındaki farklarda istatistiksel açıdan herhangi bir anlamlılık saptanmadı. (**Şekil 6.3 / 6.4**)

Çalışmamızdaki yürüyüş protokolümüzün bütününe bakacak olursak; sağlıklı gruba ait HbO<sub>2</sub> parametresi mutlak değer olarak her NP dönemini takip eden P döneminde azalıp daha sonra gelen NP döneminde tekrar yükselme gösterdi. (**Tablo 6.7**) (**Şekil 6.8**) HHb parametresine ait değer ise P1 setinde artış gösterdikten sonra onu takip eden NP2 setinde başlangıç düzeyine düşerek sonraki setlerdeki değerlerle birlikte plato görüntüsü oluşturdu. (**Şekil 6.8**)

Hasta grubunun HHb değeri sağlıklı gruba benzer şekilde yanıt oluşturdu (**Şekil 6.7**). Tekrar edilen P ve NP setlerinde ölçülen HbO<sub>2</sub> değerleri arasındaki farklılıklar anlamlı olmayıp sağlıklı gruptaki gibi belirli bir düzen arz etmedi. (**Şekil 6.7**)

Çalışmamızda ortaya çıkan HbO<sub>2</sub> ve HHb sonuçlarından anlaşıldığı kadarıyla şunu söyleyebiliriz ki; normal ayakkabıdan farklı bir amaçla tasarlanmış ReStep ayakkabısıyla ilk yürüme ve sonrasındaki yürüyüş protokolü sırasında uyguladığımız perturbasyon süreci, NIRS sistemiyle ölçümlediğimiz kortikal alanlardaki dolaşımı arttırmıştır. Bu durumun ilgili görevle ilişkili nöronal yapıların metabolik aktivasyonları neticesinde ortaya çıkması muhtemeldir. Perturbasyon uygulamasının bu etkisi sağlıklı grupta hasta gruba göre daha belirgin olarak görünmektedir.

Bediz ve ark'ın çalışmasında da egzersizin bilişsel performans üzerine etkisi, egzersiz sırasında ve sonrasında konu edilmiş, literatürde beyindeki metabolik aktivitenin, büyük ölçüde bilişsel görevler sırasında arttığı tezinin kabul edildiğini vurgulamışlardır. Metabolik aktivite artışına bağlı olarak nöronlarda enerji tüketiminin oksijen ve glikoza artan talebi karşılamak için serebral kan akımında bir artış olduğunu, bu nedenle, beyin oksijenlenmesindeki artışı bilişsel yükün fizyolojik göstergesi olarak kabul edildiği şeklinde açıklamışlardır. Bu yaklaşım bizim saptadığımız sonuçlarla da desteklemektedir (45).

Bizim çalışmamıza benzer şekilde nöronal merkezlerdeki metabolik aktivasyonu araştıran Kurz ve ark'nın çalışmasında yürüme bandı üzerinde farklı bir protokol ile yürüme incelenmiştir. Araştırmacılar öne doğru yürüyüşe göre arkaya doğru yürüyüş sırasında HbO<sub>2</sub> de artma ve HHb de azalma yönünde daha büyük değişkenlik saptamışlardır. Yürüme sırasındaki bu değişkenliğin daha fazla kortikal aktiviteden dolayı gerçekleştiğini ve primer sensorimotor kortekslere ilaveten süplemanter motor bölge (SMA) ve prefrontal kortekslerin (PFC) yürümenin daha karmaşık formlarında rol oynadığı tezine ulaşmışlardır. Ayrıca ritmik kol ve bacak hareketleri sırasındaki koordinasyonda SMA'nın önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada PFC ve SMA'nın özellikle karmaşık yürüme sırasındaki faaliyetleri NIRS sistemi ile HbO<sub>2</sub> değerindeki artış tespit edilerek gösterilmiştir (46).

Yine NIRS sisteminin kullanıldığı bir başka çalışmada, yürüyüş faaliyetinin - konuşma görevi ile birlikte yapıldığında- PFC aktivitesini artırdığı gösterilmiştir.

Araştırmacılar PFC'in genellikle dikkat gerektiren aktiviteler sırasında aktif olduğunu vurgulamışlardır (47).

Normal yürüyüş ile dikkatli adımlama sırasındaki değişikliklerin incelendiği bir çalışmada normal yürümeye kıyasla dikkatli adım atma görevinin ilk yarısında ortaya çıkan daha fazla PFC aktivasyonu, HbO<sub>2</sub>'de artış ve HbR'de düşüş ile gösterilmiştir. Bu hemodinamik aktivasyonun hem normal yürüme ve hem dikkatli adımlamaya başlamadan önce de meydana geldiği vurgulanmıştır. Böylelikle PFC'in özellikle dikkat gerektiren görevler sırasında aktive olduğu bu çalışmada da gösterilmiştir (48).

Maidan ve ark'ları parkinsonlu hastalarda yürürken dönme sırasında meydana gelen donmayı (freeze of gate = FOG) NIRS sistemiyle incelemiştir. Hastalar yürürken daha evvelden belirlenen dönmeler esnasında HbO<sub>2</sub> miktarında FOG'den önce ve FOG sırasında anlamlı olarak artma görülmüş, buna karşın beklenmeyen dönmelerde ise herhangi bir anlamlı artış olmadığını saptanmıştır. Araştırmacılar bu sonuçların ışığında FOG nöbetleri ve frontal lob HbO<sub>2</sub> değişikliklerinin arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır. FOG'den önce, özellikle beklenen dönmeler esnasında PFC'te Brodmanın 10. bölgesindeki artmış olan aktivasyonun, motor planlama, bilgi işleme ve FOG arasındaki bağlantıyı işaret ettiği ve bu bölgenin yürütücü işlevlerde önemli rol oynadığı vurgulanmıştır (24).

Ancak yürütücü fonksiyon görevleri için sadece frontal lobların ve yakın bağlantılı ağların aktif olmadığını, anterior ve posterior serebral diğer bazı bölgelerin de bu kognitif alanlara yardım ettiklerini savunan araştırmalar da mevcuttur (49, 50). Bu konuların aydınlatılması için daha çok ve detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Yapılan bir başka çalışmada gönüllüler yürümeleri sırasında meydana gelecek itilmelere karşı daha önce uyarılmış ve PFC'de ortaya çıkan aktivite artışı NIRS ile gösterilmiştir. Bu hazırlayıcı aktivasyonun daha çok dorsolateral PFC'de işlenen

“dikkat ayırımına” ait olduğu ve bu durumun zorluğu artan bir görevin yapılması sırasında ortaya çıktığı vurgulanmıştır (51).

Yine kognitif girişim olarak yürüyüşün tercih edildiği bir araştırmada, Miralman ve ark düz yürüme, ileri sayarak yürüme, 7 çıkararak yürüme ve 7 çıkararak durma periyotlarını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar NIRS sistemini bizim çalışmamızdaki uygulamaya benzer şekilde aynı frontal yerleşimle EEG 10-20 sistemine ait Fp1 ve Fp2 noktalarından kayıt yaparak kullanmışlardır. Bilgiler her periyotta 30 metreyi 5 kere yürütülerek elde edilmiş; her yürümeden önceki 20 saniyelik sakin durma sırasında temel frontal lob aktivitesini ölçümlemişlerdir. Sonuç olarak tüm periyotlar arasında HbO<sub>2</sub> seviyelerinde kademeli olarak artış olacak şekilde anlamlı fark tespit edilmiştir. En düşük HbO<sub>2</sub> seviyesi “sadece düz yürüme” esnasında saptanırken, bunu sırasıyla ileri sayarak yürüme ve 7 çıkararak yürüme periyotları izlemiştir. Normal yürüme ve durma arasında veya numara çıkarma ile birlikte veya onsuz durma arasında HbO<sub>2</sub> seviyesinde anlamlı fark görülmemiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi elde edilen değişiklikler kelimelerin sözel olarak kullanılmasına bir yanıt değil, yürüme sırasında gerçekleşen kognitif yüke bağlı olarak ortaya çıkmıştır (6).

Literatürü incelediğimizde perturbasyonun etkinliğini araştıran farklı araştırmalar mevcuttur. Bunlardan birisi Bar-Haim ve ark'nın hemiparezili ve serebral palsili (CP) kişilerde perturbasyon uygulamalı eğitim çalışmasıdır. Araştırmacılar fraktal boyut (fractal dimension) ve yaklaşık entropi (approximate entropy) parametrelerini baz alarak yürüme güçlüğü olarak tanımlanan endekste hastalara ait değerlerin olumlu yönde değiştiğini ortaya koymuşlardır. Bu değişimler adımlama zamanında ve çift destek zamanında azalma, yürüme hızında artma olarak tespit edilmiştir. Kısacası bu çalışmada perturbasyon uygulayarak yürüyüş fonksiyonunda anlamlı bir mekaniksel düzelme sağlandığı gösterilmiştir (2).

Bir diğer çalışmada fizyoterapiye ek olarak rastgele perturbasyon uygulanan CP'li çocukların motor becerilerinde performans artışı ve verilen zamanda daha fazla

basamak çıkabildikleri Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü ve Kaba Mekanik Verimlilik Ölçümleri ile ortaya konmuştur (3).

Woollacott ve ark da CPli çocuklarda mekanik pertürbasyonlar ile reaktif denge çalışmasının, denge kontrolündeki gelişmelere katkıda bulunan olası nöral mekanizmaları araştırmışlardır. Çalışmaya katılan gönüllüler, reaktif denge kontrolü için hareket edebilen platformda her gün 100 pertürbasyona tabi tutularak 5 günlük yoğun eğitime alınmışlardır. Çalışmada nöromüsküler yanıtlarda olan değişiklikleri tespit etmek için, eğitimden önce, eğitimden hemen sonra ve eğitimden 1 ay sonra yüzeysel elektromiyografi cihazı ile ölçümlene yapılmıştır. Perturbasyonlarla gerçekleştirilen reaktif denge kontrolü eğitiminin : (1) çocukların stabiliteyi daha hızlı geri kazanmalarına zemin hazırlayan, kasların daha hızlı kasılmasına (2) distal-proksimal kas kasılma dizisinin art arda ve daha düzenli ortaya çıkmasına (3) kas aktivite şiddetini ayarlamak için becerilerinin iyileşmesine (agonist şiddetinin artması ve antagonist şiddetinin azalması, koaktivasyonun azalması ) sebep olduğu gösterilmiştir. Spastik hemipleji ya da dipleji'li her çocuk eğitime dahil olma şiddetine bağlı olarak, performanslarında farklı kombinasyonlarla değişik seviyelerde gelişim göstermişlerdir (52).

Shumway-Cook ve ark yine CP'li çocuklarda gerçekleştirdikleri ve mekanik pertürbasyonları temel alan çalışmalarında postürel dengede düzelme ve stabilitede iyileşme olduğunu göstermişlerdir (53).

Ayrıca Maki ve ark'ları ileri yaştaki bireylerde kaotik perturbasyon uyguladıkları bir çalışmada katılımcıların yürüme hızında artış, adım zamanı ve çift destek zamanında azalma saptamıştır (54).

Bu çalışmaların hepsi perturbasyonun fonksiyonel kazanımlarını göstermektedir. Anlaşılacağı üzere farklı yaş ve sağlık durumlarındaki bireylerin fonksiyonelliklerini iyileştirmede ve hareket dinamiğinin mekanik ölçütlerini düzeltmede perturbasyon gibi bir kognitif motor girişimin faydalarına yönelik biriken veriler her geçen gün artmaktadır; ancak bizim çalışmamıza ait perturbasyon girişimleri sırasında inmeli

grubumuza ait frontal bölgede neden anlamlı bir aktivasyon göremediğimiz ise açıklanmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada hasta grubundaki bireylerin metabolizmasını anlık artıramayacak düzeyde lezyonlu bir serebral yapıya sahip olduklarını ve bununla ilişkili olarak yürütücü fonksiyonları etkilenen kortikal alanların varlığının ihtimal dâhilinde olabileceğini not edebiliriz. Çalışmamızdaki kognitif testlerden MMT skorlarının hasta grubumuzda sağlıklı gruba göre daha düşük çıktığını hatırlayacak olursak böyle bir düşüncenin üzerinde durulmasının dikkate değer olduğunu düşünüyoruz.

Friedman ve ark'larının bir çalışmasında inme sonrası hastaların (n=197) yürüme fonksiyonundaki iyileşme süreci takip edilmiş ve mobil olan bireylerin MMT skoru  $22.0 \pm 7.6$  olarak bulunmuştur. Bu sonuç bizim çalışmamızdaki inme grubundaki gönüllülerin MMT skoru ( $22.67 \pm 1.26$ ) ile çok yakındır. Bu durum çalışmamızın -n sayısını düşük olmakla birlikte- kognitif test sonuçlarının güvenilirliği açısından önemli bir destek oluşturmaktadır (55).

Ayrıca perturbasyon uygulamasının uzun erimli sonuçları bir yana üst merkezlere yönelik akut etkilerin gösterildiği araştırmalara fazlaca ihtiyaç olduğunu bu noktada tekrar vurgulamamızda fayda vardır. Zira yapılan bir araştırma sonucunda; yürüme hızındaki değişiklikler, yaş ve kognitif motor girişim (CMI) gibi parametreler arasındaki ilişkinin yürüyüş üzerine olan etkisinin yanı sıra kognitif durumun seviyesi ve CMI arasındaki ilişkinin de yürüyüşün kontrol mekanizmalarını anlamak için önemli olduğunu bildirilmiştir. Özellikle internal etkenleri içeren kognitif görevlerin eksternal etkenleri içeren faktörlerden daha fazla yürüme performansını bozduğu ileri sürülmüştür (56).

Diğer yandan bizim çalışmamıza katılan inmeli bireyler, kognitif düzeyleri her ne kadar sağlıklılara göre etkilenmiş olsa da yürüyüş protokolünü sonuna kadar sürdürerek testi bitirebilmişlerdir. Bu bağlamda fiziksel performanslarının çok da kötü olmadığını söyleyebiliriz. Bunun nedeninin bu gruba dahil edilen gönüllülerin Modifiye Rankin Skalasına göre (25) 2 veya 3 düzeyine göre seçilmiş olmalarından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Mawase ve ark'larının CP'li hastalarla yapılan çalışmasında da perturbasyon uygulayan yürüme bandı üzerinde gerçekleştirilen ilk uygulamada bizim çalışmamızda da görüldüğü gibi hastalar sağlıklılar kadar adapte olamamışlardır. Bu çalışmada adaptasyon parametresi, yürüme sırasındaki COP simetrisi olarak tanımlanmıştır. Süreç sırasında uygulanan 30 tedavi seansı sonrasında, CP'li grupta perturbasyona yanıt olarak adaptasyonun anlamlı bir şekilde arttığı görülmüştür (57). Bu bilgi bizim çalışmamızda ilk defa ve maksimum perturbasyona maruz kalan bireylerin niçin adapte olamadığını izah etmektedir.

Burada tartışılması gereken bir diğer önemli konu çalışmamıza ait kısıtlılıklardır. Birinci kısıtlılık Hb parametrelerinin ölçümünde kullanılan sisteme ait sensör sayısının az olmasıdır. Bu sırada iki kanallı NIRS cihazı kullanılmış ve saçlı deri üzerinden kayıt yapılamamıştır. Bu nedenle yürüyüş sırasında etkili olabilecek tüm kortikal bölgeler değil sadece prefrontal alana ait aktivasyon analizi yapılabilmektedir.

İkinci kısıtlılık ise gönüllü sayısı olabilir. Araştırdığımız teknik olan Perturbasyon uygulamasının etkinliğini ortaya koymak, standart şartlarda araştırmamızı yapmak ve güvenilir sonuçlara ulaşmak adına çalışmaya katılacak olan gönüllüler birçok kriterle uygun olarak seçilmiştir. Bu bağlamda ayrıntılarını materyal metot bölümümüzde açıkladığımız noktalar sebebiyle ve de NIRS ölçümlemesinin verebildiği detaylı değerlere göre, istatistiksel olarak anlamlılık açısından minimum olgu sayısı ile çalışılmıştır. Diğer yandan literatürdeki benzer çalışmalarını göz önüne alırsak olgu sayımız ve her birinde yaptığımız ölçümleme sayısının yeterli olduğu söylenebilir.

Çalışmamızın sonunda şunu söyleyebiliriz ki; NIRS sistemi ve perturbasyon uygulaması fiziksel rehabilitasyon alanında kullanılabilirlik açısından önemli ve faydalı paradigmlar olarak karşımızda durmaktadır. Bu bağlamda bizim bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçların gelecekte bu çerçevede planlanacak araştırmalara ışık tutacağını umut ediyoruz.



## 8. SONUÇ

Birinci motor nöron etkilenmelerinde kullanılmaya başlanan, son dönem nörorehabilitasyon paradigmalarından biri olan perturbasyon uygulamasının -serebral yapıya yönelik- plastisite etkisini, yine son dönemlerde geliştirilen ve fiziksel nörorehabilitasyon değerlendirmelerinde literatürde kullanımı ilk olacak NIRS sistemi ile göstermeyi hedeflediğimiz çalışmamızda;

- (1) Perturbasyon uygulamasının, sağlıklı grupta hasta gruba göre daha belirgin olarak, özellikle dikkat gerektiren görevler sırasında, motor planlamada ve bilgi işleme süreçlerinde aktive olan prefrontal kortekste dolaşımı arttırdığını gösterdik. Nihayetinde bu durum, ilgili görevle ilişkili nöral merkezlerde aktivite artışı olarak düşünülebilir ve plastik gelişime paralel etki olarak kabul edilebilir.
- (2) Buna ilave olarak rehabilitasyon uygulama sürecindeki anlık ve direk etkinin hem ölçümlene hem de değerlendirmesi aşamalarında NIRS sistemini kullanmanın bilim insanları, fizyoterapistler ve konu ile ilgilenen diğer sağlık profesyonelleri için yeni bir bakış açısı getirecek özgünlükte olduğuna ve objektiflik getireceğine inanıyoruz.

Sonuç olarak nörorehabilitasyonda yeni yöntemlerden biri olarak vurgulanan Perturbasyon uygulamasının inermeli bireyler üzerindeki etkinliğinin serebral merkezlerde de bir yansımasının olduğunu -diğer bir deyişle bu mekano-proprioseptif yöntemin plastisiteye etkisinin kanıtlarını- elde ettiğimiz sonuçlarda görmekteyiz; ancak literatürdeki kaynak sayısının azlığını dikkate aldığımızda bu tedavi paradigmasının gelecekte yapılacak olan araştırmalarla daha çok sorgulanması ve analiz edilmesinin önemli olduğunu düşünüyoruz.

## 9. KAYNAKLAR

1. Piper SK, Krueger A, Koch SP, Mehnert J, Habermehl C, Steinbrink J, et al. A wearable multi-channel fNIRS system for brain imaging in freely moving subjects. *NeuroImage*. 2014;85 Pt 1:64-71.
2. Bar-Haim S, Harries N, Hutzler Y, Belokopytov M, Dobrov I. Training to walk amid uncertainty with Re-Step: measurements and changes with perturbation training for hemiparesis and cerebral palsy. *Disability and rehabilitation Assistive technology*. 2013;8(5):417-25.
3. Bar-Haim S, Harries N, Belokopytov M, Lahat E, Kaplanski J. Random perturbation: a potential aid in treatment of children with cerebral palsy. *Disability and rehabilitation*. 2008;30(19):1420-8.
4. Perrey S. Non-invasive NIR spectroscopy of human brain function during exercise. *Methods*. 2008;45(4):289-99.
5. Bediz CS, Gdc . Egzersiz ve Beyin : Karakutu Artık Işık Alıyor. *Genel Tıp Dergisi*. 2015;2015;25:1.
6. Mirelman A, Maidan I, Bernad-Elazari H, Nieuwhof F, Reelick M, Giladi N, et al. Increased frontal brain activation during walking while dual tasking: an fNIRS study in healthy young adults. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014;11:85.
7. Rupp T, Jubeau M, Millet GY, Wuyam B, Levy P, Verges S, et al. Muscle, prefrontal, and motor cortex oxygenation profiles during prolonged fatiguing exercise. *Advances in experimental medicine and biology*. 2013;789:149-55.
8. Eyiğr S, Kirazlı Y. İnme Rehabilitasyonu. *Yoğun Bakım Derneği Dergisi*. 2005;3(1):30-8.

9. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology*. 2004;3(9):528-36.
10. Dettmers C, Teske U, Hamzei F, Uswatte G, Taub E, Weiller C. Distributed form of constraint-induced movement therapy improves functional outcome and quality of life after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(2):204-9.
11. Howe TE, Taylor I, Finn P, Jones H. Lateral weight transference exercises following acute stroke: a preliminary study of clinical effectiveness. *Clinical rehabilitation*. 2005;19(1):45-53.
12. Cheng PT, Wang CM, Chung CY, Chen CL. Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients. *Clinical rehabilitation*. 2004;18(7):747-53.
13. Thielman GT, Dean CM, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: task-related training versus progressive resistive exercise. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(10):1613-8.
14. Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2005;36(1):80-5.
15. Aoyagi Y, Tsubahara A. Therapeutic orthosis and electrical stimulation for upper extremity hemiplegia after stroke: a review of effectiveness based on evidence. *Topics in stroke rehabilitation*. 2004;11(3):9-15.
16. Schleenbaker RE, Mainous AG, 3rd. Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1993;74(12):1301-4.

17. Haksever B. Pertürbasyon Eğitimi 2014. Available from: <http://www.slideshare.net/tunahantolga33/perturbasyon-egitimi>
18. wikipedia.org. Pertürbasyon Teorisi 2015 [updated 10 Ağustos 2015 ]. Available from: [https://tr.wikipedia.org/wiki/Pert%C3%BCrbasyon\\_teorisi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Pert%C3%BCrbasyon_teorisi).
19. Saper CB, Iversen S, Frackowiak R. Integration of Sensory and Motor Function: The Association Areas of the Cerebral Cortex and the Cognitive Capabilities of the Brain. In: Kandel ER, editor. Principles of Neural Science. 4th\_Edition ed: McGraw-Hill Companies; 2000. p. 305-9.
20. Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society. 2008;23(3):329-42; quiz 472.
21. [www.stepofmind.com](http://www.stepofmind.com). What is the Re-Step™ system and how does it work? Available from: <http://www.stepofmind.com/re-step-for-professionals/>.
22. Ozgoren M, Tetik M, Izzetoglu K, Oniz A, Onaral B. Effect of Body Position on NIRS Based Hemodynamic Measures from Prefrontal Cortex. Zhang H, Hussain A, Liu D, Wang Z, editors: Springer Berlin Heidelberg; 2012.
23. Scholkmann F, Kleiser S, Metz AJ, Zimmermann R, Mata Pavia J, Wolf U, et al. A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology. NeuroImage. 2014;85 Pt 1:6-27.
24. Maidan I, Bernad-Elazari H, Gazit E, Giladi N, Hausdorff JM, Mirelman A. Changes in oxygenated hemoglobin link freezing of gait to frontal activation in patients with Parkinson disease: an fNIRS study of transient motor-cognitive failures. Journal of neurology. 2015;262(4):899-908.
25. Modifiye Rankin Skalası

26. Step of Mind Ltd , inventorRe-Step. Netherlands2012 2012-03-16.
27. Artinis Medical System PortaLite™ editor. PortaLite Leaflet—ver1310. Netherlands2013.
28. Dat M. Near Infrared Spectroscopy [Power Point Presentation]2015.
29. KTUME LABORATUARI. ELEKTROENSEFALOGRAM (EEG) ÖLÇÜMÜ DENEY 6 Available from:  
[http://eee.ktu.edu.tr/labs/med.end/medical\\_electronics\\_lab\\_foy.html](http://eee.ktu.edu.tr/labs/med.end/medical_electronics_lab_foy.html).
30. GÜNGEN C, ERTAN T, EKER E, YAŞAR R, ENGİN F. Standardize Mini Mental Test'in Türk Toplumunda Hafif Demans Tanısında Geçerlik ve Güvenilirliği. Türk Psikiyatri Dergisi. 2002;13(4):273-81.
31. SELEKLER K, CANGÖZ B, ULUÇ S. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MOBID)'nin Hafif Bilişsel Bozukluk ve Alzheimer Hastalarını Ayırt Edebilme Gücünün İncelenmesi. Turkish Journal of Geriatrics. 2010;13 (3):166-71.
32. Selekler K, Cang,z B. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği Montreal Cognitive Assessment (MOCA). In: (MOCA) MBDÖMCA, editor. November 7, 2004 ed. [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org); [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org); 2009.
33. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bedirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. Journal of the American Geriatrics Society. 2005;53(4):695-9.
34. Hausdorff JM, Yogev G, Springer S, Simon ES, Giladi N. Walking is more like catching than tapping: gait in the elderly as a complex cognitive task. Experimental brain research. 2005;164(4):541-8.

35. Lowry KA, Brach JS, Nebes RD, Studenski SA, VanSwearingen JM. Contributions of cognitive function to straight- and curved-path walking in older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012;93(5):802-7.
36. Wang XQ, Pi YL, Chen BL, Chen PJ, Liu Y, Wang R, et al. Cognitive motor interference for gait and balance in stroke: a systematic review and meta-analysis. *European journal of neurology*. 2015;22(3):555-e37.
37. Vandebossche J, Deroost N, Soetens E, Coomans D, Spildooren J, Vercruyse S, et al. Freezing of gait in Parkinson's disease: disturbances in automaticity and control. *Frontiers in human neuroscience*. 2012;6:356.
38. Nissen MJ, Bullemer P. Attentional requirements of learning: evidence from performance measures. *Cognit Psychol*. 1987;19(1):1-32.
39. Hallett M. The intrinsic and extrinsic aspects of freezing of gait. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*. 2008;23 Suppl 2:S439-43.
40. Deroost N, Vandebossche J, Zeischka P, Coomans D, Soetens E. Cognitive control: a role for implicit learning? *Journal of experimental psychology Learning, memory, and cognition*. 2012;38(5):1243-58.
41. Coomans D, Deroost N, Zeischka P, Soetens E. On the automaticity of pure perceptual sequence learning. *Consciousness and cognition*. 2011;20(4):1460-72.
42. Deroost N, Coomans D, Soetens E. Perceptual load improves the expression but not learning of relevant sequence information. *Experimental psychology*. 2009;56(2):84-91.

43. la Fougere C, Zwergal A, Rominger A, Forster S, Fesl G, Dieterich M, et al. Real versus imagined locomotion: a [18F]-FDG PET-fMRI comparison. *NeuroImage*. 2010;50(4):1589-98.
44. Gwin JT, Gramann K, Makeig S, Ferris DP. Removal of movement artifact from high-density EEG recorded during walking and running. *Journal of neurophysiology*. 2010;103(6):3526-34.
45. Bediz CS, Oniz A, Guducu C, Ural Demirci E, Ogut H, Gunay E, et al. Acute Supramaximal Exercise Increases the Brain Oxygenation in Relation to Cognitive Workload. *Frontiers in human neuroscience*. 2016;10:174.
46. Kurz MJ, Wilson TW, Arpin DJ. Stride-time variability and sensorimotor cortical activation during walking. *NeuroImage*. 2012;59(2):1602-7.
47. Holtzer R, Mahoney JR, Izzetoglu M, Izzetoglu K, Onaral B, Verghese J. fNIRS study of walking and walking while talking in young and old individuals. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2011;66(8):879-87.
48. Koenraadt KL, Roelofsen EG, Duysens J, Keijsers NL. Cortical control of normal gait and precision stepping: an fNIRS study. *NeuroImage*. 2014;85 Pt 1:415-22.
49. Collette F, Hogge M, Salmon E, Van der Linden M. Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*. 2006;139(1):209-21.
50. Stuss DT, Alexander MP. Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological research*. 2000;63(3-4):289-98.

51. Mihara M, Miyai I, Hatakenaka M, Kubota K, Sakoda S. Role of the prefrontal cortex in human balance control. *NeuroImage*. 2008;43(2):329-36.
52. Woollacott M, Shumway-Cook A, Hutchinson S, Ciol M, Price R, Kartin D. Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy: a pilot study. *Developmental medicine and child neurology*. 2005;47(7):455-61.
53. Shumway-Cook A, Hutchinson S, Kartin D, Price R, Woollacott M. Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*. 2003;45(9):591-602.
54. Maki BE. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1997;45(3):313-20.
55. Friedman PJ. Gait recovery after hemiplegic stroke. *International disability studies*. 1990;12(3):119-22.
56. Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, Dennis A, Howells K, Cockburn J. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 2011;35(3):715-28.
57. Mawase F, Bar-Haim S, Karniel A, Shmuelof L. Locomotor adaptation in Cerebral Palsy patients is constrained by their increased performance variability.



## 10. EKLER

### EK 10.1

#### GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

**“Nörorehabilitasyon modeli olan pertubasyon uygulamasının beyindeki olası plastisite süreci üzerine etkisinin NIRS sistemi kullanılarak incelenmesi”**

*Sayın katılımcımız;*

Medipol Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü tarafından yürütülmesi planlanan bu çalışmada yer almanız isteğinize bağlıdır. Çalışmamıza 10 hasta dahil edilecektir. Çalışmayı reddetme, çalışmanın herhangi bir yerinde ayrılma hakkına sahipsiniz. Bu durum herhangi bir cezai duruma veya tedaviniz için herhangi bir olumsuzluğa yol açmayacaktır.

Sizlere çalışmamız hakkında kısa bir bilgi vermek isteriz:

Nörolojik rehabilitasyonda uygulanan farklı yöntemler, inme, multipl skleroz, parkinson, serebral palsi ve bunun gibi birçok farklı hastalılardan etkilenmiş kişilerin engellilik ve özürlülüklerini azaltmada, dolayısıyla da bağımsızlıklarını kazanmada çok önemli bir rol üstlenmektedirler. Yapılan rehabilitasyon uygulamalarının etkinliği tedavi öncesi ve tedavi sonrası yapılan değerlendirmeler arasındaki fark ile gösterilmektedir. Ancak bu fark yapılan rehabilitasyon uygulamasının anlık ve direk etkinliğini gösterememektedir. Ayrıca çoğunun sahip olduğu -anket ve puanlama sistemi kullanılan- değerlendirme skalalarında, hastanın ve değerlendirmeyi yapan sağlık profesyonelinin yorumlama yapması gerektiğinden, belli bir oranda sübjektivite taşımaktadırlar.

Yapacağımız araştırmada birinci motor nöron etkilenmelerinde kullanılmaya başlanan, son dönem nörorehabilitasyon uygulamalarından olan pertubasyon uygulamasının beyinde yarattığı plastisite etkisini, yine son dönemlerde geliştirilen ve fiziksel nörorehabilitasyon değerlendirmelerinde literatürde kullanımı ilk olacak NIRS, diğer adı ile optik topografi sistemini kullanarak göstermeyi hedeflemekteyiz.

Çalışma sırasında size fizyoterapistinizin vermiş olduğu testler ve yapılacak uygulamadan farklı hiçbir Şey yapılmayacaktır. Yalnızca yapılan uygulama ve test sonuçlarınız kaydedilecektir.

Çalışmaya katılmanız halinde kliniğe çağırılacaksınız. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar kimliğiniz bildirilmeden sadece bilimsel amaçlarla yayınlanacaktır. Bu onam formunun bir rneği size verildikten sonra çalışmaya başlanacaktır.

Çalışmamız hastane etik kurulundan izin alarak gerçekleştirilmektedir. Çalışma Prof. Dr. Gökhan Metin kontrolünde Uzman Fizyoterapist Bülent Abut zsezikli tarafından yürütülecektir.

Katılımlınız için teşekkür ederiz.

## EK 10.2

### KATILIMCININ / HASTANIN BEYANI

Sayın Uzm. Fzt. Bülent Özsezikli tarafından Medipol Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü tarafından yürütülmesi planlanan tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam fizyoterapist ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımını sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağını bilincindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İstedğim taktirde imzalı olan bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

## **GÖNÜLLÜ ONAY FORMU**

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

### **GÖNÜLLÜNÜN veya VELAYET-VESAYET ALTINDA BULUNANLARIN VELİSİ-VASİSİ**

Adı-soyadı :  
İmzası :  
Adresi (varsa telefon no, faks no, ...) :  
Tarih :

### **ACIKLAMALARI VE ARAŞTIRMAYI YAPAN ARAŞTIRMACININ**

Adı-soyadı :  
İmzası :

### **RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİNİN**

Adı-soyadı :  
İmzası :  
Görevi :

**EK 10.3**

Tarih :

**KATILIMCI / HASTA DEĞERLENDİRME FORMU**

KATILIMCI / HASTA ADI SOYADI:

YAŞ:

CİNSİYET:

BOYU:

KİLO:

AYAK NUMARASI:

EL TERCİHİ :

HASTA İSE ETKİLENEN TARAF :

STANDARDİZE MİNİ MENTAL TEST PUANI :

MONTREAL BİLİŞSEL DEĞERLENDİRME TEST PUANI :

**EK 10.4**

**STANDARDİZE MİNİ MENTAL TEST**

**YÖNELİM ( Toplam puan 10 )**

Hangi yıl içindeyiz.....()

Hangi mevsimdeyiz.....()

Hangi aydayız.....()

Bu gün ayın kaçı.....()

Hangi gündeyiz.....()

Hangi ülkede yaşıyoruz.....()

Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız.....()

Şu an bulunduğunuz semt neresidir.....()

Şu an bulunduğunuz bina neresidir.....()

Şu an bu binada kaçınıcı kattasınız.....()

**KAYIT HAFIZASI (Toplam puan 3)**

Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın (Masa, Bayrak, Elbise) (20 sn süre tanınır) Her doğru isim 1 puan

.....()

**DİKKAT ve HESAP YAPMA (Toplam puan 5)**

100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin. Dur deyinceye kadar devam edin. Her doğru işlem 1 puan. (100, 93, 86, 79, 72, 65)

.....()

**HATIRLAMA (Toplam puan 3)**

Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri hatırlıyor musunuz? Hatırladıklarınızı söyleyin. (Masa, Bayrak, Elbise)

.....()

**LİSAN (Toplam puan 9)**

a) Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) 2 puan (20 sn tut)

.....()

b) Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin."Eğer ve fakat istemiyorum" (10 sn tut) 1 puan

.....()

c) Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söylediğimi yapın. "Masada duran kâğıdı sağ/sol elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın lütfen" Toplam puan 3, ( süre 30 sn ) her bir doğru işlem 1 puan

.....()

d) Şimdi size bir cümle vereceğim. Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın. (1 puan)

"GÖZLERİNİZİ KAPATIN" (arka sayfada)

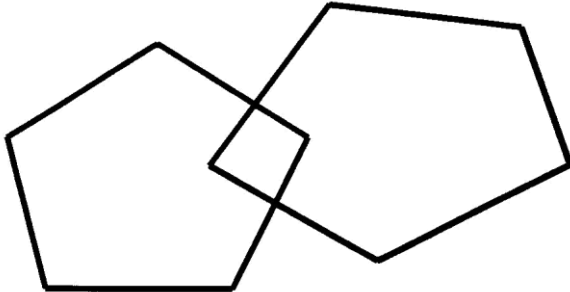
.....()

e) Şimdi vereceğim kâğıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (1 puan)

.....()

f) Size göstereceğim şeklin aynısını çizin. (arka sayfada) (1 puan)

.....()





## **STANDARDİZE MİNİ MENTAL TEST UYGULAMA KILAVUZU**

### **BASLANGIC**

1. Doğru kişinin test edildiğinden emin olmak üzere, kişinin isim ve soyadı sorulur.
2. Görme ve işitme için yardımcı cihazı varsa test esnasında bunların kullanılması sağlanır.
3. Testin uygulanacağı kişilere, bazı sorular sorulacağı söylenerek bilgilendirilir ve testin yapılması için izin alınır.
4. Sorular, anlaşılmadığı veya cevap vermeye teşebbüs edilmediği görüldüğünde, en fazla üç kez tekrar edilir ve yine cevap alınamazsa sözel veya fiziksel hiç bir ipucu vermeden sonraki soruya geçilir.
5. Test uygulanırken, bazı sorularda kullanılmak üzere, bir yüzünde büyük harflerle ve rahat okunabilecek biçimde yazılmış "GÖZLERİNİZİ KAPATIN" yazısı diğer yüzünde dört yanlı bir figür oluşturacak biçimde iç içe geçmiş iki beşgenin çizgili olduğu bir kâğıt bulundurulmalıdır.

### **UYGULAMA**

1. SMMT "Size bazı sorular sormak ve çözeniz için bazı problemler göstermek istiyorum, lütfen elinizden gelen en iyi cevabı vermeye çalışın" sorusu ile başlar.
2. Her bir sorunun klinik tecrübeye dayanan ve kolay anlaşılır kendi özel talimatı vardır.
3. Soruların soruluş şekli görüşmeciye bırakılmamış olup, önceden belirlenmiştir. Soruların tamamen belirle nen şekliyle sorulması gereklidir.
4. Soruların yanlarında cevapların yazılabileceği ve puanlandırılabilceği boşluklar bırakılmıştır. Böylelikle toplam puan test bittikten sonra sağlanabilir.
5. Zaman sınırlaması verilen sorularda, görüşmeci talimat bitiminden itibaren süre tutar. Hızlı cevaplama telaşına kapılmayı önlemek için testin uygulandığı kişiye süre tutulduğu bildirilmez. Müsaade edilen süre aşıldığında, görüşmeci "Teşekkürler, bu kadar yeterli" diyerek bir sonraki soruya geçer. Zaman sınırlaması, değişkenliği azaltmak, güvenilirliği arttırmak, hastanın yetersiz kaldığı sorular karşısında

katastrofik reaksi yonlar geliştirmesini önleyerek sükûnetini muhafaza etmek için konulmuştur. Zor bir soru üzerinde çalışıldığında; örneğın beş kenarlı figürlerin kopyasında, zaman dolduğu halde işlem sürmekteyse tamamlanması beklenilir.

## **YÖNELİM**

1.Hangi günde bulunulduğu sorulduğuunda, bulunulan günün bir gün öncesi ve bir gün sonrası doğru kabul edilir. Ay sorulduğuunda ayın son günü ise yeni ay ve yeni ayın ilk günü ise eski ay doğru kabul edilir. Mevsimlerde hava şartlarına göre görüşmeci cevabın doğruluğunu değerlendirmelidir.

2.Bulunulan ÷lke, şehir, semt, bina ve kat sorulur.

## **KAYIT HAFIZASI**

1. Görüşmeci hastadan 1 sn ara ile söyleyeceği 3 kelimeyi tekrar etmesini ister. 20 sn süre verilir, her doğru kelimeye 1 puan verilir, sıra ile tekrarı gerekmez.

2. Cevap verildikten sonra puanlandırılır. Yanlış veya eksik cevap verilmişse en fazla beş kez olmak üzere kelimeler tekrarlanıp testteki hatırlama bölümü için öğrenilmesi sağlanılır.

## **DİKKAT ve HESAP**

100'den geriye doğru 7 çıkartılarak sayılır. Her bir doğru çıkarma işlemi için 1 puan verilir. Yanlış yapılan işlemde puan düşüldükten sonra hastaya doğru rakam söylenerek devam edilmesi istenir.

## **HATIRLAMA**

Kayıt hafızası bölümündeki üç kelimenin (masa, bayrak, elbise) hatırlanması istenir. Sıra önemsenmez.

## LİSAN TESTLERİ

1. Kalem ve saat gösterilerek ne olduğu sorulur. Cevap için 10 sn verilir.(Toplam puan 2)
2. Yandaki cümlenin tekrarı istenir: "Eğer ve fakat istemiyorum" 10 sn süre verilerek kelimesi kelimesine tekrara puan verilir. Cümleyi uygun biçimde telaffuz etmek için dikkat göstermek gerekir. Zira yaşlılarda görülen yüksek frekanslardaki işitme kayıplarında cümlenin anlaşılması zor olabilir. Doğru cevap 1 puandır. (Toplam puan 1)
3. Hastanın birazdan söylenecek 3 basamaklı işlemi uygulaması istenir. Öncelikle hastanın dominant olarak kullandığı elini öğrenmek gerekir. Hastaya "Masada duran kâğıdı sol/sağ (nondominant) elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve kâğıdı yere bırakın lütfen" cümlesi söylenerek 30 sn süre ve her bir doğru işlem için 1 puan verilir. Bu işlem öncesinde (talimat okunmadan) kâğıdın hasta tarafından alınmasına izin verilmez. Görüşmeci kâğıdı hastanın uzanamayacağı bir mesafede ve kendi vücuduna göre orta hatta tutmalı, talimat verildikten sonra kâğıdı hastanın ulaşabileceği alana doğru itmeli.
4. Bir kâğıda büyük harflerle ve puntolarla rahatça okunabilecek şekilde yazılmış cümle okunarak ne yazıyorsa onu yapması istenir. (Toplam puan 1)
5. Hastaya bir kâğıt ve kalem vererek tam bir cümle yazması istenir. 30 saniye süre tanınır. Anlam içeren doğru bir cümle için 1 puan verilir (özne, yüklem, nesne bulunmalıdır).
6. Hastaya bir kâğıt, kalem ve silgi verilerek şekli gösterilen birbiri içine geçmiş iki beşgeni kopya etmesi istenir. 1 dakika süre tanınır. Beşgenlerin kenar sayılarının tam olmasına dikkat edilir. (Toplam 1 puan)

EK 10.5

**MONTREAL BİLİŞSEL DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ**

MONTREAL BİLİŞSEL DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ Montreal Cognitive Assessment (MOCA)		İsim:	Protokol:																		
		Eğitim:	Test Tarihi:																		
		Cinsiyet:	Doğum Tarihi:																		
<b>GÖRSEL MEKANSAL / YÖNETİCİ İŞLEMLER</b>		<b>SAAT çizme (On biri on geçe) (3 puan)</b>																			
<p>Küp Kopyalama</p>		<p>Çevresi Rakamlar Kollar</p> <p>[ ] [ ] [ ]</p>																			
		<p>___/5</p>																			
<b>ADLANDIRMA</b>																					
<p>[ ] [ ] [ ] ___/3</p>																					
<b>BELLEK</b>		<b>Puan yok</b>																			
<p>Kelime listesini okuyun ve hastaya tekrar ettirin. İki deneme yapın. 5 dakika sonra tekrar sorun</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>BURUN</th> <th>KADİFE</th> <th>CAMI</th> <th>PAPATYA</th> <th>MOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. deneme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. deneme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR	1. deneme						2. deneme					
	BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR																
1. deneme																					
2. deneme																					
<b>DİKKAT</b>		<p>Sayı listesini okuyun (1 sayı / san.) Hasta sayıları baştan sona doğru saymalı [ ] 2 1 8 5 4</p> <p>Hasta sayıları sondan başa doğru saymalı [ ] 7 4 2 ___/2</p>																			
<p>Harf listesini hastaya okuyun. Hastaya her A harfi okunduğunda masaya eli ile vurmasını söyleyin. İki veya daha fazla hata var ise puan vermeyin. [ ] FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAJAMOF AAB ___/1</p>																					
<p>100 den başlayarak yediler çıkarma [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65 ___/3</p> <p>4 veya 5 doğru çıkarma: 3 puan, 2 veya 3 doğru çıkarma: 2 puan, 1 doğru :1 puan, 0 doğru 0 puan.</p>																					
<b>LİSAN</b>		<p>Tekrar ettirin: Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur. [ ]</p> <p>Köpekler odadayken kedi hep kanapenin altında saklanırdı. [ ] ___/2</p>																			
<p>Akıcılık / 1 dakikada K harfi ile başlayan maksimum sayıda kelime saydırın. [ ] N ≥ 11 kelime ___/1</p>																					
<b>SOYUT DÜŞÜNME</b>		<p>Benzerlik. Örn. muz-portakal = meyve. [ ] Tren - bisiklet [ ] saat- cetvel ___/2</p>																			
<b>GEÇİKMELİ HATIRLAMA</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kelimeleri İPUCU OLMADAN hatırlama</th> <th>BURUN</th> <th>KADİFE</th> <th>CAMI</th> <th>PAPATYA</th> <th>MOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kategori İpucu</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> <td>[ ]</td> </tr> <tr> <td>Çoklu seçmeli İpucu</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Sadece İPUCUSUZ hatırlanan kelimeler için puan verin</p>		Kelimeleri İPUCU OLMADAN hatırlama	BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR	Kategori İpucu	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	Çoklu seçmeli İpucu					
Kelimeleri İPUCU OLMADAN hatırlama	BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR																
Kategori İpucu	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]																
Çoklu seçmeli İpucu																					
<b>SEÇMELİ</b>																					
<b>YÖNELİM</b>		<p>[ ] Gün [ ] Ay [ ] Yıl [ ] Gün adı [ ] Yer [ ] Şehir ___/6</p>																			
<p>© Z.Nasreddine MD Version November 7, 2004 www.mocatest.org Normal 21 / 30</p> <p>Türkçe versiyon 2009. K. Selekler &amp; B. Cang.z</p>			<p><b>TOPLAM</b> ___/30</p>																		

## EK 10.6

### PERTURBASYON PROTOKOL TABLOSU

#### 1.SET

PERTUBASYONSUZ 120 sn 

01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	95-100	100-105	105-110	110-115	115-120	

PERTUBASYONLU 45 sn 


01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45

NOTLAR :

#### 2.SET

PERTUBASYONSUZ 40 sn 

01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40

PERTUBASYONLU 45 sn 

01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45

NOTLAR :

#### 3.SET

PERTUBASYONSUZ 50 sn 

01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50

PERTUBASYONLU 45 sn 

01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45

NOTLAR :

#### **4. SET**

*PERTUBASYONSUZ 40 sn*



01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40

*PERTUBASYONLU 45 sn*



01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45

*NOTLAR :*

#### **5. SET**

*PERTUBASYONSUZ 55 sn*



01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55

*PERTUBASYONLU 45 sn*



01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45

*PERTUBASYONSUZ 70 sn*



01-05	05-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70

*NOTLAR :*

## 11.ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU E-İmzalıdır



Sayı : 10840098-604.01.01-E.3853  
Konu : Etik Kurulu Kararı

24/11/2015

Sayın Bülent Abut Özsezikli

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Nörorehabilitasyon modeli olan pertubasyon uygulamasının beyindeki olası plastisite süreci üzerine etkisinin NIRS sistemi kullanılarak incelenmesi” isimli başvurunuz incelenmiş olup, etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

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

EK:  
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Doc. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 24.11.2015 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Doğrulama Kodu: <http://ebys.medipol.edu.tr/e-imza/confirmationCodeDocumentViewer.aspx?Code=056EB174XB>

Kavacak Mahallesi Ekinciler Caddesi No: 19 Beykoz / İSTANBUL  
Tel: (216) 681 5100 Faks: (212) 531 7555

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU






<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Nörorehabilitasyon modeli olan pertubasyon uygulamasının beyindeki olası plastisite süreci üzerine etkisinin NIRS sistemi kullanılarak incelenmesi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Bülent Abut Özsezikli			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Uzman Fizyoterapist			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>



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

<b>Değerlendirilen Belgeler</b>	<b>Belge Adı</b>	<b>Tarihi</b>	<b>Versiyon Numarası</b>	<b>Dili</b>	
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI	13.11.2015		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	13.11.2015		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
<b>Karar Bilgileri</b>	<b>Karar No: 526</b>		<b>Tarih: 18/11/2015</b>		
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “oybirliği” ile karar verilmiştir.				

<b>İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>	
<b>BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI</b>	Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Tangül MÜDOK	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"/>	
Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Sibel DOĞAN	Psiko-onkoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Emir YÜZBAŞIOĞLU	Protetik Diş Tedavisi	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Yrd. 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"/>	
Yrd. Doç. Dr. Muhammed Fatih EVCİMİK	Kulak-Burun Boğaz	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

\* :Toplantıda Bulunma

## 12. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı	BÜLENT ABUT	Soyadı	ÖZSEZİKLİ
Doğum Yeri	İSTANBUL	Doğum Tarihi	20/05/1976
Uyruğu	TC	TC Kimlik No	18620003516
E-mail	bulent@ozsezikli.com	Tel	05322859365

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	İSTANBUL MEDİPOL ÜNİ. FİZİK TEDAVİ & REH.	2016
Yüksek Lisans	MARMARA ÜNİ. FİZİKSEL TIP & REH. ABD	2000
Lisans	İSTANBUL ÜNİ. FİZİK TEDAVİ & REH. BÖLÜMÜ	1998
Lise	ÖZEL YILDIZ KOLEJİ	1994

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.FİZYOTERAPİST / ORTAK	ÖZSEZİKLİ FTR HİZMETLERİ LTD	2004---
2.FİZYOTERAPİST / DEP. KURUCU	İSTANBUL AĞRI MERKEZİ	2002-2004
3.FİZYOTERAPİST / ASKERLİK	ANKARA ETLİK GATA	2000-2002
4.FİZYOTERAPİST	ÖZEL MUAYENEHANE	1998-2000

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İNGİLİZCE	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ	ÇOK İYİ
ALMANCA	ZAYIF	ZAYIF	ZAYIF

\* Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

### Yabancı Dil Sınav Notu #

KPDS	YDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	ÜDS	CAE	CPE
	55,00						63,75		

# Başarılımış birden fazla sınav varsa, tüm sonuçlar yazılmalıdır

# KPDS: Kamu Personeli Yabancı Dil Sınavı; YDS: Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı; IELTS: International English Language Testing System; TOEFL IBT: Test of English as a Foreign Language-Internet-Based Test TOEFL PBT: Test of English as a Foreign Language-Paper-Based Test; TOEFL CBT: Test of English as a Foreign Language-Computer-Based Test; FCE: First Certificate in English; CAE: Certificate in Advanced English; CPE: Certificate of Proficiency in English

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	64,49	65,09	62,01
(Diğer) Puanı			

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
WINDOWS OFFİCE	İYİ
PLAZMA HASTANE PROGRAMI	İYİ

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin