

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

KAUÇUK EL YANILSAMASININ DUYUSAL
EŞİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

UZMANLIK TEZİ
DR. HATİCE CEYLAN

TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. ZAFER GÜNENDİ

ANKARA
EYLÜL 2021

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

KAUÇUK EL YANILSAMASININ DUYUSAL
EŞİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

UZMANLIK TEZİ
DR. HATİCE CEYLAN

TEZ DANIŞMANI:
PROF. DR. ZAFER GÜNENDİ

ANKARA
EYLÜL 2021

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam ve uzmanlık eğitimim sürecinde bilgi ve tecrübesinden faydalandığım ve bana her zaman destek olan tez danışmanım, Sayın Prof. Dr. Zafer Günendi'ye,

Uzmanlık eğitimimde büyük emeği olan, gerek bilgi ve tecrübeleriyle, gerekse iyi hekim özellikleriyle, bize örnek olan Anabilim Dalı Başkanımız Sn. Prof. Dr. Gülçin KAYMAK KARATAŞ'a; Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri, Sn. Prof. Dr. Nesrin Demirsoy'a, Sn. Prof. Dr. Jale MERAY'a, Sn. Prof. Dr. Belgin Karaoğlu'na, Sn. Prof. Dr. Feride GÖĞÜŞ'e, Sn. Prof. Dr. Murat ZİNNUROĞLU'na, Sn. Dr. Ayça Utkan Karasu'ya, Sn. Dr. Levent Karataş'a

Tezimin deney aşamalarında destek olan, enerjisi ve neşesiyle birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Sn. Fizyoterapist Nagihan Acet'e,

Uzun uzmanlık eğitimim süresince yardım ve dostluklarını esirgemeyen, birlikte çalışmaktan gurur ve mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarım ve Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı çalışanlarına,

Bugünlere gelmemdeki en büyük paya sahip, canım aileme ve bana bu süreçte zorluk çıkarmadan çalışmama müsaade eden, neşemizi artıran sevgili oğlum Mert Kazım Ceylan'a, bu süreçte desteğini benden esirgemeyen ve her anında yanımda olan sevgili eşim Ahmet Cevdet Ceylan'a,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar.....	vi
ŞEKİLLER	vii
GRAFİKLER.....	viii
RESİMLER	ix
KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kauçuk El Yanılsaması (KEY)	4
2.1.1. KEY Tanımlanması	4
2.1.2. Yanılsamayı Değerlendirme Yöntemleri.....	5
2.1.3. Vücut Farkındalığı ve Vücut Sahiplenme Algısı (Sense of Body Ownership) 8	
2.1.4. KEY’de Kişisel Farklılıklar.....	10
2.1.5. KEY’in Oluşum Mekanizmaları	13
2.1.6. Kauçuk El Yanılsamasının Klinikte Kullanımı	17
2.1.7. KEY’in Duyular Üzerine Etkileri.....	19
2.2. Duyu Değerlendirmesi	21
2.2.1. Duyusal Eşikler	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. Örneklem Büyüklüğü	34

3.2. Olgular.....	35
3.3. Değerlendirme	36
3.3.1. Tarama Deneyi	36
3.3.2. Esas Deney	39
3.4. Veri Analizi	48
4. BULGULAR	50
5. TARTIşMA.....	64
6. SONUÇ	74
7.KAYNAKLAR.....	75
8. ÖZET.....	84
9.SUMMARY	87
10.EKLER	90
Ek-1: Olgu Rapor Formu.....	90
Ek-2: HAD	92
Ek-3: MoCA	93
Ek-4: Edinburg El Tercih Anketi	95
11. ÖZGEÇMİş.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

TABLÖLAR

Tablo 1. Botvinick ve Cohen'in öznel değeriendirme anketi çevirisi	37
Tablo 2. Katılımcıların demografik verileri, MoCA ve HAD skorları	51
Tablo 3. Proprioseptif sapma ölçümleri	52
Tablo 4. Botvinick ve Cohen öznel değeriendirme anketinin sonuçları	53
Tablo 5. Her iki oturum başlangıcında ölçülen proprioseptif sapma, basınç ağrı eşiğı, iki nokta diskriminasyonu ve taktıl duyu eşiğı değerieleri	55
Tablo 6. Basınç ağrı eşiğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değerişimi	56
Tablo 7. İki nokta diskriminasyonun senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değerişimi	58
Tablo 8. Taktıl duyu eşiğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değerişimi	60
Tablo 9. KEY şiddeti ve yanılsama sırasındaki BAE, İND ve TDE arasındaki ilişki	62
Tablo 10. KEY şiddeti ile BAE, İND ve TDE'nin fırça vuruşları sırasında ölçülen değerieleri ve başlangıç değerieleri arasındaki farkların ilişkisi	62
Tablo 11. KEY şiddeti ile yaş, Montreal Bilişsel Değeriendirme Ölçeğı skoru, Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeğı-anksiyete skoru, Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeğı-depresyon skoru arasındaki ilişki	63

ŞEKİLLER

Şekil 1. Çıkan yollar anatomisinin şematik gösterimi.....	22
Şekil 2. Lateral ve anterior spinotalamik yolağın şematik gösterimi.	23
Şekil 3. Fasciculus gracilis, cuneatus ve lemniscus medialisin şematik gösterimi	24
Şekil 4. KEY şiddetini öznel değerlendirme anketinin orijinali	38
Şekil 5. Hasta akış şeması	38

GRAFİKLER

Grafik 1. KEY sırasında oluşan propioseptif sapma miktarı	52
Grafik 2. KEY şiddeti değerlendirme anketindeki soruların ortanca değerleri.....	54
Grafik 3. Basınç ağrı eşiğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi	57
Grafik 4. İki nokta diskriminasyonun senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi.....	59
Grafik 5. Taktil duyu eşiğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi	61

RESİMLER

Resim 1. KEY düzeneğinde ellerin konumlanması, zaman ve mekânsal olarak senkron fırça vuruşu	41
Resim 2. Semmes-Weinstein Monofilamanları, Baseline Monofilaman El Kiti .	44
Resim 3. Fırça vuruşu esnasında SWM ile taktıl duyu eşığı ölçüm yeri.....	45
Resim 4. Baseline Discrim-a-gon 2 Nokta Ayrım Seti	46
Resim 5. Fırça vuruşu esnasında diskriminatör ile iki nokta diskriminasyonu ölçüm yeri.....	46
Resim 6. Baseline Dolorimeter (10kg-22lbs).....	47
Resim 7. Fırça vuruşu esnasında algometre ile basınç ağırı eşığı ölçüm yeri	48

KISALTMALAR

KEY	Kauçuk el yanılması
fMRG	Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
S1-9	Soru 1-9
OKB	Obsesif kompulsif bozukluk
Aδ	A-delta
QST	Quantitative sensory testing
SSS	Santral sinir sistemi
SWM	Semmes-Weinstein monofilaman
İND	İki nokta diskriminasyonu
BAE	Basınç ağrı eşiği
TDE	Taktil duyu eşiği
sn	saniye
ark.	arkadaşları
mgr	miligram
mm	milimetre
kg	kilogram
gr	gram
cm	santimetre
cm²	santimetrekare
HAD	Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği
MoCA	Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği
lbs	libres
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Ort.	Ortalama
SS	Standart sapma
Min.:	Minimum
Maks.:	Maksimum

K:	Kadın
E:	Erkek
GA	Güven aralığı
ÇAA	Çeyrekler arası aralık
p	İstatistiksel bir hipotez testinin olasılık değeri
r	Korelasyon katsayısı



1.GİRİŞ

Kauçuk el yanılsaması (KEY), eş zamanlı algılanan görsel ve taktıl uyarının bütünleşmesi sonucu vücut algısında ve farkındalığında değişiklik oluşmasına neden olur [1]. İlk defa Botvinic ve arkadaşları tarafından 1998 yılında tanımlanmış KEY’ de, gerçekçi bir el maketi, vücudun bir parçası gibi algılanmakta ve vücut farkındalığında bozulma meydana gelmektedir. KEY’de, katılımcının gerçek eli, görüş alanının dışında olacak şekilde bir paravanın arkasında konumlandırılır; kauçuk maket el ise görüş alanında olacak şekilde ve gerçek el ile uygun pozisyonda yerleştirilir. Katılımcının kauçuk ele bakması ve odaklanması istenir; gerçek ve kauçuk elin aynı bölgelerine, eş zamanlı olarak fırça sürülür. Bir süre bu işlem devam ettirildikten sonra kişide el gerçeklik algısı bozulmaya başlar. Kauçuk eli kendi eli gibi algılayıp kauçuk ele sürülen fırçayı da kendi eline sürülüyor gibi hissetmeye başlar. Vücut sahiplenmesi yanılsamasına neden olan bu yöntem KEY olarak tanımlanmıştır [2]. KEY sırasında incelenen fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) ventral premotor korteks, infraparietal korteks ve serebellumda artmış etkinlik izlenmiştir. Premotor kortekse ulaşan birbiriyle ilişkili görsel, dokunsal ve proprioseptif duyuların burada bütünleştirilmesi ile bu fenomenin gerçekleştiği ileri sürülmektedir [3].

Kantitatif duyuusal testler, standartlaştırılmış, incelenecek kişinin iş birliğini gerektiren öznel klinik duyarlılık testleridir. Testlerde algı ve ağrı

eşiklerini yakalamak için kalibre edilmiş uyaranlar uygulanır, böylece duyuşal eşikler hakkında bilgi sağlanır.

KEY'in vücut algısında yarattığı bozulma, duyuşal algının, üst düzey bilişsel süreçlerin, beyin haritalaması ve fonksiyonlarının çok yönlü olarak anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır [4]. Çalışmalarda; KEY sırasında oluşturulan, görsel ve propriyoseptif duyuşal bilgi arasındaki çelişkinin kortikal düzeyde somatosensoriyel girdinin zayıflatılmasıyla çözüldüğü öne sürülmüştür [5]. Bunun motor yanıtları da etkileyebileceği ortaya konulmuştur [6]. KEY ile duyuşal eşikler arasında varsayılmış teorik bağlantılara rağmen, bu bağlantıları doğrudan gösteren çok az deneysel araştırma vardır. Ayrıca araştırmalar ağrı üzerine yoğunlaşmasına rağmen diğer duyuşal eşikler incelenmemiştir [7]. KEY ve ağrı /ağrı eşiğiyle ilgili deneysel çalışmalarda ağrının azalmadığı, ağrı eşiğinin düştüğü gibi bulgular saptanmıştır [8, 9]. Başka çalışmalarda ise ağrı algısının azaldığı gösterilmiştir [10]. Çalışmalar tutarsız sonuçlar vermesine rağmen, kauçuk el yanılsamasının ağrı deneyimini değıştirdiğı gösterilmiştir. KEY fantom ağrısı ve bazı psikiyatrik bozuklukların tedavisinde kullanılabilmektedir [4]. KEY in başka hastalıklarda potansiyel tedavi yöntemi olarak kullanılabilmesi için ağrı ve algı eşiğı üzerine etkisinin açığı çıkarılması gerekmektedir.

Bildiğimiz kadarıyla, vücut algısında değışiklik oluşturan kauçuk el yanılsaması sırasında ve sonrasında, kantitatif duyuşal testlerden taktil duyu eşiğı, kortikal duyulardan iki nokta diskriminasyonu, algometreyle ölçülen basınç ağrı

eşığı daha önce incelenmemiştir. Bazı rehabilitasyon alanlarında kullanılan kauçuk el yanılması mekanizması ve etkileri henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. Bu çalışmada KEY fenomeninin kortikal, yüzeysel ve derin duylar üzerine etkilerini ve böylelikle duysal eşikler üzerine etkisini değerdirmeyi amaçladık.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kauçuk El Yanılsaması (KEY)

2.1.1. KEY Tanımlanması

KEY ilk defa Botvinick ve Cohen tarafından 1998 yılında tanımlanan bir fenomendir. Bu fenomenin oluşması için; katılımcının gerçek eli, görüş alanının dışında olacak şekilde bir paravanın arkasında konumlandırılır. Kauçuk maket el ise görüş alanında olacak şekilde ve gerçek el ile uygun pozisyonda yerleştirilir. Katılımcının kauçuk ele bakarak odaklanması istenir. Gerçek ve kauçuk elin aynı bölgelerine eş zamanlı olarak fırça vuruşları uygulanır. Bir süre bu işlem devam ettirildikten sonra kişinin el gerçeklik algısı bozulmaya başlar; kauçuk ele sürülen fırçayı kendi eline sürülüyor gibi hissetmeye başlayıp, kauçuk eli kendi eli gibi algılar. Katılımcı, kendi vücuduna ait olmayan gerçekçi bir el maketini, kendisinin bir parçası gibi algılar. Kendi vücut sahipliği algısında (sense of body-ownership) ise bozulma meydana gelmektedir. Vücut sahipliği algısı yanılsamasına neden olan bu yöntem, kauçuk el yanılsaması olarak tanımlanmıştır[2]. KEY sırasında fMRG’de ventral premotor korteks, infrapariyetal korteks ve serebellumda artmış etkinlik izlenmiştir. Premotor kortekse ulaşan; kauçuk elden gelen görsel bilginin, gerçek elden gelen dokunsal ve proprioseptif duyuların birbirleriyle ilişkilendirilip burada bütünleştirilmesi ile bu fenomenin gerçekleştiği ileri sürülmektedir [3]. KEY’in vücut algısında yarattığı bozulma, duyuusal algının, üst düzey bilişsel süreçlerin, beyin haritalaması ve fonksiyonlarının çok yönlü olarak anlaşılmasına

katkıda bulunmaktadır [4]. KEY, görsel ve taktil uyarının eş zamanlı olmasıyla oluşur ve vücut algısı ve farkındalığında değişikliğe neden olur. Dokunsal ve görsel uyarının bütünleşmesi sonucu, kişi kendi gerçek elini kauçuk ele yakın hisseder. Bu fenomen sayesinde vücut sahiplenme mekanizmalarını inceleyebileceğimiz bir olguya sahip oluruz [11]. Çalışmalarda; KEY sırasında oluşturulan, görsel ve propriyoseptif duyuşsal bilgi arasındaki çelişkinin kortikal düzeyde somatosensoriyel girdinin zayıflatılmasıyla çözüldüğü öne sürülmüştür [5]. Görme, dokunma ve propriyosepsiyon arasında üç yönlü ağırlıklı bir entegrasyon olduğu varsayılır. Yanılsamanın meydana gelmesi için görsel ve dokunsal uyarımın eş zamanlılığı ve arasındaki uyum da dahil olmak üzere bir dizi "intermodal eşleşme" gerektiği ileri sürülür [12].

Son zamanlarda başarılı bir yanılsama için temel olduğu düşünülen bir başka faktör de iki el arasındaki uzamsal yakınlıktır. Deneğin kendi eli ile kauçuk el birbirinden çok uzak olduğunda, omuzda ve dirsekte hissedilen propriyoseptif yük, kauçuk elin pozisyonu tarafından verilen beklenen yük ile eşleşmeyecektir, böylece görsel-algısal bir uyumsuzluk yaratacak ve sonuç olarak KEY azalacaktır [13].

2.1.2. Yanılsamayı Değerlendirme Yöntemleri

KEY de yanılsama öznel ve nesnel olarak ölçülebilir. Dokuz sorudan oluşan Botvinick & Cohen'in geliştirdiği bir anket aracılığıyla yanılsama öznel olarak değerlendirilebilir [2]. Katılımcılardan anket sorularını sayısal bir

derecelendirme ölçeğindeki -3'ten (*tamamen katılmıyorum*) + 3'e (*tamamen katılıyorum*) kadar yanıtlamaları istenir. Bu anketteki ilk üç soru kauçuk el üzerinde sahiplenme hissi, görme ve dokunma arasında nedensel bir bağlantı kurma ve proprioseptif değişmeyi gösterir. Bu ifadeler genellikle senkron fırça vuruşları sonrası asenkron vuruşta olduğundan daha yüksek puanlar alır. Diğer altı soru (kontrol soruları: S4 ila S9), kauçuk elin düzenlemesiyle daha az ilgili veya ilgisiz olan algısal etkileri gösterir. Katılımcıların göreve uyumunu kontrol etmek için kullanılırlar.

KEY in nesnel değerlendirilmesi için katılımcılar gözlerini kapatır ve test edilmemiş sağ elleriyle kendi sol ellerini algıladıkları yeri göstermeleri istenir. Yanılsama gerçekleşmişse, elden gelen proprioseptif bilgilerde bozulma olur. Katılımcıların sol işaret parmağını algıladığı konum; kauçuk el ile kendi elinin gerçek konumu arasında, hatta kauçuk elin üzerinde gösterdiği saptanır. Sol elin işaret parmağının algılanan konumu ile gerçek konumu arasındaki uzaklık ölçülerek proprioseptif sapma hesaplanır.

Yanılsamanın bir diğer ölçme yöntemi de gerçek el üzerindeki deri sıcaklığını saptamaktır. Yanılsama sırasında, gerçek el deri sıcaklığının ortalama $0,27 \pm 0,11$ ° C düştüğü ve sıcaklık düşüşünün derecesi ile KEY'in şiddetinin bağlantılı olduğu söylenmiştir. Ayrıca bu sıcaklık düşüşünün sadece yanılsama gerçekleşen ekstremitede olduğu da saptanmıştır [14].

KEY şiddetini değerlendirmek için başka bir yöntem ise cilt iletkenlik yanıtı ölçmektir. Yanılsama gerçekleşikten sonra gerçek ellerine hiçbir şey yapılmamış olsa da, kauçuk ele yönelik bir tehdide yanıt olarak anksiyetenin veya uyarılmanın fizyolojik bir ölçüsü olan cilt iletkenliğinde artışa neden olabilir [15].

Proprioseptif sapmanın KEY'in şiddetini göstermek için deri iletkenlik yanıtlarından (Armel ve Ramachandran tarafından kullanılan [15]) daha iyi bir sonuç ölçütü olup olmadığı bilinmemektedir; hatta bu ölçümlerden herhangi birinin, katılımcının deneyimlediği gibi KEY için yeterince hassas veya spesifik olup olmadığı sorgulanabilir [4].

Bir KEY çalışmasında, yalnızca senkron fırça vuruşu sonrasında değil aynı zamanda asenkron fırça vuruşu ve sadece kauçuk eli görme ile de proprioseptif sapmanın meydana geldiği, ama asenkron vuruşların sürekli devam etmesinin proprioseptif kaymayı önlediği bildirilmiştir [16]. Buna karşılık, tamamlayıcı öznel derecelendirmelerdeki (anket) sahip olma hissinin senkron durumda olduğu ve asenkron durumda bulunmadığı gösterilmektedir. Böylece, öznel derecelendirmeler ve proprioseptif sapmanın ayrı mekanizmalarla oluştuğu sonucuna varılmıştır. Bu ayrışma, sahiplik duyguları hakkındaki sonuçların, yalnızca proprioseptif sapmayı ölçerek çıkarılamayacağını ima eder. Proprioseptif sapma, KEY deneylerindeki en yaygın kontrol grubu olan asenkron vuruşla engellenen bir süreçtir ve bu yalnızca görsel-uygun dokunsal entegrasyona dayandığı sonucuna varılabilir.

2.1.3. Vücut Farkındalığı ve Vücut Sahiplenme Algısı (Sense of Body Ownership)

Kişinin kendi beden algısı (sense of one's own body), zihninin temel bir ürünüdür [17]. Bedensel benliğin (bodily self) iki yönü vardır: Bunlar, eylemlilik algısı (sense of agency) ve vücut sahipliği algısıdır (sense of body ownership) [18]. Bedensel benlik terimi yerine başka bir deyişle vücudun farkındalığı, kişinin görünür vücut bölümlerinin kendisinin olduğunun farkına varmayı (vücut sahiplenme algısı) ve bu görünür vücut parçası üzerindeki gönüllü eylemlerin farkındalığını (eylemlilik algısı) içerir [19].

Eylemlilik algısı, kişinin kendi vücut hareketlerini ve bunlar aracılığıyla dış çevredeki olayları kontrol etme hissi dahil olmak üzere eylemlere niyet etme ve eylemleri yürütme algısıdır. Merkezi olarak üretilen motor komutlar istemli hareketten önce gelir. Eylemlilik algısı da motor çıktı almayı sağlayan daha çok efferent bir bileşen içerir. Vücut sahiplenme algısı, kişinin kendi bedeninin duyumların kaynağı olduğu hissini ifade eder. Vücut sahiplenme algısı, çeşitli çevresel sinyaller aracılığıyla vücudun durumunu anlamayı sağlayan güçlü bir afferent bileşeni içerir. Vücut sahiplenme algısı yalnızca gönüllü eylemler sırasında değil, aynı zamanda pasif deneyim sırasında da mevcuttur. Eylemlilik algısı ise sadece gönüllü eylemlerde oluşur. Bu farklılık, eylemlilik algısı ve vücut sahiplenme algısının vücut farkındalığı (body awareness) üzerinde farklı etkilere sahip olması gerektiğini göstermektedir [20]. Mevcut bağlamda, propriyoseptif

farkındalık olarak da söylenen vücut farkındalığı, belirli bir vücut parçasının uzaydaki konumunun bilinçli olarak bilinip deneyimlenmesini ifade eder.

Kişinin, bedeni kendinin olarak hissetmesi deneyimine, vücut sahiplenme algısı denir. İnsanın bu bilinçli deneyimi; algı, eylem ve bilişte çok önemli bir ayrım olan benlik ve dış çevre arasındaki sınırı belirler [21]. Vücut sahiplenme algısı insan öz bilincinin anahtar bir bileşenidir ve insan doğasının kökeninde yer alır [17]. Vücut sahipliği algısı, öncelikle bedenle ilgili görme, dokunma ve propriyosepsiyon dahil olmak üzere çoklu duyuşal sinyallerin bütünleştirilmesine dayanan karmaşık mekanizmaların ürünüdür [22].

Vücut sahiplenme yanılsaması terimi, beynin olağanüstü plastisitesine dayanan ve değiştirilmiş temsili ve hatta diğer nesneleri kendi vücudumuzun bir parçası olarak kabul eden bir dizi yanılsamayı kapsar [3]. Bir kişi kendi bedeninin bir parçası olarak dıştan, sahte veya sanal bir vücut parçası hissettiğinde, bir vücut sahiplik yanılsaması ortaya çıkar. Bu tür bir yanılsamanın oluşturulması, sahte vücut parçasının sahipliğiyle tutarlı olan eş zamanlı çoklu duyuşal veya duyuşal-motor bağıntıları sağlamaya dayanır. Bu, en az birden fazla görsel, dokunsal, propriyoseptif, vestibüler veya kinestetik algı gibi duyuşal modalite gerektirir [23]. Klasik örnek, kendi elinin yerini alan (ve hissedilen) basit ve statik kauçuk eldir. Bu hem gerçek hem de sahte ellere eşzamanlı olarak dokunulduğunda (uzaysal olarak eşdeğer yerlerde ve zaman içinde eşzamanlı olarak) ve kişi

yalnızca kauçuk elin dokunuşunu gerçek (gizli) olanla senkronize olarak gördüğünde meydana gelir.

Bu sahiplenme mekanizmasının oluşumunda ilk olarak, insan önceden var olan bir vücut modeline sahiptir ve vücudunun bir parçası olan veya olmayan nesneler arasında ayrım yapar. İkinci olarak, vücudun anatomik ve postüral temsilleri, görsel ve dokunsal koordinat sistemlerinin yeniden kalibrasyonuna yol açan çok duyuşal bilginin entegrasyonu ile düzenlenir. Üçüncüsü, sonuçta ortaya çıkan dokunsal his yönlendirmesi, öznel beden sahipliği deneyimine yol açacaktır [11]. Bu durum da vücut sahipliği yanılsaması olarak tanımlanmaktadır.

İnsanda, yeni doğanlarda yaşamın ilk saatlerinde yapılan araştırmalar, kendi yüzüyle aynı anda okşanan bir bebek yüzünün görüntüsüne, asenkron bir şekilde okşanan bir bebek yüzünün görüntüsünden daha uzun süre baktığını ortaya koymuştur. Bu durum, yüz 180° ters çevrildiğinde hem senkronize hem de asenkron okşama durumunda yok olur ve bu da yeni doğanların temel bir benlik duygusuna sahip olduğunu düşündürür [22, 24, 25].

2.1.4. KEY’de Kişisel Farklılıklar

Çalışmalarda, kauçuk el uygun konumda olarak, kauçuk ve gerçek ele eş zamanlı fırça vuruşu sonrası katılımcıların yaklaşık yüzde 80’inde yanılsamanın yaklaşık 10.sn’ de başladığı bildirilmiştir [26]. Taktıl uyarı süresi uzadıkça yanılsama güçlenmektedir [2].

Hasta çalışmalarında, vücut sahiplenme hissindeki bozukluklar sağ hemisferik beyin hasarıyla ilişkilendirilmiştir. Sağlıklı yetişkinlerde vücut sahiplenme duygusu için sağ hemisferik bir baskınlığın gözlemlenip gözlemlenmediğini test etmek için Ocklenburg ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, el tercihinin yanılsamanın şiddetini etkilemediği, ancak yanılsama sol elde ortaya çıktığında daha güçlü bir cilt iletkenliği tepkisi oluştuğu gözlemlenmiştir [27]. Yakın zamanda yapılan başka bir çalışmada dominant el tercihi ile KEY şiddetini arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için proprioseptif sapma ölçülmüş. Sağ ya da sol el kullananlar arasında belirgin fark olmamasına rağmen proprioseptif sapma her iki grupta da dominant elde daha az saptanmış [28]. Bu bulgular, sağlıklı yetişkinlerde vücudu sahiplenme duygusu için sağ hemisferik bir baskınlık olduğunu düşündürmektedir [27, 29].

Kauçuk el yanılsamasına çocukların (4-9 yaş) verdiği tepkilerin araştırıldığı bir çalışmada, çocukların görsel-dokunsal senkron uyarılara yetişkinler kadar duyarlı oldukları, erişkinlere kıyasla çocuklarda propriyoseptif sapma ile ölçülen yanılsamanın şiddetinin daha fazla olduğu gösterilmiştir [30]. Sağlıklı genç (18-35 yaş) ve daha yaşlı (65+ yaş) yetişkinlerin KEY tepkilerinin incelendiği başka bir çalışmada ise propriyoseptif sapma, öznel anket değerlendirilmesi ve cilt sıcaklığındaki düşüşler açısından yaşın hiçbir etkisi gözlenmemiştir [31].

Şizofreni, yeme bozukluğu, beden dismorfik bozukluğu gibi psikiyatrik hastalıklarda vücut algısının bozulduğu bilinmektedir. Bu hastalarda KEY'in daha hızlı ve güçlü geliştiği gösterilmiştir [32, 33].

İki iyi bilinen kişilik testi (Kişilik Değerlendirme Envanteri ve Rorschach testi) uygulayıp, KEY'in oluşmasında kişilik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada yanılısamanın ortaya çıkmasında kişilik özelliklerinin rolü olabileceğini ve bu durumun bireyler arası yüksek değişkenliği açıklayabileceğini öne sürmüşlerdir [34].

Kendi kendini tanımanın KEY deneyimi üzerindeki rolünün araştırıldığı bir çalışmada, biri kendi elinin bir görüntüsünü tanımlama yeteneğine sahip, diğeri bu yeteneği olmayan iki grup arasında karşılaştırma yapılmış. KEY' in öznel deneyiminde hiçbir grup farkı olmaksızın, tanımayanlarda kendini tanıyan gruptan daha büyük bir proprioseptif sapma ve KEY için daha erken bir başlangıç zamanı saptamışlar. Bunu da 'kişinin kendi bedeninin uzun süreli bellekte görsel temsili ile beden temsiliinin plastisitesi arasında bir bağlantı olduğu' şeklinde yorumlamışlar [35].

2.1.5. KEY'in Oluşum Mekanizmaları

2.1.5.1. Bayesci Algısal Öğrenme (Aşağıdan Yukarı İşleme)

KEY'in keşfinden birkaç yıl sonra, Armel ve Ramachandran, katılımcıların sahte kauçuk el bir masa üstü ile değiştirildiği zaman yani kauçuk el olmadan sadece masa üstü ve gerçek ele senkron fırça vuruşları yapıldığında, kişinin kendi vücut imgesine masayı dahil ettiğini bildirmiştir. Bunu sahte kauçuk el veya masa üstü potansiyel olarak ağırlı bir uyarın tarafından tehdit edildiğinde artan cilt iletkenliği yanıtıyla objektif olarak ölçmüşlerdir. Bunu aynı zamanda, sahte kauçuk elin anatomik olarak mantıksız bir konuma yerleştirildiği deneysel koşullar için de saptamışlardır. Tersine, sahte el/nesne gerçek el ile senkron olmadan fırça vuruşu yapıldığında veya sahte el/nesne aynı anda fırça vuruşu yapılırken gerçek el gizlenmediğinde yanılsamanın önemli ölçüde azaldığını kaydetmişlerdir. Buna göre KEY' in, sahte kauçuk ve gerçek el arasındaki görsel benzerlik veya sahte elin kişinin vücut imajına asimilasyonu gibi psikolojik algılardan ziyade uyarımın eş zamanlılığına daha fazla bağımlı olduğunu öne sürmüşlerdir. KEY'in altında yatan "aşağıdan yukarıya eşleştirme" ilkesinin, farklı modalitelerden gelen iki algının, geçici olarak yüksek olasılıkla birlikte meydana geldiklerinde "bağlı" hale geldiği vurgulanır. Başka bir deyişle bu mekanizmada, "görülen" ve "hissedilen" dokunuşlar, zamansal eş zamanlılıkları nedeniyle bağlanır. Bu yaklaşımda, benlik algımız ve bilincimiz prensip olarak dış dünya algımızdan farklı değildir; aynı kuralları izler ve aynı şekilde değiştirilebilir [4, 36].

2.5.1.2. Yukarıdan Aşağıya İşleme

Tsakiris ve Haggard, çalışmalarında katılımcıların kauçuk bir eli uygun olmayan bir konumda veya uyumsuz bir nitelikte (tahta çubuk veya diğer taraf kauçuk el) izlediklerinde, KEY'in şiddetinin önemli ölçüde azaldığını proprioseptif sapmanın önemli ölçüde azalmasıyla gözlemlemişler. Yani, senkronize görsel ve dokunsal uyarım tek başına KEY'i indüklemek için yetersizdir. Bayes modelinin aksine, kauçuk elin uzaysal olarak uyumlu bir duruşta ve öznenin eli ile uyumlu olmasına büyük ölçüde bağımlı olduğunu göstermişlerdir.

Alternatif olarak, görsel ve dokunsal korelasyonun "aşağıdan yukarıya" (yani Bayesçi) sürecinin, yanılsama için gerekli bir ön koşul olmasına rağmen, öznenin kendi mevcut temsilleri gibi daha yüksek bilişsel süreçleri içeren "yukarıdan aşağıya" eşleştirme KEY deneyimini ortaya çıkarmak için de gerekli olduğunu önermişlerdir [20, 37].

KEY sırasında sahte kauçuk el sahiplenilirken katılımcının gerçek elinin cilt sıcaklığının düştüğü gözlemlenir. Vücut sahipliğinin bozulmasıyla ekstremitedeki sıcaklık düzenlemesinin fizyolojik olarak bozulduğu düşünülmüştür. Fiziksel benliğin bilinçli algısı “yukarıdan aşağıya” fizyolojik düzenlemeye bağlanabilir [14].

2.1.5.3. Mekansal Referans Çerçeveleri Ve Peripersonel Alan

Mekansal konumlar, izleyiciye göre (egosantrik, kişi merkezli) veya bazı dış referanslara (allosantrik, nesne merkezli) göre tanımlanabilir [38]. İlk

durumda, uzamsal konumlar gözler, baş, gövde ve / veya kol gibi ilgili vücut kısımlarına referansla egosantrik olarak kodlanır. Bu tür bir kodlama son derece dinamiktir, hareket ettikçe sürekli güncellenmesi gerekir ve özellikle uzaydaki nesnelere yönelik hareketlerin organizasyonu için kullanışlıdır. Bunun yerine harici referanslar, bir nesnenin bileşen parçaları arasındaki uzamsal ilişkileri veya birden çok nesnenin göreceli konumunu tanımlayan nesne tabanlı temsillerde kullanılır [39].

Referans çerçevesi' terimi, vücudun kendisi de dahil olmak üzere nesneleri ve nesneler arasındaki ilişkileri temsil eden bir koordinat sistemidir [40]. Basitçe ifade etmek gerekirse, bir referans çerçevesi, uzaydaki varlıkların konumlarını temsil etmenin bir yoludur. Egosantrik bir referans çerçevesinde, konumlar bir algılayıcının belirli perspektifine göre temsil edilir. Allosantrik referans çerçevesi ise, temsil sahibinin dışındaki ve ondan bağımsız olarak uzaydaki noktaları konumlandırır [41].

Peripersonal alan, nesnelerin kavranabildiği ve manipüle edilebildiği bedenimizi hemen yakında çevreleyen uzay bölgesini tanımlar [42]. Peripersonel alanın (vücudun yaklaşık 70 cm'lik yakın çevre alanı) beyindeki temsili hem vücut merkezli hem de vücut kısımları merkezli referans çerçeveleri önemli olabilir [40]. Peripersonal alan sistemi; vücudun etrafındaki çoklu duyuşal bilgileri, vücuda uygun referans çerçevesinde kortikal ve subkortikal merkezlerde entegre ederek, çevreleyen ortamdaki nesnelerin vücuda göre konumu hakkında

bilgi sağlar. Bu alan, nesnelerin ulaşabileceğimiz mesafede olup olmadığını anlamamızı sağlar. Yakın alan tespitiyle bizi dışarıdan gelecek tehlikelere karşı korur. Peripersonal alan mekanizmaları, vücut parçalarını benliğe atfetme sürecinde rol oynayabilir [43].

Bir kauçuk eli sahiplenme duygusu, dahili bir el merkezli referans çerçevesine veya egosantrik bir sisteme bağlı olabilir. KEY'de, sahte kauçuk elden gelen görsel bilgiler ve gerçek gizli elden fırça dokunuşu ile gelen propriyoseptif bilgiler, elin pozisyonunu yorumlayan çoklu duyuşal beyin alanlarına aktarılacaktır. Bilgiler bütünleştirildikten sonra kauçuk eli çevreleyen alan peri-el alanı olarak temsil edilir [37].

Katılımcının gerçek elinin pozisyonu kauçuk elden biraz farklı olduğunda, gerçek ve kauçuk eller el-merkezli bir uzaysal referans çerçevesinde uyumlu olduğu sürece, KEY devam eder. Tersine, aynı pozisyonel değişiklik kauçuk ele uygulandığında (el merkezli iç uzayla tutarsız ama dış uzayda tutarlı olduğunda) KEY belirgin azalır. Bu yüzden, KEY'in ortaya çıkmasına yarayan görsel-dokunsal bütünleştirmenin, vücut pozisyonundaki değişikliklerle güncellenen el merkezli bir referans çerçevesi içinde hesaplandığı sonucuna varılmıştır [44].

Kauçuk el anatomik olarak makul konumundan uzaklaştıkça yanlısamanın gücünün doğrusal olmayan bir şekilde azaldığı gösterilmiştir [13]. Bu, katılımcının gizli gerçek elinin dokunsal alıcı alanlarını çevreleyen görsel alıcı

alanları ve tanımlanmış bir uzaysal sınıra kadar yabancı nesneleri vücut şemasına dahil edebildiğini gösterir.

2.1.6. Kauçuk El Yanılsamasının Klinikte Kullanımı

KEY, vücut farkındalığında değişmeyi temsil eder. Bu nedenle vücut farkındalığının bozulduğu çeşitli hastalıklarda KEY değerlendirilmiştir. Şizofreni, yeme bozukluğu, beden dismorfik bozukluk gibi hastalıklarda vücut algısının bozulduğu bilinmektedir. Bu hastalarda KEY'in daha hızlı ve güçlü geliştiği gösterilmiştir. Yanlış vücut algılarını düzeltmek için tasarlanmış terapilere en duyarlı olacak bireyler bu yöntemle tespit edilebilir [4].

Baland Jalal ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmaya göre, iyi bilinen bir somatosensoriyel yanılsama yolu olan KEY indüklenip kauçuk el kontamine edildiğinde gerçek elde olana benzer şekilde kontaminasyon hisleri ve iğrenme duyguları gelişmiştir. Bu durum maruziyet tedavisinde KEY'in kullanabileceğini düşündürmektedir. KEY'in kullanılması, hastanın doğrudan maruziyet tedavisi için isteksiz olduğu (örneğin, çok endişeli olduğu) şiddetli obsesif kompulsif bozukluk (OKB) vakalarında özellikle yararlı olabileceği, bu gibi durumlarda, kauçuk el kullanılarak ilk maruziyetin gerçekleştirilmesi, hastanın gerçek cildini kirlletmeden önce, aşamalı maruz kalmayı sağlayabileceği öngörülmüştür [45]. Nitta ve arkadaşları ise OKB olan hastalarda Jalal'ın çalışmasını tekrarlamışlardır. KEY' in OKB'nin tedavisi için potansiyel olarak yararlı olabileceğini göstermişlerdir [46].

OKB'li hastaların %25 kadarı, gerçek elleriyle maruziyet prosedürlerini takip edemeyecek kadar endişeli oldukları için OKB'ye etkili tedaviler bazen hastalar tarafından zayıf bir şekilde tolere edilip, reddedilmektedir. KEY oluşturup kauçuk eli kontamine etme yaklaşımın terapötik potansiyelinin incelendiği başka bir çalışmada sanal gerçeklik gibi yüksek teknolojilere ulaşmakta zorluk yaşandığı durumlarda OKB'nin tedavisi için KEY'in tolere edilebilir bir teknik olduğu gösterilmiştir [47].

Amputeler için protezi sahiplenme duygusu geliştirmek, kullanıcıya yardımcı olur. Üst ekstremité amputelerinde, görüş alanının dışındaki güdüğe ve görülen kauçuk ele senkronize olarak dokunulduğunda, KEY'in ortaya çıktığı gösterilmiştir. Ama geleneksel dokunsal uyarımın uygulandığı duruma kıyasla nispeten zayıf ve yavaş geliştiği bildirilmiştir. KEY kullanılan yöntem, protezde dokunsal duyarlılığı geri kazanmanın kolay bir yolunu sağlayabilir. Bu da protez cihazlara uyuma yönelik mevcut yaklaşımları tamamlayabilir [48]. Protez 'kişinin eli' olarak deneyimlenirse, muhtemelen kullanımı daha kolay ve sezgisel olacaktır. Dahası, protezi sahiplenme duygusu, kullanıcı için 'kozmetik' bir değere sahip olabilir, çünkü kullanıcıya sürekli olarak protezin yapay olduğu hatırlatılmayarak vücut memnuniyetsizliğini azaltabilir [49].

Omurilik yaralanması, etkilenen vücut kısımlarında his kaybı ve hareket kaybı ile kişinin kendi bedeninin zihinsel temsilinde ve benlik duygusunda belirli rahatsızlıklara yol açabilir. Lenggenhager ve ark. yaptığı bir çalışmada, altıncı

servikal omurgada omurilik hasarı olan 2 hastaya KEY fenomeni uygulanmış. Hastalar uygulama sonrası, önceden his kaybı olan parmaklarında temel dokunsal hisler bildirmişler. Bu durum çoklu duysal girdilerin, önceki duyu girdisi kaybına rağmen duyu anımsanmasını yeniden ortaya çıkartması ve beyin modülasyonunun vücut imajını güncelleyip dokunsal hissi geliştirebilmesiyle açıklanabilir. Bu özel nöral plastisite örneği, omurilik yaralanması olan hastalarda benlik duygusunu ve vücut sahiplik duygularını güçlendirmek için önemli bir fırsat olarak sunulabilir [50].

Sanal beden ile vücut algısı manipülasyonu yalnızca motor veya duysal rehabilitasyon için değil, aynı zamanda fantom ağrılı uzuvlar, bölgesel ağrı sendromu [51], yanıkları [52, 53] içeren farklı patolojilerde tedavi için de etkilere sahip olabilir [23].

2.1.7. KEY'in Duyular Üzerine Etkileri

Vücut sahiplenme yanılsamalarının patolojik ağrı hissini değiştirmek ve analjeziyi indüklemek için kullanılabileceği görüşüyle başlanan bir çalışmada, sağlıklı gönüllülere kauçuk el yanılsaması sırasında ve asenkron vuruşla kontrol seansı sırasında ısı ve soğuk ağrı eşiklerini belirlemek için kantitatif duysal test uygulanmış. Isı ve soğuk algılama eşikleri, sıcak ağrı eşiği, soğuk ağrı eşiğinin hiçbirisi üzerinde yanılsamanın ana etkisi bulunmamış. KEY'in analjeziye neden olmadığı sonucuna varılmıştır [8].

KEY'in öznel ağrı deneyimini değiştirip değiştiremeyeceğinin incelendiği başka bir çalışmada; kauçuk ve gerçek ele aynı anda fırça vuruşu uygulandığı senkron durum, iki ele asenkron olarak fırça vuruşu uygulandığı durum, sadece gerçek ele fırça vuruşu uygulandığı durum olarak üç koşul belirlenmiş. Bu durumların hepsinde lazer uyarılarının neden olduğu ağrının şiddetini ve hoşnutsuzluğunu bildirmeleri istenmiş. Sonuç olarak senkron vuruşun olduğu, yanılısamanın güçlü olduğu koşulda ağrı derecelendirmelerinin diğer iki koşula göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu göstermişlerdir. Bu da KEY'in önemli bir analjezik etkiye neden olabileceğini düşündürmüştür. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın önceki çalışmada koşulların yeterince optimize edilememesi olduğu öne sürülmüştür [10].

Kauçuk el yanılısaması, dokunsal işlemede bir kaymaya neden olup, gerçek elin sıcaklığında, sadece yanılısama olan ele özgü, bir düşüşe yol açar. Gerçek elden gelen dokunsal bilgilere, karşı elden gelen aynı uyarılara göre beyin tarafından daha az ağırlık verilir [14].

KEY dışında da çoklu duyuşal entegrasyon üzerine yapılan araştırmalar, uyarılan vücut bölümünü görmenin duyuşal farkındalık yeteneğini geliştirdiğini göstermiştir. Schaefer ve ark. yaptığı bir çalışmada, bir ele sopayla dokunulduğunu gösteren bir video ve çubuğun elin altındaki boşluğa dokunduğunu gösteren ikinci bir video izletmişler. Bu koşullar sonrasında işaret parmaklarının duyuşal eşikleri, Von Frey filamentleri ile test edilmiş. İlk ve ikinci

video sonrasında yapılan ölçümlerde duyuşal eşikler arasında önemli farklar saptanmış. Sonuç olarak bu çalışmada dokunmanın gözlemlenmesinin algılarda gelişmeye neden olacağı sonucuna varılmıştır [54].

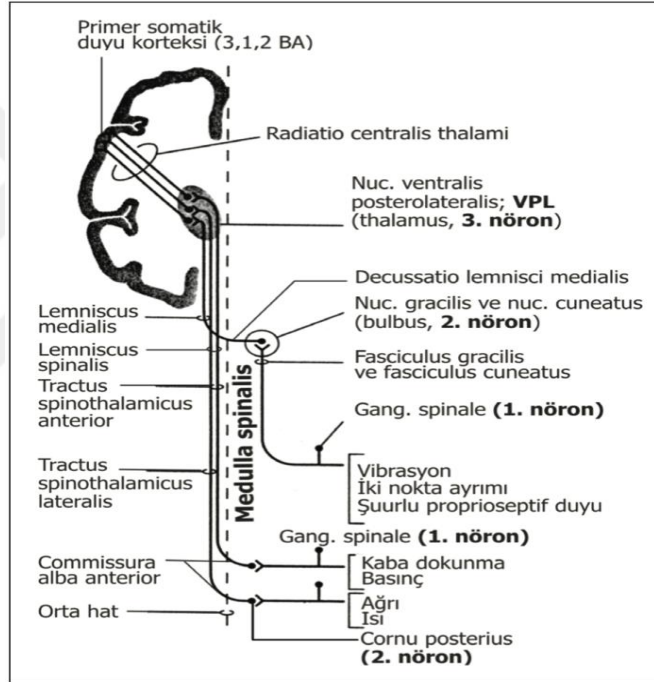
2.2. Duyu Değerlendirmesi

Duyu muayenesi, nörolojik muayenenin sübjektif, yoruma en açık bölümüdür. Duyular; genel ve özel duyular olarak ikiye ayrılır. Genel duyular yüzeysel (eksteroseptif), derin (proprioseptif), kortikal (kombine) ve viseral (interoseptif) duyular olarak değerlendirilir. Özel duyular; görme, işitme, koku ve tat gibi özel duyu şekillerini içerir.

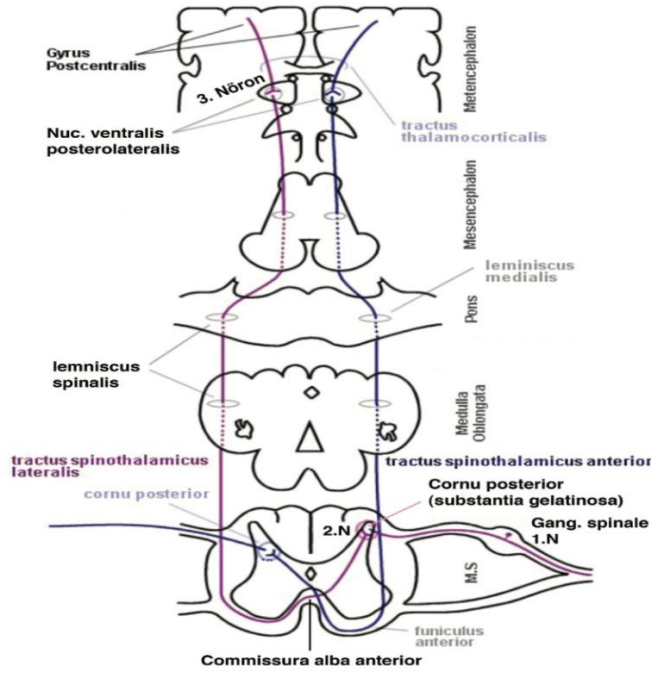
Yüzeysel duyular deriden kaynaklanır. Ağrı, ısı, dokunma, hafif dokunma, basınç vb. şeklinde algılanır. Muayenesinde; dokunma, ağrı ve ısı duyusu değerlendirilir.

Ağrı, nosiseptör adı verilen spesifik reseptörler tarafından algılanır. Ağrının afferentinden miyelinsiz C ile miyelinli A-delta ($A\delta$) sinir lifleri sorumludur. Bu lifler serbest sinir uçları olan nosiseptörler ile korteks arasındaki iletişimde rol alan taşıyıcılardır. C-lifleri, şiddetli mekanik, kimyasal, aşırı sıcak ve soğuk uyarılarla aktive olarak gecikmiş, yanıcı ve inatçı karakterdeki ağrı iletiminden, $A\delta$ ise mekanik uyarı ve ısı iletiminden sorumludur. Nosiseptörlerin hücre gövdeleri dorsal kök ganglionunda yerleşmiş olup ağrı yolunun ilk nöronlarıdır. Bu nöronlar ikinci sıra nöronlar ile dorsal kök ganglionunda

sinaps yaparlar. Buradan kalkan ikinci duyuşal nöronun uzantıları canalis centralis'in önünde çaprazlaşıp lateral spinothalamik traktusu oluşturarak aynı taraf talamusun ventral posterolateral çekirdeğine varırlar. Talamustan kalkan üçüncü sıra duyuşal nöronlar post-rolandik kortekse ulaşırılar. Kaba dokunma ve basınç duyuşları ise lateral spinothalamik traktus yerine anterior spinothalamik traktusu oluşturarak benzer yollarla kortekse ulaşırılar [55, 56] (Şekil 1,2).



Şekil 1. Çıkan yollar anatomisinin şematik gösterimi (Clinically Neuroanatomy And Related Neuroscience, WB Saunders, 2002 den değiştirilerek alınmıştır).

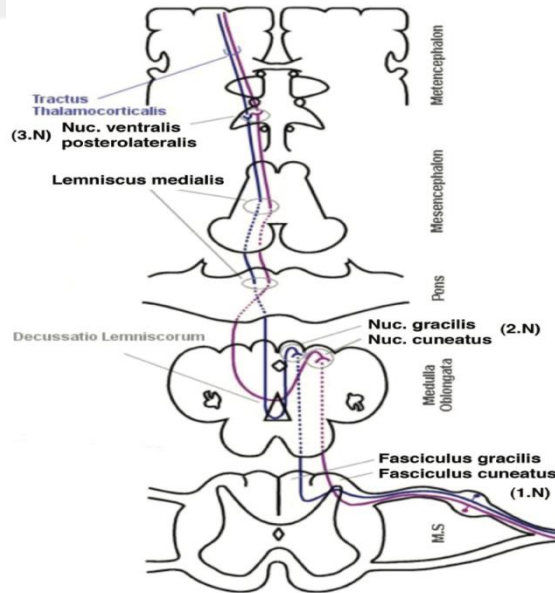


Şekil 2. Lateral ve anterior spinotalamik yolağın şematik gösterimi (Clinically Neuroanatomy And Related Neuroscience, WB Saunders, 2002 den değiştirilerek alınmıştır).

El ve ayaklarda uyuşma, karıncalanma, keçeleşme ve iğnelenmeleri sorgulamak duyu muayenesinin başlangıcıdır. Tüm yüzeyel duyu muayeneleri gözler kapalı iken yapılır. Dokunma duyuğu ufak bir pamuk parçasını önce duyuğu normal olduğu düşünölen bir bölgeye değdirerek ve sonra vücudun başka bölgelerinde aynı derecede duyuğ duymadığı sorularak yapılır. Ağrı duyuğu muayenesi ise dokunma duyuğu muayenesinin iğne ile tekrarlanmasıdır. Isı duyuğu muayenesi için çapları eşit iki deney tüpünden birine sıcak, diğerine soğuk su konulur ve gözler kapatılır. Hastaya ilk önce tüplerin ısı farkı öğretilir. Daha sonra vücudun değışik yerlerine değdirilen tüplerden hangisinin sıcak hangisinin soğuk olduğunu söylemesi istenir.

Derin duyular ise kas, eklem ve tendon benzeri yapılardan kaynaklanır. Vücutta dokunulan yerin ve hareketlerin lokalizasyonunu, pozisyonunu anlamayı sağlar. Denge ile alakalıdır.

Bilinçli derin duyuları taşıyan aksonlar arka boynuzlarda sinaps yapmadan ve çaprazlaşmadan aynı taraftaki arka kolon içinde yukarı çıkarlar. Bunlar bulbusun üst ucundaki nucleus gracilis ve cuneatus'ta sonlanırlar. Buradan kalkan ikinci sıra nöronların aksonları çaprazlaşıp, lemniscus medialis içerisinde devam ederler. Daha sonra karşı talamusun ventral posterolateral çekirdeğine varıp sinaps yaparlar. Buradaki üçüncü sıra nöronlar ise post-rolandik kortekse varırlar [56, 57] (Şekil 3).



Şekil 3. Fasciculus gracilis, cuneatus ve lemniscus medialisin şematik gösterimi (Clinically Neuroanatomy And Related Neuroscience, WB Saunders, 2002 den değiştirilerek alınmıştır).

Derin duyu muayenesi; pozisyon, pasif hareket, vibrasyon duyusu ve derin ağrı ile değerlendirilir. Tüm derin duyu muayeneleri gözler kapalı iken yapılır. Pozisyon duyusu için ekstremitelerden biri belli bir pozisyona getirilerek hastadan karşı ekstremitayı de benzer duruma getirmesi istenir. Pasif hareket duyusunu değerlendirilirken hastanın el veya ayak parmaklarından biri iki yandan tutularak yukarıya veya aşağıya doğru hareket ettirilir. Bu sırada hastadan hareketin yönünü belirtmesi istenir. Vibrasyon duyusunun değerlendirilmesi ise titreştirilmiş bir diyaazon ile yapılır. Ekstremita uçlarında bir kemik üzerine konularak titreşimi algılayıp algılamadığı sorulur. Algılıyorsa bu kez titreşimin sonlandığı anı belirtmesi istenir. Böylece titreşimi algıladığı süre belirlenir. Derin ağrıyı değerlendirmek için aşil tendonu sıkılarak veya kaslar kuvvetli bir şekilde bastırılarak ağrı duyup duymadığı araştırılır.

Kortikal duyu muayenesinden önce hastanın yüzeysel ve derin duyusunun normal olduğundan emin olmak gerekir. Çünkü kortikal duyular, yüzeysel ve derin duyuların parietal kortekste entegre edilen kombine şekilleridir. Vücutta dokunulan yerin lokalizasyonu ve iki nokta ayrımını sağlayan diskriminatif dokunma duyusunu ileten bir bölüm aksonlar derin duyu yollarını izleyip benzer sinapslar yaparak kortekse ulaşırlar (Şekil 1).

Tüm kortikal duyu muayeneleri sırasında hastanın gözleri kapalı olmalıdır. Kortikal duyular için stereognozi, grafestezi, iki nokta diskriminasyonu, söndürme fenomeni değerlendirilir. Stereognozi: Bir objeyi şekil, büyüklük ve yapısal

özelliklerinden tanıma yeteneğidir. Hastanın eline kolayca tanıyabileceği anahtar, kalem, çakmak gibi objeler verilerek adlandırması istenir. İki nokta diskriminasyonu: Deriye aynı anda değdirilen uçları künt bir pergeli iki ayrı nokta olarak algılayabilme yeteneğidir. Grafestezi: Künt bir cisim ile deriye yazılan bir harf veya sayının tanınmasıdır. Söndürme fenomeni Sağ veya sol beden yarısına aynı anda birer iğne değdirilir. Söndürme fenomeni olan hasta bunlardan yalnızca birini algılar.

Yüzeyel, derin ve kortikal duyu muayeneleri yukarıda anlatıldığı gibi objektif olarak değerlendirilebilir. Standartlaştırılmış ve resmileştirilmiş bir duysal değerlendirme için ise kantitatif duysal testler kullanılabilir [58]. Nicel testler duysal eşiklerin ölçülmesine olanak sağlar.

2.2.1. Duyusal Eşikler

Algı ve ağrı eşiklerini yakalamak için kalibre edilmiş uyarılar uygulanır, böylece duysal artı veya eksi işaretlerin varlığı hakkında bilgi sağlanır. Duyusal eşikleri saptamak için bir dizi yöntem geliştirilmiştir. Bunların geniş kapsamlı bir kısmı Nicel Duyusal Test (Quantitative sensory testing, QST) bataryasında sunulmuştur. Bu bataryada da mekanik algı eşiği için filaman testi, basınç ağrı eşiği için basınç algometresi önerilmiştir [58].

Duyu algılama eşikleri hafif dokunma duyusu için semmes weinstein monofilamanları kullanılarak, iki nokta diskriminasyonu için iki nokta arası

ölçümler standartize edilmiş bir disk kullanılarak, basınç ağrı eşiği içinse santimetrekareye uygulanan basıncı ölçen bir dolorimetre kullanılarak ölçülebilir.

Vücudun sağ ve sol tarafı arasında, duyuşal eşikler arasında önemli bir fark bulunmaz [58].

2.2.1.1. Semmes Weinstein Monofilamanları, Taktıl Duyu Eşiğı

Von Frey 1896'da insanlarda farklı sertlik ve uzunluktaki at ve yaban domuzu kıllarını, dokunsal hissi belirlemek için kullanmıştır. Von Frey'den ilham alan Sidney Weinstein ve Josephine Semmes birlikte 1958'de Semmes-Weinstein monofilamanlarını geliştirmişlerdir. Bu testte von Frey'in kullandığı at kılı, misina (nylon) ile değiştirilmiştir. Araştırmalarını 1960 yılında yayınlamışlardır.

Semmes-Weinstein monofilamanları (SWM) Dünya Sağlık Örgütü tarafından kutanöz duyuşal algı eşiğinin tekrarlanabilir test ve ölçümünde kullanılabilecek cihazlar olarak tavsiye edilip, tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır [59]. Bu test bir esteziyometredir. Yapılma amacı temel olarak dokunma duyusunu test etmektir. Yaklaşık olarak aynı uzunluğa sahip nylon (misina) monofilamanlarla yapılır. Uygulamak için monofilamanlar cilde temas ettirilir ve bükölme oluşana kadar bastırılır. Bükölme oluşuktan sonra bastırılmaya devam etse bile kuvvet miktarında artış beklenmemektedir.

Semmes – Weinstein monofilamanlarının boyutları, Weber'in yasasına uygun olarak yaklaşık logaritmik bir ölçekte artar [60]. Çoğu test kitinde kalınlıklar 1,65 ile 6,65 arasında değişir. Monofilamanların her birinin hedef kuvvetleri ayrı ayrı kalibre edilmiş ve buna göre uygulanan kuvvet miktarı standartize edilmiştir (Baseline monofilament). SWM'nin standartlaştırılmış bükülme kuvvetinin yaş, hasar, kullanıldıkları sıcaklık ve nem koşulları veya uygulayıcı tekniği nedeniyle hiçbir tutarsızlık göstermemesi beklenmelidir.

26 derece ve %33 nem oranında standart verilerden ortalama %2 oranında anlamlı olmayan bir değişkenlik gösterir. Farklı sıcaklık ve nem koşullarında ise bükülme kuvvetinde anlamlı değişiklikler olabilir. Bu da periferik sinir fonksiyonu ile ilgili potansiyel bir yanlış yorumlamaya yol açabilir. Yanlış sonuç elde etmemek için değerlendirmeler arasında ortamın sıcaklığı ve nemi sabit tutulmalıdır. Bu test için yaşın etkisi ise küçük olup, klinik olarak anlamlı saptanmamış [61]. Başka bir çalışmada; kompresyon sayısının el hareketinden bağımsız olarak bükülme kuvvetini azalttığı saptanmış. Birbirini takip eden on kompresyondan sonra bu kuvvet anlamlı olarak azalmış. Bu nedenle, tıbbi personelin yalnızca operatörün el hareketini değil, aynı zamanda tekrarlanan denemelerin etkisini de dikkate alması gerekir [62].

SWM testlerinin uygun nem ve sıcaklıkta uygulanması gerekliliği gibi bazı kısıtlılıkları var olsa da; uygun bir psikofiziksel paradigma kullanıldığında çok az deneme ile oldukça güvenilir ve hassas, basınç eşiği tespiti sağladığı gösterilmiştir [63].

2.2.1.1.1. SWM Nasıl Uygulanır?

Sessiz ve sakin bir ortamda, hastanın gözleri kapalı iken uygulanmalıdır. Monofilaman cilde dik tutulup temas ettirilir. Basınç artırılıp filamanın uç noktası zorlama eşiğine ulaştığında filaman eğilir. Filamanlar büküldükten sonra basınç uygulanmaya devam edilse bile ciltte hissedilen basınçta artış olmaz. Bu nedenle monofilamanlarda eğim oluştuğunda o filaman ile daha fazla basınç uygulanmadığı için 1-2 sn beklenip, hastanın hissedip hissetmediği sorgulanır ve kaydedilir. Ülser, nasır, nekrotik dokunun üstüne uygulanmaz. Arada sahte uygulama yapıp emin olunmalıdır. Hastaya aynı filamanla üç uygulama yapılmalıdır. Üç uygulamadan ikisine doğru yanıt veriyorsa koruyucu his var demektir. Teste en küçük monofilaman ile başlanır ve en büyük filamana doğru sırayla uygulanır. Ancak test edilen en küçük monofilaman hasta tarafından algılandığında test durdurulur ve değer kaydedilir.

2.2.1.1.2. SWM Normal Değerler ve Varyasyonları

SWM testinde elin palmar tarafında konvansiyonel noktalarda değerlendirilen

1,65-2,83 mgr normal duyuyu,

3,22-3,61mgr azalmış hafif dokunmayı,

3,84-4,31 mgr azalmış protektif duyuyu,

4,56-6,65 mgr protektif duyu kaybını göstermektedir [64].

Yirmi monofilamanı içeren tam Semmes-Weinstein kitindeki en küçük beş monofilaman ile yapılan testlerin sonuçlarının normal deneklerde güvenilir

olmadığı ve normal deneklerde duyuşal fonksiyondaki değışikliğı tespit etmedikleri sonucuna varılmıştır [65]. 2.83 filamanı, ayağın plantar yüzeyi haricinde, vücudun her yerinde normal hafif dokunuşu tanıma için kullanışlı bir gösterge olabileceğı söylenmiştir [66]. Başka bir çalışmada ise dokunma duyuşal eşiklerinin, bazı yazarların bir tarama aracı olarak önerdiği 2.83 filamanından daha yüksek olduğı sonucuna varılmıştır [67]. Bu bilgiler ışığında el için pratik kullanımlı beş parçadan oluşan bir test kiti oluşturulmuştur.

2.2.1.2. İki Nokta Diskriminasyonu

İki nokta diskriminasyonu (İND) cilde aynı anda ve aynı basınçla temas ettirilen iki noktanın bir değil, gerçekten iki ayrı nokta olduğunu ayırt etme yeteneğidir. Ernest Heinrich Weber (1846) tarafından tanımlanmıştır. İND eşikleri, ilk olarak 1934'te Webster tarafından birbirinden ayrı olarak algılanan iki nokta arasındaki en küçük mesafe olarak tanımlandı. Dokunma keskinliğini ya da uzamsal keskinliği (spatial acuity) araştırmak için araştırmalarda kullanılmıştır. Artan İND eşiğı, azalmış dokunsal keskinliği yansıtır [68]. Moberg dokunsal ayrımcılığın önemine daha fazla dikkat çekip, "dokunsal gnosis" terimini oluşturmuştur [69]. Ağrıya yol açmadan, aynı anda temas ettirilen uçları küntleştirilmiş bir pergel veya pusula benzeri bir alet ile muayene edilir [70]. Statik ve dinamik olarak değerlendirilebilir.

Test bölgesi, cinsiyet, test yöntemi, yaş, cihaz ve uygulanan kuvvet dahil olmak üzere iki noktalı ayırım değerlerini etkileyebilecek çeşitli faktörler vardır. Uyarıların iki ayrı nokta olarak fark edilebilmesi için gereken mesafe vücut

bölümlerinde değişkendir. Genel olarak İND eşikleri vücutta distale doğru gidildikçe azalır [71]. İND eşikleri dilin ucunda kabaca 1 mm, dudaklarda 2-3 mm, el ve ayak sırtında 20-30 mm ve sırt ve belde 40-70 mm'dir [72, 73]. Parmak uçlarında iki nokta ayrımı sağlıklı genç popülasyon için başparmakta ortalama 2.6 mm, orta parmakta 2.6 mm ve küçük parmakta 2.5 mm olarak saptanmıştır [71]. Moberg, İND testinin geçerli ve tekrarlanabilir sonuçlarının kesin protokole ve uygun araçlara bağlı olduğunu belirtmiştir [74]. Test güvenilirliğiyle ilgili tartışmalara rağmen İND günümüzde yaygın olarak kullanılan ve muayenede değerini koruyan bir testtir. Kantitatif duyu testleri arasında olan iki nokta diskriminasyonu uzun vadeli değerlendirmede tekrarlanabilirlik açısından mükemmel güvenilirlik göstermiştir [75]. İND eşığının en düşük olduğu ölçüm için 5,0 mm / sn veya 10,0 mm / sn'lik bir uyarıcı hızının ve 1,0 mm'lik bir uyarıcı penetrasyon derinliğinin en uygun koşul olduğunu saptanmış. Ayrıca, bu uyarıcı koşullar altında tekrarlanan ölçümlerle eşik üzerinde hiçbir etkinin olmadığı bulunmuştur [76].

2.2.1.2.1. İki Nokta Diskriminasyonu Nasıl Değerlendirilir?

Sessiz ve sakin bir ortamda, hastanın gözleri kapalı iken uygulanmalıdır. İND'de dokunma modalitesi üçe ayrılabilir: kör uçlu statik iki nokta ayrımı, kör uçlu hareketli iki nokta ayrımı ve keskin uçlu statik iki nokta ayrımı. Kunt uçlu statik ve hareketli İND genellikle Disk-Criminator kullanılarak test edilir. Aesthesiometer, keskin uçlu statik İND için kullanılır [77]. Pusula benzeri bir aletle ya da pergelle iki nokta cilde temas ettirilir. Test edilen alanda bir nokta veya iki nokta ile dokunmak arasında rastgele geçiş yapılabilir. Test yapılan kişinin

kaç nokta hissettiğini söylemesi istenir. İki farklı uyarının algılanmasıyla sonuçlanan en küçük mesafe, hastanın iki nokta eşiği olarak kaydedilir. Fazla basınç uygulanmamalıdır. Basınç ne kadar yüksekse, uyarılan cilt alanı o kadar geniş olur. Uygulanan kuvvet miktarını kontrol etmek için ciltte beyazlaşma olmamasına dikkat edilebilir [78, 79]. Cilde temas ettirilen iki noktanın aynı anda ve aynı basınçla temas ettirilmesi önemlidir. Aksi takdirde sonuçlar değişebilir. Amerikan El Cerrahisi Derneği, iki nokta diskriminasyonu için 10 üzerinden yedi doğru yanıt olması gerektiğini önermektedir.

2.2.1.3. Basınç Ağrı Eşiği

Ağrı, vücudun belli bir yerinden kaynaklanan, kişinin geçmişteki deneyimleri ile birleştirdiği, hoş olmayan emosyonel bir duyumdur [80, 81]. Ağrı bilinçli bir deneyimdir. Yani ağrı bilincin dışında var olamaz [82]. Basınç ağrı eşiği, ağrı algısı oluşturan minimum basınç değeri olarak tanımlanmaktadır. Ağrı eşiğini kişinin deneyimleri, sosyokültürel düzeyi ve cinsiyeti etkileyebilir.

Basınç ağrı eşiği (BAE), derin doku hassasiyetini ölçmek için kullanılır. Test, sürekli artan ağrısız bir basınç uyarısının ağrılı bir basınç hissine dönüştüğü anda, belirli bir alandaki basınç miktarını belirler. Bu test için kullanılan basınç algometresi (dolorimetre) ağrıya hassasiyetin değerlendirilmesi için kullanılan bir cihazdır. Basınç algometresinin kullanıldığı mekanik metod kullanım kolaylığı sağlamıştır, hastaya zararsızdır, kabul edilebilir güvenilirlik ve tekrarlanabilirliğe sahiptir [83-85]. Kronik bel ağrısı olanlarda,

fibromiyalji sendromlu hastalarda, boyun ağrıları olan hastalarda bu eşik değerin düştüğü gösterilmiştir [86, 87].

2.2.1.3.1. Basınç Ağrı Eşiği Nasıl Ölçülür?

Katılımcılar, ölçümlerin nasıl yapılacağı konusunda tam olarak bilgilendirilir. Algometreyle test edilmek istenen vücut bölgesine hafif basınç uygulanır. Giderek basıncın şiddeti artırılır. Katılımcıdan algometrik ölçüm sırasında basınç yerine ağrı duyusunu hissettiği anda söylemesi istenir. Ağrıya neden olan basınç miktarı kg / cm^2 cinsinden BAE olarak kaydedilir. Ölçüm özelliklerini maksimize etmek için 3 ölçüm yapılması gerektiği gösterilmiştir [87].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya, Mayıs 2021 ile Eylül 2021 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniğine başvuran ve çalışma kriterlerini karşılayan sağlıklı gönüllüler alındı. Çalışma öncesi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun onayı alındı. (karar no: 2021-217) Ayrıca çalışma başlamadan 'clinicaltrials.gov' internet adresine kayıt edilerek çalışma numarası (NCT04837443) alındı. Sağlıklı gönüllülere çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında ön bilgi verildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul eden ve tarama deneyinde KEY'in ortaya çıktığı katılımcılara çalışmanın içeriğinin ayrıntılı olarak anlatıldığı "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" verildi ve imzaları alındı. Araştırma süresince Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu kurallarına uyuldu.

3.1. Örneklem Büyüklüğü

Örneklem büyüklüğü G Power 3.1.9.6 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır [88]. Tekrarlı ölçümlerde önerilen etki büyüklüğü istatistiği Cohen (1988) ve Bakeman (2005)'in çalışmalarına dayanarak 0,26 kabul edilmiş ve %80 güç, % 5 hata payı ile 'Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi' için örneklem büyüklüğü 22 bulunmuştur [89, 90].

3.2. Olgular

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- 18-65 yaş aralığında olmak
- Yapılacak testlere koopere olabilmek
- KEY'in oluşturulabilmesi
- Çalışmaya katılmayı kabul etmek olarak belirlendi.

Dışlama kriterleri;

- 18 yaş altında ve 65 yaş üstünde olmak
- Nöropati tanısına sahip olmak
- Bilinen herhangi bir nörolojik veya psikiyatrik hastalığın varlığı
- Santral sinir sistemini (SSS) etkileyen ilaç kullanımı
- Üst ekstremitelerinde amputasyon ve sinir hasarı bulunması
- Sinir hasarına bağlı fonksiyon bozukluğu
- Yapılacak testlere koopere olamamak
- Tarama deneyinde KEY oluşmaması olarak belirlendi.

Başvuran 44 kişinin birinde üst ekstremitesinde amputasyon varlığı, ikisinde santral sinir sistemini etkileyen ilaç kullanımı olması üzerine 3 kişi dışlandı. 41 sağlıklı gönüllü tarandı.

3.3. Değerlendirme

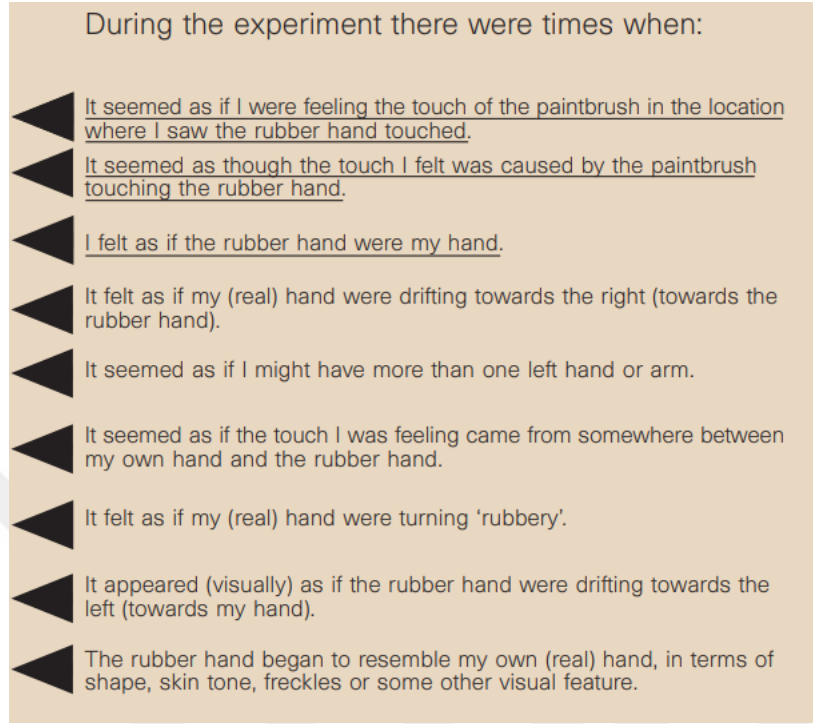
3.3.1. Tarama Deneyi

Çalışma kriterlerini karşılayan sağlıklı gönüllülere önce yanılısama oluşup oluşmadığını gözlemlemek için 120 saniyelik fırça vuruşu içeren KEY uygulamasıyla tarama deneyi yapıldı. Kauçuk el yanılısamasının oluşturulması için iyi aydınlatılmış, sessiz bir odada, masa üzerinde bir düzenek kuruldu. Gönüllülerin hepsine tek kullanımlık siyah önlük giymeleri istendi. Gönüllüden sol elini 25x33x17cm lik bir kutunun içine koyması istendi. Böylelikle gerçek eli görüş alanının dışında kaldı. Benzer tek kullanımlık siyah önlük giydirilmiş kauçuk el ise, kutunun yanına masanın üzerine katılımcının görüş alanı içerisinde olacak şekilde yerleştirildi. Kauçuk el vücudun orta hattından solda 10 cm uzaklıkta ve gerçek el ile arasında 20 cm olacak şekilde konumlandırıldı. Yanılısama oluşması için gerçek ve kauçuk ele 120 saniye boyunca aynı parmak bölgelerine, benzer şiddette ve senkron fırça vuruşları yapıldı (Resim 1). İki dakikanın sonunda öznel anket ve proprioseptif sapma olarak iki KEY değerlendirme yöntemi kullanıldı. Bu değerlendirmeler sonucu proprioseptif sapmanın 5 cm ve üzeri olduğu veya öznel ankette 3.soruya tamamen katılıyorum yanıtı verenler güçlü yanılısama kabul edilip yaşayanlar çalışmaya dahil edildi. Proprioseptif sapma ölçümü için gözler kapalı iken sağ elin işaret parmağıyla kutu içinde görünmeyen sol el işaret parmağının konumunu, ellerden 2-3 cm önde duran mezurada gösterilmesi istenmiştir. Bu ölçüm başlangıçta ve fırça vuruşları uygulandıktan sonra tekrarlanmıştır. Aradaki fark proprioseptif sapma olarak

kaydedilmiştir. KEY şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan ikinci bir yöntem ise Botvinick ve Cohen' in geliştirdiği öznel anketi. Katılımcılar, aşağıdaki tabloda belirtilen tüm soruları -3 (kesinlikle katılmıyorum)' dan, +3 (kesinlikle katılıyorum)' a kadar 7'li bir likert ölçeğinde cevaplandırıdılar.

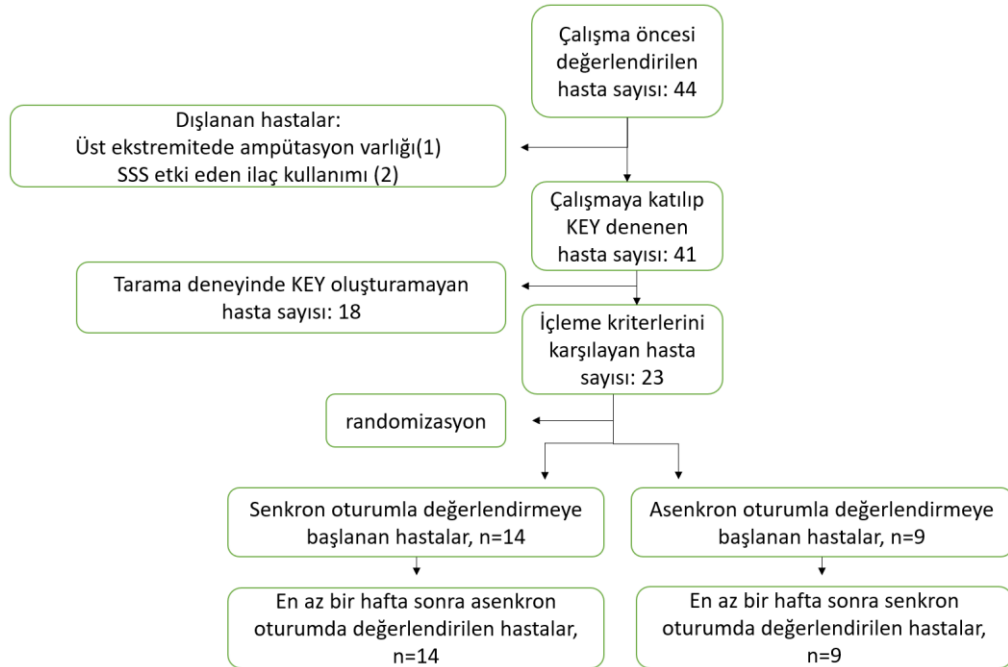
Tablo 1. Botvinick ve Cohen'in öznel değerlendirme anketi çevirisi

1.Fırçanın kauçuk elde dokunduğunu gördüğüm yerlerinde kendi elimde fırçayı hissediyor gibiyim.
2. Hissettiğim sanki kauçuk ele temas eden fırçanın yarattığı bir dokunuştur.
3.Kauçuk eli sanki kendi elimmiş gibi hissettim.
4. Kendi elimi sanki kauçuk ele (sağa doğru) sürükleniyor gibi hissettim.
5. Birden fazla sol elim varmış gibi görünüyordu.
6. Hissettiğim dokunuş kendi elimle kauçuk el arasında bir yerden geliyor gibiydi.
7. Kendi elim sanki kauçuk el ile aynı malzemeye dönüşüyordu.
8. Kauçuk elin görsel olarak elime doğru sürüklendiğini hissettim.
9. Kauçuk el şekil, renk ve doku itibarıyla görsel olarak benim elime benzemeye başladı.
-3: kesinlikle katılmıyorum -2: katılmıyorum -1: kısmen katılmıyorum 0: ne katılıyorum ne katılmıyorum 1: kısmen katılıyorum 2: katılıyorum 3: kesinlikle katılıyorum



Şekil 4. KEY şiddetini öznel değerlendirme anketinin orijinali

Botvinick, Matthew, and Jonathan Cohen. "Rubber hands 'feel'touch that eyes see." *Nature* 391.6669 (1998): 756-756.



Şekil 5. Hasta akış şeması

3.3.2. Esas Deney

Çalışma kriterlerini karşılayan 41 katılımcıdan, güçlü KEY oluşturulabilen 23'ü çalışmaya dahil edildi. Katılımcıların adı, soyadı, yaşı, telefon numarası, dosya numarası, boyu, kilosu, el tercihi, eğitim durumu ve mesleği kaydedildi. Psikiyatrik ve nörolojik hastalıkları da içeren ayrıntılı ek hastalık öyküsü değerlendirildi.

Araştırma, senkronize vuruşla oluşturulan yanılısama oturumu ve asenkron vuruşla kontrol oturumundan oluşmaktaydı. Sağlıklı gönüllüler hem yanılısama hem de kontrol grubunda olacak şekilde farklı günlerde iki ayrı oturuma da katıldı. Gönüllüler, öğrenme faktörünün etkisini azaltmak için kendi arasında bilgisayar destekli randomize edildi. Randomizasyon sonucuna göre çalışmaya senkron ya da asenkron oturumla başlandı.

Tüm gönüllülere dominant ekstremite tercihini saptamak için; Edinburgh El Tercih Anketi, genel duygu durum etkilenimini saptamak için; Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HAD), genel bilişsel durumu saptamak için; Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MoCA) uygulandı. Tüm ölçekler katılımcılara yüz yüze ve birebir uygulanmış olup toplamda 10- 15 dakika sürmüştür.

Deneye başlamadan önce katılımcılara odaya alışmaları için 5-10 dakika verildi. Oturumlarda ilk önce, ortamda kauçuk el yokken, kişisel olarak değişebilecek propriosepsiyon ölçümü yapıldı. Bu ölçüm için gönüllüden, gözleri

kapalı ve sol eli masanın üzerinde iken, elinden 2-3 cm önde duran bir cetvelde sol elinin işaret parmağının cetvel üzerindeki tahmin ettiği konumunu sağ elinin işaret parmağıyla göstermesi istendi. Kişi parmak konumunu bir alan içinde değerlendirdiği için ölçümünün doğruluğunu artırmak adına çok kısa aralıklarla bu ölçüm 3 kez tekrarlandı. Ortalama değer kaydedildi.

Tüm duyuusal testler için hastalar bilgilendirildi ve gözler açıkken karşı taraf elde ölçümlerin nasıl yapılacağı gösterildi. Katılımcı elini kutu içine koyup eli görüş alanının dışında kaldıktan sonra duyu ölçümleri yapıldı, başlangıç değerler olarak kaydedildi. Eşikler sessiz ve iyi aydınlatılmış bir ortamda, seviye yöntemi kullanılarak; eşik seviyesinin alt ve üst değerine tekrar tekrar uygulama yapılarak test edildi. Bu yöntemde test süresinin uzamasıyla oluşabilecek duyarlılaşma fenomenini ortadan kaldırmak adına ölçüm uzamasıyla diğer duyuusal ölçümlere geçiş yapıldı.

Daha sonra tarama deneyinde anlatılan şekilde düzenek kurulup KEY oluşturuldu. 120 sn sonunda öznel anket ve proprioseptif sapma ile yanılısama şiddeti değerlendirildi. 2 dakikanın sonrasında da fırça vuruşlarına devam edip, yanılısama sırasında duyuusal eşiklerin ölçümleri tekrarlandı. Fırça vuruşu bittikten 1 dakika sonra ölçümler yinelendi. Ölçümler bittikten sonra görsel yanılısama da ortadan kaldırmak için kauçuk el ortamdan alınıp 1 dakika bekledikten sonra ölçümler tekrar yapıldı.



Resim 1. KEY düzeneğinde ellerin konumlanması, zaman ve mekânsal olarak senkron fırça vuruşu

3.3.2.1. Edinburg El Tercih Anketi

Richard Charles Oldfield tarafından günlük yaşam aktivitelerinde bir deneğin hangi elini ne kadar kullandığını nesnel olarak tespit etmek için geliştirilmiştir [91]. El tercihinin belirlemek için en yaygın kullanılan tarama

aracıdır [92]. Otizmli çocuklardan felçli yetişkinlere kadar çok çeşitli konularda kullanılmıştır. Orijinali 20 soruluk iken sosyokültürel farklılıkların üstesinden gelmek için evrensel kullanımına daha uygun 10 soruluk anket geliştirilmiştir [93]. Puanlamak için her bir madde için denekten verilen aktiviteyi yapmayı tercih ettiği tarafı belirtmesi istenir (kendi değerlendirme yöntemi), alternatif olarak denekler bahsedilen aktiviteyi gerçekleştirmeye yönlendirilebilir ve gözlemci bulguları derecelendirebilir (doğrudan gözlem yöntemi). Tercih sol veya sağ taraf için ise, o taraf için sütunda bir " + " işaretlenir. Belirli bir taraf için tercih o kadar güçlüyse, diğer taraf zorunlu olmadıkça kullanılmayacaksa, o tarafta bir " ++ " işaretlenir. Herhangi bir taraf tercihi yoksa, her iki tarafta bir " + " işareti bulunur. Bimanuel bir görevi içeren öğeler için, anahtar ögenin kullanımına dahil olan el tercih edilen taraf olarak kabul edilir. Deneğin herhangi bir görevle ilgili deneyimi yoksa, o öğe işaretsiz kalır. Toplam puan aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\text{Lateralite Katsayısı} = (\text{sağ-sol})/(\text{sağ+sol}) \times 100$$

Puan hesaplandıktan sonra -40'tan az puan solaklık, -40 ile +40 arası iki yönlülük (Ambidexterity), +40'tan fazla puan sağlaklık olarak değerlendirilir [91, 92].

3.3.2.2. Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HAD ölçeği)

Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği genel bir tıbbi kliniğe başvuran hastalarda klinik olarak anlamlı anksiyete ve depresyon taraması için güvenilir bir araç olarak sunulmaktadır [94]. Ölçek, bedensel rahatsızlığı olmayan sağlıklı

örneklemeler için de güvenilir, geçerli ve kullanılabilir [95]. Ölçek 14 sorudan oluşmaktadır. Sorularda artan veya azalan sıralamadaki puanlamayla (0-3 ya da 3-0) 4 seçenek mevcuttur. Tek sorular anksiyeteye ilgili, çift sorular depresyonla ilgili sorulardır. Sorulardan alınan puanlar direkt toplanarak depresyon ve anksiyete skoru bulunur.

3.3.2.3. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MoCA)

Bilişsel bozukluğu tespit etmek için yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme aracıdır. Ziad Nasreddine tarafından 1996’da oluşturulmuştur. Hafif bilişsel bozukluk taramasında kullanılabileceği çalışmalarla doğrulanmıştır ve daha sonra klinik olarak çeşitli amaçlarla kullanılmıştır [96]. MoCA testi, yaklaşık 10 dakikada uygulanan iki sayfalık 30 puanlık bir testtir. Testte kısa süreli bellek, görsel-uzaysal yetenekler, yürütücü işlevler, dikkat, konsantrasyon ve çalışma belleği, dil-akıcılık, soyut-akıl yürütme, zaman, mekan yönelimi değerlendirilir. Puanlar 0 ile 30 arasında değişmektedir. 26 ve üzeri puan normal kabul edilir ama farklı diller arasında çeşitli kesme puanları önerilmiştir [97]. Test ve uygulama talimatları çevrimiçi olarak mevcuttur.

3.3.2.4. Taktil Duyu Eşiği

SWM testinde Baseline Monofilaman El Kiti kullanılarak taktil duyu eşiği ölçüldü (Resim 2). Kauçuk elin pozisyonu nedeniyle ölçümler, radial sinir alanında, el sırtından, birinci dorsal interosseöz kas üzerindeki deri üzerinden

ölçüm yapıldı. Standardize kitteki filamanların bükülme kuvvetlerinin değiştirmemek adına deney aynı nem ve sıcaklığı sağlanan aynı ortamda yapıldı. 10'dan fazla tekrarlayan ölçümlerin bükülme kuvvetini değiştirebileceğinden ötürü tekrar sayısına dikkat edildi. Testin doğruluğunu artırmak için 3 uygulama yapıp sonuçtan emin olundu.



Resim 2. Semmes-Weinstein Monofilamanları, Baseline Monofilaman El Kiti



Resim 3. Fırça vuruşu esnasında SWM ile taktıl duyu eşği ölçüm yeri

3.3.2.5. İki Nokta Diskriminasyonu

İki nokta ayrımı için; oktagonal şekilli 2mm-25mm arasında ayrımı sağlayan Baseline Discrim-a-gon 2 Nokta Ayrım Seti kullanıldı (Resim 4). Ölçüm en distaldeki nokta olan işaret parmağının tırnak başlangıç çizgisinin 2 mm üzerinden yapıldı (Resim 5). Aynı uygulayıcı tarafından sabit hızla, ciltte beyazlaşma olmayacak basınç miktarı ile standart iki noktalar aynı anda temas ettirildi. Tek ve çift noktalar arasında rastgele geçiş yapıldı. Katılımcının 10 cevabından 7 sinin doğru olduğu en küçük iki nokta ayrımını yaptığı değer eşik olarak kaydedildi.



Resim 4. Baseline Discrim-a-gon 2 Nokta Ayrım Seti



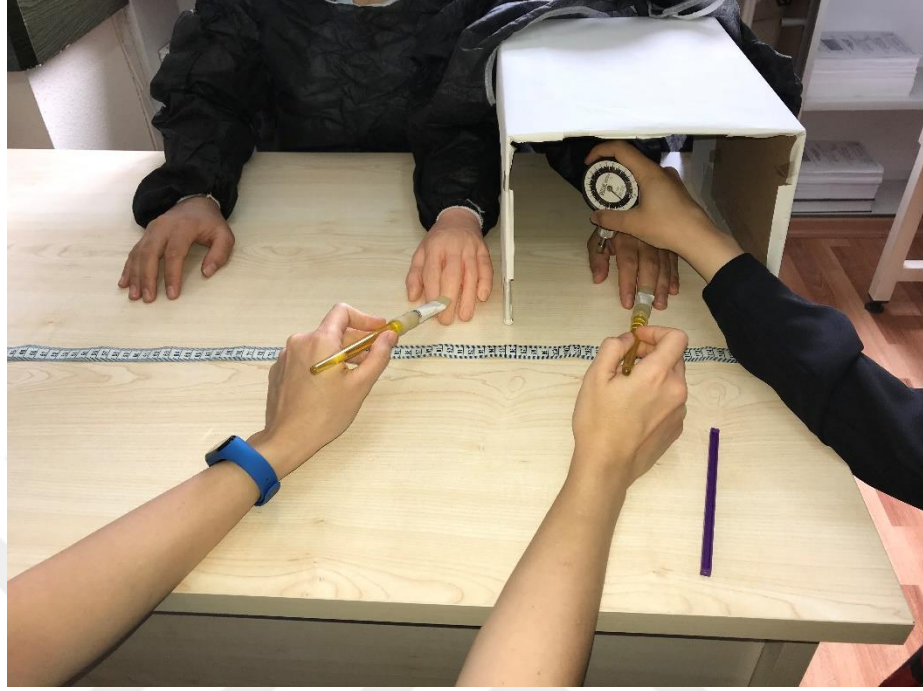
Resim 5. Fırça vuruşu esnasında diskriminatör ile iki nokta diskriminasyonu ölçüm yeri

3.3.2.6. Basınç Ağrı Eşiği

KEY sırasında basınç ağrı eşiği ölçümlerinde yanılısamanın bozulmaması için elin masaüstüyle temas halinde olan 1.parmağın proksimal falanks kemiğinin mediali seçildi (Resim 7). Ölçüm için Baseline Dolorimeter 10kg-22lbs aleti kullanıldı (Resim 6). Ölçüm sırasında basınç yavaş ve sabit hızla artırıldı. Katılımcıdan ilk rahatsız hissettiği, basıncın ağrıya dönüştüğü noktayı söylemesi istendi. Bu değer kaydedildikten sonra duyarlılaşma fenomenini ortadan kaldırmak için aralarda en az 30 sn beklenip ölçümler 3 defa yapıldı.



Resim 6. Baseline Dolorimeter (10kg-22lbs)



Resim 7. Fırça vuruşu esnasında algometre ile basınç ağrı eşiği ölçüm yeri

3.4. Veri Analizi

İstatistiksel analizlerde Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) for Windows sürüm 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler; sürekli sayısal değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma veya medyan (minimum- maksimum, çeyrekler arası aralık) şeklinde, kategorik değişkenler ise olgu sayısı ve yüzde (%) biçiminde gösterildi. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Yanılsama ve kontrol oturumlarının zamana bağımlı tekrarlayan ölçümleri normal dağılan sürekli değişkenler için Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ile, normal dağılmayan sürekli değişkenler için Friedman Varyans analizi ile değerlendirildi. Mauchly's Sphericity testi ile kontrol edilen

küresellik varsayımı sağlanamadığı zaman Greenhouse-Geisser testi kullanıldı. Grup karşılaştırmaları için Bonferroni düzeltmesi ve Wilcoxon testi yapıldı. Senkron ve asenkron oturumlar arasında aynı koşullardaki değerlerin ve zaman içindeki değişimlerinin karşılaştırılmasında ‘bağımlı gruplar t testi’ ya da Wilcoxon testi kullanıldı. Değişkenler arası ilişki Spearman ya da Pearson korelasyon katsayısı hesaplanarak test edildi. Veriler %95 güven düzeyinde incelenerek istatistiksel anlamlılık $p<0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 23 katılımcının (14 Kadın, 9 Erkek) yaş aralığı 25-54 olup, ortalama yaş $35,7 \pm 8,8$ idi. Katılımcıların boyları 150 cm ve 190 cm arasında değişmekte olup boy ortalaması $167,78 \pm 9,07$ santimetreydi. Gönüllülerin vücut ağırlıkları ise 50 ile 96 kg arasında değişmekte olup ortalama vücut ağırlığı $69,69 \pm 13,03$ kg olarak hesaplandı. Katılımcıların vücut kitle indeksi ortalama $24,64 \pm 3,46$ kg/cm² idi (minimum=18,7 maksimum=31,7). Katılımcıların %73,9 u lisans veya üzeri bir programdan mezundu (tablo 2). Bir katılımcının iki yönlü el tercihi olması dışında tüm katılımcılar Edinburgh El Tercih anketine göre sağ el dominansına sahipti. MoCA skoru, yaş ile ters ilişkiliydi ($r=-0,423$, $p=0,044$). MoCA skoru, eğitim düzeyi önlisans ve altı olanlarda (ort.= $22,8 \pm 4,5$), eğitim düzeyi lisans ve üzeri olanlara göre (ort.= $27,5 \pm 1,9$) anlamlı derecede düşüktü ($p=0,02$).

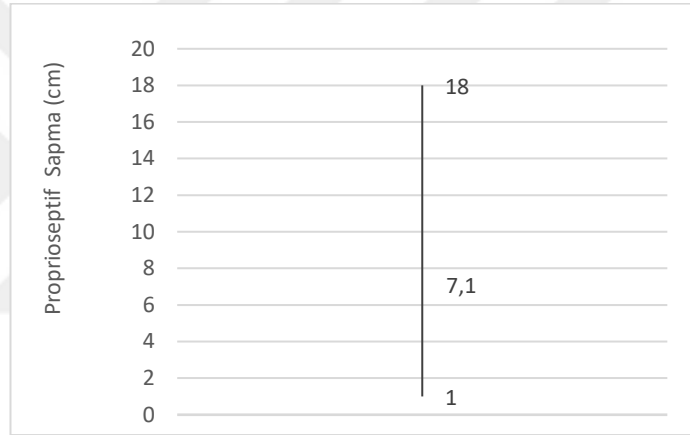
Tablo 2. Katılımcıların demografik verileri, MoCA ve HAD skorları

Katılımcılar n=23	
Yaş(yıl) Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	35,78 $\pm$ 8,82 (25-54)
Boy(cm) Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	167,78 $\pm$ 9,07 (150-190)
Kilo (kg) Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	69,69 $\pm$ 13,03 (50-96)
VKİ (kg/cm ²) Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	24,64 $\pm$ 3,46 (18,7-31,7)
MoCA puanı Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	26,34 $\pm$ 3,44 (15-30)
HAD anksiyete puanı Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	6,52 $\pm$ 3,65 (0-16)
HAD depresyon puanı Ort. $\pm$ SS (min.- maks.)	4,00 $\pm$ 2,95 (0-12)
Cinsiyet K/E sayı	14/9
Eğitim durumu (yüzde%)	
Ortaöğretim ve altı	17,4
Ön lisans	8,7
Lisans	65,2
Yüksek lisans	8,7
Ort.: Ortalama	
SS: Standart sapma	
Min.: Minimum	
Maks.: Maksimum	
MoCA: Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği	
HAD: Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği	
K: Kadın E: Erkek	

İşaret parmağının uzaydaki konumunu tahmine dayanan propioseptif sapma, senkron oturum için başlangıçta 0,89 $\pm$ 2,18 (minimum=-6, maksimum=4) cm, fırça vuruşu sonrası ortalama 7,10 $\pm$ 4,21 (minimum 1cm, maksimum 18 cm) idi (tablo 3, Grafik 1). Asenkron oturumda başlangıç propioseptif sapma 1,72 $\pm$ 1,36 (minimum=0, maksimum=5,5) cm, fırça vuruşu sonrası propioseptif sapma 2,39 $\pm$ 1,87 (minimum=0,5, maksimum=8) olarak ölçüldü (tablo 3).

Tablo 3. Proprioseptif sapma ölçümleri

		Ortalama $\pm$ SS	Min./Maks.
Senkron oturumda	Başlangıçta (cm)	0,89 $\pm$ 2,18	-6/4
	KEY sonrası (cm)	7,11 $\pm$ 4,21	1/18
Asenkron oturumda	Başlangıçta (cm)	1,72 $\pm$ 1,36	0/5,5
	Fırça vuruşu sonrası (cm)	2,39 $\pm$ 1,87	0,5/8
SS.: standart sapma			
Min.: Minimum			
Maks.: Maksimum			

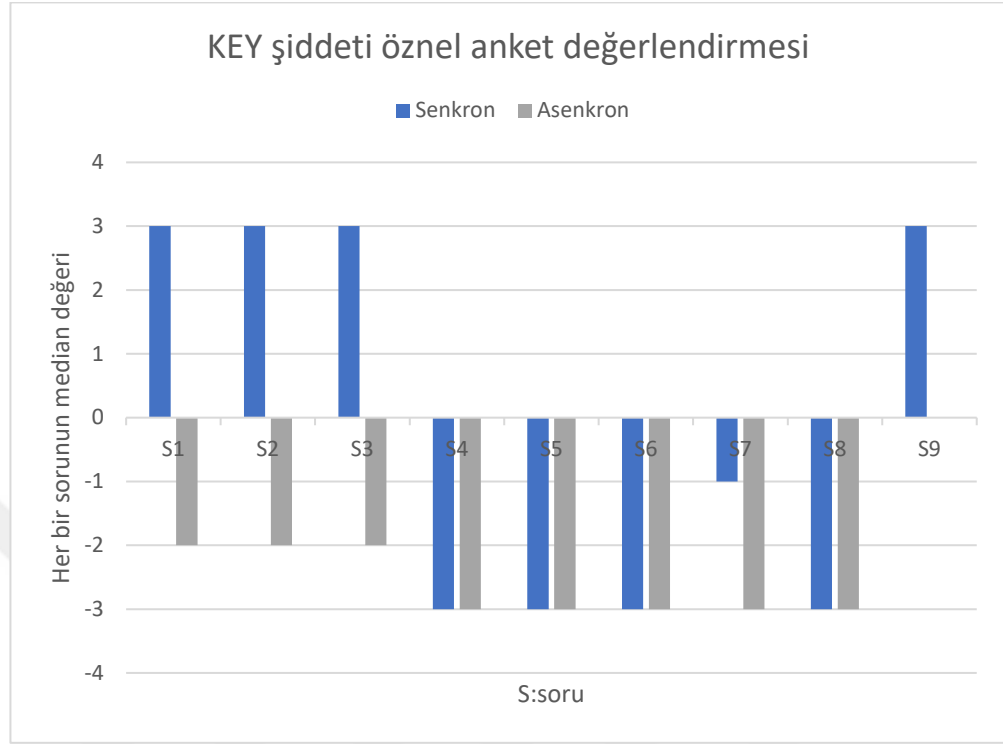
**Grafik 1.** KEY sırasında oluşan proprioseptif sapma miktarı

KEY şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan ikinci bir yöntem ise Botvinick ve Cohen' in geliştirdiği öznel anketti. Katılımcılar, tüm soruları -3 (kesinlikle katılmıyorum)' den, +3 (kesinlikle katılıyorum)'e kadar 7'li bir likert ölçeğinde cevaplandırıdılar. Her soruya verilen cevabın ortanca, çeyrekler arası aralık, minimum ve maksimum değerleri ve oturumlar arası karşılaştırmalar tablo 4'de ve Grafik 2'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Botvinick ve Cohen öznel değerlendirme anketinin sonuçları

	Senkron oturumda Ortanca(ÇAA) Min./Maks.	Asenkron Ortanca(ÇAA) Min./Maks.	oturumda	p değeri
Soru 1	3(3-3) 1/3	-2(-3-1) -3/3		<0,0001
Soru 2	3(3-3) 2/3	-2(-3-1) -3/3		<0,0001
Soru 3	3(3-3) 0/3	-2(-3-1) -3/3		<0,0001
Soru 4	-3(-3-0) -3/3	-3(-3- -2) -3/1		0,257
Soru 5	-3(-3- -1) -3/2	-3(-3-0) -3/1		0,622
Soru 6	-3(-3-1) -3/3	-3(-3-1) -3/2		0,888
Soru 7	-1(-3-1) -3/3	-3(-3-0) -3/3		0,013
Soru 8	-3(-3-0) -3/3	-3(-3- -3) -3/3		0,140
Soru 9	3(2-3) -2/3	0(-3-1) -3/3		<0,0001
ÇAA: Çeyrekler arası aralık Min.:minimum Maks.: maksimum				

Senkron ve asenkron oturumlar arasında ilk üç soru ($p<0,0001$), yedinci ($p=0,013$) ve dokuzuncu soruda($p<0,0001$) anlamlı farklılık saptanmıştır. Diğer kontrol sorularında ise anlamlı farklılık saptanmamıştır.



Grafik 2. KEY şiddeti değerlendirme anketindeki soruların ortanca değerleri

Her iki oturum başlangıcında ölçülen işaret parmağı proprioseptif konumu tahmini, basınç ağrı eşiği, iki nokta ayrımı, taktil duyu eşiği benzer bulunup, anlamlı fark saptanmadı (Tablo 5).

Tablo 5. Her iki oturum başlangıcında ölçülen proprioseptif sapma, basınç ağrı eşiği, iki nokta diskriminasyonu ve taktil duyu eşiği değerleri

	Senkron oturum başlangıcı Ortalama± SS veya Ortanca (ÇAA)	Asenkron oturum başlangıcı Ortalama± SS veya Ortanca (ÇAA)	p değeri
Proprioseptif sapma (cm)	0,89±2,18	1,71±1,36	0,160
Basınç ağrı eşiği (lbs/cm ²)	3,74±0,94	3,84±1,13	0,603
İki nokta diskriminasyonu(mm)	4(2-5)	4(3-5)	1
Taktil duyu eşiği (gr)	0,07 (0,07-0,4)	0,07 (0,07-0,4)	1
SS: standart sapma ÇAA: çeyrekler arası aralık			

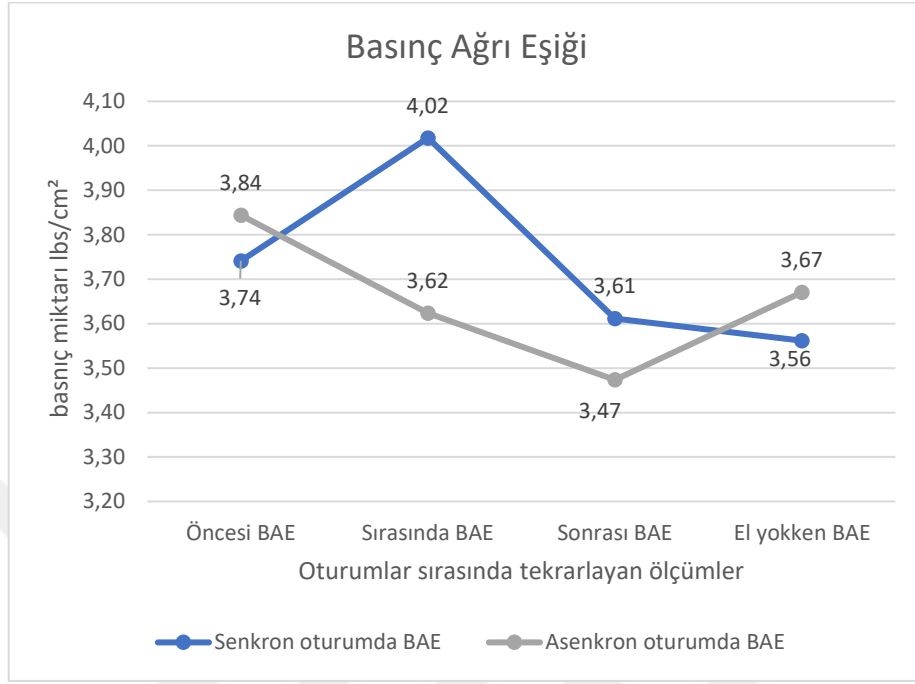
Senkron oturumda fırça vuruşunun zaman içinde, basınç ağrı eşiği üzerine ana etkisi istatistiksel olarak anlamlı saptandı ($F(2,39)=6,905$, $p=0,004$). Basınç ağrı eşiğinde, senkron oturum fırça vuruşu sırasında ($4,02 \pm 1,05$ lbs/cm²), sonrasına ($3,61 \pm 0,87$ lbs/cm²) göre ($p=0,014$) ve kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonrasına göre ($3,56 \pm 0,89$ lbs/cm²) ($p=0,023$) önemli bir artış saptanmıştır (Tablo 6, Grafik 3).

Asenkron oturumda da fırça vuruşunun zaman içindeki değişimi istatistiksel olarak anlamlı saptandı ($F(3,66)=5,508$, $p=0,002$). Asenkron vuruş oturumunda ise fırça vuruşları sonrasında ($3,47 \pm 0,90$ lbs/cm²) önceye ($3,84 \pm 1,14$ lbs/cm²) göre ağrı eşiğinde anlamlı bir azalış saptanmıştır ($p=0,005$). Aynı oturumda devam eden fırça vuruşları sırasında öncesi ($p=0,299$) ve sonrasına ($p=0,324$) göre anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo 6, Grafik 3).

Oturumlar arasında aynı koşullardaki değerleri karşılaştırdığımızda ise başlangıç ölçümlerinde olduğu gibi fırça vuruşu sonrasındaki ölçümlerde de anlamlı bir fark yoktu. Sadece fırça vuruşları sırasında yaptığımız ölçümlerde iki oturum arasında önemli fark saptadık (Senkron oturum BAE= $4,02 \pm 1,05$ lbs/cm², Asenkron oturum BAE= $3,62 \pm 0,79$ lbs/cm², p değeri=0,04). Bu farklılıktan dolayı başlangıç ve fırça vuruşu sırasındaki değişimi inceledik. Senkron oturum sırasındaki değişimin (fırça vuruşu sırasındaki ölçümden başlangıç ölçümlerinin çıkarılmasıyla hesaplanan) ortalama $0,28 \pm 0,70$ lbs/cm² olduğu, asenkron oturum sırasındaki değişimin ise ortalama $-0,22 \pm 0,51$ lbs/cm² olduğu ve bu iki değer arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptandı (p değeri=0,022) (Grafik 3).

Tablo 6. Basınç ağırlı eşliğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içinde değişimi

	Senkron oturum Ortalama $\pm$ SS	Asenkron oturum Ortalama $\pm$ SS	p değeri
BAE başlangıçta (lbs/cm ²)	$3,74 \pm 0,94$	$3,84 \pm 1,14$	0,603
BAE sırasında(lbs/cm ²)	$4,02 \pm 1,05$	$3,62 \pm 0,79$	0,04
BAE sonrasında(lbs/cm ²)	$3,61 \pm 0,87$	$3,47 \pm 0,90$	0,297
BAE el ortamdan kaldırıldıktan sonra(lbs/cm ²)	$3,56 \pm 0,89$	$3,67 \pm 0,98$	0,469
p değeri	0,004*, * *p=0,014(BAE sırasında- sonrası arası fark) *p=0,023 (BAE sırasında- sonrasında el yokken arası fark)	0,002** **p=0,005 (BAE başlangıçta ve sonrası arası fark)	
BAE: Basınç ağırlı eşliği SS: standart sapma			

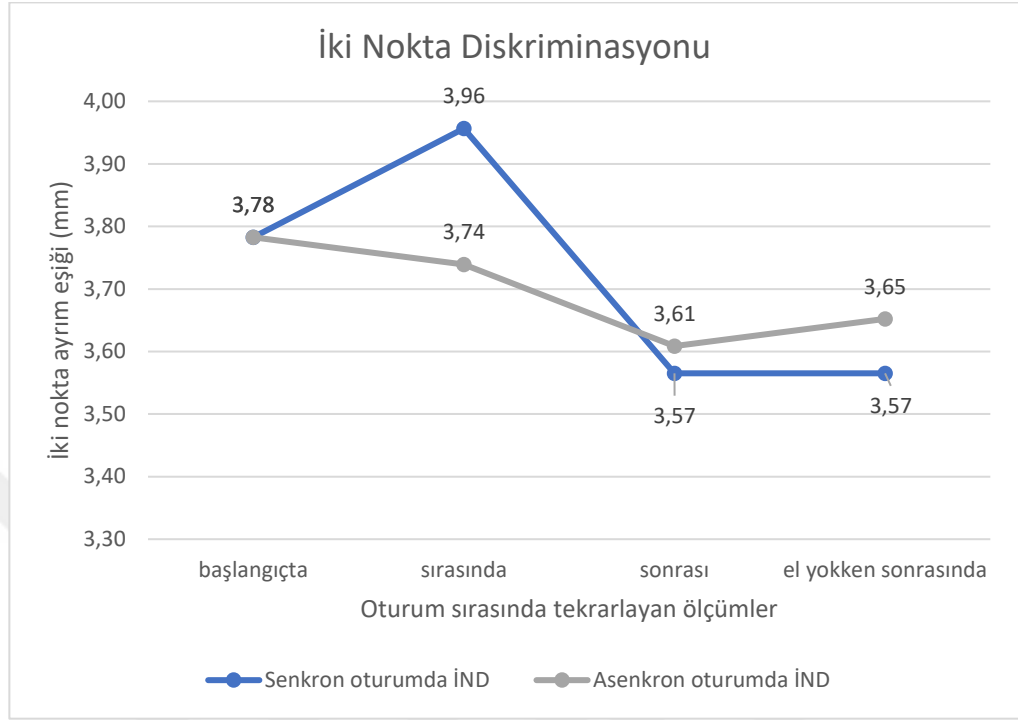


Grafik 3. Basınç ağrı eşiğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi

Her iki oturumun başlangıcında iki nokta ayırımı için median değerin 4 mm olduğu görüldü. Senkron oturumunda ölçümler arasında anlamlı fark ($p=0.045$) bulunurken, asenkron oturumda fırça vuruşu sırasında ölçümler arasında anlamlı fark tespit edilmedi ($p=0.392$). Senkron oturumdaki farkın nedeni araştırıldığında; yanılısma sırasındaki iki nokta ayırım değerinin (ortanca=4 (3-5), ortalama= 3.95 ± 1.18), yanılısma bitip el ortamdan kaldırılınca ölçülen iki nokta ayırım değerinden (ortanca=4 (2-5), ortalama= 3.56 ± 1.23) farklı olduğu görüldü ($p=0.047$) (Tablo 7, Grafik 4).

Tablo 7. İki nokta diskriminasyonun senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi

	Senkron oturum Ortanca (ÇAA) [ortalama $\pm$ SS]	Asenkron oturum Ortanca (ÇAA) [ortalama $\pm$ SS]	p değeri
İND başlangıçta (mm)	4(2-5) [3,78 $\pm$ 1,39]	4(3-5) [3,78 $\pm$ 1,13]	1
İND sırasında (mm)	4(3-5) [3,96 $\pm$ 1,19]	4(3-5) [3,74 $\pm$ 1,14]	0,260
İND sonrasında (mm)	3(3-4) [3,57 $\pm$ 1,27]	3(3-5) [3,61 $\pm$ 1,17]	0,957
İND el ortamdan kaldırıldıktan sonra(mm)	4(2-5) [3,57 $\pm$ 1,24]	4(3-4) [3,65 $\pm$ 1,07]	0,480
Oturumlar arasındaki ölçüm farkının p değeri	0,045*	0,392	
*İND sırasında ve el ortamdan kaldırıldıktan sonra arasındaki fark p= 0,047			
İND: iki nokta diskriminasyonu mm: milimetre ÇAA: çeyrekler arası aralık			



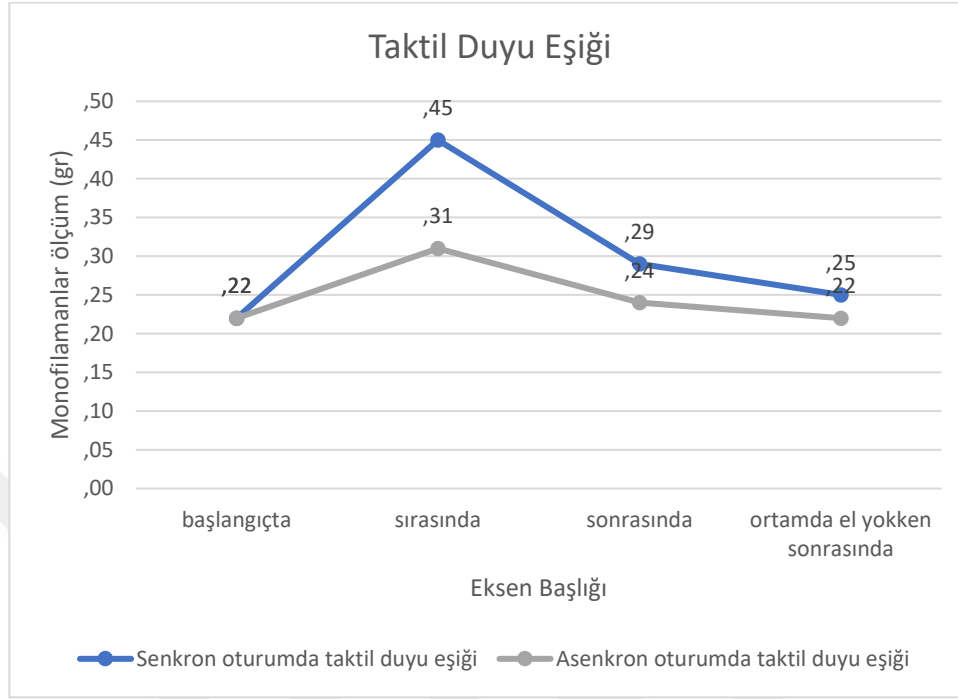
Grafik 4. İki nokta diskriminasyonun senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi

Semmes Weinstein monofilamanlarıyla ölçüm yaptığımız taktil duyu eşliğinde, senkron oturumda ölçümlerin en az birinde anlamlı farklılık saptandı ($p=0,008$). Asenkron vuruş oturumunda ise anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,629$). Senkron oturumdaki farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını anlamak için Wilcoxon testi kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapıldı. Analizler sonucu oturum başlangıcında ölçülen taktil duyu eşliği (ortanca=0,07 (0,07-0,4) (ortalama=0,22 $\pm$ 0,16), yanılısma sırasında ölçülen taktil duyu eşliğine (ortanca=0,4 (0,07-0,4) (ortalama=0,45 $\pm$ 0,5) göre önemli ölçüde düşük saptandı ($p=0,013$). Ayrıca kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonra yapılan ölçümlerde taktil duyu eşliği değerinin (ortanca=0,4 (0,07-0,4) (ortalama=0,25 $\pm$ 0,16)

yanılsama esnasında olana (ortanca=0,4 (0,07-0,4) (ortalama=0,45 $\pm$ 0,5) göre anlamlı düzeyde düşük olduğu görüldü (p=0,033) (Tablo 8, Grafik 5).

Tablo 8. Taktil duyu eşiğinin senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi

	Senkron oturum (ortanca (ÇAA)) [ortalama $\pm$ SS]	Asenkron oturum (ortanca (ÇAA)) [ortalama $\pm$ SS]	p değeri
TDE başlangıçta(gr)	0,07 (0,07-0,4) [0,23 $\pm$ 0,17]	0,07 (0,07-0,4) [0,23 $\pm$ 0,17]	1
TDE sırasında (gr)	0,4 (0,07-0,4) [0,45 $\pm$ 0,50]	0,4 (0,07-0,4) [0,31 $\pm$ 0,40]	0,104
TDE sonrasında (gr)	0,4 (0,07-0,4) [0,30 $\pm$ 0,15]	0,4 (0,07-0,4) [0,24 $\pm$ 0,17]	0,102
TDE el ortamdan kaldırıldıktan sonra(gr)	0,4 (0,07-0,4) [0,26 $\pm$ 0,17]	0,07 (0,07-0,4) [0,23 $\pm$ 0,17]	0,257
Oturumda ölçümler arası farkın p değeri	0,008*, • TDE'nin başlangıçta ve sırasında arasındaki fark*p=0,013 TDE'nin sırasında ve el ortamdan kaldırıldıktan sonraki arasındaki fark •p=0,033	0,629	
TDE: Taktil duyu eşiği gr: gram ÇAA: çeyrekler arası aralık			



Grafik 5. Taktıl duyu eşığının senkron ve asenkron fırça vuruşları etkisi ve zaman içindeki değişimi

Çalışmamızda proprioseptif sapma ile ölçülen KEY şiddeti ve fırça vuruşu sırasında ölçülen basınç ağrı eşığı, iki nokta ayırımı eşığı, taktıl duyu eşığı arasında ilişki saptanmamıştır (Tablo 9). Ayrıca proprioseptif sapma ile ölçülen KEY şiddeti ile basınç ağrı eşığı, iki nokta ayırımı eşığı, taktıl duyu eşığının fırça vuruşları sırasında ölçülen değerleri ve başlangıç değerleri arasındaki farklarda ilişki saptanmamıştır (Tablo 10).

Tablo 9. KEY şiddeti ve yanılısma sırasındaki BAE, İND ve TDE arasındaki ilişki

	Key sırasında BAE	KEY sırasında İND	KEY sırasında TDE
Senkron oturumda proprioseptif sapma	r=-0,117 p=0,594	r=0,049 p=0,824	r=0,031 p=0,888
Asenkron oturumda proprioseptif sapma	r=0,126 p=0,566	r=0,264 p=0,223	r=0,300 p=0,164
BAE: basınç ağrı eşiği İND: iki nokta diskriminasyonu TDE: taktıl duyu eşiği			

Tablo 10. KEY şiddeti ile BAE, İND ve TDE'nin fırça vuruşları sırasında ölçülen değerleri ve başlangıç değerleri arasındaki farkların ilişkisi

	BAE değişimi*	İND değişimi*	TDE değişimi*
Senkron oturumda proprioseptif sapma değişimi	r=0,240 p=0,270	r=0,139 p=0,526	r=-0,096 p=0,663
Asenkron oturumda proprioseptif sapma değişimi	r=0,183 p=0,402	r=0,127 p=0,564	r=0,230 p=0,292
*: Değişimler fırça vuruşları sırasında ölçülen değerler ve başlangıç değerlerinin arasındaki fark hesaplanarak bulunmuştur. BAE: basınç ağrı eşiği İND: iki nokta diskriminasyonu TDE: taktıl duyu eşiği			

Çalışmamızda proprioseptif sapma ile ölçülen KEY şiddeti ile yaş, MoCA, HAD-anksiyete, HAD-depresyon skoru arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (Tablo 11).

Tablo 11. KEY şiddeti ile yaş, Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği skoru, Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği-anksiyete skoru, Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği-depresyon skoru arasındaki ilişki

	Yaş	MoCA	HAD-ank	HAD-dep
Proprioseptif sapma	r=-0,181 p=0,409	r=-0,092 p=0,678	r=0,040 p=0,858	r=-0,129 p=0,557
MoCA: Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği				
HAD-ank: Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği-anksiyete skoru				
HAD-dep: Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği-depresyon skoru				

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, KEY in sağlıklı gönüllülerde basınç ağrı eşiğini, iki nokta ayırımı eşiğini ve taktıl duyu eşiğini arttırdığı saptandı. Kontrol oturumu olarak düzenlenen asenkron fırça vuruşlarının ise basınç ağrı eşiğini anlamlı bir şekilde azalttığı ancak iki nokta ayırımı ve taktıl duyu eşiğini değiştirmediği bulundu. Her iki oturumda da fırça vuruşu sırasında değişen eşik değerlerinin, fırça vuruşu sonlanıp kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonra başlangıç durumuna geldiği saptandı.

Bu çalışmada yanılısama grubu ve asenkron vuruşla oluşturulan kontrol grubu aynı kişilerin farklı zamanlarda tekrar değerlendirilmesi ile sağlanmıştır. Bu durum gruplar arasında yaş ortalamaları, cinsiyet, beden kitle indeksi, eğitim durumu, bilişsel düzey ve dominant ekstremite tercihi dağılımları açısından farklılık olma ihtimalini ortadan kaldırmıştır. Grupların aynı kişilerden oluşması gruplar arası yapılacak karşılaştırmalarda çalışmanın güvenilirliğini artırmıştır. Gruplar aynı kişilerden oluştuğu için öğrenme faktörünü ortadan kaldırmak amacıyla oturumlar arasında en az bir hafta süre bırakılmış ve hangi oturumdan başlanacağı randomize olarak belirlenmiştir. Bu sayede öğrenme ve zamanın etkisi de ortadan kaldırılmış ve çalışmamızın güvenilirliği daha da artırılmıştır.

Çalışmaya katılan 41 katılımcıdan 23'ünde KEY gelişmiştir. Çalışmamıza göre sağlıklı toplumda KEY'in %56 oranında geliştiği hesaplanmıştır. Bu durum

literatürde belirtilen %70-80 oranından uzaktır [3, 10, 26]. Bunun nedeni ise KEY şiddetini değerlendirmek için öznel değerlendirme anketini ve proprioseptif sapmayı birlikte kullanmamız olabilir. İki değerlendirme yöntemi de doğru olmakla birlikte yanlısamanın farklı boyutlarını değerlendirmektedir [4]. Her iki yöntem ile yanlısama kriterlerini karşılayan katılımcılarda ise daha fazla KEY boyutu değerlendirilebileceği düşünülmüştür ve bu şekilde KEY'in duyular üzerindeki etkisinin daha iyi değerlendirilebileceği öngörülmüştür.

KEY şiddetini öznel değerlendirme anketinde ilk üç soru, yedinci soru ve sonuncu soruda senkron ve asenkron grup arasında anlamlı olarak fark mevcuttu. Diğer kontrol sorularında ise fark saptamadık. İlk üç soruda senkron fırça vuruşu oturumundaki yüksek skorlama literatürle uyumluydu [2, 10]. Bu durum, deneyimizde KEY' i uygun şekilde indüklediğimizi gösterir. Kontrol soruları içerisinde yer alan yedinci ve dokuzuncu soruda da senkron ve asenkron oturum arasında fark bulmamızın nedeni, bu anketin Türkçe verisyonunun geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasının yapılmamış olması olabilir.

KEY yaklaşık 20 yıl önce tanımlanmış olup, benlik algısını anlamaya yönelik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır [4, 11, 98]. KEY ile vücut farkındalığının modüle edilebilmesi, vücuttaki ağrılı durumların da modüle edilip, KEY'in klinikte kullanılabileceğini düşündürmüştür [8]. Bu düşünceden yola çıkıp yapay ağrı oluşturarak, KEY'in ağrı üzerine etkisiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır [7-10, 99, 100]. Akut ve yüksek yoğunluklu kimyasal, mekanik ve

termal uyaranlar organizmayı yaklaşmakta olan doku hasarına karşı uyarır ve ağrı olarak algılanır[101]. İnsanlarda ağrı yollarının klinik nörofizyolojik araştırması için çeşitli ağrılı uyaran türleri (termal, lazer, mekanik veya elektrik) ve çeşitli değerlendirme türleri (duyusal eşiklerin ölçümü, sinir lifi uyarılabilirliğinin incelenmesi, elektromiyografik reflekslerin veya kortikal potansiyellerin kaydedilmesi) önerilmiştir [102]. KEY' in ağrı üzerine etkisini inceleyen önceki çalışmalar daha çok termal, lazer ve elektrik gibi ağrılı uyaran türlerini kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda ise farklı olarak dolorimetre (algometre) ile mekanik ağrı yolağı kullanılarak basınç ağrı eşiği ölçümü yapılmıştır. Basınç ağrı eşiği testi, sadece kutanöz ağrı reseptörlerini değerlendirmez. Hem kutanöz reseptörleri hem de periost ve kas reseptörleri gibi daha derin ağrı reseptörlerinin birleşik ağrı eşiğini değerlendirir[103]. Bu birleşik ağrı eşiğinin fiziksel tıp ve rehabilitasyon klinik pratiğinde karşılaşılan ağrılara daha benzer olduğu düşünölebilir.

Ağrı, vücut sıcaklığının düzenlenmesi ve vücut sahipliği arasında önemli bir bağlantı vardır [104]. Kronik ağrı veya KEY ile değişen vücut sahipliği nedeniyle, etkilenen uzuvda daha düşük sıcaklıklar ölçölmüştür [14, 104]. Kammers ve arkadaşları, katılımcının elini soğutmanın KEY'in gücünü arttırdığını, eli dışarıdan ısıtmanın ise KEY' in gücünü azalttığını bulmuşlardır [104]. Sıcaklık, ağrı ve KEY arasındaki karmaşık ilişkiden dolayı, algometre kullanmamız ağrı eşiğini ve algısını daha güvenilir bir şekilde yorumlamamız açısından bize avantaj sağlamış olabilir.

toleransının arttığını bulmuşlardır [109]. Bauer ve arkadaşlarının yaptığı farklı tasarımlı başka bir çalışmada ise yanılama oluşturulduktan sonra kauçuk elin aynı anda bir bıçakla delinmesi durumunda mekanik uyaranların daha acı verici olarak algılandığını, ağrı eşiğinin azaldığını göstermişlerdir [7].

Hoegh ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sağlıklı erkeklerde bir dikkat görevi verildikten sonra ölçülen basınç ağrı eşiğinin arttığı, ağrı duyarlılığının azaldığı tespit edilmiş [110]. İnsan dikkatini ağrı verici uyarana verdiğinde veya ağrı için beklentiye girdiğinde, ağrı ve hoşnutsuzluk duygularının arttığı, ilgili beyin bölümlerinde aktivasyon olduğu PET ile gösterilmiştir [111-113]. KEY sırasındaki nörofizyolojik değişimlerle dikkatin gerçek el üzerinde azalmasıyla BAE ölçümü sırasında olan ağırlı uyaran (basınç artışı) ihmal edilip, analjezik etki ortaya çıkmış olabilir. Ancak senkron oturumla aynı şekilde kauçuk ele bakmayı ve odaklanmayı gerektiren asenkron oturum sırasında, BAE'nin artmaması da KEY'in bakış ve odaklanma dışında etkilerinin olduğunu düşündürür.

Kronik kas-iskelet sistemi ağrılarında birincil somatosensoriyel korteks yeniden yapılanması ile iki nokta ayırımı ölçümüyle saptanan dokunsal keskinliğin azalması ilişkilendirilmiştir [114]. Maihöfner ve arkadaşları, başarılı tedavi sonrası kronik ağrı hastaları iyileştikçe, kortikal yeniden yapılanmanın tersine döndüğünü göstermişlerdir [115]. Dokunsal ayırım eğitiminin hem fantom uzuv ağrısında hem de kompleks bölgesel ağrı sendromunda (KBAS) dokunsal

keskinliği etkili bir şekilde iyileştirdiği, ağrıyı azalttığı ve kortikal temsili normalleştirdiği gösterilmiştir [116, 117] Kronik ağrı durumlarında kortikal yeniden yapılanma oluştuğu için 'beyni eğiten' tedavilerden faydalanılabilir [118]. KEY'in de analjezi etkisinin kortikal uyarılabilirliğin değişimi nedeniyle olduğu düşünebilir.

Çalışmamız, KEY ve basınç ağrı eşiği ilişkisini değerlendiren ilk çalışmadır. Ağrı algısını diğer metodlarla değerlendiren son yıllardaki çalışmalar ile uyumlu olarak KEY' in ağrı eşiğini yükseltip, ağrı algısını azalttığı çalışmamızda gösterilmiştir [10, 105-109]. Çalışmamızın sonucuna göre KEY klinikte uygun uygulama tasarımı yapıldığı zaman analjezik etkili olarak kullanılabilir. nceki yıllarda yapılan çalışmalarda ise literatürde farklı görüşler mevcuttur [8]. Bu farklılık deneysel tasarımların çeşitliliğine bağlı olabilir. Farklı nosiseptörleri değerlendirerek ağrı algısını incelememiz literatürü desteklemekle birlikte çalışmamızı daha değerli kılmıştır.

Asenkron vuruş oturumunda ise fırça vuruşları sonrasında önceye göre ağrı eşiğinde anlamlı bir azalış saptanmıştır. Görsel uyarılar gibi diğer duyuasal modalitelerden gelen girdiler ağrının işlenmesini kolaylaştırmaktadır. Tek modlu duyuasal uyarılar tepkileri uyandırmada minimum düzeyde etkiliyken, çok-duyulu uyarılarda tepki kazanımlarının en güçlü olduğu, tepki sürelerinin daha hızlı olduğu gösterilmiştir. Bu bulgu, ters etkinlik ilkesi olarak adlandırılmıştır [119, 120]. Çalışmamızdaki ağrı eşiğinin azalması sonucu; yanılısama olmadığı

durumda, fırça ile dokunsal uyarı verip ağrı işlenmesini kolaylaştırdığımızı, hızlandırdığımızı düşündürebilir.

Semmes Weinstein monofilamanlarıyla ölçüm yaptığımız taktil duyu eşiğinde, senkron oturumda yanılama sırasında ölçülen taktil duyu eşiği oturum başlangıcında ölçülen taktil duyu eşiğine göre önemli ölçüde yüksek saptandı. Ayrıca kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonra yapılan ölçümlerde taktil duyu eşiğinin yanılama esnasında olana göre anlamlı düzeyde düşük olduğu, başlangıç ölçümlerine benzer şekilde olduğu görüldü. Literatüre baktığımızda, Schaefer ve arkadaşları 2005 yılında yaptığı bir çalışmada; von frey monofilamentleri ile ölçülen duysal eşiğin, dokunmanın gözlenmesiyle eşiğin azalıp algıda gelişme olduğunu göstermişlerdir [54]. Bu çalışmadan daha önce yapılan birkaç çalışmada görme ve duylar arasındaki etkileşimlerin olduğunu, vücut kısmına bakmanın uyarılmış taraftaki dokunma keskinliğini geliştirdiğini bildirmişlerdir [121-123]. Çalışmamızda monofilaman testi ile eşik ölçümü yapılırken KEY' in etkisini net olarak incelemek için, görsel bilginin geldiği kauçuk elde filaman testi ya da benzeri bir görsel uygulama yapılmamıştır. Bu sayede literatürde baskın duyu modalitesi olarak geçen görsel bilginin etkisinden uzaklaşmıştır. Dolayısıyla önceki bilgilere bakarak taktil duyu eşiğinde keskinleşme, duysal algıda iyileşme beklenmemektedir. Hatta çalışmamızda senkron oturumda fırça vuruşu sırasında TDE artmıştır, duysal algı azalmıştır.

Çalışmamız vücut sahiplenmesinde değişiklik oluşturan KEY ile taktil duyu eşiği ilişkisini değerlendiren ilk çalışmadır. Hem asenkron hem senkron

oturumda görsel bilgi kauçuk elden gelir. Deney tasarımıımız dahilinde her iki durumda da katılımcı monofilaman testinin taklidinin kauçuk elde uygulanmasını görmemektedir. Dolayısıyla görselle uyumsuz çelişkili bilgi altında gerçek elde taktıl duyu eşiğı ölçülmektedir. Çalışmamızda senkron oturumda eşik artışı saptanırken asenkron oturumda saptanmadı. Fırça vuruş süresi ve şiddeti, elin konumu her iki oturumda da eşittir. Aradaki fark fırça vuruşunun senkron olduğu oturumda sahiplenmenin oluşmasıdır. Yanılsama etkisiyle taktıl duyu eşiğindeki önemli artış görsel dışında vücut sahiplenmesinin de etkisi olduğunu düşündürür. Vücut sahiplenmesinin duyular üzerinde literatürde gösterilen görsel etkiyi [121-123] daha da arttırdığı sonucuna varabiliriz.

Çalışmamızın bulguları ışığında, klinikte dokunmaya karşı aşırı hassasiyeti olan patolojik durumlarda hassasiyetin azalması için KEY'in kullanılabileceğini öngörmekteyiz.

Dokunsal keskinliğı değerlendirmek için incelediğimiz iki nokta diskriminasyonu ölçümünde yanılsama sırasında ve yanılsama bitip el ortamdan kaldırılınca arasında önemli bir fark görüldü.

Eads ve arkadaşları, görmenin dokunsal keskinliğe etkisi üzerine bir sistemik derleme ve meta analiz çalışması yapmışlar. İnceledikleri çoğu çalışmada, kontrol grubu, uyarılmış vücut parçasıyla aynı konumda nötr bir nesneyi görme olarak belirlenmiş. Çalışmalarda nesne görme kontrolünde, vücut

görmeye göre daha kötü performans olduğu gösterilmiş. Bunu açıklayacak potansiyel bir mekanizma olarak, uyarılmış alana dikkat etmenin o konumda iletilen uyanlarla dokunsal keskinliği geliştirdiğini öngörmüşler [124]. Bu öngöründe görmenin dikkati uyarılmakta olan konuma çektiği temeli vardır [17]. Bizim çalışmamızda hem dikkat kauçuk elin üstünde olup hem de gerçek el görüş alanında olmadığı için fırça vuruşu sırasında gerçek elde dokunsal keskinlik azalmış olabilir. Bu sonuçlar taktıl duyu eşiğindeki sonuçlara benzer şekildedir. Görmenin ve dikkatin etkilerini asenkron oturumda görmememiz ise KEY in bu mekanizmaları da içerebilen daha kompleks bir mekanizmayla duyular üzerinde etkisi olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda proprioseptif sapma ile ölçülen KEY şiddeti ve basınç ağrı eşiği, iki nokta ayrımı, taktıl duyu eşiği arasında ilişki saptanmamıştır. Literatürde daha güçlü KEY gelişiminin daha güçlü analjezik etki ürettiği gösterilmiştir [10]. Bizim bu ilişkiyi saptayamamamız örneklem sayısı ile ilgili olabileceği gibi katılımcılarının çoğunluğunun çok güçlü KEY geliştirmesiyle alakalı olabilir.

Çalışmamızın bulgularını bütünüyle incelediğimizde duyuşal eşiklerde bir artış bulmuş bulunmaktayız. Farklı yollarla taşınan duyuların hepsinde inhibisyon gözlenmektedir. Çalışmalar, KEY meydana geldiğinde beyindeki somatosensoriyel işleminin primer somatosensorial korteks, posterior parietal korteks ya da ventral premotor kortekste zayıfladığını TMS, fMRG gibi

yöntemlerle göstermiştir [3, 125-129]. Bununla birlikte, somatosensoriyel işlemenin zayıflamasının kortikal düzeyde tam olarak nerede olduğuyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. Sakamoto ve Ifuku' nun yaptığı bir KEY çalışmasında somatosensoriyel işlemenin birincil somatosensoriyel kortekste zayıflatıldığını göstermişlerdir [130]. Sonuçlarımız KEY' in primer somatosensorial korteks, posterior parietal korteks ya da ventral premotor kortekste kortikal duysal işlemenin zayıflamasının klinikteki etkilerini gösterir niteliktedir. Bu yönüyle literatürle uyumludur. Klinik duyu muayene yöntemleriyle birçok duyuyu aynı anda değerlendiren ilk çalışma olması çalışmamızın artılarındandır.

Çalışmamızda fırça vuruşları bittikten sonraki ve tüm deney düzeneği ortadan kaldırıldıktan bir dakika sonraki duysal eşiklerin ölçümünde, son ölçülen değerlerle başlangıçta ölçülen değerlerin arasında anlamlı fark olmadığı saptanmıştır. KEY'in duysal eşikler üzerine gecikmeli etkisini göstermek için yaptığımız bu ölçümlerde, yanılısamanın etkisinin tek seanslık uygulama ile uzun süre devam etmediği gösterilmiştir. Fırça vuruşu sürelerinin iki dakikadan daha uzun süre olması ve/ veya devam eden seanslarla, KEY'in etkisi uzun süreli hale gelebilir. Bunu göstermek için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

KEY'in duyuşal eşikler üzerine etkisinin incelendiğı bu çalışmada;

1. Tarama deneyine alınan gönüllülerin %56'sında KEY oluştuğı saptandı.
2. Sağılıklı gönüllülerde KEY in basınç ağırı eşiğı, iki nokta ayrımı eşiğı ve taktıl duyu eşiğini arttırdığı saptandı.
3. Kontrol oturumu olarak düzenlenen asenkron fırça vuruşlarının ise basınç ağırı eşiğini anlamlı bir şekilde azalttığı ancak iki nokta ayrımı ve taktıl duyu eşiğini değıştirmediğı bulundu.
4. Proprioseptif sapma miktarı ve ölçülen duyu eşik değerleri, duyu eşiklerindeki değışim arasında korelasyon analizi yapıldığında anlamlı ilişki saptanmadı.
5. Ayrıca KEY duyular üzerindeki etkisinin süresini incelediğimiz alışmamızda; Her iki oturumda da fırça vuruşu sırasında ölçülen değerlerin, fırça vuruşu sonlanıp kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonra başlangıç durumuna benzer hale geldiğı görüldü.

Sonuç olarak;

Sağılıklı gönüllülerde KEY'in BAE, İND eşiğı TDE üzerindeki etkisi ilk defa incelenmiş olup, KEY etkisiyle bu eşiklerin arttığı kanıtlandı. Fırça vuruşu sırasındaki etkilerin, deney düzeneğı ortadan kaldırıldıktan sonra başlangıça dönmesiyle KEY in etki süresinin kısa olduğı gösterildi.

7.KAYNAKLAR

1. Tsakiris, M., G. Prabhu, and P. Haggard, *Having a body versus moving your body: How agency structures body-ownership*. Conscious Cogn, 2006. **15**(2): p. 423-32.
2. Botvinick, M. and J. Cohen, *Rubber hands 'feel' touch that eyes see*. Nature, 1998. **391**(6669): p. 756.
3. Ehrsson, H.H., C. Spence, and R.E. Passingham, *That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb*. Science, 2004. **305**(5685): p. 875-7.
4. Ramakonar, H., E.A. Franz, and C.R. Lind, *The rubber hand illusion and its application to clinical neuroscience*. J Clin Neurosci, 2011. **18**(12): p. 1596-601.
5. Hornburger, H., et al., *Modulation of the rubber hand illusion by transcranial direct current stimulation over the contralateral somatosensory cortex*. Neuropsychologia, 2019. **131**: p. 353-359.
6. Isayama, R., et al., *Rubber hand illusion modulates the influences of somatosensory and parietal inputs to the motor cortex*. J Neurophysiol, 2019. **121**(2): p. 563-573.
7. Bauer, A., et al., *Mechanical Pain Thresholds and the Rubber Hand Illusion*. Front Psychol, 2018. **9**: p. 712.
8. Mohan, R., et al., *No pain relief with the rubber hand illusion*. PLoS One, 2012. **7**(12): p. e52400.
9. Siedlecka, M., et al., *Rubber Hand Illusion Increases Pain Caused by Electric Stimuli*. J Pain, 2018. **19**(1): p. 35-45.
10. Fang, W., et al., *Attenuation of Pain Perception Induced by the Rubber Hand Illusion*. Front Neurosci, 2019. **13**: p. 261.
11. Tsakiris, M., *My body in the brain: a neurocognitive model of body-ownership*. Neuropsychologia, 2010. **48**(3): p. 703-12.
12. Erro, R., A. Marotta, and M. Fiorio, *Proprioceptive drift is affected by the intermanual distance rather than the distance from the body's midline in the rubber hand illusion*. Atten Percept Psychophys, 2020. **82**(8): p. 4084-4095.
13. Lloyd, D.M., *Spatial limits on referred touch to an alien limb may reflect boundaries of visuo-tactile peripersonal space surrounding the hand*. Brain Cogn, 2007. **64**(1): p. 104-9.

14. Moseley, G.L., et al., *Psychologically induced cooling of a specific body part caused by the illusory ownership of an artificial counterpart*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2008. **105**(35): p. 13169-73.
15. Armel, K.C. and V.S. Ramachandran, *Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response*. Proc Biol Sci, 2003. **270**(1523): p. 1499-506.
16. Rohde, M., M. Di Luca, and M.O. Ernst, *The Rubber Hand Illusion: feeling of ownership and proprioceptive drift do not go hand in hand*. PLoS One, 2011. **6**(6): p. e21659.
17. James, W., *The principles of psychology*. Vol. 1. 2007: Cosimo, Inc.
18. Gallagher, I.I., *Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science*. Trends Cogn Sci, 2000. **4**(1): p. 14-21.
19. Matsumiya, K., *Awareness of voluntary action, rather than body ownership, improves motor control*. Sci Rep, 2021. **11**(1): p. 418.
20. Tsakiris, M. and P. Haggard, *The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution*. J Exp Psychol Hum Percept Perform, 2005. **31**(1): p. 80-91.
21. Chancel, M. and H.H. Ehrsson, *Which hand is mine? Discriminating body ownership perception in a two-alternative forced-choice task*. Atten Percept Psychophys, 2020. **82**(8): p. 4058-4083.
22. Nava, E., et al., *Action Shapes the Sense of Body Ownership Across Human Development*. Front Psychol, 2018. **9**: p. 2507.
23. Perez-Marcos, D., et al., *A fully immersive set-up for remote interaction and neurorehabilitation based on virtual body ownership*. Front Neurol, 2012. **3**: p. 110.
24. Filippetti, M.L., et al., *Newborn Body Perception: Sensitivity to Spatial Congruency*. Infancy, 2015. **20**(4): p. 455-465.
25. Filippetti, M.L., et al., *Body perception in newborns*. Curr Biol, 2013. **23**(23): p. 2413-6.
26. Ehrsson, H.H., N.P. Holmes, and R.E. Passingham, *Touching a rubber hand: feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas*. J Neurosci, 2005. **25**(45): p. 10564-73.
27. Ocklenburg, S., et al., *Laterality in the rubber hand illusion*. Laterality, 2011. **16**(2): p. 174-87.

28. Dempsey-Jones, H. and A. Kritikos, *Handedness modulates proprioceptive drift in the rubber hand illusion*. Exp Brain Res, 2019. **237**(2): p. 351-361.
29. Bertamini, M. and N. O'Sullivan, *The use of realistic and mechanical hands in the rubber hand illusion, and the relationship to hemispheric differences*. Conscious Cogn, 2014. **27**: p. 89-99.
30. Cowie, D., T.R. Makin, and A.J. Bremner, *Children's responses to the rubber-hand illusion reveal dissociable pathways in body representation*. Psychol Sci, 2013. **24**(5): p. 762-9.
31. Campos, J.L., et al., *The Rubber Hand Illusion in Healthy Younger and Older Adults*. Multisens Res, 2018. **31**(6): p. 537-555.
32. Peled, A., et al., *Touch feel illusion in schizophrenic patients*. Biol Psychiatry, 2000. **48**(11): p. 1105-8.
33. Mussap, A.J. and N. Salton, *A 'rubber-hand' illusion reveals a relationship between perceptual body image and unhealthy body change*. J Health Psychol, 2006. **11**(4): p. 627-39.
34. Burin, D., et al., *Relationships Between Personality Features and the Rubber Hand Illusion: An Exploratory Study*. Front Psychol, 2019. **10**: p. 2762.
35. O'Dowd, A. and F.N. Newell, *The rubber hand illusion is influenced by self-recognition*. Neurosci Lett, 2020. **720**: p. 134756.
36. Samad, M., A.J. Chung, and L. Shams, *Perception of body ownership is driven by Bayesian sensory inference*. PLoS One, 2015. **10**(2): p. e0117178.
37. Costantini, M. and P. Haggard, *The rubber hand illusion: sensitivity and reference frame for body ownership*. Conscious Cogn, 2007. **16**(2): p. 229-40.
38. Howard, I.P., *Human visual orientation*. 1982: John Wiley & Sons.
39. Committeri, G., et al., *Reference frames for spatial cognition: different brain areas are involved in viewer-, object-, and landmark-centered judgments about object location*. J Cogn Neurosci, 2004. **16**(9): p. 1517-35.
40. Cohen, Y.E. and R.A. Andersen, *A common reference frame for movement plans in the posterior parietal cortex*. Nat Rev Neurosci, 2002. **3**(7): p. 553-62.
41. Klatzky, R.L. *Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections*. in *Spatial cognition*. 1998. Springer.
42. di Pellegrino, G. and E. Ladavas, *Peripersonal space in the brain*. Neuropsychologia, 2015. **66**: p. 126-33.

43. Makin, T.R., N.P. Holmes, and H.H. Ehrsson, *On the other hand: dummy hands and peripersonal space*. Behav Brain Res, 2008. **191**(1): p. 1-10.
44. Farne, A., et al., *Left tactile extinction following visual stimulation of a rubber hand*. Brain, 2000. **123** (Pt 11): p. 2350-60.
45. Jalal, B., D. Krishnakumar, and V.S. Ramachandran, *"I Feel Contaminated in My Fake Hand": Obsessive-Compulsive-Disorder like Disgust Sensations Arise from Dummy during Rubber Hand Illusion*. PLoS One, 2015. **10**(12): p. e0139159.
46. Nitta, H., et al., *Disgust and the rubber hand illusion: a registered replication report of Jalal, Krishnakumar, and Ramachandran (2015)*. Cogn Res Princ Implic, 2018. **3**(1): p. 15.
47. Jalal, B., et al., *"Fake it till You Make it"! Contaminating Rubber Hands ("Multisensory Stimulation Therapy") to Treat Obsessive-Compulsive Disorder*. Front Hum Neurosci, 2019. **13**: p. 414.
48. Riso, R.R., *Strategies for providing upper extremity amputees with tactile and hand position feedback--moving closer to the bionic arm*. Technol Health Care, 1999. **7**(6): p. 401-9.
49. Ehrsson, H.H., et al., *Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own*. Brain, 2008. **131**(Pt 12): p. 3443-52.
50. Lenggenhager, B., et al., *Restoring tactile awareness through the rubber hand illusion in cervical spinal cord injury*. Neurorehabil Neural Repair, 2013. **27**(8): p. 704-8.
51. Llobera, J., et al., *Virtual reality for assessment of patients suffering chronic pain: a case study*. Exp Brain Res, 2013. **225**(1): p. 105-17.
52. Hoffman, H.G., D.R. Patterson, and G.J. Carrougner, *Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study*. Clin J Pain, 2000. **16**(3): p. 244-50.
53. Hoffman, H.G., et al., *Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients*. Pain, 2000. **85**(1-2): p. 305-9.
54. Schaefer, M., H.J. Heinze, and M. Rotte, *Viewing touch improves tactile sensory threshold*. Neuroreport, 2005. **16**(4): p. 367-70.
55. Yağcı, Ü. and M. Saygin, *Pain Physiopathology*. SDÜ Journal of Faculty of Medicine, 2019. **26**(2): p. 209-220.
56. Diaz, E. and H. Morales. *Spinal cord anatomy and clinical syndromes*. in *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2016. Elsevier.
57. Chopra, S. and P. Tadi, *Neuroanatomy, Nucleus Gracilis*. 2019.

58. Mucke, M., et al., *Quantitative sensory testing (QST). English version*. Schmerz, 2016.
59. World Health, O., *WHO Expert Committee on Leprosy*. World Health Organ Tech Rep Ser, 2012(968): p. 1-61, 1 p following 61.
60. Bradman, M.J., et al., *Practical mechanical threshold estimation in rodents using von Frey hairs/Semmes-Weinstein monofilaments: Towards a rational method*. J Neurosci Methods, 2015. **255**: p. 92-103.
61. Haloua, M.H., I. Sierevelt, and W.J. Theuvenet, *Semmes-weinstein monofilaments: influence of temperature, humidity, and age*. J Hand Surg Am, 2011. **36**(7): p. 1191-6.
62. Chikai, M. and S. Ino, *Buckling Force Variability of Semmes(-)Weinstein Monofilaments in Successive Use Determined by Manual and Automated Operation*. Sensors (Basel), 2019. **19**(4).
63. Tracey, E.H., A.J. Greene, and R.L. Doty, *Optimizing reliability and sensitivity of Semmes-Weinstein monofilaments for establishing point tactile thresholds*. Physiol Behav, 2012. **105**(4): p. 982-6.
64. Bell-Krotoski, J., *Sensibility testing with Semmes-Weinstein monofilaments In: Hunter JM, Mackin EJ, Callahan ED, eds. Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity*, St. Louis. 2002, Mosby, Inc.
65. Massy-Westropp, N., *The effects of normal human variability and hand activity on sensory testing with the full Semmes-Weinstein monofilaments kit*. J Hand Ther, 2002. **15**(1): p. 48-52.
66. Bell-Krotoski, J.A., et al., *Threshold detection and Semmes-Weinstein monofilaments*. J Hand Ther, 1995. **8**(2): p. 155-62.
67. Voerman, V.F., J. van Egmond, and B.J. Crul, *Normal values for sensory thresholds in the cervical dermatomes: a critical note on the use of Semmes-Weinstein monofilaments*. Am J Phys Med Rehabil, 1999. **78**(1): p. 24-9.
68. Lotze, M. and G.L. Moseley, *Role of distorted body image in pain*. Curr Rheumatol Rep, 2007. **9**(6): p. 488-96.
69. Fine, E.J. and M.Z. Darkhabani, *History of the development of the neurological examination*. Handbook of clinical neurology, 2009. **95**: p. 213-233.
70. Bickley, L. and P.G. Szilagyi, *Bates' guide to physical examination and history-taking*. 2012: Lippincott Williams & Wilkins.
71. Nolan, M.F., *Two-point discrimination assessment in the upper limb in young adult men and women*. Phys Ther, 1982. **62**(7): p. 965-9.

72. Nolan, M.F., *Limits of two-point discrimination ability in the lower limb in young adult men and women*. Phys Ther, 1983. **63**(9): p. 1424-8.
73. Nolan, M.F., *Quantitative measure of cutaneous sensation. Two-point discrimination values for the face and trunk*. Phys Ther, 1985. **65**(2): p. 181-5.
74. Moberg, E., *Two-point discrimination test. A valuable part of hand surgical rehabilitation, e.g. in tetraplegia*. Scand J Rehabil Med, 1990. **22**(3): p. 127-34.
75. Marcuzzi, A., et al., *The long-term reliability of static and dynamic quantitative sensory testing in healthy individuals*. Pain, 2017. **158**(7): p. 1217-1223.
76. Yokota, H., et al., *Establishment of optimal two-point discrimination test method and consideration of reproducibility*. Neurosci Lett, 2020. **714**: p. 134525.
77. Won, S.Y., et al., *Two-point discrimination values vary depending on test site, sex and test modality in the orofacial region: a preliminary study*. J Appl Oral Sci, 2017. **25**(4): p. 427-435.
78. Blumenfeld, H., *Neuroanatomy through clinical cases*. 2010: Sinauer Associates Sunderland.
79. Dumontier, C. and R. Tubiana, *Physical Examination of the Hand*, in *Plastic Surgery Secrets Plus*. 2010, Mosby. p. 749-754.
80. Merskey, H., *Logic, truth and language in concepts of pain*. Qual Life Res, 1994. **3 Suppl 1**: p. S69-76.
81. Merskey, H., et al., *Pain III; Pain terms. Classification of chronic pain*. IASP Press, Seattle, 1994: p. 207-13.
82. Moseley, G.L. and H. Flor, *Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: a review*. Neurorehabil Neural Repair, 2012. **26**(6): p. 646-52.
83. Fischer, A.A., *Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold*. Pain, 1987. **30**(1): p. 115-126.
84. Jones, D.H., R.D. Kilgour, and A.S. Comtois, *Test-retest reliability of pressure pain threshold measurements of the upper limb and torso in young healthy women*. J Pain, 2007. **8**(8): p. 650-6.
85. Waller, R., et al., *Reliability of pressure pain threshold testing in healthy pain free young adults*. Scand J Pain, 2015. **9**(1): p. 38-41.
86. Maquet, D., et al., *Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls*. Eur J Pain, 2004. **8**(2): p. 111-7.

87. Walton, D.M., et al., *Clinical pressure pain threshold testing in neck pain: comparing protocols, responsiveness, and association with psychological variables*. Phys Ther, 2014. **94**(6): p. 827-37.
88. Faul, F., et al., *G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences*. Behavior research methods, 2007. **39**(2): p. 175-191.
89. Cohen, J., *Statistical power analysis for the behavioral sciences—second edition*. 12 Lawrence Erlbaum Associates Inc. Hillsdale, New Jersey, 1988. **13**.
90. Bakeman, R., *Recommended effect size statistics for repeated measures designs*. Behavior research methods, 2005. **37**(3): p. 379-384.
91. Oldfield, R.C., *The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory*. Neuropsychologia, 1971. **9**(1): p. 97-113.
92. Edlin, J.M., et al., *On the use (and misuse?) of the Edinburgh Handedness Inventory*. Brain Cogn, 2015. **94**: p. 44-51.
93. Fazio, R., C. Coenen, and R.L. Denney, *The original instructions for the Edinburgh Handedness Inventory are misunderstood by a majority of participants*. Laterality, 2012. **17**(1): p. 70-7.
94. Zigmond, A.S. and R.P. Snaith, *The hospital anxiety and depression scale*. Acta Psychiatr Scand, 1983. **67**(6): p. 361-70.
95. KÜÇÜKELÇİ, D.T., *Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADS) Üzerine Bir Çalışma*. Yaşam Becerileri Psikoloji Dergisi, 2019. **3**(5): p. 85-91.
96. Nasreddine, Z.S., et al., *The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment*. J Am Geriatr Soc, 2005. **53**(4): p. 695-9.
97. Borland, E., et al., *The Montreal Cognitive Assessment: Normative Data from a Large Swedish Population-Based Cohort*. J Alzheimers Dis, 2017. **59**(3): p. 893-901.
98. Riemer, M., et al., *The rubber hand universe: On the impact of methodological differences in the rubber hand illusion*. Neurosci Biobehav Rev, 2019. **104**: p. 268-280.
99. Hegedus, G., et al., *The rubber hand illusion increases heat pain threshold*. Eur J Pain, 2014. **18**(8): p. 1173-81.
100. Coleshill, M.J., D.N. George, and G. Mazzoni, *Placebo Analgesia From a Rubber Hand*. J Pain, 2017. **18**(9): p. 1067-1077.

101. Woller, S.A., et al., *An overview of pathways encoding nociception*. Clin Exp Rheumatol, 2017. **35 Suppl 107**(5): p. 40-46.
102. Lefaucheur, J.-P., *Clinical neurophysiology of pain*. Handbook of clinical neurology, 2019. **161**: p. 121-148.
103. Volz, M.S., et al., *Effects of sensory behavioral tasks on pain threshold and cortical excitability*. PLoS One, 2013. **8**(1): p. e52968.
104. Kammers, M.P.M., K. Rose, and P. Haggard, *Feeling numb: temperature, but not thermal pain, modulates feeling of body ownership*. Neuropsychologia, 2011. **49**(5): p. 1316-1321.
105. Cordier, L., et al., *Synchronous Stimulation With Light and Heat Induces Body Ownership and Reduces Pain Perception*. J Pain, 2020. **21**(5-6): p. 700-707.
106. Martini, M., D. Perez-Marcos, and M.V. Sanchez-Vives, *Modulation of pain threshold by virtual body ownership*. Eur J Pain, 2014. **18**(7): p. 1040-8.
107. Llobera, J., M.V. Sanchez-Vives, and M. Slater, *The relationship between virtual body ownership and temperature sensitivity*. J R Soc Interface, 2013. **10**(85): p. 20130300.
108. Siedlecka, M., et al., *Rubber hand illusion reduces discomfort caused by cold stimulus*. PLoS One, 2014. **9**(10): p. e109909.
109. Giummarra, M.J., et al., *Feeling the burn: When it looks like it hurts, and belongs to me, it really does hurt more*. Conscious Cogn, 2015. **36**: p. 314-26.
110. Hoegh, M., D.A. Seminowicz, and T. Graven-Nielsen, *Delayed effects of attention on pain sensitivity and conditioned pain modulation*. Eur J Pain, 2019. **23**(10): p. 1850-1862.
111. Kulkarni, B., et al., *Attention to pain localization and unpleasantness discriminates the functions of the medial and lateral pain systems*. Eur J Neurosci, 2005. **21**(11): p. 3133-42.
112. Hofle, M., et al., *Viewing a needle pricking a hand that you perceive as yours enhances unpleasantness of pain*. Pain, 2012. **153**(5): p. 1074-1081.
113. Senkowski, D., M. Hofle, and A.K. Engel, *Crossmodal shaping of pain: a multisensory approach to nociception*. Trends Cogn Sci, 2014. **18**(6): p. 319-27.
114. Flor, H., et al., *Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients*. Neuroscience letters, 1997. **224**(1): p. 5-8.
115. Maihöfner, C., et al., *Cortical reorganization during recovery from complex regional pain syndrome*. Neurology, 2004. **63**(4): p. 693-701.

116. Flor, H., et al., *Effect of sensory discrimination training on cortical reorganisation and phantom limb pain*. The lancet, 2001. **357**(9270): p. 1763-1764.
117. Moseley, G.L., N.M. Zalucki, and K. Wiech, *Tactile discrimination, but not tactile stimulation alone, reduces chronic limb pain*. PAIN®, 2008. **137**(3): p. 600-608.
118. Catley, M.J., et al., *Show me the skin! Does seeing the back enhance tactile acuity at the back?* Manual therapy, 2014. **19**(5): p. 461-466.
119. Pomper, U., et al., *Crossmodal bias of visual input on pain perception and pain-induced beta activity*. Neuroimage, 2013. **66**: p. 469-78.
120. Diederich, A. and H. Colonius, *Bimodal and trimodal multisensory enhancement: effects of stimulus onset and intensity on reaction time*. Percept Psychophys, 2004. **66**(8): p. 1388-404.
121. Taylor-Clarke, M., S. Kennett, and P. Haggard, *Vision modulates somatosensory cortical processing*. Curr Biol, 2002. **12**(3): p. 233-6.
122. Tipper, S.P., et al., *Vision influences tactile perception without proprioceptive orienting*. Neuroreport, 1998. **9**(8): p. 1741-4.
123. Press, C., et al., *Visual enhancement of touch in spatial body representation*. Exp Brain Res, 2004. **154**(2): p. 238-45.
124. Eads, J., G. Lorimer Moseley, and S. Hillier, *Non-informative vision enhances tactile acuity: A systematic review and meta-analysis*. Neuropsychologia, 2015. **75**: p. 179-85.
125. Brozzoli, C., G. Gentile, and H.H. Ehrsson, *That's near my hand! Parietal and premotor coding of hand-centered space contributes to localization and self-attribution of the hand*. J Neurosci, 2012. **32**(42): p. 14573-82.
126. Ehrsson, H.H., et al., *Threatening a rubber hand that you feel is yours elicits a cortical anxiety response*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2007. **104**(23): p. 9828-33.
127. Tsakiris, M., M. Costantini, and P. Haggard, *The role of the right temporo-parietal junction in maintaining a coherent sense of one's body*. Neuropsychologia, 2008. **46**(12): p. 3014-8.
128. Kammers, M.P., et al., *Is this hand for real? Attenuation of the rubber hand illusion by transcranial magnetic stimulation over the inferior parietal lobule*. J Cogn Neurosci, 2009. **21**(7): p. 1311-20.
129. Guterstam, A., et al., *Direct Electrophysiological Correlates of Body Ownership in Human Cerebral Cortex*. Cereb Cortex, 2019. **29**(3): p. 1328-1341.
130. Sakamoto, M. and H. Ifuku, *Attenuation of sensory processing in the primary somatosensory cortex during rubber hand illusion*. Sci Rep, 2021. **11**(1): p. 7329.

8. ÖZET

Kauçuk El Yanılsamasının Duyusal Eşikler Üzerine Etkisi

Kauçuk el yanılsaması, ilk defa Botvinic ve arkadaşları tarafından tanımlanmış, eş zamanlı algılanan görsel ve taktıl uyarının bütünleşmesi sonucu vücut algısında ve farkındalığında değişiklik oluşmasına neden olan bir fenomendir [2]. KEY oluşması için katılımcının gerçek eli, görüş alanının dışında olacak şekilde; kauçuk maket el ise görüş alanında olacak şekilde ve gerçek el ile uygun pozisyonda yerleştirilir. Katılımcı kauçuk ele bakıp ve odaklanırken, gerçek ve kauçuk elin aynı bölgelerine, eş zamanlı olarak fırça sürülür. Bir süre bu işlem devam ettirildikten sonra, kişi kauçuk eli kendi eli gibi algılayıp kauçuk ele sürülen fırçayı da kendi eline sürülüyor gibi hissetmeye başlar.

Kantitatif duyusal testler, standartlaştırılmış, incelenecek kişinin iş birliğini gerektiren öznel klinik duyarlılık testleridir. Testlerde algı ve ağrı eşiklerini yakalamak için kalibre edilmiş uyarılar uygulanır, böylece duyusal eşikler hakkında bilgi sağlanır [58].

KEY'in potansiyel tedavi yöntemi olarak kullanılabilmesi için ağrı ve algı eşiği üzerine etkisinin açığa çıkarılması gerekmektedir. Çalışmamızda kantitatif duyusal testler kullanarak, KEY fenomeninin kortikal, yüzeysel ve derin duyular üzerine etkilerini ve böylelikle duyusal eşikler üzerine etkisini değerlendirmeyi amaçladık.

Çalışmamıza, Mayıs 2021 ile Eylül 2021 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Polikliniğine başvuran sağlıklı gönüllüler alındı. Başvuran 44 kişiden üçü kriterlere uymadığı için dışlandı. 41 kişiye 2 dakikalık fırça vuruşu içeren KEY tarama deneyi yapıldı. KEY gelişen 23 kişi esas deneye alındı. Çalışma kesitsel, randomize kontrollü, tek kör olarak tasarlandı. Katılımcılar randomize olarak asenkron ve senkron oturumla başlayanlar olarak ayrıldı. Çalışmada tüm katılımcıların demografik bilgileri, hastalık öyküleri, dominant el tercihi, MoCA ve HAD ölçeği skorları kaydedildi. Katılımcının hangi oturumda olduğunu bilmeyen kör bir araştırmacı tarafından, her iki oturum için, fırça vuruşu başlamadan önce, fırça vuruşu sırasında, fırça vuruşu sonrasında ve el ortamdan kalktıktan sonra, algometreyle basınç ağrı eşiği, diskriminatörle iki nokta diskriminasyonu, Semmes-Weinstein filamanlarıyla taktıl duyu eşiği değerlendirilmesi yapıldı.

Duyu eşiklerinin zaman içindeki değişimini incelediğimiz çalışmamızda; basınç ağrı eşiğinde, senkron oturum fırça vuruşu sırasında, sonrasına göre ($p=0,014$) ve kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonrasına göre ($p=0,023$) önemli bir artış saptanıp, asenkron vuruş oturumunda ise fırça vuruşları sonrasında, önceye göre ağrı eşiğinde anlamlı bir azalış saptanmıştır ($p=0,005$). İki nokta ayırım değeri için, yanılsama sırasındaki ve yanılsama bitip el ortamdan kaldırılınca ölçülen değerler anlamlı olarak farklıydı ($p=0,047$). Senkron oturum başlangıcında ölçülen taktıl duyu eşiği, yanılsama sırasında ölçülen taktıl duyu eşiğine göre önemli ölçüde düşük saptandı ($p=0,013$). Ayrıca kauçuk el ortamdan

kaldırıldıktan sonra yapılan ölçümlerde taktıl duyu eşığı değérinin yanılsama esnasında olana göre anlamlı düzeyde düşük olduğu görüldü ($p=0,033$). Çalışmamızda proprioseptif sapma ile ölçülen KEY şiddeti ve fırça vuruşu sırasında ölçülen basınç ağrı eşığı, iki nokta ayırımı eşığı, taktıl duyu eşığı arasında ilişki saptanmamıştır.

Sonuç olarak; bu çalışmada KEY in sağlıklı gönüllülerde basınç-ağrı eşığını, iki nokta ayırımı eşığını ve taktıl duyu eşığını arttırdığı gösterdik. Kontrol oturumu olarak düzenlenen asenkron fırça vuruşlarının ise basınç ağrı eşığını anlamlı bir şekilde azalttığı ancak iki nokta ayırımı ve taktıl duyu eşığını değıştirmediğini saptadık. Her iki oturumda da fırça vuruşu sırasında değışen eşik değérlerinin, fırça vuruşu sonlanıp kauçuk el ortamdan kaldırıldıktan sonra başlangıç durumuna geldiğı, böylelikle yanılsamanın etkisinin tek seanslık uygulama ile uzun süre devam etmediğini gösterdik.

Anahtar Kelimeler: Kauçuk el yanılsaması, Duyusal eşikler, Vücut sahipliğı algısı değışikliği

9.SUMMARY

The Effect of Rubber Hand Illusion on Sensory Thresholds

The rubber hand illusion (RHI), first described by Botvinic et al., is a phenomenon that causes changes in body perception and awareness as a result of the integration of simultaneously perceived visual and tactile stimuli. In order for RHI to occur, the participant's real hand is placed out of view; whereas the rubber model hand is visible and in the appropriate position of the real hand. While the participant is looking and focusing on the rubber hand, the same areas of the real and rubber hand are brushed synchronously. After this process is continued for a while, the person perceives the rubber hand as his own and starts to feel as if the brush that is applied to the rubber hand is applied to his own hand.

Quantitative sensory tests are standardized subjective clinical sensitivity tests that require cooperation of the examinee. In these tests, calibrated stimuli are applied to capture perception and pain thresholds, thus providing information about sensory thresholds.

In order for RHI to be used as a potential treatment method, its effect on pain and perception threshold needs to be revealed. In our study, we aimed to evaluate the effect of RHI on cortical, deep and superficial senses by using quantitative sensory tests and measuring sensory thresholds.

Healthy volunteers who applied to Gazi University Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation Polyclinic between May 2021 and September 2021 were included in our study. Three of the 44 applicants were excluded because they did not meet the criteria. The RHI screening experiment, which included 2 minutes of brush stroke, was performed on 41 subjects. 23 individuals who developed RHI were included in the main experiment. The study was designed as cross-sectional, randomized controlled, and single-blind. Participants were randomly assigned to start with asynchronous and synchronous sessions. Demographic information, disease history, dominant hand preference, MoCA and HAD scale scores of all participants were recorded in the study. The evaluations were made by a blind researcher who did not know which session the participant was in. Pain pressure threshold measurement with an algometer, two-point discrimination with a discriminator, and tactile sensory threshold measurement with Semmes-Weinstein filaments were performed on the participants. These measurements were repeated for both sessions before the start of the brush stroke, during the brush stroke, after the brush stroke and after the hand was removed from the environment.

In our study, we examined the change of sensory thresholds against time with the effect of RHI. We found a significant increase in pain pressure threshold during and after the brush stroke of the RHI session ($p=0.014$) and after removing the rubber hand from the environment ($p=0.023$). In the asynchronous stroke session, we found a significant decrease in the pain threshold after brush strokes

compared to before ($p=0.005$). For two-point discrimination, the values measured during the illusion and when the hand was removed after the illusion ended were significantly different ($p=0.047$). The tactile sensory threshold measured at the beginning of the RHI session was found to be significantly lower than the tactile sensory threshold measured during the illusion ($p=0.013$). In addition, the tactile sensory threshold value measured when the rubber hand was significantly lower than during the illusion ($p=0.033$). In our study, no correlation was found between RHI severity measured by proprioceptive deviation and pressure pain threshold, two-point discrimination threshold, tactile sensory threshold measured during brush stroke.

In conclusion, this study shows that RHI increased the pressure -pain threshold, the two-point discrimination threshold, and the tactile sensory threshold in healthy volunteers. In the control session, asynchronous brush strokes, significantly decreased the pressure pain threshold, but did not change the two-point discrimination and tactile sensory threshold. In both sessions, we found that the threshold values that changed during the brush stroke returned to the initial state after the brush stroke was terminated and the rubber hand was removed from the environment. Thus, we have shown that the effect of the illusion does not last for a long time with a single session application.

Keywords: Rubber hand illusion, Sensory thresholds, Change in body ownership perception

10.EKLER

Ek-1: Olgu Rapor Formu

DEMOGRAFİK BİLGİLER

Ad-Soyad: Cinsiyet: Yaş:
Dosya No: Telefon No:
Eğitim Durumu: Meslek:
Ek Hastalık: Kullandığı İlaçlar:
Dominant Ekstremit

DEĞERLENDİRME

Edinburgh el tercihi anketi:
MoCA
HAD

KEY'İN ŞİDDETİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Botvinick anketi
Başlangıç Proprioseptif sapma miktarı (cm) (İlizyon öncesi tahmin ettiği yer):
Likert ölçeği puanı:
Hissettiği saniye:
Proprioseptif sapma miktarı:

Senkron vuruş sonrası RHI öncesi sol elde

Algometreyle ağrı eşiği:
Duyu muayenesi
Semmes weinstein :
İki nokta diskriminasyonu:

Senkron vuruş sonrası RHI sırasında sol elde

Algometreyle ağrı eşiği:
Semmes weinstein :
İki nokta diskriminasyonu:

Senkron vuruş sonrası RHI sonrası sol elde

Algometreyle ağrı eşiği:

Semmes weinstein :

İki nokta diskriminasyonu:

Senkron vuruş sonrası RHI sonrası el ortamdan kaldırılınca sol elde

Algometreyle ağrı eşiği:

Semmes weinstein :

İki nokta diskriminasyonu:

Asenkron vuruş öncesi sol elde

Algometreyle ağrı eşiği:

Semmes weinstein :

İki nokta diskriminasyonu:

Asenkron vuruş sırasında sol elde

Algometreyle ağrı eşiği

Semmes weinstein :

İki nokta diskriminasyonu:

Asenkron vuruş sonrası sol elde

Algometreyle ağrı eşiği

Semmes weinstein :

İki nokta diskriminasyonu:

Asenkron vuruş sonrası RHI sonrası el ortamdan kaldırılınca sol elde

Algometreyle ağrı eşiği:

Semmes weinstein :

İki nokta diskriminasyonu:

Ek-2: HAD

Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HAD) (Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS))

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

Her maddeyi okuyun ve son birkaç gününüzü göz önünde bulundurarak nasıl hissettiğinizi en iyi ifade eden yanıtın yanındaki kutuyu işaretleyin. Yanıtınız için çok düşünmeyin, aklınıza ilk gelen yanıt en doğrusu olacaktır.

1. Kendimi gergin "patlayacak gibi" hissediyorum.

- | | |
|---|---|
| ☐ 3 Çoğu zaman | ☐ 1 Zaman zaman, bazen |
| ☐ 2 Birçok zaman | ☐ 0 Hiçbir zaman |

9. Sanki içim pır pır ediyormuş gibi birdedirginliğe kapılıyorum.

- | | |
|---|--|
| ☐ 0 Hiçbir zaman | ☐ 2 Oldukça sık |
| ☐ 1 Bazen | ☐ 3 Çok sık |

2. Eskiden zevk aldığım şeylerden hala zevk alıyorum.

- | | |
|---|--|
| ☐ 0 Aynı eskisi kadar | ☐ 2 Yalnızca biraz eskisi kadar |
| ☐ 1 Pek eskisi kadar değil | ☐ 3 Hiçbir zaman |

10. Dış görünüşüme ilgimi kaybettim.

- | |
|--|
| ☐ 3 Kesinlikle |
| ☐ 2 Gerekli kadar özen göstermiyorum |
| ☐ 1 Pek o kadar özen göstermeyebilirim |
| ☐ 0 Her zamanki kadar özen gösteriyorum |

3. Sanki kötü bir şey olacaktı gibi bir korkuya kapılıyorum.

- | |
|---|
| ☐ 3 Kesinlikle öyle ve oldukça da şiddetli |
| ☐ 2 Evet, ama çok da şiddetli değil |
| ☐ 1 Biraz, ama beni pek endişelendiriyor |
| ☐ 0 Hayır, hiç de öyle değil |

11. Kendimi sanki hep bir şey yapmak zorundaymışım gibi huzursuz hissediyorum.

- | | |
|---|--|
| ☐ 3 Gerçekten de çok fazla | ☐ 1 Çok fazla değil |
| ☐ 2 Oldukça fazla | ☐ 0 Hiç değil |

4. Gülebiliyorum ve olayların komik tarafını görebiliyorum.

- | | |
|---|---|
| ☐ 0 Her zaman olduğu kadar | ☐ 2 Kesinlikle o kadar değil |
| ☐ 1 Şimdi peko kadar değil | ☐ 3 Artık hiç değil |

12. Olacakları zevkle bekliyorum.

- | |
|---|
| ☐ 3 Her zaman olduğu kadar |
| ☐ 1 Her zamankinden biraz daha az |
| ☐ 2 Her zamankinden kesinlikle daha az |
| ☐ 3 Hemen hemen hiç |

5. Aklımdan endişe verici düşünceler geçiyor.

- | | |
|---|---|
| ☐ 3 Çoğu zaman | ☐ 1 Zaman zaman, çok sık değil |
| ☐ 2 Birçok zaman | ☐ 0 Yalnızca bazen |

13. Aniden panik duygusuna kapılıyorum.

- | | |
|---|--|
| ☐ 3 Gerçekten de çok sık | ☐ 1 Çok sık değil |
| ☐ 2 Oldukça sık | ☐ 0 Hiçbir zaman |

6. Kendimi neşeli hissediyorum.

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ☐ 3 Hiçbir zaman | ☐ 1 Bazen |
| ☐ 2 Sık değil | ☐ 0 Çoğu zaman |

14. İyi bir kitap, televizyon ya da radyo programından zevk alabiliyorum.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ☐ 3 Sıklıkla | ☐ 2 Pek sık değil |
| ☐ 1 Bazen | ☐ 0 Çokseyrek |

7. Rahat rahat oturabiliyorum ve kendimi rahat hissediyorum.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ☐ 0 Kesinlikle | ☐ 2 Sık değil |
| ☐ 1 Genellikle | ☐ 3 Hiçbir zaman |

8. Kendimi sanki durgunlaşmış gibi hissediyorum.

- | | |
|--|---|
| ☐ 3 Hemen hemen her zaman | ☐ 1 Bazen |
| ☐ 2 Çok sık | ☐ 0 Hiçbir zaman |

Mavi renkli kutu içinde şıkları olan sorular anksiyete, turuncu renkli altı çizgili şıkları olan sorular depresyon skorlarını verir. 0-7 puan: normal ||| 8-10puan: sınırda ||| 11ve üstü anormal

Toplam Puan: Depresyon _____ Anksiyete _____

Ek-3: MoCA

Montreal Bilişsel Değerlendirme Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

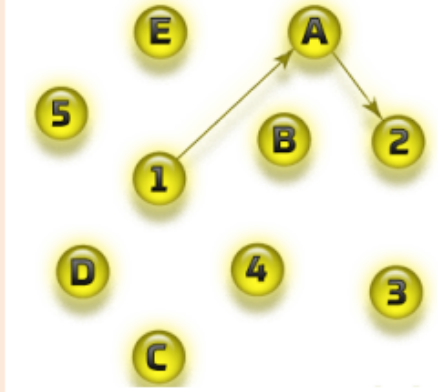
Hastanın Adı Soyadı: _____

Tarih: ____/____/____

Montreal Bilişsel Değerlendirme (MoCA), hafif bilişsel bozukluk için hızlı bir tarama testi olarak geliştirilmiştir. Bu test ile dikkat ve konsantrasyon, yürütücü işlevler, bellek, lisan, görsel yapılandırma becerileri, soyut düşünce, hesaplama ve yönelim olmak üzere 8 farklı bilişsel işlev değerlendirilmektedir. MoCA'nın uygulaması yaklaşık 10 dakika sürer. Testten alınabilecek en yüksek toplam puan 30'dur. Buna göre 21 puan ve üstünde alınan puan normal olarak değerlendirilir.

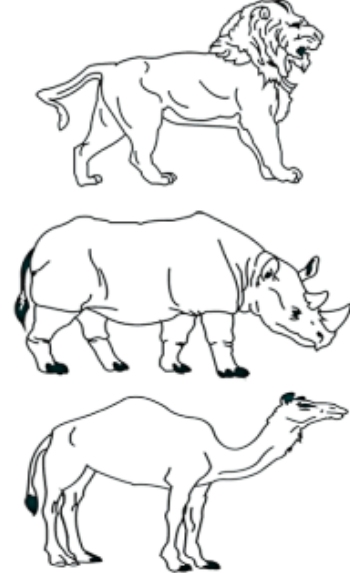
Lütfen '1'den başlayarak bir sayı bir harf sırası ile birbirini izleyen sayı ve harfleri bir çizgi ile birleştirin.

1
☐



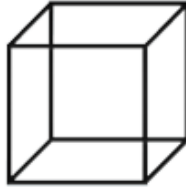
Soldan başlayarak bu hayvanların ismini söyleyin (doğru bilinen her hayvan ismi için 1 puan).

4
☐
☐
☐



Bu şekli olabildiğince hızlı bir şekilde yandaki boşluğa çiz (Çizim üç boyutlu olmalı, Tüm çizgiler çizilmiş (tamam) olmalı, fazladan çizgi eklenmemiş olmalı, çizgiler görece paralel ve benzer uzunlukta olmalı; dikdörtgenler prizması kabul edilir.)

2
☐



Bir saat çiz. Saatin tüm rakamlarını yazın ve saat 11'i 10 geçeyi göstereceksin (çerçeve 1 puan, rakamlar 1 puan, akrep ve yelkovan 1 puan).

3
☐
☐
☐

Bu bir bellek (hafıza) testidir. Size bir kelime listesi okuyacağım ve bu listedeki kelimeleri şimdi ve daha sonra hatırlamanızı isteyeceğim. Dikkatle dinleyin. Okumayı bitirdiğimde hatırlayabildiğiniz kadar çok kelimeyi bana söyleyin. Kelimeleri hangi sırada söylediğiniz önemli değildir'. (Katılımcının söylediği her bir kelime için ilgili kutuya bir işaret (x) koyun.) Size aynı listeyi ikinci kez okuyacağım. Hatırlamaya çalışın ve ilk denemede söylediğiniz kelimeleri de kapsayacak şekilde, bana hatırlayabildiğiniz kadar çok kelime söyleyin'. (Katılımcının söylediği her bir kelime için ilgili kutuya ilave bir işaret (x) koyun.)

5

'Testin sonunda sizden bu kelimeleri hatırlamanızı isteyeceğim' deyin.

Burun ☐

Kadife ☐

Cami ☐

Papatya ☐

Mor ☐

Montreal Bilişsel Değerlendirme Sayfa-2

6 Size bazı rakamlar söyleyeceğim, ben bitirdikten sonra, söylemiş olduğum rakamları sıra ile tekrar edin

□ ₁	2	1	8	5	4
----------------	---	---	---	---	---

+

Şimdi başka sayılar söyleyeceğim, ancak bu kez ben bitirdikten sonra sayıları ters sırada tekrar edin

□ ₁	7	4	2
----------------	---	---	---

+

Size bir dizi harf okuyacağım. A harfini her söylediğimde, elinizi masaya vurun. Eğer farklı bir harf söylersem, elinizi masaya vurmayın. (1 hata yapılabilir)

□ ₁	F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B
----------------	---

+

Şimdi sizden ben durun diyene kadar 100'den 7 çıkartarak saymanızı istiyorum. (2-3 doğru yanıt için 2 puan ve 4-5 doğru yanıt için 3 puan; yanlış saydıktan sonra doğru devam etmişse de doğrular toplanır.)

□ ₂	100	93	86	79	72
----------------	-----	----	----	----	----

Size bir cümle okuyacağım. Ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın. Şimdi söyleyin *"Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur."* (Yanıtın ardından); Şimdi size bir başka cümle okuyacağım, ben cümleyi okuduktan sonra aynen tekrarlayın.

□₁ *"Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına saklanırdı."*

□₂ Tekrar tam ve doğru olmalıdır. İhmal edilerek atlanmış, yerine kullanılmış, eklenmiş kelimelerden kaynaklanan hatalara dikkat edin (Öm., ihmal edilebilecek kelimeler: 'tek', 'hep', yerine geçebilecek kelimeler: 'qizlenirdi', 'qizlenmek' ve eklenen kelimeler: Köpekler odadayken, kedi hep kanepenin altına 'korkuyla' saklanırdı).

Sizden bir dakika içinde biraz sonra vereceğim harfle başlayan, olabildiğince çok sayıda kelime söylemenizi istiyorum. Ahmet, İzmir gibi özel isimlerle, rakamlar veya aynı kökten türetilmiş isimler dışında istediğiniz her türlü kelimeyi söyleyebilirsiniz. Bir dakika dolduğunda size dur diyeceğim. Hazır mısınız? Şimdi bana K harfi ile başlayan olabildiğince çok sayıda kelime söyleyin (60 saniye süre tutulur). Durun'.

60 saniye içinde 11 veya daha fazla sayıda kelime üretildi ise 1 puan verin. Katılımcının yanıtlarını test formunun altındaki boşluğa kaydedin.

Bana portakal ve muz arasındaki benzerliği söyleyin' denir. Eğer katılımcının yanıtı istendiği gibi olmazsa, ek süre vererek, 'Bana bu maddelerin başka bir benzerliğini söyleyin' denir. Eğer katılımcı istenen yanıtı (meyve) vermiyorsa, 'Evet bunların ikisi de meyve' deyin. Daha fazla açıklama yapmayın.

□₁ Her madde çiftine verilen doğru yanıt: 1 puan

□₂

Tren	Bisiklet	ulaşım aracı, seyahat edilir, her ikisine de binilip gezilir benzeri (tekerlekleri var yanıt)
Saat	Cetvel	ölçü araçları, ölçmek için benzeri (sayılar var yanıt)

10 Gecikmeli hatırlama; Size daha önce bazı kelimeler okumuştum. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin'. (Hiçbir ipucu olmaksızın spontan olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

□ ₁	Burun □ ₁	Kadife □ ₁	Cami □ ₁
□ ₂	Papatya □ ₁	Mor □ ₁	

Seçmeli; Size daha önce bazı kelimeler okumuştum. Sizden o kelimeleri hatırlamanızı ve söylemenizi istiyorum. Hatırlayabildiğiniz kelimeleri söyleyin'. (Hiçbir ipucu olmaksızın spontan olarak doğru hatırlanmış her bir kelime için ilgili bölüme işaret konur.)

BURUN ipucu: vücut bölümü	KADİFE ipucu: kumaş türü
CAMI ipucu: bina türü	PAPATYA ipucu: çiçek türü
MOR ipucu: bir renk	

ipuçlarına rağmen hala hatırlamıyorsa, izleyen yönerge verilir. 'Biraz sonra sayacağım kelimelerden hangisi daha önce sunulmuştu hatırlıyor musunuz? burun-yüz-el | ipek-pamuklu-kadife | cami-okul-hastane | gül-papatya-lale | mor-mavi-yeşil

İpucu yardımıyla hatırlanan kelimelere puan verilmez. İpuçları sadece klinik olarak bilgi edinmek ve klinisyene bellek bozukluğunun türü hakkında ek bilgi sağlamak amacıyla kullanılır. Katılımcı ipucuyla hatırlayabiliyorsa, geri getirmeye bağlı, ipucuna rağmen hatırlamıyorsa, kodlamaya bağlı bir bellek bozukluğu düşünülür.

Bana bugünün tarihini söyleyin.' Eğer katılımcı tam bir yanıt veremezse, ek olarak 'Bana (gün, ay, yıl ve haftanın hangi günü) söyleyin' denir. Ardından, 'Şimdi bana bulunduğumuz yerin ve bulunduğumuz şehrin adını söyleyin'. (Doğru her bir yanıt için 1 puan verin. Katılımcı tarih ve yeri net ve açık (hastanenin, kliniğin, ofisin, kurumun adı) olarak söylemelidir. Katılımcı tarihin herhangi bir biriminde hata yaparsa puan verilmeyin.)

□ ₁	Gün □ ₁	Ay □ ₁	Yıl □ ₁
□ ₂	Günlerden ne □ ₁	Buranın adı □ ₁	Şehrin adı □ ₁

Nasreddine ZS, Phillips NA (2005) J Am Geriatr Soc. 2005 Apr;53(4):695-9

Toplam Puan (0-30): (>21 normal)

Ek-4: Edinburg El Tercih Anketi

Edinburgh El Tercihi Envanteri

Tarih:

Adı-soyadı:

Doğum tarihi

Cinsiyet:

Lütfen aşağıdaki aktivitelerde el kullanımındaki tercihlerinizi uygun kolona + koyarak belirtin. Tercihiniz, diğer eli zorlama olmadıkça kullanmayı kesinlikle denemeyecek kadar güçlü olduğunda ++ koyun. Eğer herhangi bir durumda gerçekten fark etmiyorsa, her iki kolona da + koyun.

Bazı aktiviteler her iki eli gerektirir. Bu durumlarda, işin veya objenin bir kısmı için hangi el tercihi isteniyorsa parantez içinde belirtilmiştir.

Lütfen tüm soruları cevaplamaya çalışın ve yalnızca, obje veya işte hiç deneyiminiz yoksa boş bırakın.

		SOL	SAĞ
1	Yazı yazma		
2	Çizme		
3	Fırlatma		
4	Makas		
5	Diş fırçası		
6	Bıçak (çatal olmadan)		
7	Kaşık		
8	Süpürge (üstteki el)		
9	Kibrit çakma (kibrit)		
10	Kutu açma (kapak)		
i	Hangi ayağınızla vurmayı tercih edersiniz?		
ii	Tek gözü kullanırken hangisini kullanırsınız?		