

## Araştırma Makalesi

## Motor Öğrenme Süreçlerinin Jepsen-Taylor El Fonksiyon Testi ile Değerlendirilmesi

### Assessment of Motor Learning with the Jepsen-Taylor Hand Function Test

Halil İbrahim Ergen<sup>1,2</sup>, İbrahim Demirçubuk<sup>3</sup>, Şeyma Bayraktar<sup>4</sup>, Mehmet Eğilmez<sup>5</sup>, Çiğdem Öksüz<sup>6</sup>, Nevin Ergun<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gaziantep, Türkiye

<sup>2</sup> Post-doct. Researcher, University of Minnesota, Center for Allied Health Programs, Program in Occupational Therapy, Minneapolis, MN, USA

<sup>3</sup> Uzm. Fzt., Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi ABD, İzmir, Türkiye

<sup>4</sup> Fzt., Doğal Yaşam Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Gaziantep, Türkiye

<sup>5</sup> Fzt., 25 Aralık Devlet Hastanesi, Gaziantep, Türkiye <sup>6</sup> Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ergoterapi Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>6</sup> Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ergoterapi Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>7</sup> Prof. Dr., SANKO Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gaziantep, Türkiye

### ÖZ

**Amaç:** Çalışmamızın birincil amacı yetişkinlerde kısa bir zaman aralığında peş peşe gerçekleştirilen aynı el aktivitelerindeki motor öğrenmenin etkinliğinin incelenmesiydi. İkincil amacı ise cinsiyetin motor öğrenme üzerindeki etkisinin incelenmesiydi. **Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya üniversite öğrencileri ve yakınlarından oluşan 103 birey katıldı. Katılımcıların el fonksiyonları, 10 dakika arayla iki kez Jepsen-Taylor El Fonksiyon Testi (JEFT) ile değerlendirildi. **Sonuçlar:** Katılımcıların ikinci ölçümde aldıkları JEFT-Toplam puanının ilk ölçümden aldıkları puandan büyük olduğu ( $\Delta=6,58 \pm 8,16$ ), bu farkın istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde anlamlı olduğu ( $p<0,001$ ) ve bu anlamlılığın etkisinin "büyük" olduğu belirlendi ( $d>0,8$ ). JEFT'nin aşamalarının tamamında benzer şekilde ikinci ölçümün ilk ölçümden daha iyi bir sonuca sahip olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ( $p<0,001$ ). Ayrıca iki ölçümdeki gelişimin cinsiyetler açısından benzer olmasına rağmen etki büyüklüğü bakımından erkeklerin kadınlardan ( $d=1,01$ ;  $d=0,66$ ) daha iyi olduğu görüldü. **Tartışma:** Sağlıklı bireylerde aynı ölçümlerin peş peşe yapılması sırasında motor öğrenmedeki gelişim incelendi. Motor öğrenme, değerlendirme yöntemleri ve rehabilitasyon açısından çok önemlidir. Becerinin edinimi üzerinde etkili olan pek çok faktör bulunmaktadır. Bulgular, küçük bir örneklemden elde edilmesine ve iki ölçüm arasındaki süre kısa olmasına rağmen anlamlı gelişme gözlemlendi. Elde edilen bulgular, gelecekteki motor öğrenme veya motor performans odaklı değerlendirme odaklı araştırmalar açısından katkı sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Öğrenme; Motor Beceriler; Fonksiyonel Durum; Üst Ekstremitte.

### ABSTRACT

**Purpose:** The primary aim of this study was to assess the effectiveness of motor learning (ML) in adults in the same hand activities performed consecutively over a short time. The secondary aim was to investigate the effect of gender on ML. **Material and Methods:** One hundred and three people (university students and their friends/relatives) participated in the study. Hand functions were assessed with the Jepsen-Taylor Hand Function Test (JHFT) twice, 10 minutes apart. **Results:** The JHFT-Total score of the participants in the second assessment was greater than their score in the first assessment ( $\Delta=6.58 \pm 8.16$ ), this difference was statistically significant ( $p<0.001$ ) and the effect of this significance was "large" ( $d>0.8$ ). Similarly, the second assessment results had a better result than the first in all substages of JHFT and the difference was statistically significant ( $p<0.001$ ). The improvement in the two assessments was similar between genders ( $p<0.001$ ), but the effect size in men was greater than women ( $d=1.01$ ;  $d=0.66$ ). **Conclusion:** Participants showed significant ML improvement in this short-term study. Motor learning is critical in terms of assessment and rehabilitation. Although the findings obtained in the study were from a small sample and the interval was short, significant improvement was observed. These findings may contribute to future research on ML or performance-oriented assessment.

**Keywords:** Learning; Motor Skills; Functional Status; Upper Extremity.

**Sorumlu Yazar (Corresponding Author):** Halil İbrahim Ergen E-mail: halilibrahimergen@yahoo.com

ORCID ID: 0000-0002-5215-2642

Geliş Tarihi (Received): 22.03.2024; Kabul Tarihi (Accepted): 06.12.2024

© Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı altında dağıtılmaktadır.

© This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

İnsan hareket sistemi, tekrarlanan pratik ve deneyimler aracılığıyla öğrenme kapasitesine sahiptir (Kitago ve Krakauer, 2013). Motor öğrenme, çeşitli faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşan kapsamlı bir terimdir. Beceri kazanımı ve karar almayı kapsayan esnek bir kavram olan motor adaptasyon, öğrenilmiş hareketlerle yeni bir mekansal hedef arasındaki ilişkinin kazanılması olarak ifade edilebilir (Krakauer, 2006; Krakauer, 2009; Krakauer ve Mazzoni, 2011; Shadmehr ve Wise, 2004). Beceri kazanımı, yeni kas aktivasyon paternleri kazanmayı ve hareket hızında herhangi bir azalma olmaksızın var olan hataların azaltılarak performans düzeyinin geliştirilmesini hedefler ve genellikle performans uygulamasına ve şuurlu farkındalığa ihtiyaç duyar (Shmuelof ve ark., 2012a; Shmuelof ve ark., 2012b; Katak ve Winstein, 2012). Motor adaptasyonun farkındalık gerektirmeyen örtülü öğrenme biçimi olabileceği (Krebs ve ark., 2001) ve motor öğrenmenin başlangıç bileşeni olduğu ifade edilir (Bastian, 2008).

Motor adaptasyonla ilgili araştırmalar genellikle propriyoseptif ve görsel geribildirim arasında uyumsuzluk meydana getiren görsel-motor alandaki değişikliklere bireyin verdiği cevapların gözlemlenmesiyle gerçekleştirilmektedir (Flanagan ve ark., 1999; Krakauer ve ark., 2000). Krakauer ve arkadaşları, sağlıklı bireylerin hareketlerinin hata geri bildirimine dayalı olarak her denemede daha da geliştiğini göstermiştir (Krakauer ve ark., 2005). Öğrenmenin önemli özelliklerinden biri, eğitim döneminin sonrasında da değişimin sürdürülebilmesidir. Adaptasyonda, değişiklik ile ilk karşılaşılan an ve değişiklik sonrasında meydana gelen eğitim sonrası etkiler yoluyla işleyen iki tür bellek sistemi mekanizması bulunmaktadır. Literatürde katılımcıların, belirli bir zaman sonra aynı kuvvet ya da rotasyon alanına tekrar maruz bırakıldıklarında adaptasyonun daha hızlı geliştiği bildirilmiştir (Krakauer ve ark., 2005; Zarahn ve ark., 2008). Bu durum katılımcıların ileriye dönük bir kontrol stratejisi kullandıklarını göstermektedir. Tek bir oturumda gerçekleşebilen motor adaptasyonun aksine beceri edinimi, uzun süreli pratikler sonucu ve görevin kompleksitesine göre günler, haftalar hatta yıllar içerisinde edinilebilen kazanımlardır (Karni ve ark., 1998).

Motor beceri "çevresel bir hedefe maksimum kesinlik ve minimum enerji ve zaman harcaması ile ulaşma yeteneği" ya da "motor bir görevi güvenilir ve doğru bir şekilde yürütme becerisi" olarak tanımlanmaktadır (Kitago ve ark., 2013; Schmidt ve ark., 2018). Hadjosif ve ark. bir dakikadan kısa süreli motor belleğin (<60 saniye), hareketler unutulduktan sonra yeniden öğrenmede uzun süreli bellekten (>60 saniye) daha büyük rol oynadığı sonucuna ulaşmışlardır (Hadjiosif ve ark., 2023). Çalışmanın sonuçları, motor becerileri hızlı bir şekilde

yeniden öğrenebilmenin uzun süreli bellek gerektirmediğini ortaya koymuştur. Araştırmada kısa süreli motor belleğin -geçici olmasına rağmen- bu yetenekten sorumlu olduğu gösterilmiştir (Hadjiosif ve ark., 2023). Shishov ve ark. tarafından yapılan nörorehabilitasyonda motor öğrenmenin değerlendirilmesinde kullanılan ölçümlerle ilgili derlemede, değerlendirmede kullanılan çeşitli ölçümlerden dolayı motor öğrenmenin yeterince anlaşılmadığı ve karmaşık bir hal aldığı belirtilmiştir (Shishov ve ark., 2017). Bu nedenlerden ötürü, değerlendirmelerde kullanılan sonuç ölçümlerinin kalitesinin artırılması önerilmektedir. Böylece motor adaptasyonun ve beceri ediniminin motor öğrenmedeki rolü daha net anlaşılabilir.

Günlük yaşam aktiviteleri sırasında vücudun en sık kullanılan bölümü, insan elidir (Lee ve Lung, 2015). Bu sebeple elin hareketlerindeki küçük bir kısıtlılık bile kişinin fonksiyonel kapasitesinde, yaşam kalitesinde ve oküpyonlara katılımında kayıplarla sonuçlanabilir. Günlük yaşam aktivitelerinin standartlaştırılmış, objektif ve tekrarlanabilir bir analizinin tıbbi tedavi sonrasında el rehabilitasyonunun etkinliğinin değerlendirilmesinde en uygun araç olabileceği belirtilmiştir (Metcalf ve ark., 2008; Reissner, 2019). El fonksiyonu, nörolojik gelişim, fizyolojik olgunlaşma, motor kontrol ile öğrenilmiş hareket paternlerinin fonksiyonel gelişiminin bir sonucudur ve temelinde beceri yer alır. İnsandaki kortikal mekanizmaların evrimi ile elin yüksek beceri seviyelerine ulaşması sağlanır (Bassini ve ark., 2007). El becerilerinin değerlendirilmesi için terapistler tarafından klinikte sıklıkla kullanılan el fonksiyon testleri, rehabilitasyon sürecinin planlanması, objektif verilerin elde edilmesi ve sağlık profesyonelleri tarafından tedavi programının etkinliğinin değerlendirilmesi bakımından önemlidir (Backman ve ark., 1992; Baker, 2021). Çalışmamızda el fonksiyon testi, motor öğrenmenin etkinliğinin objektif ve standartlaştırılmış bir şekilde değerlendirilmesi için kullanıldı.

Bu çalışmanın birincil amacı, kısa bir zaman aralığında peş peşe gerçekleştirilen el aktivitelerindeki motor öğrenmenin etkinliğinin incelenmesiydi. İkincil amaç ise bu öğrenmenin cinsiyetler bakımından incelenmesiydi. Çalışmadan elde edilen bulgular el fonksiyon testlerinin uygulanmasında motor öğrenme faktörüne ışık tutmakla birlikte motor öğrenmenin "adaptasyon" ve "beceri edinimi" aşamalarına dair de önemli veriler sunabilir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, etik kurul onayı alındıktan sonra Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak ... Üniversitesinde, Ocak 2023 ile Haziran 2023 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Katılımcılar üniversite öğrencileri ve yakınlarından oluştu. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; gönüllü olmak, Türkçe biliyor olmak ve 18 yaşından büyük olmak idi. Dahil edilmeme kriterleri; üst ekstremitayı etkileyen herhangi bir yaralanma geçmişi olmak, test talimatlarını anlamaya engel teşkil eden bilişsel problemi olmak ve üst ekstremita fonksiyonlarını etkileyen ortopedik ve nörolojik herhangi bir problemi olmak idi. Katılımcılardan gönüllü olduklarına dair aydınlatılmış gönüllü onam formu alındı.

### **Değerlendirme Araçları**

Katılımcıların yaş ve cinsiyet gibi demografik verilerinin toplanması için tanımlayıcı veri formu kullanıldı. Motor öğrenmenin değerlendirilmesinde, el fonksiyonlarındaki değişim esas alındı. Bu amaç doğrultusunda, katılımcılara Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi (JEFT) uygulandı. JEFT, katılımcılara 10 dakikalık (kısa süreli motor bellek) bir ara verildikten sonra, aynı koşullarda sessiz bir sınıf ortamında tekrar edildi. Toplamda her katılımcı art arda 2 ölçüm olmak üzere 2 kez değerlendirildi. Trempe ve ark. tarafından kısa ve uzun süreli motor belleğin motor öğrenme üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, kısa süreli bellek için uygulanan çalışma tasarımı model alındı (Trempe ve Proteau, 2010).

**Demografik Bilgiler:** Yaş, cinsiyet ve dominant el tanımlayıcı veri olarak kaydedildi.

**El fonksiyonlarının değerlendirilmesi:** Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi (JHFT), günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) gerekli olan unilateral el fonksiyonlarının kapsamlı bir yelpazesini değerlendirmektedir. Sağlıklı kişiler için JEFT, değerlendirici-içi ve değerlendiriciler-arası güvenilirliği mükemmel (Hackel ve ark., 1992), geçerli ve güvenilir bir testtir (Sığirtmaç ve Öksüz, 2021). Test, (1) yazı yazma, (2) kartları çevirme, (3) küçük nesnelere toplama, (4) yemek yeme, (5) dama taşlarını üst üste dizme, (6) geniş-hafif nesnelere toplama ve (7) geniş-ağır nesnelere toplama olmak üzere günlük yaşamda sıklıkla yapılan aktivitelerin simülasyonu olan yedi alt testten oluşur (Jebsen, 1969). Maksimum süre, dominant el, yaş ve cinsiyete göre kategorize edilmiş normlara sahip olduğundan, genel olarak uygulanması ve puanlanması kolay bir testtir. Özellikle hassas kavrama gerektiren diğer GYA değerlendirmelerinin aksine JHFT, kaba koordinasyonu değerlendirme kapasitesi açısından mükemmel bir değerlendirme yöntemi olarak kabul edilmektedir (Baker, 2021). Değerlendirmede yazı yazma haricindeki her aktivite ayrı ayrı yapılır. Bireyin alt testleri tamamlama süresi test puanı olarak kabul edilir (Sears ve ark., 2010). Puanın düşük olması el fonksiyonunun daha iyi olduğunu gösterir. Yedi aşamanın her birinin puanlarının toplamı JEFT-Toplam puanı olarak belirtilmiştir.

Motor öğrenmenin etkisinin incelenmesi için el fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan JEFT'ye ait sonuçlar kullanıldı. Katılımcıların, JEFT'nin ilk ve ikinci ölçümlerinden aldıkları puanlar ile bu puanlar arasındaki fark kaydedildi. Puanlar arasındaki farkın, motor öğrenmenin etkisinden dolayı meydana geldiği kabul edildi.

### **İstatistiksel Analiz**

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS 23.0 programı kullanıldı. Bağımsız değişkenler, yaş, cinsiyet ve dominant el; bağımlı değişken ise iki farklı zamanda uygulanan JEFT olarak belirlendi. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun değerlendirilmesinde Kolmogorov-Smirnov testi, Skewness ve Kurtosis dikkate alındı. Niceliksel verilerin karşılaştırılmasında yüzde (%), frekans (n), ortalama ve standart sapma (SS), minimum (min.) ve maksimum (max.) değerleri kullanıldı. Bağımlı değişkenlerin farklı zamanlardaki puanlarının karşılaştırmalarında bağımlı (ilişkili) örneklem t-testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi için  $p < 0,05$  kabul edildi. Etki büyüklüğünün hesaplanmasında Cohen's d değeri kullanıldı. Bu değer 0,2 ise küçük; 0,5 ise orta ve 0,8 ise büyük etki büyüklüğüne sahip olduğu kabul edildi (Cohen, 1988).

### **BULGULAR**

Çalışmaya dahil edilen bireylerin tanımlayıcı özellikleri Tablo 1'de verildi. Çalışmaya 58'i kadın (%56,3) ve 46'sı erkek (%44,6) olmak üzere 103 birey dahil edildi. Katılımcıların ortalama yaşı  $26,1 \pm 0,8$  (18-49) yılıdır.

Katılımcıların JEFT'ten aldıkları toplam puan ve JEFT'nin alt testlerinden aldıkları puanlar Tablo 2'de gösterildi. Veriler incelendiğinde, katılımcıların ikinci ölçümde aldıkları JEFT-Toplam puanının ilk ölçümden aldıkları JEFT-Toplam puanından büyük olduğu ( $\Delta = 6,58 \pm 8,16$ ), bu farkın istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde anlamlı olduğu ( $p < 0,001$ ) ve bu anlamlılığın etkisinin "büyük" olduğu belirlendi ( $d > 0,8$ ) (Tablo 2). Ayrıca JEFT'nin aşamalarının alt testlerinin tamamında (yazı yazma, kartları çevirme, küçük nesnelere toplama, yemek yeme, dama taşlarını üst üste dizme, hafif geniş nesnelere toplama ve ağır geniş nesnelere toplama) ikinci ölçümün ilk ölçüme kıyasla daha iyi bir sonuca sahip olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi ( $p < 0,001$ ).

Erkek katılımcıların küçük nesnelere toplama alt testinde, ikinci ölçüm puanlarının lehine istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı fark olduğu görüldü ( $p = 0,002$ ). Bu aşamanın haricindeki tüm aşamalarda ve JEFT-Toplam puanında, sonraki ölçüm puanlarının lehine istatistiksel olarak çok yüksek düzeyde anlamlı fark olduğu görüldü ( $p < 0,001$ ).

Kadın katılımcılar küçük nesnelere toplama alt testinde, ikinci ölçüm puanlarının lehine istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı fark olduğu görüldü ( $p=0,001$ ). Bu alt test haricindeki tüm alt testlerde ve JEFT-Toplam puanında, sonraki ölçüm puanlarının lehine istatistiksel olarak çok

yüksek düzeyde anlamlı fark olduğu görüldü ( $p<0,001$ ). Fakat kadınlardaki değişimin etki büyüklüğü “orta” ( $d<0,8$ ) iken erkeklerde “büyük” ( $d>0,8$ ) olarak belirlendi (Tablo 3)

**Tablo 1.** Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri

		n	%
Cinsiyet	Erkek	46	44,6
	Kadın	58	56,3
Dominant el	Sağ	91	88,3
	Sol	12	11,7
	<b>Ort±SS</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Yaş	26,1±0,8	18	49

*Min: Minimum, Max: Maksimum, n: Örneklem Sayısı, Ort: ortalama, SS: Standart Sapma*

**Tablo 2.** Katılımcıların birinci ve ikinci değerlendirmede aldıkları puanlar arasındaki ilişki

	Birinci değerlendirme	İkinci değerlendirme	$\Delta$ Ort	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
	Ort±SS	Ort±SS				
Yazı yazma	45,88±9,52	42,48±8,02	3,39±5,21	0,653	6,626	<0,001
Kart çevirme	5,14±1,28	4,36±0,94	0,77±1,02	0,76	7,663	<0,001
Küçük nesnelere toplama	6,6±1,31	6,08±1,02	0,53±1,14	0,456	4,7	<0,001
Yemek yeme	8,59±1,41	7,72±1,15	0,87±1,36	0,64	6,488	<0,001
Dama taşlarını üst üste dizme	3,21±0,73	2,79±0,53	0,42±0,63	0,662	6,658	<0,001
Hafif geniş nesnelere toplama	3,38±0,62	3,04±0,52	0,33±0,42	0,816	8,13	<0,001
Ağır geniş nesnelere toplama	3,57±0,64	3,22±0,59	0,34±0,41	0,858	8,549	<0,001
JEFT-Toplam	75,97±12,38	69,39±10,62	6,58±8,16	0,805	8,183	<0,001

*d: Cohen-d değeri, JEFT: Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi,  $p<0,05$ , t: Bağımlı örneklem t-testi istatistik değeri.*

**Tablo 3.** Katılımcıların cinsiyetlere göre birinci ve ikinci değerlendirmede aldıkları puanlar arasındaki ilişki

	Cinsiyet	n	Birinci değerlendirme Ort±SS	İkinci değerlendirme Ort±SS	$\Delta$ Ort	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
JEFT-Toplam	Kadın	58	73,54±12,45	68,11±9,14	5,43±3,31	0,663	5,049	<0,001
JEFT-Toplam	Erkek	45	79,1±11,69	71,04±12,16	8,06±0,47	1,011	6,788	<0,001

*d: Cohen-d değeri, JEFT: Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi,  $p<0,05$ , t: Bağımlı örneklem t-testi istatistik değeri.*

## TARTIŞMA

Bu çalışmada sağlıklı yetişkinlerde art arda yapılan motor hareketlerin motor öğrenme üzerindeki etkisi incelendi. Çalışmamızda belirli bir süre sonra uygulanan aynı testin puanlarının öğrenmenin etkisinden dolayı artış gösterdiği belirlendi. Ayrıca bu artışın erkek katılımcılarda daha büyük bir etkiye sahip olduğu saptandı.

Motor becerinin değerlendirilmesi için belirli bir aktivite ya da görev gerçekleştirilirken hareket hızı ile doğruluk arasındaki ilişkiyi ifade eden hız-doğruluk kavramı göz önünde bulundurulmalıdır (Shmuelof ve ark., 2012a). Hareket hızı arttığında genellikle değerlendirilen bireylerin hata oranı artar. Hata oranını azaltmak istediklerinde ise hareket hızlarını azaltmaya çalışırlar. Dolayısıyla doğruluktaki artışın tek başına beceri gelişimini göstermediği, becerideki gelişimin hız-doğruluk fonksiyonundaki değişimle ölçülebileceği belirtilmektedir (Shmuelof ve ark., 2012b). Beceri ediniminin motor adaptasyonun aksine görevin karmaşıklığına bağlı olarak günler, haftalar hatta yıllar alabildiği de belirtilmiştir (Kitago ve ark., 2013). Oysaki çalışmamızın sonucunda da olduğu gibi bazı araştırmalar, kısa süreli motor belleğin beceri edinimi üzerindeki etkisinin yadsınamayacak düzeyde olduğunu desteklemektedir (Hadjiosif ve ark., 2023). Kısa süreli motor belleğin beceri edinimi üzerindeki etkisi görev eğitimi açısından da önemlidir. Seans içi gelişim bakımından bu faktörün önemli olabileceğini düşünüyoruz.

Hadjiosif ve arkadaşları bir dakikanın altındaki kısa süreli motor belleğin, hareketleri unuttuktan sonra yeniden öğrenmede, uzun süreli olanlardan bile daha büyük rolünün olduğunu belirtmişlerdir (Hadjiosif ve ark., 2023). Araştırmacılar, bu durumun bellek bilimcilerin geleneksel olarak kabul ettiğinden farklı olduğunu, motor becerileri hızlıca yeniden öğrenebilmenin genel kabul görülen aksine uzun süreli bellek gerektirmediğini ve bu yeteneğin kaynağının kısa süreli motor bellek olduğunu belirtmişlerdir (Hadjiosif ve ark., 2023). Çalışmamızın amaçları ve yöntemi içerisinde uzun ve kısa dönem motor belleğin yeniden öğrenme üzerindeki etkisinin incelenmesi yer almasa da kısa süreli etki bakımından çalışmamızın el fonksiyonlarının gelişimindeki bulguları literatür ile örtüşmektedir. Dolayısıyla standartlaştırılmış, geçerli ve güvenilir bir yöntem olan JEFT ile bu gelişimin gösterilmesi de kanıt değerini desteklemektedir.

Literatürde beceri edinimiyle ilgili yapılan motor öğrenme araştırmalarında sıklıkla değişken görevlerin kullanımının öğrenme üzerindeki etkinliğinin

incelendiği görülmektedir (Shea ve Kohl, 1991). Buradaki değişken en basit anlamda masa üzerinden alınan bir bardağın bir sonraki aşamada farklı bir mesafeden alınması olabilir. Değişken görevlerin öğrenmeyi arttırdığı ifade edilmektedir (Lee ve Genovese, 1988). Çalışmamızda kullandığımız test içerisinde farklı becerileri değerlendiren alt testlerin olmasının, “değişken görev eğitiminin öğrenmenin yeni görevlere genellemesini artırması prensibi”nden yola çıkarak öğrenmeye olumlu etki etmiş olabileceğini düşünüyoruz.

Jebsen ve ark. yaptıkları araştırmada küçük nesnelere toplama testinde kadınların erkeklerden daha kısa sürede tamamladıklarını ifade etmelerine rağmen (Jebsen, 1969), başka bir araştırmada cinsiyetler arasında bu tür bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (Takla ve ark., 2018). Emük ve ark. tarafından yapılan farklı bir çalışmada da anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışmada araştırmacılar, Jebsen ve arkadaşlarının aksine el hızının cinsiyetler arasında farklılık göstermediğini belirtmişlerdir (Emük ve ark., 2022). Çalışmamızda küçük nesnelere toplama alt testinde her iki grup birbirine çok yakın değerlere sahiptir. Toplam puan genel olarak değerlendirildiğinde ise kadınların erkeklere kıyasla daha kısa test süresine sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmamızda göze çarpan bir diğer önemli bulgu ise öğrenme konusunda erkeklerin kadınlardan daha iyi performans sergilediğidir. Bagrunov, 341 erkek ve 268 kadının katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmasında psikomotor fonksiyonların eğitiminde kadınların genel olarak daha iyi olduğunu ancak, erkeklerin “hız” ve “hassasiyet” faktörlerinde kadınlardan daha iyi performans sergilediğini bildirmiştir. Ayrıca kadınların genel olarak stereotip aktivitelerde daha iyi olduğunu, erkeklerin ise yeni duyu-motor görevlerde daha yüksek performans sergilediğini belirtmiştir (Bagrunov, 1981). Kullandığımız JEFT değerlendirme aracında kullanılan alt testler günlük yaşamda sıklıkla karşılaşılan görevler olsa da, test materyallerinin bireyler için farklılık göstermesinin bu tür sonuçlara neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde, kısa süreli motor belleğin yeterince anlaşılmadığı ve uzun dönem bellek kadar önemli olabileceği ifade edilmiştir (Hadjiosif ve ark., 2023). Sinapslar arasında meydana gelen yeni bağlantılar aracılığıyla beyinde tutulan uzun süreli belleğin aksine motor anıların devam eden tekrarlı aktiviteyle korunduğu bildirilmektedir (Lee ve ark., 1988). Bu belleğin nasıl oluştuğunun anlaşılabilmesi, bireylerin hareketleri yeniden öğrenilmesi konusunda eğitmek için büyük yenilikler sunabilir. Kısa süreli motor belleğin

motor öğrenmeyle olan ilişkisi, sadece nörolojik bozuklukları olan bireyler için daha iyi bir motor eğitim ya da rehabilitasyon tasarlanmasına değil sağlıklı bir bireyin yeni beceri edinimine ya da geliştirilecek yeni ölçüm yöntemleri (el fonksiyon testleri gibi) için de dikkat edilmesi gereken faktörlere veya mevcut değerlendirme araçlarının kullanımına etki edebilir.

Çalışmamızın bahsetmemiz gereken bazı limitasyonları bulunmaktadır. İki test arasında daha fazla dinlenme süresi verilmesinin öğrenmenin artırılmasını sağlayabileceği ve öğrenmenin kalıcılığının değerlendirilmesi için daha iyi fırsat sunabileceği bildirilmiştir (Lee ve ark., 1988). Çalışmamızda 24 ya da 48 saat sonra bir ölçüm daha yapılması uzun süreli belleğin de değerlendirilmesini sağlayabilir ve cinsiyetler arasındaki motor belleğin durumu da değerlendirilebilirdi. Diğer bir konu ise JEFT testi içerisinde yedi farklı alt testin olması, değişken görev eğitiminin gözlemlenebilmesi açısından fırsat sunsa da bu aşamaların randomize olarak uygulanmamış olmasıdır. Gelecek araştırmalarda alt testlerin sıralamasının randomize gerçekleştirilmesi, öğrenmenin kalıcılığına ve/veya becerinin desteklenmesine katkı sağlayabilir (Braun ve ark., 2009). Motor öğrenmenin etkisinin incelendiği bazı çalışmalarda daha fazla sayıda (5-10) ölçüm yapılmasına rağmen çalışmamızda sadece iki ölçüm yapılmıştır (Boggio ve ark., 2006; Hummel ve ark., 2005).

Ölçüm aracımızın 7 alt testi olduğu göz önünde bulundurularak ölçümlerin 2 tekrarlı yapılması uygun görülmüştü. Bu durum çalışmanın diğer limitasyonu olarak belirtilebilir. Gelecek araştırmalarda bu limitasyonların göz önünde bulundurulması yapılacak çalışmaların kalitesine ve bilimsel değerine katkı sağlayabilir.

### **Etik Onay**

Çalışmanın yöntemi, SANKO Üniversitesi Etik Kurul Başkanlığı tarafından onaylanmıştır.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı**

H.İ.E.: tasarım, analiz, veri toplama, yazma. İ.D.: veri toplama, yazma. Ş.B.: veri toplama, yazma. M.E.: veri toplama, yazma. Ç.Ö.: edit, yazma. N.E.: edit, yazma.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Araştırmacılar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını ve bu araştırma için herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan eder.

### **Destek/Teşekkür**

Çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm katılımcılara

teşekkür ederiz.

### **KAYNAKÇA**

- Backman, C., Gibson, S. C. D., & Parsons, J. (1992). Assessment of hand function: The relationship between pegboard dexterity and applied dexterity. *Canadian Journal of Occupational Therapy, 59*(4), 208-213. <https://doi.org/10.1177/000841749205900406>
- Bagrunov, V. P. (1981). Половые различия в видовой и индивидуальной изменчивости психики человека. [*Sex differences in the species and individual variation in the human psyche*]. 157. Баргунов ВП—Л. (In Russian)
- Baker, K. L. (2021). Functional tests for dexterity. In T. M. Skirven, A. L. Osterman, J. M. Fedorzyk, P. C. Amadio, S. B. Feldscher, & E. K. Shin (Eds.), *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity* (7th ed., pp. 133–141). Elsevier Health Sciences.
- Bassini, L., Patel, M., & Cooper, C. (2007). Pediatric hand therapy. In *Fundamentals of hand therapy: Clinical reasoning and treatment guidelines for common diagnoses of the upper extremity* (pp. 483-522). Elsevier Health Sciences.
- Bastian, A. J. (2008). Understanding sensorimotor adaptation and learning for rehabilitation. *Current Opinion in Neurology, 21*(6), 628-633. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328315a293>
- Boggio, P. S., Castro, L. O., Savagim, E. A., Braite, R., Cruz, V. C., Rocha, R. R., et al. (2006). Enhancement of non-dominant hand motor function by anodal transcranial direct current stimulation. *Neuroscience Letters, 404*(1-2), 232-236. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.05.051>
- Braun, D. A., Aertsen, A., Wolpert, D. M., & Mehring, C. (2009). Motor task variation induces structural learning. *Current Biology, 19*(4), 352-357. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.01.036>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Emük, Y., Kahraman, T., & Şengül, Y. (2022). Sağlıklı bireylerde cinsiyetler arasında üst ekstremitte fonksiyonelliği açısından fark var mıdır? *Izmir Democracy University Health Sciences Journal, 5*(2), 391–401. <https://doi.org/10.52538/iduhes.1116834>
- Flanagan, J. R., Nakano, E., Imamizu, H., Osu, R., Yoshioka, T., & Kawato, M. (1999). Composition and decomposition of internal models in motor learning under altered kinematic and dynamic

- environments. *Journal of Neuroscience*, 19(20), RC34.
- Hackel, M. E., Wolfe, G. A., Bang, S. M., & Canfield, J. S. (1992). Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of Hand Function. *Physical Therapy*, 72(5), 373–377. <https://doi.org/10.1093/ptj/72.5.373>
- Hadjiosif, A. M., Morehead, J. R., & Smith, M. A. (2023). A double dissociation between savings and long-term memory in motor learning. *PLoS Biology*, 21(4), e3001799. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001799>
- Hummel, F., Celnik, P., Giroux, P., Floel, A., Wu, W. H., Gerloff, C., et al. (2005). Effects of non-invasive cortical stimulation on skilled motor function in chronic stroke. *Brain*, 128(3), 490–499. <https://doi.org/10.1093/brain/awh369>
- Jebsen, R. H. (1969). An objective and standardized test of hand function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 50, 311–319.
- Kantak, S. S., & Winstein, C. J. (2012). Learning–performance distinction and memory processes for motor skills: A focused review and perspective. *Behavioral Brain Research*, 228(1), 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.11.028>
- Karni, A., Meyer, G., Rey-Hipolito, C., Jezzard, P., Adams, M. M., Turner, R., et al. (1998). The acquisition of skilled motor performance: Fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(3), 861–868. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.861>
- Kitago, T., & Krakauer, J. W. (2013). Motor learning principles for neurorehabilitation. In *Handbook of Clinical Neurology*, 110, 93–103. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52901-5.00008-3>
- Krakauer, J. W. (2006). Motor learning: Its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Current Opinion in Neurology*, 19(1), 84–90. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000200544.29915.cc>
- Krakauer, J. W. (2009). Motor learning and consolidation: The case of visuomotor rotation. In *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 629, 405–421. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-77064-2\\_21](https://doi.org/10.1007/978-0-387-77064-2_21)
- Krakauer, J. W., Ghez, C., & Ghilardi, M. F. (2005). Adaptation to visuomotor transformations: Consolidation, interference, and forgetting. *Journal of Neuroscience*, 25(2), 473–478. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4218-04.2005>
- Krakauer, J. W., & Mazzoni, P. (2011). Human sensorimotor learning: Adaptation, skill, and beyond. *Current Opinion in Neurobiology*, 21(4), 636–644. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2011.06.012>
- Krakauer, J. W., Pine, Z. M., Ghilardi, M. F., & Ghez, C. (2000). Learning of visuomotor transformations for vectorial planning of reaching trajectories. *Journal of Neuroscience*, 20(23), 8916–8924. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.20-23-08916.2000>
- Krebs, H., Hogan, N., Hening, W., Adamovich, S., & Poizner, H. (2001). Procedural motor learning in Parkinson's disease. *Experimental Brain Research*, 141, 425–437. <https://doi.org/10.1007/s002210100871>
- Lee, T. D., & Genovese, E. D. (1988). Distribution of practice in motor skill acquisition: Learning and performance effects reconsidered. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(4), 277–287. <https://doi.org/10.1080/02701367.1988.10609373>
- Lee, K. S., & Jung, M. C. (2015). Quantitative comparison of marker attachment methods for hand motion analysis. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 21(1), 30–38. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1017960>
- Metcalfe, C. D., Notley, S. V., Chappell, P. H., Burridge, J. H., & Yule, V. T. (2008). Validation and application of a computational model for wrist and hand movements using surface markers. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 55(3), 1199–1210. <https://doi.org/10.1109/TBME.2007.908087>
- Reissner, L., Fischer, G., List, R., Giovanoli, P., & Calcagni, M. (2019). Assessment of hand function during activities of daily living using motion tracking cameras: A systematic review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 233(8), 764–783. <https://doi.org/10.1177/095441191985130>
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). Evolution of a field of study. In *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (6th ed., pp. 3–21). Human Kinetics.
- Sears, E. D., & Chung, K. C. (2010). Validity and responsiveness of the Jebsen–Taylor Hand Function Test. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 35(1), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.09.008>

- Shadmehr, R., & Wise, S. P. (2004). Skills, adaptation, and trajectories. In *The computational neurobiology of reaching and pointing: A foundation for motor learning* (1st ed., pp. 271–377). MIT Press.
- Shea, C. H., & Kohl, R. M. (1991). Composition of practice: Influence on the retention of motor skills. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *62*(2), 187–195.  
<https://doi.org/10.1080/02701367.1991.10608709>
- Shishov, N., Melzer, I., & Bar-Haim, S. (2017). Parameters and measures in assessment of motor learning in neurorehabilitation: A systematic review of the literature. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 82.  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00082>
- Shmuelof, L., Huang, V. S., Haith, A. M., Delnicki, R. J., Mazzoni, P., & Krakauer, J. W. (2012a). Overcoming motor "forgetting" through reinforcement of learned actions. *Journal of Neuroscience*, *32*(42), 14617–14621.  
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2184-12.2012>
- Shmuelof, L., Krakauer, J. W., & Mazzoni, P. (2012b). How is a motor skill learned? Change and invariance at the levels of task success and trajectory control. *Journal of Neurophysiology*, *108*(2), 578–594.  
<https://doi.org/10.1152/jn.00856.2011>
- Sığirtmaç, İ. C., & Öksüz, Ç. (2021). Investigation of reliability, validity, and cutoff value of the Jebsen-Taylor Hand Function Test. *Journal of Hand Therapy*, *34*(3), 396–403.  
<https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.01.004>
- Takla, M. K., Mahmoud, E. A., & El-Latif, N. A. (2018). Jebsen Taylor Hand Function Test: Gender, dominance, and age differences in the healthy Egyptian population. *Bulletin of the Faculty of Physical Therapy*, *23*, 85–93.  
[https://doi.org/10.4103/bfpt.bfpt\\_11\\_18](https://doi.org/10.4103/bfpt.bfpt_11_18)
- Trempe, M., & Proteau, L. (2010). Distinct consolidation outcomes in a visuomotor adaptation task: Off-line learning and persistent after-effect. *Brain and Cognition*, *73*(2), 135–145.  
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.04.005>
- Zarahn, E., Weston, G. D., Liang, J., Mazzoni, P., & Krakauer, J. W. (2008). Explaining savings for visuomotor adaptation: Linear time-invariant state-space models are not sufficient. *Journal of Neurophysiology*, *100*(5), 2537–2548.  
<https://doi.org/10.1152/jn.90529.2008>