

# DİŞ HEKİMLİĞİ ÖĞRENCİLERİNDE PRATİK UYGULAMALARIN PARMAK VURU TESTİ PERFORMANSINA VE REAKSİYON ZAMANINA ETKİSİ

*The Effect of Practical Application on Finger Tapping Performance and Reaction Time in  
Dental Students*

Esra TEKME<sup>1</sup>  Berkan KOZAN<sup>1</sup>  İsmail Can PELİN<sup>1</sup>  Caner İNCEKAŞ<sup>1</sup>   
Cansu GÜL GÜR<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi ABD, ANKARA, TÜRKİYE

## ÖZ

**Amaç:** Reaksiyon zamanı, dış ortamdan gelen uyarı ile bu uyarıya karşı verilen motor cevap arasında geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Bireyin mental ve bedensel yorgunluk düzeyinin, kişinin ani uyarılarına algılama ve buna karşılık bir cevap oluşturma becerilerinde önemli bir etken olduğu ve bu etkenlerin bireyin motor kabiliyetleri üzerindeki önemi çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır. Reaksiyon zamanını olumsuz yönde etkileyen birçok etken vardır. Bunlardan biri de kas yorgunluğudur. Kas yorgunluğu günlük aktivitelerimizde veya spor faaliyetleri sonrası sıklıkla karşılaştığımız istenmeyen fizyolojik bir durumdur. Çalışmanın amacı gerek mental gerek bedensel yorgunluğun, kişinin motor kabiliyetleri ve reaksiyon zamanı üzerindeki etkilerinin tespit edilmesidir.

**Gereç ve Yöntemler:** Çalışma Diş Hekimliği Fakültesi Dönem I ve II olarak toplam 34 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılardan gerek reaksiyon zamanına ilişkin ölçümler gerekse parmak vuru testi, protez laboratuvarına girmeden önce ve gün sonunda laboratuvar çalışması sona erdikten sonra iki kez alınmış ve sonuçlar önce ve sonra olacak şekilde karşılaştırılmıştır. Görsel, işitsel reaksiyon zamanları ve Parmak vuru testi bilgisayar tabanlı bir test kullanılarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların yorgunluk düzeyleri Piper Yorgunluk Ölçeği ile değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Alınan sonuçlara göre tüm katılımcılarda yorgunluk düzeyi arttıkça basit, seçkili görsel ve işitsel reaksiyon zamanlarının uzadığı tespit edilmiştir. Tüm katılımcılarda yorgunluk düzeyi arttıkça parmak vuru sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Cinsiyetlere göre yorgunluk düzeyi arttıkça basit görsel ( $p=0,810$ ), seçkili görsel ( $p=0,548$ ), işitsel reaksiyon zamanında ( $p=0,317$ ) ve parmak vuru sayısında ( $p=0,297$ ) anlamlı fark tespit edilememiştir.

**Sonuç:** Uzun süreli yoğun pratik uygulamaların yorgunluk düzeylerini artırdığını ve bunun sonucunda reaksiyon zamanının uzadığı ve motor performansın azaldığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yorgunluk, reaksiyon zamanı, parmak vuru testi, motor beceri

## ABSTRACT

**Objective:** Reaction time is defined as the duration between the stimulus from the external environment and the motor response given to that stimulus. The level of mental and physical fatigue of an individual is an important factor in the person's ability to perceive sudden stimuli and generate a response, and the significance of these factors on the individual's motor abilities has been emphasized in various studies. There are many factors that negatively affect reaction time. One of these is muscle fatigue. Muscle fatigue is an undesirable physiological condition that we frequently encounter in our daily activities or after sports activities. The aim of the study is to determine the effects of both mental and physical fatigue on a person's motor skills and reaction time.

**Material and Methods:** The study was conducted with the participation of a total of 34 students from the Faculty of Dentistry, Period I and II. Measurements related to reaction time and the finger tapping test were taken twice from all participants, both before entering the prosthetics laboratory and at the end of the day after the laboratory work was completed, and the results were compared before and after. Visual and auditory reaction times and the Finger Tapping Test were evaluated using a computer-based test. The participants' fatigue levels were assessed using the Piper Fatigue Scale.

**Results:** According to the results obtained, it was determined that as the level of fatigue increased in all participants, the simple, selective visual and auditory reaction times lengthened. In all participants, it was found that as the level of fatigue increased, the number of keystrokes decreased. According to gender, as the level of fatigue increased, no significant difference was found in simple visual ( $p=0.810$ ), selective visual ( $p=0.548$ ), auditory reaction time ( $p=0.317$ ), and finger tap count ( $p=0.297$ ).

**Conclusion:** It shows that prolonged intensive practice increases fatigue levels, resulting in prolonged reaction time and decreased motor performance.

**Keywords:** Fatigue, reaction time, finger tapping test, motor skills



Yazışma Adresi / Correspondence:

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi ABD, ANKARA, TÜRKİYE

Tel / Phone: +905451441218

Geliş Tarihi / Received: 30.12.2024

Dr. Esra TEKME

E-posta / E-mail: esrasen@baskent.edu.tr

Kabul Tarihi / Accepted: 29.04.2025

## GİRİŞ

El; görme ve dokunma duyularıyla birlikte insanların çevreleriyle ilişki kurmalarını, çeşitli aletler yapabilmelerini ve bunları kullanabilmelerini sağlamaktadır. El becerisi; el, kol ve parmakların eş zamanlı koordineli çalışmasıyla objelerin kontrollü ve düzgün bir şekilde elle yönlendirilmesi olarak tanımlanır. Doğru hız ve zamanda yapılan el hareketleri becerinin temelini oluştururken bu beceri kişilerin günlük yaşam aktivitelerindeki işlevselliğini de ortaya koyar.<sup>1-3</sup>

Parmak vuru testi, üst ekstremitelerdeki kas kontrolünü ve motor beceriyi değerlendirmek için uzun süredir kullanılmaktadır.<sup>4</sup> Aynı zamanda parmak vuru testi sağlıklı bireylerde üst ekstremitelerdeki motor fonksiyonu ve el tercihi ile el becerisi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek ve ellerin önemli olduğu mesleklerde el becerisi ve koordinasyonunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>5-8</sup>

Parmak vuru, 19. yüzyılın başlarında aksesuar kas kontrolünü ve motor beceriyi değerlendirmek için uygulanmıştır. Hollingworth, menstrüasyonun etkisini karakterize etmek için elektrikli sayaç kullanarak kadın denekler üzerinde bir deney rapor etmiştir. Bir diğer yandan nörolojik bir hastalık olan Ataksinin ölçümü için de dokunma testleri geliştirilmiştir ve yangın olarak kullanılmaya başlanmıştır.<sup>9,10</sup> Parmak vuru ele alınan diğer çalışmalarda akut inmeden kurtulan hastaların değerlendirilmesi, alkolik Korsakoff Sendromlu hastaların test edilmesi, Alzheimer hastalığının değerlendirilmesi ve bahsi geçen diğer hastalıklarda üst ekstremit motor fonksiyonunun karakterizasyonunu ortaya koymak için kullanılmıştır.<sup>5,11-13</sup> Parmak vuru testi psikomotor değerlendirmeler için de kullanılmaktadır.<sup>14</sup> Horton, parmak vuru testi dışındaki nöropsikolojik testlerde daha üst düzeyde zekâ kapasitesine sahip olan deneklerin daha başarılı performans sergilediğini keşfetmiştir.<sup>15</sup> Dash ve Telles motor hızını değerlendirmek için Parmak Vuru testini kullanmışlardır. Çocuklarda 10 günlük, yetişkinlerde ise 30 günlük yogadan sonra performansta önemli bir artış olmuştur.<sup>16</sup> Volkow ve arkadaşları Parmak Vuru testi aracılığıyla dopamin D2 reseptörleri ile karakterize edilen motor görev arasında güçlü bir korelasyon bulmuştur. Bununla birlikte, Parkinson hastalığındaki bozuklukları ölçmek için Muir ve arkadaşları ile Jobbágy ve arkadaşları bu hastalıktaki motor semptomların şiddetini tahmin etmek için Parmak vuru testini kullanmışlardır.<sup>17-20</sup>

Klinik uygulamada, Parmak Vuru hareketi sıklıkla görsel olarak değerlendirilir. Basit temas sensörlerinin objektif değerlendirmeye yardımcı olduğu bildirilmiştir. Üst ekstremit dokunma testinin birçok versiyonu vardır: tek veya çift elle dokunma, bir veya daha fazla parmakla dokunma, zamanlayıcı sinyali olan veya

olmayan gibi. Parmak Vuru testinin amacı, devam eden hareket boyunca parmakları takip eden bir sistem kullanarak piyano çalma benzeri parmak vurma hareketinin ayrıntılı bir analizini sağlamaktır.<sup>21</sup>

Parmak Vuru testinde programlanmış ardışık hareket, görsel ve işitsel uyaranlar, duygu durumu, fiziksel sağlık durumu, iskelet ve sinir sistemleri tarafından etkilenen oldukça karmaşık bir aktivitedir. Parmak Vuru testi performansında tartışmasız bir şekilde etkin olan en önemli faktörlerden biri kas aktivitesidir. Kas aktivitesini de etkileyen üç bileşen vardır: Güç, hız ve kesinlik. Bu bileşenler ise; cinsiyet, yaş, el tercihi, fiziksel çevre gibi faktörlerin yanında, fiziksel ve mental yorgunluk durumundan da etkilenmektedir.<sup>22</sup> Reaksiyon farklı şekillerde karşımıza çıkan çevresel uyaranlara karşı bilinçli bir şekilde verilen cevap olarak tanımlanabilir. Reaksiyon zamanı ise dış ortamdan gelen uyarı ile bu uyarıya karşı verilen motor cevap arasında geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Reaksiyon zamanına ilişkin veriler bireyin duyuusal ve motor uyumunun ve performansının değerlendirilmesi bağlamında önem taşımaktadır. Reaksiyon zamanı çok sayıda etmen tarafından etkilenmektedir. Bunlar arasında yaş ve cinsiyetin yanı sıra el tercihi, beslenme, solunum döngüsü, pratik sayısı, yorgunluk, solunum kapasitesi, egzersiz, zekâ düzeyi ve kişilik özellikleri sayılabilir.<sup>23</sup> Karia ve arkadaşları genç bireyler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında erkeklerde reaksiyon zamanının kızlara oranla daha kısa olduğunu ortaya koymuşlardır.<sup>24</sup> Der ve Deary ise çalışmalarında cinsiyetin yanı sıra yaşın da reaksiyon zamanı üzerinde etkisi olduğunu ve 50 yaş civarında basit reaksiyon zamanında hafif bir yavaşlamanın görüldüğünü ileri sürmüşlerdir.<sup>25</sup>

Reaksiyon zamanını olumsuz yönde etkileyen birçok etken vardır, bunlardan biri de yorgunluktur. Kas yorgunluğu günlük aktivitelerimizde veya spor faaliyetleri sonrası sıklıkla karşılaştığımız istenmeyen fizyolojik bir durumdur. Yorgunluk düzeylerini bütüncül olarak değerlendiren ve yaygın olarak kullanılan Piper Yorgunluk Ölçeği, Barbara F. Piper ve arkadaşları tarafından geliştirilen ölçekte toplamda 22 madde olup hastanın yorgunluğa ilişkin subjektif algılamasını dört alt boyut ile değerlendirmektedir. Ölçek; davranışsal, duygulanım, duygusal ve bilişsel olmak üzere dört alt boyuttan oluşur.<sup>26</sup>

Bu çalışmada diş hekimliği öğrencilerinde pratik uygulamalarının Parmak Vuru testi performansına ve reaksiyon zamanına etkisi değerlendirilecektir. Bireyin mental ve bedensel yorgunluk düzeyinin, kişinin ani uyaranları algılama ve buna karşılık bir cevap oluşturma becerilerinde önemli bir etken olduğu ve bu etkenlerin bireyin motor kabiliyetleri üzerindeki önemi çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır. Gerek mental gerek bedensel yorgunluğun, kişinin motor kabiliyetleri ve

reaksiyon zamanı üzerinde negatif etki yaratması beklenmektedir. Bu bağlamda boş hipotezimiz dış hekimliği öğrencilerinde protez uygulama dersinin kişilerin reaksiyon zamanlarına ve parmak vuru sayılarına etki etmeyeceği yönündedir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### *Katılımcılar ve Çalışma Dizaynı*

Çalışma için gerekli örnek genişliği hesaplanırken Cohen'in\* tanımladığı etki genişlikleri kullanılmış olup hesaplamalar G\*Power 3.1.9.4 programı ile yapılmıştır. Alfa hata düzeyi 0.05, etki büyüklüğü 1 ve beta gücü 0.80 olarak belirlendi ve minimum tahmini toplam örneklem büyüklüğü 34 kişi olarak hesaplandı. Tüm katılımcılardan alınan ölçümler protez laboratuvarına girmeden önce ve gün sonunda laboratuvar çalışması sona erdikten sonra iki kez alınmış olup sonuçlar önce ve sonra olacak şekilde karşılaştırılmıştır. Ölçümler mümkün olduğunca katılımcıların çevresel uyarılardan yalıtılmış ve rahat olacakları ortamlarda gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir müzik veya spor dalı ile profesyonel düzeyde ilgilenen, nörolojik bir hastalığı olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Tüm katılımcıların çalışmaya katılımlarından 30 dakika öncesinde kafein içeren herhangi bir besin, içecek tüketmemiş olmasına dikkat edilmiştir.

### *Ölçüm Araçları*

Reaksiyon zamanı, görsel ve işitsel reaksiyon zamanı olarak iki grupta incelenmiş olup, Parmak vuru testi de bilgisayar tabanlı bir test kullanılarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların yorgunluk düzeyleri Piper Yorgunluk Ölçeği ile değerlendirilmiştir. Katılımcıların dominant ellerini belirlemek için Edinburgh El Tercihi Anketi kullanılmıştır. Katılımcılara yapılacak testler hakkında kısaca bilgiler verilmiştir. Katılımcılara kişisel bilgilerinin ve elde edilen sonuçların gizli tutulacağı ve başkalarıyla paylaşılmayacağı bildirildi. Katılımcıların odaklanmasını en üst düzeyde tutacak ortamlar seçilmiştir.

### *Reaksiyon Zamanı Testi*

Görsel reaksiyon zamanı, basit görsel reaksiyon zamanı ve seçkili görsel reaksiyon zamanı olarak iki şekilde test edilmiştir. Basit görsel reaksiyon zamanı değerlendirilirken sabit aralıklarla ve rastgele aralıklarla olmak üzere bilgisayar ekranında sabit bir şekil uyaran olarak kullanılmıştır. Katılımcılar, bilgisayar ekranındaki şekli gördüklerinde dominant elleriyle ve işaret parmaklarıyla "1" tuşuna basarak yanıt vermişlerdir. Seçkili görsel reaksiyon zamanı test edilirken katılımcılara ekranda dört haneli sayılardan oluşan bir seçkiden sayılar gösterilecek olup dört hanesinin de "0" olduğu an klavyedeki "boşluk" tuşuna basmaları istenmiştir.<sup>27</sup> Katılımcılar cevap için dominant ellerinin işaret parmaklarını kullanmışlardır.

### *Parmak Vuru Testi*

Parmak vuru testinin ölçümü için katılımcılardan test boyunca ön kolları masanın üstünde ve dominant elin bileği masaya sabitlenmiş bir şekilde bilgisayar klavyesinin önünde oturmaları istenmiştir. Testte, katılımcılardan sağ dominant eli için klavyedeki numpad "1" tuşuna, sol dominant eli için ise "Z" tuşuna işaret parmakları ile 10 saniye boyunca olabildiğince fazla sayıda basmaları istenmiştir. Bu işlem her bir test arasında 30 saniye ara olmak üzere toplamda 3 kere uygulanmıştır. Ortalama vuru sayısı ve ardışık vuruların aralarındaki süre, bilgisayar tabanlı bir sistem tarafından toplanıp değerlendirilmiştir.<sup>28</sup>

### *Piper Yorgunluk Ölçeği*

Katılımcıların yorgunluk düzeyleri Piper Yorgunluk Ölçeği ile değerlendirilmiştir. Toplam 22 maddeden oluşan bu ölçek hastanın yorgunluğa ilişkin subjektif algılamasını dört alt boyut ile değerlendirmektedir. Ölçek; duygulanım, davranışsal, duygusal ve bilişsel olmak üzere 4 alt boyuttan oluşur. Ölçekte yer alan her madde güçlü ve zayıf olmak üzere 1'den (zayıf) 10'a (güçlü) kadar derecelendirilmiştir. Kişi her bir maddede o anda yaşadığı yorgunluk deneyimini en iyi tanımlayan sayıyı işaretler. Alt boyut puanları o alt boyutta yer alan tüm maddelerin puanının toplanıp madde sayısına bölünmesiyle elde edilir. Ölçekten alınan toplam puan 0 ile 10 arasında değişir ve alınan puan arttıkça kişilerin algıladığı ve deneyimlediği yorgunluk artar.<sup>26</sup> Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenilirliği yapılmış olup güvenilirlik katsayısı 0.94 olarak bildirilmiştir.<sup>29</sup>

### *El Dominasyonu*

Katılımcıların baskın ellerini belirlemek için Edinburgh El Tercihi Envanteri kullanıldı. Edinburgh el tercihi anketi 10 farklı sorudan oluşmaktadır. Edinburgh el tercihi anketindeki sorular yazma, çizim yapma, diş fırçalama, süpürge kullanma, kibrit yakma, makas kullanma, fırlatma, kaşık kullanma, kutu açma ve bıçak kullanmadır. Katılımcıların bu sorulara sağ, sol ve bilateral olmak üzere üç farklı cevap seçeneği vardır.

### *Etik Onay*

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından 24.12.2024 tarihinde onaylanmış (Proje no: KA24/59) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Bu çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütülmüştür.

### *İstatistiksel Yöntem*

İstatistiksel analizler SPSS v25.0 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov normallik testleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılması planlanan uygun hipotez testi yöntemleri, nicel değişkenler bakımından bağımlı iki grup arasında bir fark olup olmadığı "Wilcoxon İşaretlenmiş Sıra Sayıları Testi" kullanılarak değerlendirilmiştir.

Cinsiyete göre tekrarlı ölçümler açısından anlamlı farklılığı araştırmak için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi kullanıldı. Nicel değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman Korelasyon Analizi ile incelendi. Tüm hipotez testlerinde I. Tip hata olasılığı  $\alpha=0.05$  olarak alınmıştır.

### BULGULAR

Çalışmamız Diş Hekimliği Fakültesi'nde öğrenim gören yaş ortalamaları 20,65 olan 18 erkek 16 kız öğrenci üzerinde yapılmıştır.

Tüm katılımcılar yaklaşık 6 saat süren protez laboratuvarından önce ve sonra olmak üzere ölçümlere

dahil oldular. Basit görsel reaksiyon ve seçkili görsel reaksiyon zamanının gün boyu yapılan protez laboratuvarı sonucunda belirgin bir şekilde uzadığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Aksine işitsel reaksiyon zamanında öncesi ve sonrası ölçümlerde belirgin bir fark tespit edilememiştir (Tablo 1). Tüm katılımcılarda, protez laboratuvarından sonra parmak vuruş sayısı belirgin bir şekilde azalmıştır (Tablo 2). Aynı düzlemde yapılan Piper Yorgunluk Ölçeği Anketine göre katılımcıların aldıkları puanlar belirgin bir şekilde artış göstermiştir (Tablo 2).

**Tablo 1:** Tüm katılımcılarda reaksiyon zamanı testlerinin öncesi ve sonrasının karşılaştırılması (ms)

|                                                              | X $\pm$ SS          | Medyan (Min-Max)        | p              |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| Basit Görsel Reaksiyon Zamanı Öncesi                         | 270 $\pm$ 71.31     | 250.81 (165.35-452.12)  | < <b>0,001</b> |
| Basit Görsel Reaksiyon Zamanı Sonrası                        | 452.89 $\pm$ 258.61 | 329.51 (216.15-1101.49) |                |
| Basit Görsel Reaksiyon Zamanı Rastgele aralıklarla Öncesi    | 38.14 $\pm$ 317.59  | 316.38 (223.56-2138.49) | <b>0,002</b>   |
| Basit Görsel Reaksiyon Zamanı Rastgele aralıklarla Sonrası   | 436.7 $\pm$ 161.07  | 375.35 (258.87-815.92)  |                |
| Seçkili Görsel Reaksiyon Zamanı Öncesi                       | 466.48 $\pm$ 100.67 | 445.44 (312.45-700.47)  | <b>0,026</b>   |
| Seçkili Görsel Reaksiyon Zamanı Sonrası                      | 586.01 $\pm$ 228.43 | 529.29 (323.96-1199.26) |                |
| Seçkili Görsel Reaksiyon Zamanı Rastgele Aralıklarla Öncesi  | 516.64 $\pm$ 149.29 | 476.51 (317.54-894.21)  | <b>0,002</b>   |
| Seçkili Görsel Reaksiyon Zamanı Rastgele Aralıklarla Sonrası | 650.73 $\pm$ 288.98 | 588.62 (338.56-1883.56) |                |
| İşitsel Reaksiyon Zamanı Öncesi                              | 850.97 $\pm$ 727.56 | 570.95 (362.32-3380.47) | 0,126          |
| İşitsel Reaksiyon Zamanı Rastgele Aralıklarla Sonrası        | 842.45 $\pm$ 410.08 | 710.88 (442.2-2123.89)  |                |

Wilcoxon Signed Ranks Test, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, ms: Milisaniye, p: Anlamlılık düzeyi (p<0,05)

**Tablo 2:** Tüm katılımcılarda parmak vuru testi (vuruş sayısı) ve yorgunluk karşılaştırılması (puan)

|                           | X $\pm$ SS         | Medyan (Min-Max) | p              |
|---------------------------|--------------------|------------------|----------------|
| Parmak Vuru Testi Öncesi  | 62.41 $\pm$ 5.17   | 63 (49-73)       | < <b>0,001</b> |
| Parmak Vuru Testi Sonrası | 55.94 $\pm$ 11.00  | 59 (27-70)       |                |
| Yorgunluk Testi Öncesi    | 83.59 $\pm$ 33.23  | 82.5 (30-182)    | < <b>0,001</b> |
| Yorgunluk Testi Sonrası   | 112.56 $\pm$ 38.49 | 107 (42-178)     |                |

Wilcoxon Signed Ranks Test, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, p: Anlamlılık düzeyi (p<0,05)

Tüm katılımcıların basit, seçkili görsel ve işitsel reaksiyon zamanları yorgunluk düzeyi arttıkça uzamakta olup negatif yönde etkilenmiştir. Aynı doğrultuda yorgunluk artışına bağlı olarak tüm katılımcılarda parmak vuru sayısında anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Tüm parametreler arasında cinsiyetlere göre incelendiğinde ise anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

### TARTIŞMA

Bu çalışmada diş hekimliği öğrencilerinin uzun süreli protez laboratuvarı uygulamalarının, yorgunluk düzeyleri, reaksiyon zamanları ve motor performansları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bulgularımız, yorgunluğun öğrencilerde reaksiyon zamanını anlamlı

şekilde uzattığını ve Parmak Vuru Testi performansını düşürdüğünü ortaya koymuştur. Özetle  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir, gruplar arasında parmak vuru testi açısından fark vardır. Bu doğrultuda, gerek duyusal-motor performansı gerekse psikomotor yetenekleri yorgunluk açısından değerlendiren daha önceki çalışmalarla tutarlıdır.<sup>14,15,30</sup>

Bulduğumuz sonuçlar hipotezimizi destekler niteliktedir. Bu doğrultuda, gerek duyusal-motor performansı gerekse psikomotor yetenekleri yorgunluk açısından değerlendiren daha önceki çalışmalarla tutarlıdır.<sup>14,15,30</sup>

*Yorgunluk, Motor Beceriler ve Psikomotor Performans* Çalışmamızda, protez laboratuvarı öncesinde ve sonrasında Parmak Vuru Testi performansında belirgin

bir azalma tespit edilmiştir. Bu test, ince motor beceriler ve el-göz koordinasyonunun objektif bir göstergesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.<sup>4,5</sup> Bulgularımız, kas yorgunluğu ile psikomotor performans arasındaki ilişkiye dikkat çeken Volkow ve arkadaşlarının araştırmalarını destekler niteliktedir; sinirsel iletimdeki yavaşlama ve kas kuvvetinin azalması, yorgunluğun performans düşüşünde rol oynadığını göstermektedir.<sup>17</sup> Özellikle diş hekimliği gibi el becerisi ve hassas motor kontrol gerektiren mesleklerde bu tür performans kayıpları, klinik sonuçlar üzerinde doğrudan etkiye sahiptir.

Benzer şekilde Dash ve Telles'in yoga uygulamaları sonrası motor hız ve performans artışı gösteren çalışmaları, yorgunluğun etkisini azaltacak stratejilerin önemini vurgulamaktadır.<sup>16</sup> Yorgunluğun kas gücü ve el hızını sınırladığı düşünüldüğünde, bu tür uygulamaların eğitim programlarına entegre edilmesi performans kayıplarını önleyebilir.

#### *Reaksiyon Zamanı ve Yorgunluğun Etkisi*

Reaksiyon zamanı, bireyin dış uyarıyı algılayarak motor bir yanıt oluşturma süresidir ve bu çalışma, yorgunluğun reaksiyon süresini önemli ölçüde uzattığını göstermiştir. Özellikle basit ve seçkili görsel reaksiyon zamanlarındaki uzama, mental yorgunluğun dikkati ve odaklanmayı bozduğu hipotezini desteklemektedir. Hücre düzeyinde bakıldığında, yorgunluğun sinaptik iletim hızını yavaşlatarak merkezi sinir sistemi aktivitelerini baskıladığı bilinmektedir.<sup>31</sup> Bu bulgular, Der ve Deary'nin yaş ve reaksiyon zamanı ilişkisi üzerine yaptığı çalışmalarda merkezi sinir sistemi yorgunluğunun tepkisel hız üzerindeki etkilerine işaret eden sonuçlarıyla örtüşmektedir.<sup>25</sup>

#### *Cinsiyet Farklılıkları*

Çalışmamızda yorgunluk ve reaksiyon zamanı üzerindeki etkilerin cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Karia ve arkadaşları erkeklerin reaksiyon zamanlarının kadınlara oranla daha kısa olduğunu belirtmiş olsa da<sup>24</sup>, bu çalışmada elde edilen bulgular, yorgunluğun etkilerinin cinsiyetten bağımsız olarak tüm bireylerde benzer şekilde ortaya çıktığını göstermektedir. Bu durum, mental ve fiziksel yorgunluğun biyolojik farklılıklardan bağımsız olarak tüm bireylerde motor performans ve duysal-motor koordinasyonu benzer oranda etkilediğini düşündürmektedir.

İşitsel reaksiyon zamanında anlamlı bir farklılık gözlenmemesi ise dikkat çekicidir. İşitsel uyarıların, görsel uyarılara kıyasla daha hızlı işlenmesi ve yorgunluğa karşı daha dirençli olması, işitsel korteksin aktivitesinin görsel kortekse göre daha istikrarlı olduğunu düşündürmektedir.<sup>23,32</sup> Bu farklılık, yorgunluğun duysal sistemler üzerindeki etkilerinin çeşitlilik gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

#### *El Dominasyonu ve Parmak Vuru Performansı*

Parmak vuru testi, ince motor becerileri değerlendiren yaygın bir testtir ve çoğu çalışmada baskın elin performansının daha yüksek olduğu gösterilmiştir.<sup>33,34</sup> Baskın el, bireyin günlük aktivitelerde daha fazla kullandığı el olduğu için motor kortekste daha güçlü bir temsile sahiptir.<sup>35</sup> Bu durum, baskın elde sinaptik iletim hızının daha yüksek olması ve hareketlerin daha hassas bir şekilde kontrol edilmesiyle açıklanabilir.

Çalışmamızda baskın ve baskın olmayan taraflar parmak vuru testi ve reaksiyon zamanı bağlamında karşılaştırılmamış olmakla birlikte baskın olan elde yorgunluğun önemli ölçüde etkin olduğu gözlenmiştir. *Diş Hekimliği Öğrencilerinde Yorgunluk Yönetiminin Önemi*

Diş hekimliği öğrencilerinin laboratuvar pratikleri sırasında yorgunluk düzeylerinin artması ve bunun motor performans ile reaksiyon sürelerini olumsuz etkilemesi, eğitim programlarının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Uzun süreli yorgunluk, yalnızca kısa vadeli performans kayıplarına değil, aynı zamanda uzun vadede kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına ve ergonomik problemlere neden olabilir.<sup>26</sup>

Çalışmamızda Piper Yorgunluk Ölçeği ile değerlendirilen yorgunluk düzeylerindeki artış hem mental hem de fiziksel tükenmişliğin öğrencilerin performansında kritik rol oynadığını göstermektedir. Mental yorgunluk, bilişsel süreçleri baskılayarak reaksiyon zamanını uzatırken, fiziksel yorgunluk kas gücü ve motor kontrolü zayıflatmaktadır.<sup>22,26</sup> Bu nedenle, diş hekimliği eğitimi sırasında düzenli dinlenme aralıkları, egzersiz programları ve mental rahatlama teknikleri gibi yorgunlukla mücadele stratejilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. *Eğitim Programlarında Yapılması Gereken Düzenlemeler*

Diş hekimliği öğrencilerinin el becerisi ve motor koordinasyonunun sürdürülebilir kılınması için aşağıdaki düzenlemeler önerilmektedir:

1. Çalışma Sürelerinin Planlanması: Uzun süreli laboratuvar uygulamaları sırasında belirli aralıklarla dinlenme süreleri eklenmelidir.
2. Yorgunluğu Azaltan Teknikler: Yoga, nefes egzersizleri ve kısa süreli fiziksel aktiviteler eğitim programlarına dahil edilmelidir.<sup>16</sup>
3. Ergonomik Koşulların İyileştirilmesi: Çalışma ortamında oturma düzeni ve alet kullanımı ergonomik olarak düzenlenmelidir.
4. Yorgunluk Yönetimi Eğitimleri: Öğrencilere yorgunluğun etkileri ve başa çıkma yöntemleri konusunda farkındalık kazandırılmalıdır.

#### *Çalışmanın Katkıları ve Sınırlılıkları*

Bu çalışma, diş hekimliği gibi yüksek el becerisi gerektiren mesleklerde yorgunluğun reaksiyon zamanı

ve motor performans üzerindeki olumsuz etkilerini bilimsel olarak ortaya koyması açısından önemlidir. Ancak, çalışmanın sınırlılıkları arasında küçük örneklem büyüklüğü ve sadece Diş Hekimliği Fakültesi öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olması yer almaktadır. Çalışma modelasyon laboratuvar çalışması esnasında gerçekleştirildiği için diğer uygulamalarda yorgunluğun nasıl etkileneceği bir diğer önemli faktör ve kısıtlılıktır. Gelecekte farklı meslek grupları ve daha geniş örneklemle yapılacak çalışmalar, bulguların genellenebilirliğini artıracaktır.

Uzun süreli yoğun pratik uygulamaların yorgunluk düzeylerini artırdığını ve bunun sonucunda reaksiyon zamanının uzadığı ve motor performansın azaldığını göstermektedir. Özellikle diş hekimliği gibi el becerisi ve motor koordinasyonun kritik olduğu mesleklerde, yorgunluğun performans üzerindeki bu etkileri dikkate alınmalıdır. Eğitim programlarında, öğrencilerin yorgunluğunu azaltmak amacıyla çalışma sürelerinin daha iyi planlanması ve uygun dinlenme aralıklarının eklenmesi önerilmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Yazarlar arasında finansal veya herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Katkı Oramı Beyanı:** Ana fikir/Planlama: ET, BK, CP; Analiz: ET, BK, Cİ, CP; Veri Sağlama: ET, BK, CGG; Yazım: ET, BK; Gözden Geçirme ve Düzeltme: ET, BK, CGG, Cİ, CP; Onaylama: ET, BK, CGG, Cİ, CP.

**Destek/ Teşekkür Beyanı:** Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA24/59) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilere teşekkür ederiz.

**Etik Kurul Onayı:** Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulundan ilgili izin alınmıştır (Karar no: KA24/59, Tarih: 24.12.2024).

## KAYNAKLAR

1. Wang YC, Wickstrom R, Yen SC, Kapellusch J, Grogan KA. Assessing manual dexterity: Comparing the WorkAbility Rate of Manipulation Test with the Minnesota Manual Dexterity Test. *J Hand Ther.* 2017;31(3):339-347.
2. Özcan A, Tulum Z, Pınar L, Başkurt F. Comparison of pressure pain threshold, grip strength, dexterity and touch pressure of dominant and non-dominant hands within and between right- and left-handed subjects. *J Korean Med Sci.* 2004;19(6):874.
3. Eliasson AC, Forssberg H, Hung YC, Gordon AM. Development of hand function and precision grip control in individuals with cerebral palsy: A 13-year follow-up study. *Pediatrics.* 2006;118(4):e1226-e1236.
4. Jobbágy Á, Harcos P, Karoly R, Fazekas G. Analysis of finger-tapping movement. *J Neurosci Methods.* 2004;141(1):29-39.
5. Giovannoni G, Van Schalkwyk J, Fritz VU, Lees AJ. Bradykinesia akinesia inco-ordination test (BRAIN TEST): An objective computerised assessment of upper limb motor function. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1999;67(5):624-629.
6. Aoki T, Kinoshita H. Temporal and force characteristics of fast double-finger, single-finger and hand tapping. *Ergonomics.* 2001;44(15):1368-1383.
7. Nalçacı E, Kalaycıoğlu C, Çiçek M, Genç Y. The relationship between handedness and fine motor performance. *Cortex.* 2001;37(4):493-500.
8. Jäncke L, Schlaug G, Steinmetz H. Hand skill asymmetry in professional musicians. *Brain Cogn.* 1997;34(3):424-432.
9. Hollingworth LS. *Functional Periodicity* [dissertation]. New York, NY: Teachers College, Columbia University; 1914.
10. Notermans NC, van Dijk GW, van der Graaf Y, van Gijn J, Wokke JH. Measuring ataxia: Quantification based on the standard neurological examination. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1994;57(1):22-26.
11. Heller A, Wade DT, Wood VA, Sunderland A, Hewer RL, Ward E. Arm function after stroke: Measurement and recovery over the first three months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1987;50(6):714-719.
12. Welch LW, Cunningham AT, Eckardt MJ, Martin PR. Fine motor speed deficits in alcoholic Korsakoff's syndrome. *Alcohol Clin Exp Res.* 1997;21(1):134-139.
13. Ott BR, Elias SA, Lannon MC. Quantitative assessment of movement in Alzheimer's disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 1995;8(1):71-75.
14. Bowler RM, Gysens S, Diamond E, Nakagawa S, Drezgic M, Roels HA. Manganese exposure: Neuropsychological and neurological symptoms and effects in welders. *Neurotoxicology.* 2006;27(3):315-326.
15. Horton AM Jr. Above-average intelligence and neuropsychological test score performance. *Int J Neurosci.* 1999;99(1-4):221-231.
16. Dash M, Telles S. Yoga training and motor speed based on a finger tapping task. *Indian J Physiol Pharmacol.* 1999;43(4):458-462.
17. Volkow ND, Gur RC, Wang GJ, et al. Association between decline in brain dopamine activity with age and cognitive and motor impairment in healthy individuals. *Am J Psychiatry.* 1998;155(3):344-349.
18. Rao G, Fisch L, Srinivasan S, et al. Does this patient have Parkinson disease? *JAMA.* 2003;289(3):347-353.
19. Muir SR, Jones RD, Andreae JH, Donaldson IM. Measurement and analysis of single and multiple finger tapping in normal and Parkinsonian subjects. *Parkinsonism Relat Disord.* 1995;1(2):89-96.
20. Jobbagy A, Furnee H, Harcos P, Tarczy M, Krekule I, Komjathi L. Analysis of movement patterns aids the early detection of Parkinson's disease. In: *Proceedings of the 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.* IEEE; 2002.
21. Djurić-Jović M, Jović N, Roby-Brami A, et al. Quantification of finger-tapping angle based on wearable sensors. *Sensors (Basel).* 2017;17(2):203.
22. Kumar S, Mandal MK. Task-specific motor performance and musculoskeletal response in self-classified right handers. *Int J Neurosci.* 2003;113(11):1487-1495.
23. Jain A, Bansal R, Kumar A, Singh KD. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. *Int J Appl Basic Med Res.* 2015;5(2):124-127.
24. Karia RM, Ghuntla TP, Mehta HB, Gokhale PA, Shah CJ. Effect of gender difference on visual reaction time: A study on medical students of Bhavnagar region. *IOSR J Pharm.* 2012;2(3):452-454.
25. Der G, Deary IJ. Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. *Psychol Aging.* 2006;21(1):62-73.

26. Piper BF, Dibble SL, Dodd MJ, Weiss MC, Slaughter RE, Paul SM. The revised Piper Fatigue Scale: Psychometric evaluation in women with breast cancer. *Oncol Nurs Forum*. 1998;25(4):677-684.
27. Şahin Ş, Cesur N, Şahin E. Kadın artistik ve aerobik cimnastikçilerin reaksiyon zamanı ve mental rotasyon performanslarının incelenmesi. *Uluslararası İnsan ve Sanat Araştırmaları Dergisi*. 2019;2(2):19-25.
28. Barut C, Kızıltan E, Gelir E, Köktürk F. Advanced analysis of finger-tapping performance: A preliminary study. *Balkan Med J*. 2013;30(2):167-171.
29. Can G. Meme kanserli hastalarda yorgunluğun ve bakım gereksinimlerinin değerlendirilmesi. In: *XIV. Ulusal Kanser Kongresi*. İstanbul, Türkiye; 2001.
30. Langner R, Steinborn MB, Chatterjee A, Sturm W, Willmes K. Mental fatigue and temporal preparation in simple reaction-time performance. *Acta Psychol (Amst)*. 2010;133(1):64-72.
31. Boyas S, Guével A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. *Ann Phys Rehabil Med*. 2011;54(2):88-108.
32. Ghuntla T, Mehta H, Gokhale P, Shah C. A comparison and importance of auditory and visual reaction time in basketball players. *Saudi J Sports Med*. 2014;14(1):35.
33. Hubel KA, Reed B, Yund EW, Herron TJ, Woods DL. Computerized measures of finger tapping: Effects of hand dominance, age, and sex. *Percept Mot Skills*. 2013;116(3):825-841.
34. Shimoyama I, Ninchoji T, Uemura K. The finger-tapping test: A quantitative analysis. *Arch Neurol*. 1990;47(6):681-684.
35. Geschwind N. Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology. I. A hypothesis and a program for research. *Arch Neurol*. 1985;42(5):428.