



## EDİTÖR KURULU

### Editör

Dr. Serkan İBİŞ, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

### Editör Yardımcısı

Dr. Zait Burak AKTUĞ, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

### Alan Editörleri

Dr. Rüçhan İRİ, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Gürkan YILMAZ, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Emin SUEL, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Hüdaverdi MAMAK, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Hasan AKA, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Sedef HABİPOĞLU, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Zehra GOZEL TEPE, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Fatih DİNÇ, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Meryem ALTUN EKİZ, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor  
Yüksekokulu

Dr. İ. Ümran AKDAĞCIK, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Serkan HAZAR, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Fikret SOYER, Balıkesir Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Dr. Hüseyin UNLU, Aksaray Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Baki YILMAZ, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Dr. Tarık SEVİNDİ, Aksaray Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Dr. Berkan ALPAY, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor  
Yüksekokulu

Dr. Dana BADAU, University of Medicine and Pharmacy of Tirgu Mures, Department  
of Human Movements Sciences

Dr. Mir Hamid SALEHIAN, Islamic Azad University, Tahran

# BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİMLERİ DERGİSİ

Cilt: 16 - Sayı: 1 – 16 Mart 2022

## İÇİNDEKİLER

### Araştırma Makaleleri

1. Yağmur Kocaoğlu, Turgut Kaplan & Gizem Arslan (2022). Life Kinetik Egzersizlerinin 12-13 Yaş Voleybolcularda Teknik, Çabukluk ve Reaksiyon Becerilerine Etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 16(1), 53-66.
2. Seyit Karaburçak (2022). Examination of Special (Gifted) Talented University Students' Exercising Situations and Physical Self Perceptions. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 16(1), 67-79.

### Derleme

1. Onat Çetin & Selman Kaya (2022). Atletik Performans Ölçümünde ve Takibinde Kullanılan Mobil Uygulamalar: Geleneksel Bir Derleme. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 16(1), 1-21.
2. Yağmur Kocaoğlu (2022). Hareket Hastalığı ve Sanal Ortam. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 16(1), 22-39.
3. Zeki Akyıldız & Ceren Suveren Erdoğan (2022). Mikro Elektromekanik Sistemlerin Sporda Kullanımı. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 16(1), 40-52.



**Derleme**

**ATLETİK PERFORMANS ÖLÇÜMÜNDE VE TAKİBİNDE  
KULLANILAN MOBİL UYGULAMALAR: GELENEKSEL BİR  
DERLEME**

**MOBILE APPLICATIONS USED IN MEASUREMENT AND  
MONITORING OF ATHLETIC PERFORMANCE: A TRADITIONAL  
REVIEW**

Gönderilen Tarih: 16/02/2022  
Kabul Edilen Tarih: 15/03/2022

**Onat ÇETİN**

Yalova Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Yalova, Türkiye  
Orcid:0000-0001-6841-5518

**Selman KAYA**

Yalova Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Yalova, Türkiye  
Orcid: 0000-0002-2185-6436

## Atletik Performans Ölçümünde ve Takibinde Kullanılan Mobil Uygulamalar: Geleneksel Bir Derleme

### ÖZ

Akıllı telefonların ve mobil cihazların insan yaşamının her alanında yaygın bir hale gelmesi bu cihazlarda çalışan yazılımların da geliştirilmesi talebini beraberinde getirmiştir. Mobil uygulamalar telefon, tablet veya saat gibi mobil cihazlarda çalışmak üzere tasarlanmış yazılım uygulamalarıdır. Mobil cihazlar için özel olarak kodlanmış ve tasarlanmış olan bu yazılımlar teknolojinin de gelişimi ile beraber son 20 yılda bireylerin hayatında vazgeçilmez bir yer almıştır. Mobil uygulamaların genellikle oyun, hava durumu, iletişim, haritalar ve navigasyon, müzik, spor ve haber alma kategorileri üzerine kullanıldığı belirtilmektedir. Spor kategorisi altındaki mobil uygulamaların önemli bir kısmı sağlık ve egzersiz bilimlerinde veri toplamak ve performansını takip etmek amacıyla kullanılmaktadır. Performans ölçümünde ve takibinde kullanılan mobil uygulamaların sayısı ticari olarak erişilebilir olmalarından dolayı da gün geçtikçe artmaktadır. Performans ölçümünde ve takibinde kullanılan mobil uygulamalara karşı artan bu ilgi ve yönelim, bu uygulamalarda kullanılan terimlerin, ekipmanların, metodların ve uygulama aşamalarının doğru anlaşılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla bu derlemenin amacı, araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından sportif performans alanında kullanımı gün geçtikçe artan mobil uygulamaları bütünsel bir bakış açısıyla tanımlamak, bilimsel araştırmalar doğrultusunda incelemek, kullanımındaki terimleri ve ekipmanları açıklamak ve uygulama basamakları hakkında bilgi vermektir.

**Anahtar Kelimeler:** Mobil uygulama, atletik performans, performans ölçümü, performans takibi.

## Mobile Applications Used in Measurement and Monitoring of Athletic Performance: A Traditional Review

### ABSTRACT

The widespread use of smartphones and mobile devices in all areas of human life has led to the demand for the development of software running on these devices. Mobile apps are software applications designed to run on mobile devices such as phones, tablets, or watches. The softwares, coded and designed for mobile devices, have taken an indispensable place in the lives of individuals in the last 20 years with the development of technology. It is stated that mobile applications are generally used in the categories of games, weather, communication, maps and navigation, music, sports, and news. An important part of mobile applications under the category of sports is used to collect data and monitor performance in health and exercise sciences. The number of mobile applications used in performance measurement and monitoring is increasing day by day due to their commercial availability. This increasing interest and orientation towards mobile applications used in performance measurement and monitoring reveal the necessity of a correct understanding of the terms, equipment, methods, and application stages used in these applications. Therefore, the purpose of this review is to define mobile applications, which are increasingly used by researchers and practitioners in the field of sportive performance, from a holistic perspective, to examine them in line with scientific research, to explain the terms and equipment in their use, and to give information about the application steps.

**Key Words:** Mobile application, athletic performance, performance measurement, performance monitoring.

## GİRİŞ

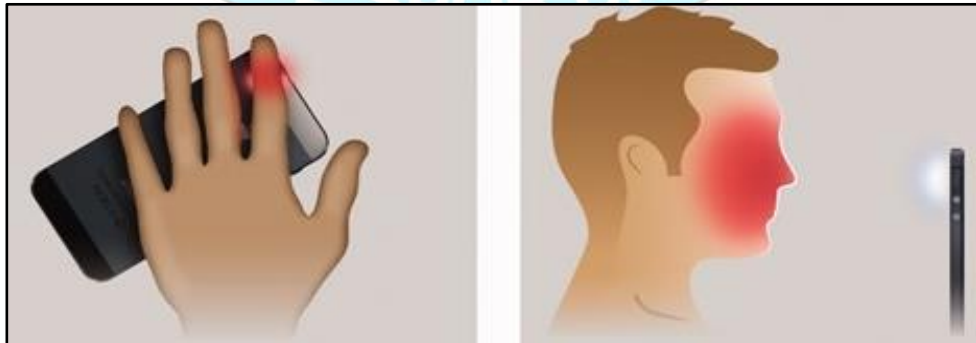
Son yıllarda mobil teknoloji alanında yaşanan gelişmeler insanların günlük yaşam tarzlarında da önemli değişimlere neden olmaktadır. Akıllı telefonların ve mobil cihazların insan yaşamının her alanında yaygın bir hale gelmesi bu cihazlarda çalışan yazılımlarında geliştirilmesi talebini beraberinde getirmiştir<sup>1</sup>. Mobil uygulamalar telefon, tablet veya saat gibi mobil bir cihazda çalışmak üzere tasarlanmış yazılım uygulamalarıdır. Mobil cihazlar için özel olarak kodlanmış ve tasarlanmış olan bu yazılımlar teknolojinin de gelişimi ile beraber son 20 yılda bireylerin hayatında vazgeçilmez bir yer almıştır. Ayrıca Android ve iOS işletim sistemleri ile kullanılan mobil uygulamalara internet üzerindeki sanal mağazalardan erişimin kolay olması her geçen gün kullanım sayısını da arttırmaktadır<sup>2</sup>. 2017 verilerine göre çevrimiçi mağazalarda (iOS ve Android) 318.000 den fazla her alanda mobil uygulama bulunmaktadır<sup>3</sup>. Günümüzde eğitim, iletişim, eğlence, alışveriş ve sağlık gibi birçok farklı alanda kullanılabilen mobil uygulamalar taşınabilir cihazları iletişimin ve bilgi edinmenin ötesinde farklı kullanım alanlarına taşımıştır<sup>4</sup>. Mobil uygulamaların kullanım alanları ve indirilme oranları üzerine yapılan araştırmalar bu uygulamaların genellikle oyun, hava durumu, iletişim, haritalar ve navigasyon, müzik, spor ve haber alma kategorileri üzerine kullanıldığını göstermektedir. Ayrıca bu uygulamaların büyüme hızları göz önüne alındığında spor kategorisindeki uygulamaların %28 büyüme hızı ile sosyal haberleşme, hava durumu ve haber içerikli uygulamalardan hemen sonra sıralandığı görülmektedir<sup>5</sup>. Spor kategorisi altındaki mobil uygulamaların önemli bir kısmı spor, sağlık ve egzersiz bilimlerinde veri toplamak ve performansı takip etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Fizyolojik ve kinantropometrik ölçümler antrenman programlarını izlemek ve geliştirmek için kullanıldığından spor ve egzersiz biliminin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Spor ve egzersiz biliminde kullanılan test etme koşulları güvenilirlik ve hassasiyet oranları doğrultusunda laboratuvar ortamında kontrol altında tutulabilir. Fakat egzersiz profesyonelleri ve uygulayıcılar sporcularda aşinalığı ve geçerliliği arttırmak veya zaman, mekan ve tesis kısıtlamalarını ortadan kaldırmak adına laboratuvar testlerinden ziyade saha testlerini kullanmaktadırlar. Dolayısıyla sahada ihtiyaç duyulan ekipmanın taşınabilirliğini en üst düzeye çıkarmak, uygulayıcıya yardımcı olmaktadır<sup>6</sup>. Spor ve egzersiz bilimi alanında popüler hale gelen giyilebilir üniteler, akıllı telefon ve tabletler gibi taşınabilir cihazlar için geliştirilen yazılım uygulamaları antrenör ve sporcular tarafından performans ölçümünde ve takibinde kullanılan yöntemlere yenilikçi çözümler sunmaktadır<sup>7</sup>. Akıllı telefonlardaki teknolojik gelişmeler, bu cihazların dahili ivmeölçerlere, manyetometrelere, jiroskoplara, küresel konumlandırma sistemlerine ve yüksek çözünürlüklü kameralara sahip olmasını sağlamıştır<sup>8,9</sup>. Bir sporcunun fiziksel performansını değerlendirmek için kullanılan mobil uygulamalar da akıllı telefon bünyesinde bulunan bu sensörleri ve işlevleri kullanmaktadır. Ayrıca bu uygulamalar uygun fiyatlı, taşınabilir olmasının yanı sıra erişilmesi zor altın standart laboratuvar ekipmanlarına karşı bilimsel olarak doğrulanmaya başlamıştır<sup>6</sup>. Fakat spor kategorisindeki mobil uygulamalarının çok büyük bir kısmının bilimsel kanıtlara dayalı veri sağlamada yetersiz olduğu görülmektedir. Örneğin, fitness uygulamaları üzerine yapılan bir araştırmada bu uygulamaların ancak %20'sinin Amerikan Spor Hekimliği Üniversitesinin (American College of Sports Medicine) kılavuzuna dayalı kalite değerlendirmesinde %50'den yüksek puan aldığı rapor edilmiştir<sup>10</sup>. Dolayısıyla bu uygulamalarda egzersizleri gerçekleştirmek için kullanılan bilgilerin uygunluğu sorgulanması gereken bir durumdur.

Performans ölçümünde ve takibinde kullanılan mobil uygulamaların sayısı ticari olarak erişilebilir olmalarından dolayı gün geçtikçe artmaktadır. Fakat üreticiler tarafından çoğunlukla ticari olarak pazarlanan bu uygulamaların bilimsel açıdan değerlendirilmesi ve anlaşılması oldukça önemlidir. Dolayısıyla bu derlemenin amacı, araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından sportif performans alanında kullanımı gün geçtikçe artan mobil uygulamaları bütünsel bir bakış açısıyla tanımlamak, fizyolojik ve kinantropometrik başlıklar altında sınıflandırmak, bilimsel araştırmalar doğrultusunda incelemek, kullanımındaki terimleri ve ekipmanları açıklamak ve uygulama basamakları hakkında bilgi vermektir.

### **Kalp Atım Hızı ve Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçümü Mobil Uygulamaları**

Sporcular, antrenörler ve egzersiz bilimi uygulayıcıları özellikle dayanıklılık egzersizlerine verilen bireysel adaptasyonları değerlendirmek ve takip etmek için ölçümü kolay ve vücut dışından ölçülebilen kalp atım hızı (KAH), dinlenik kalp atım hızı (DKAH), kalp atım hızı değişkenliğini (KAHD) sıkça kullanmaktadırlar<sup>11</sup>. Mobil uygulamalarda kalp atım hızı ölçümü temel olarak akıllı telefonun optik sensörünün (kamera) üzerine yerleştirilen parmak ucundaki kan akımından oluşan piksel yoğunluk değişimlerinin mobil uygulamadaki yazılım algoritmaları ile KAH'a dönüştürülmesine dayanır. Aslında bu uygulamalar akıllı telefonları parmak ucu nabız oksimetrelerinde kullanılan kılcal damarların kanla dolduğunda ışığın engellenmesi ve kan geri çekilirken daha fazla ışığın geçebilmesi temelinde çalışan fotopletismografi yönteminin kullanıldığı bir aletlere dönüştürür<sup>12,13</sup>. Akıllı telefonlarda fotopletismografi, insan cildinin akıllı telefonların flaşının parlak ışığıyla aydınlatılarak ve parmak ucundaki her kılcal nabız dalgasıyla cilt rengi değişikliğinin kaydedilmesi ile yapılabilmektedir<sup>14</sup>. Fotopletismografi ile kalp atış hızını ölçmek için temaslı ve temassız olarak iki farklı yöntem bilinmektedir. Temaslı fotopletismografide, kişi parmağını telefonun dahili kamerasına yerleştirir. Kamera doğrudan cilt üzerine yerleştirilir ve dahili flaş, kan hücrelerinin yansımaları için görünür aralıkta gerekli ışık kaynağını sağlar. Temassız fotopletismografide ise doğrudan cilt temasına gerek kalmadan kamera kişinin yüzünün önünde (1,5 m'ye kadar) tutularak klasik kamera çekimi şeklinde de kullanılır (Şekil 1.)<sup>15</sup>. Kalp atım hızı ölçümlerinde fotopletismografi teknolojisinin kullanıldığı mobil uygulamaların hassasiyeti genelde KAH ölçümü için altın standart kabul edilen EKG cihazları ile karşılaştırma yapılarak ölçülmektedir. Günümüzde sık kullanılan bazı kalp atım hızı mobil uygulamalarına; temaslı kullanım olarak "*Instant Heart Rate*" (Azumio Inc., İngiltere), "*Welltory*" (Welltory Inc., A.B.D.), "*Heart Rate Monitor Pulse Checker*" (AppAnnie, A.B.D.), "*Cardiograph Classic*" (MacroPinch, A.B.D.), "*Runtastic Heart Rate*" (Adidas, Almanya) temassız kullanım olarak "*Cardio*" (Cardio Inc., A.B.D.), mobil uygulamaları örnek olarak gösterilebilir.

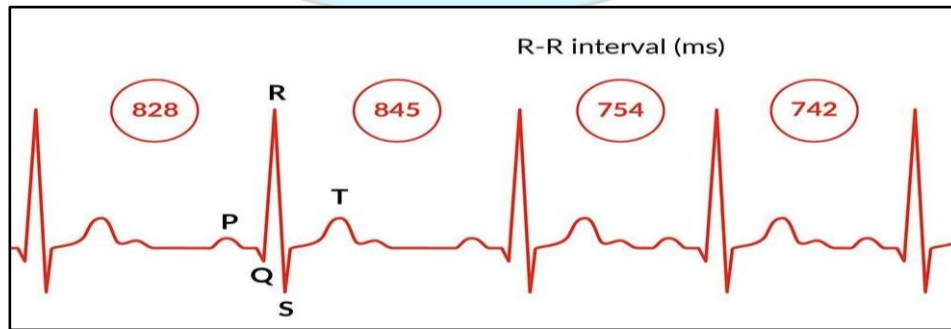


**Şekil 1.** Fotopletismografi yönteminin akıllı telefonda uygulanma çeşitleri

Kalp atım hızını takip eden mobil uygulamaların kullanıldığı araştırmaların incelendiği bir meta analiz çalışmasında bu uygulamaların DKAH'ı ölçmede oldukça geçerli olduğu, performanstan kaynaklı veya taşikardi sebebiyle yüksek atım hızlarında uygulama modellerine bağlı olarak farklılaşmaların görüldüğü rapor edilmiştir<sup>16</sup>. Özetle, KAH'ı ölçmek için çok çeşitli akıllı telefon uygulamaları bulunmaktadır. Uygulama seçimi kullanım amacına göre yapılmalı, cihazın kişisel, klinik veya araştırma amacıyla nasıl kurulacağı bilinmelidir. Bu uygulamalar, birçok egzersiz türünün yoğunluğunun izlenmesinde yardımcı olabilir ve böylece bir fiziksel egzersiz veya spor antrenman programının güvenliği ve etkinliğini artırabilir<sup>17</sup>.

KAHD, kalp atışı aralıklarının kaydedilmesiyle tespit edilebilen kardiyak tepkilerin fizyolojik bir belirtidir. KAHD, genellikle ventriküler kasılmaya göre kalp atışları arasındaki zaman aralıklarındaki değişimin ölçüsüdür ve milisaniye cinsinden ölçümlenir (Şekil 2.). Günlük KAHD'nin değerlendirilmesi, iş gücü iş yükü, zihinsel koşullar ve fitness seviyesi ile ilgili olarak kalp sağlığını anlamak için yararlı bilgiler sağlayabilmektedir. KAHD ölçümünde genel metodoloji 5 dakikalık kısa süreli KAHD ölçümünün kaydedilmesini ve ardından 5 dakikalık stabilizasyonu içermektedir<sup>18,19</sup>. Yüksek şiddetli antrenman veya kısa süreli aşırı yüklenmelerden sonra dinlenik KAHD değerlerinde yorgunluğun etkisini yansıtan bir azalma olmaktadır. KAHD, önceden tanımlanmış antrenman programlarında antrenman yükünü reçete etmek için etkili bir alternatif olarak önerilebilir. Ayrıca KAHD sayesinde yorgunluk durumu tespit edilebilir ve antrenmana uyum değerlendirilebilir<sup>20-22</sup>. Günümüzde KAHD'yi ölçebilen mobil uygulamalar mevcuttur. Hatta KAHD akıllı telefon uygulamalarında genellikle ham R-R veri dosyalarını e-posta yoluyla doğrudan uygulayıcının bilgisayarına aktarma seçeneği de bulunmaktadır<sup>23</sup>. Takım sporcularının, antrenmandan önce uygulayıcıya KAHD verilerini aktarılabilen akıllı telefon uygulamasına sahip olması sporcuya özel optimum antrenman yüklerinin belirlenmesine yardımcı olabilir ve yorgunluktan kaynaklı performans düşüşlerinin ve yaralanmaların önüne geçebilir.

KAHD'nin takip edilmesine olanak sağlayan ve güncel olarak kullanılan başlıca mobil uygulama örneklerine bakıldığında; "HRV4Training" (A.s.m.a. B.v., Hollanda), "Elite HRV" (Elite Hrv Inc., A.B.D.), "Kubios HRV" (The MathWorks, Inc., A.B.D.), "Instant Heart Rate" (Azumio Inc., A.B.D.) "Heart Rate Variability HRV Cam" (steven@ecg4everybody.com, Sırbistan), "SweetBeat HRV" (SweetWater, San Fransisco), uygulamalarının sıkça kullanıldığı görülmektedir. Literatürde akıllı telefonlardan elde edilen kalp atım hızı değişkenliği verilerinin hassasiyetini inceleyen araştırmalar mevcuttur. Yapılan bir araştırmada elektrokardiyogram verileri akıllı telefon verileri ile karşılaştırılmış ve sonuçlar, akıllı telefon tabanlı ölçümlerinden doğru ve hassas kalp hızı değişkenliği veri çeşitlerinin elde edilebileceğini göstermiştir<sup>24</sup>.



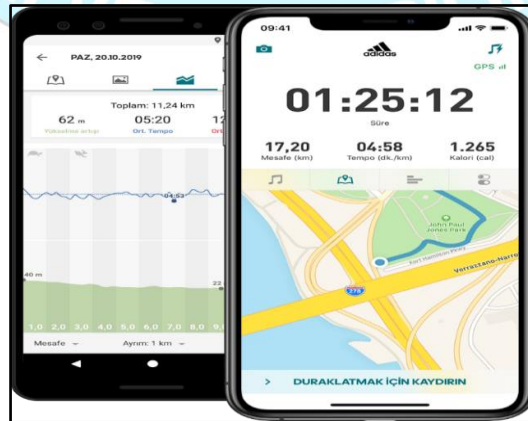
Şekil 2. Kalp atım hızı değişkenliği milisaniye gösterimi



### GPS Destekli Koşu ve Aktivite Takibi Mobil Uygulamaları

Son yıllarda koşmak birçok insan için hızla daha popüler ve erişilebilir bir aktivite olmuştur<sup>25</sup>. Koşunun sık kullanılan bir aktivite olması gerekçelerinden bazıları, yaş konusunda neredeyse hiç kısıtlama getirmemesi, belirli bir altyapı gerektirmemesi ve zamandan ve mekandan bağımsız olarak uygulanabilmesidir<sup>24,26</sup>. Koşu, yaş, cinsiyet ve sosyo-ekonomik durum gibi sosyo-demografik özellikler ve aynı zamanda güdüler (örn; sağlık, özgürlük, sosyal deneyim, eğlence ve performans artışı) ve deneyim (örn; hem acemi hem de deneyimli koşucular) açısından farklı katılımcıların ilgisini çekmektedir<sup>27,28</sup>. Koşucular sağlıklarını, esenliklerini ve dış görünüşlerini iyileştirmeye odaklandıkları için, koşma giderek bir “yaşam tarzı sporu” haline gelmiştir<sup>29</sup>. Şu anda giderek daha fazla koşucu, rekabete odaklanan geleneksel spor kulüpleri yerine bireysel olarak, resmi olmayan gruplarda, koşu etkinliklerine veya düşük şiddetli egzersiz (koşmaya başlama) programlarına katılmaktadır<sup>28</sup>. Artan katılımcı sayısı ve heterojenlikteki artış göz önüne alındığında, bazı problemlerin ele alınması gerekmektedir. Örneğin, bireyselleştirilmiş bir program ve yardım olmadan, yaralanma veya motivasyon kaybı kolayca meydana gelebilir. Bu nedenle, deneyimsiz ve az deneyimli kişilerin sporda başarılı olmalarını sağlamak için yoğun bir rehberlik gerekmektedir<sup>30</sup>. Bu rehberlik ihtiyacını karşılamak adına, mobil uygulamaların ve spor saatlerinin mevcudiyeti ve kullanımı ile elektronik izleme cihazları çoğalmıştır. Koşmanın artan popülaritesi ile birlikte koşu uygulamalarını kullananların sayısı da artmaktadır. Buna göre, birçok spor markası tüketicilerle olan bağlarını geliştirmek ve tüketicilerin marka tercihini ve satın alma tercihlerini arttırmak için koşu uygulamaları (örn. Nike Run Club, Adidas Runtastic; (yeni adı ile Adidas Runtastic), Asics Runkeeper gibi) tasarlamışlardır<sup>31</sup>.

“Runtastic” uygulaması ile Adidas firmasının 2015 yılında iş birliğinin sonucunda “Adidas Runtastic” isimli uygulama (GmbH 4061 Pasing/Avusturya (iOS/Android)), piyasadaki yerini almıştır (Şekil 3.). Uygulamadaki bazı özelliklerden (egzersiz türü, müzik listesi oluşturma, sesli koç, geri sayım, günlük, haftalık ve aylık istatistikler, günlük ortalama mesafe vs.), ücretsiz olarak faydalanılırken, belirli özelliklerden (bireye özel antrenman planı, nabız görüntüleme, antrenman seçimi, hedef tempo, interval antrenman, kalori hedefi ve bir aktiviteye meydan okuma) ücret ödeyerek (Premium Üyelik) faydalanılmaktadır. Ayrıca uygulama dünya çapında Türkçe dahil 10 farklı dil desteği sağlamaktadır. “Strava” (iOS, Adroid) bisiklet severlerin ve koşucuların en fazla tercih ettikleri uygulamalardan biridir. Gps destekli bu uygulama, aktiviteden sonra toplam mesafe, toplam süre, ortalama ve en yüksek hız, gibi verileri ücretsiz olarak vermektedir. Ancak daha ileri seviye veriler ve antrenman programları için ücret (aylık/yıllık) talep etmektedir



Şekil 3: Adidas Runtastic mobil uygulaması ara yüzü

Strava ile yeni rota oluşturabilir ya da başka bir kullanıcının rotası kullanabilir. İki haritaları ile en fazla aktivite yapılan rotalar görülebilir. Uygulama aynı zamanda arkadaşlarınızın ve takipçilerinizin kendi yarışlarını ve antrenmanlarını paylaşabilecekleri ve birbirlerinin aktiviteleri hakkında yorum yapabilecekleri sosyal bir ortam da sağlamaktadır. Fakat zamanda uygulamada Türkçe dil seçeneği mevcut değildir.

Under Armour tarafından geliştirilen “MapMyRun” (Under Armour, Inc., A.B.D.) akıllı telefonların GPS ve diğer sensörlerini kullanan bir uygulamadır. Uygulama ile birlikte koşu rotası, süre, toplam kat edilen mesafe ve yakılan kalori gibi özelliklerden ücretsiz olarak faydalanılmaktadır. Aktivite sonunda rotanızı ve rotanızın zorluk derecesi arkadaşlarınız ile paylaşmaya olanak vermektedir. Sesli koçluk, reklamları kaldırma ve konum paylaşımı ise ücretli Premium abonelik ile sağlanmaktadır. Uygulamada Türkçe dil desteği bulunmamaktadır. Under Armour’un uygulamaya kattığı en büyük özellik ise, Under Armour ayakkabılarda bulunan bluetooth özelliği sayesinde adım atmaya başladığınız andan itibaren uygulama ile senkronize olarak verileri aktarmasıdır.

GPS destekli diğer bir uygulama ise “Nike Run Club” tır (Nike, Inc., A.B.D.), (iOS, Android). Bu uygulamayı diğerlerinden ayıran en önemli özellik, uygulamanın tamamen ücretsiz olmasıdır. Aktivite sonunda; ortalama tempo, kat edilen toplam süre, toplam mesafe, nabız ve kalori hesaplaması gibi verilere ulaşılabilir, kullanılan rota kaydedilerek arkadaşlar ile paylaşılabilir. Uygulama, koşu temponuz hakkında bilgi vererek belirli bir sürede ne kadar mesafe kat edebildiğiniz hakkında bilgi verebilir ve ne zaman hızlanmanız gerektiğini ve ne zaman temponuzu korumanız gerektiğini söyleyebilir. Kişiler, hedef ve seviyelerini girerek kendi antrenman programlarını oluşturabilir ya da uygulamanın tüm seviyeler için kişiye özel antrenman planlarını ücretsiz olarak kullanabilirler. Ayrıca marka fark etmeksizin bluetooth’lu ayakkabılar ile uygulama senkronize edilebilir. Uygulama motivasyon konusunda da oldukça etkilidir. Koşuyu eğlenceli hale getirmek için içerisinde birçok etkinlik ve aktiviteyi barındırmaktadır. Uygulamanın diğer en önemli özelliği ise hem menüde hem de sesli destek sisteminde Türkçe dil desteği sağlamasıdır. Son olarak “Runkeeper” (Asics Digital Inc., A.B.D.), “Pumatrac Run” (Puma, Almanya) “Peloton” (Peloton Interactive, Inc., A.B.D.) kullanıcılar tarafından sıklıkla tercih edilen diğer uygulamalardır.

### **Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü Mobil Uygulamaları**

İnsan hareketlerinde eklem hareket açıklığı, kas-iskelet sisteminin değerlendirilmesinde eklem fonksiyonunu incelemek, eklem asimetrisini tespit etmek ve tedavi etkinliğini belirlemek amacıyla kuvvet-kondisyon antrenörlerinin yanı sıra fizyoterapistler tarafından yaygın olarak gerçekleştirilen temel bir beceri ölçümüdür. Gonyometre, eklem hareket açıklığını ölçmek için en yaygın kullanılan klinik araç olsa da akıllı telefon teknolojisi ve uygulamalarının gelişimi daha fazla ölçüm seçeneği sunmaktadır<sup>32</sup>. Akıllı telefonlarda bulunan ivmeölçer, jiroskop ve manyetometre gibi dahili sensörler, akıllı telefonun açıları ve yer değiştirmeleri ölçmesi için gerekli ekipmanı sağlar. Akıllı telefona indirilebilen uygulamaların kullanımı ile bu dahili mikromekanik ölçümler, hareket açıklığı gibi anlamlı değerlendirme verilerine dönüştürülebilir<sup>33</sup>. Gonyometrik ölçümler gibi işlevler için akıllı telefon uygulamalarını kullanma becerisine sahip olmak, geleneksel olmayan yeni düzenlemelerde çalışmayı pratik hale getirebilir. Ek olarak, gonyometre uygulamaları geleneksel ölçüm araçlarına ücretsiz veya daha ucuz bir alternatifler sunmaktadır.



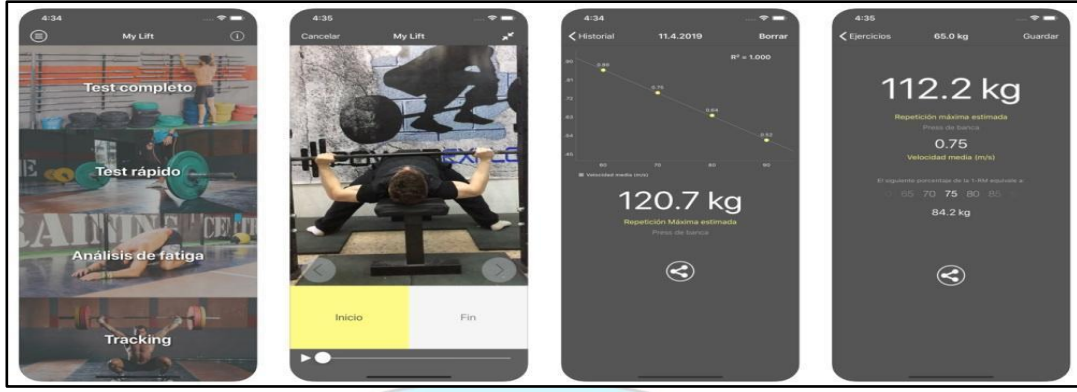
Şekil 4. Gonyometre temelli mobil uygulama kullanımı

Özellikle klinik değerlendirmelerde akıllı telefon uygulamalarının kullanımı popülerlik kazanmaktadır ve bununla birlikte birçok araştırmacı, farklı eklemlerde hareket açıklığı ölçümleri için akıllı telefon uygulamalarının güvenilirliğini ve geçerliliğini değerlendirmiştir<sup>34</sup>. Gonyometre temelli mobil uygulamaları kullanmak oldukça basittir. Uygulamanın ara yüzünde bulunan gonyometre ile hareketin başlangıcında bir 0° noktası oluşturulur ve ardından akıllı telefon hareketin sonlandığı noktaya kadar uzuv veya eklem ile birlikte döndürülerek aradaki açı belirlenir (Şekil 4.).

2019 yılında yayımlanan bir sistematik derleme araştırmasında eklem hareket açıklığını ölçmek için akıllı telefonların ve uygulamaların güvenilirliği ve geçerliliği ile ilgili literatür sistematik olarak gözden geçirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar elde edilen sonuçların eklem hareketini ölçmek için gonyometreler yerine akıllı telefonların ve uygulamaların kullanımını desteklemek için yeterli kanıt sağladığını rapor etmişlerdir<sup>33</sup>. “Goniometer Pro” (5fuf5, A.B.D.), “GetMyRom” (Interactive Medical Productions, A.B.D.), “My ROM” (Carlos Balsalobre-Fernández, İspanya), “Angle Pro” (5fuf5., A.B.D.), “RateFastGonio” (Alchemy Logic Systems Inc., A.B.D.) uygulamaları tarafından sıklıkla kullanılan eklem hareket açıklığı mobil uygulamaları arasında sayılabilir.

#### **Maksimal Kuvvet Ölçümü Mobil Uygulaması**

Kuvvet gelişimi, müsabakada rekabet avantajını sağlamak adına sporcunun en önemli amaçlarından biri olmuştur. Dolayısıyla, atletik performansı optimize etmek için herhangi bir kuvvet antrenmanı programının nihai amacı en büyük kuvvet artışını sağlamak olmalıdır<sup>35</sup>. On yıllardır kas kuvveti ve gücü gibi kas performans ölçütlerini geliştirmeye yönelik geleneksel yaklaşım, bir tekrar maksimum (1TM) kuvvetin çeşitli yüzdelerinde antrenman yapmak, antrenman hacim ve sıklığında değişiklik yapmak olmuştur<sup>36</sup>. 1TM kuvveti ölçmek için, sporcunun sadece bir kez hareket ettirebilen bir yük ile maksimum kaldırma yapması gerekmektedir<sup>37</sup>. Ancak bireysel stres etkenleri (sportif, günlük ve sosyal) dışsal bir direnci hareket ettirebilme yeteneğinde günlük dalgalanmalara neden olmakta ve bu durum 1TM kuvvet düzeyinin günlük kararlılığına etki etmektedir<sup>38</sup>. Dahası, antrenman programındaki tüm hareketleri test etme zorunluluğu ve büyük gruplar (takımlar) için zaman alıcı ve pratik olmaması 1TM test adına bazı dezavantajlar doğurmaktadır<sup>39</sup>. Bu nedenle 1TM için gösterilen aşırı efor ve sahip olduğu dezavantajlar göz önüne alındığında 1TM kuvvet düzeyini indirekt olarak ve daha az efor sarf ederek tahmin etmek için farklı stratejiler ortaya çıkmıştır<sup>40</sup>. Bu alternatif test metodlarından bir tanesi kaldırışlar esnasında bar hızının ölçülmesidir.



Şekil 5. My Lift mobil uygulaması ara yüzü

Yapılan araştırmalar kaldırılan yük (%1TM) ile yükün kaldırıldığı hız arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmiştir<sup>41</sup>. Böylece, kaldırış hızının ölçümü, kuvvet ve kondisyon koçlarının gerçek bir 1TM testi yapmadan 1TM'yi yüksek doğrulukla tahmin etmelerini sağlar<sup>42</sup>. Kuvvet egzersizleri esnasında kaldırış ve halter hızını belirlemek için altın standart olan yöntem lineer dönüştürücü sistemlerin kullanılmasıdır. Fakat lineer dönüştürücüler taşınabilir olmasına rağmen maliyetleri açısından erişilebilir olmayabilmektedir.

Mobil uygulamalar aracılığı ile kaldırışlar esnasında halter yolunun video analizini yapmak, halter hızını belirlemek için alternatif bir yöntemdir. Kaldırış hızını akıllı telefonun ağır çekim kayıt özelliklerini ve Newton fizik kurallarını kullanarak belirleyebilen mobil uygulamalardan bir tanesi "My Lift" (Carlos Balsobre, İspanya) (iOS/Android) aplikasyonudur (önceki sürüm adı "Power Lift") (Şekil 5.)<sup>43</sup>. My Lift mobil aplikasyonu 1TM'yi tahmin etmek için submaksimal yüklerde (ör. %75-%90 1TM) egzersizin başlangıç ve bitişi arasındaki hızı ölçer ve uygulama algoritmalarında regresyon analizi kullanarak gerçek 1TM'yi tahmin eder. Akıllı telefon tabanlı bu teknolojinin geçerliliğinin, güvenilirliğinin ve doğruluğunun analiz edildiği bir araştırmada uygulamanın bench press, full squat ve hip-thrust egzersizlerinde halter hızının ölçümü için oldukça geçerli, güvenilir ve doğru sonuçlar verdiği belirtilmiştir<sup>44</sup>. Ayrıca 1TM kuvvetin tahmin edilmesinde kullanılan My Lift mobil uygulamasının verilerinin gerçek 1TM testi sonuçları ile yüksek ilişkili olduğu ve My Lift uygulamasının farklı vücut bölgesine ait egzersizlerin submaksimal yükler kullanılarak 1TM ölçümünde geçerli ve güvenilir olarak kullanılabileceği de rapor edilmiştir<sup>45</sup>.

### Hareket Hızı Ölçümü Mobil Uygulamaları

Direnç antrenmanlarında yük-hız ilişkisi, antrenmanın yoğunluğunu objektif olarak izlemek ve analiz etmek amacıyla ortaya çıkan bir güncel bir yöntemdir<sup>46</sup>. Direnç antrenmanları sırasında hem nöromusküler taleplerin hem de antrenman etkisinin büyük ölçüde yüklerin kaldırıldığı hıza bağlı olmasından dolayı tekrar hızının izlenmesi önem kazanmaktadır. Hız temelli antrenman (HTA), akut antrenman değişkenlerinin sporcunun hazırbulunuşluk düzeyine göre ve maksimal kuvvet testlerine ihtiyaç duyulmadan düzenlendiği bir oteoregülasyon metodu formudur. Bu yöntemde antrenman yükünün, hacminin, sıklığının ve diğer faktörlerin belirlenmesi için hız parametresi kullanılmaktadır<sup>35,47</sup>.

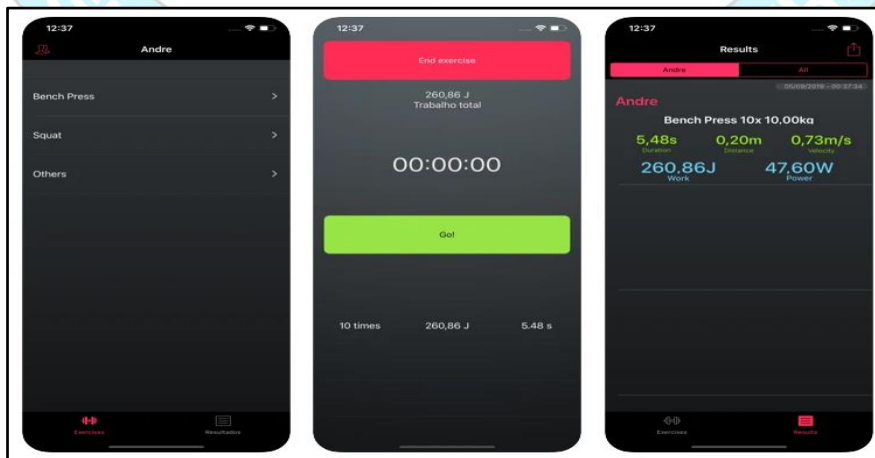
Dikey pozisyon transdüserleri, akselerometre tabanlı inersiyal ölçüm üniteleri, 3 boyutlu ve 2 boyutlu hareket analiz sistemleri ve mobil uygulamalar direnç antrenmanı esnasında hız parametresinin takip edildiği ve sıklıkla kullanılan ekipmanlardır. Fakat

maliyet açısından bakıldığında mobil uygulamalar diğer ekipmanlara oranla uygulayıcılara daha ulaşılabilir olanak sağlamaktadırlar<sup>48</sup>.

“*Liza plus*” (Exelio Srl, İtalya), iPhone mobil telefonların bünyesinde bulunan ivmeölçeri kullanarak kişinin kaldırdığı kütlenin yer çekimine karşı dikey ivmesini ölçerek egzersiz sırasında gücü ve hızı hesaplayabilen bir mobil uygulamadır. *Liza plus*, ivmeölçer bilgilerini filtreler ve hızı (cm/s) elde etmek için işleyebilir. Doğrusal bir kodlayıcıya benzer şekilde, gerçekleştirilen belirli egzersizde kaldırılan yüke dayalı olarak gücü (W) ve diğer çıktı verilerini hesaplayabilir. Kullanıcılar bu uygulama ile bar ile yapılan (yarım squat, bench press) veya countermovement jump (CMJ) ve squat jump gibi vücut ağırlığı egzersizleri esnasında performanslarını ölçebilirler<sup>49</sup>. *Liza plus* ile ilgili bir geçerlilik ve güvenilirlik araştırması olmamasına rağmen iPhone mobil telefonlarda bulunan ivmeölçerlerin hareket özelliklerini diğer ivmeölçer tabanlı araçlara benzer bir doğrulukla tahmin edebileceği rapor edilmiştir<sup>50</sup>.

Direnç egzersizleri esnasında hareket hızını ölçen ve kullanımı oldukça sık olan mobil uygulamalardan bir diğeri “*BarSense*” (Martin Drashkov, Kanada) uygulamasıdır. *BarSense*, çoğu mobil uygulamada olduğu gibi video kayıt özelliği ile kullanıcıların bar yolunu ve hızını takip ederek kaldırış hızını, tekniklerini ve güçlerini analiz etmelerini ve geliştirmelerini sağlayan bir mobil uygulamadır. Fakat bu uygulama üzerine yapılan geçerlilik ve güvenilirlik araştırmaları bu uygulamanın olimpik halter kaldırışları esnasında çeşitli hız parametrelerinin ölçümleri için kullanılamayacağını göstermektedir<sup>51</sup>. Dolayısıyla *BarSense* uygulamasının bar yolu takibi özelliğinden dolayı daha çok hareket analizi açısından kullanılması uygun görülmektedir.

Daha yakın zamanda, “*iLOAD*” (André Santana Ferreira, İspanya) adlı başka bir akıllı telefon uygulaması, akıllı telefonun zamanlayıcısını ve hesaplayıcısını kullanarak çoklu tekrarların ortalama hızının hesaplanması için geliştirilmiştir. Bu uygulamada, kullanıcının egzersiz setinin süresini ölçmesi, yapılan tekrar sayısını ve halterin kat ettiği dikey mesafeyi uygulamanın kullanımı için belirtmesi gerekmektedir. *iLOAD* uygulaması, yükün doğrusal yer değiştirmesi ile egzersizlerde gerçekleştirilen bir setin ortalama hızını (m/s), ortalama gücü (W) ve toplam işi (kj) hesaplayabilmektedir (Şekil 6.). Az bilinen ve daha güncel bir uygulama olmasına rağmen yapılan araştırmalarda ortalama hızın ölçümünde geçerli ve güvenilir bir uygulama olarak belirtilmiştir<sup>52,53</sup>.



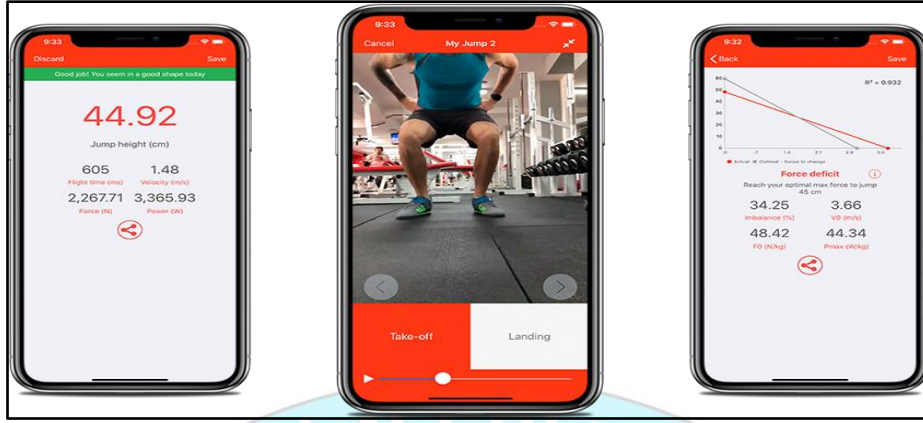
Şekil 6. iLOAD mobil uygulaması ara yüzü

## Dikey Sıçrama Ölçümü Mobil Uygulamaları

Dikey sıçrama kapasitesi profesyonel ve rekreasyonel amaçlı sporcularda nöromüsküler performansın bir ölçüsü olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Dikey sıçrama alt ekstremitelerde kas kuvveti ve kas gücünün dolaylı bir göstergesidir. Dikey sıçrama fiziksel olarak birçok özelliği barındırdığı için birçok spor branşı içinde önemli bir fiziksel beceridir<sup>54</sup>. Kuvvet platformu kullanılarak dikey sıçrama performansının değerlendirilmesi (genellikle kalkış hızı veya havadaki süre ile) altın standart olarak kabul edilmektedir. Bu ekipman dikey sıçrama testinde daha yüksek düzeyde hassasiyet ve doğruluk sunmasına rağmen pahalı olması, hacminden dolayı düşük taşınabilirliğe sahip olması ve genellikle belirli bilgisayar yazılımlarına ihtiyaç duyulmasından dolayı birtakım kısıtlılıklara sahiptir. Ancak güncel olarak, kamera tabanlı ekipmanlar, temas platformları, kızılötesi platformlar ve ivmeölçer yöntemleri gibi teknolojik yöntemler de geçerli ve güvenilir atlama yüksekliği değerlendirmesi sunmaktadır. Gün geçtikçe teknolojideki gelişmelerle birlikte dikey sıçrama değerlendirmesi uygulamaları geçmiş yıllara oranla daha pratik alternatifler ortaya çıkarmaktadır<sup>55</sup>.

“*My Jump 2*” (Carlos Balsobre, İspanya) (iOS/Android), dikey atlama performansını değerlendirmek için akıllı telefon veya tabletteki video kamerayla entegre, düşük maliyetli, kullanımı kolay bir mobil uygulamadır (Şekil 7.). Mobil uygulama dahilindeki yazılım, sıçrama kalkış ve inişin gerçekleştiği video karesinin kolay tanımlanması için ağır çekim oynatmaya olanak verir. Uygulama, video kare sayısını belirler ve cihaza bağlı kare hızını (120-240 fps) kullanarak havada kalma süresini ve atlama yüksekliğini hesaplar. Vücut kütlesinin (kg) girilmesinden sonra gücün watt cinsinden hesaplamasını yapabilir. Uygulama bünyesinde sınırsız sayıda kullanıcı (katılımcı) oluşturulabilir ve sınırsız sayıda deneme saklanabilir ve böylece boylamsal karşılaştırmalar yapılabilir. Veriler elektronik tablo uygulamalarına dönüştürülerek e-posta yoluyla bulut depolama uygulamalarına yüklenebilir<sup>56</sup>. *My Jump 2* mobil uygulaması, bir sporcunun dikey sıçramasının yüksekliğini, havada kalma süresini, hızını, kuvvetini, gücünü, temas süresini ve reaktif kuvvet indeksini (RKİ) hesaplayabilir. Dahası bu uygulamanın önemli bir özelliği de sporcunun kuvvet-hız profilini, kuvvet ve hız nitelikleri arasındaki dengesizliğini kolayca değerlendirebilmesidir. Bu özellik kuvvet ve kondisyon antrenörünün bir sporcunun antrenman programını hız veya kuvvet üzerinden geliştirmeye olanak sağlar. Uygulama kuvvet hız profiline uygun egzersiz kapsamı önerilerinde bulunarak antrenörlere bireyselleştirilmiş antrenman programları hazırlamaya yardımcı olmaktadır<sup>57,58</sup>.

*My Jump 2* mobil uygulaması atletik performans değerlendirmesi uygulamaları içerisinde içerdiği yüksek veri çeşitliliği nedeniyle bilimsel araştırmalara konu olan başlıca mobil uygulamalardan biridir. *My Jump* uygulamasının geçerlilik ve güvenilirliği yapılan araştırmalarda farklı sıçrama aksiyonları, farklı örneklem grupları ve uygulama içerisindeki veri çeşitleri üzerinden incelenmiş ve oldukça geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşılmıştır<sup>54,55,59</sup>. *My Jump* mobil uygulaması araştırmacılar tarafından saha uygulamalarında kullanılması adına en çok tavsiye edilen uygulamalardan biri olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 7. My Jump 2 mobil uygulaması ara yüzü

“Jump Power” (Sten Kaiser, AppAdvice, A.B.D.), (iOS/Android) dikey sıçrama performansını değerlendirmek için kullanılan bir diğer uygulamadır. *Jump Power* da *My Jump 2* gibi sıçrama performansını değerlendirmek için akıllı telefon veya tabletteki video kamerayla entegre, düşük maliyetli, kullanımı kolay bir mobil uygulamadır (Şekil 7). *Jump Power*, kameranın önünde sıçrayacak kişiyi otomatik olarak algılar ve sıçramayı yüz algılama sistemi ile takip eder. Uygulama için herhangi bir kurulum gerekmez ve sonuçlar, sıçramadan hemen sonra görüntülenebilir. *Jump Power* ayrıca çömelleme konumundan sıçramanın zirvesine kadar olan ivmeyi takip eder ve bu da sıçrayan kişinin güç çıktısının hesaplanmasına olanak sağlar. Fakat literatürde bu uygulama hakkında herhangi bir geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasına rastlanmamıştır.

### Sprint Performansı Ölçümü Mobil Uygulamaları

Sprint hızı, güç çıktısı ve ileri ivmelenme, birçok spor aktivitesinde performansın temel fiziksel belirleyicileridir. Sprint performansının analizi geleneksel olarak koşucunun yer değiştirmesini veya hızını ölçen zamanlama kapıları, radar ve lazer sistemleri gibi referans yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir<sup>60,61</sup>. Bununla birlikte sprint performansının altında yatan mekanik belirleyiciler (sprint kinetiği; yani sporcunun vücuduna etki eden dış kuvvetler) genellikle çok daha maliyetli ve karmaşık cihazlar (ör. kuvvet platformları veya aletli koşu bantları) aracılığıyla ölçülür ve hesaplanır. Bu nedenle, birçok antrenör ve spor kulübü için sprint kinetiğini ölçmek maliyetli ve pratik olmamasından dolayı kullanılmamaktadır. Ayrıca sprint performansının izlenmesi için referans yöntemler olarak kabul edilen zamanlama kapıları ve radar tabancaları da maliyetleri bakımından egzersiz profesyonelleri tarafından ulaşılır olmamaktadır<sup>62</sup>. Bu nedenle, gelişmiş ekipmanlar veya biyomekanik analizler gerektirmeyen düşük maliyetli, kullanıcı dostu ve hassas cihaz veya uygulamalar antrenörler için pratik olanaklar sağlamaktadır. “*MySprint*” (Pedro Jimenez Reyes, İspanya) adlı mobil uygulama sprint hızlanma performansının ölçülmesi ve yukarıda belirtilen tüm sprint mekaniklerinin hesaplanması için tasarlanmış bir mobil uygulamadır. *MySprint* mobil uygulamasının işlevi yüksek hızlı video analizine (240 fps) dayanmaktadır ve bu analiz doğrusal sprint performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır (Şekil 8.)<sup>63</sup>. *MySprint* mobil uygulamayı sadece belirli bir sürüm düzeyinde olan iOS işletim sistemi içeren mobil cihazlar ile kullanılabilir. Uygulamayı kullanmak için öncelikle sprint parkuru oluşturulmalıdır (30m veya 40m). Parkur oluşturulurken çıkış ve bitiş kapılarına ve eğer ivmelenme analizi için gerekliyse ara mesafelere (ör. 5m, 10m, 20m) işaretleyiciler yerleştirilmelidir. Uygulayıcının sprint performansı parkurun ortalama 10m uzağına ve parkurun merkezine tripot üzerine yerleştirilmiş mobil telefon ile kaydedilmelidir. Sprint kaydı yapıldıktan sonra video üzerinde yavaş oynatım özelliği



Şekil 8. MySprint mobil uygulaması ara yüzü

kullanılarak koşucunun vücudunda belirlenen referans noktaları (kalça veya omuz başı) mesafe işaretleri eşleştirilmelidir. Ardından uygulama üzerinden sonuçlar ve analizler elde edilir. Ayrıca, uygulamadan elde edilen tüm veriler ve grafikler .CSV dosyasına aktarılabilir. *MySprint* uygulamasının geçerlilik ve güvenilirliği mevcut uygulama yöntemleri (radar tabancası ve zamanlama kapıları) ile karşılaştırılarak incelenmiş ve araştırma sonuçları sprint performansının *MySprint* uygulaması ile geçerli ve güvenilir olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir<sup>63</sup>.

“*SpeedClock*” (Sten Kaiser, Danimarka) (iOS) hız ölçümünde kullanılan diğer telefon uygulamasıdır. Koşucular, arabalar, tekneler, patenciler, kayakçılar, bisikletçiler, futbol ve tenis topları gibi çoğu hareketli nesnenin hızını basit ve kolayca ölçmek için tasarlanan mobil uygulamadır. Sistem, hareket algılama ve nesne takibine dayalıdır ve hareket halindeki bir nesneyi elde tutulan bir telefonu kullanarak izlemenize olanak tanır. Ölçülmek istenen nesne ile telefonun sabitlendiği konum arasındaki mesafe manuel tanımlanır (Örn:5m.), telefon sabit tutulur ve nesnenin ekrandan geçmesi beklenir. Uygulama, duyarlılık ayarı ile telefonun elde tutulması veya bir stand üzerine yerleştirilmesi gibi nesne boyutundaki farklılıkların yanı sıra ışık ve arka plan yoğunluğundaki farklılıklar için manuel olarak ayarlama yapmanızı sağlar. Otomatik sıfırlama işleviyle birlikte telefon hızı otomatik olarak tekrar olarak ölçecek ve geçen nesnelerin bir görüntüsünü kaydedecek şekilde programlamanıza olanak tanır (Şekil 9.). Ayrıca Stanton ve ark. (2016)<sup>64</sup> tarafından uygulamanın geçerlilik çalışması da yapılmıştır. Bu çalışmada; *SpeedClock* uygulaması ile çift ışınli fotosel sistemi (SmartSpeed; Fusion Sport, Coopers Plains, Avustralya) ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, iOS cihazları için *SpeedClock'un* 10 m sprint hızının değerlendirilmesi için düşük maliyetli fakat geçerli bir uygulama olduğunu göstermiştir.



Şekil 9. SpeedClock mobil uygulaması ara yüzü



## Yön Değişirme Performansı Mobil Uygulamaları

Çeviklik, bir uyarana tepki olarak hız veya yön değişikliğiyle birlikte hızlı tüm vücut hareketi olarak tanımlanmıştır<sup>65</sup>. Çeviklik hem algısal bir karar verme sürecini hem de bu sürecin sonucunda bir yön değişikliğini veya hızı içermektedir. Yön değiştirme hızı (YDH), bir uyarana anında tepki verilmesinin gerekmediği, dolayısıyla yön değişikliğinin önceden planlandığı bir hareket olarak tanımlanabilir. Başarılı bir YDH'nin, ivmelenme, düz sprint hızı, eksantrik ve konsantrik kuvvet, reaktif kuvvet ve güç gibi bir dizi fiziksel ve teknik özellikten etkilendiği düşünülmektedir<sup>66</sup>. YDH atletik performans açısından kritik bir bileşendir ve bu durum birçok spor branşı açısından rapor edilmiştir. Örneğin, bir futbol maçı esnasında futbolcuların 1200-1400 arasında yön değişikliği yaptığı belirtilmiştir. YDH ile müsabaka performansı arasında böylesine önemli bir ilişkinin olması YDH testlerinin atletik performansın değerlendirildiği test bataryalarında yer alması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

YDH ölçümünde sürat ölçümünde olduğu gibi elektronik zamanlama kapıları, kızıl ötesi foto-ışın ekipmanları, radar tabancaları veya kronometreler kullanılmaktadır. Fakat bu ekipmanlar içerisinde altın standart olarak kabul edilenlerin maliyetleri antrenörler ve uygulayıcılar tarafından önemli bir tedarik sorunu olarak görülmektedir. Bu durum antrenörleri ve uygulayıcıları daha az maliyetli fakat geçerli ve güvenilir olan alternatif teknolojilere yöneltmektedir. Bu alternatif teknolojilerin bir tanesi de mobil uygulamalardır. Mobil cihazların donanımında bulunan ağır çekim yapabilen ve saniyede 240 kare kayıt yapabilen kameralar sayesinde özel yazılımlı uygulamalar YDH performansını da ölçmeye olanak sağlamaktadır<sup>67</sup>. YDH ölçümünde, "COD Timer" (COD timer, Apple Inc., United States) mobil uygulaması hem bu alanda ilk olması hem de bilimsel araştırmalara konu olması dolayısıyla öne çıkmaktadır (Şekil 10.). COD Timer, hız, temas süresi, bacak asimetrisi veya YDH açığı gibi popüler YDH testlerinin bazı anlamlı parametrelerini ölçmeye olanak sağlamaktadır. Ayrıca uygulama yazılımı, 5-0-5, Illinois, V-Cut ve 5+5 gibi en çok kullanılan ve onaylanmış çoklu YDH testlerini içermektedir. Uygulamanın kullanımında YDH, testlerin başlangıç ve bitiş kapılarına yerleştirilen mobil cihazlar ile kaydedilerek ölçülmektedir. Her denemenin başlangıcı ve bitışı deneğin gövdesiyle zamanlama kapılarını geçtiği ilk kare olarak kabul edilir ve yavaş çekim video görüntüsünde işaretlenebilir. İşaretlemelemlerden sonra uygulama hesaplamaları gerçekleştirir ve tüm verileri Excel ve benzeri elektronik tablo uygulamalarıyla açılabilen bir CSV dosyasına aktarabilir. COD Timer uygulamasının geçerlilik ve güvenilirliğinin incelendiği araştırmalarda bu uygulamanın 505 ve 5+5 testlerinde YDH ölçümünde geçerli ve güvenilir bir ölçüm uygulaması olduğu rapor edilmiştir<sup>67,68</sup>.



Şekil 10. COD Timer mobil uygulaması ara yüzü

## Sportif Video Analiz Mobil Uygulamaları

Sportif analiz, bir sporcunun performans düzeyinin analiz edilmesinde ve iyileştirilmesinde büyük katkı sağlayan uygulamalardan biri haline gelmiştir. Özellikle video tabanlı analiz yöntemleri, antrenörler tarafından spor ve performans analizinde kullanılan çok önemli araçlardır. Video analiz, sporcuların performans düzeylerini değerlendirmede, antrenman tekniklerini geliştirmede ve antrenman programları oluşturmada destek olan yöntemlerinden biridir<sup>69</sup>. Sportif video analizi, bir sporcunun antrenman ve müsabaka sırasındaki performansının eksiksiz, doğru ve gelişmiş bir şekilde taranmasına dayanır. Bir spor videosunun kaydedilmesi ve ardından ayrıntılı olarak kontrol etmek için oynatılması, antrenörlük anlayışını ve kendi kendine antrenman yapabilmeyi geliştirebilir ve kolaylaştırabilir.

Son yıllarda yazılım alanındaki teknolojik gelişmeler, profesyonel sporcular ve antrenörler için birçok özel video analiz programları sunmaktadır. Teknolojik donanım açısından kapsamlı ve maliyeti yüksek programların yanı sıra mobil uygulamalar da video analiz açısından olanaklar sunabilmektedir. Özellikle mobil cihazlarda bulunan kamera özelliklerinin gün geçtikçe daha da geliştirilmesi video analiz uygulamalarının da gelişimini desteklemektedir. Mobil cihazlarda kullanılan video analiz uygulamaları ile; sporculara geri bildirim sağlanabilir, canlı etiketlemeler yapılarak herhangi bir sportif eylem izlenebilir, biyomekanik analiz için tasarlanan yazılımlar ile sporcu performansı optimize edilebilir, sportif eylemler esnasında kullanılan belirteç uygulamaları ile maçlar ve yarışmalar esnasında teknik ve taktiksel çözümler sunulabilir ve bu konular üzerine raporlamalar yapılarak dışa aktarım yapılabilir. “MyDartfish Express” (Dartfish, İsviçre) (Şekil 11.), “OnForm” (OnForm Inc., A.B.D.), “My Mocap” (Balsalobre, İspanya), “Hudl” (Agile Sports Technologies, U.S.A.), “iCLOO” (BrainKey, A.B.D.), “CMV Pro” (CoachMyVideo.com, Inc., A.B.D.), “AR Squat” (Carlos Balsalobre, İspanya), “Runmatic”, (Carlos Balsalobre, İspanya) uygulayıcılar tarafından yoğun kullanılan mobil uygulama örnekleridir. Bu uygulamaların bazıları çoklu spor branşlarında kullanılabilirken AR Squat, My Mocap ve Runmatic gibi örnekler spesifik bir egzersiz (koşu veya direnç egzersizleri gibi) üzerine analiz yapabilmektedir.



Şekil 11. MyDartfish mobil uygulaması ara yüzü

## Sonuç ve Öneriler

Bu derleme makalesi, atletik performans ölçümü ve takibinde kullanılan mobil uygulamaların daha iyi anlaşılması ve uygulanması adına yardımcı bir rehber sağlamayı amaçlamıştır. Performans ölçümü ve takibi alanında kullanılan mobil uygulamaların antrenör, sporcu ve araştırmacılara kullanımı pratik olmayan ve maliyeti yüksek ölçüm araçlarına karşı alternatif uygulama seçenekleri getirdiği görülmektedir. Mobil uygulamalar sporcu performansının ölçümünde, takibinde, geribildirim sağlanmasında ve antrenman programları oluşturmada güçlü katkılar sağlamaktadır. Ayrıca mikromekanik ekipmanların gelişmesiyle spor bilimlerinin farklı alanlarında da yeni mobil uygulamalar üretildiği görülmektedir. Bu makaleden yola çıkarak araştırmacılara, egzersiz profesyonellerine ve sporculara mobil uygulamalar hakkında aşağıdaki uygulamalar önerilebilir.

- Atletik performans ölçümü ve takibi için kullanılmak istenen mobil uygulamanın kişinin sahip olduğu mobil cihazın işletim sistemi tarafından desteklenip desteklenmediği önceden araştırılmalıdır.
- Mobil uygulama seçiminde ölçülmek ve takip edilmek istenen özelliklerin uygulama yazılımında kapsamlı olarak ölçüldüğüne ve analiz edildiğine dikkat edilmelidir.
- Seçilecek mobil uygulamalar arasında bilimsel olarak geçerlilik ve güvenilirliği incelenmiş ve ispatlanmış olanlar tercih edilmelidir. Aşağıdaki tabloda bu derlemede yer verilmiş ve geçerlilik ve güvenilirliği araştırılmış mobil uygulamalar belirtilmiştir (Tablo 1.)
- Ticari olarak satın alınan uygulamalarda kullanım kısıtlılıkları önceden bilinmelidir.
- Seçilen mobil uygulamalarda ölçüm, takip ve analiz verilerinin dışa aktarılabilir ve saklanabilir olmasına dikkat edilmelidir.

**Tablo 1.** Geçerlilik ve Güvenirliliği Araştırılmış Mobil Uygulamalar

Uygulama	Yazar	Ölçülen Özellik	Geçerlilik	Güvenirlilik	ICC	r
My Jump 2	Gallardo-Fuentes ve ark. (2016) <sup>55</sup>	Dikey Sıçrama Yüksekliği, Reaktif Kuvvet Endeksi, Bacak Sertliği, Hız Kuvvet Profili	✓	✓	0.97-0.99	0.96-0.99
G-Pro	Pourahmadi ve ark. (2017) <sup>34</sup>	Eklem Hareket Açıklığı	✓	✓	0.73	0.80
My Lift	Balsalobre-Fernández ve ark. (2017) <sup>44</sup>	Hareket Hızı, 1TM Tahmini	✓	✓	0.96	0.96
COD Timer	Chen ve ark. (2021) <sup>68</sup>	Yön Değişirme Hızı	✓	✓	0.99	0.97
MySprint	Romero-Franco ve ark. (2017) <sup>63</sup>	Sprint Süresi	✓	✓	1.00	0.98
İLoad	Pérez-Castilla ve ark. (2021) <sup>52</sup>	Ortalama Hareket Hızı	✓	✓		0.70-0.90

## KAYNAKLAR

1. Kaur A., Kaur K. (2018). Systematic literature review of mobile application development and testing effort estimation. *Journal of King Saud University. Computer and Information Sciences.* 34(2), 1-15.
2. Buse U., Şeyda G., Tamer E., Özcan E. (2020). Mobil uygulama seçiminde etkili olan kriterlerin belirlenmesi ve örnek uygulama. *İstanbul İktisat Dergisi.* 70(1), 113-139.
3. Aitken M., Clancy B., Nass D. (2017). The growing value of digital health: evidence and impact on human health and the healthcare system. IQVIA Institute for Human Data Science.
4. Yıldırım SC., Kaplan B. (2019) mobil uygulama kullanımının benimsenmesi: teknoloji kabul modeli ile bir çalışma. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.* 10(19), 22-51.
5. Islam R., Islam R., Mazumder T. (2010). Mobile application and its global impact. *International Journal of Engineering & Technology.* 10(6), 72-78.
6. Peart DJ., Balsalobre-Fernández C., Shaw MP. (2019). Use of mobile applications to collect data in sport, health, and exercise science: A narrative review. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 33(4), 1167-1177.
7. Thompson WR. (2016). Worldwide survey of fitness trends for 2017. *ACSM's Health & Fitness Journal.* 20(6), 8-17.
8. Bromilow L., Stanton R., Humphries B. (2020). A structured e-investigation into the prevalence and acceptance of smartphone applications by exercise professionals. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 34(5), 1330-1339.
9. Muntaner-Mas A., Martinez-Nicolas A., Lavie CJ., Blair SN., Ross R., Arena R., Ortega FB. (2019). A systematic review of fitness apps and their potential clinical and sports utility for objective and remote assessment of cardiorespiratory fitness. *Sports Medicine.* 49(4), 587-600.
10. Modave F., Bian J., Leavitt T., Bromwell J., Harris C., Vincent H. (2015). Low quality of free coaching apps with respect to the American College of Sports Medicine Guidelines: A review of current mobile apps. *Journal of Medical Internet Research.* 3(3), e77.
11. Achten J., Jeukendrup AE. (2003). Heart rate monitoring. *Sports Medicine* 33, 517-538.
12. Allen J. (2007) Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiological measurement.* 28(3), 1-39.
13. Popescu AL., Ionescu RT., Popescu D. (2016). Cardiowatch: A solution for monitoring the heart rate on a Mobile device. *University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin Series C-electrical Engineering and Computer Science.* 78(3), 63-74.
14. Pelegris P., Banitsas K., Orbach T., Marias K. (2010). A novel method to detect heart beat rate using a mobile phone. *A Novel Method to Detect Heart Beat Rate Using a Mobile Phone. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.* 5488-5491, Buenos Aires, Arjantin.
15. Coppetti T., Brauchlin A., Müggler S., Attinger-Toller A., Templin C., Schönrrath F., Wyss CA. (2017). Accuracy of smartphone apps for heart rate measurement. *European Journal of Preventive Cardiology.* 24(12), 1287-1293.

16. De Ridder B., Van Rompaey B., Kampen JK., Haine S., Dilles T. (2018). Smartphone apps using photoplethysmography for heart rate monitoring: meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*. 2(1), e8802.
17. Almeida M., Bottino A., Ramos P., Araujo CG. (2019). Measuring heart rate during exercise: from artery palpation to monitors and apps. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. 32(4), 396-407.
18. Chen YS., Clemente FM., Bezerra P., Lu YX. (2020). Ultra-short-term and short-term heart rate variability recording during training camps and an international tournament in U-20 national futsal players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(3), 775.
19. Li KHC., White FA., Tipoe T., Liu T., Wong MC., Jesuthasan A., Yan BP. (2019). The current state of mobile phone apps for monitoring heart rate, heart rate variability, and atrial fibrillation: narrative review. *Journal of Medical Internet Research*. 7(2), e11606.
20. Javaloyes A., Sarabia JM., Lamberts RP., Moya-Ramon M. (2019). Training prescription guided by heart-rate variability in cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 14(1), 23-32.
21. Earnest CP., Jurca R., Church T., Chicharro JL., Hoyos J., Lucia A. (2004). Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *British Journal of Sports Medicine*. 38(5), 568-575.
22. Pichot V., Roche F., Gaspoz JM., Enjolras F., Antoniadis A., Minini P., Barthelemy JC. (2000). Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32(10), 1729-1736.
23. Perrotta AS., Jeklin AT., Hives BA., Meanwell LE. Warburton DE. (2017). Validity of the elite HRV smartphone application for examining heart rate variability in a field-based setting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 31(8), 2296-2302.
24. Bolkhovskiy JB., Scully CG., Chon KH. (2012). Statistical analysis of heart rate and heart rate variability monitoring through the use of smart phone cameras. 1610-1613. 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS. San Diego. California. USA.
25. Deelen I., Janssen M., Vos S., Kamphuis CBM., Ettema D. (2019). Attractive running environments for all? A cross-sectional study on physical environmental characteristics and runners' motives and attitudes, in relation to the experience of the running environment. *Public Health*. 19(1), 1-15.
26. Borgers J., Vanreusel B., Vos S., Forsberg P., Scheerder J. (2016). Do light sport facilities foster sports participation? A case study on the use of bark running tracks. *International Journal of Sport Policy and Politics*. 8(2), 287-304.
27. Hallmann K., Wicker P. (2012). Consumer profiles of runners at marathon races. *International Journal of Event and Festival Management*. 3(2), 171-187.
28. Scheerder J., Breedveld K., Borgers J. (2015). *Running across Europe: the rise and size of one of the largest sport markets*. 1. Edition. Palgrave Macmillan. New York (US), 1-3.
29. Shipway R., Holloway I. (2016). Health and the running body: Notes from an ethnography. *International Review for the Sociology of Sport*. 51(1), 78-96.

30. Vos S., Janssen M., Goudsmit J., Lauwerijssen C., Brombacher A. (2016). From problem to solution: Developing a personalized smartphone application for recreational runners following a three-step design approach. *Procedia Engineering*. 147, 799-805.
31. Vickey T., Breslin J., Williams A. (2013). Fitness-There's an App for That: Review of Mobile Fitness Apps. *International Journal of Sport & Society* 3(4), 1-20.
32. Keogh JW., Cox A., Anderson S., Liew B., Olsen A., Schram B., Furness, J. (2019). Reliability and validity of clinically accessible smartphone applications to measure joint range of motion: A systematic review. *PLoS One*. 14(5), e0215806.
33. Keogh JW., Espinosa HG., Grigg J. (2016). Evolution of smart devices and human movement apps: recommendations for use in sports science education and practice. *Journal of Fitness Research*. 5(Special), 14-15.
34. Pourahmadi MR., Ebrahimi TI., Sarrafzadeh J., Bahramian M., Mohseni-Bandpei MA., Rajabzadeh F., Taghipour M. (2017). Reliability and concurrent validity of a new iPhone goniometric application for measuring active wrist range of motion: a cross-sectional study in asymptomatic subjects. *Journal of Anatomy*. 230(3), 484-495.
35. Mann JB., Thyfault JP., Ivey PA., Sayers SP. (2010). The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 24(7), 1718-1723.
36. Mann JB., Ivey PA., Sayers SP. (2015). Velocity-based training in football. *Strength & Conditioning Journal*. 37(6), 52-57.
37. Robertson RJ., Goss FL., Aaron DJ., Gairola A., Kowallis RA., Liu Y., White B. (2008). One repetition maximum prediction models for children using the OMNI RPE scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 22(1), 196-201.
38. Fry AC., Kraemer WJ. (1997). Resistance exercise overtraining and overreaching. *Sports Medicine*. 23(2), 106-129.
39. Loturco I., Ugrinowitsch C., Tricoli V., Pivetti B., Roschel H. (2013). Different loading schemes in power training during the preseason promote similar performance improvements in Brazilian elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 27(7), 1791-1797.
40. Kravitz L., Akalan C., Nowicki K., Kinzey SJ. (2003). Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 17(1), 167-172.
41. González-Badillo JJ., Sánchez-Medina L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*. 31(5), 347-352.
42. Jidovtseff B., Harris NK., Crielaard JM., Cronin JB. (2011). Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 25(1), 267-270.
43. Balsalobre-Fernández C., Marchante D., Muñoz-López M., Jiménez SL. (2018). Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *Journal of Sports Sciences*. 36(1), 64-70.

44. Balsalobre-Fernández C., Marchante D., Baz-Valle E., Alonso-Molero, I., Jiménez SL., Muñoz-López M. (2017). Analysis of wearable and smartphone-based technologies for the measurement of barbell velocity in different resistance training exercises. *Frontiers in Physiology*, 649.
45. Cetin O., Isik O. (2021). Validity and reliability of mylift app in determining 1-rm for deadlift and back squat exercises. *European Journal of Human Movement*. 46, 28-36.
46. García-Ramos A., Pestaña-Melero FL., Pérez-Castilla A., Rojas FJ., Haff GG. (2018). Mean velocity vs. mean propulsive velocity vs. peak velocity: which variable determines bench press relative load with higher reliability? *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 32(5), 1273-1279.
47. Jovanović M., Flanagan EP. (2014). Researched applications of velocity based strength training. *Journal of Australian Strength and Conditioning*. 22(2), 58-69.
48. Clemente FM., Akyildiz Z., Pino-Ortega J., Rico-González M. (2021). Validity and reliability of the inertial measurement unit for barbell velocity assessments: A systematic review. *Sensors*. 21(7), 2511.
49. Rey E., Barcala-Furelos R., Padron-Cabo A. (2017). Liza Plus for neuromuscular assessment and training: mobile app user guide. *British Journal of Sports Medicine*. 51(13), 1044-1045.
50. Nolan M., Mitchell JR., Doyle-Baker PK. (2014). Validity of the Apple iPhone®/iPod Touch® as an accelerometer-based physical activity monitor: a proof-of-concept study. *Journal of Physical Activity and Health*. 11(4), 759-769.
51. İzzet İ., Çalışkan G., Ayılğan E. (2018). Olimpik halter kaldırırlarının bazı biyomekanik ölçümlerinde kullanılan Android BarSense yazılımının geçerliği. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 23(3), 171-182.
52. Pérez-Castilla A., Boullosa D., García-Ramos A. (2021). Reliability and validity of the iLOAD application for monitoring the mean set velocity during the back squat and bench press exercises performed against different loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 35, 57-65.
53. De Sá EC., Medeiros AR., Ferreira AS., Ramos AG., Janicijevic D., Boullosa D. (2019). Validity of the iLOAD® app for resistance training monitoring. *PeerJ*. 7, e7372.
54. Cruvinel-Cabral RM., Oliveira-Silva I., Medeiros AR., Claudino JG., Jiménez-Reyes P., Boullosa DA. (2018). The validity and reliability of the “My Jump App” for measuring jump height of the elderly. *PeerJ*. 6, e5804.
55. Gallardo-Fuentes F., Gallardo-Fuentes J., Ramírez-Campillo R., Balsalobre-Fernández C., Martínez C., Caniuqueo A., Izquierdo M. (2016). Intersession and intrasession reliability and validity of the My Jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30(7), 2049-2056.
56. Stanton R., Kean CO., Scanlan AT. (2015). My Jump for vertical jump assessment. *British Journal of Sports Medicine*. 49(17), 1157-1158.
57. Balsalobre-Fernández C., Glaister M., Lockey RA. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*. 33(15), 1574-1579.
58. Sharp AP., Cronin JB. Neville J. (2019). Using smartphones for jump diagnostics: A brief review of the validity and reliability of the my jump app. *Strength & Conditioning Journal*. 41(5), 96-107.

59. Haynes T., Bishop C., Antrobus M., Brazier J. (2019). The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 59(2), 253-258.
60. Haugen T., Buchheit M. (2016). Sprint running performance monitoring: methodological and practical considerations. *Sports Medicine.* 46(5), 641-656.
61. Faude O., Koch T. Meyer T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences.* 30(7), 625-631.
62. Rabita G., Dore S., Slawinski J., Sàez-de-Villarreal E., Couturier A., Samozino P., Morin JB. (2015). Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 25(5), 583-594.
63. Romero-Franco N., Jiménez-Reyes P., Castaño-Zambudio A., Capelo-Ramírez F., Rodríguez-Juan JJ., González-Hernández J., Balsalobre-Fernández C. (2017). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science.* 17(4), 386-392.
64. Stanton R., Hayman M., Humphris N., Borgelt H., Fox J., Del Vecchio L., Humphries B. (2016). Validity of a smartphone-based application for determining sprinting performance. *Journal of Sports Medicine.* 7, 1-5.
65. Brughelli M., Cronin J., Levin G., Chaouachi A. (2008). Understanding change of direction ability in sport. *Sports Medicine.* 38(12), 1045-1063.
66. Sheppard JM., Young WB. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences.* 24(9), 919-932.
67. Balsalobre-Fernández C., Bishop C., Beltrán-Garrido JV., Cecilia-Gallego P., Cuenca-Amigó A., Romero-Rodríguez D., Madruga-Parera M. (2019). The validity and reliability of a novel app for the measurement of change of direction performance. *Journal of Sports Sciences.* 37(21), 2420-2424.
68. Chen Z., Bian C., Liao K., Bishop C., Li Y. (2021). Validity and reliability of a phone App and stopwatch for the measurement of 505 change of direction performance: a test-retest study design. *Frontiers in Physiology* 12, 743800
69. Rangasamy K., As'ari MA., Rahmad NA., Ghazali NF., Ismail S. (2020). Deep learning in sport video analysis: a review. *Telkomnika.* 18(4), 1926-1933.



**Derleme**

## **HAREKET HASTALIĞI VE SANAL ORTAM**

### **MOTION SICKNESS AND VIRTUAL ENVIRONMENT**

Gönderilen Tarih: 01/02/2022  
Kabul Edilen Tarih: 15/03/2022

**Yağmur KOCAOĞLU**

Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye  
Orcid: 0000-0001-6811-4205

\* Sorumlu Yazar: Yağmur KOCAOĞLU, Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Konya, Türkiye, Email: ygmrkocaoglu@hotmail.com

## Hareket Hastalığı ve Sanal Ortam

### ÖZ

Yeni teknolojilerin benimsenmesi ve teknolojinin yaşam üzerindeki etkisinin artmasıyla hareket hastalığı araştırmalarının sanal ortamlarda yoğunlaşmaya başladığı görülmektedir. Bununla birlikte görsel olarak uyarılan hareket hastalığının neden olduğu göz yorgunluğu, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı ve postural kontrol kaybı gibi istenmeyen semptomlar bireyleri etkilemeye devam etmektedir. Sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımının olası faydaları göz önüne alındığında kullanım alanlarını sınırlayan olumsuz etkilerini anlamak oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışmada; hareket hastalığının etiolojisi hakkında genel bir bilgi verilerek, teknolojiye bağlı olarak gelişen hareket hastalığının bireyler üzerindeki olası etkilerinin araştırıldığı çalışmalardan elde edilen bulguların sunulması amaçlanmıştır. Hareket hastalığı ile ilgili verilerin belirlenen anahtar kelimeler ile taranarak konuyla bağlantılı olan çalışmaların seçilmesiyle oluşturulmuş geleneksel bir derlemedir. Sonuç olarak; yaşamın çoğu alanının bir parçası haline gelen sanal gerçeklik cihazlarının kullanımındaki artışın görsel olarak uyarılan hareket hastalığının oluşumunu ve etkilerini arttırdığı, bireyleri bedensel ve bilişsel problemlerle karşı karşıya bıraktığı, yaşam kalitesi ve iş verimliliğinde olumsuz etkiler oluşturduğu görülmüştür. Sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanım alanlarının artması ve kişiler üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin önemi göz önüne alındığında görsel olarak uyarılan hareket hastalığı oluşumuna bağlı kısıtlamaların anlaşılması giderek daha önemli olacaktır. Hareket hastalığının oluşumunun erken bir aşamada tespit edilmesine yardımcı olmak için bulunacak etkili yöntemlerle sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştığı çoğu alanda güvenli kullanımı için katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu anlamda hareket hastalığının ortaya çıkardığı olumsuz etkilerin anlaşılabilmesi ve en aza indirilebilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Hareket hastalığı, postural kontrol, sanal gerçeklik teknolojisi, siber hastalık

## Motion Sickness and Virtual Environment

### ABSTRACT

With the adoption of new technologies and the increasing effect of technology on life, it is seen that motion sickness researchers have started to concentrate on virtual environments. However, undesirable symptoms such as eyestrain, headache, dizziness, nausea, and loss of postural control caused by visually induced motion sickness continue to affect individuals. Considering the possible benefits of the use of virtual reality technologies, it is very important to understand the negative effects that limit the usage areas. This study; by giving general information about the etiology of motion sickness, it is aimed to present the findings obtained from studies investigating the possible effects of motion sickness, which develops due to technology, on individuals. It is a traditional compilation created by scanning the data related to motion sickness with the determined keywords and selecting the studies related to the subject. As a result; it has been observed that the increase in the use of virtual reality devices, which have become a part of most areas of life, increases the occurrence and effects of visually induced motion sickness, exposes individuals to physical and cognitive problems, and creates negative effects on quality of life and work efficiency. Considering the increasing use of virtual reality technologies and the importance of their negative effects on people, it will be more and more important to understand the limitations associated with the formation of visually induced motion sickness. It is thought that effective methods to help detect the formation of motion sickness at an early stage will contribute to the safe use of virtual reality technologies in many areas where the use of virtual reality technologies is widespread. In this sense, it is understood that more research is needed to understand and minimize the negative effects of motion sickness.

**Key Words:** Motion sickness, postural control, virtual reality technology, cyber sickness

## GİRİŞ

Hareket hastalığı (HH) bir hastalık olarak isimlendirilse de hastalık değildir<sup>1</sup>. Özellikle yolculuk ve sanal gerçeklik görüntüleri izleme sırasındaki görsel hareketin neden olduğu bir rahatsızlık hissidir<sup>2</sup>. Sağlıklı bir bireyin yeterli bir şiddette anlamlandırılmayan hareketlere belirli bir süre maruz kaldığında yapısal ve fonksiyonel bozukluk olmadan ortaya çıkan tepkisi olarak anlaşılmalıdır<sup>3</sup>. Bazı kaynaklarda “hastalık” terimi yerine “hareket bozukluğu sendromu” kullanılmıştır<sup>4,5</sup>. HH tıp literatüründe “kinetozis”<sup>3</sup>, yabancı literatürde ise “motion sickness”<sup>6</sup> olarak karşılık bulmaktadır. Bu alanda çalışan çoğu bilim insanı HH’nin oluşabilmesi için normal olarak işleyen bir vestibüler sistemi gerekli bir koşul olarak belirtmekte ve sadece sağlıklı çalışan vestibüler sisteme sahip bireylerde HH’nin gelişebileceğini kabul etmektedir<sup>3-5,7,8</sup>.

Tarihin erken dönemlerinden günümüze kadar farklı sebeplerle HH semptomları yaşanırken bazı görsel ekran türlerine maruz kalma sonucu<sup>9-12</sup> HH benzeri semptomların ortaya çıktığı görülmektedir. Kennedy ve ark. (2010)<sup>13</sup> fiziksel hareketin yokluğunda bile semptomların görsel sistem tarafından algılanan hareketten kaynaklandığını ve bu durumun görsel olarak uyarılan hareket hastalığının (GUHH) etkileri olarak sınıflandırıldığını ifade etmişlerdir. Sanal ortam teknolojilerinin uygulama alanlarından bazıları video oyunlarını<sup>14-16</sup>, spor rehabilitasyonunu<sup>17,18</sup> ve antrenman çalışmalarını<sup>19-21</sup> içermektedir. Son 10 yıl içerisinde HH ile orta düzeyde olumsuz etkilerin ilişkilendirilebileceğini doğrulayan kanıtlar bilimsel araştırmacıların dikkatini çekmiştir. 3D video oyunlarının ve filmlerinin sıkça oynanması ve izlenmesi, taşınabilir elektronik cihazların (tablet, telefon vb.) yaygın kullanımı ile HH arasındaki ilişkiler hakkında bazı sorular ortaya çıkarmış ve etkilerini araştırmaya yöneltmiştir.

Bu çalışmayla, HH etiyolojisi hakkında genel bir bilgi verilerek teknolojiye bağlı olarak gelişen HH’nin bireyler üzerindeki olası etkilerinin araştırıldığı çalışmalardan elde edilen bulguların sunulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma; HH ile ilgili verilerin “Ulakbim”, “Google Akademik”, “Science Direct”, “Web of Science” ve “PubMed” veri tabanlarında “hareket hastalığı”, “sanal gerçeklik”, “simülasyon hastalığı”, “siber hastalık”; “motion sickness”, “siber hastalık”, “virtual reality”, “simülasyon sickness”, “cybersickness” olarak belirlenen anahtar kelimeler ile taranarak konuyla bağlantılı olan çalışmaların seçilmesiyle oluşturulmuş geleneksel bir derlemedir. Derleme kapsamına elektronik arama sistemi ile makaleler ve konferans sunumları dâhil edilmiştir.

### Hareket Hastalığı ve Tarihsel Kronolojisi

Yerçekimi alanında kafa hareketleri veya hareket içeren görme alanları ile gelişebilen bir durumdur<sup>22</sup>. Gerçek ve beklenen duyuşal (işitsel-görsel ve propriyoseptif) girdiler arasında bir uyumsuzluk olduğunda ortaya çıkmaktadır<sup>23</sup>. HH’ni tanımlamak için kullanılmış birçok farklı isim, uzun tarihini açıklayan ve ortaya çıkışına sebep olan pek çok neden bulunmaktadır. HH başlangıçta deniz hastalığı, daha sonra yolcu hastalığı, tren hastalığı, taşıt hastalığı<sup>24</sup>, uçak hastalığı, uzay hastalığı<sup>22</sup>, yakın zaman içerisinde ise görsel olarak uyarılan hareket hastalığı (GUHH)<sup>13</sup> olarak literatürde yerini almıştır.

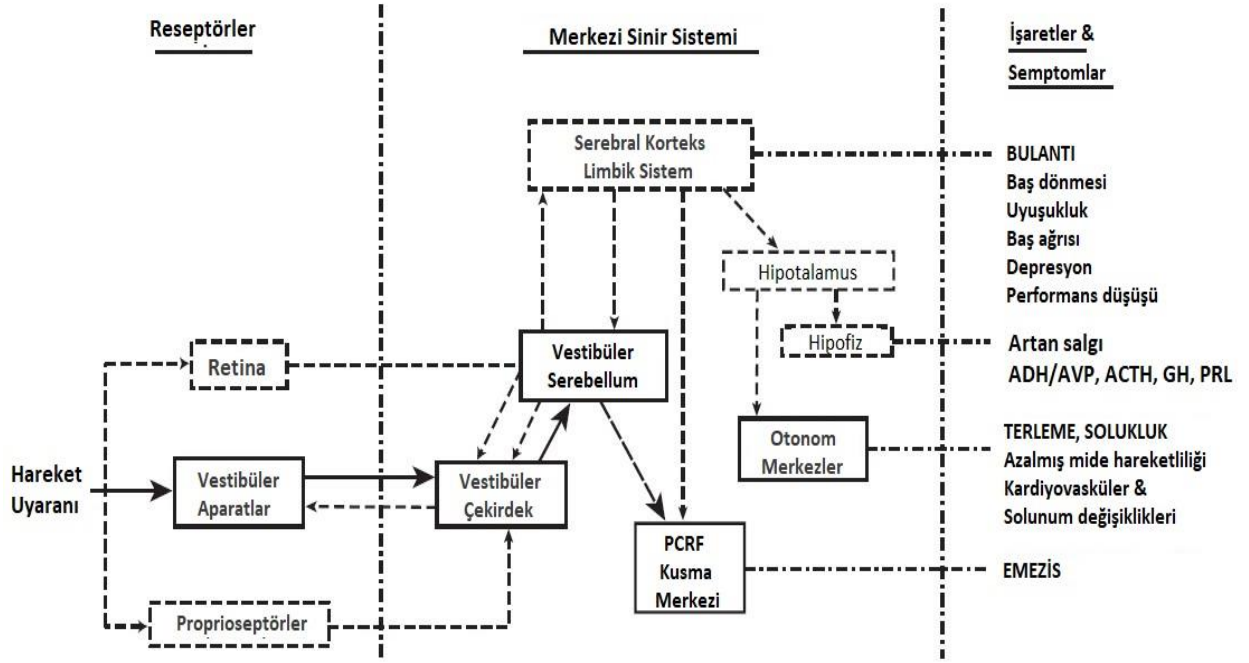
HH çok uzun yıllardan beri özellikle denize açılan medeniyetlerde çok iyi bilinmektedir. Bulantı (nause) kelimesi Yunanca gemi (naus) kelimesinden türetilmiştir<sup>3,5,23</sup>. HH benzeri semptomların tarihsel kronolojisi incelendiğinde (gemi, tren, otomobil, uçak, uzay aracı, salıncak, deve ile yolculuk)<sup>3-5,7,24</sup> HH'na dair ilk belgeler eski Yunan dönemlerine kadar uzanmaktadır<sup>3,5</sup>. 1950'lerden önce okyanuslarda seyahat etmek isteyenlerin tek seçeneği deniz yolculuğuydu ve bu durum deneyimsiz denizcilerin sıklıkla deniz tutması yani HH yaşamalarıyla sonuçlanmaktaydı<sup>1</sup>.

HH Hipokrat (377-460) tarafından gemiyle deniz yolculuğu sırasındaki hareket bozuklukları şeklinde tanımlanmıştır. Denizcilik kariyeri boyunca kronik olarak deniz tutması yaşayan Amiral Lord Nelson (1758-1805) dışında Napolyon Bonaparte (1769-1821) ve Lawrence (1888-1935) Orta Doğu'ya deveyle yaptıkları seferlerinde yaşadıkları sarsıntılar sebebiyle HH'ndan muzdarip oldukları bilinmektedir<sup>5</sup>. İkinci Dünya Savaşı'nda çok sayıda insanın taşınması için yapılan deniz yolculuğu sırasında oluşan ve askerlerin savaş verimliliğini azalmasına neden olan HH zararsız bir sorun olmaktan çıkıp büyük bir askeri soruna yol açmıştır<sup>1,5</sup>. Avrupa ve Amerika'da çok sayıda askerin karayoluyla taşınması sırasında ve aynı tarihlerde havacılık döneminin de başlamasıyla beraber benzer durumlarla karşılaşmıştır<sup>1</sup>. Günümüzde HH araştırmalarının yönünün değişimine neden olan fenomen ise teknoloji dünyasındaki gelişimlere paralel olarak artan akıllı telefon, tablet bilgisayar ve sanal ortam eğlence sistemlerindeki ilerlemelerdir. Video oyunlarındaki görsel tasarımın gerçeğe daha yakın oluşu, yüksek çözünürlüklü ekranların sanal ortamın etkileyici hissini daha da artırması<sup>10</sup>, sinema filmlerinde, tıp ve endüstri alanlarında 3 boyutlu (3D) görüntülerin kullanımının yayılmasıyla beraber göz yorgunluğuna ve HH neden olduğunu göstermektedir<sup>11</sup>.

### **Hareket Hastalığının Oluşum Mekanizmasındaki Yapılar**

HH literatürü incelendiğinde; ortaya çıkışının en güçlü biyolojik temelini oluşturan normal işleyen bir vestibüler sisteme sahip olmanın ve herhangi bir uyarıcı türüne uzun süreli maruz kalmanın HH'nın ortaya çıkışında tartışmasız kabul edilen iki etken olduğu anlaşılmaktadır<sup>5</sup>. HH'nın gelişmesinde rol oynayan sistemler; vestibüler sistem (semisirküler kanallar/otolitler), vestibüler çekirdek kompleksi, kemoreseptör uyarı alanı, görsel sistem, propriyoseptif sistem<sup>3</sup>, ön-arka ve yanal ivmelerle ilişkili kafa hareketleridir<sup>25</sup>. HH'nın ortaya çıkışının esas olarak vestibüler sistemde meydana geldiği bilinmektedir<sup>23</sup>. Bununla beraber; Wang ve ark. (2014)<sup>26</sup>'nın çalışmalarında görsel bilginin HH'nın yaşanmasında önemli rol oynadığı, görsel ve vestibüler bilgilerin birbirini etkileyerek merkezi sinir sisteminde belirli kanallar aracılığıyla bütünleştiği doğrulanmıştır.

Vestibüler, görsel ve propriyoseptif sistemlerden gelen girdiler beyin sapının vestibüler çekirdeklerine ulaşır. Uyarılar iç kulağın vestibüler organ olarak bilinen bu bölgesinden kusma reaksiyonundan sorumlu olan beynin içindeki medulla oblongataya taşınır ve medulla oblongatadaki yanıtlar kusma merkezini tetikleyerek üst gastrointestinal sistemde, diyaframda ve kusmaya yol açan abdominal kaslarda otonom motor reaksiyonlar oluşturur. Gerçek ve beklenen vestibüler, görsel ve propriyoseptif bilgiler arasında bir tutarsızlık olduğunda HH semptomlar dizisi başlatılmış olur<sup>23</sup>. HH'na katılan sinir yapıları Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Hareket Hastalığına Katılan Sinir Yapıları<sup>27</sup>

### Hareket Hastalığı Semptomatolojisi ve Hareket Hastalığına Duyarlılık

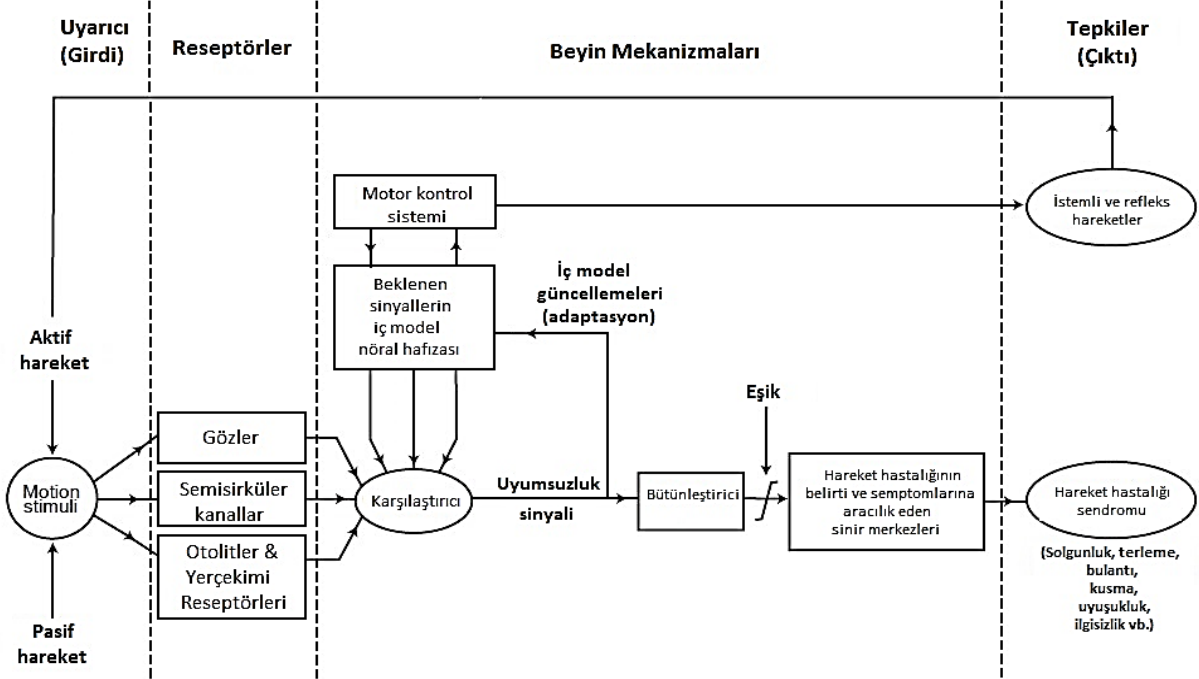
HH'na neden olan uyarılara maruz kalındığında mide bulantısı, vücut sıcaklık artışı, sersemlik ve yorgunluk dâhil ancak bunlarla sınırlı olmayan semptomlar görülmektedir<sup>28</sup>. Ortaya çıkan ana semptomlar ise bulantı ve kusmadır<sup>1</sup>. Ayrıca tükürük salgısında artış<sup>29</sup>, kendini iyi hissetmeme, anksiyete, baş dönmesi, baş ağrısı, yüzde solgunluk veya kızarıklık, soğuk terleme, kokulara hassasiyet, uyku hali<sup>29,30</sup> ve postural kontrol kaybı<sup>31-34</sup> gibi çok çeşitli semptomlarla gelişebilmektedir<sup>1</sup>. Semptomların görülme sıklığı bireysel eşiğe bağlıdır<sup>2</sup> ve genel olarak semptomlar kısa bir süre sonra düzelebilmektedir<sup>35</sup>.

HH'na duyarlılık büyük oranda bireysel değişkenlik gösterir<sup>23,2</sup> ve kadınların erkeklerden daha fazla duyarlı oldukları bilinmektedir<sup>5,23,37,36</sup>. Duyarlılık; görsel, vestibüler ve somatosensoryel sistemlerden gelen bilgilerin doğru algılanmasıyla ve bu algısal koşullara kolayca uyum sağlanamamasındaki hassasiyetle ilişkilendirilmiştir<sup>5</sup>. Uyarıcının türü, şiddeti süresi<sup>8</sup>, uyarıcıya gösterilen bireysel duyarlılık ve vestibüler sistemin maruz kaldığı uyarıcıya adapte olma yeteneği<sup>38</sup> gibi etkenlere bağlanmaktadır. Ayrıca uzun süreli postural instabilitenin HH'na doğrudan neden olacağı kuramına göre; postural kontrolü yetersiz olanlar HH'na daha duyarlı olabilirler ve bu yatkınlık durumu duyuşal çatışmaya verilen postural cevaplarla anlaşılabilir<sup>30</sup>.

### Hareket Hastalığı Kuramları

HH'nın etiyolojisi ve kesin nörobiyolojik mekanizması hala belirsiz olsa da çeşitli hipotezler öne sürülmüştür. 19. yüzyıla kadar uzanan ve HH'nın bilinen en eski kuramı olarak ifade edilen aşırı uyarım kuramı<sup>39</sup>; HH'nın vestibüler sistemin aşırı uyarılmasından kaynaklandığını, uyarım arttıkça görülme olasılığının ve şiddetinin arttığını öngörmektedir<sup>4</sup>. Diğer bir kuram ise Ebenholtz, (1992)<sup>7</sup> tarafından ortaya atılan göz hareketi kuramıdır. Bu kuramda gözün hareket halindeki bir nesneyi takip edemediği noktada gözün titremesi olarak adlandırılan optokinetik nistagmus ve başı sağa sola döndürürken nesneyi göz merkezinde tutmayı sağlayan vestibüler oküler

refleks olmak üzere bu iki göz hareketinde meydana gelen hatalar baş ve göz ağrısı, konsantrasyon zorluğu gibi semptomlar yaratarak HH'na sebep olmaktadır. HH'nın kabul almış en yaygın kuramı olan duyu çatışma veya sinirsel uyumsuzluk kuramı ise; gemi, araba ve uçak gibi gerçek hareketi içeren veya 3D film izlerken sanal hareketi içeren ortamlarda beklenen ve algılanan hareketin farklılaştığı yani duyu bilgileri arasındaki yanlış eşleşmeler sonucu gelişeceğini öngörmektedir<sup>4,5,8,24</sup>.



**Şekil 2.** Duyusal Çatışma Kuramına Dayalı Buluşsal Motor Kontrol, Hareket Algılama ve Hareket Hastalığı Modeli<sup>40</sup>

Duyusal çatışma kuramının temel özellikleri Şekil 2'de şematik olarak gösterilmektedir. Bu model normal lokomotor aktivite ve denge ve duruş kontrolü sırasında edinilen bilgilerden oluşturulmuştur. Bedensel yönelim ve hareketle ilgili afferent bilgiler bedensel hareketle uyarılan duyu organlarından yarım daire kanalları ve otolit organlarının özel reseptörleri, derideki mekanoreseptörler, eklem kapsülleri, kaslar ve özellikle de gözlerden gelmektedir. Geniş oranda dağılmış olan bu reseptörler kendilerine etki eden kuvvetlere tepki vererek çevredeki yerçekimi kuvvetinin uyumu hakkında bilgi sağlamaktadır. Duyusal çatışma kuramına göre; vücut hareketini ve uyumunu izleyen duyu sistemlerinden gelen sinyaller ile geçmiş deneyimlere dayalı olarak beklenen sinyaller arasındaki herhangi bir uyumsuzluk çatışma sinyalinin üretilmesine yol açmaktadır<sup>3</sup>. Vestibüler, görsel ve proprioseptif duyu yollarıyla algılanan hareket bilgilerinin örneğin postural kontrolün sağlanması gibi geçmiş deneyimleri yansıtan nöral hafızadaki beklenen bilgilerle eşleşmediği durumlardaki duyu bilgileri arasındaki çatışmayı ifade eden bu kuram, günümüzde yeni kuramların öngörülmesiyle birlikte hala geçerliliğini korumaktadır.

Literatürdeki genel HH etiyolojisinin duyu çatışma kuramına dayandırıldığı ve geniş çapta kabul gördüğü anlaşılmaktadır<sup>3,5,32,41-43</sup>. Ancak bu teori bazı bilim çevreleri tarafından eleştirilmiş ve hatta reddedilmiştir<sup>44</sup>. Riccio ve Stoffregen, (1991)<sup>45</sup> HH'nın duyu çatışmasından kaynaklanmadığını, bunun yerine vücutta doğal olarak meydana gelen salınım aktivitesine 0,1 - 0,3 Hz frekans aralığında dış hareket uyarılarının etki ettiği bir ortamda, postürün kontrol edilememesinden veya postural

kontrolü sağlamaya çalışırken meydana gelen belirsizlikten kaynaklandığını belirterek postural instabilite kuramını ileri sürmüştür. Bu kuram; HH yaşayan kişilerle yaşamayan kişiler arasında hareket farklılıklarının olması gerektiğini ve hareketlerdeki bu farklılıkların HH semptomlarının görülmesinden önce var olması öngörmektedir. Teori öne sürüldükten on yıl sonra Stoffregen, (2011)<sup>46</sup> HH diye ifade edilen fenomenin vücudun yöneliminin dengesiz kontrolünden kaynaklandığını ve belirli bir duruma uyum sağlandığında yani vücudun sabit ve dengeli kontrolü yeniden elde edildiğinde HH semptomlarının görülmeyeceğini iddiasını öne sürmüştür. HH postural kontrolde bir dengesizlik olduğunda gelişecek ve postural instabilite miktarına göre semptomların sayısı ve ciddiyeti artacaktır<sup>45</sup>.

Bu bilgiler birlikte ele alındığında HH yaşayan kişiler için tek açıklamanın duyuşal çatışma kuramına bağlı olmadığı anlaşılmaktadır. GUHH durumunda, kişi bir video oyunu oynarken ya da 3D bir film izlerken vücut hareketsizdir ancak görsel olarak hareket görüntülerine maruz kaldığında vücutla fiziksel hareket yapılmamasına rağmen iç kulak ve kas hücreleri beyne bilgiler göndermeye devam eder ve vücut hareket ediyormuş gibi algılanır. Gerçek vücut hareketi ve sanal hareket görüntüleri arasındaki farklılık HH belirtilerine neden olan uyarıcı faktörleri belirlemek açısından önemlidir. Bu faktörlerin bazıları kişi hareketsiz bir şekilde oturduğunda veya kafaya takılan bir ekran kullanırken gerçekleşir. Bu nedenle HH'nın kesin uyarıcılarını belirlemenin o kadar kolay olmadığı söylenebilir.

### **Hareket Hastalığı ve Sanal Ortam İlişkisi**

Yaklaşık 30 yıl önce bir kullanıcının duyuşal ortamını simüle etme süreci "sanal gerçeklik" terimi olarak anlam bulmuştur<sup>47</sup>. 20 yılı aşkın süredir de sanal gerçeklik teknolojileri HH ile ilişkilendirilmektedir<sup>48</sup>. Sanal gerçeklik kaynaklı HH'nı ifade etmek için kullanılan yaygın terimler "siber hastalık", "sanal gerçeklik hastalığı" özellikle de "görsel olarak uyarılan hareket hastalığı" (GUHH) olarak sıralanmaktadır<sup>42</sup>. Bu terimler sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımından kaynaklanan bir sendromu ifade etmektedir<sup>49</sup>. Yolculuklarla başlayan HH gerçeğinin<sup>5,23</sup> teknolojinin gelişmesiyle beraber sanal ortam kullanıcıları arasında günden güne yaygınlaşmaya başladığı rapor edilmiştir<sup>50,51</sup>. HH semptomları fiziksel hareket yokluğunda da ortaya çıkabilmektedir. GUHH genellikle dinamik görsel görüntülerde algılanan harekete maruz kalmanın bir sonucu olarak meydana gelmektedir<sup>9</sup>. GUHH'nın toplum sağlığıyla ilişkisi ise yaklaşık 13 yıl önce Japonya'da 36 lise öğrencisinin beklenmedik görüntü hareketi ve titreşimiyle karakterize edilen bir film izledikten sonra HH nedeniyle hastaneye kaldırıldığında Matsue film hastalığı olayı olarak gündeme gelmiştir<sup>52</sup>. 3D film izlemekten kaynaklanan bu özel rahatsızlık "3D görüntü (görme) sendromu" olarak da ifade edilmiştir<sup>53</sup>.

HH'nın bir çeşidi olarak kabul edilen GUHH için en çok kabul gören açıklama; görsel, proprioseptif ve vestibüler uyarılar arasındaki uyumsuzluğa dayanan duyuşal çatışma kuramıdır<sup>51</sup>. Bulantı, baş dönmesi ve vertigo gibi semptomlar duyuşal çatışma kuramı ile bağlantılıdır<sup>54</sup>. HH'nın en sık bildirilen semptomlarının otonom sinir sistemi ile ilgili vagus sinir kompleksini içeren mide bulantısı, kusma, tükürük salgısı, terleme, yorgunluk, ilgisizlik, baş dönmesi ve oryantasyon bozukluğu<sup>4</sup> olduğu bilinmektedir. Fiziksel olarak hareketsizken dinamik görüntüleri izleme sırasında veya sonrasında başlayabilen bir durum olan GUHH'nın göstergesi<sup>13</sup> olarak kabul edilen semptomların ise; göz yorgunluğu belirtisine ek olarak baş ağrısı, mide bulantısı ve oryantasyon bozukluğu olduğu görülmektedir<sup>10,55,56</sup>. Araştırmalardan elde edilen bulgulara

bakıldığında hem HH'nin hem de sanal teknolojik ürünlerin kullanımına bağlı gelişen semptomların benzer olduğu anlaşılmaktadır. GUHH semptomları; görüntüleme teknolojisi, maruz kalma süresi ve bireysel duyarlılık olmak üzere çeşitli değişkenlerin bir fonksiyonu olarak farklılaşan derecelerde kendini göstermektedir<sup>57</sup>. Genel olarak sanal gerçeklik kullanıcıları üzerine yapılan önceki araştırmalar<sup>32,41,56,58,59</sup> sanal gerçeklik görüntülerinin izlenmesiyle bireylerde bazı olumsuz sağlık problemlerinin ortaya çıkabileceğini bildirmiştir. Yakın geçmişte; sinema, televizyon, oyun konsolları ve cep telefonları dâhil olmak üzere eğlence ve iletişimde stereo 3D (S3D) teknolojisinin kullanımında çarpıcı bir artış görülmesiyle birlikte anekdot niteliğindeki kanıtlar ve üreticilerin kendi güvenlik bilgileri S3D'nin baş ağrısı, göz yorgunluğu, baş dönmesi ve bozulmuş motor koordinasyon gibi semptomlarla izleyiciler üzerinde olumsuz etkiler oluşabileceğini öne sürmektedir<sup>55</sup>.

### **Sanal Ortam ve Hareket Hastalığı ile İlişkili Araştırmalar**

HH bazı bireyler üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu için hoş olmayan bir durum olarak kabul edilmektedir<sup>42</sup>. Günümüzde duyarlılık çatışma ve postural instabilite kuramının HH'nin oluşumunda rol oynadığı kabul edilmektedir ve bu iki kuramın varyasyonlarına ait çok sayıda makale bulunmaktadır. Bu başlık altında sanal gerçeklik sistemlerini kullanmanın bildirilen olumsuz etkilerini ve GUHH bağlı gelişen semptomları değerlendiren araştırmalar özetlenmiştir.

2012 yılında yapılan bir çalışmada; 2D ve stereoskopik 3D görüntü izleme semptomlarının yaygınlığı ve ciddiyeti belirlenerek, ortaya çıkan semptomlar izleyicinin özellikleri ve izleme pozisyonuyla ilişkilendirilmiştir. 203 gence ve yetişkine farklı açılarda ve mesafelerde oturur pozisyonda 2D veya 3D olarak bir film izletilmiştir. 2D ve stereoskopik 3D grubu katılımcılarının %12'si ve %21'i izleme sırasında ve sonrasında ölçülen semptomlarda artış olduğu belirtilmiştir. Stereoskopik 3D görüntüler 2D olarak izlenen görüntülere göre daha fazla bulanık görme, çift görme, baş dönmesi, oryantasyon bozukluğu ve mide bulantısı algısına neden olmuştur. Yaşlı izleyiciler (46 yaş ve üstü) 2D görüntüleme, genç izleyiciler (24-34 yaş arası) ise 3D görüntüleme daha fazla oküler-görsel semptomlar ve HH semptomları bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen olumlu bulgu ise 3D görüntüleme eğik bir pozisyonda oturmanın HH semptomlarını azalttığı yönünde olmuştur<sup>59</sup>.

Sinema ortamında izlenen 3D bir film sonrasında HH'nin ve postural dengesizliğin bir sorun olabileceği hipotezini test etmek amacıyla gözlemsel olarak gerçekleştirilen çalışmada, toplam 19 kişiye (21-66 yaş/9 kadın-10 erkek) bir saatlik 3D havacılık belgeseli izletilmiştir. HH şiddetinin belgesel görüntülerini izlemeden önceki değerlerden daha yüksek olduğu, 45 dakikadan sonra ise biraz azalma gösterdiği ifade edilmiştir. 3D bir film izledikten sonra HH'ndeki ve postural dengesizlikteki artışın günlük yaşam dışında sinemada da bir sorun olduğu, bu sorununda işle ilgili faaliyetler ve araç kullanımı için henüz bilinmeyen bir risk oluşturabileceği ayrıca 3D görsel hareketin 2D görüntülerden daha ciddi sorunlara neden olabileceği vurgulanmıştır<sup>32</sup>. Benzer amaçla gerçekleştirilen gözlemsel bir araştırmada; GUHH semptomlarını belirlemek için simülatör hastalık anketi 2D ve 3D filmlerin görüntülenmesinden önce ve sonra 497 sağlıklı yetişkine uygulanmıştır. 3D filmden sonra toplam katılımcının %54,8'i, 2D filmden sonra toplam katılımcının %14,1'i GUHH'na bağlı semptomlar bildirmiştir. 2D film görüntüleri izlendikten sonra semptomların başlangıç oranından 2 kat, 3D film izleme sonrası ise 8,8 kat daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonuçları 3D film izlemenin; cinsiyet, yaş, kişinin bildirdiği kaygı düzeyi, filme dalma ve filmi



izleme süresi açısından HH ve baş ağrısı şikâyetleri gibi önemli etkilerine işaret etmiştir. Özellikle görsel-vestibüler sistemi daha duyarlı olan kadınlarda 3D film izlemenin mide bulantısı, okülomotor ve oryantasyon bozukluğu semptomlarının derecesini artırabileceği belirtilmiştir. Ek olarak; seyirciler üzerindeki 3D görüntü etkilerine dair kesin kanıtlar elde etmek için izleyiciler üzerindeki klinik belirtilerin incelemesini içeren çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır<sup>56</sup>. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen başka bir çalışmada; yaşları 4 ile 82 arasında değişen 433 katılımcıya aynı film 2D ve stereoskopik 3D olarak izletilerek izleme deneyimlerinin çeşitli yönleri hakkında bireysel raporlar toplanmıştır. Çalışma sonuçları; izleyicilerin yaklaşık %14'ünün baş ağrısı ve göz yorgunluğu olmak üzere S3D'yi izlemekten kaynaklanan olumsuz etkiler yaşadığını göstermiştir. Kadınların stereoskopik 3D ile yan etkileri bildirme olasılığı erkeklerden biraz daha fazla bulunmuştur<sup>55</sup>.

10 sağlıklı bireyin dâhil edildiği stereoskopik 3D (mavi ışık oranı daha fazla) ve 2D video görüntülerinin GUHH'na etkilerini incelemek amacıyla yapılan bir diğer araştırmada; katılımcılara 79 cm mesafede olacak şekilde 42 inç bir ekranda araba yarışını içeren bir video oyunu oynatılmıştır. Elektrokardiyografi ve solunum parametreleri kullanılarak elde edilen veriler, 2D video izlemeye kıyasla 3D videonun çok daha yüksek bireysel GUHH değerleri oluşturduğunu ancak 2D ve 3D EKG ve solunum parametre değerlerinin önemli ölçüde farklı olmadığını ortaya koymuştur<sup>11</sup>. Bir sonraki yıl yapılan benzer bir çalışmada; 3D filmin HH'na ve film türüne bağlı etkileri Baranowski ve ark. (2016)<sup>60</sup> tarafından araştırılmıştır. Aksiyon, korku ve belgesel olmak üzere 3 dakika 21 saniyelik üç tür film serisi izletilmiştir. Korku filmlerinin aksiyon filmlerinden daha fazla uyarıya sebep olarak en yüksek oranda görsel rahatsızlık oluşturduğunu, aksiyon filmleri ise en yüksek odaklanma seviyesini ortaya çıkarmıştır. Aynı durum HH'na etkisi içinde geçerli bulunmuş ve 3D görüntüleri izlemenin 2D görüntüleri izlemekten daha fazla mide bulantısına neden olduğu bildirilmiştir. 3D filmin, film türüyle etkileşime giren karmaşık etkiler oluşturduğu sonucuna varılmış ve yönetmenlerin 3D film yapmayı planlarken bu etkileşimleri göz önünde bulundurması gerektiği tavsiye edilmiştir.

GUHH'nın görsel ve vestibüler uyarılar arasındaki çatışmadan kaynaklandığının varsayıldığı araştırmada; nişan alma oyunundan alınan hareketli ve hareketsiz video görüntüleri 15 katılımcıya ayrı ayrı izletilerek GUHH'na ve postural salınımına etkisi değerlendirilmiştir. Hareketsiz görüntülere kıyasla hareketli görüntülerin neden olduğu GUHH puanlarının anlamlı oranda daha yüksek bulunmuştur. Postural salınım ise her iki görüntüleme sırasında anterior-posterior ve medial-lateral yönde önemli ölçüde artmıştır<sup>41</sup>. Video projektör sistem kullanılarak HH'nın ve postural aktivitenin incelenmesi amacıyla 3 erkek ve 9 kadın katılımcı hareketli sanal bir ortamda 40 dakika süresince postural kontrolü etkileyen bir simülasyona maruz bırakılmıştır. HH'nın genel oranının % 42 olarak bulunduğu çalışmada; HH'nın başlangıcından önce hasta gruptaki katılımcıların sağlıklı gruba göre farklı hareketler sergilediği görülmüştür. Hareket görüntülerini içeren sanal bir ortam tarafından uyarılma sonucu postural aktivitedeki değişikliklerin HH'ndan önce görüldüğü ancak sanal ve gerçek hareket içeren ortamlara verilen tepkilerde farklılıklar olabileceği vurgulanmıştır. GUHH'nda görüntü içeriğiyle beraber ekran teknolojisinin de önemli olduğu belirtilmiştir<sup>58</sup>.

Kadın ve erkek katılımcılara stereoskopik bir ekranda düşük ve yüksek uyarıcı özelliklerine sahip iki ayrı 3D film sunulurken derin bakış yönteminin GUHH üzerindeki etkisi araştırılmıştır. 3D film sırasında GUHH şiddetinin, bakışın belirli bir noktaya

sabitlenerek azaltılabileceği ayrıca GUHH'nın tahmini için kalp atış hızındaki değişkenliğin güvenilir bir göster olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. 3D film izlerken bir noktaya odaklanarak bakış derinliğini arttıran katılımcıların daha az okülomotor belirtiler göstermesi sebebiyle bakış derinliğinin atırılmasının GUHH şiddetinin azaltılması açısından faydalı olduğu vurgulanmıştır<sup>61</sup>. Basit ve karmaşık sahnelerle 15, 30, 45 ve 60 dakika olmak üzere 4 farklı sürede kafaya takılarak kullanılan sanal gerçeklik görüntülerine maruz bırakılan 1000'den fazla katılımcıdan elde edilen HH verileri incelenmiştir. Katılımcıların %80'inden fazlası mide bulantısı, okülomotor rahatsızlık ve 24 saatten daha uzun süren oryantasyon bozukluğu yaşamıştır. Sanal gerçeklik görüntülerinin olumsuz etkileri nedeniyle çalışmayı erken sonlandıranların oranı %12,9 olarak bildirilirken, bu kişilerin %9,2'sinin kusma tepkisi gösterdiği ve tüm katılımcıların yalnızca %1,2'sinin gerçekten kusma durumuyla karşılaştığı rapor edilmiştir. Bu sonuçlar; sanal gerçeklik tasarımcılarının maruz kalma süresini sınırlayarak bu oranların azaltılabileceğini; cinsiyet ve geçmiş deneyim karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar ise sanal gerçekliğe maruz kalmaya bağlı olumsuz etkiler yaşayacak kişileri tespit etmenin ve bu kişileri uyarmanın mümkün olabileceğini göstermiştir<sup>62</sup>. Başka bir çalışmada; kafaya takılan ekran ile sanal gerçeklik videoları izlenirken yaşanan baş dönmesini azaltma yöntemleri araştırılmıştır. Araştırmada sanal gerçeklik ekranının kafa bandına monte edilmiş bir titreşim cihazı kullanılmıştır. Sonuç olarak; görüntüleme sırasında titreşimin neden olduğu dokunsal geri bildirim baş dönmesini azaltmaya yardımcı olabileceği ayrıca sanal gerçeklik videosu izlerken hissedilen baş dönmesinin görsel ve bilişsel deneyimler arasındaki tutarsızlıktan kaynaklandığı bulunmuştur<sup>43</sup>.

Felç ve omurilik yaralanmaları gibi durumlardan sonra rehabilitasyonda ve yaralı askerlerin güçlerini geri kazanmalarına yardımcı olmak için video oyunlarının kullanıldığı bilinmektedir<sup>63</sup>. Ayrıca sanal gerçeklik sistemleri, ağrı ve kaygı düzeylerini azaltma potansiyeli nedeniyle boyun rehabilitasyonu için potansiyel olarak etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir<sup>64</sup>. Ancak video oyunlarının eğitim, araştırma ve rehabilitasyon amacıyla kullanımı oyunların HH'na yol açması sebebiyle kullanıcılar arasında bir sorun oluşturmaktadır<sup>33</sup>. Boyun asemptomatik bireylerde bir rehabilitasyon aracı olarak boyuna takılan sanal gerçeklik cihazının kullanımının HH duyarlılığı ve şiddeti açısından incelenmiştir. Sanal gerçeklik izleme sırasında HH oranı %28, ortalama şiddeti 17,2 mm olarak bulunmuştur. Sonuçlar yüksek HH oranı ancak düşük bir HH şiddeti göstermiştir. Katılımcıların yaklaşık üçte birinde HH'nın ortaya çıktığını ancak bunların daha önce diğer cihazlar için bildirilenden daha az şiddette olduğu belirtilmiştir<sup>65</sup>. Başka bir çalışmada; kafaya takılan sanal gerçeklik ekranları kullanan bireylerin yaklaşık %80-95'inin HH yaşadığı ve %50'sinin katılımı sonlandıracak kadar şiddetli semptomlar gösterdiği bildirilmiştir<sup>66</sup>.

Sanal gerçeklik savaş simülatöründe yaşanan GUHH semptomlarının düzeyini araştırmak ve postural stabilite ölçümlerinin postural stabilitedeki değişikliklere karşı daha duyarlı hale getirilip getirilemeyeceğini araştırmak için, ölçümler sırasında katılımcıların yarısına yana doğru yuvarlanan geniş açısız bir görsel akış sunulmuştur. GUHH semptomları ve postural stabilitede düşük seviyede etki bulunurken, kafaya monte sanal gerçeklik ekranının neden olduğu baş ağrısı çoğu katılımcı için büyük bir endişe kaynağı olarak ifade edilmiştir. Postural stabilite ölçümleri sırasında görsel bir akışın sunulması daha yüksek postural instabilite seviyelerine yol açmış ancak postural stabilite ölçümlerinin hassasiyetini arttırmamıştır<sup>67</sup>.

Kafaya monte edilen görüntü sistemi aracılığıyla 50 dakikalık bir video oyunu oynamanın HH ile ilişki araştırılmıştır. HH yaşadığını bildiren katılımcı oranı oyunu ayakta oynayanlar için % 90, oturarak oynayanlar için ise % 59 olarak bulunmuştur. Video oyunu kullanıcıları arasındaki HH'nin oldukça yüksek oranlarda görüldüğü ve oturarak oyun sırasında HH'nin başlamasından önce hasta ve sağlıklı katılımcılar arasında kafa hareketlerinde önemli farklılıklar olduğu bu farklılıkların HH gelişme riski taşıyan kişileri uyarmak için kullanılabilmesi belirtilmiştir. Çalışma bulguları; konsol video oyun sistemlerinin kafaya takılan bir ekran aracılığıyla sunulduğu zaman HH neden olabileceğini ve HH oluşumunda postural instabilite kuramını desteklediğini göstermektedir<sup>68</sup>. Katılımcılarını çocukların ve yetişkin bireylerin oluşturduğu benzer bir çalışmada, konsol video oyununun HH ve postural aktivite üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Oyun sırasında baş ve gövdenin hareketi değerlendirilmiştir. HH oranı yetişkinlerde % 67 çocuklar da ise % 56 olarak bulunmuş ancak bu oranların istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuca bağlı olarak; konsol video oyunlarının çocuklarda HH'na neden olabileceği belirtilmiştir<sup>69</sup>.

Postural salınım ve HH semptomlarındaki artışlar sanal ortam teknolojilerini kullanmaya bağlanmaktadır<sup>46</sup>. Sanal teknoloji sistemlerini kullananların kullanım öncesi ve sonrası postural salınım değerlerinde farklılıklar olabileceği ve HH'na duyarlı olan bireyler ile duyarlı olmayan bireyler arasındaki postural aktivitede farklılıkların ortaya çıkabileceği ifade edilmiştir<sup>68-70</sup>. HH'nin bir göstergesi olarak postural instabiliteyi kullanan geçmişteki çalışmaların bulguları Chardonnet ve ark. (2017)<sup>71</sup>'nin çalışma sonuçlarıyla da desteklenmiş ve sanal gerçeklik uygulamasında GUHH'nin tahmin edilebilirliği açısından postural salınımın bir öngörü sağladığı ifade edilmiştir.

HH'nin hareketin kontrolünden etkilendiği bilinmektedir<sup>72</sup>. Bu bilgi doğrultusunda yapılan sanal gerçeklik çalışmalarında sanal ortamdaki hareketlerin kişi tarafından kontrol edildiği durumdaki HH etkileri incelenmiştir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada; her katılımcı çiftinin bir üyesinin sanal bir otomobil sürüş içeriğine sahip video oyunu oynatılarak ve oynanan oyun kaydının çiftin diğer üyesi tarafından ayrı bir oturumda görüntülenerek, tüm katılımcılar aynı görsel hareket uyaranlarına maruz bırakılmıştır. Sanal aracı kullanan katılımcıların (sürücüler) (%15), oyun kayıtlarını görüntüleyen katılımcılara (yolcular) (% 69) göre HH bildirme oranının daha düşük olduğu bulunmuştur. Baş ve gövde hareketiyle ilgili veriler sürücülerin yolculardan daha fazla hareket etme eğiliminde ve sürücülerin hareketlerinin yolcuların hareketlerinden daha tahmin edilebilir olduğunu ortaya koymuştur. HH'nin postural instabilite teorisinin öngörüsü ile tutarlı olarak, HH semptomlarının başlangıcından önce HH olan katılımcılar ile olmayanlar arasında hareketin farklı olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonuçları; kontrolün HH etiolojisinde önemli bir faktör olduğunu doğrulamış ve bu bulguyu sanal araçların kontrolüne kadar genişletmiştir<sup>70</sup>. Aynı amacı taşıyan benzer bir çalışmada katılımcılara bir video oyunu oynatılmıştır. Katılımcıların bazıları oyuncu konumunda oyunu kontrol ederken, diğerleri izleyici olarak oynanmış bir oyunun kaydını görüntülemiştir. HH'nin görülme oranı oyunculara % 22, izleyicilerde ise % 56 olarak bulunmuştur. Sonuçlar HH'nin uyaran hareketinin kontrolünden etkilenebileceğini göstermiştir<sup>33</sup>. Diğer araştırmacıların aksine Benzeroual ve Allison, (2013)<sup>14</sup> oyun kumandası kullanarak (pasif kontrol) stereoskopik 3D video oyunu oynayan kişiler ile baş ve gövdenin hareket ettirilmesiyle (aktif kontrol) oyun oynayan kişileri karşılaştırdıkları çalışmalarında; her iki oyun kontrolünün de HH'ni artırıcı bir etkisinin bulunmadığını rapor etmiştir. Farklı kontrol türlerinin HH'na duyarlılığına etkisi ve oyun sırasındaki postural aktivitenin farklı görüntü kontrollerinden nasıl etkileneceği

22 kadın, 14 erkek katılımcıya iPad 2 Apple marka tablet bir bilgisayarda oyun oynatılarak incelenmiştir. Katılımcılar oyunu tablet sabit olacak şekilde ve oyunu parmak uçlarıyla ekrana dokunarak ve tableti sağa sola hareket ettirerek iki farklı koşulda kontrol etmişlerdir. Oyun sonrası her iki oyun grubunda HH yaşandığı ve HH'nın genel oranının %31 olduğu bulunmuştur. Dokunma grubundakilerin %50 oranında, eğme grubundakilerin ise %11 oranında HH yaşadığı görülmüştür. HH'nın görülme sıklığı eğme grubuna kıyasla dokunma grubundakilerde anlamlı oranda yüksek bulunmuştur. HH'nın farklı hareket kontrolünün etkisi altında olduğu bu çalışma sonuçlarıyla desteklenmiştir<sup>50</sup>. Dört ayrı sanal gerçeklik görüntüleme sistemiyle (kafaya takılan ekran, masaüstü bilgisayar, projeksiyon ekranı ve sanal gerçeklik sineması ekranı) (aktif-pasif görüntüleme ve aydınlık-karanlık koşullarda) her birinde yaşanan HH semptomlarının yaygınlığı ve şiddeti değerlendirilmiştir. Bulgular, katılımcıların %60-70'inin dört sanal görüntüleme sisteminin kullanımından sonra semptomlarda bir artış yaşandığını ve kafaya takılan ekranda masaüstü (bulantı semptomları) ve sanal gerçeklik sineması izlemeye kıyasla daha yüksek semptomlar (mide bulantısı, okulomotor ve oryantasyon bozukluğu semptomları) bulunduğunu göstermiştir. Aydınlatma koşulunun hiçbir etkisi bulunmazken, hareket üzerinde pasif kontrolde aktif kontrole göre daha yüksek semptom seviyeleri rapor edilmiştir. Bu bulgularla birlikte en önemli sonucun katılımcılar arasındaki yüksek değişkenlik yani bireysel duyarlılık olduğu belirtilmiştir<sup>73</sup>.

HH'nın potansiyel bir göstergesi postural harekettir<sup>74</sup>. Oyun kontrolünde vücut hareketlerinin HH'yla doğrudan bağlantılı olduğu ve HH'nın postural instabilite kuramıyla uyumlu olduğu ifade edilmiştir. Tablet, telefon vb. mobil cihazların kişilerde HH sebep olabileceği onaylanmıştır<sup>50</sup>. Postürdeki değişikliklerin HH'ndan önce meydana geldiği ve bu değişikliklerin bir tahmin aracı olarak kullanılabilceği önerilmiştir<sup>69,75-77</sup>.

Stanney ve ark. (2020)<sup>78</sup> GUHH'da cinsiyet farklılığını 20 dakika boyunca sanal bir hız trenini içeren iki deneyde değerlendirmiştir. Gözbebekleri arası mesafe uyumsuzluğunun GUHH'ndaki cinsiyet farklılıklarının birinci nedeni olarak, GUHH'na duyarlılığın ise ikinci neden olarak tanımlandığı bulunmuştur. Gözbebekleri arası mesafesi sanal gerçeklik başlığına tam olarak sığmayan ve yüksek HH geçmişine sahip olan kadınların siber hastalığa daha çok yaşadığı ve HH yaşadıkdan sonraki 1 saat içinde tam olarak iyileşmedikleri görülmüştür. Kadınların gözbebekleri arası mesafesi sanal gerçeklik başlığına düzgün bir şekilde sığdırabildiklerinde erkeklere benzer bir şekilde siber hastalık yaşadıkları sanal gerçeklik görüntülerinin izlenmesinden hemen sonra yüksek oranda GUHH bildirdikleri ancak izledikten sonraki 1 saat içinde iyileştikleri belirtilmiştir. Sonuçlar; GUHH'ndaki cinsiyet farklılıklarının büyük ölçüde sanal gerçeklik ekranının kullanıcılarının gözbebekleri arasındaki mesafeye uygun olup olmamasına bağlı olabileceğini göstermektedir. Özellikle kadınlar arasında GUHH oranlarını azaltmak için bir gözbebeği arasındaki mesafenin ayarlanabilir aralığına sahip olacak şekilde sanal gerçeklik gözlüklerinin yeniden tasarlanması önerilmiştir. Sanal gerçeklik ekranının (Oculus Rift) HH ve cinsiyet farklılığına etkileri Munaf ve ark. (2017)<sup>15</sup> tarafından da incelenmiştir. Katılımcılar 15 dakikalık iki farklı sanal gerçeklik oyunundan birini oynamıştır. Kadınların erkeklerden daha fazla HH oranı bildirmiştir. Sanal gerçeklik ekranına maruz kalmadan önceki ve sonraki postural salınım her iki oyun içinde HH yaşayan ve yaşamayan katılımcılar arasında farklılık göstermiştir. Bu postural etkilerin HH'nın postural instabilite teorisini onayladığı vurgulanmıştır. Araştırma bulguları; sanal gerçeklik sistemleri

kullanıcılarının önemli derecede HH riski taşıdığını ve cinsiyet farklılığının HH'nı etkilediğini göstermiştir.

Yakın zamanda gerçekleştirilen bir araştırmada; vestibüler ve görsel bilgiler arasında artan düzeyde uyumsuzluğa neden olan bir sanal gerçeklik ortamına maruz bırakılan 14 sağlıklı bireyin beyin aktiviteleri incelenerek artan uyumsuzluk seviyeleri ile GUHH arasında doğrudan bir ilişki olduğu bulunmuştur. Çoğu beyin bölgesinde özellikle de vestibüler sinyallerin işlenmesi ve hareketin algılanmasıyla ilgili beyin alanlarında bilgi akışında genel bir düşüş görülmüştür. Ayrıca azaltılmış bilgi akışı mekanizmasının beyin çözülemeyen bir bilgi uyumsuzluğuna genel bir tepkisi olduğu, yüksek yoğunluklu GUHH yaşarken bilgi akışındaki azalmanın, bilgi alma, iletme ve işleme yeteneğinin azaldığı bir beyin durumunu temsil ettiği varsayılmıştır. Bununla birlikte, bir kişinin çelişkili bilgilerin neden olduğu duyuş çatışmaya maruz kalma süresinin artmasıyla GUHH'nın bireysel semptomlarının yoğunlaştığı belirtilmiştir<sup>42</sup>.

## SONUÇ

HH literatürüyle ilgili olarak; çalışmaların bir kısmı sanal gerçekliğin olumsuz etkilerinin tanımlanmasına ve şiddetinin belirlenmesine odaklanırken diğer bir kısmının HH'nın ortaya çıkardığı olumsuz etkileri azaltmak için yeni yöntemler bulmaya yöneldiği görülmüştür. Günlük yaşamın bir parçası haline gelen tablet bilgisayar, telefon, simülatör ve sanal gerçeklik cihazlarının kullanımındaki artışın GUHH oluşumunu ve etkilerini arttırdığı, bireyleri bedensel ve bilişsel problemlerle karşı karşıya bıraktığı, yaşam kalitesi ve iş verimliliğinde olumsuz etkiler oluşturduğu sonucuna varılmaktadır.

İncelenen bilimsel makaleler sonucunda; HH'nın etiyolojisinin ve oluşan olumsuz etkilerin ortadan kaldırılabilmesi için birçok kuram ve yöntem öne sürülse de araştırmacıların fikir birliğinde oldukları bir kuram ve yöntemin olmadığı söylenebilir. Araştırmacılar HH'nın yaş, cinsiyet, vücut hareketleri, teknolojik cihazların kullanımındaki kontrol türü ve postural kontroldeki dengesizlikler gibi pek çok farklı durumun etkisi altında olduğunu bildirmişlerdir. Bireylerin sanal gerçeklik sistemlerine ve görsel olarak kışkırtıcı diğer ortamlara verdikleri tepkilerde farklılıklar olabileceğini ve benzersiz semptomatolojik profillerle sonuçlanabileceği GUHH'na çoğunlukla kadınların erkeklerden daha duyarlı olduğu anlaşılmaktadır. Cinsiyet farklılıklarına katkıda bulunabilecek birçok bireysel faktör olduğundan en önemli etkenleri anlamak çözüm yöntemlerine odaklanmaya yardımcı olabilir. Sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanım alanlarının artması ve kişiler üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin önemi göz önüne alındığında GUHH oluşumuna bağlı kısıtlamaların anlaşılması giderek daha önemli olacaktır. HH oluşumunun erken bir aşamada tespit edilmesine yardımcı olmak için bulunacak etkili yöntemlerle sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştığı çoğu alanda güvenli kullanımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu anlamda; HH'nın ortaya çıkardığı olumsuz etkilerin anlaşılabilmesi ve en aza indirilebilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

1. Johnson DM. (2005). Introduction to and review of simulator sickness research. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. Research Report. 1-59.
2. Zhang LL., Wang JQ., Qi RR., Pan LL., Li M., Cai YL. (2016). Motion sickness: current knowledge and recent advance. *CNS Neuroscience & Therapeutics*. 22(1), 15-24.
3. Benson AJ. (1999). Motion sickness. İçinde: Nicholson AN., Rainford DS., Ernsting J. (editor). *Aviation medicine*. Butterworth Heinemann. Oxford, 455-471.
4. Kennedy RS., Frank LH. (1985). A review of motion sickness with special reference to simulator sickness, Tech Rep Navtraequipcen.1-45. Orlando. Florida
5. Reason JT., Brand JJ. (1975). Motion sickness. Academic Press. London. 83-310.
6. Bakwin H. (1949). Motion sickness in children. *The Journal of Pediatrics*. 35(3), 390-393.
7. Ebenholtz SM. (1992). Motion sickness and oculomotor systems in virtual environments. *Presence*. 1(3), 302-305.
8. Shupak A., Gordon CR. (2006). Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention and treatment. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 77(12),1213-1223.
9. Hettinger LJ., Riccio GE. (1992). Visually induced motion sickness in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1(3), 306-310.
10. Keshavarz B., Hecht H. (2012). Stereoscopic viewing enhances visually induced motion sickness but sound does not. *Presence*. 21(2), 213-228.
11. Kobayashi N., Yamazaki H., Ishikawa M., Momose Y. (2015). Effects of visual induced motion sickness of stereoscopic 3D interactive video, 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics. 664-65. Osaka. Japan
12. Nesbitt K., Davis S., Blackmore K., Nalivaiko E. (2017). Correlating reaction time and nausea measures with traditional measures of cybersickness. *Displays*. 48, 1-8.
13. Kennedy RS., Drexler J., Kennedy RC. (2010). Research in visually induced motion sickness. *Applied Ergonomics*. 41(4), 494-503.
14. Benzeroual K., Allison RB. (2013). Cyber (motion) sickness in active stereoscopic 3D gaming, International Conference on 3D Imaging. 1-7. Liege. Belgium
15. Munafo J., Diedrick M., Stoffregen TA. (2017). The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Experimental Brain Research*. 235(3), 889-901.
16. Zyda M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*. 38(9), 25-32.
17. Fitzgerald D., Foody J., Kelly D., Ward T., Markham C., McDonald J., Caulfield B. (2007). Development of a wearable motion capture suit and virtual reality biofeedback system for the instruction and analysis of sports rehabilitation exercises, 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 4870-4874. Lyon. France
18. Kiefer W., DiCesare C., Bonnette S., Kitchen K., Gadd B., Thomas S., Barber Foss KD., Myer GD., Riley MA., Silva P. (2017). Sport-specific virtual reality to identify profiles of anterior cruciate ligament injury risk during unanticipated cutting, 2017 International Conference on Virtual Rehabilitation. 1-8. Canada

19. Ginja GA. (2018). Applications of virtual reality in the practice of para-badminton, 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality. 230-232. Foz do Iguaçu. Brazil
20. Liu H., Z. Wang Z., Mousas C., Kao D. (2020). Virtual reality racket sports: virtual drills for exercise and training, In 2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). 566-576. Recife. Porto de Galinhas
21. Mahalil AM., Yusof N., Ibrahim. (2020). A literature review on the usage of Technology Acceptance Model for analysing a virtual reality's cycling sport applications with enhanced realism fidelity, 8th International Conference on Information Technology and Multimedia. 237-242. Selangor. Malaysia
22. Viirre E., Clark JB. (2017). Airsickness and space sickness. *Aeromedical Psychology*. 195-213.
23. Golding JF. (2006). Motion sickness susceptibility. *Autonomic Neuroscience*. 129,(1-2), 67-76.
24. Reason JT. (1970). Motion sickness: a special case of sensory rearrangement. *Advancement of Science*. 26(130), 386-393.
25. Kato K., Kitazaki S. (2006). A study for understanding carsickness based on the sensory conflict theory. *SAE Technical Paper*. 01-0096.
26. Wang XC., Shi ZH., Bian K., Zhang L., Xue JH., Yang GQ., Ge XS., Zhang ZM. (2014). The comparison of sensitivity of motion sickness between retinal degeneration fast mice and normal mice. *Journal of Comparative Physiology A*. 200(4), 327-332.
27. Benson AJ. (1999). Operational aviation medicine. In: Ernsting J., Nicholson AN., Rainford DJ. (editor). *Aviation medicine*. 3rd edition. Butterworths. London, 464.
28. Gianaros PJ., Muth ER., Mordkoff JT., Levine ME., Stern RM. (2001). A questionnaire for the assessment of the multiple dimensions of motion sickness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 72(2),115-119.
29. Golding JF., Gresty MA. (2013). Motion sickness and disorientation in vehicles. *Oxford testbook of vertigo and imbalance*. Oxford University Press. 293-305.
30. Owen N., Leadbetter AG., Yardley L. (1998). Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects. *Brain Research Bulletin*. 47(5), 471-474.
31. Bos JE. (2011). Nuancing the relationship between motion sickness and postural stability. *Displays*. 32(4), 189-193.
32. Bos JE., Ledegang WD., Lubeck AJA., Stins JF. (2013). Cinerama sickness and postural instability. *Ergonomics*. 56, 1430-1436.
33. Chen YC., Dong X., Chen FC., Stoffregen TA. (2012). Control of a virtual avatar influences postural activity and motion sickness. *Ecological Psychology*. 24(4), 279-299.
34. Stoffregen TA., Smart LJ. (1998). Postural instability precedes motion sickness. *Brain Research Bulletin*. 47(5), 437-448.
35. Brainard A., Gresham C. (2014). Prevention and treatment of motion sickness. *American Family Physician*. 90(1), 41-46.
36. Dobie T., McBride D., Dobie TJ., May J. (2001). The effects of age and sex on susceptibility to motion sickness. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 72(1), 13-20.
37. Lawther A., Griffin MJ. (1988). Motion sickness and motion characteristics of vessels at sea. *Ergonomics*. 31(10), 1373-1394.

38. Henriques IF., de Oliveira DWD., Oliveira-Ferreira F., Andrade PMO. (2014). Motion sickness prevalence in school children. *European Journal of Pediatrics*. 173(11), 1473-1482.
39. Irwin JA. (1881). The pathology of sea-sickness. *The Lancet*. 118(3039), 907-909.
40. Benson AJ. (1984). Motion sickness. In: Dix MR., Hood JD. (editor). *Vertigo*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester. England, 391-425.
41. Lubeck AJA., Bos JE., Stins JF. (2015). Motion in images is essential to cause motion sickness symptoms, but not to increase postural sway. *Displays*. 38, 55-61.
42. Nürnberger M., Klingner C., Witte OW., Brodoehl S. (2021). Mismatch of visual-vestibular information in virtual reality: is motion sickness part of the brains attempt to reduce the prediction error?. *Frontiers in Human Neuroscience*. 648(15),757-735.
43. Wei-Te T., Chen C-H. (2020). A haptic feedback device reduces dizziness in users watching a virtual reality video, In 2020 The 4th International Conference on Education and Multimedia Technology. 223-225. Japan.
44. Stoffregen TA., Riccio GE. (1988). An ecological theory of orientation and the vestibular system. *Psychological Review*. 95(1), 3-14.
45. Riccio GE., Stoffregen TA. (1991). An ecological theory of motion sickness and postural instability. *Ecological Psychology*. 3(3), 195-240.
46. Stoffregen TA. (2011). Motion sickness considered as a movement disorder. *Science & Motricité*. 74, 19-30.
47. Krueger M. (1992). *Artificial reality*. 2nd Edition. Addison-Wesley Publishing.
48. Stanney K., Salvendy G., Deisinger J., DiZio P., Ellis S., Ellison J., Fogleman G., Gallimore J., Singer M., Hettinger L., Kennedy R., Lackner J., Lawson B., Maida J., Mead A., Mon-Williams M., Newman D., Piantanida T., Reeves L., Riedel O., Stoffregen TA., Wann J., Welch R., Wilson J., Witmer B. (1998). After effects and sense of presence in virtual environments: formulation of a research and development agenda. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 10(2), 135-187.
49. Kennedy RS., Fowlkes JE., Lilienthal MG. (1993). Postural and performance changes following exposures to flight simulators. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 64, 912-920.
50. Stoffregen TA., Chen Y-C., Koslucher FC. (2014). Motion control, motion sickness, and the postural dynamics of mobile devices. *Experimental Brain Research*. 232(4), 1389-1397.
51. Vinson NG., Lapointe JF., Parush A., Roberts S. (2012). Cybersickness induced by desktop virtual reality, *Proceedings of the 2012 Graphics Interface Conference*. 69-75. Canada
52. Ujike H., Ukai K., Nihei K. (2008). Survey on motion sickness-like symptoms provoked by viewing a video movie during junior high school class. *Displays*. 29(2), 81-89.
53. Maino DM., Chase C. (2011). Asthenopia: a technology induced visual impairment. *Review of Optometry*. 148(6), 28-36.
54. Reason JT. (1978). Motion sickness adaptation: a neural mismatch model. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 71(11), 819-829.
55. Read JC., Bohr I. (2014). User experience while viewing stereoscopic 3D television. *Ergonomics*. 57(8),1140-1153.



56. Solimini AG. (2013). Are there side effects to watching 3D movies? A prospective crossover observational study on visually induced motion sickness. *PLoS One*. 8(2), e56160.
57. Bonato F., Bubka A., Palmisano SW., Phillip D., Moreno G. (2008). Vection change exacerbates simulator sickness in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 17(3), 283-292.
58. Villard SJ., Flanagan MB., Albanese GM., Stoffregen TA. (2008). Postural instability and motion sickness in a virtual moving room. *Human Factors*. 50(2), 332-345.
59. Yang SN., Schlieski T., Selmins B., Cooper SC., Doherty RA., Corriveau PJ., Sheedy JE. (2012). stereoscopic viewing and reported perceived immersion and symptoms. *optometry and vision science*. *Optometry and Vision Science*. 89(7), 1068-1080.
60. Baranowski AM., Keller K., Neumann J., Hecht H. (2016). Genre-dependent effects of 3D film on presence, motion sickness, and protagonist perception. *Displays*. 44, 53-59.
61. Wibirama S., Nugroha HA., Hamamotob K. (2018). Depth gaze and ECG based frequency dynamics during motion sickness in stereoscopic 3D movie. *Entertainment Computing*. 26, 117-127.
62. Stanney KM., Kingdon KS., Nahmens I., Kennedy RS. (2003). What to expect from immersive virtual environment exposure: influences of age, gender, body mass index, and past experience. *Human Factors*. 45(3), 504-520.
63. Murph D. (2007). Therapists, army using wii to rehabilitate patients. <https://www.engadget.com/2007-10-03-therapists-army-using-wii-to-rehabilitate-patients.html>. [Erişim tarihi: 03.01.2021]
64. Sharar SR., Miller W., Teeley A., Soltani M., Hoffman HG., Jensen MP., Patterson DR. (2008). Applications of virtual reality for pain management in burn-injured patients. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 8(11), 1667-1674.
65. Treleaven J., Battershill J., Cole D., Fadelli C., Freestone S., Lang K., Sarig-Bahat H. (2015). Simulator sickness incidence and susceptibility during neck motion-controlled virtual reality tasks. *Virtual Reality*. 19(3), 267-275.
66. Ling Y., Nefs HT., Brinkman W., Qu C., Heynderickx I. (2013) The relationship between individual characteristics and experienced presence. *Computers Human Behaviors*. 29(4), 1519-1530.
67. Oskarsson PA., Nählinder S. (2006). Evaluation of symptoms and effects of virtual reality based flight simulation and enhanced sensitivity of postural stability measueres, In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 2683-2687. Sage CA. Los Angeles
68. Merhi O., Faugloire E., Flanagan M., Stoffregen TA. (2007). Motion sickness, console video games, and head-mounted displays. *Human Factors*. 49(5), 920-934.
69. Chang CH., Pan WW., Tseng LY, Stoffregen TA. (2012). Postural activity and motion sickness during video game play in children and adults. *Experimental Brain Research*. 217(2), 299-309.
70. Dong X., Yoshida K., Stoffregen TA. (2011). Control of a virtual vehicle influences postural activity and motion sickness. *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 17(2), 128-138.
71. Chardonnet JR., Mirzaei MA, Mérienne F. (2017). Features of the postural sway signal as indicators to estimate and predict visually induced motion sickness in

- virtual reality. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 33(10), 771-785.
72. Rolnick A., Lubow R. (1991). Why is the driver rarely motion sick? The role of controllability in motion sickness. *Ergonomics*. 34(7), 867-879.
  73. Sharples S., Cobb S., Moody A., Wilson JR. (2008). Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays*. 29(2), 58-69.
  74. Teaford MA., Cook IVHE., Hassebrock JA., Thomas RD., Smart Jr LJ. (2020). Perceptual validation of nonlinear postural predictors of visually induced motion sickness. *Frontiers in Psychology*. 11, 1533.
  75. Palmisano S., Arcioni B., Stapley, PJ. (2018). Predicting vection and visuall induced motion sickness based on spontaneous postural activity. *Experimental Brain Research*. 236(1), 315-329.
  76. Smart LJ., Otten EW., Stoffregen TA. (2007). It's turtles all the way down: a comparative analysis of visually induced motion sickness. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 51(27), 1631-1634.
  77. Yokota Y., Aoki M., Mizuta K., Ito Y., Isu N. (2005). Motion sickness susceptibility associated with visually induced postural instability and cardiac autonomic responses in healthy subjects. *Acta Otolaryngol*. 125(3), 280-285.
  78. Stanney K., Fidopiastis C., Foster L. (2020). Virtual reality is sexist: but it does not have to be. *Frontiers in Robotics and AI*. 7, 4.



## **MİKRO ELEKTROMEKANİK SİSTEMLERİN SPORDA KULLANIMI**

## **USE OF MICRO ELECTROMECHANICAL SYSTEMS IN SPORTS**

Gönderilen Tarih: 19/11/2021  
Kabul Edilen Tarih: 15/03/2022

**Zeki AKYILDIZ**

Gazi Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor ABD, Doktora Öğrencisi

Orcid: 0000-0002-1743-5989

**Ceren SUVEREN ERDOĞAN**

Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye

Orcid: 0000-0002-2698-1500

## Mikro Elektromekanik Sistemlerin Sporda Kullanımı

### ÖZ

Global pozisyon sistemi (GPS) ve atalet sensörleri hem müsabaka hem de antrenman sırasında sporcuların hareket modellerini değerlendirmek ve antrenman yüklerini görüntülemek için spor performansında yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Bu sistemden elde edilen veriler hem müsabakaların hem de bireysel antrenmanların taleplerini daha iyi anlamak için kullanılabilir. Müsabakaların artan yoğun temposuyla birlikte sporcuların şartlara daha da iyi hazırlanabilmesi için antrenman bilimindeki teknolojik gelişmeler de beraberinde devam etmektedir. Spor bilimi dünyasında kullanılan mikro elektromekanik sistemler (MEMS) de bu ihtiyacın bir ürünüdür. Sporcuların zorlu müsabaka şartlarına hazırlanabilmesi için antrenman ortamında ve müsabaka ortamındaki stresör faktörlerinin gözlemlenebilmesi oldukça önemlidir. MEMS kullanarak spor bilimciler ve antrenörler müsabakalarda ve antrenmanlar da oluşan aşırı antrenman yüklerini gözlemleyip, sporcularını daha objektif verilere dayanarak takip edebilmektedir. MEMS sadece aşırı antrenman yüklerinin değil aynı zamanda sporculardaki bireysel farklılıkları da gözlemleyip yetersiz antrenman yüklerinin takibini yapabilmemize de olanak tanımaktadır. MEMS aracılığıyla sporcuların doğru gözlemlenmesi sayesinde sakatlıklardan koruyarak optimum performans elde edebilmektedir. Sporcuların antrenmanlarını objektif verilere dönüştürmek için son yıllarda oldukça popüler olarak kullanılan MEMS spor bilimi açısından büyük öneme sahiptir. Bu derlemenin amacı; spor bilimciler ve antrenörler için MEMS ile ilgili teorideki bilgilerin araştırılıp uygulanabilir bilgiler halinde okuyucularla buluşturulmasıdır.

**Anahtar Kelimeler** GPS, atalet sensörleri, MEMS, antrenman yükü

## Use of Micro Electromechanical Systems in Sports

### ABSTRACT

The global positioning system (GPS) and inertial sensors are a widely used technology in sports performance to evaluate athletes' movement patterns and monitor training loads, both during competition and training. The data obtained from this system can be used to better understand the demands of both competitions and individual training. With the increasing speed of the competitions, technological developments in training science continue with it in order to better prepare the athletes for the conditions micro electromechanical systems, which is used in the world of sports science, is a product of this need. In order for athletes to be prepared for challenging competition conditions, it is very important to be able to observe the stressor factors in the training environment and the competition environment. By using MEMS, sports scientists and trainers can observe extreme training loads in competitions and trainings, and follow their athletes based on more objective data. MEMS allows us to monitor not only excessive training loads but also individual differences in athletes and follow up insufficient training loads. Thanks to the correct observation of the athletes through MEMS, it can achieve optimum performance by protecting them from injuries. MEMS, which has been widely used in recent years to transform the training of athletes into objective data, is of great importance in sports science. The aim of this review is; To research the information in theory about MEMS for sports scientists and coaches and to bring them together with the readers as applicable information.

**Key Words:** GPS, Inertial Sensors, MEMS, Training Load

## GİRİŞ

Modern spor dünyasındaki gelişmelerle birlikte, müsabakaların temposu ve müsabaka içindeki yoğunluk düzeyi de artmıştır<sup>1,2</sup>. Oyun temposundaki bu artış oyuncuların daha fazla performans sergilemelerine neden olmaktadır<sup>3</sup>. Antrenmanlarda sporcular üzerinde oluşan tüm stresörlere antrenmanda oluşturulan doz denilmektedir<sup>4</sup> ve oluşan bu dozlar sonucunda meydana gelen fizyolojik cevaplar (iç antrenman yükü), kinematik cevaplar (dış antrenman yükü) antrenmanların temel prensipleri arasındadır<sup>4-7</sup>. Modern spor dünyasındaki performans taleplerinin artması, spor bilimcileri ve antrenörleri doz-yanıt ilişkisini dengede tutmak için antrenman yükünü, objektif olarak kanıta dayalı karar verme yöntemiyle kontrol etmeye sevk etmiştir<sup>4,5</sup>. Büyük çaplı değişimlere yanıt olarak, performansı en üst düzeye çıkarmak ve sakatlığı en aza indirmek için aynı zamanda antrenman ve maç sırasında oyuncuya yüklenen stresi anlamak amacıyla oyuncuların antrenman yüklerinin genel olarak izlenmesine daha fazla odaklanılmıştır<sup>8,9</sup>.

Spor bilimciler, atletik performans koçları ve antrenörler sporcuları yeterli şekilde hazırlamak için aşırı yorgunluğa neden olabilecek ve sakatlık riskini artıracak uygun olmayan yüksek antrenman yüklerinden kaçınılmaktadırlar<sup>4,7,10,11</sup>. Uygun doz-yanıt ilişkisini (hacim ve yoğunluk) belirlemek karmaşık bir görev olabilir<sup>12</sup> ancak GPS gibi modern teknolojilerin geliştirilmesi ile bu görev önemli ölçüde kolaylaştırılmıştır<sup>3-6,9,11,13</sup>. Bu ekipmanlar spor bilimcilerin ve antrenörlerin oyunculara ait müsabakalardan ve antrenmanlardan objektif veriler elde etmesine imkan tanımaktadır<sup>5,9,13</sup>. Giyilebilir teknoloji olarak belirtilen MEMS içerisinde ivme ölçerler ve kalp atış hızı izleme sensörleri gibi sensör verilerini de kullanıcılara sunmaktadır<sup>3,6</sup>. Bu derlemenin amacı ise literatürde MEMS'lerin genel kullanım bilgilerini, avantajlarını, dezavantajlarını, kullanım esnasında karşılaşılabilecek zorlukları ve kullanımdaki pratik yönlerini uygulayıcılara aktarmaktır.

### **MEMS İçerisindeki GPS Destekli Teknoloji**

Global pozisyon sistemi takip cihazlarının konum ve zaman bilgilerini sağlayan bir uydu navigasyon ağıdır. Sistem ilk olarak ABD Savunma Bakanlığı tarafından 1970'lerin başında askeri kullanım için geliştirilmiş, daha sonrasında (1980'lerde) sivilin kullanımına sunulmuştur<sup>6,14,15</sup>. Günümüzde GPS destekli cihazlar 50'ye yakın alanda kullanıcılara hizmet vermektedir. GPS teknolojisi genel olarak; havacılık, deniz, tarım, bilim, haritacılık, askeri, finansal servisler, telekomünikasyon, ağır vasıta yönlendirme, karayolu taşımacılığı, hayvan takibi, sanat eserlerinin güvenliğinin sağlanması, deniz ve kara avlanması, robotik alanlar, acil yardımlarda, hava durumu, nesli tükenmekte olan türlerin takibi, astronomi ve depremlerin tespitinde kullanılmaktadır<sup>16</sup>.

GPS ünitelerinin temel çalışma prensibi, iletilen bir sinyali almak için geçen süreye göre her bir uyduya olan mesafeyi hesaplamak ve bunun sonucu olarak kullanıcının konumu kesin olarak belirlemek şeklindedir<sup>9,17</sup>. GPS uyduları ve yeryüzündeki GPS sinyal alışverişini sağlayan sensörlerin saniye içerisinde kurdukları bu bağlantı miktarı heartz (Hz) birimiyle ölçülmektedir. GPS sensörleri için oldukça büyük öneme sahip olan bu Hz miktarı alınan verilerin kalitesini doğrudan etkilediği çalışmalarda belirtilmektedir<sup>5,18,19</sup>. GPS uyduları Dünya'nın yörüngesinde hareket ederek, sinyalin geçiş süresini belirlemek için GPS alıcılara atomik saatlerden kesin zaman bilgileri göndermektedir<sup>5,6,17</sup>.

Başlangıçta askeri amaçlar için geliştirilen bu sistem artık sporcu takibi ve yük miktarının belirlenmesi de dahil olmak üzere çok daha geniş bir uygulama alanına sahiptir<sup>7,8,10,11</sup>. MEMS içerisinde bulunan GPS destekli veriler artık her düzeyde bireysel ve takım sporlarında yaygın olarak kullanılmaktadır<sup>1,2,4</sup>. MEMS sporcunun oyun formasının veya özel olarak tasarlanmış yeğinin içine giyilebilen, genellikle üst sırtta bulunan küçük bir mikro sensör alıcısından oluşmaktadır<sup>3,4,6,12,15,20</sup>. Sporda mikroteknolojinin gelişmesi, üç eksenli ivme ölçerler, manyetometreler ve jiroskoplar gibi GPS cihazlarına diğer mikro atalet sensörlerinin entegrasyonuna yol açmıştır. Entegrasyonun sonrasında ise topluca MEMS olarak adlandırılmışlardır<sup>3,4,6,11,13</sup>. MEMS içerisinde bulunan GPS destekli veriler uydu bağlantısı olan bir teknolojidir ve MEMS içerisindeki diğer teknolojilerle kavram kargaşası yaşanmamalıdır. Triaksiyel ivme ölçerler GPS ünitelerine entegre çalışabilen, 3 farklı düzlemde (x, y ve z) hız değişikliklerini tespit etmemize yarayan ekipmanlardır. Jiroskoplar ve manyetometreler ise GPS ünitelerinin yönünün belirlenmesine yardımcı olmakta ve hızlanma yönü hakkında bilgi sağlanmaktadır<sup>4-6,12,15,21,22</sup>. Böylece, MEMS teknolojisi, spor bilimciler ve antrenörlere sporcu antrenman yükünü ve aktivite profilini değerlendirmek için kullanılacak çok çeşitli veriler sağlarlar<sup>4-6,9,11-13</sup>.

Sporda MEMS kullanımı, spor bilimciler ve antrenörler tarafından antrenman programlarını değerlendirmelerini ve araştırmacıların araştırma sorularını uygulamalı olarak daha iyi araştırmasını sağlamaktadır<sup>5</sup>. Sporda MEMS kullanımı üzerine yazılan ilk makale<sup>23</sup> 2001 yılında yayımlanmış ve MEMS sporcuların metabolik ölçümlerini araştırmak için kullanılmıştır<sup>5</sup>. James Malone ve ark. (2017)<sup>5</sup> MEMS kullanımıyla ilgili yaptıkları bir araştırmada 2001 yılından 2015 yılına kadar hakemli araştırma yayınlarının sayısının katlanarak arttığını bildirmektedir (Şekil 1)<sup>5</sup>.

Uydu sinyallerine bağlı teknolojilerin gelişimi, MEMS'lerin spor bilimciler ve antrenörlere çok çeşitli değişkenler hakkında son derece yararlı bilgiler vermesini sağlamaktadır<sup>4-6,12,15,21,22</sup>. Uydu sinyallerine bağımlı olan GPS değişkenlerinin doğruluğu ve güvenilirliği antrenmanın ya da müsabakanın yapıldığı alanlardan etkilenebilmektedir<sup>5,6</sup>. Sportif etkinliklerin yapıldığı alanların yüksek binaların etrafında olması, havanın bulutlu olması ya da kullanıcıların sinyalleri olumsuz etkileyebilecek elektronik aygıtları ve metal eşyalarını kullanım esnasında yanlarında bulundurmaları GPS uydu bağlantısı esnasında veri akışını olumsuz yönde etkileyebilmektedir<sup>24</sup>. Bu nedenle spor bilimcilerin ve antrenörlerin bu sistemleri kullanırken oluşabilecek aksaklıkları fark edebilmeleri açısından, bu bilgiden haberdar olmaları ve verilerin değerlendirilmesi aşamasında içinde buldukları çevresel şartları göz önünde bulundurmaları gerekmektedir<sup>5,6,12</sup>. Özellikle kapalı antrenman alanlarında antrenman yapılırken uydu sinyali alınamayabilir<sup>25</sup>. Bu tür durumlarda spor bilimciler ve antrenörlerin ivmeölçer bileşeni kullanılarak üretilen verilere erişmeleri mümkün olabilmektedir<sup>25</sup>.

MEMS'lerden elde edilen veriler spor bilimciler ve antrenörlerin antrenmanlarını planlarken daha doğru adımlarla yol haritası çizmelerini sağlayacağı düşünülmektedir ve bu cihazlardan elde edilen birçok yol gösterici parametre mevcuttur<sup>4-6,11-13,15,17,22,26</sup>. Yaygın olarak MEMS'lerden elde edilen veriler Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo.1.** Yaygın olarak GPS cihazlarından elde edilen veri örnekleri

Değişken	Tanım	Ölçüm Birimleri	Referanslar
Toplam Kat Edilen Mesafe	Müsabakada ya da antrenmanda toplam kat edilen mesafe	Kilometre ya da metre	(4,6,9,12,13)
Yüksek Hızlarda Kat Edilen Mesafe	Hız eşiğinin üzerinde kat edilen toplam mesafe	Kilometre ya da metre Toplam Mesafenin yüzdesi	(4,6,9,12,13)
Çalışma Oranı	Toplam mesafenin zamana bölünmesi	Dakika başına metre(m.min <sup>-1</sup> )	(4,6,9,12,13)
İvmelenme	Hız Değişim Ölçümü (m.s <sup>-2</sup> )	İvme Sayısı	(4,6,9,12,13)
Yavaşlama	Hız Değişim Ölçümü (m.s <sup>-2</sup> )	Yavaşlama sayısı	(4,6,9,12,13)
Sprint	Belirli bir hız bölgesinin üzerindeki aktivitelerin sayısı ve süresi	Sprint sayısı ya da bölgede harcanan mesafe	(4,6,9,12,13)
Maksimum Hız	Sporcu tarafından elde edilen en yüksek koşu hızı	Kilometre/saat (km.h <sup>-1</sup> ) ya da metre/saniye(m.s. <sup>-1</sup> )	(4,6,9,12,13)
Çarpışma	Fiziksel temas	Yerçekimi kuvveti kullanılarak önceden tanımlanmış bölgelerde temas sayısı ve "g" kuvveti ölçümleri.	(4,6,9,12,13)
Metabolik Yük	Etkinliği tamamlamak için toplam enerji harcaması	Relatif kilogram başına kilojul(kJ.kg <sup>-1</sup> ) ya da absolüt (kJ)	(6,9,13)
Ortalama Metabolik Güç	Enerjinin saniyede harcanma hızı	Kilogram başına Watt(W.kg. <sup>-1</sup> )	(6,9,13)
Yüksek Metabolik Yük mesafesi	Önceden tanımlanmış bölgede ölçülen "zorlu çalışma" mesafesi (yüksek hızlı koşu, hızlanma ve yavaşlamaları içerir)	Metre	(6,9,13)
Body Load (GpSports)	İvme verilerinin toplam hacmi ve yoğunluğundan türetilmiş veriler	Arbitrary üniteler (AU)	(6,9,13)

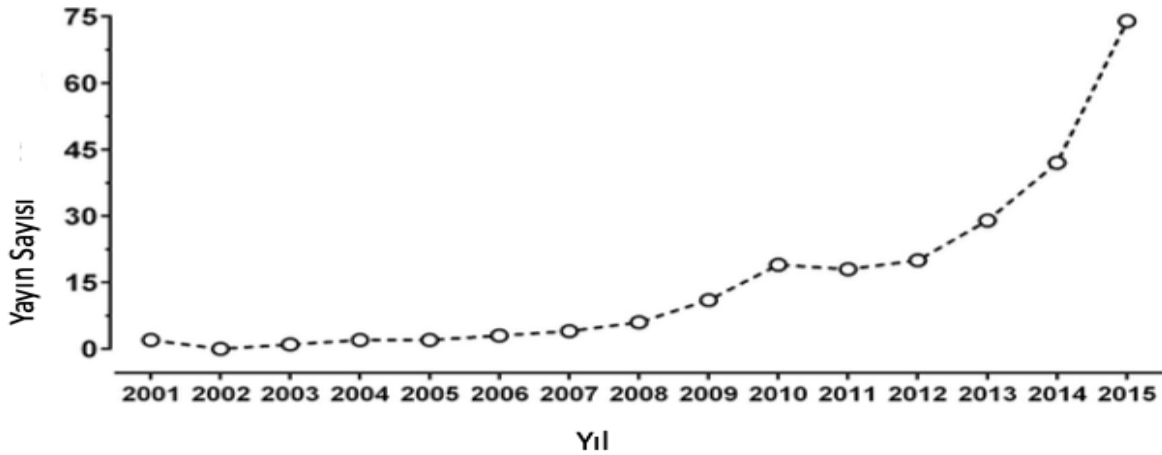
Player Load (Catapult Sports)	İvme verilerinin toplam hacmi ve yoğunluğundan türetilmiş veriler	Arbitrary üniteler (AU)	(4,6,9,12,13)
Koşu simetrisi	3 yönden her birinde 100 Hz'de örneklenen ivme ölçer verilerini kullanarak adım dengesi, sol ve sağ ayaklar için her adım üzerindeki ortalama tepe etkisi olarak tanımlanır.	Sol ve sağ ayak vuruşları arasındaki fark (%)	(6,9,13)

Bu ekipmanlar dünyadaki birçok spor branşı tarafından geniş ölçüde kullanılmaktadır. Yoğun olarak açık alanlarda yapılan takım sporlarında kullanımları mevcut olmasına karşılık kapalı alanda yapılan takım sporlarında da kullanım gösterilmektedir.

MEMS'ler AFL, Rugby, Futbol, Kriket, Hokey, Netbal, Lakrose, Basketbol ve Amerikan futbolu gibi çeşitli branşlarda kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar spor takımlarında hem antrenmanlarında hemde müsabakalarında düzenli olarak sakatlığı önlemek, sakatlık sonrası sahaya dönüşü sağlamak, fiziksel performansları takip etmek ve antrenmanlara çeşitli müdahalelere bulunmak için spor bilimciler, kuvvet kondisyon koçları ve sağlık sorumlusu ekip departmanları tarafından kullanılmaktadır.







Şekil 1. Literatürdeki makalelerde MEMS kullanımının yıllara göre artış grafiği<sup>5</sup>

### MEMS İçerisindeki Atalet Sensörleri

Sportif aktivitelerde kullanılan MEMS'ler kendi içerisinde atalet sensörlerine sahiptir<sup>6</sup>. Sporda yapılan araştırmaların çoğu, atalet sensörlerini göz ardı ederek MEMS içerisinde bulunan ve uydu sinyalleri ile toplanan verileri baz almaktadır<sup>3,14</sup>. Bu veriler toplam kat edilen mesafe ve yüksek hızlarda kat edilen mesafeleri sporculardaki dış antrenman yükü miktarını belirleyebilmek için kullanılmaktadırlar<sup>5,6,11,25</sup>. Atalet sensörleri (100 Hz) ise, GPS sinyallerinden elde edilen veriler (5-20 Hz) ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir frekansta örneklenir<sup>5,6,14,15</sup>. Atalet ölçüm birimleri (AÖB), uydu bağlantısı gerektirmediği için iç mekanlarda kullanılabilme avantajına sahiptirler<sup>6,14,15</sup>. GPS teknolojisinin mevcut sınırlamaları uydu bağlantısı sebebiyle, yalnızca açık alanda yapılan aktiviteleri izleyebilmesi ve direnç antrenmanlarıyla ilgili egzersizleri izleyememesi şeklindedir<sup>5,6,14,15</sup>. Ancak cihazlarında bulunan AÖB'lar aracılığıyla kaydedilen parametreler, GPS ünitelerinden elde edilen parametrelere göre daha az sayıda çalışma da incelemiştir<sup>4-6,13,21,25</sup>. Bu nedenle GPS sinyalleriyle alınan veriler sınırlı çalışma prensiplerine sahip olmasına rağmen atalet sensörleri üzerinde yapılan çalışmaların azlığı GPS verilerinin kullanımının daha yaygın olmasına sebep olmaktadır<sup>2,3,27,4-6,9,12,13,15,17</sup>.

Atalet sensörleri ile entegre bulunan jiroskoplar oyuncuların vücut konumlarını, yer küreye olan açılarını ve hızlanama esnasında oluşan ivmenin yönünün tespit edilmesi için kullanılmaktadır<sup>13</sup>. Spor bilimi dünyasındaki kapalı alanlarda ve açık alanlarda oynanan sporların çok yönlülüğü alınan verilerin yönlerinin ayrıştırılarak sporun gerektirdiği yönlerdeki hareket kalıplarının incelenerek daha özel analiz yapmaya spor bilimcileri sevk etmiştir. Bu duruma örnek olarak yatay eksek de oynanan futbolda oluşan hareket miktarlarının daha çok dikey de oynanan basketbola göre farklılık göstereceği aşikardır bu nedenle jiroskoplardan alınan yön tayinine göre farklı açılardaki oyun yapıları incelenerek branşa özgü analizler mümkün kılınmaktadır<sup>12,13,25,26</sup>.

İvmeölçerlerden türetilen antrenman yükü ölçüleri (sporcuların yorgunluğunun gözlemlendiği parametreler) farklı üreticiler arasında değişkenlik gösterebilmektedir ve en yaygın olanları PlayerLoad™ (Catapult Sports)<sup>4,5,22</sup> ve Body Load™(GPSports)<sup>4,5</sup>'dur. Bu cihazların yaptığı ölçümlerden elde edilen vektör büyüklüğü ivmeölçer verileri

yani mekanik yükün ölçümü için 3 vektörün (x-, y- ve z-ekseni) her birinde ani hızlanma değişimine dayanan veriler, egzersiz yoğunluğunun hem iç hem de dış antrenman yükü ölçümlerindeki değişikliklere duyarlıdır. <sup>14,26</sup> AÖB'ler antrenman yüklerinin sonucu olarak ortaya çıkan akut <sup>18,28,29</sup> ve kronik <sup>30,31</sup> yorgunlukları belirleyerek, antrenmanlarda planlama yapılabilmesine olanak tanımaktadır <sup>4,5,11-13</sup>. Her iki ivme ölçerin yük ölçüsü, kabul edilebilir seviyeler (Coefficient of variation <5%) arasındadır ve birim içi güvenilirlik göstermiştir <sup>22,32</sup>. Bununla birlikte, ölçüt referanslı bir ivmeölçer ile karşılaştırıldığında mutlak hızlanma büyüklüğünü (m/s<sup>2</sup>) ölçerken dikkatli olunması gerekmektedir. Çünkü ölçümler esnasında verilerde minör değişimler olabileceği belirtilmiştir <sup>32</sup>.

### **MEMS'lerin Güvenilirlik ve Geçerliliği**

Her elektronik cihazda olduğu gibi MEMS, birçok farklı firma tarafından üretilmektedir. Bu firmaların ürettikleri cihazlar birbirinden farklı işlemciler, veri işleme algoritmalarına filtreleme yöntemlerine ve çeşitli örnekleme hızlarına sahip olmaları sebebiyle değişik özellikler göstermektedirler. Literatürde farklı ünitelerin karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Toplam kat edilen mesafelerin gerçek mesafe ve GPS desteğiyle elde edilen verilerde % 4.8 sapma payının olduğu yapılan çalışmada bildirilmiştir <sup>19,33</sup>. 10 Hz ve 15 Hz GPS verilerini inceleyen bir diğer çalışmada da <sup>34</sup> 15 Hz MEMS'lerin GPS ölçüm hata miktarlarının daha düşük olduğu rapor edilmiştir. MEMS'lerdeki GPS bağlantılarında ölçümlerin sapma payının oldukça yüksek olduğu hareket kalıpları düz koşullara göre ani yön değiştirmelerin dar alanlarda yapıldığı hareket kalıplarıdır <sup>19,35</sup>. GPS bağlantılarındaki ölçümlerin hata payını ani yön değiştirmelerin ve kısa mesafelerde dönüşlerin olduğu hareket kalıplarında inceleyen çalışmada <sup>36</sup> 10 Hz MEMS ölçüm hatalarının kriter ölçüye oranla  $0.31 \pm 0.55$  metre olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın aksi yönünde ani yön değiştirmelerin kısa mesafeler içerisinde yapıldığı bir diğer çalışmada ise <sup>37</sup> 10 Hz MEMS'lerin geçerli ve güvenilir veriler sunduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmadaki durum okuyuculara sadece GPS veri frekansının değil kullanılan yazılımsal düzenlemelerin de veri kalitesi ve ölçüm hata miktarlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Ölçüm hata miktarlarının 10 Hz ve 15 Hz MEMS'lerin karşılaştırıldığı çalışmada <sup>38</sup> 15 Hz ünitelerin 10 Hz MEMS'lere göre daha doğru ve hata miktarının düşük olduğu veriler sunduğu rapor edilmiştir.

MEMS'lerdeki markalar/ modeller arasındaki bu veri işleme farklılıkları nedeniyle her bir marka / model için ölçümlerin geçerliliğinin ve güvenilirliğinin belirlenmesi esas unsurlardan biridir <sup>5,11,19</sup>. Çünkü kullanıcıların bir çoğu MEMS tarafından toplanılan ve raporlanan verilerin marka ve modeller arasındaki veri işleme farklılıklarından nasıl etkilenebileceği hakkında fikir sahibi olmayabilir <sup>4-6,19</sup>. MEMS sporcuların müsabaka ve antrenmanlardaki verilerini gerçek zamanlı ve aynı zamanda aktivitelerin bitiminde analiz etmemize olanak sağlamaktadır <sup>39-42</sup>. Fakat MEMS yazılıma gönderdiği ya da aktardığı verileri işleyen ürün yazımlarındaki verilerde kayıplar ve hata oranları ortaya çıkabilmektedir <sup>39-42</sup>. Spor bilimciler ve antrenörler MEMS'lerin geçerliliği ve güvenilirliğinin sorgulanmasıyla birlikte yazılımsal doğrulukları da daha doğru veriler elde etmek için sorgulanması gerektiği düşünülmektedir <sup>39,41,42</sup>.

Sporcu takip teknolojisi mikroişlemciler, veri işleme ve yazılımlardaki yeniliklere paralel olarak sürekli gelişmektedir <sup>4,5,13</sup>. Her cihaz ve güncelleme MEMS üreten firmalar tarafından gerçekleştirildiği için araştırmacılar bağımsız geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yürütmektedirler <sup>4-6</sup>. MEMS'lerin geçerliliğini ve güvenilirliğini araştıran çalışmaları yayınlamak için harcanan efor fazla ve yayınlanması için gereken süre

uzun olabilmektedir. Bu nedenle genellikle sportif alanlarda bu cihazların kullanımı, MEMS ölçüm hassasiyetleri hakkında firmalardan bağımsız bilgiler sunan geçerlilik güvenilirlik çalışmaları yapılmadan başlamaktadır<sup>6</sup>.

MEMS'lerin ölçüm geçerliliği ve güvenilirliğinin yapılan son çalışmalarda iyileştiği görülmektedir<sup>19</sup>. Ölçüm hassasiyetinin artan örnekleme hızı ile iyileştiği ve düşük hızlarda daha az yön değişikliği ile tamamlanan aktivitelerde daha iyi olduğu, Johnson ve ark. 2014 yılında yapmış oldukları çalışmalarında görülmektedir<sup>38</sup>. Yine bu çalışmada, 10-Hz MEMS 15-Hz MEMS'ten üstün olduğu belirtilmektedir. 10 Hz MEMS ham yani "gerçek" verileri direkt olarak iletirken, 15 Hz MEMS, örnekleme olmayan enterpolasyonlu yani referans veriler sayesinde elde edilen verileri iletmektedir. Johnson ve ark. (2014)<sup>38</sup> çalışmalarına göre ham verilerin, enterpolasyonlu verilere yani referans alınarak oluşturulan verilere göre daha tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Tutarsızlıkların giderilebilmesi ve daha radikal sonuçlara ulaşılabilmesi amacıyla yüksek örnekleme frekansına sahip MEMS kullanarak daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Ancak kullanılan işlemcilerin ve cihazların gövde üzerlerindeki konumlarının da MEMS'lerden elde edilen verileri etkileyebileceği, tek başına örnekleme hızının MEMS verilerinin kalitesini artırmayacağı unutulmamalıdır<sup>4,6,15,38</sup>.

MEMS, sporcuların hızlarını ve kat ettikleri mesafeyi farklı yöntemler (Doppler-kayıdırma veya konumsal farklılaşma) kullanılarak hesaplayabilmektedir.<sup>5,6</sup> Ancak konum bilgilerinin doğruluğu, birden fazla MEMS ile GPS uydularının arasındaki mesafeyi belirlemek için tek başına yeterli değildir<sup>6,9</sup>. Aynı zamanda, aynı marka ve modeldeki MEMS birbirinden farklı sonuçlar verebilmektedir<sup>6,9,18,32,43</sup>. Buna göre, hız ve mesafe ölçümleri bağımsız olarak ve kombinasyon halinde geçerlilik ve güvenilirlik gerektirir (örneğin, belirli hızlarda kat edilen mesafe)<sup>3,6,9</sup>. Bazı çalışmalar, önce cihazlar ve daha sonra da sporcular arasındaki mesafeyi belirlemek için enlem ve boylam ölçülerini kullanmışlardır<sup>3,6,9,18,19,22,26,38,44</sup>. Enlem ve boylamların kullanılabilmesi de konum ölçülerinin özel olarak doğrulanmasını gerektirmektedir<sup>33,45</sup>. Bu nedenle araştırmacılar MEMS ile ilgili çalışmalarında doğru sonuca ulaşabilmek için, kullanacak oldukları cihazların geçerlilik ve güvenilirliğine mutlaka erişim sağlamalıdır<sup>4-6,19</sup>. Bu çalışmaların pratikte incelenen aynı metrikleri (yani hızlar, mesafe vb.) raporlaması da önemlidir<sup>4-6,19</sup>.

Farklı MEMS modellerinde üniteler arasındaki güvenilirlik değerleri için yüksek hata oranları bildirilmiştir<sup>5,18,19,44,46-48</sup>. Bir sporcu tarafından aynı periyot içerisinde yarışma, antrenman vb) farklı cihazlar giyildiğinde, bu durum pratikte verilerin anlamlı yorumlanmasını zorlaştırabildiği gözlemlenmiştir<sup>5</sup>. Spor bilimci ve antrenörlerin uzun süreli çalışmalar yaparken doğru verilere ulaşabilmesi için, sporcuların izlendiği süre boyunca kullanılan cihazların sporcuya özel olması yani sporcuların her defasında aynı cihazı kullanmaları önerilmektedir<sup>4,5,11,43</sup>. Bunun nedeni henüz test sırasında iki veya daha fazla cihaz arasındaki veri kaybının kapsamını araştıran yeterli çalışma bulunmadığı düşünülmektedir<sup>5,44</sup>.

## **SONUÇ VE ÖNERİLER**

MEMS, spor bilimci ve antrenörlere hem müsabaka hem de antrenman sırasında oyuncu hareketleri hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır. Bu bilgiler, sporcuları rekabete uygun olarak hazırlayan antrenman programlarını etkin şekilde tasarlamada

oldukça pratiktir. MEMS'lerden elde edilecek verileri en doğru şekilde kullanmanın anahtarı, spor bilimciler ve antrenörler tarafından kullanılan spor ve antrenman drillerinin fizyolojik ve kinematik ihtiyaçlarının tam olarak anlaşılmasıdır. Müsabakalarda ve antrenmanlarda MEMS'ler sayesinde ölçülen kat edilen mesafeler, farklı hızlarda kat edilen mesafeler, pozitif-negatif ivmelenme miktarları ve ivme ölçerden türetilen Body Load, (GpSports), Player Load (Catapult Sports) ve koşu simetrisi gibi parametreler oyuncuların maç gününe göre hafta içerisinde ne kadar antrenman yapılması konusunda yol gösterici olabilmektedir. MEMS'ler sayesinde bu ihtiyaçlar tam olarak anlaşıldığında MEMS antrenman hacimlerini ve yoğunluklarını etkili bir şekilde planlamayı kolaylaştırmanın yanı sıra, tamamlayıcı kondisyon temelli drillerin farklı şekillerde tasarlanmalarına imkân sağlamaktadır. MEMS geleceği, ümit verici görünse de antrenman yükünün izlenmesi için daha geniş bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Yalnız uydu verilerine dayanan bilgilere göre daha hassas, daha geçerli ve güvenilir bilgiler veren aynı zamanda kapalı alanda da çalışabilen MEMS içerisinde yer alan AÖB'ler sayesinde GPS teknolojisinin sınırlılığının aşılabileceği düşünülmektedir. AÖB'ler antrenman yükü izlemenin geleceği hakkında fikir verebilir ancak güvenilir ve geçerli verilerin üretilmesi, mevcut metrikleri hassaslaştırmayı ve çoğaltmayı gerektirmektedir. MEMS içerisinde bulunan GPS teknolojisinden gelen verilerin hata payının azaltılması ve kapalı alanda ölçüm yapılamama durumunun aşılabilmesi, spor alanında MEMS hakkında çok daha fazla, geniş kapsamlı ve nitelikli çalışma yapılmasıyla mümkün olabilecektir.

## KAYNAKLAR

1. Barnes C., Archer DT., Hogg B., Bush M., Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*. 35(13), 1095-1100.
2. Zambom-Ferraresi F., García-Cebrián LI., Lera-López F., Iráizoz, B. (2017). Performance evaluation in the UEFA Champions League. *Journal of Sports Economics*. 18(5), 448-470.
3. Lutz J., Memmert D., Raabe D., Dornberger R., Donath, L. (2020). Wearables for integrative performance and tactic analyses: opportunities, challenges, and future directions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(1), 59.
4. Bourdon PC., Cardinale M., Murray A., Gatin P., Kellmann M., Varley MC., Cable NT. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(2), -2161-2170.
5. Malone JJ., Lovell R., Varley MC., Coutts AJ. (2017). Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(2), 2-18.
6. Cummins C., Orr R., O'Connor H., West C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Medicine*. 43(10), 1025-1042.
7. Gabbett TJ., Hulin BT., Blanch P., Whiteley R. (2016). High training workloads alone do not cause sports injuries: how you get there is the real issue. *British Journal of Sports Medicine*. 50(8), 444-445.

8. Gabbett TJ. (2010). The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 24(10), 2593-2603.
9. Hennessy L., Jeffreys I. (2018). The current use of GPS, its potential, and limitations in soccer. *Strength & Conditioning Journal*. 40(3), 83-94.
10. Drew MK., Purdam C. (2016). Time to bin the term 'overuse'injury: is 'training load error'a more accurate term?. *British Journal of Sports Medicine*. 50(22), 1423-1424.
11. Akyıldız Z. (2019). Antrenman yükü. *Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 14(2),152-75.
12. Wing C. (2019). Designing pre-season training programs using global positioning systems: a systematic approach. *Strength & Conditioning Journal*. 41(1), 27-38.
13. Chambers R., Gabbett TJ., Cole MH., Beard A. (2015). The use of wearable microsensors to quantify sport-specific movements. *Sports Medicine*. 45(7), 1065-1081.
14. Buchheit M., Gray A., Morin JB. (2015). Assessing stride variables and vertical stiffness with GPS-embedded accelerometers: preliminary insights for the monitoring of neuromuscular fatigue on the field. *Journal of Sports Science & Medicine*. 14(4), 698-701.
15. Aughey RJ. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 6(3), 295-310.
16. Bajaj R., Ranaweera SL., Agrawal DP. (2002). GPS: location-tracking technology. *Computer*. 35(4), 92-94.
17. Larsson P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*. 33(15), 1093-1101.
18. Portas MD., Harley JA., Barnes CA., Rush CJ. (2010). The validity and reliability of 1-Hz and 5-Hz global positioning systems for linear, multidirectional, and soccer-specific activities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 5(4), 448-458.
19. Scott MT., Scott TJ., Kelly VG. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 30(5), 1470-1490.
20. Conceição MS., Libardi CA., Chacon-Mikahil MPT., Nogueira FRD., Vechin FC., Bonganha V., Bernerdes CF., Madruga VA., Cavaglieri CR. (2014). Inflammatory responses after different velocities of eccentric exercise. *Isokinetics and Exercise Science*. 22(1), 77-84.
21. Cormack SJ., Smith RL., Mooney MM., Young WB., O'Brien BJ. (2014). Accelerometer load as a measure of activity profile in different standards of netball match play. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 9(2), 283-291.
22. Boyd LJ., Ball K., Aughey RJ. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 6(3), 311-321.
23. Larsson P., Henriksson-Larsén K. (2001). The use of dGPS and simultaneous metabolic measurements during orienteering. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 33(11), 1919-1924.
24. Rico-González M., Los Arcos A., Rojas-Valverde D., Clemente FM., Pino-Ortega J. (2020). A survey to assess the quality of the data obtained by radio-frequency technologies and microelectromechanical systems to measure external workload and collective behavior variables in team sports. *Sensors*. 20(8), 2271.

25. Roe G., Halkier M., Beggs C., Till K., Jones B. (2016). The use of accelerometers to quantify collisions and running demands of rugby union match-play. *International Journal of Performance Analysis in Sport.* 16(2), 590-601.
26. Barrett S., Midgley A., Lovell R. (2014). PlayerLoad™: reliability, convergent validity, and influence of unit position during treadmill running. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 9(6), 945-952.
27. Russell M., Sparkes W., Northeast J., Cook CJ., Love TD., Bracken RM., Kilduff LP. (2016). Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 30(10), 2839-2844.
28. Barrett S., Midgley A., Reeves M., Joel T., Franklin E., Heyworth R., Lovell R. (2016). The within-match patterns of locomotor efficiency during professional soccer match play: implications for injury risk? *Journal of Science and Medicine in Sport.* 19(10), 810-815.
29. Barrett S., Midgley AW., Towson C., Garrett A., Portas M., Lovell R. (2016). Within-match PlayerLoad™ patterns during a simulated soccer match: potential implications for unit positioning and fatigue management. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 11(1), 135-140.
30. Gallo TF., Cormack SJ., Gabbett TJ., Lorenzen CH. (2016). Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players. *Journal of Sports Sciences.* 34(15), 1445-1451.
31. Cormack SJ., Mooney MG., Morgan W., McGuigan MR. (2013). Influence of neuromuscular fatigue on accelerometer load in elite Australian football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 8(4), 373-378.
32. Kelly SJ., Murphy AJ., Watsford ML., Austin D., Rennie M. (2015). Reliability and validity of sports accelerometers during static and dynamic testing. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 10(1), 106-111.
33. Aguiar M., Gonçalves B., Botelho G., Lemmink K., Sampaio J. (2015). Footballers' movement behaviour during 2-, 3-, 4-and 5-a-side small-sided games. *Journal of Sports Sciences.* 33(12), 1259-1266.
34. Akyıldız Z., Yıldız M., Clemente FM. (2020). The reliability and accuracy of Polar Team Pro GPS units. *Journal of Sports Engineering and Technology.* 1754337120976660.
35. Padulo J., Iuliano E., Brisola G., Iacono AD., Zagatto AM., Lupo C., Cular D. (2019). Validity and reliability of a standalone low-end 50-Hz GNSS receiver during running. *Biology of Sport.* 36(1), 75-80.
36. Beato M., Bartolini D., Ghia G., Zamparo P. (2016). Accuracy of a 10 Hz GPS unit in measuring shuttle velocity performed at different speeds and distances (5–20 M). *Journal of Human Kinetics.* 54(1), 15-22.
37. Nikolaidis PT., Clemente FM., Van der Linden CM., Rosemann T., Knechtle B. (2018). Validity and reliability of 10-Hz global positioning system to assess in-line movement and change of direction. *Frontiers in Physiology.* 9, 228.
38. Johnston RJ., Watsford ML., Kelly SJ., Pine MJ., Spurrs RW. (2014). Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 28(6), 1649-1655.
39. Barrett S. (2017). Monitoring elite soccer players' external loads using real-time data. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 12(10), 1285-1287.

40. Buchheit M., Simpson, BM. (2017). Player-tracking technology: half-full or half-empty glass. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(Suppl 2), 2-35.
41. Weaving D., Whitehead S., Till K., Jones B. (2017). Validity of real-time data generated by a wearable microtechnology device. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 31(10), 2876-2879.
42. Sağıroğlu I., Akyıldız Z., Öncen S., Bozdemir M., Çetin, O. (2020). Investigation of real time and post-match data relationships of wearable GPS systems. *African Educational Research Journal*. 8, 442-448.
43. Jennings D., Cormack S., Coutts AJ., Boyd LJ., Aughey, RJ. (2010). Variability of GPS units for measuring distance in team sport movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 5(4), 565-569.
44. Jennings D., Cormack S., Coutts AJ., Boyd L., Aughey RJ. (2010). The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 5(3), 328-341.
45. Gonçalves BV., Figueira BE., Maças V., Sampaio J. (2014). Effect of player position on movement behaviour, physical and physiological performances during an 11-a-side football game. *Journal of Sports Sciences*. 32(2), 191-199.
46. Petersen C., Pyne D., Portus M., Dawson B. (2009). Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 4(3), 381-393.
47. Waldron M., Worsfold P., Twist C., Lamb K. (2011). Concurrent validity and test-retest reliability of a global positioning system (GPS) and timing gates to assess sprint performance variables. *Journal of Sports Sciences*. 29(15), 1613-1619.
48. Coutts AJ., Duffield R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 13(1), 133-135.

**LİFE KİNETİK EGZERSİZLERİNİN 12-13 YAŞ VOLEYBOLCULARDA  
TEKNİK, ÇABUKLUK VE REAKSİYON BECERİLERİNE ETKİSİ**

**THE EFFECT OF LIFE KINETIC EXERCISES ON TECHNIQUE,  
QUICKNESS AND REACTION SKILLS IN VOLLEYBALL PLAYERS  
AGED 12-13**

Gönderilen Tarih: 28/02/2022  
Kabul Edilen Tarih: 15/03/2022

**Yağmur KOCAOĞLU**

Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Selçuklu, Konya.

Orcid: 0000-0001-6811-4205

**Turgut KAPLAN**

Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Selçuklu, Konya.

Orcid: 0000-0002-6150-5235

**Gizem ARSLAN**

Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Selçuklu, Konya.

Orcid: 0000-0001-9761-7848



## Life Kinetik Egzersizlerinin 12-13 Yaş Voleybolcularda Teknik Çabukluk ve Reaksiyon Becerilerine Etkisi

### ÖZ

Bu çalışmada; voleybol antrenmanlarına ek olarak Life Kinetik (LK) egzersiz uygulamalarının 12-13 yaş grubu voleybolcularda teknik, çabukluk ve reaksiyon becerileri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya 18 kadın voleybolcu gönüllük esasına göre dâhil edildi (Yaş: 12,56±0,52 yıl). Voleybol oyuncularını rastgele olarak 2 eşit gruba ayırdı: Life Kinetik + Voleybol grubu (LK+V; n=9) ve Voleybol grubu (V; n=9). LK+V grubu düzenli voleybol antrenmanlarına ek olarak 12 hafta olarak planlanan Life Kinetik egzersizlerini uyguladılar. V grubu ise düzenli voleybol antrenmanlarını sürdürdü. 12 haftalık uygulama öncesi ve sonrasında her iki grupta çabukluk, reaksiyon ve voleybola özgü teknik testlerinin (duvarda parmak ve manşet pas, smaç, servis) ölçümleri gerçekleştirildi. Normalite analizi sonuçlarına göre bağımsız grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U ve Bağımsız Örneklem için t-testi, ön test – son test karşılaştırmalarında ise Wilcoxon testi kullanıldı. LK+V grubunun çabukluk, reaksiyon, manşet pas ve smaç ön test – son test ölçümleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken ( $p>0,05$ ) parmak pas ( $Z= -2,157$ ;  $p=0,031$ ) ve servis testi ( $Z= -2,670$ ;  $p=0,008$ ) son test skorlarının ön testten daha yüksek olduğu saptandı ( $p<0,05$ ). V grubunda ise ölçümü incelenen değişkenlerin ön test – son test değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0,05$ ). Sonuç olarak; elde edilen bulgular LK egzersizlerinin 12-13 yaş grubu voleybolcuların parmak pas ve servis performanslarını geliştirebileceği işaret etmektedir. Ancak LK egzersizlerinin reaksiyon, çabukluk, manşet pas ve smaç parametrelerine olumlu ya da olumsuz etkisi gözlemlenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çabukluk, life kinetik, reaksiyon, voleybol.

## The Effect of Life Kinetic Exercises on Technique Quickness and Reaction Skills in Volleyball Players Aged 12-13

### ABSTRACT

In this study; in addition to volleyball training, it was aimed to examine the effects of LK exercise practices on technique, quickness and reaction skills in volleyball players aged 12-13. Eighteen female volleyball players were included in the study on a voluntary basis (Age: 12.56±0.52 years). Volleyball players were randomly divided into 2 equal groups: Life Kinetic + Volleyball group (LK+V; n=9) and Volleyball group (V; n=9). In addition to regular volleyball training in the LK+V group, Life Kinetic exercises planned for 12 weeks were applied. Group V continued their regular volleyball training. Before and after the 12-week practice, quickness, reaction and volleyball-specific technical tests (finger on the wall and cuff pass, dunk, serve) were measured in both groups. According to the results of normality analysis, Mann Whitney U and unpaired t-test were used to compare independent groups, and Wilcoxon test was used for pre-test and post-test comparisons. While there was no significant difference between the quickness, reaction, cuff pass and slam dunk pretest – posttest measurements of the LK+V group ( $p>0.05$ ), finger pass ( $Z= -2.157$ ;  $p=0.031$ ) and service test ( $Z= -2.670$ ;  $p=0.008$ ) post-test scores were found to be higher than the pre-test ( $p<0.05$ ). In the V group, there was no significant difference between the pre-test and post-test values of the variables whose measurements were examined ( $p>0.05$ ). In conclusion, the results of the study indicate that LK exercises can improve the finger passing and serving performances of 12-13 age group volleyball players. However, no positive or negative effect of LK exercises on reaction, quickness, cuff pass and dunk parameters was observed.

**Key Words:** Quickness, life kinetics, reaction, volleyball

## GİRİŞ

Voleybol; sürat, çabukluk ve koordinasyon gibi motorik özelliklerin<sup>1</sup> yanı sıra zihinsel organizasyonların gelişimini gerektiren bir spor dalıdır<sup>2</sup>. Oyun koşullarının çabuk değişmesi ve sporcuların ardi ardına hızlı bir şekilde değişen bu durumlara adapte olabilmesi voleybolun en temel özelliği olarak bilinmektedir<sup>3</sup>. Ayrıca bu spor dalında reaksiyon zamanı, sporcunun karar hızının ve etkinliğinin en iyi belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. Sporcunun hız gerektiren birçok beceride başarılı olabilmesi; çevrenin özelliklerini ne kadar hızlı belirleyebildiğine (örneğin rakibin hareketi), ne yapacağına ne kadar hızlı karar verdiğine ve etkili bir karşı hareketi ne kadar hızlı başlatabileceğine bağlıdır. Buna bağlı olarak reaksiyon zamanındaki gecikmeler voleybolda smaç vurma gibi becerilerde performans gösteren sporcular için kritik önem taşımaktadır<sup>4</sup>.

Life kinetik (LK), motor ve bilişsel faaliyetleri görsel görevlerle birleştiren yeni ve bilinmeyen koordinatif görevler sunarak beyne meydan okuyan ve beyni etkileşime sokan bir beyin eğitim yöntemidir<sup>5-7</sup>. LK egzersizleri, motor aktiviteleri, bilişsel zorlukları ve çevresel görsel alan algı görevleri olmak üzere üç bileşeni içeren bir egzersiz kombinasyonudur<sup>8</sup>. Çocuklar, yetişkinler, takım ve bireysel sporcuların eğitimi için kullanılması uygun olan<sup>9</sup> LK eğitiminin temel özelliği; kişilerin bilişsel olarak zorlanırken aynı anda uzuvlarını farklı ve alışılmadık kombinasyonlarda hareket ettirmek, nesnelere yakalayarak veya fırlatarak görsel algı ve uzuv-göz koordinasyonunu geliştirmektir. Sporcuların ilgisini canlı tutmak, sıkılmalarını önlemek ve zevk almalarını sağlamak amacıyla birkaç dakika sonra veya performans yaklaşık %60'a ulaştığında diril değiştirilir<sup>10</sup>. Bu durum beyni sürekli olarak yeni ve bilinmeyen zorluklara uyum sağlamaya teşvik etmek amacıyla taşımaktadır<sup>6,7,11</sup>. LK egzersizleri insan beyninden devamlı daha fazla performans bekleyerek beynin tüm alanlarını kontrol eder, bunun sonucunda ise beyinde yeni sinaptik oluşumlar desteklenebilir. Oluşan sinaps sayısı ne kadar fazlaysa o kadar yüksek beyin performansı elde edilir<sup>7</sup>. Özellikle çocukluk döneminde beyinde gerçekleşen nöroplastisitenin beynin görme, işitme, motor beceriler ilgili alanlarında olduğu saptanmıştır<sup>12</sup>. Gelişim sürecinde çocukların duyuşsal tecrübeleri arttıkça bu tecrübeler beyin tarafından organize edilmektedir<sup>13</sup>. Bu organizasyon sürecinde beynin değişme ve gelişme kapasitesini ifade eden plastisite, aktiviteyi gerçekleştirebilmek için gerekli uyaran miktarı, aktiviteyi gerçekleştirme gereksinimi ve adaptif cevapların ortaya çıkması etkili olmaktadır<sup>13</sup>.

Spor performansında acemi düzeyden elit düzeye gelişmek için beyinde yapısal veya fonksiyonel plastisitenin gerekliliği bildirilmiştir<sup>14</sup>. Sportif birçok branşta elit seviyeye ulaşmak için yapılan egzersizlerin beyinde plastisiteye sebep olduğu literatür tarafından kabul görmektedir<sup>15</sup>. Bununla birlikte çeşitli hareket aktiviteleriyle uygulanan LK egzersizlerinin beyin hücrelerini uyarmasıyla<sup>16</sup>, beyinde aktif sinapslar oluşturarak (özellikle kortikal kısımda) sporcuların verimliliğini arttırdığı bilinmektedir<sup>9</sup>. Ayrıca spor alanında LK'yi konu alan üç çalışma; karar verme hızının %31,4, tepki verme hızının %14,8 ve hareket hızının %17,8 arttığını göstermiştir<sup>17</sup>. Diğer çalışmalarda ise; 12 yaşındakilerin motor performansında %16,5, genç futbolcuların gol atma performansında %33, yetişkinlerin göz-el ve göz-bacak koordinasyonunda %11,3 ve ayakta denge yeteneğinin %145 oranında etkili bir şekilde iyileşme gösterdiği bulunmuştur<sup>17</sup>. LK literatürü incelendiğinde; LK egzersizlerinin pek çok farklı değişken üzerinde pozitif etkileri rapor edilmiştir<sup>9,16,17</sup>. Bununla beraber LK egzersizlerinin etkinliğini onaylayan bilimsel çalışma sayısının yetersiz olduğu görülmüştür. Bu anlamda elde edilecek bilimsel kanıtlar spor müsabakalarında başarıyı artırmaya

yardımcı olabilecektir. Dolayısıyla bu çalışmada; voleybol antrenmanlarına ek olarak bilişsel ve motor unsurları içeren LK egzersiz uygulamalarının 12-13 yaş grubu voleybolcularda teknik, çabukluk ve reaksiyon becerileri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Katılımcılar

Çalışmaya yaşları 12-13 arasında değişen 18 kadın voleybolcu dâhil edildi (Yaş:  $12,56 \pm 0,52$  yıl). Tüm sporcular ve ebeveynleri çalışma öncesinde çalışmanın içeriğiyle ilgili bilgilendirildi. Sporculardan ve ebeveynlerinden gönüllü olduklarına dair yazılı onayları alındı. Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul'u tarafından 29.12.2021 tarih ve 175 karar sayısı ile onaylanmıştır.

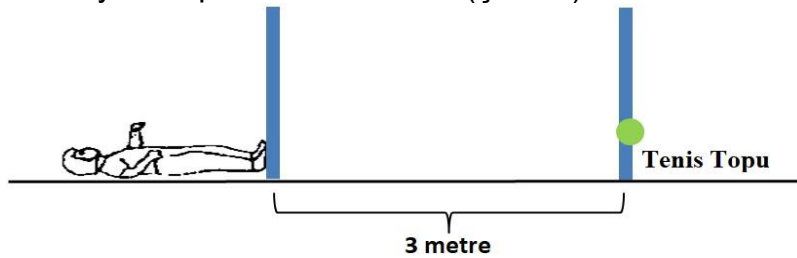
### Antrenman Programı ve Prosedür

Katılımcılar rastgele olarak iki eşit gruba ayrıldılar: Voleybol grubu (V; n=9) ve Life Kinetik + Voleybol grubu (LK+V; n=9). LK+V grubunda yer alan sporculara voleybol antrenmanlarına ek olarak 12 hafta boyunca LK egzersiz uygulamaları (Ek-1, Ek-2) yaptırıldı. V grubu ise sadece voleybol antrenmanlarına katıldı. Sporculara ölçümlere alınmadan önce 15 dakikalık ısınma periyodu uygulandı. Isınmanın ardından çabukluk, reaksiyon ve voleybol teknik testlerinin (duvarda parmak ve manşet pas, smaç, servis) ölçümleri gerçekleştirildi. Bütün egzersizler ve testler voleybol branşında uzman bir araştırmacı tarafından uygulanarak değerlendirildi. Testler öncesi her test için sporcuların deneme yapmalarına izin verildi. Bütün ölçümler voleybol takımının antrenman yaptıkları spor salonunda ve her zamanki antrenman saatleri (11.00-14.00) içerisinde gerçekleştirildi. Ayrıca her katılımcıdan kaç yıldır voleybol antrenmanı yaptıkları bilgisi alınarak kaydedildi. Sporcuların vücut ağırlığı ölçümleri  $\pm 0,01$  kg ve boy uzunluğu ölçümleri  $\pm 0,01$  cm hassasiyetle vücut dik ve ayaklar birbirine paralel olacak şekilde çıplak ayakla Seca 700 Physician's Scale model stadiyometre ile alındı.

### Voleybol Teknik Testleri

#### Çabukluk Testi

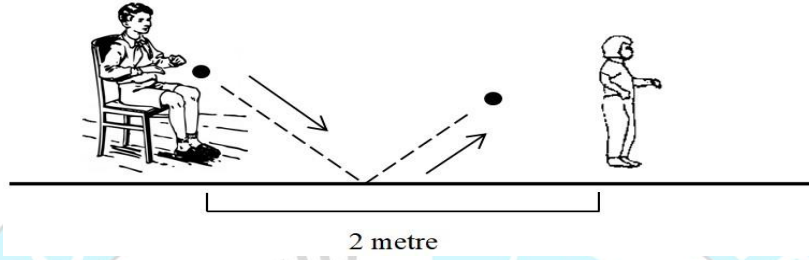
Bu teste sporcunun sırtüstü yatış pozisyonundan ayakta duruş pozisyonuna geçip 3 metrelik mesafeyi koşarak tenis topunu alması ve başlangıç pozisyonuna geri dönmesi arasındaki (yer değiştirme hızı) süre ölçüldü. Zemine 1 metre uzunluğunda renkli bantlar birbirlerine paralel olarak 3 metre uzaklıkta yapıştırıldı. Bantlardan birine tenis topu yerleştirilirken diğer bant önlem çizgisi olarak kullanıldı. Sporcu, topukları çizgiye gelecek şekilde sırtüstü yatış pozisyonundan "hazır, başla" komutunu aldığı anda ayağa kalkıp topa doğru en hızlı şekilde koşup ve topu alıp başlangıç yerine döndü. Bu teste performans süresi saniye cinsinden ölçülerek kaydedildi. Her sporcu testi 2 kez tekrarladı ve en iyi olan performansı alındı (Şekil 1)<sup>18,19</sup>.



Şekil 1. Çabukluk testi.

## Reaksiyon Testi

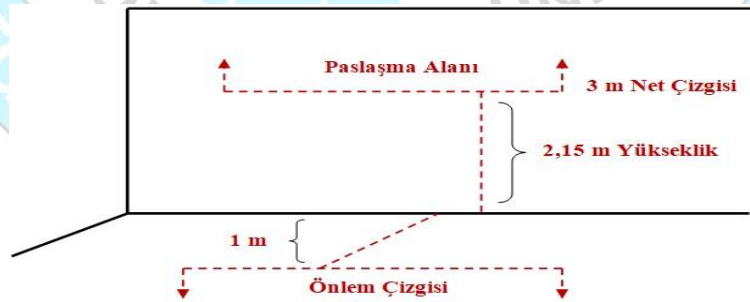
Test, sporcunun Şekil 2’de gösterildiği gibi uygulayıcıya 2 metre uzaklıkta ve sırtı dönük olarak bekleme çizgisinde dururken uygulayıcının tenis topunu “dön” komutuyla beraber yerden bir kez zıplayacak şekilde sporcunun arkasına doğru atmasıyla başlatıldı. Sporcunun topu havada yakalaması istendi. Sporcunun dön komutundan önce dönmesi veya topu tam tutamaması durumunda topu yakalayışı geçersiz sayıldı. Test her katılımcı için 10 tekrar şeklinde uygulandı ve başarılı tutuşlar sayı cinsinden kaydedildi<sup>20</sup>.



Şekil 2. Reaksiyon testi.

## Parmak ve Manşet Pas Testi

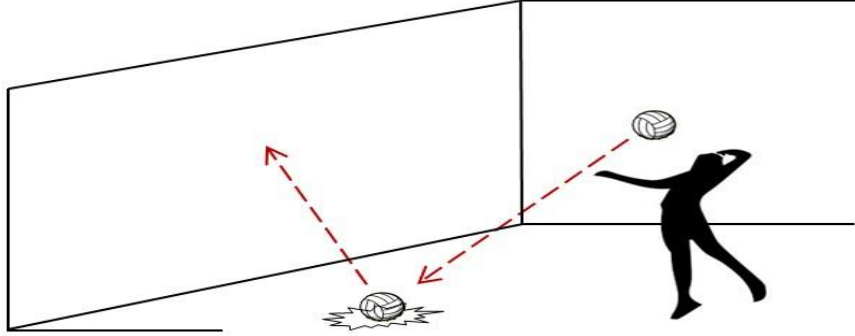
Bu teste sporcular paslaşmaya engeli olmayan düzgün yüzeyli bir duvarda birim süre içinde mümkün olduğu kadar çok pas yapmaya çalıştı. Duvara 2,15 m yüksekliğinde (ilgili yaş kategorisindeki file yüksekliği) ve 3 metre genişliğinde bir çizgi, yere ise duvardan 1 metre mesafede ve 3 metre uzunluğunda bir önlem çizgisi çizildi. Sporcu duvarla paslaşmaya 1 metre önlem çizgisinin gerisinden topu duvara alttan servisle net çizgisinin üzerindeki alanla 30 saniye süre ile topa istediği yüksekliği vererek duvarda paslaştı. Test sırasında top katılımcının kontrolü dışına çıktığında top katılımcı tarafından yakalanarak yine başlangıçtaki gibi oyuna dâhil edilerek paslaşmaya devam edildi. Gerek topu oyuna sokuş pozisyonunda gerekse paslaşma anında önlem çizgisi hataları kontrol edildi. 30 saniye süre ile önlem çizgisi gerisinden atılan ve net çizgisinin üzerine isabet eden vuruş sayısı (parmak ve manşet pas) kaydedildi. Üç denemenin sonunda en iyi skor parmak ve manşet pas için ayrı ayrı değerlendirilerek alındı (Şekil 3)<sup>21</sup>.



Şekil 3. Parmak ve manşet pas testi.

### Smaç Testi

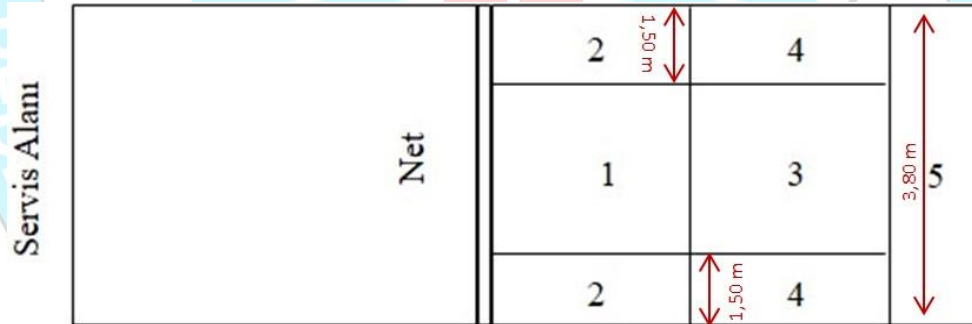
Sporcu yüzü duvara dönük olacak şekilde yerleşerek topu önce yere doğru smaç vurup sonrasında duvara temas ettirerek 1 dakika süre içerisinde yapabildiği kadar smaç vuruşu gerçekleştirdi (Şekil 4). Her sporcunun 1 dakika içinde tekniğe uygun olarak yaptığı toplam smaç sayısı kaydedildi<sup>22</sup>.



Şekil 4. Smaç testi.

### Servis Testi

Her sporcu puanlama için teste özel olarak işaretlenmiş test alanı: orta çizgiye paralel ve sahayı enine kesen 3,80 metre genişliğinde ve her iki yan çizgiye paralel 1,50 metre genişliğinde çizgiler voleybol sahasında servis alanı çizgisinin gerisinden karşı alana 10 servis atışı yapar. Atılan her bir servis, topun düştüğü karşı alandaki yerin değerine göre puan aldı. İki alanın kesiştiği orta çizgiye düşen toplar dâhil oldukları alanın puanına göre, servis atışında yapılan hatalı servis atışları "0 puan" olarak değerlendirildi (Şekil 5)<sup>21</sup>.



Şekil 5. Servis testi.

### Verilerin Analizi

Elde edilen veriler ortalama ve standart sapma olarak sunuldu. Normallik analizi Shapiro Wilk testi ile incelendi. Normallik analizi sonuçlarına göre bağımsız grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U ve Bağımsız Örneklem için t-testi, ön test – son test karşılaştırmalarında ise Wilcoxon testi kullanıldı. Verilerin analizi SPSS for Windows 22.0 istatistik paket program ile gerçekleştirildi. Tüm testler iki yönlü olarak uygulandı ve sonuçlar 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

## BULGULAR

Çalışmaya dâhil edilen katılımcılara ait tanımlayıcı bilgiler (Tablo 1), ölçülen çabukluk, reaksiyon, parmak pas, manşet pas, smaç ve servis (Tablo 2) ön test – son test değerleri ile testlerin farkları ortalama ve standart sapma (SS) olarak sunuldu.

**Tablo 1.** Voleybol oyuncularının tanımlayıcı özellikleri.

Değişkenler	LK+V Grubu	V Grubu
	Ort. ± SS	Ort. ± SS
Yaş (yıl)	12,67 ± 0,50	12,44 ± 0,53
Boy Uzunluğu (m)	169,56 ± 8,56	174,00 ± 4,15
Vücut Ağırlığı (kg)	61,67 ± 8,25	64,33 ± 6,23
Voleybol Deneyimi (yıl)	3,78 ± 1,09	3,56 ± 0,53

LK+V Grubu ile V Grubu arasında yapılan karşılaştırmada; ön testte çabukluk (U=30,500; p=0,387); reaksiyon (U=19,500; p=0,063), parmak pas (U=35,000; p=0,666), manşet pas (U=29,500; p=0,340) ve servis performansları (U=24,500; p=0,161), son testte ise çabukluk (U=31,000; p=0,436), reaksiyon (U=31,500; p=0,436), parmak pas (U=35,000; p=0,666), manşet pas (U=32,000; p=0,489) ve servis (U=35,000; p=0,666) performansları arasında anlamlı farklılık bulunmadı. V grubunun smaç performansı hem ön testte (U=5,500; p=0,001) hem de son testte (U=6,500; p=0,001) LK+V grubundan daha yüksek bulundu.

**Tablo 2.** Voleybol oyuncularının çabukluk, reaksiyon ve teknik beceri performansları

Değişkenler		Ön Test	Son Test	Ön Test – Son Test Farkı
		Çabukluk	LK+V Grubu	5,00 ± 0,72
	V Grubu	5,27 ± 0,42	5,27 ± 0,43	0,01 ± 0,02
Reaksiyon	LK+V Grubu	9,67 ± 0,50	9,89 ± 0,33	-,22 ± 0,67
	V Grubu	8,89 ± 0,93	9,67 ± 0,50	-,78 ± 0,97
Parmak Pas	LK+V Grubu	35,56 ± 7,02	36,67 ± 7,02 <sup>†</sup>	-,11 ± 1,17
	V Grubu	34,11 ± 9,79	35,00 ± 9,85	-,89 ± 1,45
Manşet Pas	LK+V Grubu	25,22 ± 4,27	25,78 ± 4,38	-,56 ± 1,33
	V Grubu	28,44 ± 6,60	28,11 ± 6,23	0,33 ± 0,71
Smaç	LK+V Grubu	42,33 ± 4,69	42,44 ± 4,93	-,11 ± 1,17
	V Grubu	52,00 ± 3,32*	52,11 ± 2,67*	-,11 ± 1,36
Servis	LK+V Grubu	17,78 ± 3,87	21,89 ± 3,33 <sup>†</sup>	-,41 ± 2,47
	V Grubu	21,11 ± 5,18	23,33 ± 5,00	-,22 ± 3,11

\* LK+V Grubundan anlamlı düzeyde yüksektir (p<0,05).

<sup>†</sup> Ön testten anlamlı düzeyde daha yüksektir (p<0,05).

12 haftalık voleybol antrenmanlarına ek olarak LK egzersizlerinin uygulandığı LK+V grubunda yer alan katılımcıların çabukluk (Z= -,551; p=0,582), reaksiyon (Z= -1,000; p=0,317), manşet pas (Z= -1,299; p=0,194), smaç (Z= -,414; p=0,679) ön test – son test performansları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken (p>0,05); parmak pas (Z= -2,157; p=0,031) ve servis (Z= -2,670; p=0,008) ön test – son test performansları arasında son test değerlerinin artışı yönünde anlamlı bir farklılık olduğu görüldü (p<0,05).

Sadece voleybol antrenmanlarına katılan V grubunda ise çabukluk (Z= -1,327; p=0,185), reaksiyon (Z= -1,933; p=0,053), parmak pas (Z= -1,715; p=0,086), manşet pas (Z= -1,342; p=0,180), smaç (Z= -,187; p=0,851) ve servis (Z= -1,846; p=0,065) değişkenlerinin ön test - son test performansları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi (p>0,05).

Ön test ve son test farkları karşılaştırıldığında LK+V ile V grupları arasında çabukluk ( $U= 35,500$ ;  $p=0,666$ ), reaksiyon ( $U= 25,500$ ;  $p=0,190$ ), parmak pas ( $t= -,358$ ;  $p=0,725$ ), manşet pas ( $U=26,000$ ;  $p=0,194$ ), smaç ( $U=37,500$ ;  $p=0,796$ ) ve servis ( $t= -1,425$ ;  $p=0,173$ ) parametrelerinin anlamlı farklılık göstermediği tespit edildi.

## TARTIŞMA

Bu çalışma; 12 hafta süresince voleybol antrenmanlarına ek olarak uygulanan LK egzersizlerinin voleybol sporu yapan ergenlik dönemi çocukların çabukluk, reaksiyon ve teknik becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Belirtilen amaçlar doğrultusunda, V grubu ve LK+V grubu voleybolculara uygulanan testlerin sonuçları: LK+V grubunda yer alan katılımcıların çabukluk, reaksiyon, manşet pas, smaç ön test – son test performansları arasında anlamlı bir farklılığa neden olmadığını ancak parmak pas ve servis ön test – son test performansları arasında son test değerlerinin daha yüksek bulunduğu yönünde anlamlı bir farklılık oluşturduğunu göstermiştir. Yalnızca voleybol antrenmanlarına katılan V grubunda ise; çabukluk, reaksiyon, parmak pas, manşet pas, smaç ve servis değişkenlerinin ölçülen ön test - son test performansları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Voleybol oyuncularının yüksek oyun performansı sergileyebilmesi, gelişmiş antropometrik özelliklerin<sup>23</sup> ve temel motorik becerilerin yanı sıra<sup>24</sup> teknik becerilerin de üst düzeyde olmasına bağlanmaktadır<sup>25</sup>. Sporcular maç esnasında gelişen pozisyonları hızlı bir şekilde analiz edip uygun şekilde tepki vermek durumundadır. LK eğitiminin içeriği, bu durumları geliştirmek amacıyla sporculara katkı sağlamaktadır<sup>7</sup>. Çalışma bulguları incelendiğinde; LK egzersiz uygulamalarının çabukluk ve reaksiyon son test değerlerinde anlamlı bir artışa neden olmadığı; başka bir ifadeyle çoğu spor dalı için kritik bir öneme sahip olan çabukluk ve reaksiyon becerilerinin gelişimine katkı sağlamadığı söylenebilir. Mevcut çalışmanın amacıyla benzerlik gösteren bir çalışmada; futbol antrenmanıyla kombine olarak uygulanan LK egzersizlerinin ve sadece futbol antrenmanının çeviklik ve esneklik üzerinde olumlu gelişmelere sebep olduğu bulunurken her iki grup içinde 20 metrelik sprint performansında bir etki olmamıştır. Ayrıca futbol antrenmanına LK egzersizlerini dâhil etmenin dinamik postural kontrol yeteneğini geliştirmede etkili olduğu, antrenmansız prepubertal erkek çocuklarda tek başına futbol antrenmanının alt ekstremite gücü için daha uygun olabileceği belirtilmiştir<sup>26</sup>. Bir diğer araştırmada; genç erkek basketbolcuların postural kontrol, dikkat ve reaksiyon süresi üzerinde LK egzersizlerinin etkileri incelenmiştir. 12 hafta süresince LK egzersizlerine katılan grubun dikkat skorları ve görsel-işitsel reaksiyon süreleri LK egzersizleri uygulamayan gruba göre bu çalışmadan farklı olarak anlamlı oranda daha iyi bulunmuştur<sup>27</sup>.

Bir voleybol takımında oyuncuların, art arda gerçekleştirilen servis atma, oyun kurma, blok, hücum ve savunma yapma oyun öğelerini hızlı bir şekilde uygulaması gereklidir ve takımın galibiyetinin bu oyun öğelerini doğru şekilde gerçekleştirebilmesiyle mümkün olacağı belirtilmektedir<sup>28</sup>. Özellikle sporcuların fiziksel ve bilişsel becerileri geliştirme yeteneğini vurgulaması sebebiyle LK eğitiminin<sup>7</sup> bu oyun özelliklerini geliştirmek amacıyla uygun olacağı varsayılmıştır. Ancak mevcut çalışmanın bulguları; LK egzersizlerinin voleybolcularda parmak pas ve servis parametreleri dışında reaksiyon, çabukluk, manşet pas ve smaç becerileri üzerinde güçlü bir etkisinin olmadığını düşündürmektedir.

LK egzersizleri, bilişsel işlemleri kullanarak beyni eğitirken aynı zamanda vücudu çeşitli hareket görevleri ile teşvik eder. Bu bilişsel-motor kombinasyon yeni nöronal bağlantılar oluşturur veya mevcut olanları güçlendirir<sup>29</sup>. LK eğitiminin beyinde yeni sinapslar oluşturabildiği farklı çalışmalarda vurgulanmıştır<sup>5,9</sup>. LK uygulamalarının koordinatif yetenekler üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada; katılımcılara haftada 3 gün yaz futbol okulu antrenmanlarının yanında 8 hafta boyunca 3 gün 45 dakikalık LK antrenman programı uygulanmıştır. Denge hata puanı, denge toplam hata puanı, ritim yeteneği ve yön bulma becerisinde ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir düşüş olduğu görülmüştür. LK çalışmalarının koordinatif yeteneklerden denge, ritim ve oryantasyon üzerinde etkisi olabileceği ifade edilmiştir<sup>30</sup>. Başka bir çalışmada; kadın futbolcularda LK egzersizlerinin etkinliği 12 hafta süresince uygulanarak değerlendirilmiştir. Dominant ve dominant olmayan bacakla gerçekleştirilen şut testleri sonucunda dominant olmayan bacakta anlamlı derecede gelişme olduğu belirlenmiştir. Futbolcuların antrenman programlarına LK çalışmalarının eklenmesiyle bireysel yeteneklerinin gelişimine katkı sağlayarak daha yüksek performans sergileyebilecekleri ifade edilmiştir<sup>31</sup>.

Bunlar dışında Komarudin, (2019)<sup>32</sup> araştırmasında; LK egzersizleri ile antrenman yapan sporcularla konvansiyonel antrenman yapan sporcular arasında bilişsel işlevlerin farklı bir etkisi olduğunu ifade etmiştir. LK egzersizlerinin futbolcuların bilişsel işlevlerini geliştirmede geleneksel antrenmanlardan daha iyi olduğu ve konsantrasyon, zeka alanlarında bilişsel işlevlerin iyileştirilmesinde önemli bir etkisinin olduğunu vurgulamıştır. LK egzersizlerinin beyin plastisitesi üzerindeki etkisinin manyetik rezonans görüntüleme yöntemi kullanılarak araştırıldığı farklı bir çalışmada; görsel algı ve hafıza talepleri ile birleşen alışılmadık görev ve hareket kombinasyonlarının sürekli meydan okumasıyla (LK egzersizleri) bir eklem etrafındaki iki ya da daha fazla kasın eş zamanlı aktivasyonu nedeniyle beyin bölgelerinin bağlantı gücünün artması olarak ifade edilen beyin plastisitesini tetiklediği sonucuna ulaşılmıştır<sup>5</sup>. LK uygulamalarının sporcuların antrenmandaki gelişimleri ve performanslarının incelendiği araştırmalardan oluşan derlemelerinde; LK egzersizlerinin bilişsel süreçlerin yanı sıra motor beceriler ve fizyolojik parametreler üzerine pozitif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Alt yapı çalışmalarında teknik öğretiminin desteklenmesi ve üst düzey sporcularda daha iyi bir performans sergilenmesi amacıyla LK egzersiz modelinin antrenman programlarına dâhil edilmesinin olumlu katkılar sağlayabileceği tavsiye edilmiştir<sup>33</sup>.

LK'i konu alan literatür incelendiğinde; LK uygulamalarının dikkat ve akıcı zeka<sup>34</sup>, uzamsal biliş<sup>35</sup> ve zihinsel rotasyon<sup>36</sup> üzerindeki etkileri gibi farklı amaçlarda çalışmalar gerçekleştirildiği ancak çalışmamızın amacı doğrultusunda belirlediğimiz parametrelerle karşılaştırma yapabileceğimiz ilgili çalışma sayısının az olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu durum karşılaştırma yapmamızı sınırlandırmıştır.

Sonuç olarak; elde edilen bulgular LK egzersizlerinin 12-13 yaş grubu voleybolcuların parmak pas ve servis performanslarını geliştirebileceği işaret etmektedir. Ancak LK egzersizlerinin reaksiyon, çabukluk, manşet pas ve smaç parametrelerine olumlu ya da olumsuz etkisi gözlemlenmemiştir. Voleybol antrenman uygulamalarına LK (bilişsel ve motor koordinasyon egzersizleri içeren) egzersizlerinin dâhil edilmesinin parmak pas ve servis tekniklerini geliştirmede etkili olabileceği kabul edilebilir. Özellikle teknik performans gelişiminin sağlanabilmesi açısından çalışmanın konu aldığı ilgili yaş grubuna uygulanan voleybol antrenman programlarının LK egzersizleri ile birlikte



planlanması önerilmektedir. LK egzersizlerinin motor beceriler üzerinde olumlu etkisi<sup>33</sup> bilinmektedir. Bu etki; beyin bölgeleri arasındaki ortak aktivasyonun beyin hücrelerini uyarıp aktif sinapslar geliştirmesi<sup>5,9,17</sup> ve sinirsel öğrenme sürecini canlandırması<sup>8</sup> yoluyla ortaya çıkmaktadır. Benzer bir etkinin sadece parmak pas ve servis teknikleri üzerinde olduğu söylenebilir ancak bu bilgi diğer teknik parametreler üzerinde neden etkili olmadığını açıklayamamaktadır. LK uygulamalarının voleybola özgü tekniklerden bir kaçını üzerinde etkili olması; seçilen LK egzersizlerinin içeriğiyle ilgili olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca çalışmaya konu olan katılımcı popülasyonunun hala bilişsel ve motor gelişim döneminin etkisi altında olması da diğer bir açıklayıcı neden olarak söylenebilir. Gelecekteki çalışmalarda; LK egzersizlerinin branşa özgü teknik gelişimindeki etkisi, farklı LK egzersiz kombinasyonları seçilerek ve daha uzun bir çalışma süresiyle planlanarak incelenebilir.

## KAYNAKLAR

1. Pekünlü E., Tiryaki Ş. (2006). Voleybol antrenmanı üst düzey koç ve takımlar için el kitabı. Çağrı Baskı. İstanbul, 22-36.
2. Vurat M. (2000). Voleybol teknik. Bağırhan Yayınevi. Ankara, 5-10.
3. Çelenk B. (2013). Voleybol oyun kuramı ve uygulamaları. 1. Baskı. Spor Yayınevi. Ankara, 23-45.
4. Schmidt RA., Wrisberg CA. (2012). Motor öğrenme ve performans. Çeviren: Koruç Z., Arsan N., Kağan S. Anı Yayıncılık. Ankara, 37-64.
5. Demirakca T., Cardinale V., Dehn S., Ruf M., Ende G. (2016). The exercising brain: changes in functional connectivity induced by an integrated multimodal cognitive and whole-body coordination training. *Neural Plasticity*. 8240894.
6. Lutz H. (2010). Besser fußball spielen mit life kinetik®: das sensationelle Gehirn- und Bewegungstraining. BLV Buchverlag. Münih, 1-143.
7. Lutz H. (2014). Die wissenschaft und life kinetik recherchiert und verfasst von im. <http://lifekinetik-martin.de/wp-content/uploads/2015/10/Die-Wissenschaft-und-Life-Kinetik-2014.pdf>. [Erişim Tarihi: 15.01.2022].
8. Life kinetik. (2019). Life Kinetik'in faydaları. <https://lifekinetik.com.tr/life-kinetik-in-faydaları/> [Erişim Tarihi: 10.01.2022].
9. Duda H. (2015). Application of life kinetik in the process of teaching technical activities to young football players. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. 71(25), 51-61.
10. Life kinetik. (2022). Effekte. <https://lifekinetik.com/effekte/> [Erişim Tarihi: 18.01.2022].
11. Lutz H. (2011). Life kinetik & wetenschappelijk onderzoek research en samenstelling. <https://docplayer.nl/19477070-Wetenschappelijk-onderzoek.html> [Erişim Tarihi: 10.01.2022].
12. Hyde KL., Lerch J., Norton A., Forgeard M., Winner E., Evans AC., Schlaug G. (2009). The effects of musical training on structural brain development: a longitudinal study. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1169(1), 182-186.
13. Ben-Sasson A., Hen L., Fluss R., Cermak SA., Engel-Yeger B., Gal E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 39(1), 1-11.

14. Debarnot U., Sperduti M., Di Rienzo F., Guillot A. (2014). Experts bodies, experts minds: how physical and mental training shape the brain. *Frontiers in Human Neuroscience*. 8, 280.
15. Jacini WF., Cannonieri GC., Fernandes PT., Bonilha L., Cendes F., Li LM. (2009). Can exercise shape your brain? Cortical differences associated with judo practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 12(6), 688-690.
16. Lutz H. (2016). Wir wollen nicht therapieren – interview mit life-kinetik-gründer horst lutz. *Physiopraxis*. 14(6), 34-37.
17. Lutz H. (2021). Life kinetik. <http://www.lifekinetik.de/> [Erişim Tarihi: 18.01.2022].
18. Hideyuki T., Masyuki T., Takeshi N., Hidenaka W., Yasuhiko M., Ryuji O., Eio I. (1999). A study of basic physical fitness of university judo athletes; relationship between dynamic balance and best techniques, 1st IJF World Judo Conference. Birmingham-England.
19. Demiral Ş. (2007). Bayan judocularında yetenek seçimi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
20. Köktaş E, 2013. Beden kütle indeksleri spor yapmaya uygun çocukların tenis branşına göre yetenek düzeylerinin araştırılması (Konya ili örneği). Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Konya.
21. Kamar A. (2009). Sporda yetenek beceri ve performans testleri. 1. Baskı. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara, 25-103.
22. Bartlett JS., Smith L., Davis K., Peel J. (1991). Development of a valid volleyball skills test battery. *Journal Physical Education Recreation and Dance*. 62, 19-21.
23. Göral K., Saygın Ö., Karacabey K., Gelen E. (2009). Tenisçiler ile voleybolcuların bazı fiziksel uygunluk özelliklerinin karşılaştırılması. *Sport Sciences*. 4(3), 226-235.
24. Trajković N., Milanović Z., Sporiš G., Radisavljević M. (2011). Positional differences in body composition and jumping performance among youth elite volleyball players. *Acta Kinesiologica*. 5(1), 62-66.
25. Marques MC., Van den Tillaar R., Gabbett TJ., Reis VM., González-Badillo JJ. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 23(4), 1106-1111.
26. Cakir BA., Turkkın M., Ozer O. (2020). Effects of adding cognitive motor coordination exercise to soccer training vs. soccer training alone on physical fitness of prepubescent boys. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 9(6), 234-242.
27. Vural MU. (2016). Life kinetik antrenmanının genç erkek basketbolcularda denge, reaksiyon süresi ve dikkat üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
28. Cengiz A. (1999). Voleybol oyun kuramı ve alıştırmaları. Bağırğan Yayımevi. Ankara.
29. Lutz H., Neureuther F. (2009). Mein training mit life kinetik gehirn + bewegung = mehr leistung. Verlag Nymphenburger. Muenchen, 15-27.
30. Peker AT., Taskin H. (2016). The effect of life kinetik trainings on coordinative abilities, 27th Proceedings of International Academic Conferences 5306946, International Institute of Social and Economic Sciences. ISBN 978-80-87927-29-8.
31. Niżnikowski T., Sadowski, J., Starosta W. (2016). Coordination abilities in physical education, sports and rehabilitation. İçinde: Buraczewski T., Cicirko L., Ciupińska A. (editör). The effectiveness of coordination training of female football

- players coordination abilities in physical education. Józef Piłsudski University of Physical Education Warsaw. Poland, 43-55.
32. Komarudin M. (2019). Life kinetic training in improving the cognitive functions. *Advances in Health Science Research*. 7, 107-110.
  33. Yarım İ., Çetin E., Orhan Ö. (2019). Life kinetiğın performans sporcuları üzerine etkileri. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*. 4(2), 181-186.
  34. Grünke M. (2011). Die effekte des life kinetik-trainings auf die aufmerksamkeit- und die fluide intelligenzleistung von kindern mit gravierenden lernproblemen. *Heilpädagogische Forschung*. 37(1), 2-12.
  35. Jansen P., Fraunhofer L., Pietsch S. (2018). Cognitive motor coordination training and the improvement of visual-spatial cognition in office work. *International Journal of Training and Development*. 22(3), 233-238.
  36. Pietsch S., Böttcher C., Jansen P. (2017). Cognitive motor coordination training improves mental rotation performance in primary school aged-children. *Mind, Brain, and Education*. 11(4), 176-80.



## EK-1

Life Kinetik Çalışma Programı Egzersizleri	
<p><b>Egzersiz 1: Parmak pas sırasında eş zamanlı life kinetik toplarına tepki egzersizi</b> İki sporcu karşılıklı olarak uygulayıcının belirleyeceği mesafede parmak pas tekniği uygularken her iki sporcunun sağ ve sol çaprazında ikişer partner LF topları ile bekler. Çalışan sporcular parmak pas tekniği ile paslaşırken sırası ile önce sağ ve sonra solda bulunan eşlerin atacağı topları hemen eşlerine geri atarlar. Sonrasında sağ ve sol ikisi birlikte kendilerine fırlatılan LK toplarına tepki gösterip gelen topları partnerlere iade ederler (çaprazda bulunan eşler parmaklarıyla rakam gösterir ve pas yapanın okuması istenir). Egzersiz sırasıyla bütün sporcuların uygulaması ile devam eder.</p>	<p><b>Egzersiz 1-B Formu:</b> İki sporcu karşılıklı parmak pası çalışır ancak bu kez ek olarak sporcular birbirlerine bir kelime söylerler karşıdaki sporcu söylenen kelimenin son harfi ile yeni bir kelime söyler ve çalışma bu şekilde devam eder (çaprazda bulunan eşler çalışmada yoktur).</p> <p><b>Egzersiz 1-C Formu:</b> Sporcular birbirlerine matematiksel işlemler içeren sorular yöneltirler. Örneğin pası veren 7+5 diye sorar, karşıdan gelen topu iade ederken matematiksel işlemi yanıtlar ve yeni bir soru yöneltir.</p>
<p><b>Egzersiz 2: Partnerden gelen komuta göre teknik uygulama egzersizi</b> İki sporcu karşılıklı olarak uygulayıcının belirlediği mesafede konumlanır. Sporculardan birinin parmak pas ile karşıdaki partnerine pas vermesi ile çalışma başlar bu sırada ilk pası gönderen sporcu bir rakam söyler söylenen rakam tek sayı (1-3-5-7) ise partner gelen topu manşet pas ile çift sayı (2,4,6,8) ise parmak pas ile geri gönderir ve hemen yeni bir sayı söyler. Karşıdaki sporcu söylenen sayıya göre ilgili tekniği uygular.</p>	<p><b>Egzersiz 2-B Formu:</b> Çalışma aynen Egzersiz 2'deki gibidir ancak bu kez komutlar şu şekilde verilir: Sporculardan pası gönderen iki haneli bir rakam söyler "15", karşıdaki sporcu bu iki haneli rakamın her bir rakamını toplar 1+5=6 çıkan sonuç çift ise ona uygun tekniği çıkan sonuç tek ise bu komuta uygun tekniği uygular.</p>
<p><b>Egzersiz 3: Komuta göre teknik uygulama ve hedefe pas verme çalışması</b> Dört sporcu birbirine eşit mesafede antrenörün belirleyeceği şekilde baklava dilimini andıran bir şeklin köşelerinde olacak şekilde konumlanırlar. Sporculardan biri herhangi bir diğer arkadaşına parmak pas ile pas vererek çalışmayı başlatır aynı anda geriye kalan iki sporcudan birinin ismini söyler. Kendisine pas verilen sporcu söylenen isimdeki sporcuya istediği bir teknik (parmak pas veya manşet pas) ile pas verir ve yeni bir isim söyler. Pası alan her sporcu kendine söylenen isimdeki sporcuya pas verir.</p>	<p><b>Egzersiz 3-B Formu:</b> Dört sporcu birbirine eşit mesafede uygulayıcının belirleyeceği şekilde baklava dilimini andıran bir şeklin köşelerinde olacak şekilde konumlanırlar. Sporcularda biri herhangi bir diğer arkadaşına parmak pas ile pas vererek çalışmayı başlatır ve aynı anda geriye kalan iki sporcudan birinin ismini ve bir rakam söyler. Kendisine pas verilen sporcu söylenen isimdeki sporcuya pas verir ve belirtilen rakama ilişkin tekniği uygular. Çift rakamlar parmak pası, tek rakamlar ise manşet pası simgeler.</p> <p><b>Egzersiz 3-C Formu:</b> Çalışma aynen Egzersiz 3'ün B formundaki gibidir ancak bu kez uygulanacak teknik rakamlarla değil renklerle simgelenir. Mavi renk parmak pası, kırmızı renk ise manşet pası simgeler.</p>
<p><b>Egzersiz 4: Komutları el ile belirleyerek paslaşma egzersizi</b> İki sporcu uygulayıcının belirlediği mesafede karşılıklı konumlanır. Sporculardan biri parmak pas ile çalışmayı başlatır. Pasa bağlı olarak iki elinden birini havada tutar. Sağ elin havaya kalkması manşet pası, sol elin havaya kalması ise parmak pası simgeler. Karşıdaki sporcu bu komutlara göre bir teknik uygulayarak pası partnerine iade eder ve çalışma bu şekilde devam eder.</p>	<p><b>Egzersiz 4-B Formu:</b> Çalışma aynen Egzersiz 4'deki gibidir ancak bu kez uygulanacak tekniğe ilişkin komutlar ayaklarla verilir. Sağ ayak adım alınarak öne doğru çıkarılırsa karşıdaki sporcu parmak pasla, sol ayak adım alınarak öne doğru çıkarılırsa manşet pas ile iade yapılır ve iade yaparken de kendisi sağ veya sol ayağı ile öne adım alarak karşıdaki sporcunun uygulayacağı tekniğe ilişkin komut verilir.</p>

**EK-2**

12-13 Yaş Grubu Voleybolcularda Life Kinetik Antrenman Programı				
	Haftalar	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
1. Ay	1	E1= 10X2:1dk E1B= 10X2:1dk E1C= 10X2:1dk	E1= 10X2:1dk E1B= 10X2:1dk E1C= 10X2:1dk	E1= 10X2:1dk E1B= 10X2:1dk E1C= 10X2:1dk
	2	E2= 10X2:1dk E2B= 10X2:1dk E2C= 10X2:1dk	E2= 10X2:1dk E2B= 10X2:1dk E2C= 10X2:1dk	E2= 10X2:1dk E2B= 10X2:1dk E2C= 10X2:1dk
	3	E3= 10X2:1dk E3B= 10X2:1dk E3C= 10X2:1dk	E3= 10X2:1dk E3B= 10X2:1dk E3C= 10X2:1dk	E3= 10X2:1dk E3B= 10X2:1dk E3C= 10X2:1dk
	4	E4= 10X2:1dk E4B= 10X2:1dk	E4= 10X2:1dk E4B= 10X2:1dk	E4= 10X2:1dk E4B= 10X2:1dk
2. Ay	5	E1= 10X2:1dk E1B= 10X2:1dk E1C= 10X2:1dk	E1= 10X2:1dk E1B= 10X2:1dk E1C= 10X2:1dk	E1= 10X2:1dk E1B= 10X2:1dk E1C= 10X2:1dk
	6	E2= 10X2:1dk E2B= 10X2:1dk E2C= 10X2:1dk	E2= 10X2:1dk E2B= 10X2:1dk E2C= 10X2:1dk	E2= 10X2:1dk E2B= 10X2:1dk E2C= 10X2:1dk
	7	E3= 10X2:1dk E3B= 10X2:1dk E3C= 10X2:1dk	E3= 10X2:1dk E3B= 10X2:1dk E3C= 10X2:1dk	E3= 10X2:1dk E3B= 10X2:1dk E3C= 10X2:1dk
	8	E4= 10X2:1dk E4B= 10X2:1dk	E4= 10X2:1dk E4B= 10X2:1dk	E4= 10X2:1dk E4B= 10X2:1dk
3. Ay	9	E2= 10X1:1dk E2B=10X1:1dk E2C=10X1:1dk E4= 10X1:1dk E4B=10X1:1dk	E1= 10X1:1dk E1B=10X1:1dk E1C=10X1:1dk E3= 10X1:1dk E3B=10X1:1dk E3C=10X1:1dk	E2= 10X1:1dk E2B=10X1:1dk E2C=10X1:1dk E1= 10X1:1dk E1B=10X1:1dk E1C=10X1:1dk
	10	E3=10X1:1dk E3B=10X1:1dk E3C=10X1:1dk E4= 10X1:1dk E4B=10X1:1dk	E2= 10X1:1dk E3B=10X1:1dk E3C=10X1:1dk E3= 10X1:1dk E2B=10X1:1dk E2C=10X1:1dk	E1= 10X1:1dk E1B=10X1:1dk E1C=10X1:1dk E4= 10X1:1dk E4B=10X1:1dk
	11	E2= 10X1:1dk E2B=10X1:1dk E2C=10X1:1dk E4= 10X1:1dk E4B=10X1:1dk	E1= 10X1:1dk E1B=10X1:1dk E1C=10X1:1dk E3= 10X1:1dk E3B=10X1:1dk E3C=10X1:1dk	E2= 10X1:1dk E2B=10X1:1dk E2C=10X1:1dk E1= 10X1:1dk E1B=10X1:1dk E1C=10X1:1dk
	12	E3=10X1:1dk E3B=10X1:1dk E3C=10X1:1dk E4= 10X1:1dk E4B= 10X1:1dk	E2= 10X1:1dk E3B=10X1:1dk E3C=10X1:1dk E3= 10X1:1dk E2B=10X1:1dk E2C=10X1:1dk	E1= 10X1:1dk E1B=10X1:1dk E1C=10X1:1dk E4= 10X1:1dk E4B=10X1:1dk
Uygulama		E= 10X2:1 ( 10 tekrar / 2 seri / seri arası 1 dakika dinlenme )		

*Araştırma Makalesi*

**ÖZEL (ÜSTÜN) YETENEKLİ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN  
EGZERSİZ YAPMA DURUMLARIYLA FİZİKSEL BENLİK  
ALGILARININ İNCELENMESİ**

**EXAMINATION OF GIFTED AND TALENTED UNIVERSITY  
STUDENTS' EXERCISING SITUATIONS AND PHYSICAL SELF  
PERCEPTIONS**

Gönderilen Tarih: 02/02/2022  
Kabul Edilen Tarih: 16/03/2022

**Seyit KARABURÇAK**  
Yusuf Demir Bilim ve Sanat Merkezi, Kırşehir, Türkiye  
Orcid: 0000-0002-8279-6748

## Özel (Üstün) Yetenekli Üniversite Öğrencilerinin Egzersiz Yapma Durumlarıyla Fiziksel Benlik Algılarının İncelenmesi

### ÖZ

Bu araştırma, özel (üstün) yetenekli üniversite öğrencilerinde egzersiz yapma ile fiziksel benlik algıları arasındaki ilişkiyi belirlemeyi, yaş ve cinsiyet değişkenleri açısından incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma grubunu ülkemizdeki çeşitli üniversitelerde öğrenim gören özel (üstün) yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Bu kapsamda 93 (46 erkek, 47 kadın) özel (üstün) yetenekli öğrenciye ulaşılmıştır. Bu çalışmada Fiziksel Benlik Ölçeği (FBO) kullanılmıştır. Veriler normal dağılım gösterdiği için ikili gruplarda bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Üçlü gruplarda tek yönlü Anova yapılmıştır. Araştırma bulgularında özel (üstün) yetenekli öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre; düzenli egzersiz yapanların ölçeğin alt boyutları Fiziksel Kondisyon (FK) ve Fiziksel Kuvvet (FK2)'de erkekler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < .05$ ). Özel (üstün) yetenekli üniversite öğrencilerinin egzersiz yapma durumlarına göre, ölçeğin tüm alt boyutlarında anlamlılık gözlenirken ( $p < .05$ ) egzersiz yapanların ölçek ortalama puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaş düzeyi değişkeni açısından yapılan karşılaştırmada ölçek alt boyutlarıyla yaş düzeyi arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $p > .05$ ). Sonuç olarak özel (üstün) yetenekli öğrencilerde düzenli egzersiz yapan erkeklerin fiziksel benlik algıları kadınlardan yüksek bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Özel (üstün) yetenek, egzersiz, fiziksel benlik algısı

## Examination of Special (Gifted) Talented University Students' Exercising Situations and Physical Self Perceptions

### ABSTRACT

This study aims to determine the relationship between their exercise status and physical self-perceptions in gifted university students and to examine it in terms of age and gender variables. The study group consists of special (gifted) talented students studying at various universities in Turkey. In this context, 93 (46 male, 47 female) special (gifted) talented students were reached. Physical Self Scale (PSS) was used in the study. Since the data showed a normal distribution, independent samples t-test was used in paired groups. One-way Anova was performed in groups of three. According to the gender variable of the special (gifted) students; there was a significant difference in favor of men in the sub-dimensions Physical Condition (PC) and Physical Strength (PS) of those who exercise regularly ( $p < .05$ ). While significance ( $p < .05$ ) was observed in all sub-dimensions of the scale according to the exercise status of special (gifted) university students, it was determined that the average scores of the exercisers were higher. In the comparison made in terms of the age level variable, it was determined that there was no significant difference between the sub-dimensions of the scale and the age level ( $p > .05$ ). As a result, the physical self-perceptions of the special (gifted) talented male students who exercise regularly were found to be higher than that of the female students.

**Key Words:** Special (gifted) talented, exercise, physical self perception

## INTRODUCTION

The human body shows a continuous progress in terms of physical, emotional, social and mental aspects since before birth<sup>1</sup>. Special (gifted) talents progress gradually from one developmental period to the next, with their individual pace different from their peers in this process<sup>2</sup>. Although the terms “gifted”, “talented”, and “gifted/talented” are sometimes used interchangeably to describe ambiguous or undefined groups in English, they are commonly used for the “mentally gifted”. For special (gifted) talents, definitions such as brilliant, distinguished, expert, genius, precocious, ingenious, dedicated, conscientious, hardworking, persistent and talented are also used related to their superior performance<sup>3</sup>. Special (gifted) talent can sometimes be difficult to recognize in children as in adults, and the performance that results in this label can sometimes differ in nature between childhood and adulthood<sup>4</sup>.

Special (gifted) talents are those who score at least two standard deviations above the mean on standardized intelligence tests. They are expected to score 130 IQ or higher on intelligence tests. They may also score at least two grades above their peers on achievement tests, particularly in math and reading. The concept of "talent" in English is widely used for outstanding performance in fields such as sports, drama, dance, leadership, music and visual arts<sup>3</sup>.

All gifted learners have three nested sets of characteristics. These are above-average ability, commitment to task, and creativity<sup>5</sup>. Special (gifted) talents are known to differ from their peers in areas such as interest, talent, creativity, motivation, and task responsibility<sup>6</sup>. It is accepted that special (gifted) talents have high capacity and skills in various fields such as general and special academic fields, creativity, leadership and motivation. Special (gifted) talents may also demonstrate exceptional competence in performance areas such as language, mathematics, painting, music, performing arts, dance and sports. Special (gifted) talents show extraordinary proficiency in their structured field of activity or in some sensory-motor skills (mathematics, music, painting, dance, sports)<sup>7</sup>.

With the Turkish Ministry of National Education, Talented Individuals Strategy and Implementation Plan 2013-2017, the definition of "Special Talent" was started to be used for the first time officially and it has been widely used today<sup>8</sup>. In this context, learning faster than their peers, being ahead in creativity, artistic and leadership capacity, having special academic abilities, understanding abstract ideas, liking to act independently in areas of interest, and performing at a high level can be included among the characteristics of gifted individuals<sup>9</sup>. Special (gifted) talents need comprehensive educational opportunities and services that cannot be provided by normal programs<sup>10</sup>. An educationally differentiated, enriched and accelerated program is required in areas where they show different developmental characteristics<sup>11</sup>. Special (gifted) talented people face more emotional and psychological problems than their peers<sup>12</sup> <sup>13</sup>. Self-esteem is among these features<sup>14</sup>. According to Oğurlu and Yaman, (2010)<sup>15</sup> gifted people prefer to choose different ways to adapt more easily in environments where they are not accepted. In addition, they may show a tendency to isolate themselves from the group, to try to attract attention, to behave in order to be accepted or to try to look like everyone else.



In order to develop self-perception and motivation in gifted students, it is necessary to work on tasks that have personal meaning and purpose for students, to create a healthy learning environment, to make choices, to think at a higher level, to develop problem solving and decision-making skills<sup>16</sup>. These children with high mental skills face the problem of self-adaptation compared to their peers<sup>17</sup>. Despite all these characteristics of special (gifted) talented people, they have a very high chance of achieving their goals thanks to effort, practice or psycho-social support.

The self is the subjective side of the individual's personality and is the image that the person designs about himself. It is a person's thoughts, perceptions, self-knowledge and evaluation of his own personality. Self-perception expresses how we see ourselves<sup>18</sup>. High self-esteem and self-confidence can be seen in individuals with high self-perception. They are more successful than their peers in establishing interpersonal relationships and interaction. They have strong features in using social processes better, getting used to new situations and adapting to processes. They may be more successful in social relationships and making new friends. Individuals with a high sense of self also have the ability to be more adaptable and to meet events and facts more cautiously<sup>19</sup>.

Physical self-perception, on the other hand, is regarded as an important part of self-confidence and general self-perception, and the most important dimension of the multifaceted and hierarchical structure of self-perception that is affected by exercise and participation in sports<sup>20</sup>. Physical self-perception includes the individual's perception and evaluation of himself/herself in terms of psycho-motor aspects and these characteristics. It can be said that the person's coordination and sports ability are among the psycho-motor features, and the physical fitness features include the state of self-perception and evaluation such as strength, endurance and flexibility. Measurement tools such as the Physical Self-Perception Profile and the Physical Self-Description Questionnaire are used to measure the physical self-concept. In addition, Rudasill and Callahan, (2008)<sup>21</sup> showed that Self-Perception Profiles for Children and Adolescents SPPC and SPPA scores are reliable for use in studies with gifted populations. Among the factors affecting the formation of self-concept can be listed as family, school life, work life, circle of friends. The individual who encounters many difficulties in school life is affected positively or negatively by the approaches of his friends and teachers. Relationships between peers are also effective in the development of an individual's self-perception. A person's self-perception can also be affected by behaviors such as being acceptance, interest, support and rejection among his peers. The more balanced a person's self-perception is in accepting his or her competencies and inadequacies, the more realistic the self-perception can be. While the closeness of the self-perception to reality enables the person to develop more adaptive behaviors, the unrealistic self-perception may lead to the emergence of maladaptive behaviors. These maladaptive behaviors may appear in the form of rigid attitude, inflexibility and aggression<sup>22</sup>. Special (gifted) talented people may encounter problems related to self-confidence, self-perception, work discipline and success when appropriate conditions are not provided<sup>23</sup>. In cases where special (gifted) talents feel helpless against the events around them due to their hypersensitivity and high awareness, their self-perceptions may be negatively affected<sup>11</sup>.

Exercise is body movements performed in a certain area and within the framework of a plan. It is regular, planned and repetitive physical activities aimed at maintaining or improving one or more components of one's physical fitness<sup>24</sup>. People who have sedentary lifestyle experience depression, stress, nervous system diseases, cardiovascular problems, respiratory diseases, physical and psychological problems<sup>25</sup>. Regular physical activity of the person causes changes in self-perception as it will also affect his own insight. It has been determined that those who do regular exercise, physical activity and sports develop a positive self-perception<sup>26 27</sup>. It is known that sense of self and healthy body increase in people who exercise regularly. It is also known that those who do regular physical activity have higher body image satisfaction levels. According to Aşçı, (2004)<sup>28</sup> physical self-perception, which is an important dimension of self-perception, is directly related to the individual's quality of life, as well as to mental fitness, and there are many reasons for this change, such as physical change, exercise environment, and communication with other individuals. It is known that researches on special (gifted) talents have been conducted at different education levels from pre-school to high school and on various variables. When the national literature is examined, no research has been found on the physical self-perception of special (gifted) university students. For this reason, it was aimed to investigate the exercise status and physical self-perceptions of the special (gifted) talented students who were educated at the Science and Art Centers (SAC) affiliated to the Ministry of National Education in terms of age and gender variables.

## **MATERIALS AND METHODS**

In this section, information is given about the study group of the research, the data collection tools and content used, how the data was collected, and the statistical techniques applied during the analysis phase.

### **Research Model**

In this study, survey model, which is one of the quantitative research methods, was used. The survey model aims to collect data to identify certain characteristics of a group. According to Karasar, (2008)<sup>29</sup> survey models are research approaches that aim to describe a past or present situation as it is. Permission was obtained in accordance with the decision numbered 4 of the meeting numbered 1 on 15/01/2021 in the Ethics Committee of Ankara University.

### **Study Group (Population-Sample)**

The study group consists of university students who were defined as gifted and talented and graduated after receiving education in Science and Art Centers. The study group of the research consists of 93 (46 male and 47 female) special (gifted) talented students who were selected through random sampling, studying at various universities in Turkey in the 2020-2021 academic year and educated at the Science and Art Center (SAC). Participation in the research is on a voluntary basis and a voluntary consent form was sent to the participants in the digital environment.

**Table 1.** Gender, regular exercise/non-exercise status and age distribution of the participants

		N	%
Gender	Male	46	49.5 %
	Female	47	50.5 %
Regular Exercise	Exerciser	34	36.6 %
	Non-exercisers	59	63.4 %
Age	18	29	31,1%
	19	17	18,2%
	20	20	21.5%
	21	3	3,2%
	22	24	25.8%

According to Table 1, it is seen that the study group has a balanced distribution according to gender. While 36.6% (n=34) exercise regularly, 63.4% (n=59) do not exercise regularly.

### Data Collection Tools

In order to collect data in the research, "Physical Self Scale (PSS)" and "Personal Information Form" developed by the researcher were used.

### Physical Self Scale (PSS)

In the study, the Physical Self Inventory (PSI) developed by Ninot et al. and the Physical Self Inventory (PSI) which was adapted into Turkish by Çağlar et al. (2017)<sup>30</sup> were used. It was found that the scale consisted of six factors and they were similar to the factors in the original scale. The 3rd item of the original scale was excluded in the adaptation study due to its low factor loading and explanatory coefficient. The CFA results of the scale showed that the obtained fit index values were sufficient. The Cronbach alpha internal consistency coefficients of the Turkish form of the Physical Self Scale sub-dimensions ranged from .55 (Body attractiveness) to .89 (Sport competence). An application was made to the Ankara University Ethics Committee in order to conduct the research. In accordance with the decision of Ankara University Ethics Committee dated 15/01/2021 and numbered 01/04, it was decided that the research was ethically appropriate.

### Personal Information Form

Personal Information Form was sent to the participants electronically. In the form, the participants were asked questions about their gender, age and whether they exercised regularly.

### Analysis of Data

In order to provide descriptive information about the participants in the study group, the data were evaluated in the SPSS 22 statistical program. Descriptive statistics were used in the evaluation. The normal distribution of the data was checked with the kurtosis and skewness coefficients (range of +1.5 to -1.5). Parametric analyzes were used due to the normal distribution of the data. In order to show the difference between the variables, t test and ANOVA were performed. The margin of error of the study was accepted as  $p < .05$ .

## FINDINGS

**Table 2.** Normality distribution table

	GSC	PSW	PC	SC	BA	PS
N	93	93	93	93	93	93
St. Error Mean	0.393	0.570	0.459	0.548	0.261	0.369
Standard Error	3.79	5.50	4.43	5.28	2.51	3.56
Minimum	9	8	6	4	4	3
Maximum	29	30	24	24	18	18
Skewness	-0.919	-0.252	0.0333	0.0869	-0.721	0.0947
St. Error Skewness	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
Kurtosis	0.854	-0.746	-0.750	-0.764	1.31	-0.711
St. Error Kurtosis	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495

\*General self-concept (GSC), Physical self-worth (PSW), Physical condition (PC), Sport competence (SC), Body attractiveness (BA), Physical strength (PS).

The normality assumption values of the data regarding the physical self-perception scores (table 2) are given. Accordingly, it can be said that the data show a normal distribution.

**Table 3.** Comparison of physical self scale dimensions according to exercise status

Sub-Dimensions	Exercise	N	Mean	Sd	t	p
GSC	Yes	34	23.6176	.52055	2.859	.005
	No	59	21.3729	.51449		
PSW	Yes	34	21.9706	.79041	3.338	.001
	No	59	18.2203	.72044		
PC	Yes	34	17.5000	.66388	5.446	.000
	No	59	12.9661	.50304		
SC	Yes	34	14.9706	.88912	3.021	.003
	No	59	11.6780	.64979		
BA	Yes	34	14.2647	.37836	2.328	.022
	No	59	13.0339	.33670		
PS	Yes	34	11.9118	.59013	3.379	.001
	No	59	9.4576	.43403		

\*(p<.05)

In the comparison of special (gifted) talented university students according to their physical self-scale sub-dimensions according to their exercise status (table 3), in all sub-dimensions of the physical self-scale according to the exercise status of special (gifted) university students General self-concept (GSC) {t=2.859; p<.005}, Physical self-worth (PSW) {t=3.338; p<.001}, Physical condition (PC) {t=5.446; p<.000}, Sport competence (SC) {t=3.021; p<.003}, Body attractiveness (BA) {t=2.328;p<.022}, Physical strength (PS) {t=3.379;p<.001} were observed to be significant, it was determined that the mean scores of the exercisers were higher.

**Table 4.** Comparison of physical self-scale sub-dimensions by gender

Sub-Dimensions	Gender	N	$\bar{x}$	Sd	t	p
GSC	Male	46	22.1957	.58369	.005	.996
	Female	47	22.1915	.53260		
PSW	Male	46	20.3696	.79513	1.357	.178
	Female	47	18.8298	.80947		
PC	Male	46	15.5435	.70997	2.015	.047
	Female	47	13.7234	.56223		
SC	Male	46	13.8478	.80155	1.765	.081
	Female	47	11.9362	.72958		
BA	Male	46	13.0217	.36974	-1.774	.079
	Female	47	13.9362	.35911		
PS	Male	46	11.0870	.49522	1.994	.049
	Female	47	9.6383	.53067		

\*(p<.05)

In the comparison of Physical Self scores of special (gifted) university students doing exercises according to the gender variable (Table 4), there are significant differences in favor of men in the sub-dimensions Physical Condition (PC) {t=2.015;p<.047} and Physical Strength (PS) {t=1.994;p<.049}. The mean of male was found to be higher than the mean of females. It was observed that there was no significant difference in the mean scores of the other sub-dimensions of the scale in terms of the gender variable (p>.05).

**Table 5.** Comparison of physical self-scale sub-dimensions by age level

Sub-dimensions	Source of Variation	Sum of Squares	Sd	Mean of Squares	F	p
GSC	Intergroup	16.568	4	4.142	.280	.890
	Ingroup	1301.948	88	14.795		
	Total	1318.516	92			
PSW	Intergroup	29.536	4	7.384	.236	.917
	Ingroup	2750.937	88	31.261		
	Total	2780.473	92			
PC	Intergroup	49.172	4	12.293	.617	.652
	Ingroup	1754.656	88	19.939		
	Total	1803.828	92			
SC	Intergroup	33.584	4	8.396	.292	.883
	Ingroup	2532.115	88	28.774		
	Total	2565.699	92			
BA	Intergroup	40.378	4	10.095	1.642	.171
	Ingroup	540.847	88	6.146		
	Total	581.226	92			
PS	Intergroup	51.799	4	12.950	1.023	.400
	Ingroup	1113.491	88	12.653		
	Total	116.290	92			

\*(p<.05)

When the comparison was made according to the age variable (table 5), it was determined that there was no significant difference ( $p>.05$ ).

## DISCUSSION

When the difference between the exercise status of the gifted and talented people in the study group and the physical self-scale sub-dimensions was examined, it was observed that there was a significant difference in favor of those who regularly exercise in all sub-dimensions ( $p<.05$ ). Previous studies examining the relationship between exercise and physical self-perception yielded similar results to the findings of this study. Pehlivan, (2010)<sup>31</sup> found that those who actively participate in sports have higher attitude scores than those who do not. Physical self-perceptions of those who actively participate in sports were found to be higher than those who do not. While a significant increase occurred in the subscales of sports ability and appearance as the program applied to the group progressed, a decrease was observed in the subscales of body fat and general physical competence. Makar, (2016)<sup>32</sup> found a positive relationship between social skills obtained from men and women, and physical self-perception and physical activity values. Yaman et al. (2008)<sup>33</sup> found that the physical self-perception levels of table tennis players were higher than those of other branch athletes. In the study of Köksal et al.(2006)<sup>34</sup>, a significant difference was found in favor of those who applied the program when the physical self-perception was examined in the pretest- posttest score results after the program. According to Roh, (2018)<sup>35</sup> the participation of female university students in pilates classes seems to be effective on their physical self-perceptions. The physical self-perceptions of female university students attending Pilates classes seem to be effective on their psychological health as well. According to the study, there is a causal relationship between female university students' participation in pilates classes and their health status, psychological health and physical self-perception. McIntyre et al. (2014)<sup>36</sup> found a significant difference in perceived physical condition, attractive body, and physical condition between strength subfield scores in the pre-test and post-test. Accordingly, exercise intervention has a positive effect on physical self-perceptions, especially in men. In her study, Aşçı, (2004)<sup>11</sup> found that physical self-perception was affected by gender and physical activity level, and also revealed that boys had a more positive physical self-perception than girls and those who were physically active than those with low activity levels.

Considering the results of the physical self-scale sub-dimensions of the special (gifted) talented people in the study group according to gender, a significant difference was found in favor of men in the sub-dimensions of physical condition (PC) and physical strength (PS) ( $p<.05$ ). This result is similar to the results of many studies that found significant results in favor of men who exercise. Hagger et al. (2005)<sup>37</sup> found that physical self-perception scores were higher in boys and in the seventh grade. According to Blanco et al. (2016)<sup>38</sup>, men scored higher in physical ability, physical fitness, physical attractiveness, power, general physical self-concept and general self- concept sub-dimensions compared to women. Ildiz et al.(2015)<sup>39</sup> found that male participants had better physical self-perceptions, body compositions and physical activity levels than female participants. Inchley et al. (2011)<sup>40</sup> stated that girls have lower levels of perceived competence, self-esteem, and physical self-worth than boys. Çoknaz et al. (2019)<sup>41</sup> found in their study that men have higher

physical self- perception scores than women. In the study conducted by Metin and Kangal, (2012)<sup>42</sup>, when the differences between the mean scores of general self-concept according to gender were examined, the difference between the mean scores of the sub-factors of happiness, popularity, behavior, harmony and conformity, physical appearance, mental and school status was found to be significant in favor of men. According to Hersch et al. (1997)<sup>43</sup>, while gender had a significant effect, age did not. Men scored significantly higher on general and physical self-concepts, while women scored higher on social self-concept. In her study, Viira, (2011)<sup>44</sup> revealed that in longitudinal studies, boys' perceptions of physical activity are higher in the areas of status, sport, body, strength, physical self-worth, and general self-worth compared to girls. For girls, body and conditioning areas emerged as important. Turan et al. (2019)<sup>45</sup> found problems with students' body posture in their study, and they concluded that gender plays a role in posture and self-perception. Baceviciene et al. (2019)<sup>46</sup> for women, age and BMI; lower physical activity and self-perceived inadequate physical activity, perceived physical fitness, and not participating in sports were associated with more somatic and psychological complaints.

According to the results of the research, when the results of the special (gifted) talents in the study group are examined according to the physical self-scale sub-dimensions, significant results were found in favor of those who exercise regularly in all of the sub- dimensions of the scale; General self-concept (GSC), Physical self-worth (PSW), Physical condition (PC), Sport competence (SC), Body attractiveness (BA), Physical strength (PS) ( $p < .05$ ). Accordingly, it can be said that exercising affects the physical self-perception positively. According to gender, physical self-perceptions of those who exercise regularly were found to be significant in favor of men in the sub-dimensions of Physical condition (PC) and Physical strength (PS) ( $p < .05$ ). According to the results of this study, it can be said that men have higher average scores in only two sub- dimensions of the physical self-scale than women, while there is no significant difference between genders in other sub-dimensions. According to the results of the study, it was found that there was no significant difference between the sub-dimensions of the scale among the age groups of the gifted ( $p < .05$ ). In this direction, the study can be repeated in different age groups.

The selection of the study group can be formed more inclusively in order to obtain generalizable information about all special (gifted) talents. Other studies can be carried out in which special (gifted) talent and normal population can be compared. The limitations of this study are the study group and measurement tool. Further studies can be planned by using other variables that may affect physical self-perception of special (gifted) talented individuals.

## REFERENCES

1. Senemoğlu N. (1997). Gelişim, öğrenme ve öğretim. Ertem Yayıncılık. Ankara.
2. Davis GA., Rimm SB. (1998). Education of the gifted and talented. 4. Baskı. Allyn ve Bacon. Boston.
3. Dale B. (1986). Artistically talented students: a call for research. Working Papers in Art Education. 5, 16-25.

4. Olszewski-Kubilius P., Turner D. (2002). Gender differences among elementary school-aged gifted students in achievement, perceptions of ability, and subject preference. *Journal for the Education of the Gifted*. 25, 233-268.
5. Renzulli JS. (2011). Theories, actions, and change: an academic journey in search of finding and developing high potential in young people. *Gifted Child Quarterly*. 55, 305-308.
6. Ataman A. (2004). Üstün zekâlı ve üstün yetenekli çocuklar. Üstün yetenekli çocuklar seçilmiş makaleler kitabı. Çocuk vakfı yayınları. İstanbul.
7. National Association for Gifted Children (NAGC) (2014). Definitions of giftedness.
8. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). Özel yetenekli bireyler strateji ve uygulama planı. 2013–2017.
9. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2019). Bilim ve sanat merkezleri yönergesi. Ankara. 2747 sayılı Tebliğler Dergisi.
10. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2019). Özel yetenekli çocuğum var. Ankara. MEB Yayınları.
11. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Özel yetenekli öğrencim var. Ankara. MEB Yayınları.
12. Neihart M., Reis SM., Robinson NM., Moon SM. (2002). The social and emotional development of gifted children: what do we know? Prufrock Press. Waco.
13. Bailey CL. (2007). Social and emotional needs of gifted students: what school counselors need to know to most effectively serve this diverse student population. Paper based on a program presented at the Association for Counselor Education and Supervision Conference. Columbus.
14. Vialle W., Heaven PCL., Ciarrochi J. (2014). The relationship between self-esteem and academic achievement in high ability students: evidence from the wollongong youth study. *The Australasian Journal of Gifted Education*. 24(2), 17-23.
15. Oğurlu Ü., Yaman Y. (2010). Üstün zekâlı/yetenekli çocuklar ve iletişim. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 28, 213-223.
16. Hay I. (1993). Motivation, selfperception and gifted students. *Gifted Education International*. 9, 16-21.
17. Bee H. (1999). The growing child: an applied approach. 2. Baskı. New York. Longman.
18. Cüceloğlu D. (1998). İçimizdeki çocuk. 19. Baskı. Remzi Kitabevi. Ankara.
19. Çakmak Z., Kara H. (2011). Yöneticilerde benlik algılamalarının belirlenmesi: sanayi örgütlerinde bir araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 30, 301-310.
20. Aşçı FH. (2004). Benlik algısı ve egzersiz. *Spor Bilimleri Dergisi*. 15(4), 233-266.
21. Rudasill KM., Callahan CM. (2008). Psychometric characteristics of the harter self-perception profiles for adolescents and children for use with gifted populations. *Gifted Child Quarterly*. 52(1), 70-86.
22. Bayat B. (2003). Bireylerin benlik algısı (benlik tasarımları) sistemi ve bu sistemin davranışları üzerindeki rolü. *Kamu-İş*. 7(2), 1-11.
23. Sak U. (2010). Üstün zekâlılar, özellikleri, tanılanmaları, eğitimleri. Maya Akademi Yayıncılık. Ankara.
24. T.C. Sağlık Bakanlığı (2014). Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Türkiye fiziksel aktivite rehberi. 2. Baskı. Kuban Matbaacılık Yayıncılık. Ankara.



25. Tuncel F. (1994). Sağlıklı yaşam düzenli egzersiz. *Bilim ve Teknik Dergisi*.
26. Featherstone M. (2010). Body, image and affect in consumer culture. *Body&Society*.
27. Öngören B. (2015). Sosyolojik açıdan sağlıklı beden imgesi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*. 34, 25-45.
28. Aşçı FH. (2004). Fiziksel benlik algısının cinsiyete ve fiziksel, aktivite düzeyine göre karşılaştırılması. *Spor Bilimleri Dergisi*. 15(1), 39-48.
29. Karasar N. (2008). Bilimsel araştırma yöntemi. Nobel Yayınları. Ankara.
30. Çağlar E., Aşçı FH., Bilgili N. (2017). Üniversite öğrencilerinde fiziksel benlik ölçeği Türkçe sürümünün psikometrik özellikleri. *Anatolian Journal of Psychiatry*. 18(6), 594-601.
31. Pehlivan Z. (2010). Analysis of physical self-perceptions of physical education teacher candidates and their attitudes toward teaching profession. *Education and Science*, 35(156), 126-141.
32. Makar E. (2016). Spor eğitimi gören öğrencilerin sosyal beceri, fiziksel benlik algısı ve fiziksel aktivite düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Bartın.
33. Yaman Ç., Teşneli Ö., Gelen N., Koşu S., Tel M., Yalvarıcı N. (2008). Elit seviyedeki değişik spor branşlarının fiziksel benlik algısı üzerine etkisi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 5(2), 1-17.
34. Köksal F., Koruç Z., Kocaekşi S. (2006). Step-aerobik dansına katılımın kadınlarda fiziksel benlik algısı üzerine etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*. 41, 45-51.
35. Roh YS. (2018). The influence of physical self-perception of female college students participating in pilates classes on perceived health state and psychological wellbeing. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 14(2), 192-198.
36. McIntyre F., Chivers P., Rose E., Hands B. (2014). Exercise can improve physical self perceptions in adolescents with low motor competence. *Human Movement Science*. 42, 333-343.
37. Hagger MS., Biddle SJH., Wang CKJ. (2005). Physical self-perceptions in adolescence: generalizability of a multidimensional, hierarchical model across gender and grade. *Educational and Psychological Measurement*. 65(2), 297-322.
38. Blanco LH., Ordonez EF., Rangel Y., Alvarez G., Rodriguez-Villalobos JM. (2016). Perceived physical self-concept in university students comparisons by gender. *International Journal of Sports Science and Physical Education*. 1(1), 6-9.
39. Ildiz M., Saygın Ö., Ceylan Hİ. (2015). An examination of physical self-perception, body composition and physical activity level of high school students according to gender. *International Refereed Academic Journal of Sports, Health And Medical Sciences*. 17, 116-129.
40. Inchley J., Kirby J., Currie C. (2011). Longitudinal changes in physical self-perceptions and associations with physical activity during adolescence. *Pediatric Exercise Science*. 23, 237-249.
41. Çoknaz H., Aksoy E., Tiryaki K., Ustaoglu P., Efek E.(2019). Ortaöğretim öğrencilerinin fiziksel benlik algısı düzeylerinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 12(68), 883-888.
42. Metin N., Kangal SB. (2012). Bilim sanat merkezlerine devam eden 12-14 yaş grubu üstün yetenekli çocukların benlik algılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*. 37(163), 3-15.

43. Hersch N., David G., Roth A., Worrell FC. (1997). Age and gender differences in global, academic, social, and athletic self-concepts in academically talented students.
44. Viira R. (2011). Adolescents' physical self-perception as related to moderate-to-vigorous physical activity: a one-year longitudinal study. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. 17, 199-208.
45. Turan N., Aydın GO., Kaya H., Bilgili F., Hasmaden E., Akkus Y., Lutfiye TM., Tirank M. (2019). Physical self – perception, body posture of nursing students and associated factors. *Clinal and Experimental Health Sciences*. 9(1), 77-84.
46. Baceviciene M., Jankauskiene R., Emeljanovas A. (2019). Self-perception of physical activity and fitness is related to lower psychosomatic health symptoms in adolescents with unhealthy lifestyles. *BMC Public Health*,19, 980.

