



**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.

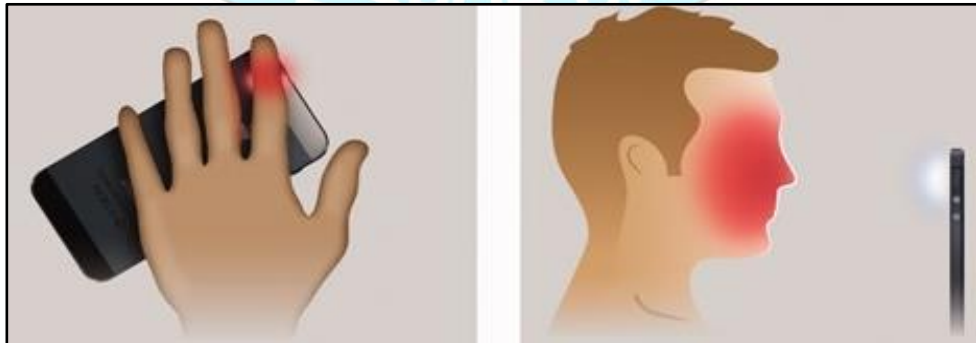
Fizyolojik ve kinantropometrik ölçümler antrenman programlarını izlemek ve geliştirmek için kullanıldığından spor ve egzersiz biliminin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Spor ve egzersiz biliminde kullanılan test etme koşulları güvenilirlik ve hassasiyet oranları doğrultusunda laboratuvar ortamında 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.

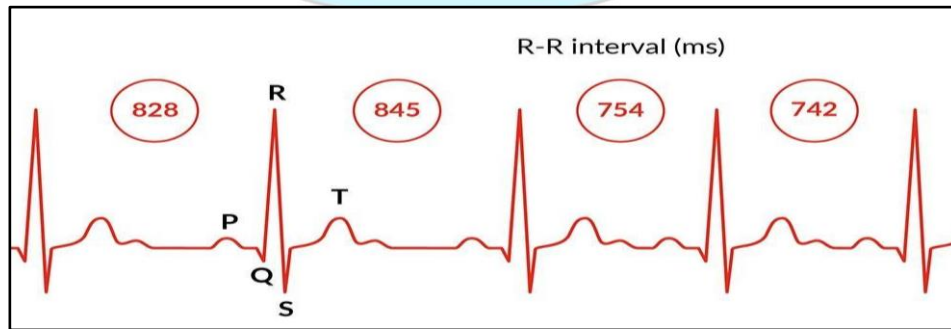


**Şekil 1.** Fotopletismografi yönteminin akıllı telefonda uygulanma çeşitleri

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 güvenliğini 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>.



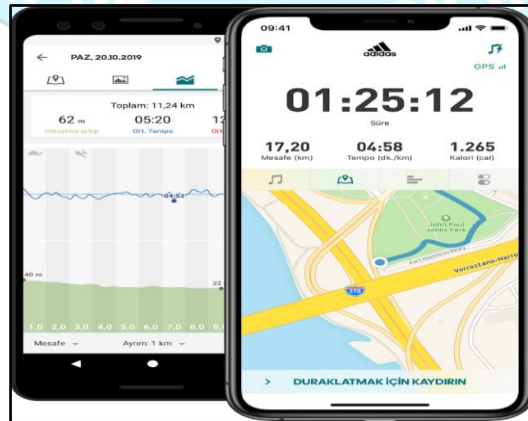
Şekil 2. Kalp atım hızı değişkenliği milisaniye gösterimi



### 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 popüleritesi 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

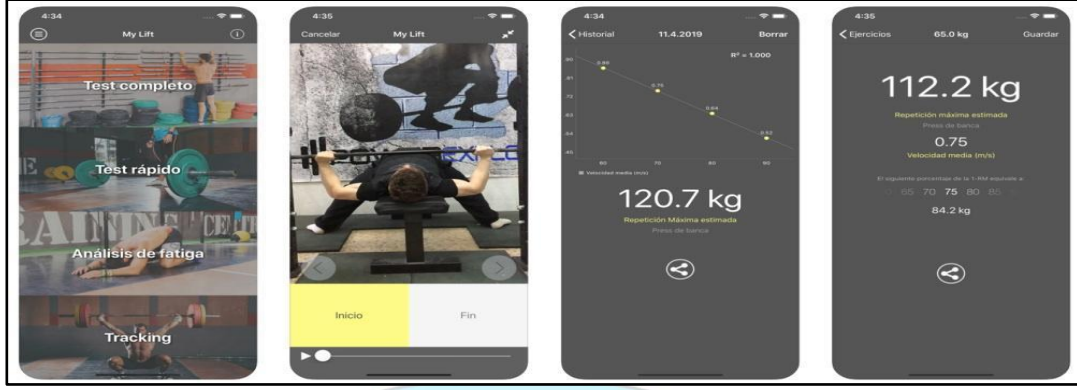
Özellikle klinik değerlendirmelerde akıllı telefon uygulamalarının kullanımı popülerlik kazanmaktadır ve bununla birlikte birçok araştırmacı, farklı eklemlerde hareket açıklığı ölçümleri için akıllı telefon uygulamalarının güvenilirliğini ve geçerliliğini değerlendirmiştir<sup>34</sup>. Gonyometre temelli 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>.

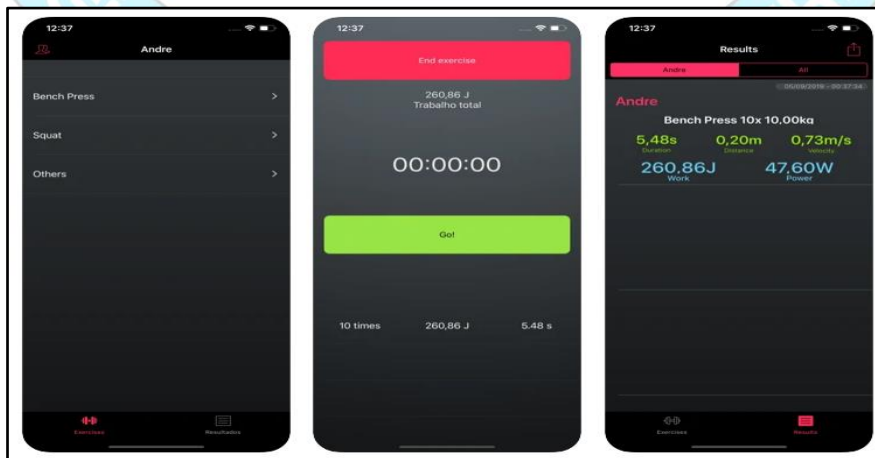
Dikey pozisyon transdüserleri, akselerometre tabanlı inersiyal ölçüm üniteleri, 3 boyutlu ve 2 boyutlu hareket analiz sistemleri ve mobil uygulamalar direnç antrenmanı esnasında hız parametresinin takip edildiği ve sıklıkla kullanılan ekipmanlardır. Fakat

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

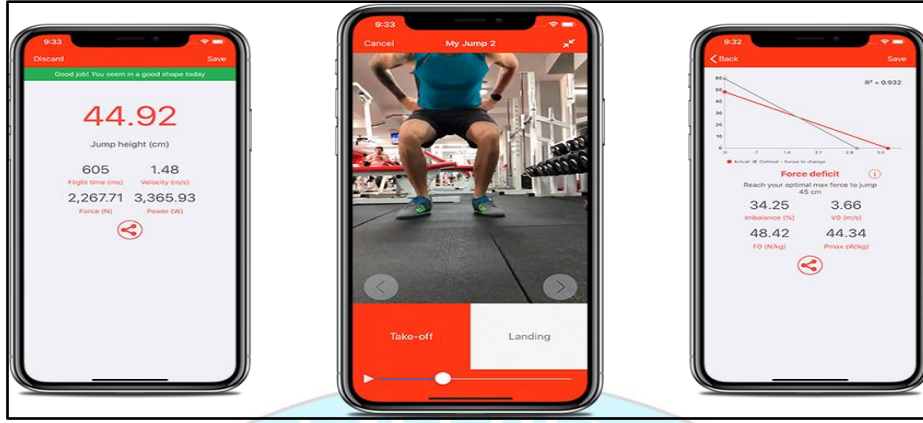


## Dikey Sıçrama Ölçümü Mobil Uygulamaları

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 teknolojiye 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.

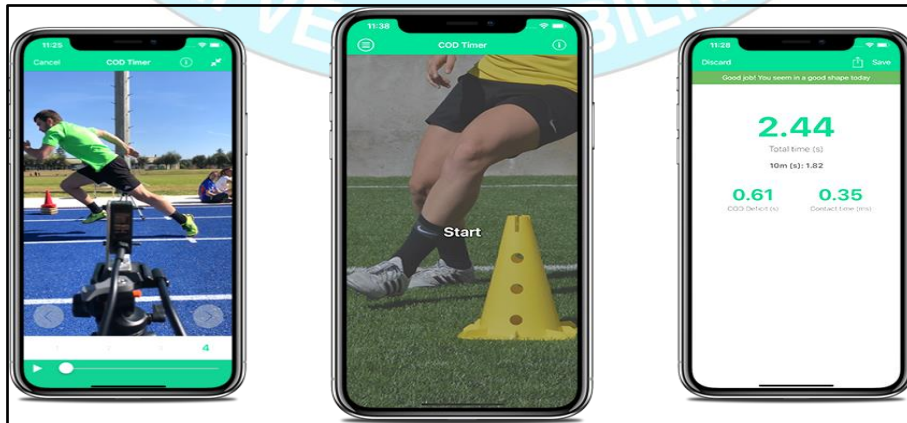


Şekil 9. SpeedClock mobil uygulaması ara yüzü

## 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. İşaretlemelerden 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 kaldırışlarının 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.