

Polar Team Pro Mikro Elektro-Mekanik Sisteminin Gerçek Zamanlı ve Müsabaka Sonrası Verilerinin Karşılaştırılması

Comparison of Real-Time and Post-Competition Data of Polar Team Pro Micro-Electro Mechanical System

 Zeki AKYILDIZ^a,  Mehmet YILDIZ^b

^aGazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri ABD, Ankara, TÜRKİYE

^bAfyon Kocatepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Afyonkarahisar, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, Polar Team Pro (Polar Elektronik, Kempele, Finland) GPS sistemlerinden gerçek zamanlı ve müsabaka sonrası elde edilen verileri karşılaştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada, futbol müsabakası esnasında GPS sistemleri 16 futbol oyuncusuna (yaş: 19; boy: 176,75±5; kilo: 176,75±9,47) takılmıştır. Elde edilen veriler, gerçek zamanlı ve müsabaka sonrasında kayıt altına alınmıştır. Her 2 ölçüm değerleri arasındaki istatistiksel farkın belirlenmesi için eşleştirilmiş t-testi uygulandıktan sonra 2 ölçüm arasındaki ilişki düzeyi, Pearson korelasyon analizi aracılığıyla belirlenmiştir. Değişkenler, doğrusal regresyon analizi yapılarak değerlendirildi ve basit doğrusal regresyon analizi yapıldı. **Bulgular:** Müsabakalar esnasında elde edilen gerçek zamanlı ve müsabaka sonrasındaki veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Tüm değişkenlere ait güçlü derecede ilişki tespit edilmiştir. **Sonuç:** Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçların ışığında, Polar Team Pro GPS sisteminin gerçek zamanlı ve müsabaka sonrasındaki verileri, spor bilimciler ve antrenörler tarafından antrenmanların takibi için rahatlıkla karşılaştırılabilir durumdadır.

Anahtar Kelimeler: GPS; teknoloji; MEMS; antrenman yükü

ABSTRACT Objective: The aim of this study is to compare real-time and post-match data from Polar Team Pro GPS systems. **Material and Methods:** In the study, GPS systems were attached to 16 football players (age: 19, height: 176.75±5, weight: 176.75±9.47) during the football competition. The data obtained were recorded in real time and after the competition. After applying the paired t-test to determine the statistical difference between both measurement values, the level of relationship between the two measurements was determined by Pearson correlation test. Parameters were evaluated by linear regression analysis and simple linear regression analysis was performed. **Results:** There was no statistically significant difference between real-time data obtained during competitions and post-competition data. A strong correlation was determined for all parameters. **Conclusion:** In the light of the results obtained from this study, Polar Team Pro GPS system can easily compare the real-time and post-match data for the tracking of the training by sports scientists and coaches.

Keywords: GPS; technology; MEMS; training load

Sporcuların müsabaka, antrenman ve günlük yaşamları esnasında ortaya çıkan iç ve dış antrenman yüklerini belirleyip, organizmada meydana gelen yorgunlukla başa çıkmak için birçok farklı görüntüleme-takip ekipmanları kullanılmaktadır.^{1,2} Takım sporcularında ise pratik olarak müsabakaların ve antrenman dış ve iç yüklerin gözlemlenmesi için mikro elektro-mekanik sistem (MEMS)ler kullanılmaktadır.³ MEMS'ler, içeriklerindeki akselerometre ve

GPS desteği ile sporcuların dış yüklerini tespit etmektedir.³⁻⁵ MEMS'lere entegre olarak iç yükün tespiti için de sporcuların, kalp atım sayılarının tespit edildiği sensörler yer almaktadır.^{3,4} Takım sporlarında, toplam kat edilen mesafe ve farklı hız aralıklarında kat edilen mesafe dış yük takibi için en önemli değişkenler olarak gösterilmektedir.⁴ MEMS'lerine entegre edilmiş akselerometrelerden türetilen Player-Load™ değişkenleri, farklı m/s² alanlarında gerçek-

Correspondence: Zeki AKYILDIZ

Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri ABD, Ankara, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: zekiakyildiz@hotmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 07 Apr 2020

Received in revised form: 29 Jul 2020

Accepted: 18 Aug 2020

Available online: 25 Nov 2020

2146-8885 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

leştirilen hızlanma ve yavaşlama sayıları ile elde edilmiştir.⁶⁻¹¹ Mevcut MEMS ünitelerinden Polar Team Pro (Polar Elektronik, Kempele, Finland) GPS sistemleri dış yükün yanında iç yükleri başka bir ekipmana gereksinim duymadan aynı anda elde etmemizi sağlayan ekipmandır.³ Nabız aralıklarında geçirilen süreler ve bu sürelerden türetilmiş olan “Training Impulse (TRIMP)” değişkenleri gibi önemli iç yük ölçüm değişkenlerini bizlere sunmaktadır.^{3,5,11} Spor bilimciler ve antrenörler, uzun süreler boyunca gelecekteki antrenmanların hem hacminin hem de yoğunluğunun planlanmasını yapabilmek için sistemden üretilen iç ve dış yük verilerinden faydalanmışlardır.^{1,12,13}

Takım sporlarında GPS, MEMS ve kalp atım sayısı verilerinin kullanımının başlamasından bu yana MEMS üreticileri, antrenman programının kontrolünü artırmak için özel alıcılar ya da “Bluetooth” aracılığıyla verileri gerçek zamanlı olarak takip etme olanağı sağlamaya başlamışlardır. Örneğin antrenör, antrenman gününde yüksek hızlı koşu miktarını sınırlama ihtiyacı duyarsa ya da kan laktat eşiklerine denk gelen kalp atım sayılarının üzerinde yüklenme yaptırarak isteyip, bu eşik altına oyuncuların düşmelerini istemiyorsa bu verileri gerçek zamanlı takip edebilmektedir. Sporcular, belirlenen antrenmanı tamamladıkça, antrenmanın gerçek zamanlı olarak doğru bir şekilde kontrol edildiği algılanır.¹

MEMS ekipmanları aracılığıyla elde edilen toplam kat edilen mesafeler, yüksek hızlarda kat edilen mesafeler, PlayerLoad™ değişkenleri, farklı m/s² alanlarında gerçekleştirilen hızlanma ve yavaşlama sayıları ile kalp atım sayısı odaklı ölçümler (TRIMP) üzerine birçok geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları mevcuttur.¹⁴⁻¹⁸ Tüm bu değişkenler üzerine birçok geçerlilik ve güvenilirlik çalışması mevcut olmasına rağmen gerçek zamanlı veri (GZV)ler ile müsabaka sonrası veri (MSV)ler arasındaki hataları araştıran sınırlı sayıda araştırma mevcuttur.^{1,4,19} Bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığında, MEMS ekipmanları ile elde edilen GZV ve MSV arasında farklılaşma olabileceği tespit edilmiştir.^{4,19} Polar Team Pro GPS sisteminden elde edilen lökomotor ve kalp atım değerleri, literatürde ve spor camiasında sporcuların iç ve dış yüklerinin belirlenmesinde sıkça kullanılmasına rağmen lökomotor ve kalp atım değerlerinin GZV ve MSV arasındaki ilişkileri

araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.^{14,20-26} Bu çalışmada, Polar Team Pro MEMS’den elde edilen gerçek zamanlı analiz ve müsabaka sonrası analiz verilerinin karşılaştırılmasında, yüksek bir güvenilirliğe sahip olacağı hipotez edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Polar Team Pro MEMS’den elde edilen iç ve dış yük verilerinin, gerçek zamanlı analiz ve müsabaka sonrası analiz değerlerinin karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

KATILIMCILAR

Çalışmaya, U19 Akademi Ligi’nde oynayan 16 futbol oyuncusu (yaş: 19; boy: 176,75±5; kilo: 176,75±9,47) gönüllü olarak katılmıştır. Tüm katılımcılar, düzenli antrenman yapan (haftada 5 gün/1,5-2 saat) futbolculardan oluşmuştur. Müsabakalar, öğleden sonra yapıldı. Müsabakadan önceki 24 saat içinde katılımcılar, yeterli düzeyde hidrasyon sürdürmeleri ve dengeli bir diyet için teşvik edilmiştir. Ayrıca katılımcıların, yorucu egzersizden kaçınmaları istendi. Bu çalışma, Helsinki Bildirgesi Prensipleri’ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, katılımcılardan tüm prosedürlerin tam bir açıklamasını takiben yazılı bir bilgilendirilmiş onam formu doldurmaları istenmiştir.

PROBLEME DENEYSEL YAKLAŞIM

Bu çalışma, 10 Hz Polar Team Pro GPS ünitelerinin, GZV ve MSV arasındaki ilişkiyi araştırmak için 16 antrenmanlı erkek futbol oyuncusunun katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Resmî bir futbol müsabakasında 10 Hz Polar Team Pro GPS üniteleri, kayış yardımı ile oyuncuların göğüs bölgesine konumlandırılmıştır. 10 Hz Polar Team Pro GPS ünitelerinden gelen verileri, “Bluetooth 4.2” teknolojisi ile donatılmış iPad Pro (Apple INC., ABD) tablet bilgisayara, Polar Team Pro uygulaması (App Store, Finlandiya) yüklenerek gerçek zamanlı olarak veriler alınmıştır. Verilerin, müsabaka sonrası analizinin yapılabilmesi için Polar Team Pro GPS üniteleri, sisteme ait özel veri aktarıcılarını yardımıyla çevrimiçi bulut sistemine aktarılmıştır. Bulut sistemine aktarılmış tüm veriler, Microsoft Excel 2016 dosyası hâlinde “Macintosh 13.0.1” yazılıma sahip MacBook (Apple, Kalifornia, ABD) bilgisayara indirilmiştir.

Bu çalışmada, toplam kat edilen mesafe, düşük hızda koşu (0,00-13,99 km/sa), yüksek hızda koşu (14,00-19,99 km/sa), çok yüksek hızda koşu (≥ 20 km/sa) hız aralıklarında da kat edilen mesafeler (m) ve akselerometreden elde edilen ≥ 3 m/s² ve üzerinde gerçekleştirilen ivmelenme sayıları (n), aynı zamanda kalp atım sayısı monitöründen elde edilen veriler belirlenmiştir.

Kalp atım sayılarının maksimleri, 220-yaş formülüne göre Polar Team Pro sistemine girilen sporcuların bilgilerine dayanarak otomatik hesaplanmıştır. Kalp atım sayısı, 5 ayrı alanda incelenmiştir. Birinci alan %KASmaks 50-59'da geçirilen süreler (dk), 2. alan %KASmaks 60-69'da geçirilen süreler (dk), 3. alan %KASmaks 70-79'da geçirilen süreler (dk), 4. alan %KASmaks 80-89'da geçirilen süreler (dk), 5. alan %KASmaks 90-100'de geçirilen süreler (dk) belirlenerek, gerçek zamanlı ve müsabaka sonrası analizler, bu alanlardaki süreler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Oyuncu değişiklikleri, taktiksel diziliş ve oyuncuların oyunda kalma süreleri, verilerin GZV ve MSV arasındaki ilişkiyi etkilemeyeceğinden dolayı göz ardı edilerek dikkate alınmamıştır. Çünkü her bir GZV verisi, aynı oyuncunun MSV verisiyle karşılaştırılarak, istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZLER

Müsabakada gerçek zamanlı olarak elde edilen veriler, ayrı bir veri dosyası olarak kaydedilmiş, ardından sensörlerden gelen hız, mesafe, ivme ve kalp atım sayısı verileri, Polar Team Pro çevrimiçi platformundan (teampro.polar.com) analiz için kişisel bir bilgisayara aktarılmıştır. Polar Team Pro GPS için kullanılan özel yazılımlar, ham GPS verilerini, hız ve mesafe verilerine dönüştürerek, analiz edilecek hız bölgelerine dönüştürmek için kullanılmıştır.

Tanımlayıcı istatistikler, tüm değişkenler için hesaplanmış ve ortalama \pm SS olarak gösterilmiştir. Verilerin analizi için SPSS 26.0 yazılım programı kullanılmıştır (Deneme sürümü, Mac için sürüm 26.0, SPSS Inc., Chicago, IL, ABD). Verilerin normal dağılımı, Kolmogorov-Smirnov ve homojenliği "skewness" ve "kurtosis" değerlerine bakılarak sınıanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edildikten sonra her 2 ölçüm değerleri ara-

sındaki istatistiksel farkın belirlenmesi için eşleştirilmiş t-testi kullanılmıştır. Eşleştirilmiş t-testi ile GZV ve MSV verilerinin arasındaki farklar değerlendirilmiş ve $p > 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirmeye alınmıştır. İki ölçüm arasındaki ilişki düzeyi Pearson korelasyonu testi ile belirlenmiştir. İlişkinin düzeyi olarak: önemsiz (0,0), küçük (0,1), orta (0,3), büyük (0,5), çok büyük (0,7), neredeyse mükemmel (0,9) ve mükemmel (1,0) düzeyleri kullanılmıştır.²⁰ Tüm istatistiksel testler için anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ alfa seviyesi belirlenmiştir.

10 Hz Polar Team Pro GPS ünitelerinden elde edilen GZV ve MSV değerlerinin tipik ölçüm hatası yüzdesini [tipik ölçüm hatası "typically error measurement, TEM" (%), TEM (raw)] hesaplamak için Hopkins'in excel elektronik çizelgesi kullanılmıştır.²⁰ Bu testler, hatanın derecesini ve testler arasındaki varyasyon miktarını anlamada yardımcı olmuştur. Kullanılan %TEM'lerin büyüklüğü zayıf (%10), orta (%5-10) ve iyi (%5) olarak değerlendirildi.^{20,21}

Lökomotor ve akselerasyon verilerinin, GZV ve MSV değerleri ile kalp atım sayısının farklı aralıklarında geçirilen süreler için GZV ve MSV değerleri, doğrusal regresyon analizi yapılarak değerlendirildi ve basit doğrusal regresyon analizi yapıldı. Doğrusal regresyon analizi sonuçları, saçılım grafiği (scatter plot) kullanılarak görsellere dönüştürüldü.

BULGULAR

Hem GZV hem de MSV için lökomotor [toplam kat edilen mesafe, düşük hızda koşu (0,00-13,99 km/sa), yüksek hızda koşu (14,00-19,99 km/sa), çok yüksek hızda koşu (≥ 20 km/sa) hız aralıklarında da kat edilen mesafeler (m)] ve akselerasyon verileri **Tablo 1**'de görülmektedir. GZV ve MSV arasındaki korelasyonlar, tüm değişkenler için güçlüdür. Kalp atım sayısının farklı aralıklarında geçirilen süreler için GZV ve MSV verileri arasındaki korelasyon **Tablo 2**'de görülmektedir. GZV ve MSV arasındaki korelasyonlar, tüm değişkenler için güçlüdür. Eşleştirilmiş t-testi sonucunda tüm değişkenlerin GZV ve MSV değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0,01$).

Lökomotor ve akselerasyon verilerinin GZV ve MSV ilişkilerine ait görseller, kalp atım sayısının

TABLO 1: Tipik ölçüm hatası (% , raw) ve Pearson korelasyonu dâhil olmak üzere gerçek zamanlı ve maç sonrası GPS ve MEMS verilerinin karşılaştırılması.

	Toplam Mesafe (m)	00-13,99 km/sa'de KEM (m)	14-19,99 km/sa'de KEM (m)	≥20 km/sa'de KEM (m)	≥3m/s'de #Acc (N)
GZ	6809±4096	5352±2994	1086±948	370±370	17±13
MS	6809±4095	5338±2980	1095±960	376±378	17±13
TEM (raw)	1,01	1,18	1,11	1,07	0,03
TEM (%)	2	17,9	10,8	7	0,4
Pearson r	1,00**	1,00**	1,00**	1,00**	0,99**
p	0,266	0,130	0,669	0,262	0,669

** p>0,01; GZ: Gerçek zamanlı, MS: Müsabaka sonrası, TEM: Tipik ölçüm hatası (typically error measurement), KEM: Kat edilen mesafe, Acc: Akselerasyon.

TABLO 2: Tipik ölçüm hatası (% , raw) ve Pearson korelasyonu dâhil olmak üzere gerçek zamanlı ve maç sonrası kalp atım sayılarında geçirilen sürelerin karşılaştırılması.

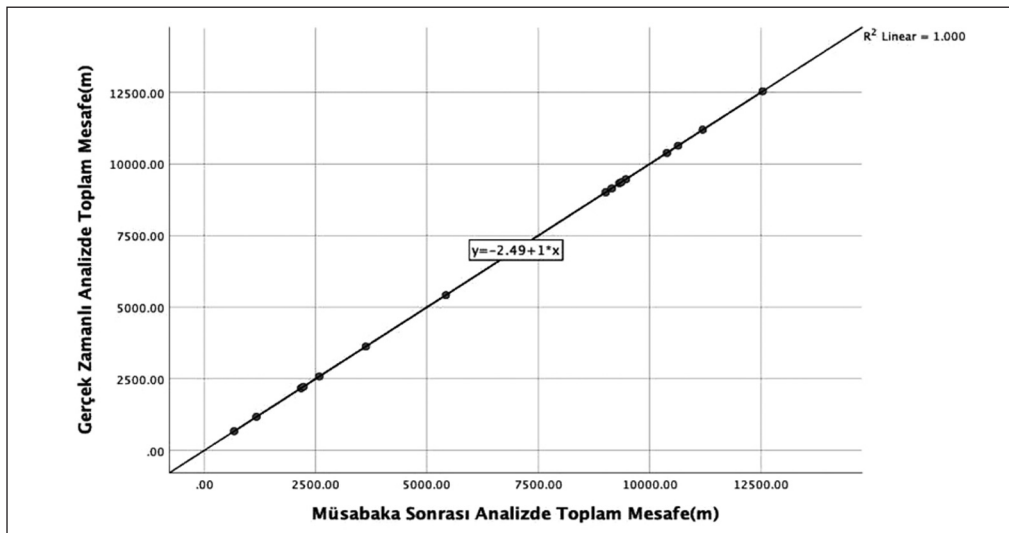
	%KASmaks 50-59'da geçirilen süreler	%KASmaks 60-69'da geçirilen süreler (dk)	%KASmaks 70-79'da geçirilen süreler (dk)	%KASmaks 80-89'da geçirilen süreler (dk)	%KASmaks 90-100'de geçirilen süreler (dk)
GZ	13±13	12±11	12±10	21±16	29±26
MS	13±13	12±11	12±10	21±16	27±26
TEM (raw)	0,01	0,0	0,16	0,01	0,00
TEM (%)	0,1	0,00	1,8	0,01	0,0
Pearson r	1,00**	1,00**	0,97**	1,00**	1,00**
p	0,462	0,309	0,350	0,465	0,203

** p>0,01; GZ: Gerçek zamanlı, MS: Müsabaka sonrası, TEM: Tipik ölçüm hatası (typically error measurement), %KASmaks: Maksimum kalp atım sayısının yüzdesi.

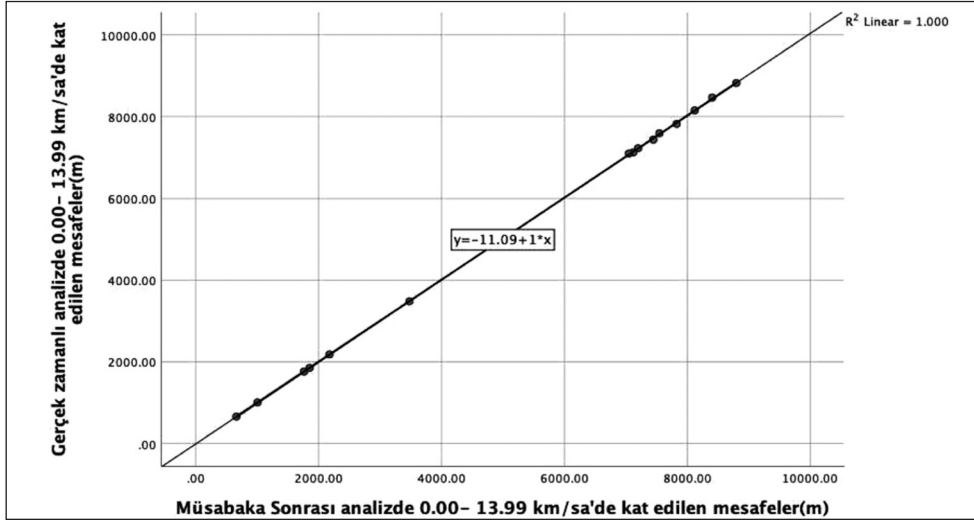
farklı aralıklarında geçirilen süreler için GZV ve MSV değişkenlerinin doğrusal regresyon analizine ilişkin saçılım grafiği Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10'da gösterilmektedir.

TARTIŞMA

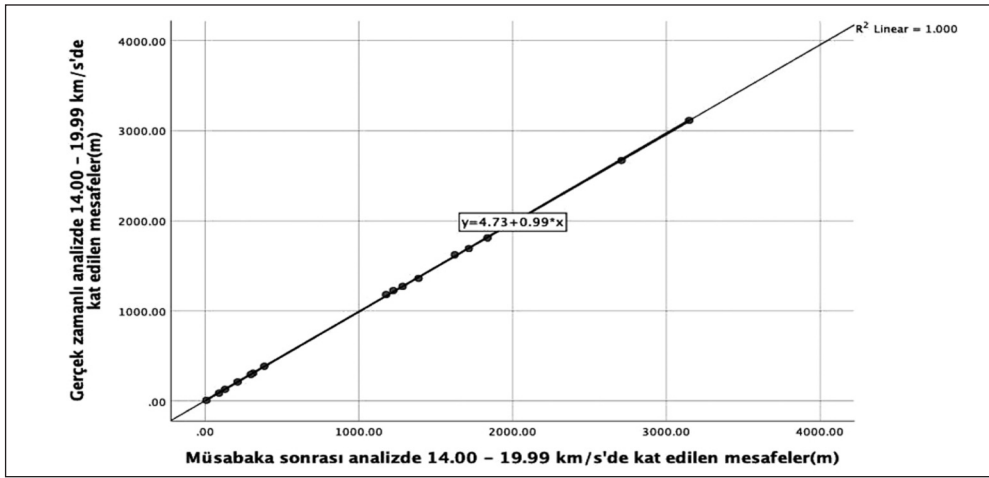
Bu çalışma, futbol oyuncularında lökomotor, akselerasyon ve kalp atım sayılarının, GZV ve MSV verilerinin ilişkilerini değerlendirdi. Bulgular, 10 Hz



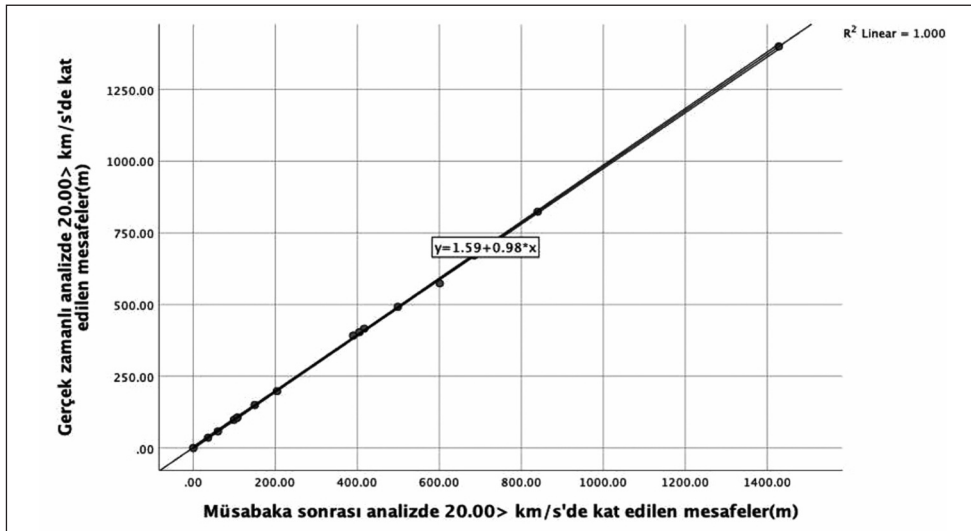
ŞEKİL 1: Lökomotor aktivitelerin (toplam mesafe), GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).

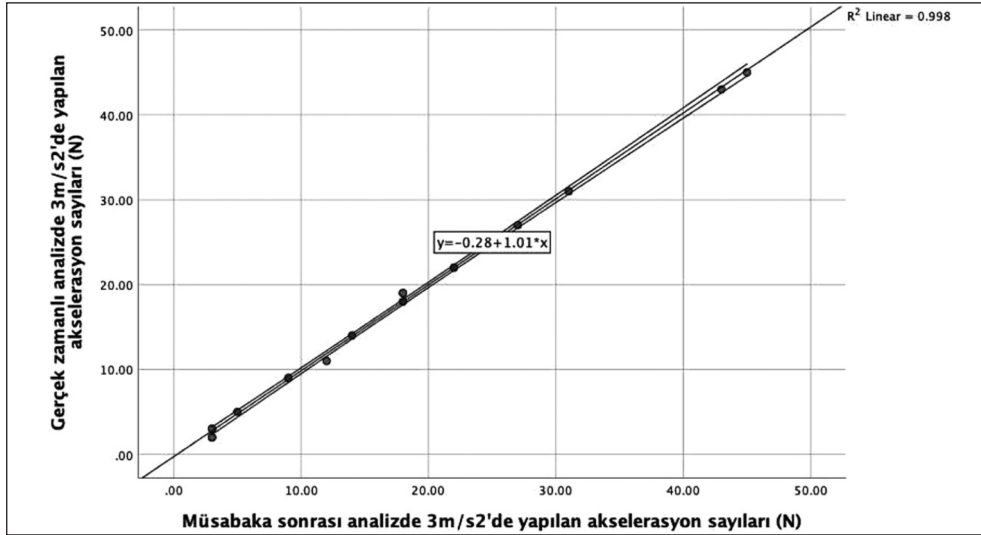


ŞEKİL 2: Lökomotor aktivitelerin (0,00-13,99 km/sa), GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).

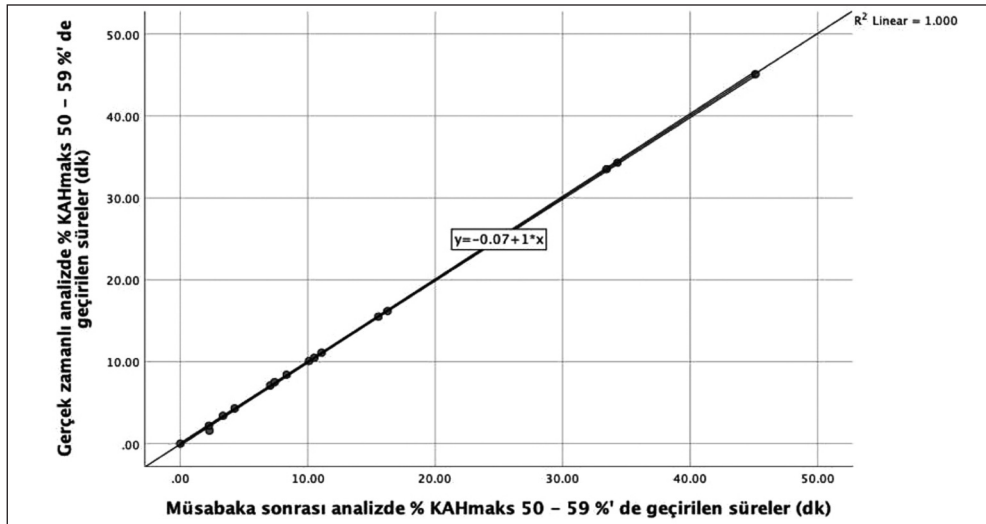


ŞEKİL 3: Lökomotor aktivitelerin (14,00-19,99 km/sa), GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).

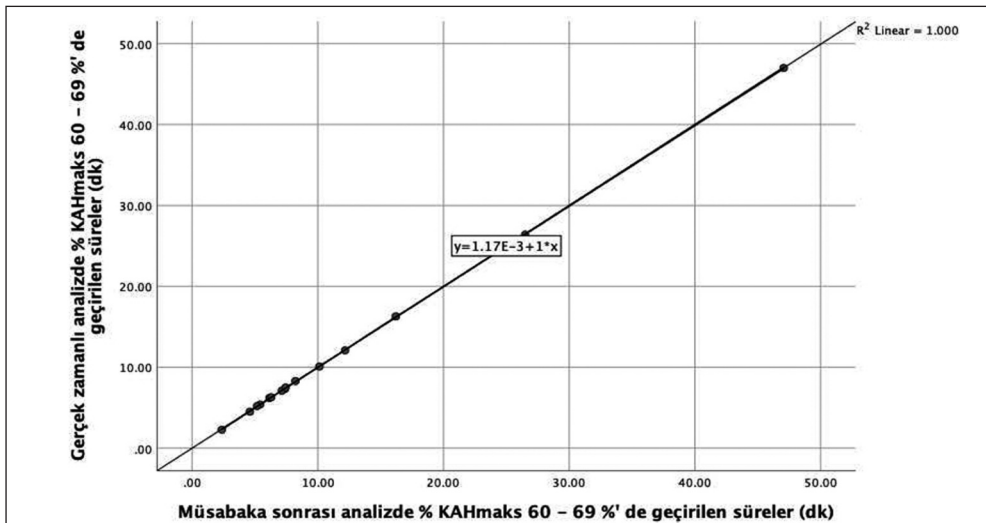
ŞEKİL 4: Lökomotor aktivitelerin ($\geq 20,00$ km/sa), GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).



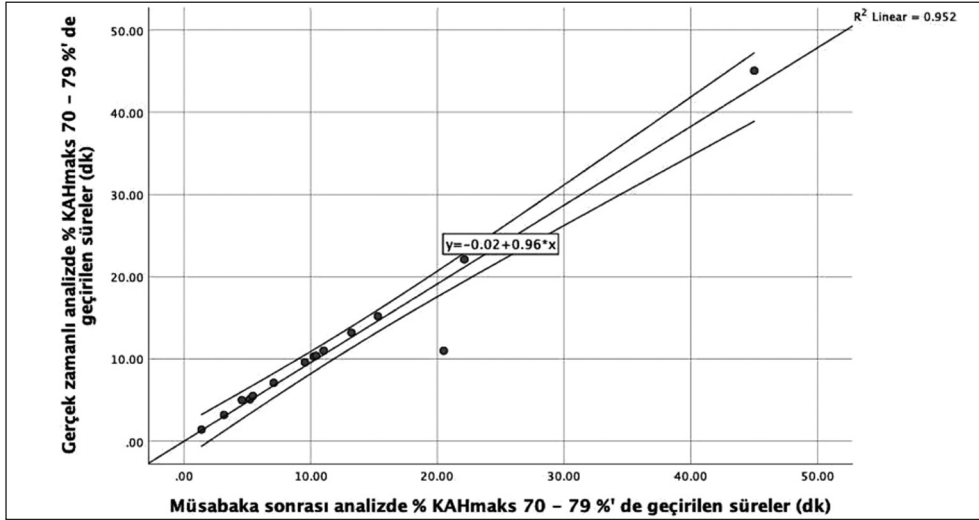
ŞEKİL 5: Akselerometreden elde edilen akselerasyon ($\geq 3 \text{ m/s}^2$) sayılarının, GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).



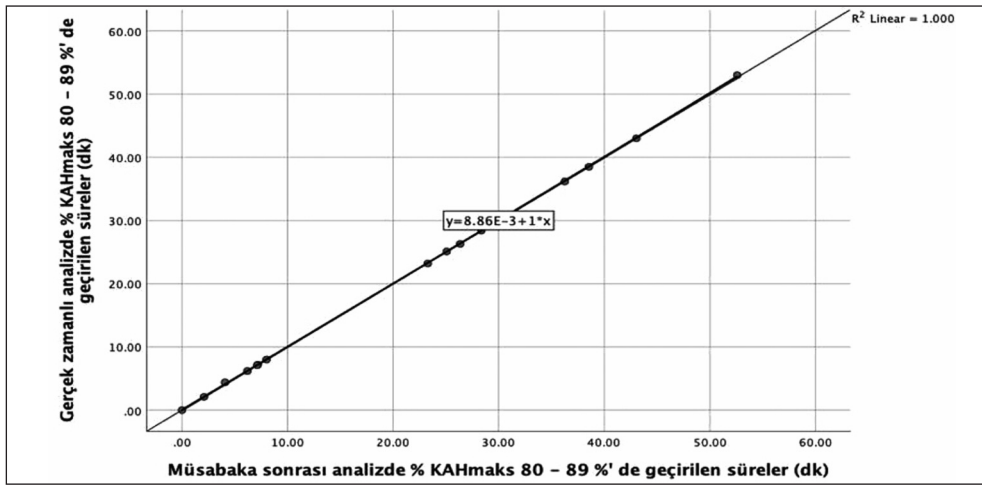
ŞEKİL 6: Kalp atım sayısının farklı yüzdelinde geçirilen (%KASmaks 50-59) sürelerin, GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).



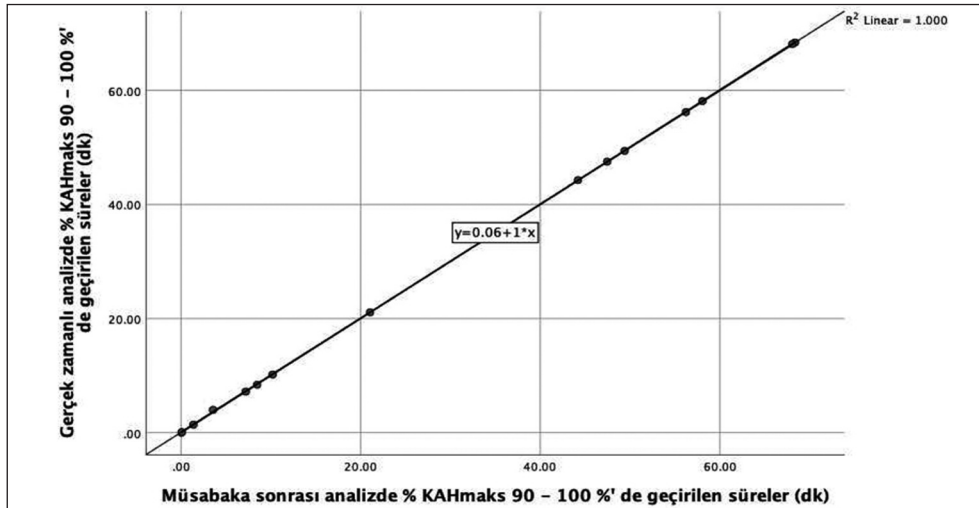
ŞEKİL 7: Kalp atım sayısının farklı yüzdelinde geçirilen (%KASmaks 60-69) sürelerin, GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).



ŞEKİL 8: Kalp atım sayısının farklı yüzdelerinde geçirilen (%KASmaks 70-79) sürelerin, GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).



ŞEKİL 9: Kalp atım sayısının farklı yüzdelerinde geçirilen (%KASmaks 80-89) sürelerin, GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).



ŞEKİL 10: Kalp atım sayısının farklı yüzdelerinde geçirilen (%KASmaks 90-100) sürelerin, GZV ve MSV verilerine ait ilişkiyi gösteren saçılım grafiği (n=16).

Polar Team Pro GPS sistemlerinin belirlenen gerçek zamanlı hızdan türetilen değişkenlerin, akselerasyon sayılarının ve farklı kalp atım sayılarında geçirilen sürelerin, doğrudan cihazdan indirilen verilerle karşılaştırıldığında mükemmel ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir.

MEMS cihazları, spor bilimcilerin ve antrenörlerin iç ve dış yüklerini görüntüleyerek, antrenmanlarının mikro ve makro döngülerini sporcularından optimum performansı elde ederek devam ettirmelerini sağlayan teknolojik ekipmanlardır.^{2,3,5,12,13,19} Antrenmanlar ve müsabakalar esnasında gerçek zamanlı ya da sonrasındaki verilerin analizlerinin tutarlı olması oldukça önemlidir.^{1,4,9,27} MEMS cihazlarının gerçek zamanlı ve müsabaka sonrası verilerine ait ilk çalışma, Avustralya futbolcuları üzerinde yapılmıştır.¹⁹ Aughey ve Falloon tarafından yapılan çalışmada, 12 Avustralya futbolu oyuncusunun bir müsabakası çalışmada değerlendirilmiştir.¹⁹ Avustralya futbolu müsabakasına ait yüksek hızlı koşuları ve “sprint” mesafelelerini gerçek zamanlı ve müsabaka sonrası analiz yöntemiyle karşılaştırıldığında gerçek zamanlı verilerin kullanımı esnasında, özellikle yüksek hızlı kat edilen mesafeler de dikkatli olunması gerektiği bildirilmektedir. Aughey ve Falloon tarafından yapılan çalışmada, yüksek hızlı kat edilen mesafeler gerçek zamanlı analiz 121±110 m, müsabaka sonrası analiz 98±105 m olarak bildirilmiştir. Ancak bu çalışmada, GZV ve MSV karşılaştırmaları, MEMS cihazlarının ticari olarak ilk kullanıma sunulduğu 2007 yılına dayanan teknoloji kullanılarak yapılmıştır.^{4,19} Üreticiler ve yazılım geliştiricileri, kullanıcılara daha iyi hizmet verebilmek için sistemlerinin özelliklerini sürekli olarak geliştirmektedir, teknolojinin 2007 yılındaki gelişmişliği göz önünde bulundurulduğunda, günümüze kadar hem yazılım hem de donanımda ilerlemelerin kat edilmiş olması, bu çalışmanın verilerine olan güveni azaltmaktadır.⁴ Aughey ve Falloon tarafından yapılan çalışmanın aksine bu çalışmada, en son yazılım (Apple, iOS, 13.4) ve donanım (Polar Team Pro 2.0.4 for iOS, Finlandiya) kullanılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, GZV ve MSV verileri arasındaki ilişkiyi önceki teknik raporlara kıyasla çok daha yakın zamandaki şekli ortaya koymaktadır. Bu ça-

lışmadaki bulgular, Aughey ve Falloon tarafından yapılan çalışmanın aksine GZV ve MSV değişkenleri arasında yüksek derecede ilişki göstermektedir [Lökomotor değişkenler; toplam kat edilen mesafe $r=1,00$; düşük hızda koşu ($0,00-13,99 \text{ km.h}^{-1}$) $r=1,00$; yüksek hızda koşu ($14,00-19,99 \text{ km.h}^{-1}$) $r=1,00$; çok yüksek hızda koşu ($\geq 20 \text{ km.h}^{-1}$) $r=1,00$ ve akselerometreden elde edilen $\geq 3 \text{ m/s}^2$ üzerinde gerçekleştirilen ivmelenme sayıları (n) $r=0,99$. Kalp atım sayısı olarak; 1. alan KASmaks %50-59’da geçirilen süreler $r=1,00$; 2. alan KASmaks %60-69’da geçirilen süreler $r=1,00$; 3. alan KASmaks %70-79’da geçirilen süreler $r=0,97$; 4. alan KASmaks %80-89’da geçirilen süreler $r=1,00$; 5. alan KASmaks %90-100’de geçirilen süreler $r=1,00$]. Bu konuyla ilgili yapılan ilk çalışmanın ardından, ilk defa futbolcular üzerinde yapılan çalışma yayımlanmıştır ve çalışmada, GZV ve MSV verilerini korelasyonlar analiz edilen tüm değişkenler için mükemmel sonuçlar ortaya koyulmuştur.⁴ Literatürdeki son çalışma, “rugby” oyuncularında yapılmıştır.¹ GZV ve MSV verileri arasında yüksek derecede ilişkinin olduğunu belirten çalışma, 3 boyutlu akselerometreden türetilen PlayerLoad™ parametresini incelerken dikkat edilmesi gerektiğini rapor etmişlerdir.¹

Araştırmacıların bilgisine göre literatürde, bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, Catapult marka-sına ait farklı yıllardaki donanım ve yazılımlara (MinimaxX, Team Sport 2.0; Catapult Innovations, S5, Optimeye, CatapultSports, Melbourne, Avustralya; Firmware version: 7.22; OptimEye S5; Catapult Innovations, Scoresby, Victoria, Avustralya) ait MEMS cihazları kullanılmıştır ancak Polar Team Pro MEMS ekipmanlarıyla literatürde bir çok çalışma yapılmasına rağmen GZV ve MSV ile ilgili yapılan ilk çalışma olma özelliğine sahiptir.^{1,4,19-26} Aynı zamanda, araştırmacıların bilgisine göre literatürde bu çalışma, MEMS cihazları üzerinde kalp atım sayılarının, GZV ve MSV ilişkilerini inceleyen ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

Spor bilimciler ve antrenörler bu bulguları, uygulamalarının fiziksel çıktılarını daha iyi anlamlandırıp görüntüleyerek, verilerini somut aksiyon alınabilecek potansiyel verilere dönüştürebilirler.

Örneğin maksimal aerobik hız antrenmanında, sporcuların hedeflenen hız aralığında olup olmadığını gözlemek ya da bir dar alan oyununda hedeflenen kan laktat eşik aralığına karşılık gelen kalp atım sayısı aralığında sporcunun geçirmesi gereken süreyi kontrol altında tutmak için, GZV pratik bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

GZV kullanımı, sporcuların antrenman yüklerini görüntülemek ve çalışmalarını desteklemek için uygulayıcılara avantaj sağlamaktadır.¹ Bununla birlikte bu çalışma, GZV verileri arasında MSV ile karşılaştırıldığında iyi bir uyum gösterirken, verilerin kullanımında yine de dikkatli olunması gerektiği düşünülmektedir. Örneğin Buchheit ve ark., üreticiler arasında yazılım sürümlerinin akselerasyon/desele-rasyonu için toplanan verilerde büyük farklılıklar olduğunu bulmuşlardır.²⁸ Bu çalışmada, GZV ve MSV verileri mükemmel ilişki gösterdi ancak bu sonuçlar tüm özellikleri yansıtmayabilir çünkü üretici algoritmaları/yazılım güncellemeleri nedeni ile elit sporda kullanılan MEMS cihazlarının tüm özellikleri farklılık gösterebilmektedir.²⁸

SONUÇ

Bu çalışmada, 10 Hz Polar Team Pro MEMS cihazının, GZV ve MSV verilerinin mükemmel ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen bilgiler ışığında spor bilimciler ve antrenörlerin, GZV ve MSV verilerine etki edebilecek yazılım/donanım, marka fark-

lılığı ve sürümlerin güncellemeleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak, antrenman programlarının anlık ya da aktivite sonrasındaki analizleri için MEMS ekipmanlarının geçerli olup olmadığını anlamaları gerektiği düşünülmektedir. Bu faktörleri anlamak için mevcut araştırma ve önceki araştırmaların yöntemlerini kullanarak, kendi MEMS sistemlerini test etmeleri ve doğrulamaları tavsiye edilir.^{1,4,19,28}

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Zeki Akyıldız, Mehmet Yıldız; **Tasarım:** Zeki Akyıldız, Mehmet Yıldız; **Denetleme/Danışmanlık:** Mehmet Yıldız; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Zeki Akyıldız; **Analiz ve/veya Yorum:** Zeki Akyıldız, Mehmet Yıldız; **Kaynak Taraması:** Zeki Akyıldız, Mehmet Yıldız; **Makalenin Yazımı:** Zeki Akyıldız, Mehmet Yıldız; **Eleştirel İnceleme:** Mehmet Yıldız, Zeki Akyıldız.

KAYNAKLAR

1. Weaving D, Whitehead S, Till K, Jones B. Validity of real-time data generated by a wearable microtechnology device. *J Strength Cond Res.* 2017;31(10):2876-9. [Crossref] [PubMed]
2. Akyıldız Z. [Training load]. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilim Derg.* 2019;14(2):152-75. [Crossref]
3. Seshadri DR, Li RT, Voos JE, Rowbottom JR, Alfes CM, Zorman CA, et al. Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *NPJ Digit Med.* 2019;2:71. [Crossref] [PubMed] [PMC]
4. Barrett S. Monitoring elite soccer players' external loads using real-time data. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(10):1285-7. [Crossref] [PubMed]
5. McLaren SJ, Macpherson TW, Coutts AJ, Hurst C, Spears IR, Weston M. The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: a meta-analysis. *Sports Med.* 2018;48(3):641-58. [Crossref] [PubMed]
6. Boyd LJ, Ball K, Aughey RJ. The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6(3):311-21. [Crossref] [PubMed]
7. Dalen T, Ingebrigtsen J, Ettema G, Hjelde GH, Wisløff U. Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *J Strength Cond Res.* 2016;30(2):351-9. [Crossref] [PubMed]
8. da Glória Teles Bredt S, Chagas MH, Peixoto GH, Menzel HJ, de Andrade AGP. Understanding player load: meanings and limitations. *J Hum Kinet.* 2020;71:5-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]
9. Mascherini G, Cattozzo A, Galanti G, Fiorini S. Kinematic profile in soccer players. *Int J Sport Sci.* 2014;4(6A):42-8.
10. Stevens T GA, de Ruiter CJ, van Niel C, van de Rhee R, Beek PJ, Savelsbergh GJP. Measuring acceleration and deceleration in soccer-specific movements using a local position measurement (LPM) system. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(3):446-56. [Crossref] [PubMed]

11. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, et al. Monitoring athlete training loads: consensus statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(Suppl 2):S2161-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med.* 2016;50(5):273-80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
13. Martín-García A, Gómez Díaz A, Bradley PS, Morera F, Casamichana D. Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *J Strength Cond Res.* 2018;32(12):3511-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Schubert MM, Clark A, De La Rosa AB. The Polar® OH1 optical heart rate sensor is valid during moderate-vigorous exercise. *Sports Med Int Open.* 2018;2(3):E67-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
15. Castellano J, Casamichana D, Calleja-González J, Román JS, Ostojic SM. Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *J Sports Sci Med.* 2011;10(1):233-4. [[PubMed](#)]
16. Hoppe MW, Baumgart C, Polglaze T, Freiwald J. Validity and reliability of GPS and LPS for measuring distances covered and sprint mechanical properties in team sports. *PLoS One.* 2018;13(2):e0192708. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
17. Buchheit M, Simpson BM. Player-tracking technology: half-full or half-empty glass? *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(Suppl 2):S235-41. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Akenhead R, French D, Thompson KG, Hayes PR. The acceleration dependent validity and reliability of 10 Hz GPS. *J Sci Med Sport.* 2014;17(5):562-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Aughey RJ, Falloon C. Real-time versus post-game GPS data in team sports. *J Sci Med Sport.* 2010;13(3):348-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Iturricastillo A, Granados C, Yanci J. Changes in body composition and physical performance in wheelchair basketball players during a competitive season. *J Hum Kinet.* 2015;48:157-65. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
21. Reinhardt L, Schwesig R, Lauenroth A, Schulze S, Kurz E. Enhanced sprint performance analysis in soccer: new insights from a GPS-based tracking system. *PLoS One.* 2019;14(5):e0217782. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Connors RT, Whitehead PN, Shimizu TS, Bailey JD. Coaching and technology: live team monitoring to improve training and safety. *Strategies.* 2018;31(5):15-20. [[Crossref](#)]
23. Dalen T, Lorås H. Monitoring training and match physical load in junior soccer players: starters versus substitutes. *Sports (Basel).* 2019;7(3):70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
24. Marszałek J, Gryko K, Kosmol A, Morgulec-Adamowicz N, Mróz A, Molik B. Wheelchair basketball competition heart rate profile according to players' functional classification, tournament level, game type, game quarter and playing time. *Front Psychol.* 2019;10:773. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
25. Marszałek J, Gryko K, Prokopowicz G, Kosmol A, Mróz A, Morgulec-Adamowicz N, et al. The physiological response of athletes with impairments in wheelchair basketball game. *Hum Mov.* 2019;20(4):1-7. [[Crossref](#)]
26. Fox JL, O'Grady CJ, Scanlan AT, Sargent C, Stanton R. Validity of the Polar Team Pro Sensor for measuring speed and distance indoors. *J Sci Med Sport.* 2019;22(11):1260-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Hopkins WG. A new view of statistics: home page. (Accessed: 16.3.2020) [[Link](#)]
28. Buchheit M, Haddad HA, Simpson BM, Palazzi D, Bourdon PC, Di Salvo V, et al. Monitoring accelerations with GPS in football: time to slow down. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(3):442-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]