

# FUTBOLDA ANTRENMAN YÜKÜ TAKİP YÖNTEMLERİ GPS MONİTÖRİZASYONU TERMİNOLOJİSİ



Doç. Dr. Barış GÜROL



**FUTBOLDA ANTRENMAN YÜKÜ**  
**TAKİP YÖNTEMLERİ**  
**GPS MONİTÖRİZASYONU TERİNOLOJİSİ**

**Doç. Dr. Barış GÜROL**



*Futbolda Antrenman Yüğü Takip Yöntemleri*  
*GPS Monitörizasyonu Terminolojisi*  
*Doç. Dr. Barış GÜROL*

**Genel Yayın Yönetmeni:** Berkan Balpetek  
**Kapak ve Sayfa Tasarımı:** Duvar Design  
**Baskı:** Kasım 2025  
**Yayıncı Sertifika No:** 49837  
**ISBN:** 978-625-8734-14-0

© Duvar Yayınları  
853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir  
Tel: 0 232 484 88 68

[www.duvar yayinlari.com](http://www.duvar yayinlari.com)  
[duvar kitabevi@gmail.com](mailto:duvar kitabevi@gmail.com)

## **Doç. Dr. Barış GÜROL**

Beřiktař JK Futbol A Takım teknik ekibinde Atletik Performans Antrenörü olarak görev yapan Doç.Dr.Barış Gürol, Eskiřehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü öğretim üyesidir. Aynı zamanda üniversitenin Performans Laboratuvarı sorumlu öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Hareket ve Antrenman Bilimleri alanında doktora unvanına sahip olan Gürol'un 20'nin üzerinde ulusal ve uluslararası makalesi bulunmaktadır. Ayrıca alanıyla ilgili kitap ve proje çalışmaları da mevcuttur. Kariyerinde Eskiřehirspor, Adana Demirspor, Akhisarspor ve Erzurumspor gibi kulüplerde Atletik Performans Antrenörü olarak görev almıştır. Sporcu performansı, GPS sistemi ile antrenman yükü monitörizasyonu, futbola özgü performans testleri ve kuvvet antrenmanı çalışma alanları arasında yer almaktadır.



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.Giriş .....                                                                                           | 5  |
| 2.Monitörizasyon .....                                                                                  | 13 |
| 3.Akut-Kronik İş Yüğü Oranı (AKİYO)<br>(Acute Chronic Workload Ratio=ACWR).....                         | 14 |
| 4.Hareketli Ortalama Modeli (RA=Rolling average model).....                                             | 20 |
| 5.Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli<br>(EWMA=Exponentially weighted moving average model) ..... | 20 |
| 6.Monotoni (Monotony) .....                                                                             | 23 |
| 7.Strain.....                                                                                           | 23 |
| 8.Algılanan Zorluk Derecesi (sRPE) .....                                                                | 24 |
| 9.Yüksek Hızlı Koşu (HSR) .....                                                                         | 24 |
| 10.Sprint (SPR).....                                                                                    | 24 |
| 11.Akselerasyon (Acceleration:ACC) ve Deselerasyon (Deceleration:DEC).....                              | 25 |
| 12.Antrenman Süresi .....                                                                               | 25 |
| 13.Dengesizlik (Step Imbalance-Running Asymmetry) .....                                                 | 26 |
| 14.Oyuncu Yüğü (Player Load).....                                                                       | 26 |
| 15.Yüksek Metabolik Yüğü Mesafesi (High Metabolic Load Distance (HMLD)).....                            | 26 |
| 16.Lokomotor yüğü (Locomotor Load) ve Mekanik yüğü (Mechanical Load) .....                              | 27 |
| 17.Dışsal ve İçsel Yüğü (External and Internal Load).....                                               | 27 |
| 18.Maç Günü (Match Day).....                                                                            | 27 |
| 19.Zone (Alan).....                                                                                     | 27 |
| 20.Maksimal .....                                                                                       | 28 |
| 21.Kamera Sistemleri .....                                                                              | 28 |
| 22.Geçerlilik-Güvenilirlik .....                                                                        | 28 |
| 23.Drill Kategorizasyonu.....                                                                           | 32 |
| 24.Raporlama.....                                                                                       | 32 |
| 25.Koşu metrikleri.....                                                                                 | 32 |
| 26.Excel Veya Software .....                                                                            | 33 |
| 27.Canlı Veri Takibi (Live) .....                                                                       | 33 |
| 28.Kullanımı.....                                                                                       | 33 |
| 29.Kalp Atım Hızı Monitörü (Heart Rate Monitor).....                                                    | 34 |
| 30.Sonuç .....                                                                                          | 34 |
| Kaynaklar .....                                                                                         | 36 |

## 1.Giriş

Global pozisyonlama sistemi (GPS), başlangıçta askeri amaçlar için geliştirilmiş uydu temelli bir teknolojidir. Taşınabilir GPS ünitelerinin yakın zamandaki gelişimi, bu teknolojinin spor da dahil olmak üzere çeşitli ortamlarda daha geniş bir şekilde kullanılmasına izin vermiştir ve böylece fiziksel aktivitenin mekânsal bağlamını tanımlamak ve anlamak için ek bir yol sağlamıştır. İlk olarak sporcuların 1997'de izlenmesi (Shultz,1997) için kullanılan GPS teknolojisi, sporcu, antrenör ve eğitmenlere, müsabaka veya antrenman sırasında sahadaki oyuncu performansının kapsamlı ve gerçek zamanlı analizi için takım sporu ayarlarında giderek daha fazla kullanılmaktadır (Cummins ve ark., 2013). Her bir GPS uydusu kendi konumunu ve o anki zaman bilgisini içeren veri yayar. Bütün GPS uyduları tekrarlanan bu sinyallerin aynı anda yayınlanması için senkronize edilirler (Aydın, 2012).

GPS, dünyadaki yörüngedeki 32 operasyonel uyduyu kullanan bir navigasyon sistemidir. ABD Savunma Bakanlığı, bu sistemi başlangıçta askeri kullanım için geliştirilmiş olan navigasyon için finanse etmiştir, ancak havacılık, denizcilik ve rekreasyonel açık hava amaçları için giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Fakat GPS alıcıları konum bilgisinin önemli olduğu her alanda kullanılmaktadır. Savunma sanayi, haritacılık, jeoloji, uzaktan takip ve yönlendirme, telekomünikasyon, çevre mühendisliği, inşaat, altyapı çalışmaları, havacılık gibi alanlarında hata miktarları santimetrelere kadar düşebilen profesyonel GPS cihazları kullanılırken; turizm, doğa sporları, avcılık, veri toplama vs. gibi alanlarda da 1-3 metre hassasiyetinde olan GPS cihazları kullanılmaktadır (Aydın, 2012).

Gelişen son teknoloji ile taşınabilir GPS kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemlerin antrenman ve müsabakaların fiziksel ölçümüne olanak verir. (Aughey, 2011). GPS sistemleri şu anda ragbi, Avustralya futbolu, futbol ve kriket gibi bir dizi sporda da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Cunliffe ve diğerleri, 2009; Portas ve ark., 2010; Wisbey ve ark., 2010; Petersen ve ark., 2009).

Futbol geçirmiş olduğu evrelerden sonra bir oyun olmaktan çıkarak bir endüstri haline gelirken, antrenman bilimi ile farklı bir boyut kazanmıştır. Bu durum futbol branşının gerek saha dışı gerekse saha içi faktörlerinde değışimlere ve gelişimlere sebep olmuştur (Koller ve Brandle, 2015). Kazanma ve kaybetmenin daha da önem kazandığı futbolda başarı veya başarısızlığın arkasında kalabalık bir ekip yer almaktadır. Bu ekip futbolcular, antrenörler, doktorlar, kondisyonerler, ma ve performans analizcileri, atletik performans antrenörleri, fizyoterapistler ve beslenme uzmanları gibi birçok farklı meslek grubundan oluşmaktadır. Bu bağlamda bir futbol kulübünün teknik ekibi içerisinde yer alan ma ve performans analizcileri ile atletik performans antrenörleri de takımlarının başarılarında önemli rol oynamaktadırlar.

Teknolojik gelişmelerin sonucu ortaya çıkan GPS, özellikle üst düzey profesyonel spor kulüpleri tarafından tercih edilen sporcu performans takip cihazıdır.

GPS kullanımının yaygınlaşması bilim insanlarının da dikkatini çekerek bilimsel çalışmalara da konu olmuştur. GPS sadece maçlarda değil genel performansı artırmaya yönelik antrenmanlarda ve performans testleri sırasında da kullanılmamaktadır. Dwyer ve Gabbett (2012)'ye göre GPS kullanımı sonucuna göre önlem alınan ve bu doğrultuda antrene edilen sporcularda sprint ve patlayıcı kuvvet noktasında artış gözlenmiştir.

Dış yük, hacim (volume) ve yoğunluk (intensity) arasındaki ilişkiyle belirlenir. Hacim, bir aktivitede harcanan toplam çaba miktarıdır, yoğunluk ise eylem veya zaman birimi başına çaba seviyesini tanımlar. GPS kullanan antrenörlerin çoğu antrenman takibini en başta hacim ve yoğunluk ilişkilerinde incelemektedir.

Yapılan bir çalışmada GPS, akselometre ve kalp nabız monitörlerinin kullanıldığı 114 çalışma incelenmiştir ve genel olarak performansa yönelik olan bu analizlerin takım sporları olmasının yanında genel olarak açık alan branşlarına yönelik olması eleştirilmiş bununla birlikte farklı branşlara ve kadın sporculara da uygulanması gerektiği tavsiye edilmiştir (Dellaserra ve Ark. 2014).

Johnston ve ark. (2014)'te yaptığı çalışmada ise 8 erkek sporcunun; toplam kat edilen mesafesi, ulaşılan ortalama hızı, efor değerlerine göre harcanan zaman, düşük tempo koşuda harcanan efor ve yüksek tempolu koşuda harcanan eforları incelemiştir. Doğru ve etkili antrene edilen sporcuların gerekli gelişimi gösterdiği gözlemlenmiştir.

GPS farklı spor branşlarını ve bu branşları bir arada değerlendirmede de kullanılabilmektedir. Bu bağlamda yapılan bir çalışmada kriket, tenis ve futbol branşlarının sporcuları aynı çalışmada değerlendirilmiştir (Vickery ve Ark., 2014).

GPS büyük yaştaki elit sporcular üzerinde kullanılmasının yanında yetenek tespiti veya gelişimi için altyapılarda da kullanılabilmektedir. Bu bağlamda Goto ve ark. (2015) U9 ve U10 Premier Lig oyuncularını üzerinde çeşitli parametreleri inceleyerek yetenek tespiti ve gelişimine katkıda bulunmaya çalışmışlardır. Altyapı çalışmalarına başka bir katkı ise U12'den U16'ya kadar 112 elit takım sporcusunun maçlarının hareket analizi yapılması ile gerçekleşmiştir (Harley ve ark. 2010). Ayrıca Coutinho ve ark. (2015)'in U15, U16, U17 ve U19 elit futbolcular üzerine yaptığı çalışma ise altyapılarda GPS kullanımına ilişkin başka bir örnek teşkil etmektedir.

GPS koşma, sprint, yürüme ve jog atma gibi temel noktalarda hareket yoğunluğunu ölçmede de kullanılabilmektedir (Gray ve ark. 2010). Gün geçtikçe farklı branşların ilgisini çeken GPS Rugby branşında zamanlama aralığı ve sprint performanslarını belirleme ve farklı parametrelerin ölçümü noktasında da kullanılmıştır (Waldron ve ark. 2011; Hausler ve ark. 2016).

Genelde açık alan ve takım sporları noktasında kullanılan GPS Rhodes ve ark. (2014)'ün tekerlekli sandalyedeki salon sporcularının maksimum hızını, çok yönlü hareketlerini ve sabit hızlarını analiz etmesi ile farklı bir boyut kazanarak engelliler ve spor çalışan bilim insanlarına ışık tutmuştur.

GPS teknolojisinin müsabaka esnasında da kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu doğrultuda hokey takımı üzerine yapılan bir çalışmada 9 takım oyuncusu incelenerek analiz edilmiştir. Sonuç olarak bu analizlerin bilim insanlarına ve

takım antrenörlerine eksikleri tespit etme ve düzeltme noktasında ciddi katkı sağlayacağı vurgulanmıştır (Macleod ve Ark. 2009).

Casamichana ve ark., (2013) dar alan oyunları sırasında farklı antrenman rejimlerinin sürekli ve interval formattaki fiziksel ve fizyolojik talepler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada dar alan oyunlarının farklı fiziksel tepkileri üzerinde durulmuştur. Sürekli uygulanan dar alan oyunlarının aralıklı oynananlardan daha fazla yüke sebep olduğu belirtilmiştir.

Avustralya futbolu üzerine yapılan bir çalışmada orta saha oyuncularının en çok mesafe kat eden oyuncular olduğu, bununla birlikte forvet oyuncularının ise orta saha oyuncularına göre daha az mesafe kat ettikleri, defans oyuncularının ise bu iki pozisyonadaki oyunculara göre en az mesafe kat ettikleri saptanmıştır (Grey ve Jenkins, 2010).

GPS kullanımında uygulayıcıların dikkatli olmaları, ayrıca çalışmaya katılacak sporcuların seçimine özen göstermeleri gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada futbol takımı oyuncuları antrenman esnasında GPS teknolojisi ile performans gözlemi yapılmış ancak sporcuların dereceleri arasında ciddi farklılıklara rastlanmıştır (Buchheit ve ark. 2014). Yukarıdaki sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda sporcuların antrenmanda tam performanslarını yansıtmadıkları veya antrenmanı ciddiye alamadıkları gibi bir sonuca varılabilir. Bu bağlamda yapılacak çalışmalarda doğru zaman, doğru yer ve sporcu seçiminin önemli olduğu ileri sürülebilir.

GPS teknolojisi sadece sayısal veriler veren bir sistem olarak algılanmamalıdır. Bu bağlamda GPS yerine göre sporcuların kendi performanslarının görebilme ve bir motivasyon aracı olarak da kullanılmaktadır (Hrovat ve ark. 2015). Futbol üzerine yapılan bir çalışmada oyuncu markajı esnasında oyuncuların fiziksel ve psikolojik tepkileri ölçülmüştür. Elde edilen verilerde, antrenörlerin oyuncu markajı esnasında kendi oyuncularının performansını daha iyi görebileceği ileri sürülmüştür (Casamichana ve ark. 2015).

GPS teknolojisi gittikçe yaygınlaşmanın yanında akademik çalışmalara da konu olmaya devam etmektedir. Yukarıda bahsedilen çalışmaların dışında literatürde farklı çalışmalar da bulunmaktadır (Petersen ve ark. 2009; Johnston ve ark. 2012; Reid ve ark. 2013; Sindall ve ark. 2013; Gaudino ve ark. 2013; Corvino ve ark. 2014; Rawstone ve ark. 2014).

Günümüzde geline nokta gere bireysel sporlarda, gerekse takım sporlarında bilimsel testler, analizler, performansta ve başarıda çok önemli bir noktaya gelmiştir. Bu bağlamda GPS teknolojisinin kullanımı, tanıtımı ve yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Maddison ve Mhurchu (2009), araştırmasında GPS sistemlerinin insan hareketlerinin tanımlanmasında ve zamana bağlı değişiminde faydalı bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Julen Castellano ve ark (2011), mesafe verileri, GPS cihazları tarafından oldukça doğru ve çok az olacak şekilde gözardı edilebilir olduğu bulunmuştur. Dahası, cihaz içi ve cihazlar arası güvenilirlik de yüksektir. Oyuncunun veri geçerliliği ve devamlılığı açısından aynı GPS ünitesini kullanması önemlidir. (Coutts ve Duffield, 2010).

Edgecomb ve Norton (2006), bilgisayar destekli izleme ve GPS sistemi teknolojisi ile yapılan ölçümlerde bilgisayar destekli izleme ile %5.8, GPS ile ise %4.8 gerçek değer tahmini yapıldığı söylenmektedir.

Tierney ve ark. (2016), farklı saha dizilimlerine göre GPS ölçümleri yaptıkları araştırmada en çok mesafenin, yüksek hızda koşunun ve yüksek metabolik yük mesafesinin 3-5-2 sisteminde katedildiği sonucuna ulaşmışlardır.

Corvino ve ark. (2014), hentbolda farklı saha boyutlarında yapılan antrenmanlarda içsel ve dışsal yükleri inceledikleri çalışmada saha boyutlarını manipüle ederek antrenman yüklerini belirlediklerini açıklamışlardır.

Kürkçü ve Uluşar (2014), futbol hakemleri ile yaptıkları araştırmada futbol maçları esnasında kalp atımları ve çeşitli fiziksel durumlarla ilişkileri incelenmiştir. Sonuçta çalışmaya katılan hakemlerin maç boyunca ortalama



10.717 m mesafe kat ettikleri ve kalp atım hızlarının koşu hızlarına göre değişiminin 20-23 sn aralığında olduğu gözlemlenmiştir.

Wehbe ve ark. (2014) araştırmasında futbol oyuncularında GPS sisteminin kullanımının oyuna özel antrenman tanımlarının belirlenmesinde, yarışma ve yüklenme yönetiminin belirlenmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Domene (2013); resmi maçlar sırasında Full-Back (FB) ve Center-Back (CB) futbolcular arasındaki fizyolojik talepleri ve GPS cihazlarını kullanarak araştırma yapmışlardır. 10 Hz örnekleme frekansı ile çalışan bir GPS ünitesi (MinimaxX S4, Catapult Innovations, Canberra, Avustralya) ile veriler alınmıştır.

Sonuç olarak; Tüm zaman dilimlerinde FB, toplam mesafeyi, yüksek şiddetli koşu çabalarını, iş yükünü ve maksimum hızı önemli ölçüde artırmıştır. CB yürüme hızı kategorisinde daha fazla mesafe harcamıştır. FB ayrıca yüksek / düşük oranı ve daha kısa dinlenme süresine sahip olmuştur.

Venter ve ark. (2011); ragbi oyuncularında GPS verisi almışlardır. Sonuç olarak; veriler, bir oyun sırasında oyuncuların ortalama  $4469.95 \pm 292.25$  m katettiğini ortaya koymuştur. Oyuncular toplam oyun saatinin  $72.32 \pm 4.77$ 'sini ayakta veya yürüyüşte geçirmiştir. Yapılan bu çalışmada, GPS teknolojisinin kullanımının daha önce mevcut olmayan çeşitli pozisyonlardaki oyuncuların yaşadığı etkilerin ciddiyetine ilişkin değerli bilgiler verdiği söylenmektedir.

Castellano ve ark. (2010); plaj futbolcularının fizyolojik ve fiziksel verilerini incelemişlerdir. Fizyolojik talepler için kalp atım hızını (HR) ölçerek, fiziksel profil ise hareketi ve hızı GPS cihazları vasıtasıyla kaydederek değerlendirmişlerdir. Katılım dakikasında kat edilen mesafe 97.7 m, bu mesafenin %9.5'i yüksek yoğunluklu çalışmaya, sprint ise %2.5'a karşılık gelmiştir; iş: dinlenme oranı 1.4:1 ve maksimum hız  $21.7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  idi. Bu sonuçlarla, plaj futbolunun diğer takım oyunlarından daha yoğun şiddetli aralıklı bir fiziksel aktivite olduğunu göstermişlerdir.

Wehbe ve ark. (2014) araştırmasında futbol oyuncularının maç aktivite profillerini, maçın iki ayrı yarısını ve oyuncuların pozisyonel karşılaştırmalarını belirlemek amaçlanmıştır. GPS üniteleri bu çalışmada saniyede 5 ölçüm

frekansında (5Hz) veri almaktadır. Oyuncu maç aktivite profilleri, aşağıdaki hız kategorilerinde harcanan yüzde eşleme süresini kullanarak belirlenmiştir: ayakta durma (0'dan  $\leq 0.6$  km.h-1), yürüme ( $>0.6$ 'dan  $\leq 7.1$  km.h-1), jogging ( $>7.1$ 'den  $\leq 14.3$  km.h-1), koşu ( $>14.3$ 'den  $\leq 19.7$  km.h-1), yüksek şiddetli koşu ( $>19.7$ 'den  $\leq 25.1$  km.h-1), ve sprint ( $>25.1$  km.h-1).

Sonuç olarak; sırasıyla toplam mesafe, ortalama hız, yüksek yoğunluklu koşu (HIR) mesafesi, ve çok yüksek yoğunluklu koşu mesafesi (%7,92 - %9,47 – %10,10 – %10,99) ilk yarıdan ikinci yarıya düşüş göstermiştir. Orta saha oyuncuları toplam mesafenin %11,69'unu, HIR mesafesinin ise %28,8'ni kaplamışlar ve savunma oyuncularından daha yüksek ortalama hıza sahip bulunmuştur. Takım kazandığında, ortalama hız, berabere kaldığı zamandan %4,17 daha düşük bulunmuştur.

Suarez-Arrones ve ark. (2012), uluslararası düzeyde erkek Ragbi takımının hareket kalıplarını ve fizyolojik taleplerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak; Oyuncular her maç için ortalama 6162 m mesafe almışlardır. Ayrıca hücum oyuncuları ve defans oyuncuları sırasıyla 5853 ve 6471 metre mesafeyi maç boyunca 4,3 km/h ve 4,77 km/h ortalama hızlarla almışlardır. Sonuç olarak, Rugby pek çok ve çeşitli non-lokomotor aktiviteler ve maçların oynanması sırasında ortaya çıkan eylemlerle yüksek yoğunluklu aralıklı bir takım sporu olarak kabul edilebilir sonucuna ulaşmışlardır.

Castagna ve ark. (2009); spesifik dayanıklılığın erkek genç futbolundaki maç performansına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Maç aktiviteleri Castagna ve ark. tarafından belirlenen belli aralıklara göre değerlendirilmiştir. Bunlar; ayakta durma, yürüme, jogging, orta şiddet koşu, yüksek şiddet koşu, sprint, yüksek şiddetli aktivitedir. Maçlar sırasında (GPS Elite, Gpsports, Avustralya) ve Yo-Yo IR1 (Polar Ekip Sistemi, Kempele, Finlandiya) ile her 5 saniyede kısa menzilli telemetri ile kalp atım hızı izlenmiştir. Sonuç olarak; maç sırasında (30 dakikalık iki devre) oyuncular,  $6,204 \pm 731$  m'yi katetmiş, bunların  $985 \pm 362$  m (16%)'sı yüksek yoğunlukta geçilmiştir. İkinci yarıda maç kapsamında belirgin bir düşüş yaşanmıştır (%3,8 p=0,003).

Bakal ve ark. (2022) futbolda AKİYO (Akut-Kronik İş Yüğü) oranının hesaplanmasında düşük toplam mesafe ve yüksek ivmelenmenin sakatlık riski oluşturabileceğı görüşündedirler.

Di Salvo ve ark. (2009), premier lig oyuncularında yüksek şiddetli aktivite profillerini inceledikleri çalışmada maç kazanma açısından yüksek şiddetli aktivite önemine değinmişlerdir.

Barros ve ark. (2007), Brezilya futbol ligindeki oyuncuların oyun pozisyonları ve sürelerine göre analizlerini yapmışlardır. İlk yarı ikinci yarıya göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha çok mesafe kat edilmiştir. Özellikle 2. Yarının 8.dakikasından sonra performans düşüşleri görülmüştür.

Buchheit ve ark. (2013)'e göre 6 farklı yaş grubunun tekrarlı sprint performansları yaş, pozisyon ve oyun süresiyle ilgilidir. Futbolda gelişmekte olan oyuncular için tekrarlı sprint performansı önemlidir.

Bradley ve ark. (2009), İngiltere Premier ligindeki oyuncuların yüksek şiddetli oyun aktivitelerini araştırmışlar ve özel antrenman rejimlerinin belirlenip geliştirilmesinde önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Hill-Haas ve ark. (2011)'e göre dar alan oyunları, küçültölmüş sahalarda, daha az oyuncuyla yapılan geleneksel futbol çalışmalarının modifiye edilmiş kurallarla uygulanışdır. Tüm yaş ve seviyelerde uygulanabilirliği vardır. Fizikseli teknik ve taktik gelişim için dar alan oyunları uygundur. Oyun kuralları, oyuncu sayısı, kaleci kullanımı, oyun alanı ve antrenör cesaretlendirmesi dar alan oyunlarda etkilidir.

Malone ve ark. (2015) GPS ile antrenman yüklerini takip ettikleri araştırmada sezon başında farklılık bulmazken, 1. İle 6. Mezosiklüs arasında 1304 m fark olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bu bilgiler ışığında yazılan bu kitabın GPS teknolojisinin kullanımı, ortaya çıkan performans verilerinin değerdendirilmesi ve raporlaştırılması, fiziksel performansın bilimsel açıdan sayısal verilerle açıklanabilmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2.Monitörizasyon

Sportif performansta monitörizasyon, bireysel veya takım sporcusunun antrenman veya müsabaka verilerinin izlenip kayıt altına alınması tekniklerini içerir. Özellikle yüksek performans sporcularının antrenman programlarının takibi ve düzenlenmesinin olmazsa olmazıdır. GPS, modern futbolda antrenman yükü takibinde kullanılmaktadır. GPS ilk olarak 1997 yılında sporcu takibi amacı ile kullanılmıştır. Sporcuların antrenman ve müsabaka verileri takip edilerek maksimum performanslarına sakatlık olmadan ulaşmaları hedeflenmektedir. Antrenmanın etkileri hakkında objektif veriler toplanır. Antrenmanın düzenlenmesi için antrenöre ipucu verir. Sporcunun fiziksel güçlü ve zayıf yönleri belirlenir. Antrenör ve sporcuya branşın ihtiyaçları hakkında bilgi verir (McGuigan, 2017, 5). Bazı sporcular artan antrenman yüklerini takım arkadaşlarından farklı olarak tolere edebilmektedir. Edemeyen oyunculara ise performansta düşüş veya sakatlık durumları oluşabilmektedir. Bu yüzden bireysel olarak yapılan antrenman yükü takibi tüm sporcuların optimal verim sağlaması açısından değerlidir. Antrenmanların ve müsabakaların futbolcular üzerinde oluşturduğu fizyolojik, kinematik ve mekanik yükleri objektif verilere dönüştürüp anlamlandırmak futbol dünyası için oldukça önemlidir (Akyıldız ve Akarçeşme, 2020). Performansın en önemli gerekçelerinden birisi yorgunluğun kontrol altında tutulması ve yüklenmelerden elde edilecek verilerin değerlendirme sonrasında objektif hâle getirilmesi sağlamaktır. Verilerin dönüşüm ve takip süreci literatürde antrenman yükü monitörizasyonu olarak tanımlanmaktadır (Aktüre ve ark., 2021).

Futbol kulüplerinde antrenman yükü takibi atletik performans departmanları tarafından yapılmaktadır. Atletik performans antrenörü, spor bilimci, veri analizcisi gibi görev tanımlarında futbolda teknik ekiplere destek sağlayan kişiler olarak modern futbolda yer almaya başlamıştır. Kulüplerde veri depolama, raporlama ve teknik ekiplere sunma gibi görevleri de üstlenmektedirler.

GPS ile antrenman yükü takibi yapılırken anahtar kelimeler oluşturup onların üzerine yoğunlaşmak veri karmaşasının azaltılmasını ve anlaşılabilirliği artırır.

Teknik ekip ve futbolculara günlük olarak görselliği anlaşılır kısa GPS raporları sunmak sporcularında motivasyonunu artırır. Rekabet durumunu geliştirir. Performansının takip edildiğini bilmek sporcuya güven verir ve sakatlık riskini azaltır. GPS her antrenman ve müsabakada kullanılmalıdır. İstikrar yük takibi açısından önemlidir. Özellikle resmi müsabakalarda kullanımı antrenmanlarla kıyaslama yapıp kısa ve uzun dönemli hedefleri belirlemek açısından yararlıdır.

### **3.Akut-Kronik İş Yüğü Oranı (AKİYO) (Acute Chronic Workload Ratio=ACWR)**

Akut-Kronik İş Yüğü Oranı (AKİYO) yöntemi yaralanma riskini öngörebilmek ve yönetmek amacıyla geliştirilmiştir. AKİYO, akut yükün, yani son haftadaki toplam yükün, kronik yükle bölünmesiyle hesaplanmaktadır.Kronik yük genel olarak son 3-6 haftanın hareketli ortalamasıdır. Örneğin, akut yük kronik yükden yüksekse, oran 1'den büyük olur ve yaralanma riski daha yüksek olabilir. Bazı araştırmalar ise 0,80 ile 1,30 arasındaki oranların en düşük yaralanma riskine sahip olabileceğini öne sürmektedir. Kronik yük daha yüksekse, oran 1'in altında olur ve yaralanma riski muhtemelen daha düşüktür (Gabbett, 2016). AKİYO oranının 0,8-1,3 arasında olması sakatlık riskinin düşük olması anlamına gelmektedir. 0.8 in altı yetersiz yüklenme, 1.3-1.5 arası orta risk ve 1.5 in üstü ise yüksek risk olarak görülebilmektedir.  $AKİYO \geq 1,5$  olduğunda yaralanma riski katlanarak artmaktadır (Blanch ve Gabbett, 2016).

Araştırmalar göz önüne alındığında, AKİYO nun yaralanma riski ile ilişkili olarak parabolik bir eğri izlediğini göstermektedir. Ancak antrenörler bu yöneme tek başına güvenmemeli ve dikkatle kullanılmalıdır. Araştırmacılar metodolojiler üzerinde işbirliği yapmalı, AKİYO aralıkları ve güven aralıkları ile çalışmalarını tasarlarlarken takip edilecek sabit protokoller oluşturmalarıdır (Maupin ve ark., 2020).

Günlük ve haftalık olarak AKİYO takibinin yapılması bireysel olarak sporcuların antrenman durumları hakkında bilgi verir.

AKİYO, kısa dönem (akut) ve uzun dönem (kronik) antrenman yüklerinin oranını ifade etmektedir. Akut yük genellikle son 7 gün içerisindeki antrenman yüklerinin ortalaması olarak hesaplanırken, kronik yük ise son 28 gün içerisindeki antrenman yüklerinin ortalaması olarak belirtilmektedir. Birçok çalışma, antrenman ve sakatlık arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Drew ve Finch, 2016). Antrenman yük ölçümleri genellikle hem akut (7 gün) hem de kronik (son 4 hafta) ve ikisi arasında bir oran olarak ölçülmüştür (Hulin ve ark., 2016).

Banister ve ark. (1975) fitness ve yorgunluk modeline dayanarak, Gabbett ve ark. (2016) AKİYO kavramını, akut iş yükünün varsayımsal olarak Banister modelinin yorgunluk bileşenini, kronik iş yükünün ise fitness bileşenini temsil ettiği şeklinde açıklamıştır.

Bazı sporlarda akut ve kronik yük arasındaki etkileşimin, yüksek bir sakatlık riski ile ilişkili olduğu, sporcunun izlenmesindeki en önemli nedenin akut yükteki ani artışların belirlenmesi yönünde güçlü bir teori vardır (Gabbett, 2016).

Yüksek kronik yükü bulunan sporcuların, düşük kronik yükü olan sporculardan daha az sakatlık risklerinin olduğu ortaya koyulmuştur. Bu bulgular daha sonra geniş bir yelpazede farklı spor branşlarında AKİYO metodunun kullanılmasına neden olmuştur. Bu analitik yaklaşımın son zamanlarda çeşitli sporculardaki sakatlık riskini tanımladığı bildirilmiştir (Murray ve ark., 2017).

Bowen ve ark., (2020), İngiliz Premier Ligi futbolcularında (n=33) üç sezon boyunca GPS sistemi ile elde edilen iş yükü ve sakatlıklar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. İş yükü ve sakatlık verileri üç ardışık sezon boyunca toplanmışlardır. AKİYO (1 haftalık iş yükü) bölünmüş kümülatif (1 haftalık, 2 haftalık, 3 haftalık ve 4 haftalık) yükler kronik iş yükü (önceki 4 haftalık ortalama akut iş yükü) ile z puanlarına göre ayrı aralıklara sınıflandırılmıştır. Daha sonra, belirli GPS değişkenleri kullanılarak sakatlık geçirmiş ve geçirmemiş oyuncular arasında her aralık için göreceli risk hesaplanmıştır. Toplam mesafe, düşük yoğunluklu mesafe, yüksek hızda koşu mesafesi, sprint mesafesi, hızlanma ve yavaşlama verileri hesaplanmıştır. En yüksek temassız yaralanma riski, kronik yavaşlama maruziyetinin düşük olduğu ve AKİYO'nun >2,0 olduğu durumlarda

görülmüştür. Performans ve yaralanma önleme eğitimlerinin planlanmasında yer alan pratisyenlerin AKİYO'yu izlemelerini, kronik maruziyeti artırmalarını önerilmektedir.

Fousekis ve ark. (2023) AKİYO'nun temas dışı yaralanmaların sıklığıyla ilişkili olup olmadığını belirlemek için araştırma yapmışlardır. Amaç, pozisyon ve yaş gibi aynı özelliklere sahip sakatlanmış ve sakatlanmamış futbolcuların dış yükünü karşılaştırmaktır. Mevcut analiz, yaralanmadan önceki hem dört hem de iki haftayı dikkate almaktadır. Mevcut çalışma, AKİYO'nun daha sonraki bir sakatlık oluşumuyla ilişkili olduğunu, ancak AKİYO eşiğinin değişebileceğini göstermiştir. Bu durum, esas olarak son iki haftanın yükünün, sakatlıktan önceki dört haftanın yüküyle karşılaştırılmasından etkileniyor gibi görünmektedir.

Literatürde, AKİYO ile temassız yaralanmalar arasındaki ilişkiyi destekleyen ve çürüten çalışmalar bulunmaktadır. Daha spesifik olarak, takım sporlarında AKİYO değerindeki artış ile yaralanma olasılığı arasında bir ilişki gözlemlediklerini bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, bu ilişkiyi desteklemeyen bulguları olan çalışmalar da bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, bu oran farklı sporlarda ve farklı şekillerde kullanılmıştır ve bu faktörler sonuçları etkileyebilir.

Bazı araştırmalara göre, AKİYO'nun profesyonel futbolda sakatlıkların öngörülmesindeki faydasına ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu anlaşılmaktadır. AKİYO ile sakatlık olasılığı arasındaki ilişkiyi doğrulayan araştırmaların çoğunda GPS indeksleri toplam mesafe, yüksek şiddetli koşu mesafesi, akselerasyon ve deselerasyon kullanılmıştır. Bu çalışmalarda, kullanılan çeşitli indeksler için farklı AKİYO değerleri bildirilmiş olup, bu durum daha düşük sakatlık risklerini gösteren eşik değerleri belirlemenin zorluğunu göstermektedir. Ayrıca, oranın süresi (1:2,1:3 veya 1:4) ile ilgili olarak, oran ile sakatlık olasılığı arasındaki korelasyonu etkilemediği görülmektedir.

West ve ark. (2021), 129.448 antrenman yükü değeri toplanmış ve AKİYO değerlerine dönüştürülerek, kaydedilen 1718 sakatlık vakasına model uyumu değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. 13 kulüpte, 8 farklı “en uygun” AKİYO

hesaplaması yapılmış olup, 3 günlük akut yükler, 14 günlük kronik yükler, EWMA ve birleştirilmiş yaklaşımlar en yaygın “en uygun” modeller olarak öne çıkmıştır. Veriler birleştirildiğinde, EWMA, birleştirilmiş 3:14 günlük AKİYO en uygun sonuçları vermiştir. Kullanılan ortalama veya birleştirme yönteminden bağımsız olarak, yaygın olarak alıntılanan 7:28 günlük AKİYO değerleri için çok az destek görülmüştür.

Ancak, maçlarda istikrarlı bir periyodizasyonun olmaması nedeniyle AKİYO’nun profesyonel futbolda uygulanmasının zor olduğu unutulmamalıdır. Özellikle profesyonel futbolun mikro döngüsü, takımın maçlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Oyuncular, takımlarıyla lig, kupa ve Avrupa kupalarıyla ilgili maçların yanı sıra milli takımlarla da maçlara katılırlar. Bu nedenle, mikro döngüde ekstra maçlar veya rekabet yükümlülüklerinin olmaması, AKİYO’yu önemli ölçüde değiştirebilir ve yükün izlenmesini zorlaştırabilir.

Luis Suarez-Arrones ve ark., (2020), AKİYO nun yaralanma sıklığı ile ilişkisini maçlara katılım ve kronik sezonluk dönem boyunca yükün uzun vadeli etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya, bir Avrupa Şampiyonlar Ligi kulübünün kadrosuna ait on beş profesyonel futbolcu Avrupa Şampiyonlar Ligi kulübünün kadrosuna ait on beş profesyonel futbolcu dahil edilmiştir. Tüm sporcuların dış antrenman ve maç yükü, GPS kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma, AKİYO’daki ani artışların profesyonel futbolcuların daha sonra sakatlık geçirmeleriyle ilişkili olmadığını göstermiştir. Resmi maçlara katılımındaki farklılıklar, takımdaki oyuncular arasında kronik dış yüklerde önemli dengesizliklere neden olmuştur. Bu dengesizlikler, genellikle oynamayan oyuncuların yükünde önemli değişiklikleri önlemek için antrenman seanslarında en aza indirilmelidir.

Schumann ve ark., (2023) hareketli ortalama (RA=rolling average) ve üstel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA= Exponentially weighted moving average model) modelleri kullanarak antrenman yükü takibini yapmışlardır. Her iki yöntemin de voleybol gibi tutarlı antrenmanlar için bir izleme aracı olarak kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır.



Son yıllarda, profesyonel futbolcular arasında antrenman yükü ile sakatlık riski arasındaki korelasyonu inceleyen araştırmalarda artış görülmüştür. Bulgular, profesyonel futbolda AKİYO ile yaralanma riski arasındaki ilişkinin kesin olmadığını ortaya koymuştur. Bu ilişkiyi destekleyen çalışmaların çoğu, GPS verilerinden elde edilen birleşik AKİYO yu kullanmıştır. İlginç bir şekilde, AKİYO'nun süresi (1:2, 1:3, 1:4) bu ilişkiyi önemli ölçüde etkilemiyor gibi görünüyormektedir. Sonuç olarak, ilgili çalışmaların sayısı sınırlıdır ve daha kesin sonuçlar elde etmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Oran, yaralanma riskiyle bağlantısı açısından umut verici olsa da, mevcut araştırma ortamı göz önüne alındığında, kesin eşik değerler (örneğin, yaralanma olasılığının azalması) belirlemek hala zorlu bir görevdir.

Ribiero-Alvares ve ark., (2024) yirmi oyuncunun hamstring sakatlık durumlarını incelemişlerdir. Grubun günlük iş yükü veya sakatlık öncesindeki 4 haftalık ortalama iş yükü üzerinde zaman etkisi görülmemiştir ( $p > 0,05$ ). On beş oyuncu (yani %75) hamstring sakatlığı geçirdikleri antrenman veya maçtan hemen önce dört GPS ölçümünde AKİYO değeri 1,5'in altında bulunmuştur. Beş oyuncu (%25) çok yüksek hızda koşu mesafesi için “tehlike bölgesi” (yani AKİYO  $> 1,5$ ) olarak sınıflandırılmıştır; bu oyunculardan 3'ü yüksek hızda koşu mesafesi ve  $>19$  km/s eylem sayısı için, 2'si ise toplam mesafe için “tehlike bölgesi”nde yer almıştır. Profesyonel futbolcuları etkileyen hamstring yaralanmalarının dörtte üçünde, tüm GPS ölçümlerinde AKİYO değerleri 1,5'in altında olduğu için, tıbbi/koçluk personeli, oyuncuların antrenman veya maçlara katılımını belirlemek için birincil ölçüt olarak AKİYO “tehlike bölgesini” dikkate alırken dikkatli davranmalıdır.

Malone ve ark. (2017) AKİYO nun sakatlık riski ile ilişkisini incelemişlerdir. Bulgulara göre, 1,00 ile 1,25 arasında bir akut:kronik iş yükünün profesyonel futbolcular için koruyucu olduğunu göstermektedir. Daha yüksek aralıklı aerobik kapasite, elit futbolcularda iş yükündeki hızlı değişikliklere maruz kalan oyuncular için daha fazla sakatlanma koruması sağlamaktadır.

Diğer bir araştırma, Brezilyalı profesyonel futbolcularında iç antrenman yükü ile yaralanma riski arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Veriler, iki tam sezon (2017 ve 2018) boyunca 32 futbolcudan toplanmıştır. Her antrenman/maç seansı için algılanan efor derecesi (RPE=rating of perceived exertion) iç yük değişkeni olarak kullanılmıştır. 3 ve 4 haftalık kümülatif antrenman yükü (C3 ve C4) ve AKİYO hesaplanmıştır. Temassız kas yaralanmaları ile C3, C4 ve AKİYO arasındaki ilişkileri incelemek için genelleştirilmiş tahmin denklemi analizi uygulanmıştır. İki tam sezon boyunca toplam 33 yaralanma kaydedilmiştir. Üç (C3,  $p = 0,003$ ) ve dört haftalık (C4,  $p = 0,023$ ) kümülatif antrenman yükü ile yaralanma oluşumu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. “Yüksek yük” grubundaki oyuncular, “orta yük” grubuna göre daha yüksek yaralanma riski sergilemiştir. ile sakatlık oluşumu arasında bir ilişki bulunmamıştır. 3 ila 4 haftalık bir dönemde yüksek kümülatif yüke maruz kalan sporcular, orta düzeyde kümülatif antrenman yüküne maruz kalanlara kıyasla daha yüksek sakatlık riski sergilemiştir. Bunun dışında, AKİYO ile sakatlık oluşumu arasında bir ilişki bulunmamıştır (Mohr ve ark., 2023).

Yarı profesyonel bir futbol takımında AKİYO oranı ile nonkontak yaralanmalar arasındaki ilişkiyi analiz etmek amaçlanmıştır. İspanya Üçüncü Lig futbol takımından 17 futbolcu bu çalışmaya katılmıştır. 2020/2021 sezonunda prospektif bir uzunlamasına çalışma geliştirilmiştir. 24 hafta analiz edilmiştir. Her antrenman ve maç seansı için algılanan efor oranı (RPE) ve seans algılanan efor oranı (sRPE) kaydedilmiştir. Daha sonra, akut ve kronik iş yükleri hesaplanmış ve bunlardan AKİYO türetilmiştir. Ayrıca, belirtilen dönemde temassız yaralanmalar da kaydedilmiştir. Ana bulgular, AKİYO ile temassız yaralanmalar arasında zayıf bir korelasyon olduğu ve AKİYO 'nun tek başına kullanılması yarı profesyonel bir futbol takımında temassız yaralanmaların meydana gelmesini tahmin etmek için yetersiz olduğu şeklindedir (Seco-Serna, 2024).

AKİYO'daki ani artışların profesyonel futbolcularda daha sonraki bir sakatlık oluşumuyla ilişkili olmadığını ve sporcularda form, yorgunluk ve iş yükü takibine yönelik daha bütünsel bir yaklaşımın faydalı olacağı belirtilmiştir (Bahr, 2016).

#### **4.Hareketli Ortalama Modeli (RA=Rolling average model)**

İstatistikte, hareketli ortalama, tüm veri kümesinin farklı seçimlerinden oluşan bir dizi ortalama oluşturarak veri noktalarını analiz etme hesaplamasıdır.

RA modeli, dört haftalık kronik iş yüküne göre bir haftada gerçekleştirilen mutlak iş yükünü kullanır. Bu model, akut ve kronik dönemdeki her iş yükünün eşit olduğunu varsayar. Dolayısıyla, RA modeli yük ve yaralanma arasındaki ilişkiyi doğrusal olarak değerlendirir ve bu nedenle, belirli bir zaman dilimindeki tüm iş yükleri eşdeğer olarak görülür.

Bu model, kondisyonun bozulmasını hesaba katmaz ve yüklerin birikme şeklindeki değişiklikleri doğru bir şekilde temsil etmez. RA modelinin bu sınırlamalarına potansiyel bir çözüm, EWMA modelinde yatmaktadır.

#### **5.Üstel Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modeli (EWMA=Exponentially weighted moving average model)**

EWMA modeli, her bir eski iş yükü değerine azalan bir ağırlık atayarak, sporcunun en son gerçekleştirdiği iş yüküne daha fazla önem verir. Bu model, kondisyonun azalan doğasını ve yaralanma oluşumu ile iş yükünün doğrusal olmayan doğasını hesaba katmak için özel olarak tasarlanmıştır. Ayrıca, yüklerin birikme şeklindeki değişiklikleri daha iyi temsil eder.

Yüksek değişkenlik göz önüne alındığında, AKİYO'nun dış (örneğin toplam mesafe) ve iç (örneğin kalp atış hızı) yükler için kullanılması, yaralanma riskiyle ilişkili olabilir. AKİYO'yu üstel ağırlıklı hareketli ortalamalar (EWMA) kullanarak hesaplamak, potansiyel olarak daha hassas bir ölçümle sonuçlanabilir. Ancak, AKİYO yönteminin yaralanma riskini azaltmak için güvenle kullanılmadan önce ele alınması gereken bazı sorunlar olabilir.

Standartlaştırılmış yaklaşımların kullanılması, birden fazla popülasyon üzerinde daha objektif sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

AKİYO kullanarak antrenman yükünü izlemek, antrenörlerin optimal AKİYO aralığını koruyarak fitness potansiyelini en üst düzeye çıkarırken yaralanma risklerini azaltmalarını sağlar. Bu oranı belirlemenin iki yöntemi vardır: hareketli ortalama (RA=rolling average) ve üstel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA=Exponentially Weighted Moving Average).

Taracık ve ark., (2025) AKİYO'nun sakatlık riski ile ilişkili olduğuna dair yaygın kabul gören görüşlere rağmen, AKİYO'nun oyuncuların antrenman yükleri ile doğrudan ilişkili olmadığı ve dolayısıyla güvenilir bir sakatlık göstergesi olarak tek başına yeterli olmayabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Nobari ve ark., (2022) S-RPE ile birleştirilen AKİYO, maçta ilk 11 başlamayanlar için başlayanlara göre önemli ölçüde daha yüksek bir değer göstermektedir. Çalışmanın ana bulgusu, AKİYO ve EWMA endekslerinin, sprint değişkeni hariç, dönemler ve oyun statüsü arasındaki farkları tespit etmek için yararlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, yedek oyuncuların gelişimi için gerekli çalışmalar antrenmanlar sırasında yapılmamakta ve bu oyuncular sezon ilerledikçe hazırlıklarını kaybetmektedir. Bu nedenle, antrenörler yedek oyuncuların fiziksel olarak formda kalmalarını sağlamak için yeni aktiviteler tasarlamayı düşünmelidir. Bu eksiklik, antrenmanlarda dikkate alınmalıdır, çünkü bu oyuncular daha az maçta oynar ve daha az yük taşır.

Pajuelo ve Caparros (2021) AKİYO modaliteleri, kadın futbolunda yaralanma oranı arasındaki olası ilişkileri analiz etmek amacıyla, bir kadın amatör futbol takımında (N = 17) bir sezon boyunca düzenlenen 212 antrenman seansı ve maçta elde edilen oranlar üzerinde yarı deneysel, müdahalesiz bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Akut yük ve kronik yük oranlarını hesaplamak için kullanılan değişkenler, iç yük ile ilgili algılanan eforun öznel derecelendirmeleri (RPE), dış yük olarak her oyuncunun seanslar sırasında maruz kalma süresi ve antrenman programıyla ilgili özgüllük idi. Sonuçlar, AKİYO ve EWMA'nın kadın amatör

futbolunda yük kontrolünde yaralanma oranı ile ilişkili olarak uygulanabilirliğini gösterebilir; EWMA kullanımı daha yüksek hassasiyet sağlar.

Başka bir çalışma, EWMA ve AKİYO nun sRPE ye dayalı yaralanma riski arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamıştır. Katılımcılar 8 hafta boyunca haftada bir kez adduktor sıkma testi (AST) gerçekleştirirken, antrenmanları ve sağlık durumları sırasıyla sRPE ve günlük anket ile izlenmiştir. Hiyerarşik regresyon analizi, ortalama uyku süresi, ortalama stres, sRPE iş yükleri ve EWMA'nın izlenmesi Hiyerarşik regresyon analizi, ortalama uyku süresi, ortalama stres, sRPE iş yükü ve EWMA'nın izlenmesinin, sporcularda yaralanma riskini tahmin etmek için en iyi modeli sağladığını göstermiştir. Bulgular, EWMA'nın AKİYO modelinden daha etkili bir antrenman yükü izleme aracı olabileceğini göstermektedir. (Foster ve ark., 2022)

Akut ve kronik antrenman yüklerini kaydetmek ve AKİYO 'yu modellemek, uygulayıcıların sporcuların “fitness” (yani net antrenman iyileşmesi, ortalamadan daha düşük yaralanma riski) veya “yorgunluk” (yani net antrenman stresi, ortalamadan daha yüksek yaralanma riski) durumunda olup olmadıklarını belirlemelerine olanak tanır. Ek olarak, AKİYO'yu kullanmak, uygulayıcıların sporcunun antrenman ve maç yükü geçmişine bir bakış atmalarını sağlar, böylece hazırlık durumunun daha kolay ölçülmesini, antrenmanın daha iyi planlanmasını ve dönemlere ayrılmasını, yaralanma riski için bir uyarı değeri olarak işlev görmesini ve dolayısıyla performansın iyileştirilmesini sağlar.

AKİYO, spor sakatlık durumları ile ilgili bir değerlendirme fırsatı sunar. Profesyonel sporcularda AKİYO'yu 0,8–1,3 aralığında tutmak, futbol, tenis ve ragbide spor yaralanmalarına maruz kalma olasılığını minimuma indirebilir. Spor düzeyinde, literatürün çoğu futbol tarafından domine edilmektedir ve AKİYO'nun kolektif takım sporlarını tahmin etmedeki etkinliğini güçlendirmek için diğer sporlara (dayanıklılık ve bireysel sporlar gibi) uygulamanın artırılması önerilmektedir; denek seçimi açısından, çalışmanın çoğu erkekler tarafından domine edilmektedir, bu nedenle gelecekteki araştırmalar AKİYO'nun cinsiyet farklılıkları üzerine tartışılmasına odaklanmalı ve tabakalı analizlerin veya

cinsiyete özgü eşiklerin gerekliliğini belirtmelidir; AKİYO'nun doğasını tahmin etmedeki etkinliğini artırmak için AKİYO'nun optimal aralığı, nedenselliği test etmek için uzunlamasına veya müdahale çalışmaları kullanılarak, deneysel bir bakış açısıyla daha da iyileştirilmelidir.

Sonuç olarak, çoğu çalışma AKİYO'nun düşük veya orta seviyeye göre yüksek olduğu durumlarda sporcuların sakatlık geçirme riskinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Fakat sporcu sakatlığını takip etmenin tek yolu tabiki de bu yöntem olamaz. Bu yöntemle sakatlık riskleri tahmin edilebilir fakat sakatlıkların hepsi bu oranlarda olur denememektedir. Sporcuların kuvvet durumları, kassal yorgunlukları, uyku ve beslenme düzenleri geçmiş sakatlık hikayeleri yeni oluşabilecek sakatlıklarda rol oynamaktadır.

## **6.Monotoni (Monotony)**

Antrenman monotonisi, haftanın yedi günü boyunca antrenman yükünün ortalamasının, antrenman yükünün standart sapmasına bölünmesini ifade eder. Seans süresi algılanan zorluk derecesi ile çarpılarak formülize edilir. Haftalık antrenman süreleri ve algılanan zorluk dereceleri benzer ise uyaranlar farklı olsa bile monotoni benzer çıkacaktır (Afonso ve ark., 2021, Clemente ve ark., 2017, 2020).

## **7.Strain**

Antrenman yükü, sporcunun antrenman haftası boyunca maruz kaldığı toplam stresi temsil eden bir değerdir. Bu değer, haftalık maç yükü dahil antrenman yükünün antrenman monotoni skoru ile çarpılmasıyla elde edilir. Yüksek bir antrenman yükü haftası ile yüksek monotoni skoru, aşırı antrenman yükü değerleri ortaya çıkarır.

Strain ise, biriken haftalık yükün TM ile çarpılmasıdır. Yükün hafta içindeki ve haftalar arasındaki değişimlerinin ve bu değişimlerin yük dağılımıyla olan ilişkilerinin bilinmesi, antrenörler tarafından uygulanan antrenman stratejilerinin

etkisini ve oyuncuların fizyolojik adaptasyonlarını anlamak için çok faydalıdır (Clemente ve ark., 2017, 2020).

### **8.Algılanan Zorluk Derecesi (sRPE)**

Algılanan zorluk derecesi (Session rating of perceived exertion), antrenman uyarıcılarını miktarını belirlemek için alternatif bir yöntem olarak Foster ve ark. tarafından geliştirilen seans algılanan efor derecesi yöntemidir. Seans RPE, Borg'un kategori oranı 10 (CR 10) ölçeğine dayanan basit, güvenilir, invaziv olmayan ve geçerli bir yöntemdir. Sporcu, seansın yoğunluğunu CR 10 kullanarak değerlendirir ve bu değer, seans süresi ile çarpılarak seans için bir antrenman yükü puanı elde edilir. Bu değer, antrenman monotonisi ve antrenman straini gibi iki önemli değişkeni hesaplamak için kullanılır (Borg 1982, Foster ve ark., 1995).

### **9.Yüksek Hızlı Koşu (HSR)**

Yüksek Hızlı Koşu (HSR:High Speed Running) için en yaygın eşikler ise erkeklerde 19,8–25,2 km/sa aralığındadır (Pimenta ve ark., 2025, Gregson ve ark., 2010).

Yüksek hızlı aktivite, maç sırasında kat edilen toplam mesafenin yaklaşık %8'ini oluşturur (Rampinini ve ark., 2015). Yüksek hızlı koşular futbol maçı sırasında fiziksel performansın belirleyicileri arasında gösterilir.

Günümüz modern futbolunda toplam koşu mesafelerinden çok HSR ve SPR tarzı koşular daha çok önem kazanmıştır. Yüksek şiddetli koşu ve ivmelenmeler sporcunun optimal performans sağlaması ve sakatlık önleyici olmasından dolayı değerlidir.

### **10.Sprint (SPR)**

Sprint (SPR), için en yaygın eşik ise erkeklerde 25,2 km/sa ve üzeridir (Pimenta ve ark., 2025, Gregson ve ark., 2010)

Sprint ayrıca GPS sistemi yazılımı üzerinde örneğin her sporcunun bireyselinde kendi sprint zone u maksimalinin %80 ini aşınca sprinttir gibi de hesaplanabilir.

### **11.Akselerasyon (Acceleration:ACC) ve Deselerasyon (Deceleration:DEC)**

Hızlanma, hızdaki değişim oranı olarak tanımlanır ve fiziksel olarak zorlayıcı bir görevdir. Hızlanmak, sabit hızla hareket etmekten daha fazla enerji gerektirir (Little ve Williams, 2005, Cavagna ve ark., 1971, Osgnach ve ark., 2010).

Bir GPS sistemi kullanılarak yapılan zaman-hareket analizi esnasında ivmelenme değerleri, düşük ( $1-2 \text{ m.s}^{-2}$ ), orta ( $2-3 \text{ m.s}^{-2}$ ) ve yüksek ( $>3 \text{ m.s}^{-2}$ ) ivmelenme olarak belirtilmiştir (Hogson ve ark., 2014). Pozitif ivmelenme akselerasyon, negatif ivmelenme ise deselerasyon olarak belirtilir.

Futbolda ivmelenmelerin daha yüksek yoğunluğu, yalnızca mutlak değerler veya hız temelli değişkenler ölçülürken göz önünde bulundurulmayan ve daha yüksek fizyolojik ve nöromüsküler talepler ile ilişkilidir (Akenhead ve ark., 2013).

Terje ve ark. (2016) hızlanmaların ve yavaşlamaların toplam oyuncu yükünün %12–17'sini oluşturduğunu bulmuştur.

Varley ve Aughey (2013), oyuncuların maç başına sprintlerden 8 kat daha fazla maksimum ivmelenme gerçekleştirdiğini belirtmişlerdir.

Modern futbolda genel olarak tüm ivmelenme aralıkları kabul görürken daha sıklıkla yüksek yoğunluklu ivmelenme değerleri olan ( $>3 \text{ m.s}^{-2}$ ) ivmelenme değerleri kullanılmaktadır.

### **12.Antrenman Süresi**

Antrenman süresi, antrenman yükü takibinde algılanan zorluk derecesinde belirlenen değer ile sürenin çarpılması sonucu günlük birim antrenman yükünün hesaplanmasında kullanılır.



### **13.Dengesizlik (Step Imbalance-Running Asymmetry)**

Adım dengesizliği veya diğer bir tanımlamayla koşu asimetrisi futbolda sakatlık riskini tahmin etmek ve performans artışının takibi için önemli bir göstergedir. Koşu dengesizliği, bir oyuncunun koşu sırasında sol ve sağ bacakları ile kat ettiği mesafelerin farkını ifade etmektedir. Sağ ve sol ayak salınımı sırasında uygulanan eşit yer reaksiyon kuvvetleri “simetrik” olarak kabul edilirken, ayak vuruşu kuvvetlerinde fark olması ise “asimetrik” olarak tanımlanmaktadır. Koşu dengesizliği, asimetrik koşunun bir göstergesi olarak kabul edilir ve oyuncuların kas-iskelet sistemleri üzerindeki stresi artırabilir. Bu durum, potansiyel sakatlık risklerini artırabilirken, performans düşüşlerine de yol açabilmektedir (Saba, 2016, Staab ve ark., 2014, Vogt ve ark., 2006). Örneğin, Catapult GPS sisteminin yazılımında bu değer %5 olarak ifade edilirken, Statsports GPS yazılımında – veya +5 şeklinde belirtilmektedir. – sol tarafa olan dengesizliği belirtirken, + ise sağ tarafa olan dengesizliği belirtmektedir. Genel kanıda %10 üzerindeki dengesizlikler sakatlık riski olarak belirtilmektedir.

### **14.Oyuncu Yüğü (Player Load)**

GPS ile birlikte ivmeölçerin eklenmesi, genellikle oyuncu yükü olarak adlandırılan toplam vücut yükünün tahmin edilmesinde faydalıdır.

Diğer bir yaklaşım ise, bir seansta toplanan atalet sensörü verilerine dayanarak oyuncu yükünün hesaplanmasını içerir.

Oyuncu yükü metriği, oyuncunun yükünü veya aktivite seviyesini hesaplamak için ivmeölçer verilerini kullanır. Araştırmalar, oyuncu yükünün geçerli ve güvenilir bir ölçüt olduğunu ve oyuncu aktivitesi hakkında önemli bilgiler sağlayabileceğini göstermiştir.

### **15.Yüksek Metabolik Yük Mesafesi (High Metabolic Load Distance (HMLD))**

Yüksek metabolik yük mesafesi (HMLD,  $m > 25,5 W \cdot kg^{-1} \cdot 21 km \cdot sa^{-1}$  in üzerinde kat edilen mesafedir. HMLD, kg başına 25,5 Watt ve üzeri kat edilen mesafedir.

## **16.Lokomotor yük (Locomotor Load) ve Mekanik yük (Mechanical Load)**

Oliva-Lozano ve ark. (2022), toplam mesafe, yüksek hızlı koşu mesafesi, sprint mesafesi, yüksek metabolik yük mesafesi olarak belirtmişlerdir. Lokomotor yük, oyuncunun belirli hız bölgelerinde kat ettiği mesafeleri ve maksimum hızı içeren değişkenlerle tanımlanırken; mekanik yük, oyuncunun gerçekleştirdiği hızlanma ve yavaşlama sayıları gibi ivmelenmeye dayalı parametrelerle değerlendirilmektedir.

## **17.Dışsal ve İçsel Yük (External and Internal Load)**

Futbolcuların uyguladığı kinematik aktiviteler dış antrenman yükünü, fizyolojik uyaranlar ise biyokimyasal stresörler şeklinde iç antrenman yükünü oluşturmaktadır (Vanrenterghem ve ark., 2017).

Jaspers ve ark. (2018) 64 aşırı kullanım yaralanmasını incelemişlerdir. Kümülatif yükler için sonuçlar, toplam mesafe, deselerasyon sayısı ve sRPE'nin süre ile çarpılmasıyla belirlenen 2 ila 4 haftalık daha yüksek yükler için artan yaralanma riski göstermiştir. AKİYO için, yüksek bir yüksek hızda koşu daha yüksek bir yaralanma riskiyle sonuçlanmıştır. Buna karşılık, aselerasyon sayısı, deselerasyon sayısı ve RPExsüre için orta oranlar düşük oranlarla karşılaştırıldığında daha düşük bir yaralanma riski bulunmuştur.

## **18.Maç Günü (Match Day)**

Guitart ve ark. (2022) GPS dış yük metriklerinin antrenman seansı veya maç günü (MD) durumuna göre değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. En yüksek yüklerin MD ve maçtan üç gün öncesinde (-3MD) gözlemlendiği belirtmişlerdir. Dışsal yük ile kas yaralanmalarının görülme sıklığının doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

## **19.Zone (Alan)**

Zone, GPS sisteminde sporcunun hangi aralıklarda antrenman yaptığını gösterir. Örneğin, yüksek şiddetli koşu 20-25 km.s<sup>-1</sup> aralığında kabul edilmiş ise

sporunun bu alanda kaç metre koştuğu kayıt altına alınır. Yani bu alanı zone4 olarak kabul edersek zone4 aralığında sporcu bu kadar mesafe koşmuştur diyebiliriz. Yine kalp atım hızı açısından düşünecek olursak sporunun %80-100 kalp atım hızına denk gelen aralıkta koşmasını isteyebiliriz.

## **20.Maksimal**

Oyuncunun sezonluk maksimal verilerinin kaydı müsabaka anında veya antrenmanda kayıt altına alınır. Her yeni maksimal veriye ulaşmada güncellenmesi gerekir. Bu sayede sporunun yüzde kaç performansla çalıştığı takip edilir.

## **21.Kamera Sistemleri**

Maçların kamera sistemleri ile çekimi sonrasında piksel sayıları bilinen ekranlarda otomatik tracking (takip) yapılarak sporcuların fiziksel verilerinin hesaplanması durumudur.

Pons ve ark., (2019) bir gps sistemini optik takip sistemi ile karşılaştırıldığında, optik sistemin ortalama hız, maksimum hız ve yürüme değişkenleri dışında analiz edilen tüm değişkenleri biraz fazla tahmin ettiği gözlemlenmiştir. Her iki sistem de kullanılabilir ve analiz edilen değişkenlerde sağladıkları bilgiler, uygulayıcılar ve araştırmacılar için faydalar sağlayacak şekilde birbiriyle değiştirilebilir.

Genel olarak optik takip sistemleri gps sistemlerine oranla daha yüksek veriler vermektedir.

## **22.Geçerlilik-Güvenilirlik**

Barbaro-Alvares ve ark., (2010) GPS cihazlarının geçerliliği ve güvenilirliğini tekrarlanan sprint yetenek testi (RSAT) değişkenlerini değerlendirerek incelemişlerdir. Sonuç olarak, RSAT değerlendirmek için GPS cihazının alternatif bir ölçüm olarak kullanılmasını destekleyen kanıtlar vardır.

Yanci ve ark. (2016) 10 Hz GPS cihazı ve zaman kapıları ile ölçülen 20 m sprint testi sonuçlarını değerlendirmektedir. Zamanlama kapıları ile ölçülen 20 m düz sprint süreleri ile GPS arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. 20 metrelik düz bir sprint testinde GPS cihazıyla sprint süresini değerlendirmenin kesin bir yolu gibi görünmemektedir.

Buchheit ve ark. (2014), 5 farklı gps ünitesinin geçerlilik güvenilirlik çalışmasını yapmışlardır. Bazı GPS ünitelerinin hızlanma yavaşlama açısından 2-6 kat daha fazla veri kaydettiği görülmüştür. Ayrıca bilgisayar ve GPS güncellemeleri doğru ölçüm için düzenli takip edilmelidir.

Petersen ve ark. (2009), GPS ünitesinin geçerlilik güvenilirlik çalışmasında (600–8800 m) için yürüyüş ve koşuda etkili sonuçlar verdiği fakat kriket sporuna özel sprint hareketleri için geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Schuzt ve Chambaz (1997) GPS tekniği, hız değerlendirmesi için oldukça umut verici görünse de, yürüme hızındaki göreceli doğruluk araştırma amaçları için pek yeterli değildir.

Johnston ve ark. (2014) araştırmasında 10 Hz ve 15 Hz frekansla ölçüm alan cihazların 1Hz ve 5Hz ölçüm alanlara göre daha güvenilir veriler aldığını belirtmişlerdir.

Gregson ve ark. (2010), İngiltere premier ligindn 485 futbolcunun ortalama 10 maçını analiz ettikleri çalışmada yüksek şiddetli aktivitelerde maçlar arasında yüksek derecede geçerlilik ve toplu pozisyonda topsuza göre daha yüksek geçerlilik bulmuşlardır.

Aughey ve Falloon (2010); gerçek zamanlı GPS, Avustralya Futbolu maçları sırasında sporcu performans takibi için kullanmışlardır. Bu çalışmada toplanan gerçek zamanlı veriler, oyun sonrası verilerine karşı ileri derecede düşük bir geçerlilik göstermiştir.

Schumann ve ark., (2023) genç voleybolcu kadınlarda AKİYO ölçümünde RA ve EWMA metodlarının her ikisinde geçerli güvenilir olduğunu belirtmişlerdir.

Rawstorn ve ark., (2014) GPS testleri yapmışlar ve testler geçerli ve güvenilir bulunmuştur.

Cummins ve ark. (2013), futbol kodları, hokey ve kriket hareketinin ölçümü için GPS'nin geçerliliğini ve güvenilirliğini inceleyen araştırmayı planlamıştır. Literatür, daha yüksek bir frekans oranına sahip GPS'in mesafenin ölçümü için daha fazla geçerli olduğunu önermektedir. Son zamanlarda, 1 Hz'lik GPS cihazlarının\1 s'lerin tamamlanması için hareketleri kaydetmeyebileceği bildirilmiştir (Johnston R, et al., 2012). Yeni 10 Hz'lik üniteler ivme ve yavaşlamada en küçük değerli değişimi ölçebilmektedir oysa 5 Hz'lik ünite bunu yapamamaktadır (Varley M, et al., 2012). 10 Hz GPS cihazlarına kıyasla 1 ve 5 Hz frekanslı mesafe ölçümüyle ilgili daha büyük hatalar, örnekleme oranının mesafe ölçümleri ve hızın doğruluğunu sınırlayabileceğini göstermektedir sonucuna ulaşmışlardır.

Matthew D. Portas ve arkadaşları (2010); 1 Hz ve 5 Hz örnekleme frekanslarında, doğrusal, çok yönlü ve futbola özgü hareket esnasında toplam mesafenin ölçümleri için ticari olarak bulunan nondiferansiyel GPS (NdGPS) cihazlarının geçerliliğini ve güvenilirliğini analiz etmeyi amaçlamışlardır.

1-Hz ve 5-Hz NdGPS futbol ve benzeri saha tabanlı takım sporlarındaki mesafeyi ölçmek için kullanılabilir. Hem 1-Hz hem de 5 Hz, güvenilirliğin aşılabileceği bir eşiğe sahiptir. Ayrıca 1-Hz, uzaklığı ölçmekte yetersiz kalabilir ve daha karmaşık çalışmalarda daha az geçerlidir.

Varley ve ark. (2012) düz bir hat üzerinde çalışırken anlık hızın ivme, yavaşlama ve sabit hızda ölçülmesi için 5 ve 10 Hz GPS geçerliliğini ve güvenilirliğini değerlendirmişlerdir. Benzer şekilde, 10Hz GPS üniteleri, 5 Hz'lik ünitelerden göre anlık hızı ölçmek için altı kat daha güvenilir bulunmuştur. Modern GPS, düz hat çalışması sırasında sabit hız, ivme ve yavaşlamanın ölçümü için kabul edilebilir bir araç sağlayabilir ve takım sporundaki performans değişikliklerini tespit etmek için yeterli hassaslığa sahip olabilir sonucuna ulaşılmıştır.

Akyıldız ve ark., (2022) farklı pozisyonlara yerleştirilen GPS ünitelerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini incelemişlerdir. Cihaz geçerli ve güvenilir bulunmuştur. Skapula ve COM (ağırlık merkezi) lokasyonlarındaki tüm

değerlerin geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçüldüğü, ancak toplam oyuncu yükü ölçümlerinin skapula ve COM'da istatistiksel olarak farklı olduğu bulunduğu belirtilmiştir.

Coutts ve Duffield (2010), GPS sisteminin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasını yaptığı araştırmasında GPS in toplam mesafe ve zirve hızlarda interval antrenmanlarda güvenilir veriler verdiği fakat yüksek şiddetli aktivitelerde güvenilirliğinin düştüğünü belirtmektedir.

Denise Jennings ve ark., (2010); 1 ve 5 Hz'de örnekleme yapan GPS birimleri tarafından ölçülen mesafe verilerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini araştırmışlardır. 20 elit Avustralya Futbolu oyuncusu 2 farklı ünite ile çeşitli hızlarda düz çizgi hareketlerini (10, 20, 40 metre), iki farklı frekanstaki (kademeli ve sıkı) yön değişikliklerini ve bir takım sporu simülasyonu istasyonunu tamamlamışlardır. Veriler GPS cihazları tarafından 1 ve 5 Hz'de toplanmıştır. Sonuç olarak; hem düz çizgi hem de yön değiştirme çalışmalarında hareketin hızı arttıkça, ölçüm hassasiyeti azalmıştır.

Hurst ve Sinclair (2013); doğrusal olmayan bisiklet aktivitesi sırasında 5 Hz GPS sisteminin kayıt mesafesi ve hızı için geçerliliğini ve güvenilirliğini saptamayı amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. İki diferansiyel olmayan GPS ünitesi (Minimax X3, Catapult), yaklaşık olarak T11-12 vertebrada bir bisiklet gömleğinin arka cebine sıkıca tutturulmuştur. Katılımcı bir asfalt yolda 10, 20 ve 30 km.h.'lik her bir hızda 3 tur atmıştır. GPS'in, bir dizi hız boyunca doğrusal olmayan bisiklet aktivitesi sırasında mesafe ve hız izleme için geçerli ve güvenilir bir araç olduğunu göstermiştir.

Lee ve ark (2017); Üç farklı mevsimde GPS ve sıcaklık verilerine dayalı kapalı-açık sınıflamanın doğruluğunu belirleme amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Sonuçlar, GPS ve sıcaklık verilerini birleştirmenin, iç-dış mekan belirlenmesinin doğruluğunu geliştirdiğini göstermiştir.

### **23.Drill Kategorizasyonu**

Futbol takımları, genellikle antrenman seansları sırasında yapılan çalışmalara dair kararlar almak için GPS verilerinden faydalanmaktadır (Lacome ve ark., 2018, Gaudino ve ark., 2014).

Hergün antrenmanda yapılan veri takibi ile drill ansiklopedisi oluşturulup antrenman hedefleri hakkında bilgi sahibi olunabilir.

### **24.Raporlama**

GPS sonuçları antrenman veya müsabakalar sonunda sporcular ve teknik ekiple paylaşılmalıdır. Bu raporlar kısa, net ve anlaşılır olmalıdır. Atletik performans departmanı tarafından daha ayrıntılı olarak bireysel ve takım halinde takip edilen veriler, teknik ekip ve sporculara görselliği grafiklerle zenginleştirilmiş şekilde çok fazla sayı ve veri kalabalığına boğmadan raporlanmalıdır.

### **25.Koşu metrikleri**

Hodgson ve ark., (2014), küçük, orta ve büyük sahalarda oynanan dar alan oyunlarının (SSG) zaman-hareket özelliklerini ve teknik gereksinimlerini incelemişlerdir. Orta ve büyük sahalarda oynanan SSG'lerin, küçük sahalara göre daha fazla fiziksel zorluğa sahip ve tüm hareket kategorilerinde önemli ölçüde daha fazla mesafe kat edildiği belirtilmiştir. Küçük saha, orta ve büyük sahalara kıyasla oyunculara daha fazla teknik zorluğa sebep olmaktadır. SSG'lerin yoğunluk tipi bir kondisyon uyarımı sunduğu belirtilmiştir.

Molinos Domone (2013) bek ve stoper futbolcuları arasındaki fizyolojik talepler araştırmışlardır. Veriler, pozisyon ve rollere ayrılmış 15 dakikalık oyun süresi başına ifade edilmiştir. Tüm zaman dilimlerinde, beklerde önemli ölçüde daha yüksek toplam mesafe, HIR eforu, iş yükü ve maksimum hız kat etti. Stoperlerde, yürüme hızı kategorisinde daha fazla mesafe kat edilmiştir. Bekler ayrıca daha düşük bir yüksek/düşük oranına ve daha kısa dinlenme süresine sahip bulunmuştur. Bek ve stoper oyuncular arasında önemli farklılıklar bulunmuştur,

bu nedenle futbolda fiziksel antrenman, oyun pozisyonlarının özel gereksinimlerine de dayanmalıdır.

## **26.Excel Veya Software**

GPS sistemlerinin yazılımları üzerinden antrenman yükü takibi ve raporlaması yapılabilmektedir. Ayrıca kullanıcı eğer isterse sporcuların ve takımın bireysel performans durumlarını kendi hazırlamış olduğu Excel veya diğer yazılım programları ile takip edebilir. Yine Power Bi veya R gibi yazılımlarla da veri görselliği artırılabilir. Günlük raporlar .pdf formatında raporlanabilirken, .csv formatında da kaydedilerek excel formatına aktarılabilir.

## **27.Canlı Veri Takibi (Live)**

GPS ile veri takibi canlı takip veya daha sonra bilgisayara indirme işlemi şeklinde yapılabilmektedir. Antrenman veya müsabaka anında yapılan canlı takip ile sporcuların performansı hakkında anlık bilgi sahibi olunur. Antrenman drilleri, saha boyutları, oyuncu sayıları, drillin hedefleri (toplam mesafe, toplam HSR, toplam SPR, toplam acc+dec, kalp atım hızı, vb.) doğrultusunda izlenerek antrenman yük yönetimi takip edilir.

## **28.Kullanımı**

GPS tüm sezon boyunca istikrarlı olarak kullanılmalıdır. Yeşil sahaya çıkılan her antrenmanda cihazın kullanılması alışkanlık haline getirilerek veri kaybı önlenmelidir. Bazen çok kısa süreli ve şiddetli bir antrenman gününde dahi kullanılacak olsa kullanılması, haftalık antrenman yükü ortalamasının bozulmaması açısından önemlidir. Canlı veya daha sonra bilgisayar yazılımı üzerinden yüklenerek veri takibi yapılır. Sporcuların bireysel kullanımında olan GPS yelekleri antrenman öncesi hazırlanır antrenman sonrası yeniden yıkanmak üzere toplanır. GPS üniteleri antrenman sonrası toplanır, yükleme yapılır ve bir sonraki antrenman için şarj edilir. Cihazların bakımı, zamanında şarj edilmesi cihazların kullanım ömrünü uzatır. Canlı veri alınacaksa sistemin anteni GPS



uyduları ile bağlantı kurulup canlı verinin tablete aktarılması için antrenman öncesi sahaya kurulmalıdır. Spor bilimci veya atletik performans antrenörünün GPS sisteminin yazılımsal güncellemelerini takip etmesi ve programı kullanmaya hakim olması yük takibinin düzenli ve sorunsuz yapılabilmesi için önemlidir.

### **29.Kalp Atım Hızı Monitörü (Heart Rate Monitor)**

Kalp atım ekipmanları, göğüs bandı, kol bandı veya yeleğinin içine takılan kalp atım sensörü şeklinde çeşitlilik göstermektedir. Her üç biçimde de kalp atım hızı takibi yapılabilmektedir. Kullanım kolaylığına göre hangisinin tercih edileceği belirlenmelidir. Sporcular bazen kalp atım ölçümü için giyilen göğüs bantlarından rahatsız olabilmektedirler. Bunun yerine kol bandı şeklindeki kalp atım bantları kullanılabilir. Yine GPS yelekleri içine tutturulan kalp atım hızı sensörleri zamanla yeleklerin yıkanmasına bağlı olarak iletkenliklerini kaybedebilmektedir.

### **30.Sonuç**

GPS sistemleri modern futbolda antrenman yükünün takibi için son derece önemlidir. Sporcuların optimal performans durumları ve sakatlık risk indeksleri GPS sistemine göre belirlenebilmektedir. Cihazın istikrarlı kullanımı veri netliği açısından değerlidir. Her antrenman ve müsabakada sporcuların üzerinde olmalıdır. Kullanımı, bakımı, sarj edilmesi, yeleklerin ve göğüs veya kalp atım bantlarının hergün yıkanması veya silinmesi cihazların uzun ömürlü kullanımı açısından önemlidir. Raporlama antrenman sonrası hemen yapılmalı ve teknik ekibe, sağlık ekibine ve futbolculara gönderilmelidir. Sporcuların günlük ve haftalık olarak AKİYO oranları takip edilmelidir. Sporcuların bireysel zone ları belirlenerek içsel veya dışsal yüklerdeki antrenman yük takipleri yapılmalıdır. Spor bilimci veya atletik performans antrenörü farklı GPS sistemleri de olsa kullanmayı iyi bilmelidir. Veri takibi işi uzun süren ayrıntılı bir iştir. Antrenman ve müsabakada canlı veri takibi ile sporcuların yorgunluk durumları hakkında da bilgi sahibi olunabilir. Örneğin maç anında sporcunun belli zaman aralıklarındaki

dakikalık toplam koşu mesafesi veya yüksek hızlı koşu mesafeleri kontrol edilerek yorgunluk durumları belirlenebilir. Antrenmanları video sistemleri ile de kayıt altına alınıp tüm drillerin hem görsel hem fiziksel veri setleri ile arşivlenmesi monitörizasyon durumunu güçlendirir. Ve ne kadar çok farklı kaynaktan veri toplanabiliyorsa antrenmanın zenginliği ve değeri artar. Koşu zonelerini saha boyutlarını koşu mesafelerini iyi takip edip dizayn edebilen bir atletik performans antrenörü sporcuların gelişimini daha iyi takip edebilir. Antrenman anında da tabletten veya akıllı saat üzerinden sporcuların değerleri takip edilebilir. Canlı veri takibi antrenmana anında müdahale açısından kullanılmaktadır. Sporcuların kayıt altına alınabilen tüm antrenman ve maç metrikleri değerlidir. Günlük antrenman takip listesi, fitness salonu veya sahada yapılan performans testleri, antropometrik ölçümler, oyuncuların maçlarda oynama süreleri, maç maksimalleri, teknik taktik maç verileri, fiziksel raporları vs. veriler monitörizasyona örnek olarak verilebilir. Sistemsel yazılım güncellemeleri takip edilmeli ve sistem güncel tutulmalıdır. GPS sayısal verinin takibi ve raporlanması açısından Spor Bilimcilere güç katan değerli bir monitörizasyon ekipmanıdır.

## Kaynaklar

- Akenhead R, Hayes PR, Thompson KG, French D. Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *J Sci Med Sport* 16: 556–561, 2013.
- Aktüre, K. G., İskipci, M., & Yılmaz, D. (2021). Optimal Antrenman Yükünün Belirlenmesi İçin Yorgunluk Monitörizasyonu. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(1).
- Akyıldız, Z., & Akarçesme, C. (2020). Futbolda Antrenman Yüğü Takibi ve Veri Analiz Yöntemleri. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(3), 481-493.
- Aughey, R. J., & Falloon, C. (2010). Real-time versus post-game GPS data in team sports. *Journal of science and medicine in sport*, 13(3), 348-349.
- Aughey, Robert J., and Cameron Falloon. "Real-time versus post-game GPS data in team sports." *Journal of Science and Medicine in Sport* 13.3 (2010): 348-349.
- Bahr, R. (2016). Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review. *British journal of sports medicine*, 50(13), 776-780.
- Bakal, D. R., Friedrich, T. R., Keane, G., White, B., & Roh, E. Y. (2023). Team's average acute: chronic workload ratio correlates with injury risk in NCAA men's soccer team. *PM&R*, 15(9), 1140-1149.
- Banister, E. W., Calvert, T. W., Savage, M. V., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine*. 7(3), 57-61.
- Barbero-Álvarez, José C., et al. "The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes." *Journal of Science and Medicine in Sport* 13.2 (2010): 232-235.
- Barros, Ricardo ML, et al. "Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method." *Journal of sports science & medicine* 6.2 (2007): 233.

- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 471-475.
- Borg G. Psychophysical basis of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14: 363-367, 1982.
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F. X. (2020). Spikes in acute: chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5–7 times greater injury rate in English Premier League football players: a comprehensive 3-year study. *British journal of sports medicine*, 54(12), 731-738.
- Bradley, Paul S., et al. "High-intensity running in English FA Premier League soccer matches." *Journal of sports sciences* 27.2 (2009): 159-168.
- Buchheit, M., Simpson, B.M., Mendez-Villanueva, A., Repeated High-Speed Activities during Youth Soccer Games in Relation to Changes in Maximal Sprinting and Aerobic Speeds, *Int J Sports Med* 2013; 34: 40–48.
- Buchheit, Martin, et al. "Monitoring accelerations with GPS in football: time to slow down?." *International journal of sports physiology and performance* 9.3 (2014): 442-445.
- Buchheit, M., Allen, A., Poon, T. K., Modonutti, M., Gregson, W., & Di Salvo, V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of sports sciences*, 32(20), 1844-1857.
- Casamichana, David, Julien Castellano, and Alexandre Dellal. "Influence of different training regimes on physical and physiological demands during small-sided soccer games: continuous vs. intermittent format." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 27.3 (2013): 690-697.
- Casamichana, David, et al. "Influence of the type of marking and the number of players on physiological and physical demands during sided games in soccer." *Journal of human kinetics* 47.1 (2015): 259-268.

- Castagna, C, Impellizzeri, F, Cecchini, E, Rampinini, E, and Barbero Alvarez, JC. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *J Strength Cond Res* 23(7): 1954–1959, 2009.
- Castagna, Carlo, et al. "Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players." *Journal of Strength and Conditioning Research* 21.4 (2007): 1172.
- Castellano, Julen, and David Casamichana. "Heart rate and motion analysis by GPS in beach soccer." *Journal of sports science & medicine* 9.1 (2010): 98.
- Cavagna G.A. Komarek L, Mazzoleni S. The mechanics of sprint running. *J Physiol*, 1971; 217:709–721.
- Clemente, F.M.; Mendes, B.; Nikolaidis, P.T.; Calvete, F.; Carriço, S.; Owen, A.L. Internal Training Load and its Longitudinal Relationship with Seasonal Player Wellness in Elite Professional Soccer. *Physiol. Behav.* 2017, 179, 262–267.
- Clemente, F.M.; Silva, R.; Castillo, D.; Arcos, A.L.; Mendes, B.; Afonso, J. Weekly Load Variations of Distance-Based Variables in Professional Soccer Players: A Full-Season Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 3300.
- Coutinho, Diogo, et al. "Typical weekly workload of under 15, under 17, and under 19 elite Portuguese football players." *Journal of sports sciences* 33.12 (2015): 1229-1237
- Corvino, Matteo, et al. "Effect of court dimensions on players' external and internal load during small-sided handball games." *Journal of sports science & medicine* 13.2 (2014): 297
- Coutts, Aaron J., and Rob Duffield. "Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports." *Journal of science and Medicine in Sport* 13.1 (2010): 133-135.
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., West, C., Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review, *Sports Med* (2013) 43:1025–1042.

- Dellaserra, Carla L., Yong Gao, and Lynda Ransdell. "Use of integrated technology in team sports: A review of opportunities, challenges, and future directions for athletes." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 28.2 (2014): 556-573.
- Di Salvo, Valter, et al. "Analysis of high intensity activity in Premier League soccer." *International journal of sports medicine* 30.03 (2009): 205-212.
- Dwyer, Dan B., and Tim J. Gabbett. "Global positioning system data analysis: Velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.3 (2012): 818-824.
- Edgecomb, Steven Jeffrey, and Kevin Ian Norton. "Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football." *Journal of science and Medicine in Sport* 9.1 (2006): 25-32.
- Foster, I., Byrne, P. J., Moody, J., & Fitzpatrick, P. A. (2022). Monitoring Training Load Using the Acute: Chronic Workload Ratio in Non-Elite Intercollegiate Female Athletes.
- Foster C, Hector LL, Welsh R, Schrager M, Green MA, and Snyder AC. Effects of specific versus cross-training on running performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 70: 367–372, 1995.
- Fousekis, A.; Fousekis, K.; Fousekis, G.; Vaitsis, N.; Terzidis, I.; Christoulas, K.; Michailidis, Y.; Mandroukas, A.; Metaxas, T. Two or Four Weeks Acute: Chronic Workload Ratio Is More Useful to Prevent Injuries in Soccer? *Appl. Sci.* 2023, 13, 495.
- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280.
- Gaudino, P., Alberti, G., Iaia, F.M., Estimated metabolic and mechanical demands during different small sided games in elite soccer players. *Hum Mov Sci*, 2014; 36:123–33.

- Gaudino, Paulo, et al. "Monitoring training in elite soccer players: systematic bias between running speed and metabolic power data." *Int J Sports Med* 34.11 (2013): 963-968.
- Goto, Heita, John G. Morris, and Mary E. Nevill. "Match analysis of U9 and U10 English premier league academy soccer players using a global positioning system: Relevance for talent identification and development." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29.4 (2015): 954-963.
- Gray, Adrian J., et al. "Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports." *Journal of Sports Sciences* 28.12 (2010): 1319-1325.
- Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. D. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *International journal of sports medicine*, 31(04), 237-242.
- Harley, Jamie A., et al. "Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players." *Journal of sports sciences* 28.13 (2010): 1391-1397
- Hausler, Joanne, Mark Halaki, and Rhonda Orr. "Application of global positioning system and microsensor technology in competitive rugby league match-play: A systematic review and meta-analysis." *Sports Medicine* 46.4 (2016): 559-588.
- Hill-Haas, Stephen V., et al. "Physiology of small-sided games training in football." *Sports medicine* 41.3 (2011): 199-220.
- Hodgson, C., Akenhead, R., & Thomas, K. (2014). Time-motion analysis of acceleration demands of 4v4 small-sided soccer games played on different pitch sizes. *Human movement science*, 33, 25-32.
- Hrovat, Goran, et al. "Interestingness measure for mining sequential patterns in sports." *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 29.5 (2015): 1981-1994.
- Hulin BT, Gabbett TJ, Caputi p, Lawson DW, Sampson JA. Low chronic work load and the acute:chronic workload ratio are more predictive of injury than between-match recovery time: a two-season prospective cohort study in elite rugby league players. *Br J Sports Med*. 2016;50(16):1008-12.

- Hurst, Howard T., and Jonathan Sinclair. "Validity and reliability of 5 Hz GPS for measurement of non-linear cycling distance and velocity." *Int J Sports Sci Eng* 7 (2013): 11-16.
- Jaspers, A.; Kuyvenhoven, J.P. Examination of the external and internal load indicators' association with overuse injuries in professional soccer players. *J. Sci. Med. Sport* 2018, 21, 579–585
- Jennings, Denise, et al. "The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns." *International journal of sports physiology and performance* 5.3 (2010): 328-341.
- Johnston, Richard J., et al. "The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.3 (2012): 758-765.
- Johnston, Richard J., et al. "Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 28.6 (2014): 1649-1655
- Kürkçü, Cengiz, and Ümit Deniz Uluşar. "Futbol Hakemlerinin Maçlar Sırasında Fiziksel Aktivite ve Kalp Ritmi Analizi Analysis of Physical Strain and Cardiac Response of Soccer Referees During Games. 25 – 27 Eylül 2014 Perissia Hotel & Convention Center KAPADOKYA, 221-224.
- Lacome M, Simpson B.M., Cholley Y, Lambert P., Buchheit M., Small-sided games in elite soccer: Does onesize fit all? *Int J Sports Physiol Perform*, 2018, 13(5):568–76.
- Lee, B., C. Lim, and K. Lee. "Classification of indoor-outdoor location using combined global positioning system (GPS) and temperature data for personal exposure assessment." *Environmental health and preventive medicine* 22.1 (2017): 29
- Little T, Williams A.G. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 2005; 19:76–78.



- MacLeod, Hannah, et al. "The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey." *Journal of sports sciences* 27.2 (2009): 121-128.
- Maddison, R., Mhurchu, CN., Global positioning system: a new opportunity in physical activity measurement, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2009, 6:73
- Malone, James J., et al. "Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players." *International journal of sports physiology and performance* 10.4 (2015): 489-497.
- Malone S, Owen A, Newton M, Mendes B, Collins KD, Gabbett TJ. The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport*. 2017;20(6):561-5.
- Maupin, D., Schram, B., Canetti, E., & Orr, R. (2020). The relationship between acute: chronic workload ratios and injury risk in sports: a systematic review. *Open access journal of sports medicine*, 51-75.
- McGuigan, M. (2017). Monitoring training and performance in athletes. *Human Kinetics*.
- Mohr, P., Matias, T., & de Lucas, R. (2023). Association between internal training load and muscle injuries in Brazilian professional soccer players. *Biology of sport*, 40(3), 675-679.
- Molinos Domene, Álvaro. "Evaluation of movement and physiological demands of full-back and center-back soccer players using global positioning systems." *Journal of Human Sport and Exercise* 8.4 (2013).
- Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., Hulin, B. T., & McLellan, C. P. (2017). Individual and combined effects of acute and chronic running loads on injury risk in elite Australian footballers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(9), 990-998.

- Nobari, H., Alijanpour, N., Martins, A. D., & Oliveira, R. (2022). Acute and chronic workload ratios of perceived exertion, global positioning system, and running-based variables between starters and non-starters: a male professional team study. *Frontiers in Psychology*, 13, 860888.
- Osgnach, C., Poser S, Bernardini R, Rinaldo R, di Prampero, P.E. Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*, 2010; 42:170–178.
- Pajuelo, A., & Caparrós, T. (2021). Acute: Chronic Workload Ratio. Exploration and Applicability in Women's Amateur Football. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 25-32.
- Petersen, Carl, et al. "Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns." *International journal of sports physiology and performance* 4.3 (2009): 381-393.
- Pimenta, R., Antunes, H., Ribeiro, J., & Nakamura, F. Y. (2025). Should GPS data be normalized for performance and fatigue monitoring in soccer? A theoretical-practical discussion on high-speed running. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1603767.
- Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., López del Campo, R., Díaz García, J., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PloS one*, 14(8), e0220729.
- Portas, Matthew D., et al. "The validity and reliability of 1-Hz and 5-Hz global positioning systems for linear, multidirectional, and soccer-specific activities." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5.4 (2010): 448-458.
- Rampinini, E., et al. "Accuracy of GPS devices for measuring high-intensity running in field-based team sports." *International journal of sports medicine* 36.1 (2015): 49-53.

- Rawstorn, Jonathan C., et al. "Rapid directional change degrades GPS distance measurement validity during intermittent intensity running." *PloS one* 9.4 (2014): e93693.
- Reid, Laura C., et al. "Return to play in elite rugby union: application of global positioning system technology in return-to-running programs." *Journal of sport rehabilitation* 22.2 (2013): 122-129.
- Rhodes, James, et al. "The validity and reliability of a novel indoor player tracking system for use within wheelchair court sports." *Journal of sports sciences* 32.17 (2014): 1639-1647.
- Ribeiro-Alvares, J. B., Cetolin, T., Hauptenthal, A., & Baroni, B. M. (2024). Acute: chronic workload ratio of professional soccer players preceding hamstring muscle injuries: a 2-season retrospective study. *Sport Sciences for Health*, 20(2), 501-507.
- Saba DJ. Validation of running symmetry using trunk mounted accelerometry: Clinical trial and case study. Virginia polytechnic Institute: Virginia Tech; 2016.
- Schumann, C., Wojciechowski, M., & Bunn, J. A. (2023). Comparing two methods of acute: Chronic workload calculations in girls' youth volleyball. *Sports*, 11(3), 51.
- Schutz Y, Chambaz A. Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *Eur J Clin Nutr.* (1997) 51(5):338–9. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600403
- Seco-Serna, R., Lago-Fuentes, C., & Barcala-Furelos, M. (2024). The acute: chronic workload ratio and injury risk in semiprofessional football players. *International journal of sports medicine*, 45(09), 684-689.
- Sindall, Paul, et al. "Criterion validity and accuracy of global positioning satellite and data logging devices for wheelchair tennis court movement." *The journal of spinal cord medicine* 36.4 (2013): 383-393.

- Staab W, Hottowitz R, Sohns C, Sohns JM, Gilbert F, Menke J, et al. Accelerometer and gyroscope based gait analysis using spectral analysis of patients with osteoarthritis of the knee. *J phys Ther Sci.* 2014;26(7):997-1002.
- Suárez-Arrones, Luis J., et al. "Match running performance in Spanish elite male rugby union using global positioning system." *Isokinetics and Exercise Science* 20.2 (2012): 77-83.
- Suarez-Arrones, L., De Alba, B., Röhl, M., Torreno, I., Strütt, S., Freyler, K., & Ritzmann, R. (2020). Player monitoring in professional soccer: spikes in acute: chronic workload are dissociated from injury occurrence. *Frontiers in sports and active living*, 2, 75.
- Tarakcı, S., Kaya, K., & Subak, G. E. (2025). Akut: Kronik İş Yüğü Oranı, Koşu Dengesizliği ve Profesyonel Futbolcularda Sakatlık Paradoksu: Tanımlayıcı Araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 17(1).
- Terje D, Jorgen I, Gertjan E, Geir Havard H, Ulrik W. Player load, acceleration, and deceleration during 45 competitive matches of elite soccer. *J Strength Cond Res* 30: 351–359, 2016.
- Tierney, Peter J., et al. "Match play demands of 11 versus 11 professional football using Global Positioning System tracking: Variations across common playing formations." *Human movement science* 49 (2016): 1-8.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N.NJ., Robinson, M. A., Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: a novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine.* 47(11), 2135-2142.
- Varley CM, Aughey RJ. Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med* 34: 282, 2013.
- Varley, Matthew C., Ian H. Fairweather, and Robert J. Aughey<sup>1, 2</sup>. "Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion." *Journal of sports sciences* 30.2 (2012): 121-127.

- Venter, Rachel E., Eben Opperman, and Simon Opperman. "The use of Global Positioning System (GPS) tracking devices to assess movement demands and impacts in Under-19 Rugby Union match play: Sports technology." *African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance* 17.1 (2011): 1-8.
- Vickery, William M., et al. "Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of sports-specific movement patterns related to cricket, tennis, and field-based team sports." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 28.6 (2014): 1697-1705.
- Vogt L, Banzer W, Bayer I, Schmidtleicher D, Kerschbaumer F. Overground and walkway ambulation with unilateral hip osteoarthritis: comparison of step length asymmetries and reproducibility of treadmill mounted force plate readings. *physiother Theory pract.* 2006;22(2):73-82.
- Waldron, Mark, et al. "Concurrent validity and test-retest reliability of a global positioning system (GPS) and timing gates to assess sprint performance variables." *Journal of sports sciences* 29.15 (2011): 1613-1619.
- Wehbe, George M., Timothy B. Hartwig, and Craig S. Duncan. "Movement analysis of Australian national league soccer players using global positioning system technology." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 28.3 (2014): 834-842.
- West, S., Williams, S., Cazzola, D., Cross, M., Kemp, S., & Stokes, K. (2021). 119 The acute: chronic workload ratio: why one size does not fit all.
- Wisbey, Ben, et al. "Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking." *Journal of science and Medicine in Sport* 13.5 (2010): 531-536.
- Yanci, Javier, et al. "Validity and reliability of a global positioning system to assess 20 m sprint performance in soccer players." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology* 231.1 (2017): 68-71.