

BÖLÜM 8

FUTBOLDA GPS (KÜRESEL KONUMLAMA SİSTEMİ) KULLANIMI

Oğuz GÜRKAN¹

GİRİŞ

Futbol dünyada birçok ülkede sevilen ve takip edilen spor branşlarının başında gelmektedir (Tiryaki, 1995; akt. Çoban, 2019). Geçmişten günümüze hem seyirci/ taraftar kitlesini hem de seyir zevkini artırmaya devam eden futbol (Kayhan, Bardakçı ve Caz, 2020) erkek, kadın, çocuk ve gençler tarafından oynanabilen dünyanın en popüler sporudur (Stølen, Chamari, Castagna ve Wisløff, 2005). Bu spor dalı FIFA kayıtlarına göre 265 milyon kişi tarafından oynanmakta ve yaklaşık 5 milyon hakem tarafından yönetilmektedir (Haugen ve Seiler, 2015). Bilim ve teknolojik alandaki gelişmeler ve FIFA'nın liglere kattığı yenilikler ile birlikte futbola olan ilgi her geçen gün artmaya devam etmektedir (Çakıroğlu vd., 2002; akt. Gürkan, Yıldırım, Çoban ve Baykan, 2021). Futbolda maç performansı teknik, taktik, psikolojik (Carling, Reilly & Williams, 2009), biyomekanik (Stølen, Chamari, Castagna ve Wisløff, 2005) ve fiziksel (Sarmiento vd., 2014) faktörler tarafından belirlenmektedir. Son yıllarda teknoloji, spor endüstrisinde özellikle de futbolda çok büyük bir etkiye sahip olmuştur. Elit futbol takımları güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmek için oyuncu takip sistemlerini kullanmaktadır. Bu teknolojiler antrenörlere maç sonrasında veri desteği sağladığı gibi, maç sırası ve antrenmanlarda da pek çok geri bildirim sunmaktadır (Andreassen, 2018). Teknolojinin gelişmesi, scout ve antrenörlük ilkelerinin gelişmesi ile birlikte takım sporları dünyası da sürekli olarak bir gelişim göstermektedir. Örneğin, çok çeşitli performans izleme kaynaklarından gelen verilerin yaygın olarak bulunduğu futbol göz önüne alındığında, oyunun, topun ve oyuncunun hızının her geçen gün arttığı görülmektedir. Genel olarak bu gelişim takım sporlarının artık her zamankinden daha

¹ Arş. Gör. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, Spor Bilimleri, Fakültesi Hareket ve Antrenman Bilimleri AD., oguz.gurkan@yobu.edu.tr

yüksek yoğunluklu aksiyonlar ile oynandığını göstermektedir (Wallace ve Norton, 2014; Wisbey, Montgomery, Pyne ve Rattray, 2010). Oyuncu takip sistemleri günümüzde pek çok profesyonel takım tarafından kullanılmaktadır. Bu takip sistemleri ile sporcuların koşu hızları, koşu mesafeleri takip edilmekte, yine bu koşuların yer, yön, hız ve ivmelenme gibi unsurlarının tespiti yapılmaktadır. Oyun aksiyon yönlerinin belirlenmesi genelde maç analiz uygulamalarında, özelde de oyuncu performanslarının değerlendirilmesinde önemli faydalar sağlamaktadır. Teknolojik takip sistemleri ile sporcular gün gün takip edilmekte, sporcuların fiziksel performanslarındaki gelişmeler tespit edilmekte ve yorgunluğa bağlı oluşabilecek sakatlıkların teşhisi yapılmaktadır. Bu sistemler ile takımın ve oyuncuların fiziksel durumu ve performansı hakkında bilgi edinilmekte, maç sırasında teknik ekibe taktiksel geri bildirim verilmekte ve bu sistemler rakip organizasyonlarına karşı efektif saha kullanımı, hücum ve savunma durumlarında da antrenörlere yardımcı olmaktadır. Sağladığı bu faydalardan dolayı oyuncu takip sistemlerini hemen hemen tüm profesyonel futbol takımları kullanmaktadır. Bu takip sistemlerinden en yaygın olarak kullanılanı giyilebilir kablosuz bir ekipman olan ve hareket sensörleri (akselometre, jiroskop, vb.) ile birlikte kullanılan Küresel Konum Belirleme yani (GPS) sistemidir (Andreassen, 2018; Wang ve Zhou, 2015). GPS diğer adıyla Küresel Konum Belirleme sistemi (Global Positioning System) uydulardan düzenli bir şekilde aldığı konum, yönlendirme ve zamanlama bilgileri ile dünya üzerindeki herhangi bir yeri tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Elde edilen bilgiler direkt uydudan alındığı için bu sistem dünya üzerindeki tüm yerlerde çalışabilmektedir (Aydın, 2012). GPS teknolojileri ilk olarak A.B.D. ordusu tarafından yön tespiti yapabilmek ve savaş sırasında konum tespiti yaparak doğru yöne saldırı girişimlerinde bulunabilmek için kullanılmıştır. Silah sanayisinde 1973 yılından beri kullanılmakta olan bu teknolojilerin kullanımı ilerleyen yıllarda daha da artmış ve GPS'ler sivil hayata girmeye başlamıştır (Hewitt, 2016; akt. Akyıldız, 2019). 1980'li yılların başından itibaren ücretsiz olarak sivil kullanıma da açılmış olan GPS'ler daha sonraları telekomünikasyon, savunma, sanayi, çevre, haritacılık, uzaktan takip ve yönlendirme, jeoloji, inşaat, çevre mühendisliği, havacılık ve altyapı çalışmaları gibi alanlarda da kullanılmaya başlamıştır (Aydın, 2012). GPS'den elde edilen ve sporcuların antrenmanlarına yön veren yüzlerce veri elde edilmesinden dolayı artık günümüzde antrenörler ve spor bilimciler de bu teknolojileri yaygın olarak kullanmaktadır. Sporcuların maçlarda ve antrenmanlarda maruz kaldığı

akut ve kronik yüklerin, sakatlık analizlerinin, fizyolojik bileşenlerin takip edilebilmesinden ve sporculara yönelik veri analizi yapılabilmesinden dolayı GPS teknolojileri spor bilimciler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. GPS'lerin diğer analiz yöntemlerine göre kullanışlı yazılımlara sahip olması, taşınabilir ve giyilebilir olması tercih edilme nedenlerinden bazılarıdır (Hewitt, 2016; akt. Akyıldız, 2019). Sporcular üzerinde GPS teknolojilerini ilk olarak Avustralyalı bilim adamları uygulanmıştır. Takım sporlarında GPS'lerin uyarlanması 2003 senesinde GPSports firması tarafından yapılmıştır (Edgecomb ve Norton, 2006). Günümüzde bu teknolojilerin kullanımları yaygınlaşmış ve özellikle sporcu takibinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Tamamen kablosuz bir sisteme sahip olan bu ekipman 16 gram ağırlığındadır ve -10 ile +50 derecelik sıcaklıklarda çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. GPS alt yapılı ekipmanlar, sporcuların kalp hızına geçirilebilen kayışların üstlerine ve giyilebilir yelek içerisindeki boyun hizasında yer alan haznelere monte edilebilir şekilde üretilmiştir (Ünlü, Polat, Güler ve Işık, 2018). GPS'ler teknik olarak uydu ile 1Hz, 5Hz, 10Hz, 15Hz, 20Hz ve 25Hz şeklinde farklı hız aralıklarında gerçek zamanlı, hem kinematik hem de fizyolojik olarak veri aktarımı sağlayan, kişilerde toplam kat edilen mesafeyi, kalp atım hızını, sprint sayısını, ivmelenmeyi, yavaşlamayı, tüketilen kalori miktarını, bireysel farklılık gösteren kalp atım alanlarını, koşu esnasındaki hız ve farklı hız aralıklarında kat edilen mesafelerini göstermektedir. Hz sayısı ne kadar yüksek ise o kadar fazla uydu ile bağlantı kurulabilmektedir. Genellikle verilerin doğru bir şekilde çok sapma olmadan alınabilmesi için 1Hz, 5Hz, 10Hz, 15Hz modelleri kullanılmaktadır (Scott, Scott ve Kelly, 2016) Yine GPS'ler sporcuların farklı hız aralıklarında geçirdiği süreler, sprint hareketi esnasında ürettikleri güç miktarları, hareket sırasındaki koşu asimetrisi ve tüm veriler arasındaki ilişkiyi gösteren, donanım ve kendine ait software sistemi bulunan ve mobil cihazlarda da online olarak kullanılabilen uygulama ve alt yapıya sahip teknolojik ekipmanlardır (Akyıldız, 2018). GPS teknolojisi oyuncuların fiziksel performanslarını ortaya koymak için hem hazırlık müsabakalarında (Mallo, Mena, Nevado ve Paredes, 2015; Casamichana, Castellano ve Castagna, 2012) hem de resmi müsabakalarda (Rico-Gonzalez, Los-Arcos, Nakamura, Gantois ve Ortega, 2020; Suarez-Arrones vd., 2015) kullanılmaktadır. Ayrıca GPS'ler canlı olarak veri akışı sağlayarak, antrenörlere anlık geri bildirimler sağlamaktadır (Scott, Scott ve Kelly, 2016). Takım sporlarında GPS teknolojisinin kullanımı ile birlikte, oyuncuların pozisyonu, hızı ve hareket tarzları hakkında daha fazla bilgiye

ulaşılabilen, sporcuların antrenman takipleri yapılabilen, sporcular müsabakalara daha iyi bir şekilde hazır hale getirilebilen, çalışan ve çalışmayan sporcuların detaylı ayrımı yapılabilen (Cummins, Orr, O'Connor ve West, 2013), sporcuların olası sakatlık durumlarının tespit ve önlenmesi, yapılan antrenmanlar ile sakatlık durumu arasındaki ilişkiler de tespit edilebilmektedir (Rossi vd., 2018). Giyilebilir teknolojideki son gelişmeler ile birlikte sporcuların hareket tarzları, fiziksel talepleri belirlenmekte (Coutts, 2010) ve birçok profesyonel futbol kulübü, sporcularının toplam kat ettikleri mesafe, yüksek şiddetli koşu ve sprint gibi fiziksel performanslarını geliştirmek için bu alanda uzman kişileri takımlarına kazandırmaktadır (Akenhead ve Nassis, 2015). Spor alanlarında oyuncu takibinde kullanılan GPS cihazlarının pahalı olması bir dezavantajdır. Günümüzde spor, egzersiz, klinik ve araştırma alanlarının yaygınlaşması ile birlikte GPS fiyatlarının daha da uygun olacağı ve böylelikle pek çok alanda kullanım sıklığının daha da artacağı düşünülmektedir (Willmott, James, Bliss, Leftwich ve Maxwell, 2019).

FUTBOLDA YAYGIN OLARAK KULLANILAN GPS TEKNOLOJİLERİ

Bu bölümde günümüz futbolda sıklıkla kullanılan giyilebilir teknolojilerden olan Catapult, Polar Team Pro ve STATSports APEX'in anlatımları yapılmıştır.

CATAPULT

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte şirketler çoklu hareket ve fizyolojik değişkenleri ölçebilen entegre platformlar geliştirmiştir. Bunlardan birisi olan Catapult giyilebilir teknoloji ve yazılım geliştirerek sporcular için gerçek zamanlı ve güvenilir bir performans ölçme aracı olarak piyasa sürülmüştür (Sikka, Baer, Raja, Stuart ve Tompkins, 2019). Avustralyalı sporcuların Sidney Olimpiyatları öncesindeki performansını en üst seviyeye çıkarmak için kurulan Catapult, resmi olarak 2006 yılında Melbourne'de kurulmuştur. Spor alanlarındaki temel sorunları ele almak için tasarlanan bu teknoloji, sporcu takibinden, sporcu yönetimine ve video analizine kadar birçok konuda destek sağlamaktadır. Catapult dünyadaki amatör ve profesyonel bütün seviyedeki sporcuların kullanımına uygun olarak tasarlanmış, spor bilimi araştırmaları da olmak üzere, dünya sporunun en büyük takımları ve organizasyonları tarafından da kullanılmaktadır (Catapultsports, 2021). Artık günümüzde Catapult GPS teknolojisi ile futbol oyuncularının sahadaki aktiviteleri etkili bir şekilde analiz edilebil-

mektedir (Casey vd., 2013). Catapult tek bir cihazda GPS, 3D Manyetometre, 3D Akselerometre, 3D Jiroskop, Pedometre ve ANT+ içeren, hassas sensörler ile entegre edilmiş ileri teknolojilerden oluşan bir fiziksel aktivite ölçüm ve analiz sistemidir. Catapult ile fizyolojik, kinematik ve taktiksel verilerin gerçek zamanlı ve devamlı iletimi sağlanır. Bu teknoloji profesyonel ve amatör pek çok spor dalında, antrenörler, koçlar, sporcular, sağlık personelleri, biyomekanik araştırmacılar, spor federasyonları ve fizyoterapistler tarafından etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Catapult antrenmanlarda, yapılan çalışmalarda, egzersiz programlarında zengin data toplama özelliği ile teknik ve taktik çeşitlilik sağlamada profesyonel bir yardım sağlar. Bas, çalıştır ve kaydet özelliğiyle oldukça basit bir kullanıma sahip olan catapult, çok küçük ve hafif (67 gram) olmasının yanında optimal rahatlık sağlaması amacıyla ergonomik ve anatomik olarak şekilde tasarlanmıştır. Çok soğuk ve çok sıcak havalarda dahi güvenilir bir şekilde çalışan catapult, 250 metreye kadar menzile sahip olup, 2 GB iç hafızası ile 6 saate kadar non-stop veri kaydı yapabilmektedir. Dünyada hem outdoor (dış mekan) hem de indoor (iç mekan) olarak çalışan ilk GPS ve sporcu performans ve analiz sistemidir. Bundan dolayı catapult hem futbol, hem de hentbol, voleybol ve basketbol gibi salon sporlarında da kullanılmakta olup, kaleci pozisyonuna da sahip ilk markadır.

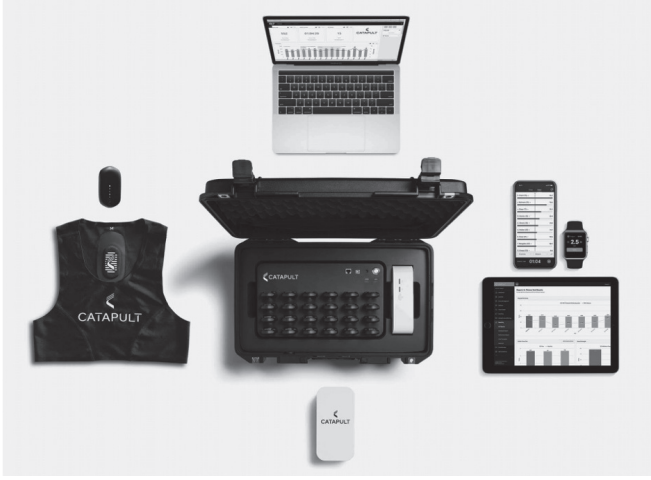
Şu üstün özellikleri tek bir cihazda bünyesinde bulundurmasından dolayı catapult rakiplerinden bir adım öndedir:

- 10 Hz GPS-Glonass özelliği ile uzaydaki bütün uydulardan net ve hassas bir şekilde konumlama, mesafe, zaman ve pozisyonlama,
- 1.000 Hz 3D Akselerometre özelliği ile reaksiyon zamanı, çarpışma, darbe, düşme, eğim, hızlanma, adım sayar, kat edilen mesafe, sıçrama ve havada kalma süresi,
- 1000 Hz 3D Jiroskop özelliği ile duruşlar, sapmalar, yuvarlanma, açısız sürat ve açısız ivmelenme,
- 100 Hz/1200 micro tesla 3D Manyetometre özelliği ile pusula işlevi, öne, arkaya ve yanlara anlık hareket değerlendirmeleri,
- Kodlanmış polar göğüs bant protokole sahip ANT+ özelliği ile gerçek zamanlı kalp atım sayısı, ritim, metabolik güç, tempo, oyuncu yüklenme durumu (playerload) ile oyuncuların metabolik limitleri ve toparlanma durumları,
- Isı haritası (Heatmap) özelliği ile takımın ve oyuncuların kuş bakışı bütün hareket ve aktivite durumları,

Cloud temelli openfield yazılımı yardımı ile daha önceki birçok çalışma ve antrenman kayıtları geri getirilerek, yeni kayıtlar ile karşılaştırılabilir ve yeni antrenman, egzersiz planlamaları yapılabilir. Tüm raporlamalar Pdf, Text, Grafik, Excel vs. formatlarda alınabilir.

Catapult bütün sporcuların ve takımın kat ettiği toplam mesafeleri, kalp atım hızlarını, depar sayılarını, hızlanmalarını, yavaşlamalarını, yüklenme durumlarını, yorgunluklarını harcadıkları eforları ve bunlar gibi yüzlerce farklı değişkeni listeler ve grafikler şeklinde raporlamaktadır. Bunun sonucunda sporcuların kendileri ve birbirleri ile olan durumlarını teknik ekibin anında görmesine, analiz etmesine ve antrenman programı hazırlamasına yardımcı olmaktadır. Catapult maçın şiddetiyle antrenmanda kaydedilen verileri kıyaslayarak, maç sırasında, yapılan antrenmanların ne kadar verimli geçtiğinin bilgisini de vermektedir. Eğer antrenman maçın yoğunluğunu karşılamayacak düzeyde kalmış ise yeniden düzenleme önerilebilir, tersi durumda antrenmanlarda sporculara fazla yükleniliyorsa bunlar da tespit edilebilir. Maç dataları ile oyuncuların limitleri, gelişim düzeyleri, genel olarak geliştirilmesi gereken alanlar ve hangi duruma nasıl bir müdahale gerektiği gibi ihtiyaçlar belirlenebilmektedir. Catapult'un ısı haritası (heatmap) özelliği ile doğrudan uzaydan uydudan alınan konum-pozisyon bilgileri ile antrenmanların ve maçların taktik analizleri kuşbakışı ve bir bütün olarak yapılabilir. Sporcuların ve takımın kuşbakışı görüntüleri teknik ekibe çok önemli bir avantaj ve görüş yeteneği kazandırarak oyunculara anında müdahale etme fırsatı da sağlamaktadır.

Takımlar arasında olduğu gibi sporcular arasında da rekabet olduğu bilinen bir gerçektir. Kimin daha çok çalıştığı, kimlerin gayretlerinin görüldüğü yâda görülmediği, teknik direktörün ve teknik ekibin gözüne girmek gibi konular sporcular arasında oldukça önemlidir. Bütün herkesin performans datalarının bilimsel bir şekilde toplanıyor olduğu bilgisi, sporcular üzerinde olumlu bir baskı oluşturarak hem rekabetin daha kaliteli bir seviyeye gelmesini sağlar hem de grafiksel ve rakamsal değerler sporcular üzerinde daha iyi olma motivasyonu sağlar. Tüm bunlarda başarıyı getiren unsurlardır. Catapult'un bilimsel akademik çalışmalar ile etkinliği kanıtlanmış olup, dünyada pek çok üniversitede bilimsel araştırmalarda ve pek çok futbol kulübünde antrenman ve maçlarda kullanılmaktadır. Catapult'un X4, S5, G5, T6, Vector gibi modelleri bulunmaktadır (Bravomed, 2021) (Şekil 1).



Şekil 1. Giyilebilir teknolojilerden Catapult Vector (Catapultsports, 2021)

POLAR TEAM PRO

Oyunun ve antrenman prensiplerinin gelişmesi ile birlikte takım sporlarında antrenmanları desteklemek için oyuncu takip sistemlerinin kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Antrenman takip sistemleri ilk olarak bireysel oyuncular üzerinde denenmiş ve yararlı olduğu kanısına varılınca takım sporlarında da bu teknolojiler hızla benimsenmiştir. Polar team pro'nun amacı; takım sporlarındaki sporculara ve antrenörlere antrenman hakkında detaylı bilgiler vermek, sakatlık ve yorgunlukların önlenmesine yardımcı olmak ve kapsamlı performans değerlendirmesi yapmaktır. Yine kayıt ve saklama özelliği ile önceki antrenman verileri ile güncel antrenman verilerini karşılaştırma imkanı yaratarak, oyuncular ve takım hakkında ayrıntılı bilgiler sunmaktadır (Polar, 2021). Team Pro sporcu takip teknolojisi donanım ve yazılım olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Çetin, 2018). Team pro GPS teknolojisi dış yükün yanı sıra, iç yükleri de başka bir cihaza gereksinim duymadan aynı anda elde etmemizi sağlayan ekipmanlardır (Seshadri vd., 2019). Polar team pro hız ve mesafeyi ölçmek için yeni geliştirilmiş bir mikro sensör sistemine sahiptir. GPS ile entegreli polar team jiroskop, akselometre ve dijital pusula özelliği ile 200 Hz'de 200 metre mesafeye veri kaydetme özelliğine sahiptir. Team pro hız ve mesafeyi belirlemek için özel yazılıma sahip çoklu sensörlere sahiptir. Bu özelliğinden dolayı da tercih edilme oranı bazı diğer ürünlere göre daha faz-

ladır (Fox, O'Grady, Scanlan, Sargent ve Stanton, 2019). Stadyumlara kurulan tipik kameralı hareket analizleri ile karşılaştırıldığında, team pro aynı verileri sunar fakat ek olarak sekronize fizyolojik bilgiler de ekler. Team pro'nun kamera tabanlı sistemlere göre diğer avantajları da taşınabilir olması ve kullanım kolaylığıdır. Tüm sistem bir omuz çantası ile herhangi bir antrenman ya da oyun alanına taşınabilir. Sistem bir şeye bağımlı olmadan sürekli olarak çalışır ve antrenörlerin sadece oyunculara ve oyun alanına odaklanmasına izin verir Team Pro sensörü, küçük boyutuna rağmen yüksek frekanslı 10 Hz GPS, 200 Hz MEMS hareket sensörü, Bluetooth LE ve kalp atış hızı teknolojisini bir saniyelik data kaydı ile bir arada sunan oldukça güçlü bir sistemdir. Polar team pro'nun çalışma prensibi oldukça basittir. Oyunculara maç ya da antrenman sırasında giyilebilir sensörler sırtlarına takılarak, oyuncuların sahadaki fizyolojik aksiyonlarının takibi yapılmaktadır. Daha sonra iPad ile veri sekronizasyonu yapılarak sporcuların sahadaki aksiyonları somut olarak ortaya konmaktadır. Polar team pro antrenörlere kalp atım hızları, kat edilen mesafe, hız, hızlanma ve konum haritası gibi bilgiler sunmaktadır. Antrenman sırasında her oyuncunun canlı olarak izlenmesini sağlayan polar team pro 200 metrelik menzil kapasitesine ve 10 saate kadar dayanabilen pil ömrüne sahiptir. Ayrıca bu teknoloji kötü bağlantılardan dolayı hiçbir verinin kaybolmamasını sağlamasının yanında 65 saatlik eğitim verilerini depolayabilen bir belleğe de sahiptir. Team pro 39 gram ağırlığında olup, -10 °C ve +45 °C sıcaklıklarda dahi çalışabilen, ayrıca 30 metreye kadar suya dayanıklı bir teknoloji ürünüdür (Polar, 2021) (Şekil 2). Polar team pronun geçerlik ve güvenilirliği Giersch ve arkadaşları (2018) tarafından yapılmış ve team pronun iyi bir geçerliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine Akyıldız ve Yıldız (2020) tarafından yapılan polar team pro mikro elektro-mekanik sisteminin gerçek zamanlı ve müsabaka sonrası verilerinin karşılaştırılması adlı çalışmada, team pro GPS teknolojisinin gerçek zamanlı ve maç sonrasındaki dataları, antrenörler ve spor bilimciler tarafından antrenmanların takibi için rahatlıkla kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2. Polar Team Pro (fnfcoaches, 2021)

STATSports

FİFA ve World Rugby onaylı STATSports, İrlanda kökenli olup artık günümüzde Londra, Floriada ve Chicago'da ofisleri olan, veri doğruluğu ve güvenilirliği yüksek, dünyanın en büyük liglerinde kullanılan, bilimselliği doğrulanmış bir GPS sistemidir (statsports, 2021). Statsports GNSS (Viper ve Apex) elit sporlarda (Örneğin İngiltere Premier Lig) en yaygın olarak kullanılan teknolojidir ve geçerliği de oldukça yüksektir (Thornton, Nelson, Delaney, Serpiello ve Duthie, 2019; Beato, Bartolini, Ghia ve Zamparo, 2016). İki GNSS arasındaki temel fark, Apex statsports'un en yeni modelidir ve mümkün olan konum bilgisini sağlamak için birden fazla uydu sistemi ile bağlantılı iken, Viper birimleri ise yalnızca GPS'e dayalı veri akışı sağlamaktadır (Beato, Coratella, Stiff ve Dello-Iacono, 2018).

APEX

STATSports'un 2017 yılında piyasaya sürdüğü Apex, bir devrim niteliğinde olup, şimdiye kadar piyasaya sürülen en gelişmiş sporcu performans takip sistemidir. Apex 18Hz GPS/Artırılmış, 10Hz GNSS (Küresel Navigasyon Uydu Sistemi), 952Hz İvmeölçer ve Bluetooth LE ile piyasadaki en güçlü cihazdır. STATSports Apex cihazı kapalı, yarı kapalı stadyumlar ya da sinyal alımının azaldığı ortamlarda verilerin kalitesini artırmak için en son küresel navigasyon uydu sistemleri (GNSS) teknolojisini kullanır. Apex aynı anda birden fazla uydu sistemleri ile (GPS, Glonass, Galileo, BeiDou) iletişim kurabilen ve bunun sonucunda da daha doğru konum bilgisi sağlayan GNSS ile çalışır. Futbol, Rugby, Basketbol, Atletizm, Amerikan Futbolu gibi spora özel yazılımlar sunan tek teknoloji olan Apex, antrenörler, spor bilimciler ve sağlık sektörü tarafından da kullanılmaktadır. Veri doğruluğu, güvenilirliği ve tutarlılığı ile FİFA

tarafından en yüksek ödüllü teknoloji olan STATSports'un Apex ürün paketi, Juventus, Manchester United, Manchester City ve PSG gibi küresel futbolun öncülerinin yanı sıra, İngiltere, Brezilya, Almanya gibi federasyonlar tarafından da kullanılmaktadır (Statsports, 2021). Uydulardan alınan sinyaller yardımı ile, STATSports Apex ile hız, mesafe, yön değiştirme, mekânsal-zamansal vb. ölçümler yapılabilmektedir (Williams, Rizzuto, Whitaker ve Dillard, 2021).

Apex Sporcu Serisi

Apex sporcu serisi yaygın olarak kullanılan bir GPS teknolojisidir. GPS sensörleri ile entegre edilmiş bu ürün oyuncuların fiziksel özellikleri ile ilgili pek çok bilgi vermektedir (Chakma, Md Faridee, Roy ve Hossain, 2020). Yine Apex sporcu serisi bireysel kullanıcıların telefon uygulaması ile kendi verilerini takip etmesini sağlayan bir teknolojidir. Performans yeleğinin içine takılarak hem müsabakalarda hem de antrenmanlarda kullanılabilen Apex GPS Tracker, oturum sırasında ve oturum sonrasında doğrudan cep telefonlarına gönderilen profesyonel tarzdaki istatistikleri ortaya çıkarmaktadır. Apex sporcu serisi toplam kat edilen mesafe, dakika başına kat edilen mesafe, mevcut hız, maksimum hız, sprint mesafesi, hızlanmalar, yavaşlamalar, maksimum nabız, ortalama nabız, dinamik stres yükü (DSL), yüksek metabolik yük mesafesi (HMLD) ve harcanan kalori miktarı gibi değişkenleri ölçmektedir. Bu teknoloji uygulaması, Huawei dahil iOS ve Android telefonlar ile uyumludur (Statsports, 2021).

Apex Antrenör Serisi

Apex antrenör serisi, her seviyedeki antrenörler için basitleştirilmiş GPS verilerini ortaya koymaktadır. Oyuncuların bireysel ve takım bazında istatistiklerini ortaya çıkaran bu seri, aynı zamanda yaralanma riskini azaltmak ve oyuncuların performanslarını iyileştirmek için geliştirilmiştir. Apex antrenör serisi ile toplam kat edilen mesafe, dakika başına kat edilen mesafe, maksimum hız, HSR, HMLD, sprint mesafesi, sprint sayısı, hızlanmalar, yavaşlamalar, harcanan kalori miktarları gibi değişkenler ölçülebilmekte, ayrıca oyuncuların saha içi ısı haritası, bölgesel dağılımı gibi taktik değişkenler de ortaya konabilmektedir. iPad, dizüstü bilgisayar ve Android tabletler ile uyumlu olan Apex coach serisi, telefonlar ile uyum göstermemektedir (Statsports, 2021).

Apex Pro Serisi

iPad ve smartwatch uygulamaları ile canlı veri akışı sağlayan Apex pro, en son teknolojiler ile üretilmiş bir GPS teknolojisidir. İngilizce, İspanyolca, İtalyanca, Portekizce ve Çince gibi çok dilli bir uygulamaya sahip olan Apex pro İpad uygulaması ile, antrenman yükünü gerçek zamanlı olarak izleme, ayrıntılı bireysel oyun analizleri, odaklanmış bireysel oyuncu görünümü, detaylı seans analizleri, topla ve topsuz analizler, toplam kat edilen mesafe, dakika başına kat edilen mesafe, HMLD, dakika başına HMLD, HSR, dakika başına HSR, maksimal hız, patlayıcı güç, sprint mesafesi, ortalama metabolik güç, hızlanmalar, yavaşlamalar, hız yoğunlukları, adım dengesi, DSL, yorgunluk indeksi, mevcut nabız, maksimal kalp atım hızı, ortalama nabız ve kapsamlı PDF raporlama özellikleri gibi 30'un üzerinde gerçek zamanlı veri analizleri yapılabilmektedir (Statsports, 2021).

Apex Takım Serisi

Pek çok değişkeni detaylı bir şekilde analiz eden apex team serisi, bilimsel açıdan güvenilirliğinin yanında antrenörlere sporcuları ve takımları hakkında sunduğu değerli datalar ile de kullanıcı dostu bir GPS sistemidir. Detaylı fiziksel performans analizlerine ek olarak taktik datalar ile ilgili de birçok değişkenin ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktadır. Apex team şu ana kadar geliştirilmiş en güçlü performans analiz teknolojisi olan STATSports team serisi, dataları indirmek ve Apex birimlerini tekrar şarj etmek için standart mikro USB bağlantılarını kullanan 16 yerleştirme istasyonu ve 10 yollu Hub ile uyumludur. Çok yüksek veri indirme hızına sahip bu teknoloji, aynı zamanda canlı ve indirilen veriler arasında mükemmel bir korelasyon da sağlamaktadır. Bilimsel olarak yüksek bir güvenilirliği sahip olan bu seri, tamamen taşınabilir olması ve çoklu raporlama seçenekleri ile gibi bazı avantajlara da sahiptir (Statsports, 2021) (Şekil 3).



Şekil 3. Apex Pro Serisi, Takım Serisi, Antrenör Serisi ve Sporcu Serisi (Statsports, 2021)

FUTBOLDA CATAPULT, POLAR TEAM PRO VE STATSPORTS APEX İLE YAPILMIŞ GÜNCEL ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde yukarıda açıklamaları yapılan Catapult, Polar Team Pro ve STATSports APEX GPS teknolojileri ile yapılan bazı güncel çalışma örneklerine yer verilmiştir

- 2018-2019 futbol sezonunda Yunanistan süper liginde polar team pro kullanılarak yapılan 28 müsabakanın analizinde (Kalapotharakos, Gkaros, Vassiliades ve Manthou, 2020), en fazla mesafe kat eden oyuncuların merkez orta saha oyuncuları olduğu, en az mesafe kat eden oyuncuların da stoper oyuncuları olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı çalışmada en fazla 19 km/s üstü koşu ve sprint yapan grubun atak oyuncuları, daha sonra da kanat bek oyuncuları olduğu, en az 19 km/s üstü koşu ve sprint yapan grubun da sırasıyla stoper ve merkez orta saha oyuncuları olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Farklı pozisyonlarda oynayan (stoper, bek, merkez orta saha, kanat forvet, merkez forvet) 17 profesyonel Brezilyalı futbolcunun katıldığı ve polar team pro yazılımının kullanıldığı bir çalışmada (Praça vd., 2021), 6 resmi müsabakanın analizi yapılmış ve merkez orta saha ve kanat forvet oyuncularının, stoper ve merkez forvet oyuncularından daha fazla mesafe kat ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Kanat forvet oyuncularının yüksek şiddetli

koşuyu stoper ve forvet oyuncularından daha fazla yaptıkları tespit edilmiştir. Aynı çalışmada stoper ve bek oyuncularının başarılı pas sayılarının forvet oyuncularından daha fazla sayıda olduğu ve aralarında istatistiksel olarak da anlamlı bir farklılığın bulunduğu tespit edilmiştir.

- Polar team pro kullanılarak, futbolcularda saha temelli performans testleri ile resmi maçlardan elde edilen kinematik ve fizyolojik değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada (Akyıldız ve Ocak, 2020), çalışmaya yaş ortalamaları $21,85 \pm 2,88$ yıl, boy ortalamaları $177,10 \pm 8,03$ cm, vücut ağırlığı $72,40 \pm 8,98$ olan toplam 20 erkek futbol oyuncusu katılmıştır. Katılımcıların saha temelli performanslarının belirlenebilmesi için katılımcılara Yo-Yo 1 Aralıklı Toparlanma Testi (Yo-Yo 1 ATT) ve Koşu Temelli Anaerobik Sprint Testi (KTAST) uygulanmıştır. Performans testleri yapıldıktan sonraki 3 hafta içerisinde, haftada 1 gün yapılan resmi futbol maçlarında katılımcıların polar team pro GPS teknolojisi ile kinematik ve fizyolojik ölçümleri alınmıştır. Farklı hız aralıklarında kat edilen mesafeler kinematik, kalp atım hızlarındaki geçirilen süreler ise fizyolojik performanslar olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, Yo-Yo 1 testi mesafeleri ve maçlarda kat edilen toplam mesafeler dışındaki performans testleri ile, resmi maç performansı arasında bir ilişkinin olmadığı ortaya konmuştur. Bunun nedeni olarak da futbol oyununun yapısı gereği maç ortamının pek çok ani fizyolojik ve kinematik değişkenler içermesi olarak gösterilmiştir.
- 2020 sezonunda Brezilya ulusal 2. liginde başarılı ve başarısız futbol takımlarının maç koşu performanslarının karşılaştırıldığı bir çalışmada (Aquino vd., 2021), çalışmaya 48 takım katılmış (24 başarısız, 24 başarılı) ve Catapult GPS teknolojisi ile 69 maçın analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında, üst düzey başarılı takımların yüksek şiddetli koşu, sprint sayıları ve toplam kat ettikleri mesafelerin, alt sıralardaki başarısız takımlardan daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- 21 yaş ortalamasına sahip, 20 erkek futbolcu üniversite öğrencisinin Catapult S5 yazılımı ile sezon öncesi iç yük ve dış yüklerinin tespit edilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada (Fields, Merigan, Gallo, White ve Jones, 2021), üniversite öğrencilerinin 1. hafta ile 2. hafta parametre ortalamaları karşılaştırılmıştır. Dış yüklerden toplam kat edilen mesafe ve yüksek hızda kat edilen mesafe ortalamalarının 2. haftada, 1. haftaya göre ciddi oranda düştüğü ve iki hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın da

bulunduğu tespit edilmiştir. İç yüklerden testosteron hormonunun 2. haftada, 1. haftaya göre arttığı, kortizol hormonunun da 2. haftada, 1. haftaya göre azaldığı tespit edilmiştir.

- NCAA Kadınlar üniversite 1. liginde kadın futbolcuların fiziksel taleplerinin tespit edilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada (Sausaman, Sams, Mizuguchi, DeWeese ve Stone, 2019), oynanan 4 müsabakada, 23 oyuncunun verileri Catapult Sports ile elde edilmiş ve oyuncuların genel olarak toplam kat ettikleri mesafenin 9486 ± 300 metre, yüksek hızda kat ettikleri koşu mesafe (>15 km/h) ortalamalarının 1014 ± 118 metre, sprint mesafe (>18 km/h) ortalamalarının da 428 ± 70 metre olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mevkilere göre en fazla toplam mesafeyi hücum oyuncularının kat ettiği, daha sonrada sırasıyla orta saha ve savunma oyuncularının kat ettiği tespit edilmiştir. Mevkilere göre yüksek hızda en fazla mesafe kat eden grubun yine hücum oyuncuları olduğu, daha sonra da en fazla yüksek şiddetli mesafe kat eden grubun sırasıyla savunma ve hücum oyuncuları olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sprint olarak en fazla mesafeyi yine hücum oyuncularının kat ettiği, daha sonra da sırasıyla savunma ve orta saha oyuncularının kat ettiği sonucuna ulaşılmıştır.
- 2019-2020 sezonunda Portekiz profesyonel futbol liginde yapılan bir çalışmada (Teixeira vd., 2021), çalışmaya 23 oyuncu katılmış ve değerlendirmeye alınan 18 müsabakanın verileri STATSports Apex ile elde edilmiştir. İç sahada ve dış sahada oynanan müsabakalarda toplam kat edilen mesafe ortalamasının, düşük, orta ve yüksek seviyedeki takımların oyuncularının kat ettikleri toplam mesafe ortalamalarının ve kazanılan, kaybedilen ve beraberlikle sonuçlanan müsabakalardaki kat edilen toplam mesafe ortalamalarının birbirlerine çok yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı çalışmada en fazla mesafeyi merkez orta saha oyuncularının kat ettiği ve en fazla sprinti de kanat oyuncularının yaptığı tespit edilmiştir.
- İngiltere liginde U18 (19 oyuncu, 146 bireysel gözlem), U23 (17 oyuncu, 146 bireysel gözlem) takımlarında ve İngiltere profesyonel 1. liginde oynayan futbolcuların (20 oyuncu, 203 bireysel gözlem) fiziksel performans parametrelerinin değerlendirmeye alındığı bir çalışmada (Reynolds, Connor, Jamil ve Beato, 2021), oyuncuların verileri STATSports Apex ile alınmış ve toplam 65 maçın analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında her üç grupta toplam kat ettikleri mesafe ortalamalarının birbirlerine çok yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sayısal olarak en fazla yüksek şiddetli

koşu mesafesine sahip grubun U23 olduğu (704 ± 217 m.), en düşük yüksek şiddetli koşu mesafesine sahip grubun da U18 (626 ± 228 m.) olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak kat edilen sprint mesafelerinin lig statüleri ile doğru orantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En iyi sprint mesafesine profesyonel 1. lig takım oyuncularının (144 ± 89 m.), daha sonra da U23 takım oyuncularının (142 ± 82 m.) sahip olduğu, en düşük sprint mesafesine de U18 takım oyuncularının (110 ± 82 m.) sahip olduğu tespit edilmiştir.

- *Bunlara ek olarak yapılan bazı diğer çalışmalarda, Clemente ve arkadaşları (2020), STATSports Apex yazılımını kullanarak oyuncuların oyun pozisyonları ve sezon içerisindeki dış yük değişimlerini, Silva ve arkadaşları (2021), STATSports Apex yazılımını kullanarak erkek futbolcuların antrenman yükü ve koşu performanslarını, Mernagh ve arkadaşları da (2021), İngiltere Championshipte STATSports Apex yazılımını kullanarak oyuncuların mevkilere göre topla ve topsuz yaptıkları fiziksel değişkenlerin karşılaştırmalı analizlerini yapmışlardır.

SONUÇ

Günümüzde futbolun geçmiş yıllara göre daha hızlı oynanmasının, oyunculardan beklenen fiziksel performans taleplerinin artmasının, futbolun içine pek çok aksiyonun girmesinin, iç yük ve dış yük kavramlarının daha fazla gündeme gelmesinin ve futbolda küçük ayrıntıların önem kazanmasının nedeni olarak teknolojinin ulaştığı yüksek gelişim seviyesi gösterilebilir. Günümüz futbolunda giyilebilir teknolojilerin önemi ve kullanım sıklığı her geçen gün artarak devam etmektedir. Geçerlik ve güvenilirliği yüksek GPS modellerinin futbolda ilk kullanımı daha çok elit futbol kulüplerinde olsa da, artık günümüzde GPS çeşitliliğinin ve üretim sıklığının artması ile birlikte bu teknolojilere amatör ve profesyonel pek çok futbol kulübü ulaşabilmektedir. Catapult, Polar Team ve STATSports'un dışında pek çok GPS markası bulunmakta ve bu teknolojiler de futbola hizmet etmektedir. GPS teknolojileri ile gerek resmi müsabakalarda, gerek hazırlık müsabakalarında gerekse de antrenmanlarda detaylı pek çok veri elde edilebilmektedir. Bu teknolojiler sahada ve müsabakalarda antrenörlerin işini daha da kolaylaştırarak, antrenörlere sporcularının detaylı bireysel analizleri hakkında, takımının fiziksel durumu hakkında, oyuncularının arasındaki rekabet durumları hakkında pek çok bilgi sunmaktadır. GPS teknolojileri ile bir takım taktik parametrelerin dışında ayrıntılı bireysel oyun

analizleri, odaklanmış bireysel oyuncu görünümü, oyuncuların topla ve topsuz yaptıkları hareketler, toplam kat edilen mesafe, dakika başına kat edilen mesafe, HMLD, dakika başına HMLD, HSR, dakika başına HSR, maksimal hız, patlayıcı güç, sprint mesafesi, ortalama metabolik güç, hızlanmalar, yavaşlamalar, hız yoğunlukları, adım dengesi, DSL, yorgunluk indeksi, mevcut nabız, maksimal kalp atım hızı, ortalama nabız gibi pek çok gerçek zamanlı veriler elde edilebilmektedir. Futbolda giyilebilir teknolojilerden GPS'lerin kullanımı ile birlikte oyuncu seçimlerinde, kadro seçimlerinde, maç ve antrenman uygulamalarında daha objektif performans değerlendirmeleri yapılarak futbolda bilimsel verilerin kullanım sıklığı daha da artarak devam edecektir.

Tüm bunlardan yola çıkarak artık futbolun teknolojilerden ve bilimden bağımsız olarak hareket edemeyeceği (etmemesi gerektiği) ve her geçen gün hızla gelişen teknolojiye kendi özünü, izleyicilere vermiş olduğu seyir zevkini kaybetmeden, kendini yenileyerek, geliştirerek uyum sağlamak durumunda kalacağı söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Akenhead, R., Nassis, G.P. (2015). Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(5),587–593.
- Akyıldız, Z. (2018). *Futbolcularda yapılan anaerobik ve aerobik performans testleriyle saha takip cihazlarıyla elde edilen fizyolojik ve kinematik parametrelerin karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Akyıldız, Z. (2019). Antrenman yükü. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 152-175.
- Akyıldız, O., Ocak, Y. (2020). Futbolcuların saha temelli performans testleri ve resmi maç performansları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci.*, 13(1),56-63
- Akyıldız, Z., Yıldız, M. (2020). Polar team pro mikro elektro-mekanik sisteminin gerçek zamanlı ve müsabaka sonrası verilerinin karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci.*,12(3),303-12
- Andreassen, K.H. (2018). *Metrix: real-time analysis of physical performance parameters in elite soccer*. (Master's thesis), UiT Norges arktiske universitet.
- Aquino, R., Gonçalves, L.G., Galgaro, M., Maria, T.S., Rostaiser, E., Pastor, A., Nobari, H., Garcia, G.R., Moraes Neto, M.V., Nakamura, F.Y. (2021). Match running performance in Brazilian professional soccer players: comparisons between successful and unsuccessful teams. *BMC Sports Science, Medicine Rehabilitation*, 13,93
- Aydın, H. (2012). GPS kullanılarak sporcu takip sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara.
- Beato, M., Bartolini, D., Ghia, G., Zamparo, P. (2016). Accuracy of a 10 Hz GPS unit in measuring shuttle velocity performed at different speeds and distances (5-20M). *Journal of Human Kinetics*, 54(1),15–22.
- Beato, M., Coratella, G., Stiff, A., Dello Iacono, A. (2018). The validity and between-unit variability of GNSS units (STATSports Apex 10 and 18 Hz) for measuring distance and peak speed in team sports. *Front Physiol.*, 9, 1288.

- Bravomed (2021). Gerçek Zamanlı GPS ve Sporcu Performans Takip ve Analiz Sistemi. <http://www.bravomed.com.tr/urun.aspx?urun> (Erişim Tarihi: 11.12.2021).
- Carling, C., Reilly, T., Williams, A. (2009). *Performance assessment for field sports*. London: Routledge.
- Casamichana, D., Castellano, J., Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small sided games in semiprofessional soccer players. *J Strength CondRes*, 26(3), 837–843.
- Casey, A.B., Bingham, G.E., Sams, M.I., Carroll, K.M., Taber, C.B., Alexander, R.P. (2013). The efficacy of catapult sports' minmax gps metrics in relation to session rating of perceived exertion. 8th Annual Coaches and Sport Science College, December 13-14, Johnson City, Tennessee
- Catapultsport (2021). Hakkımızda. <https://www.catapultsports.com/about> (Erişim Tarihi: 22.12.2021).
- Chakma, A., Md-Faridee, A.Z., Roy, N., Hossain, H.M.S. (2020). Shoot Like Ronaldo: Predict Soccer Penalty Outcome with Wearables. 2020 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops). 23-27 March, Austin, TX, USA.
- Clemente, F.M., Silva, R., Ramirez-Campillo, R., Afonso, J., Mendes, B., Chen, Y.S. (2020). Accelerometry-based variables in professional soccer players: comparisons between periods of the season and playing positions. *Biol Sport.*, 37(4),389–403.
- Coutts, A.J., Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *J SciMedSport*, 13(1),133-135.
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 43(10),1025-1042.
- Çetin, O. (2018). *Genç erkek futbolcuların resmi maçlardaki iç ve dış yük profillerinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). Sakarya uygulamalı bilimler üniversitesi, lisansüstü eğitim enstitüsü, beden eğitimi ve spor öğretmenliği ana bilim dalı, Sakarya.
- Çoban, O. (2019). UEFA şampiyonlar ligi final maçlarının bazı değişkenlere göre analizi. *Sportmetre*, 17(3), 93-99.
- Edgecomb, S.J., Norton, K.I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of ScienceandMedicine in Sport*, 9(1-2), 25–32.
- Fields, J.B., Merigan, J.M., Gallo, S., White, J.B., Jones, M.T. (2021). External and internal load measures during preseason training in men collegiate soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(9),2572-2578
- Fnfcoaches (2022). Polar team pro. <https://fnfcoaches.com/polar-team-pro/> (Erişim Tarihi 10.02.2022)
- Fox, J.L., O'Grady, C.J., Scanlan, A.T., Sargent, C., Stanton, R. (2019). Validity of the polar team pro sensor for measuring speed anddistance indoors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, 1260–1265.
- Giersch, E.W.G., Huggins, R.A., Benjamin, C.L., Adams, W.M., Belval, L.N., Curtis, R.M., Peltonen, J.T., Sekiguchi, Y., Casa, D.J. (2018). Validity and reliability of a shirt-based integrated GPS sensor. Abstract in American College of Sports Medicine Annual Meeting, Minneapolis, Minnesota, USA. *Med Sci Sports Exerc* 49;5; Suppl, S559.
- Gürkan, O., Yıldırım, M., Çoban, O., Baykan, E. (2021). Türkiye futbol süper liginde covid-19 öncesi ve covid-19 sonrası oynanan maçların bazı teknik performans parametreleri açısından karşılaştırmalı analizi. Ed.: Zeynep Filiz Dinç, *Spor Bilimleri*, Akademisyen yayınları bilimsel araştırmalar kitabı.

- Kalapotarakos, V.I., Gkaros, A., Vassliades, E., Manthou, E. (2020). Influence of contextual factors on match running performance in elite soccer team. *Journal of Physical Education and Sport* * (JPES), 20 (6), 3267-3272.
- Kayhan, R. F., Bardakçı, S., Caz, Ç. (2020). Türk futbolunda video yardımcı hakem (VAR) uygulamasına yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(27), 571-596.
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., Paredes, V. (2015). Physical demands of top-class soccer friendly matches in relation to a playing position using global positioning system technology. *Journal of Human Kinetics*, 47(1),179-188
- Mernagh, D., Weldon, A., Wass, J., Phillips, J., Parmar, N., Waldron, M., Turner, A. A. (2021). Comparison of match demands using ball-in-play versus whole match data in professional soccer players of the English championship. *Sports*, 9, 76.
- Polar (2021). Teknik Özellikler. https://www.polar.com/tr/b2b_urunleri/team-pro# (Erişim Tarihi: 15.12.2021)
- Praça, G., Diniz, L.B.F., Clemente, F.M., Brecht, S.G.T., Couto, B., Andrade, A.G.P., Owen, A.L. (2021). The influence of playing position on the physical, technical, and network variables of sub-elite professional soccer athletes. *Hum Movement*, 22(2),22-31.
- Reynolds, J., Connor, M., Jamil, M., Beato, M. (2021) Quantifying and comparing the match demands of u18, u23, and 1st team English professional soccer players. *Front. Physiol.*, 12,706451.
- Rico-González, M., Los-Arcos, A., Nakamura, F.Y., Gantois, P., Pino-Ortega, J. (2020). A comparison between uwb and gps devices in the measurement of external load and collective tactical behaviour variables during a professional official match. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20,6, 994-1002.
- Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F.M., Fernandez, J., Medina, D. (2018). Effective injury prediction in Professional soccer with GPS data and machine learning. *PLoSOne*, 13(7),1-15.
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M.T., Campanico, J., Matos, N., Leitao, J.C. (2014). Match analysis in football: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831-1843.
- Sausaman, R.W., Sams, M.L., Mizuguchi, S., DeWeese, B.H., Stone, M.H. (2019). The physical demands of ncaa division 1 women's college soccer. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(4),73
- Scott, M.T., Scott, T.J., Kelly, V.G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *J. Strength Condition. Res.*, 30 (5), 1470-1490.
- Seshadri, D.R., Li, R.T., Voos, J.E., Rowbottom, J.R., Alfes, C.M., Zorman, C.A., Drummond, C.K. (2019). Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *NPJ Digit Med.*, 2,71
- Sikka, R.S. Baer, M., Raja, A., Stuart, M., Tompkins, M. (2019). Analytics in sports medicine: implications and responsibilities that accompany the era of big data. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 101(3),276-283.
- Silva, R., Camões, M., Barbosa, A., Badicu, G., Nobari, H., Bernardo, A., Carvalho, S.A., Sant'Ana, T., Lima, R., Bezerra, P., Clemente, F.M. (2021). Relationship between training load and match running performance in men's soccer. *Journal of Men's Health*, 1-7.
- Statsports (2021). About. <https://statsports.com/about-us/> (Erişim Tarihi: 24.12.2021)
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med.*, 35(6),501-536
- Suarez-Arrones, L., Torreño, N., Requena, B., Saez De Villarreal, E., Casamichana, D., Barbero-Alvarez, J.C., Munguia-Izquierdo, D. (2015). Match-play activity profile in Professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J Sports MedPhysFitness*, 55(12), 1417-1422.

- Teixeira, J.E., Leal, M., Ferraz, R., Ribeiro, J., Cachada, J.M., Barbosa, T.M., Monteiro, A.M., Forte, P. (2021). Effects of match location, quality of opposition and match outcome on match running performance in a portuguese professional football team. *Entropy*, 23, 973.
- Thornton, H.R., Nelson, A.R., Delaney, J.A., Serpiello, F.R., Duthie, G.M. (2019). Interunit reliability and effect of data-processing methods of global positioning systems. *Int J Sports Physiol Perform.*, 14(4),432–438
- Ünlü, G., Polat, B., Güler, A.H., Işık, A. (2018). Futbolda oyuncu performans takiplerinde kullanılan küresel konum belirleme (GPS) ve çoklu kamera sistemlerinin incelenmesi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(SI1), 38-45
- Wallace, J.L., Norton, K.I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966–2010: Game structure, speed and play patterns. *J Sci Med Sport.*,17, 223–228.
- Wang, S, Zhou, G. (2015). A review on radio based activity recognition. *Digital Communications and Networks*, 1(1), 20–29
- Willmott, A.G.B., James, C.A., Bliss, A., Leftwich, R.A., Maxwell, N. S. (2019). A comparison of two global positioning system devices for team-sport running protocols. *J. Biomech.*, 83, 324–328.
- Williams, J.H., Rizzuto S.F., Whitaker, E.J., Dillard, B.A. (2021). Complementary use of wearable technology 1: a data comparison of two platforms. *Sport performance & science reports*, 137, 1-7.
- Wisbey, B., Montgomery, P.G., Pyne, D.B., Rattray, B. (2010). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *J Sci Med Sport. Elsevier*, 13,531–536.