

FUTBOLDA OYUNCU PERFORMANS TAKİPLERİNDE KULLANILAN KÜRESEL KONUM BELİRLEME (GPS) VE ÇOKLU KAMERA SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

¹Gürcan ÜNLÜ

²Bayram POLAT

³Aytek Hikmet GÜLER

⁴Anıl IŞIK

A Çalışma Deseni (Study Design)

B Verilerin Toplanması (Data Collection)

C Veri Analizi (Statistical Analysis)

D Makalenin Hazırlanması (Manuscript Preparation)

E Maddi İmkanların Sağlanması (Funds Collection)



Özet: Giyilebilir bir teknoloji olan Küresel Konum Belirleme (GPS) ve kameralı optik takip sistemleri en popüler oyuncu takip sistemleri olup özellikle profesyonel futbolda birçok farklı amaçla kullanılmaktadır. Bu iki teknoloji sağladığı faydalar bakımından da farklılıklar içermekte ve yakın zamanda yapılan birçok çalışma bu farklılıkları incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmanın amacı ise ilgili alandaki literatür ışığında en yaygın oyuncu performans takip sistemleri olan çoklu kamera sistemi ile Küresel Konum Belirleme (GPS) sistemini incelemektir. Yapılan çalışmalar her iki sistem için özellikle koşu mesafelerinde yüksek geçerlilik ve güvenilirlik ortaya koymuştur (Buchheit ve ark., 2014). Kameralı optik takip sistemleri rakip takımı da inceleme olanağı sağlayabilmesi ve oyun içi olayları da (gol, fauller, paslar, ofsayt vb.) tahmin edebilmesi (Delibas ve ark., 2018) özellikleriyle maç analizlerinde önemli faydalar sağlamaktadır. Ayrıca bu sistemin geliştirilen yeni formlarında topun ve maç hakeminin hareket örüntüleri de incelenebilmektedir. GPS sisteminin de kamera açısının dışında da veri alabilmeye olanak sağlaması ve kalp atım sayılarıyla daha anlamlı bilgiler verebilmesi (iç yüklerin hesaplanması, yorgunluk analizi vs.) gibi avantajları vardır. Genel olarak her iki sistemin uygulama sahasına katkılarını arttırmak amaçlı geliştirilmekte olduğu söylenebilir. Mevcut koşullarda kameralı takip sistemlerinin maç performanslarının analizinde, GPS in özellikle yelek formunda antrenman performanslarının değerlendirilmesinde daha uygun olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: GPS, Antrenman yükü, Teknoloji, Performans

¹ Sorumlu yazar, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, Ankara

² Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi Spor Yüksekokulu, Yozgat

³ Beşiktaş Spor Kulübü, İstanbul, Türkiye

⁴ Acıbadem Sporcu Sağlığı Merkezi, FIFA Mükemmeliyet Merkezi, İstanbul, Turkey

COMPARISON OF MULTIPLE CAMERA SEMI-AUTOMATIC SYSTEMS AND GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) AS DIFFERENT PLAYER TRACKING SYSTEMS IN FOOTBALL

Abstract: Global positioning systems (GPS) as a wearable technology and multiple camera semi-automatic systems are two most popular technologies which aim to reveal physical performance of the players in both training and competitions. These technologies may have also specific contents in terms of benefits, advantages or disadvantages, and some recent studies have revealed the differences between these technologies. This paper aimed to discuss these technologies with respect to their benefits to practical application in light of the literature. The overall reliability and validity is good for both system especially in distance covered (Buchheit et al., 2014), Multiple camera semi-automatic systems due to having to predict some soccer events (corner kick, free kick, goals, penalties etc.) and providing same data about opponent team can be more useful than GPS in match analysis. On the other hand, GPS player tracking technology may become more useful in monitoring training loads since this system works independently of camera. Both systems have some limitations such as poor accuracy in computing high intensity running, acceleration, deceleration, and constant motion errors however these technologies have been developing so further innovations may overcome the limitations.

Key Words: GPS, Training load, Technology, Performance

SUMMARY

Technology has brought several innovations to the sport; it provides many advantages especially in improving athletic performance and preventing sport injuries. Today, one of the most important technological initiatives is player tracking systems which aim to reveal athletic performance outputs of players. Monitoring players' movements and its intensities during the training or matches helps trainers to have knowledge of their players' physical conditions and so they can design training program according to the players' physical conditions. The popular tracking systems are global positioning systems (GPS) as a wearable technology and multiple camera semi-automatic systems. Despite their increasing use in professional football, limited attempt to date has been conducted to reveal the differences between these systems with respect to benefits, eligibility and also disadvantages in practical application of football. Both systems can measure players' running performances such as covered distances, run speeds, accelerations, decelerations on the field and the overall reliability of these measurements is good; however, the poorer the accuracy and decreased reliability at higher intensity movements (sprinting). As well as individual physical performance, team analysis of match performance is possible in computerized optical tracking systems. Multiple camera semi-automatic systems enable to trainers and coaches to obtain informative data about team stats (goals, assists, cards, offside etc.) and that of opponent teams. Various variations are about ball and referee can be examined in this system. These data were not obtained from GPS technologies; however, it should be kept in mind that the cost of multiple camera systems is high. GPS are capable of quickly recording and monitoring the data of all players' physical contributions independently of camera. Specifically, Multiple Camera Semi-Automatic Systems seems to be more useful tool for match analysis and GPS is available for daily monitoring of training load of players. In practice, both GPS and multiple camera semi-automatic systems are of interest to monitor players' activity in the football has advantages and disadvantages. Buchheit et al. (2014) stated that these between-system differences in running distance at set speeds can nevertheless be partially accounted for at the team level, using the calibration equations provided in this document (Buchheit et al., 2014). It is previously stated that neither GPS nor multiple camera semi-automatic systems is 'gold standard' method for determining movement patterns or workload in sport (Cummins et al., 2013). Even though the overall reliability of these system appears satisfactory, same flaws occur in high intensity movements. Nevertheless, it can be said that the benefits of these technologies in practical application is irrefutable. Specifically, Multiple

Camera Semi-Automatic Systems seems to more useful tool for match analysis and GPS system is available for daily monitoring of training load of players.

1. GİRİŞ

Her alanda olduğu gibi sporda da en kalıcı yoldan ve en verimli sonuçları elde etmek için performans uzmanlarının mümkün olduğu kadar objektif bilgi toplaması gerekmektedir. Hiç şüphesiz oyuncu performans gelişimini sağlamak ve takip etmek minimal efor ve zaman harcanarak çeşitli parametreler aracılığı ile objektif, bilimsel ve bilinçli sonuçlara ulaşmak gerekmektedir. Bu gerekliliğin sağlayıcı ise inivatif teknoloji kullanımudur. Bu bağlamda sporda teknolojinin kullanımı giderek yaygınlaşmakta, atletik performansın arttırılmasının yanı sıra yaralanmaların önlenmesindeki faydaları bilimsel çalışmalarla ortaya konulmaktadır (Işık ve Ünlü, 2017). Kullanılan teknolojiler spor branşlarına göre farklılık gösterebilirken, fiziksel performans takip sistemleri hemen hemen tüm takım sporlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknolojiler gerek yapılan spor branşına göre gerekse bir spor branşının farklı spesifik pozisyonlarına göre fiziksel veya fizyolojik gereksinimlerini anlamada önemli faydalar sağladığı bilinmektedir (Edgecomb ve Norton, 2006). Özellikle koşu hızı ve mesafeleri, bu koşuların yer, yön, hız, mesafe ve ivmelenme gibi unsurlarla ele alınabilmesi,oyuncu formasyonel dağılımlarının oluşturulabilinmesi ,oyun aksiyon yönlerinin tespiti; özelde oyuncu performansının değerlendirilmesinde genelde ise maç analizi uygulamalarında önemli faydalar sağlamaktadır. Sporcuların gün gün takip edilmesi sayesinde fiziksel performanlarındaki gelişimler tespit edilebilmekte, ayrıca yorgunluğa bağlı oluşabilecek yaralanmalarında önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Maçlardaki performansların incelenmesi takımın genel olarak fiziksel durumu hakkında bilgi edinilebilmeye ve sporcuların bireysel olarak sahaya yansıttığı performansı değerlendirmeye olanak sağlar. Ayrıca maç anında teknik ekibe taktiksel varyasyonlar hakkında geri bildirim vermekte rakip organizasyonlarına karşı etkin saha kullanımı ,hücum ve savunma varyasyonları üretimi konusunda destek olmaktadır. Sağladığı bu faydalardan dolayı bu oyuncu takip sistemleri günümüzde hemen hemen bütün profesyonel futbol takımların yararlandığı teknolojilerdir. Bunların en yaygın olanları giyilebilir bir teknolojik ekipman olan ve hareket sensörleriyle (akselerometre, jiroskop vb) birlikte kullanılan Küresel Konum Belirleme (GPS) ve çok kameralı optik takip sistemleridir(Andreassen, 2018; Wang ve Zhou, 2015). GPS farklı sensörlerle birlikte sporcu yeleşti olarak kullanılmakta, kameralı takip sistemleri ise iki veya daha çok kamera, bir bilgisayar ve bir yazılım programı ile birlikte kullanılmaktadır. Her geçen gün geliştirilen bu iki sistemin uygulama alanına katkıları yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya konmaktadır. Bu çalışma ilgili alandaki literatür ışında bu iki yeni teknolojik uygulamanın gerek içerik gerekse sağladığı faydalar bakımından incelemeyi amaçlamıştır.

1.1. Küresel Konum Belirleme (GPS)

Esas olarak askeri amaçlarla kurulan bu sistem (Cummins ve ark. 2013) 1980'lerin başından itibaren ücretsiz olarak sivil kullanıma da açılmış daha sonra haritacılık, jeoloji, uzaktan takip ve yönlendirme, telekomünikasyon, çevre mühendisliği, inşaat, altyapı çalışmaları, havacılık gibi alanlarda beklentinin çok üzerinde faydalar sağlamıştır(Aydın, 2012). Sporcu üzerinde GPS sisteminin kullanımı ise ilk olarak Avustralyalı bilim adamları tarafından uygulanmıştır. Takım sporlarına GPS sisteminin uyarlanması 2003 yılında Gpsports firması tarafından yapılmıştır (Edgecomb ve ark. 2006). Bu sistemler dünya etrafında bulunan uydulardan alınan verileri kullanarak yeryüzündeki herhangi bir noktanın konumunu belirlemek için kullanılan sistemlerdir. Yakın zamanda sporda kullanımı yaygınlaşmış, özellikle sporcu takip ekipmanı olarak yerini almıştır. Tamamen kablosuz bir sisteme sahip olan ekipman ortalama 16gram ağırlığa sahip olup -10 ile +50 derecelik sıcaklıklarda aktif olarak çalışabilme kapasitesine sahiptir. GPS alt yapılı ekipmanlar, sporcuların kalp hızına takılabilen kayışların üstlerine ve giyilebilir yelek içerisindeki boyun hizasında bulunan haznelere monte edilebilir şekilde tasarlanmıştır. Teknik olarak uydu ile 1Hz, 5Hz, 10Hz, 15Hz, 18 Hz ,20Hz ve 25Hz gibi farklı hızlarda gerçek zamanlı, hem fizyolojik hem de kinematik olarak veri aktarımı sağlayabilen, kişilerin kalp atım hızlarını, kat edilen mesafeyi, ivmelenmeyi, yavaşlamayı, tekrarlanan sprint sayısını, oyun sahasının farklı alanlarında bulunma oranlarını, tüketilen kalori miktarını, kişisel farklılık gösteren nabız alanlarını, koşu sırasındaki hızlarını ve farklı hız aralıklarında kat edilen mesafeleri, farklı hız aralıklarında geçirilen süreleri, sprint hareketlerindeki üretilen güç miktarlarını, sporcuların hareket esnasındaki koşu asimetrilerini ve tüm veriler arasındaki ilişkiyi sergileyen donanım ve kendine ait hem software sistemi olan, hem de mobil cihazlarda online kullanılabilmesi için mobil uygulama alt yapılı çalışabilen yazılıma sahip ekipmanlardır (Akyıldız, 2018).

GPS sinyal gücünü etkileyen hava koşulları ve uydu bağlantısızlığı gibi bazı faktörler olsa da uyduların sayısını ikiye katlayan GLONASS konumlandırma sistemi ile problem kısmen çözümlendirilebilmektedir. Bunun dışında hızlanma (akselerasyon) ve yavaşlama (deselerasyon) evreleri özellikle sprint performanslarının değerlendirilmesinde bazı ölçüm hataları verebilmektedir (Jennings ve ark. 2010). Bu ölçüm hataları 1- 5 Hz yakalama hassasiyetli GPS lerde daha fazlaken 10 Hz de daha azdır (Cummins ve ark., 2013). Bununla beraber 18 Hz GPS'in, 10 Hz GPS ile karşılaştırıldığında takım sporlarında hareket paternlerini belirlemek için geçerlilik ve güvenilirliği arttırdığı tespit edilmiştir(Hoppe ve ark.,2018). Bu bağlamda yaşanan inovatif teknoloji yatırımlarıyla bu sorun GPS ünitesinin içerisine yerleştirilen akselometre ile giderilebilmektedir.Böylelikle oyuncuların pozitif ve negatif yöne yaptığı ivmelenmeler hatasızca yakın tespit edilebilmektedir.

1.2. Kameralı oyuncu takip sistemi

Gerek maç analizi gerekse oyuncu takip sistemi olarak kullanılan kamera ve bilgisayar destekli bu teknoloji en yaygın kullanılan bir diğer sporcu takip teknolojisi olarak yerini almıştır. Sistem doğrudan maçların oynanacağı statlara kurulmaktadır. Donanım iki veya daha çok yüksek çözünürlüklü kamera, bir adet bilgisayar ve bir bilgisayar yazılımından oluşmaktadır. Yazılım kavramsal futbol sahası hücrelerinde bulunan oyuncuların kombine renk ve hareket olasılıklarını algılayarak seçilmiş her bir hareketli nesneyi hücreler halinde yumuşak bir şekilde kümeleyerek aksiyonları oklüzyonda izlemektedir. Böylece maçın her anında oyuncuların saha üzerindeki koordinatları otomatik olarak belirlenebilmekte ve bu koordinatları kullanarak birçok veri üretebilmektedir. Ortaya çıkan veriler, eşzamanlı olarak bulut sunuculara aktarılmaktadır. Bunun yanı sıra futbol için önemli olan oyun içi olaylar (gol, fauller, paslar, ofsayt vb.) otomatik olarak optik takip verisinden tahmin edilebilmesi mümkündür (Özdemir ve Alemdar, 2018). Gerçek zamanlı veri aktarımı yapılabilir. Maçın içerisindeki her bir objeyi takip edebilmek mümkün olduğu için rakip takımı da analiz etme imkânı da sunar. Hava koşullarının neden olabileceği ölçüm hatalarının önüne geçebilmek için yazılımsal bazı müdahaleler yapılsa da bunlar hala bazı sınırlılıklar oluşturabilmektedir.

2. TARTIŞMA

Her iki yöntem için geçerlilik ve güvenilirlik daha önceki çalışmalarda gösterilmiş olsa da (Buchheit ve ark., 2014; Harley ve ark., 2011) gerek hareket paternlerini gerekse iş yükünü belirlemek bir "altın standart" her iki yöntem için de mümkün değildir (Cummins ve ark., 2013). Bununla birlikte kameralı ölçüm yönteminin özellikle koşu mesafelerinde daha doğru sonuçlar verdiğini gösteren çalışmalar vardır (Edgecomb ve Norton, 2006). Özellikle maç analizinde iki yöntem arasında kameralı oyuncu takip sistemlerinin lehine bazı belirgin farklılıklardan söz edilebilir. Maç analizi, antrenörler ve oyuncular için öneme sahip olan bireysel ya da grup halindeki eylemlerin kodlanması ve performans verilerinin ortaya konulması düzeyinde teknik açıdan da önemli faydalar sağlamaktadır (Göral, 2015). Antrenörler, kararlarını nesnel (nicel maç analiz verisi) ve güvenilir verilere dayandırmak, antrenman plan ve programlarının belirlenen verimlilik ya da performans seviyelerine göre düzenlenmesini sağlamak amacıyla maç analizi ve istatistiksel verileri kullanmaktadırlar. Maç analizlerinden elde edilen veriler, antrenöre hem rakibin hem de kendi ekibinin güçlü ve zayıf olduğu yönlerini belirleyebilmenin yanında, takım performansını ve bireysel performansları da değerlendirme olanağı sunabilmektedir (Göral ve Aycan, 2014). Bu noktada maç analizi olarak sağladığı faydalar kameralı takip sistemlerin çok daha fazladır. Birçok ülkede giyilebilir donanımlara resmi maçlarda izin verilmemesi yine kameralı takip sistemlerini maç analizinde tek alternatif yapmaktadır. Ancak bu yasak FIFA tarafından 2015 yılında kaldırılmıştır. Müsabakalarda GPS uygulama imkanı bulunsa bile kameralı takip

sistemleri temel olarak sahadaki her bir objenin (oyuncular, hakem ve top) sürekli olarak konum bilgilerini ve bu konum bilgilerinden hız, mesafe, ivmelenme gibi diğer futbolcu performans verileri üretilmesi yönüyle çok daha fazla avantajı vardır(Özdemir ve Alemdar, 2018). Farklı hızlarda yapılan koşuların sayısı ve toplam koşu mesafeleri her iki yöntemde elde edilebilse de kameralı takip sistemlerinde “top rakipteyken koşu hızları ve mesafeleri” “takım savunma organizasyonları” “takım hücum organizasyonları” “takım genişlikleri” “topu geri kazanma süreleri” gibi parametreler yüksek doğruluk yüzdeleriyle tahmin edilebilmektedir. Bu parametreler rakip takım için de analiz edilebilmekte, böylece sağladığı avantajlar taktiksel anlamda da önem kazanmaktadır. Örneğin sağ önde oynayan bir oyuncunun yüksek hızlı koşu(20km/s üstü) yönleri oyuncunun 1.2.ve 3. bölgeyi nasıl kullandığı ve pas yön grafiği ise oyuncunun etkin hücum desteği hakkında bilgi verebilmektedir. Bunun yanı sıra futbol için önemli olan oyun içi olayların (gol, kart gösterimi, fauller, paslar, ofsayt vb.) tahmin edilmesi geliştirilen yeni yazılımlarla mümkün görünmektedir. (Özdemir ve Alemdar, 2018). Bu bağlamda antrenörlere taktiksel çeşitlilik üretmede ve anlık varyasyon değişimi uygulamada optik takip sistemlerin avantajları daha belirgin görünmektedir.

Optik takip sistemlerinin hiç şüphesiz büyük avantajları olmakla birlikte bazı sınırlılıkları vardır. Oyuncu hareket algısı sistemine dayalı bu algoritma takip prensibi, hareketsiz durumda veri alımı sağlamamaktadır. Bununla birlikte uygun yüksekliğe ulaşılmadığı takdirde veri algılama ve kaydetmede problemlerle karşılaşmaktadır. Ayrıca sadece oyuncu fiziksel performans verilerini sunması oyuncu içsel yükü hakkında bilgi vermemesi sebebiyle toplam iş yükü prensibi hakkında bir bilgiye ulaşamaması bu sistemin sınırlılıkları arasındadır.

Antrenmanlar ve sporcuların uzun vadede performans gelişimlerinin değerlendirilmesi için ise GPS teknolojisinin bazı avantajlarından söz edilebilir. Hedef antrenmana yönelik birçok antrenman dirili oluşturulabilmekte, antrenmanın amacı ve kapsamı doğrultusunda dirillerde değişimler yapılabilinmektedir. Özellikle kapalı alanlara giriş-çıkış yapan sporcuların takibi GPS sisteminde kesintisiz devam etmektedir. Örneğin kondisyon salonuna girip kuvvet çalışıp sahaya geri dönen sporcunun takibi kameralı sistemde görüntülenemediği için mümkün olamamaktadır.

Her iki sistemde hava sıcaklığından etkilenebilmektedir. GPS sadece olumsuz hava koşullarından etkilenirken kameralı sistemde aşırı olumsuz hava koşullarının yanı sıra güneşli havalarda ışık ve yansıma etkileri ve yine bu havalardaki gölge konumları ölçüm hataları verebilmektedir. Kameralı sistemlerdeki farklı yazılımlar bu sınırlılığı kısmen engelleyebilse de hala hava koşullarına bağlı bazı ölçüm hataları oluşabilmektedir.

Pals oksimetre veya bir polar saat sayesinde elde edilen bazı fizyolojik cevaplar bu yöntemlerle aynı anda kullanıldığında daha anlamlı bilgiler elde edilebilir. Pals oksimetre cihazı arteriyal kan damarlarına gönderilen ışık dalgası ile kandaki oksijenli hemoglobin saturasyonunu belirlemek için kullanılan invazif olmayan bir cihazdır. Bu

cihaz ile aynı zamanda nabız değerleri de ölçülebilmektedir. Aktivite sırasında elde edilebilen nabız değerleri sayesinde aktivitenin şiddeti koşu hızlarına göre değil kalp atım sayılarına göre ayrıca değerlendirilebilir. Antrenman anında oyuncunun dinlenik kalp atış hızı, maksimum kalp atış hızı, ve ortalama kalp hızı tespiti yapılarak antrenman süresine göre oyuncunun iç antrenman yükü ortaya konur. Buda oyuncu iş yükünün fizyolojik parametreler ile tespitini sağlayarak içsel yükün dışsal yüke oranının belirlenerek hedef antrenmana ulaşıp ulaşılamadığı hakkında bilgi verebilir. Haftalık antrenman yük takibi ile aylık, 3 aylık ve sezonluk kümülatif veriler toplanarak oyuncu sakatlık risk haritası ve yüklenme dinlenme prensipleri oluşturulabilir. Bu yardımcı sistemler ayrıca belirli bir konumda yapılan hareketlerin de aktivite olarak algılanmasına yardımcı olabilir. Örneğin şnav, mekik, squat, dikey sıçramalar gibi bazı kuvvet antrenmanları sahada belirli bir alanda yapılmaktadır ve kameralar tarafından algılanan performans gerçek antrenman yükünü represent edemeyebilmektedir. Ulaşılan yüksek nabız antrenman yükü için belirleyici bir faktör olabilmektedir. Bununla birlikte bazı kameralı oyuncu takip sistemleri bunun dışında iç yükü tespit edebilmek için kalp atım sayısı gibi fizyolojik değişkenleri de hesaplayabilen yazılım geliştirmektedirler (Harley ve ark., 2011).

Sonuç olarak geçerlilik ve güvenilirlik katsayılarından bağımsız olarak (Buchheit ve ark., 2014) her iki yönteminde kendine özgü avantajlarından söz edilebilir.

2.1. Pratik Uygulama

Bu çalışmada her iki sisteminde uygulama alanına katkıları tartışılmıştır Futbolda bu sistemleri kullanan profesyonel takımlar tek bir teknolojiyi kullanmak yerine antrenmanlar için Küresel Konum Belirleme (GPS) sistemini, müsabaka analizleri için kameralı takip sistemlerini kullanabilirler. Kameralı takip sistemlerinin antrenman sahalarına kurulumunun koşullara bağlı olarak zor olabileceği ve kapalı alanlara giriş çıkışlarda oyuncu takibinin mümkün olamaması gibi sınırlılıkları olduğundan GPS teknolojisinden faydalanmak daha uygun gibi görünmektedir. Maç analizlerinde ise hem daha fazla parametre içermesi (toplu oyunlar, takım varyasyonları vs.) hem de rakip takımı inceleme imkânı sunması sebebiyle kameralı takip sistemlerini ön plana çıkmaktadır.

3. KAYNAKÇA

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.

Andreassen KH. (2018). *Metrix: Real-time Analysis of Physical Performance Parameters in Elite Soccer*, Master's thesis, UiT Norges arktiske universitet

Aydın H. (2012). GPS Kullanılarak Sporcu Takip Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara

Buchheit M, Allen A, Poon TK, 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.

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.

Delibas E, Uzun A, Inan MF, Guzey O, Cakmak A. (2018). Interactive exploratory soccer data analytics. *The Journal of Strategic Information Systems*, (under Review).

Edgecomb SJ, Norton, KI. (2006). 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(1–2), 25–32.

Göral K. (2015). Futbolda performansın temel belirleyicilerinden biri: topa sahip olma (fifa u-20 dünya kupasının analizi). *Uhab journal*, 4(13).

Harley JA, Lovell RJ, Barnes CA, Portas MD, Weston M. (2011). The interchangeability of global positioning system and semiautomated video-based performance data during elite soccer match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2334–2336.

Hewitt A. (2016). Performance Analysis in Soccer: Applications of Player Tracking Technology Doctoral dissertation, University of Canberra, Australia.

Hoppe MW, Baumgart C, Polglaze T, Freiwald J. (2018). Validity and reliability of GPS and LPS for measuring distances covered and sprint mechanical properties in team sports. *PloS one*, 13(2).

Işık A, Ünlü G. (2017). Spor Yaralanmalarından Korunmada Teknoloji. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Medicine-Special Topics*, 3(3), 214–218.

Jennings D, Cormack S, Coutts AJ, Boyd L, Aughey, RJ. (2010). The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 328–341.

Özdemir E, Alemdar H. (2018). Predicting soccer events from optical tracking data. In 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1–4). IEEE.

Wang S, Zhou, G. (2015). A review on radio based activity recognition. *Digital Communications and Networks*, 1(1), 20–29.

Makale Geliş (Submitted) : 04.12.2018
Makale Kabul (Accepted) : 29.12.2018
Yazışma Adresi (Corresponding Address) : ugurcan@metu.edu.tr