



Futbol Hakemlerinin Maçlar Sırasında Fiziksel Aktivite ve Kalp Ritmi Analizi

Analysis of Physical Strain and Cardiac Response of Soccer Referees During Games

Cengiz Kürkcü¹, Ümit Deniz Uluşar²

¹ Elektrik Elektronik Mühendisliği
Akdeniz Üniversitesi
ckurkcu@gmail.com

² Bilgisayar Mühendisliği
Akdeniz Üniversitesi
umitulusar@akdeniz.edu.tr

Özetçe

Hakemler futbol oyununun temel unsurlarından bir tanesidir. Kuralları uygulamakla yükümlü olan hakemler doğru karar verebilmek için topun oynandığı bölgeye yakın olmak zorundadırlar. Oyunun hızının ve yönünün değişkenliğinden dolayı sürekli olmayan aktiviteler yaparlar. Bu nedenle maç sırasında pek çok fizyolojik zorlanmaya maruz kalırlar. Hakemlerin kalp atım hızı, maç sırasındaki fizyolojik zorlanmanın bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Futbola ayak uydurmaları, oyun boyunca tempoyu ve atikliklerini sürdürmeleri için hakemlerin fiziksel performanslarının ve kondisyonlarının yüksek seviyede olması gerekmektedir. Bu çalışmada antrenman programlarının geliştirilmesi amacıyla hakemlerin 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.

Abstract

Referees are one of the main components of a soccer game. Their main responsibility is to enforce game rules. In order to be able to make the right decisions, they have to be close to the area where the game is being played. Due to varying speed and direction of games, referees perform discontinuous activities and typically, they are under intense physical conditions. Heart-rate is used as an indicator of the physical strain. In order to be able to adjust to the speed of the game, and provide necessary agility, physical health of referees is crucially important. In this study, cardiac activities of the referees are analyzed during soccer games in order to be able to develop a training program that can help referees to comply with the physical strain. The results demonstrate that the referees cover on the average 10.717 m during games and the time difference between the physical strain and the cardiac response is between 20 and 23 seconds.

1. Giriş

Futbol hemen hemen her alanda oynanabilen, her yaş ve yeterlilik seviyesindeki insanın oynayabildiği bir spordur [1].

Çok geniş izleyici kitlesine sahip olan futbol maçları, futbol kurallarını uygulamakla yükümlü olan hakemler tarafından yönetilir. Hakemin oyunu okuyarak doğru kararlar verebilmesi, bilgi, tecrübe, eğitim, konsantrasyon ve kondisyon gerektirir [2]. Doğru karar vermek için topun oynandığı bölgeye yakın olmak önemlidir [3]. Topun hızının ve yönünün sürekli değişmesinden dolayı hakemler de yoğunluğu değişen ve sürekli olmayan aktiviteler yaparlar. Bu nedenle maç sırasında pek çok fizyolojik zorlanmaya maruz kalırlar.

Hakemlerin maç boyunca sarf ettikleri efor ve maruz kaldıkları fizyolojik zorlanma ile ilgili olarak uygun kondisyona sahip olup olmadıklarını belirlemek için hareket şekillerinin karşılaştırmalı analizi önemlidir [6]. Kalp atım hızı tepkisi de fizyolojik zorlanmanın bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Kalp atım hızı, maç içindeki fiziksel temastan dolayı futbolcuların tepkilerini izlemek için tamamen uygun olmasa da hakemlerin tepkilerini gözlemlemek için uygundur [4].

Birçok araştırmacı hakemlerin maç içindeki hareket şekilleri ile kalp atım hızlarını incelemişlerdir. Bu konudaki ilk çalışmalardan birisi Catteral vd. tarafından 1993 yılında gerçekleştirilmiştir [4]. Çalışmada hakemlerin hareket şekilleri 4 seviyeye ayrılmış, maç boyunca her bir seviyede kat edilen mesafeler hesaplanmıştır. Kalp atım hızının elde edilmesinde kısa mesafeli radyo sinyalli uzaktan ölçüm cihazı kullanılmıştır. Diğer bir çalışmada Ankara bölgesi futbol hakemlerinin kalp atım hızı ile koşu mesafeleri arasındaki ilişki incelenmiştir [7]. Maç boyunca kalp atım hızı hafızalı saatlerle kaydedilmiştir. Koşu şekilleri 6 düzeye ayrılmış ve 1/400 ölçekli saha üzerinde sembollerle işaretlenmişlerdir. Üst düzey İtalyan hakemlerin, üst düzey Danimarkalı hakemlerin, amatör düzeydeki Japon hakemlerin ve FIFA lisansına sahip uluslararası hakemlerin incelendiği çalışmalarda, saha kenarına yerleştirilen iki kamera kullanılarak hakemlerin hareket şekilleri belirlenmiş, kısa mesafeli radyo sinyalli uzaktan ölçüm cihazı kullanılarak kalp atım hızları kaydedilmiştir [5], [8], [9], [10]. Euro 2000 Avrupa Şampiyonası final turu boyunca gerçekleştirilen çalışmada üst düzey hakemlerin fiziksel gereksinimleri incelenmiştir [11]. Farklı Avrupa ülkelerinden seçilen hakemlerin maç görüntüleri ve kalp atım hızı değerleri analiz edilmiştir. Diğer



Biyomedikal Ölçüm

3. Gün 27 Eylül 2014 Cumartesi (09.45-10.45)

bir çalışmada uluslararası organizasyonlarda yer alan Brezilyalı hakemlerin koşu mesafeleri ile kalp atım hızları ölçülmüştür [6]. İngiliz futbol hakemlerinin fiziksel performanslarının incelendiği çalışmalarda, yarı otomatik video maç analiz görüntü tanıma sistemi (ProZone®, West Yorkshire, İngiltere) ve kısa mesafe uzaktan ölçüm sistemi (S610, Polar, Finlandiya) kullanılarak belirlenmiştir [12], [13]. 2007 Amerika Kupası boyunca üst düzey hakemlerin ve yardımcı hakemlerin fiziksel ve fizyolojik gereksinimlerinin ve Brezilyalı futbol hakemlerinin dâhili ve harici yüklenmelerinin incelendiği çalışmalarda hakemlerin saha içindeki konumları ile kalp atım hızları eşzamanlı olarak kaydedilmiş ve analiz edilmiştir [14], [15].

Ancak, Türkiye'de hakemlerin maç performansları ve fizyolojik durumları ile ilgili çok az çalışma olmakla beraber uluslararası literatürde yayınlanan çalışmaların büyük bir kısmı da maçın iki devresinde ve maç boyunca hakemlerin gerçekleştirdikleri hareketleri ve kalp atım hızlarını incelemekle sınırlı kalmıştır [16]. Bu çalışmada hakemlerin maç boyunca maruz kaldıkları fiziksel ve fizyolojik zorlanmanın tespit edilmesi, kalp atım hızının sarf edilen efor ile ilgisinin olup olmadığının belirlenmesi ve bu bilgiler ışığında hakemlerin mevcut antrenman programlarının geliştirilmesi için veri sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla hakemlerin hareket şekilleri, koşu hızları, kat ettikleri mesafeler ve kalp atım hızıyla ilişkisi incelenmiştir.

2. Malzeme ve yöntem

Çalışmamıza yaşları 27 ve 35 olan hakemlerin dört adet maçı incelenmiştir. Bu maçlardan üç tanesi 27 yaşındaki hakem tarafından, biri ise 35 yaşındaki hakem tarafından yönetilmiştir. 27 yaşındaki hakemin yönettiği maçlardan iki tanesi uluslararası düzeyde hazırlık maçı iken bir tanesi de 1. lig düzeyinde hazırlık maçıdır. Diğer hakemin yönettiği maç ise bölgesel lig maçıdır. Hakemin her saniye için bulunduğu pozisyon ve kalp atım hızı bilgisi, RCX5 (Polar, Finlandiya) cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Cihaz, en az dört GPS uydusuyla iletişim kuran G5 (Polar) GPS sensörüyle pozisyon bilgilerini elde etmektedir. Elde edilen bilgiler Matlab 7.1 (Mathworks, Natick, MA, Amerika) kullanılarak hazırlanan özel bir program ile analiz edilmiştir. Bilgisayara yüklenen konum bilgileri öncelikle metrik sisteme çevrilmiştir. Metrik sisteme çevrilen konum bilgilerinden hakemlerin saniye bazında koşu mesafeleri metre cinsinden aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmıştır.

$$d(t) = \sqrt{(x(t+1) - x(t))^2 + (y(t+1) - y(t))^2} \quad (1)$$

Burada t zamanı, $x(t)$ ve $y(t)$ pozisyonun yatay ve dikey koordinatlarını belirtmektedir. Bu mesafelerin toplanması ile hakemin maç boyunca toplam koşu mesafesi hesaplanmıştır. Anlık hız birim zamanda kat edilen mesafeye eşit olduğundan 1. denklemde bulunan $d(t)$ aynı zamanda hakemin saniyelik hızını da göstermektedir (Örnekleme frekansı 1 Hz/s). Çalışmamızda hakemlerin koşu hızlarını, Barbero-Alvarez vd.

[11] tarafından kullanılan hız sınıflandırmasına benzer şekilde 6 gruba ayırdık. Tablo 1, hızları ve grupları belirtmektedir.

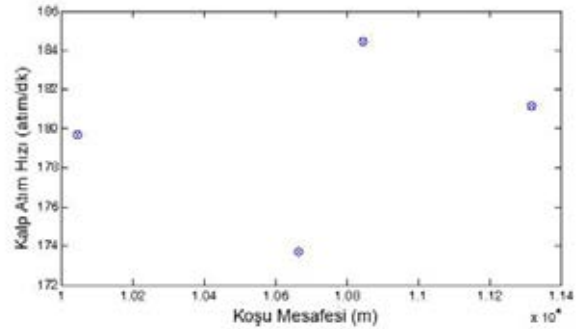
Tablo 1: Koşu Türleri

Koşu Türleri	Hızları
Durma	0,11 m/s'den az
Yürüme	0,11 m/s'den 1,11 m/s'ye kadar
Düşük Hızda Koşu	1,11 m/s'den 2,22 m/s'ye kadar
Orta Hızda Koşu	2,22 m/s'den 3,61 m/s'ye kadar
Yüksek Hızda Koşu	3,61 m/s'den 5 m/s'ye kadar
Süratli Koşu	5 m/s'den fazla

3. Bulgular

Hakemler en az 10.043 m ve en çok 11.317 m olmak üzere ortalama 10.717 ± 527 m mesafe kat etmişlerdir. Bunun 5.432 ± 176 metresi ilk devrede, 5.286 ± 504 metresi ikinci devrede gerçekleşmiştir. Maç boyunca ortalama olarak yürümede 817 ± 71 m, düşük hızda koşuda 2.751 ± 242 m, orta hızda koşuda 3.476 ± 192 m, yüksek hızda koşuda 2.040 ± 335 m ve süratli koşuda 1.633 ± 330 m mesafe kat etmişlerdir. Hakemler gerçekleştirdikleri koşu türleri arasında en fazla süreyi %32 ile düşük hızda koşuda harcamışlardır. Bunu %23,7 ile yürüme, %22,7 ile orta hızda koşu, %9 ile yüksek hızda koşu, %7,9 ile durma ve %4,7 ile süratli koşu takip etmektedir.

İlk devre, ikinci devre ve maç boyunca hakemlerin ortalama kalp atım hızlarının ortalamaları $182,8 \pm 5,6$ atım/dk, $176,7 \pm 5,7$ atım/dk ve $179,8 \pm 4,5$ atım/dk olarak hesaplanmıştır. Şekil 1, maç boyunca kat edilen toplam mesafe ile ortalama kalp atım hızı arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 1: Koşu mesafesi ile kalp atım hızı grafiği.

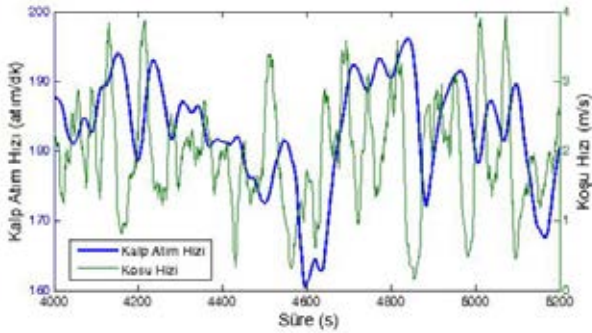
Maçlarda hakemlerin en yüksek kalp atım hızı değerleri 1. maç için 198 atım/dk, 2. maç için 200 atım/dk, 3. maç için 197 atım/dk, 4. maç için 201 atım/dk dir. Toplam maç süresi için ortalama kalp atım hızı, en yüksek kalp atım hızının %88,2'si ile %92,2'si arasında değişmekte olup ortalama olarak %90,3 \pm 1,86'sı olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2, maçın 15 dakikalık dönemlerinde kat edilen mesafeler ile bu dönemlerdeki ortalama kalp atım hızlarını göstermektedir.

Tablo 2: 15 dakikalık dönemlerde kat edilen mesafeler ve ortalama kalp atım hızları

Dönem (dk)	1. maç		2. maç		3. maç		4. maç	
	Mesafe (m)	Kalp atım hızı (atım/dk)	Mesafe (m)	Kalp atım hızı (atım/dk)	Mesafe (m)	Kalp atım hızı (atım/dk)	Mesafe (m)	Kalp atım hızı (atım/dk)
0-15	1.773	178±16,3	1.806	185,9±6,2	1.845	176,5±9,3	1.793	182,1±11,7
15-30	2.109	185,5±8,5	1.834	189±8,5	1.685	177,4±8,7	1.853	190,9±6,6
30-45	1.740	183,1±10,3	1.770	182,6±8,8	1.673	172,5±13,5	1.847	190,4±6,1
45-60	1.874	178,5±10,4	1.893	182,8±8,6	1.825	170,2±15,9	1.566	171,4±12,2
60-75	1.939	182,1±12,6	1.648	180,8±8,3	1.872	174,5±13,3	1.462	169,9±11,2
75-90	1.882	179,7±10,1	1.896	184,9±8,3	1.764	170,8±9,6	1.521	172,5±10,3

Şekil 2'de hakemlerin maç süresince 20 saniyelik pencere için 1 saniyelik kayan adımlarla hesaplanan ortalama koşu hızı grafiği ile ortalama kalp atım hızı grafiği gösterilmiştir.



Şekil 2: 2'nci maç için koşu hızı ile kalp atım hızı grafiği.

Kalp atım hızının koşu hızına bağlı değişimi incelendiğinde ortalama birinci hakem için 20 saniye gecikmeli ve diğer hakem için 23 saniye gecikmeli olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Tablo 3, her bir maç için kalp atım hızının koşu hızına göre değişim süresini göstermektedir.

Tablo 3: Kalp atım hızının koşu hızına göre değişim süresi

1. maç	2. maç	3. maç	4. maç
20 sn	20 sn	21 sn	23 sn

Her bir maça ait kalp atım hızının koşu hızına bağlı değişim süresi kullanılarak hakemlerin koşu türlerine bağlı ortalama kalp atım hızları hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Koşu türlerindeki ortalama kalp atım hızları

	1. maç	2. maç	3. maç	4. maç
Durma	176,8±15,8	183,6±8,9	172,9±13,4	177,3±14,2
Yürüme	174,9±14	180,7±9,1	169±13,5	174±14,2
Düşük Hızda Koşu	180,8±9,8	183,9±8	172,2±11,7	179,4±12
Orta Hızda Koşu	183,9±8,2	186±7,6	176,3±10	183,7±10,7
Yüksek Hızda Koşu	187,6±6,6	188,8±6,5	180,9±8	186,6±10,9
Süratli Koşu	190,2±5,1	190,1±6,7	181,5±9,1	191,1±7,7

4. Sonuçlar

Çalışmamıza katılan hakemlerin maç boyunca ortalama 10.717 m mesafe kat etmişlerdir. Maç boyunca hakemlerin kat ettikleri ortalama mesafeyi Catteral vd [4] 9.438 m, Müniroğlu [7] 5.766,4 m, D'Ottavio ve Castagna [5] 11.376 m, Krusturp ve Bangsbo [8] 10.070 m, Oliveira vd [6] 9.351 m, Weston vd

[12] 11.478 m, Krusturp vd [10] 10.270 m, Mallo vd [3] 10.218 m, Aoba vd [9] 12.029 m, Barbero-Alvarez vd [14] 10.197 m ve Weston vd [13] genç hakemler için 12.109 m, orta yaşlı hakemler için 11.490 m, yaşlı hakemler için ise 11.302 m olarak rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar futbol maçlarında Türk hakemlerin de yabancı meslektaşları kadar koştuklarını göstermektedir.

Hakemlerin maç boyunca ortalama 817 m yürüme, 2.751 m düşük hızda koşu, 3.476 m orta hızda koşu, 2.040 m yüksek hızda koşu ve 1.633 m süratli koşu yaptıklarını belirledik. Catteral vd [4] hakemlerin maç boyunca ortalama 2.163 m yürüme, 4.444 m yavaş koşu, 1.109 m hızlı koşu ve 1.722 m geri koşu yaptıklarını, D'Ottavio ve Castagna [5] hakemlerin ortalama 889 m yürüme, 4.174 m düşük hızda koşu, 2.585 m orta hızda koşu, 1.556 m yüksek hızda koşu ve 608 m süratli koşu yaptıklarını belirtmişlerdir. Krusturp ve Bangsbo [8] hakemlerin yürüme aktivitesinde 3,88 km, yavaş koşuda 1,94 km, düşük hızda koşuda 1,70 km, orta hızda koşuda 1,10 km, yüksek hızda koşuda 0,41 km ve süratli koşuda 0,17 km mesafe kat ettiklerini, Mallo vd [3] yürüme aktivitesinde 2.184 m, yavaş koşuda 2.526 m, takip sırasındaki koşuda 1.611 m ve yüksek hızda koşuda 1.920 m mesafe kat ettiklerini, Barbero-Alvarez vd [14] ise yürüme aktivitesinde 661 m, yavaş koşuda 1.517 m, düşük hızda koşuda 1.644 m, orta hızda koşuda 1.644 m, yüksek hızda koşuda 1.049 m ve süratli koşuda 340 m mesafe kat ettiklerini raporlamışlardır.

Çalışmamızda hakemlerin ortalama kalp atım hızları maçın ilk devresi için 182,8 atım/dk, ikinci devresi için 176,7 atım/dk ve tüm maç için 179,8 atım/dk olarak gerçekleşmiştir. Tablo 5'te mevcut çalışmalarda hakemlerin maçın her iki devresinde ve maç boyunca hakemlerin ortalama kalp atım hızları gösterilmiştir.

Tablo 5: Hakemlerin ortalama kalp atım hızları

	1. devre	2. devre	Maç
Catteral vd [4]	165±8	165±9	165±8
Müniroğlu [7]	156,2±13,4	153,9±15,5	155,1±14,4
D'Ottavio ve Castagna [5]	163±5	162±5	163±5
Krusturp ve Bangsbo [8]	-	-	162
Krusturp vd [10]	-	-	151±9
Mallo vd [3]	162±8	160±9	161±8
Aoba vd [9] 1.sınıf	162±16	164±16	163±16
Aoba vd [9] 2.sınıf	168±8	169±10	168±9
Costa vd [15]	166±7	165±8	165

Ayrıca, Krusturp ve Bangsbo [8] tüm maç boyunca hakemlerin ortalama kalp atım hızını 162 atım/dk, Krusturp



Biyomedikal Ölçüm

3. Gün 27 Eylül 2014 Cumartesi (09.45-10.45)

vd [10] ise 151 atım/dk olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda toplam maç süresi için ortalama kalp atım hızı, en yüksek kalp atım hızının %90,3'ü oranında gerçekleşmişken, bu oran İngiliz hakemler [4] için %95, İtalyan [5] ve Brezilyalı hakemler [15] için %89, Danimarkalı [8], Avrupalı [11], uluslar arası hakemler [10] için %85, birinci sınıf Japon hakemler için %87, ikinci sınıf Japon hakemler [9] için %86 olarak belirtilmiştir. Genel anlamda bu oranların %85-95 aralığında gerçekleştiği gözlenmektedir. Türk hakemler de %90,3 ile bu aralığın ortasında yer almaktadırlar.

Maçlarının 15 dakikalık dönemlerinde hakemlerin ortalama kalp atım hızları sırasıyla ilk devre için 180,6±4,3 atım/dk, 185,7±6 atım/dk ve 182,2±7,4 atım dk, ikinci devre için 175,7±6 atım/dk, 176,8±5,7 atım/dk ve 176,7±6,4 atım/dk olarak belirledik. D'Ottavio ve Castagna [5] ilk devre için 159±6, 165±5 ve 163±6 atım/dk, ikinci devre için 161±6, 163±6, ve 162±5 atım/dk olduğunu belirtmişlerdir. Aoba vd [9] birinci sınıf Japon hakemler için sırasıyla 156±16, 165±15, 166±16, 160±18, 165±15 ve 167±16 atım/dk, ikinci sınıf Japon hakemler için ise 165±14, 168±13, 171±16, 166±17, 169±14 ve 171±15 atım/dk olarak raporlamışlardır. Maçın her iki devresi için, Türk ve İtalyan hakemlerin ikinci 15 dakikalık dönemlerde, Japon hakemlerin ise son 15 dakikalık dönemlerde daha yüksek kalp atım hızına sahip oldukları saptanmıştır.

Şekil 2'de hakemlerin kalp atım hızlarının koşu hızlarıyla bağlantılı olduğu görülmektedir. Yapılan korelasyon analizi göre hakemlerin kalp atım hızlarının koşu hızlarına göre değişimi 20-23 sn aralığında olmak üzere ortalama 21 sn sonra gerçekleşmektedir. Bu süreler kullanılarak koşu türlerine bağlı ortalama kalp atım hızları durma için 177,6±4,4 atım/dk, yürüme için 174,7±4,8 atım/dk, düşük hızda koşu için 179,1±5 atım/dk, orta hızda koşu için 182,5±4,2 atım/dk, yüksek hızda koşu için 186±3,5 atım/dk ve süratli koşu için 188,2±4,5 atım/dk olarak belirledik. Genelde hakemlerin koşu hızlarının artmasıyla kalp atım hızlarının da arttığını, ancak durma aktivitesinden kaynaklı kalp atım hızının yürüme aktivitesinden kaynaklı kalp atım hızından daha yüksek olduğunu gözlemledik. Bu durum, durma aktivitesi sırasında hakemin kalp atım hızının artmasına neden olabilecek kararların alındığı pozisyonların yaşanmasına ve yürüme aktivitesinde aktif dinlenme yapmalarına bağlı olabilir.

Çalışmamızda sınırlı sayıda veri kullanılmış olmakla birlikte yaşça büyük olan hakemin kalbinin fiziksel aktivite değişimine diğer hakeme göre daha geç cevap verdiği gözlemlendi. İlerleyen aşamalarda daha fazla sayıda hakemden maç verisi toplanılarak, hakemlerin fiziksel durumlarının klasmanlara, yaşlara ve sezona göre gösterdiği farklılıkların incelenmesini planlamaktayız.

5. Kaynakça

- [1] Gifford, C., *Futbol Ansiklopedisi*, Çeviri: Levent Türer, Tudem Yayınları, İzmir, 2006.
- [2] Orta, L., "Dünyada ve Türkiye'de Futbol Hakemliğinin Başlangıcı ve Gelişimi". *Spor Araştırmaları Dergisi*, c.6, 16, 2002.
- [3] Mallo, J., Navarro, E., Aranda, J. M. G. ve Helsen, W. F., "Activity profile of top-class association football referees in relation to fitness-test performance and match standard", *Journal of Sports Sciences*, 27, 9–17, 2009.
- [4] Catterall, C., Reilly, T., Atkinson, G. ve Coldwells, A., "Analysis of the work rates and heart rates of association football referees", *Br. J. Sports Med.*, c 27, sayı 3, ss 193–196, 1993.
- [5] D'Ottavio, S. ve Castagna, C., "Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play", *J Sports Med Phys Fitness*, c 41, sayı 1, ss 27–32, 2001.
- [6] Oliveira M. C., Santa C. H. G., Barros Neto T. L., "Analysis of in-field displacement patterns and functional indexes of referees during the soccer match", *Fit Perf J.*, 7(1), 41-7, 2008.
- [7] Müniroğlu, S., "Ankara bölgesi futbol hakemlerinin maç sırasındaki kalp atım hızı ile koşu mesafeleri arasındaki ilişkinin incelenmesi", *Hacet. Spor Bilim. Derg.*, c 10, ss 25–32, 1999.
- [8] Krstrup, P. ve Bangsbo, J., "Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training", *J. Sports Sci.*, c 19, sayı 11, ss 881–891, 2001.
- [9] Aoba, Y., Yoshimura, M., Miyamori, T. ve Suzuki, S., "Assessment of soccer referee performance during games", *Japanese Society of Science and Football*, c 8, ss 8–15, 2011.
- [10] Krstrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., MacDonald, C., Rebelo, A. N. ve Bangsbo, J., "Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games", *J. Sports Sci.*, c 27, sayı 11, ss 1167–1176, 2009.
- [11] Helsen, W. ve Bultynck, J. B., "Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football", *J Sports Sci.*, 22, 179–189, 2004.
- [12] Weston, M., Castagna, C., Helsen, W. ve Impellizzeri, F., "Relationship Among Field Test Measures and Physical Match Performance In Elite-Standard Soccer Referees", *Journal of Sports Sciences*, 27 (11), pp.1177-1184, 2009.
- [13] Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E. ve Breivik, S., "Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees", *J. Sci. Med. Sport Sports Med. Aust.*, c 13, sayı 1, ss 96–100, 2010.
- [14] Barbero-Alvarez, J., Boullosa, D. A., Nakamura, F. Y., Andrin, G. ve Castagna, C., "Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during America's cup", *J. Strength Cond. Res. Natl. Strength Cond. Assoc.*, c 26, sayı 5, ss 1383–1388, 2012.
- [15] Costa, E. C., Vieira, C. M., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C. ve Aoki, M. S., "Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches", *Journal of Sports Science and Medicine*, sayı 12, ss 559–564, 2013.
- [16] Kürkçü, C. ve Uluşar, Ü. D., "Hakemlerin Futbol Maçlarında Pozisyon ve Hareket Analizi", *22. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı*, 2014, ss 124-127.