

Futbol Hakemlerinin Müsabaka Sırasındaki İç ve Dış Yük Yanıtlarının İncelenmesi

Investigation of Internal and External Load Responses of Football Referees During the Match

¹Mehmet Gören KÖSE

ORCID No: 0000-0002-8092-0557

¹Berkay OTUZBİROĞLU

ORCID No: 0000-0003-0328-3504

¹Ayşe KİN İŞLER

ORCID No: 0000-0001-9651-2067

¹Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, Hareket ve Antrenman Bilimleri ABD

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Arş. Gör. Mehmet Gören KÖSE

Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü Spor Bilimleri Fakültesi Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, Ankara

E-posta: gorenkose@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 17.10.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 14.03.2023

ÖZ

Bu çalışma futbol hakemlerinin müsabaka sırasındaki iç ve dış yük yanıtlarının incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 7 bölgesel il (Yaş: 24,44±2,35 yıl; Boy Uzunluğu: 181,31±4,79 cm; Vücut Ağırlığı: 74,97±4,63 kg; Hakem Yaşı: 3,86±0,37 yıl) hakemi katılmış ve 5 ayrı kategoriden 62 müsabaka değerlendirilmiştir. Hakemlere müsabakalar sırasında küresel konumlandırma sistemi (GPS)'ne sahip kalp atım hızı (KAH) monitörü takılarak iç ve dış yük verileri takip edilmiştir. İç yük değerlendirmesinde müsabakalar sırasındaki zirve KAH (%KAH_{zirve}), ortalama KAH (%KAH_{ort}) ve 5 farklı relatif kategoride (KAH_{<65}, KAH₆₅₋₇₅, KAH₇₅₋₈₅, KAH₈₅₋₉₅, KAH_{>95}) geçirdikleri süre dakika olarak kaydedilmiştir. Müsabaka sırasındaki dış yük verileri, toplam koşu mesafesi (Koşu_{toplam}), ortalama koşu hızı (Koşu_{ort}), maksimal koşu hızı (Koşu_{maks}) ve 5 farklı hız kategorisinde (Koşu_{≤3,6}, Koşu_{3,6-7,2}, Koşu_{7,2-13,0}, Koşu_{13,0-18,0}, Koşu_{≥18,0}) kat ettikleri mesafe metre cinsinden değerlendirilmiştir. Hakemlere ait iç ve dış yük verileri 6 eşit periyot (0-15dk,15-30dk,30-45dk,45-60dk,60-75dk,75-90dk), 1. ve 2. yarılarına göre analiz edilmiştir. Yarılar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde bağımlı gruplarda t-testi, periyotlar arasındaki farklar için Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. İç yük analiz sonuçları 1. yarı %KAH_{ort}, %KAH_{zirve} ve KAH₈₅₋₉₅ değerlerinin 2. yarıdan yüksek, KAH₆₅₋₇₅ 2. yarı değerlerinin ise 1. yarıdan yüksek olduğunu göstermektedir (p<0,05). Dış yük verileri değerlendirildiğinde 1. yarı Koşu_{toplam}, Koşu_{ort}, ve Koşu_{7,2-13,0} değerleri 2. yarıdan, Koşu_{≤3,6} 2. yarı verileri ise 1. yarıdan yüksektir (p<0,05). Müsabaka periyotlarına göre genel bir değerlendirme yapıldığında 1. periyottaki dış yük ile 3. periyottaki iç yük verilerinin diğer periyotlara göre açık farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma müsabaka sırasında hakemlerin de futbolcular gibi yüksek iç ve dış yüklenmelere maruz kaldıklarını ve bu yüklenmelerin müsabakanın farklı periyot ve yarılarına göre farklılaştığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Futbol hakemleri, Maç analizi, Fizyolojik yanıtlar, Kinematik yanıtlar

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the internal and external load responses of football referees during the match. Seven amateur referees (Age: 24.44±2.35 years; Height: 181.31±4.79 cm; Body Weight: 74.97±4.63 kg; Experience: 3.86±0.37 years) participated in this study and sixty-two matches from five different categories were evaluated. Internal and external load data were monitored using heart rate (HR) monitors with a global positioning system (GPS) for the referees during the match. For internal load evaluation, HR data in 5 relative categories (HR_{<65}, HR₆₅₋₇₅, HR₇₅₋₈₅, HR₈₅₋₉₅, HR_{>95}), peak HR (%HR_{peak}), and mean HR (%HR_{mean}) during the matches were used. The external load data were determined as total distance (TD), average speed (Speed_{average}), maximal speed (Speed_{max}) and 5 different speed categories (Speed_{≤3,6}, Speed_{3,6-7,2}, Speed_{7,2-13,0}, Speed_{13,0-18,0}, Speed_{≥18,0}) during the matches. Referees' internal and external load data were analyzed according to 6 periods, 1st and 2nd halves. The paired sample t-test was used for the differences between the halves, and Analysis of Variance with Repeated Measures (ANOVA) was used to determine differences between periods. Internal load analysis results showed that %HR_{mean}, %HR_{peak} and HR₈₅₋₉₅ values in the 1st half were higher than the 2nd half, on the other hand, HR₆₅₋₇₅ in the 2nd half was higher than the 1st half (p<0.05). When the external load data were evaluated, the 1st half TD, Speed_{average}, Speed_{7,2-13,0} values were higher than the 2nd half, and it was determined that the Speed_{≤3,6} 2nd half values were higher than the 1st half (p<0.05). When the general evaluation is made according to the match periods, it was determined that the external load in the 1st period and the internal load in the 3rd period showed clear differences compared to the other periods. In conclusion, this study showed that referees are exposed to high internal and external loads like football players and in addition, these loads differ according to periods and halves of the match.

Keywords: Football referees, Match analysis, Physiological responses, Kinematic responses

GİRİŞ

Futbol dünyanın en popüler spor branşlarının başında gelmektedir (Barnes ve diğ., 2014) ve futbol müsabakaları hakemler tarafından yönetilmektedir (D'ottavio & Castagna, 2001). Hakemin ilk görevi müsabaka sırasında oyun kurallarını uygulayarak düzeni sağlamaktır (D'ottavio ve Castagna, 2001). Verilen kararların doğruluk oranının yüksek olması için hakemin topun oynandığı bölgeye yakın olması oldukça önemli bir etkidir (Orta, 2002). Müsabaka sırasında topun yönünün ve hızının sürekli değişkenlik göstermesi nedeniyle hakemler şiddeti değişkenlik gösteren ve sürekli olmayan aktiviteler yaparlar (Weston ve diğ., 2011). Bu durum hakemler üzerinde yüksek düzeyde bir fizyolojik yüklenmeye neden olmaktadır (D'ottavio ve Castagna, 2001) ve yapılan müsabaka analizi sonuçları bu yüklenmelerin hem aerobik hem de anaerobik aktivitelerle gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Krustrup ve Bangsbo, 2001). Hakemlerin müsabaka sırasındaki iç (kalp atım hızı, kalp atım hızı bölgelerinde harcanan zaman ve kat edilen mesafe, kan laktat konsantrasyonu, algılanan zorluk derecesi) ve dış (toplam koşu mesafesi, ortalama hız, düşük, orta ve yüksek şiddetli aktivite koşu mesafesi) yüklerin doğru hesaplanması müsabaka sırasındaki taleplerin doğruluğunu anlayabilmek ve geliştirebilmek için çok önemlidir (Costa ve diğ., 2013). Dış yük değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır ve elde edilen veriler sayısaldır (Costa ve diğ., 2013). İç yükün değerlendirilmesi için ise organizmaya uygulanan fizyolojik yükün sayısallaştırılması gerekmektedir (Impellizzeri ve diğ., 2005). İç yük taleplerinde kalp atım hızı (KAH) müsabaka sırasındaki fizyolojik yükün ve dayanıklılık antrenman şiddetinin belirlenebilmesi için kabul görmüş bir yöntemdir (Costa ve diğ., 2013).

Catterall ve diğerleri (Catterall ve diğ., 1993) bir hakemin etkinliğinin müsabakanın bölümlerine göre farklılık gösterdiğini ve bu farklılığın da futbolcuların hareketleri ve oyunun yapısıyla ilişkili olduğunu belirtmektedir. Seneler ilerledikçe futbolun hızlanan oyun yapısı bu gereksinimleri daha da arttırmıştır. Avrupa'nın üst düzey liglerinden bir tanesinde 2006-2007 ile 2012-2013 futbol sezonlarında sporcuların müsabaka sırasındaki dış yük değerleri karşılaştırılmış ve toplam koşu mesafesinde ($Koşu_{toplam}$) anlamlı fark gözlemlenmemiştir, ancak yüksek şiddetli aktiviteyle kat edilen mesafe, yüksek şiddetli aktivite sayısı ve sprint sayılarının arttığı belirlenmiştir (Barnes ve diğ., 2014). Bu bulgular futbolun seneler ilerledikçe daha hızlı oynanan bir oyun haline dönüştüğünün açık bir göstergesidir. Literatürde futbol hakemlerinin $Koşu_{toplam}$ değerlerinin futbolculara (Rampinini ve diğ., 2007) yakın veya daha fazla olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (Weston ve diğ., 2011). Buna ek olarak müsabakanın farklı periyotlarında futbolculardan yüksek şiddetli aktiviteyle daha fazla mesafe kat ettikleri de rapor edilmiştir (Weston ve diğ., 2011). Hakemlerin müsabaka sırasında maksimum kalp atım hızının (KAH_{maks}) %80-90 aralığında müsabakayı devam ettirdikleri ve müsabaka sonunda laktik asit (LA) seviyelerinin de 12 mmol.l^{-1} kadar yükseldiği de ortaya konmuştur (Castagna ve diğ., 2007). Ayrıca 15 dakikalık periyotlar halinde değerlendirilen futbol müsabakalarında da hem futbolcular (Bradley ve diğ., 2009) hem de hakemlerde (Krustrup ve Bangsbo, 2001) müsabaka sonuna doğru yüksek şiddetli aktiviteyle kat edilen mesafelerde düşüş ve KAH verilerinde periyotlara göre farklılıklar da gözlemlenmiştir (Ozaeta ve diğ., 2022; Weston ve diğ., 2006).

Literatürdeki bu bulgular ülkemizde futbol hakemleriyle ilgili çok daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir ve ek olarak futbol hakemlerinin iç ve dış yük değerlerinin incelendiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Buradan hareketle bu çalışma bölgesel lig hakemlerinin müsabaka sırasındaki iç ve dış yük yanıtlarının incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu: Çalışmaya en az 2 yıl orta hakem deneyimi olan, son 6 ay içerisinde alt ekstremitte sakatlığı yaşamamış 7 Ankara bölgesi il hakemi katılmıştır ve 5 farklı kategoride toplam 62 müsabaka analiz edilmiştir. Çalışmaya

başlamadan önce çalışma için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kuruldan onay alınmıştır (Proje Karar No: 2019/19-27). Hakemlere çalışma öncesinde bilgi verilmiş, karşılaşılabilecekleri risk ve rahatsızlıkları içeren bilgilendirme onam formu okutup imzalatılmış ve ayrıca kişisel bilgi formu doldurulmuştur.

Verilerin Toplanması: Hakemlerin müsabakalardan 1 hafta önce laboratuvar ortamında standart yöntemlerle antropometrik ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ardından Yo-Yo seviye 1 aralıklı dayanıklılık testi (Yo-Yo 1) uygulanmıştır. Test sonucunda maksimal oksijen tüketimi (VO_{2maks}) düzeyleri ve müsabaka sırasındaki KAH verilerinin relatif olarak değerlendirilebilmesi için KAH_{maks} değerleri belirlenmiştir. Daha sonrasında hakemlerin müsabakalar sırasında küresel konumlandırma sistemi (GPS) bulunan KAH monitörü kullanılarak iç ve dış yük yanıtları tüm müsabaka süresince kaydedilmiştir. Kaydedilen iç ve dış yük yanıtları 15'er dakikalık 6 eşit periyot, 1. yarı, 2. yarı ve müsabaka analizi olarak değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada 5 farklı lig kategorisinden toplam 62 müsabaka analiz edilmiştir.

Antropometrik ölçümler: Hakemlerin boy uzunlukları duvara monte stadiometre (Holtain, İngiltere) ile vücut ağırlıkları elektronik baskülde (Tanita TBF 401/A, ABD) ve vücut kompozisyonları ise ayaktan ayağa bioelektrik impedans analizörü (Tanita TBF 401/A, ABD) ile standart yöntemlerle laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir.

Yo-Yo seviye 1 saha testi: Hakemlere ait KAH_{maks} değerlerinin belirlenebilmesi için Yo-Yo 1 saha testi kullanılmıştır ve test sırasında ulaştıkları en yüksek KAH değeri hakemlere ait KAH_{maks} olarak kaydedilmiştir. Yo-Yo 1 testi antropometrik ölçümler sonrasında suni çim futbol sahasında gerçekleştirilmiştir ve katılımcıların toplam kat ettikleri mesafe Bangsbo ve diğerlerinin (Bangsbo ve diğ., 2008) belirlediği formüle yerleştirilerek $[VO_{2maks} (ml.kg^{-1}.dk^{-1}) = (X \times 0.0084) + 36,4; X = \text{Koşu mesafesi (m)}]$ VO_{2maks} değerleri indirekt yöntemle hesaplanmıştır.

İç yük verileri: Hakemlerin müsabakalar sırasında ortalama (KAH_{ort}) ve ulaştıkları en yüksek (KAH_{zirve}) KAH değerleri atım/dk cinsinden 1 sn aralık ile KAH monitörü (Polar M400, Finlandiya) kullanılarak kaydedilmiştir. Ardından bu veriler Yo-Yo 1 testi sonucu elde edilen hakemlere ait KAH_{maks} 'a oranlanarak müsabaka sırasında ulaştıkları ortalama ($\%KAH_{ort}$) ve en yüksek KAH ($\%KAH_{zirve}$) değerleri hesaplanmıştır. Ek olarak müsabaka sırasında KAH_{maks} 'ın $\%65$ 'den düşük ($KAH_{<65}$), KAH_{maks} 'ın $\%65-75$ aralığı ($KAH_{\%65-75}$), KAH_{maks} 'ın $\%75-85$ aralığı ($KAH_{\%75-85}$), KAH_{maks} 'ın $\%85-95$ aralığı ($KAH_{\%85-95}$) ve KAH_{maks} 'ın $\%95$ üstünde ($KAH_{>95}$) geçirdikleri süre sn olarak hesaplanmış, sonrasında 60'a bölünerek dakika cinsinden değerlendirmeye alınmıştır (Gomez-Carmona ve Pino-Ortega, 2016). KAH verileri 0-15 dk (1. Periyot), 15-30 dk (2. Periyot), 30-45 dk (3. Periyot), 45-60 dk (4. Periyot), 60-75 dk (5. Periyot), 75-90 dk (6. Periyot) olarak 6 eşit periyotta, 1. yarı, 2. yarı ve tüm müsabaka olarak analiz edilmiştir.

Dış yük verileri: Müsabaka sırasında hakemlere dış yük verileri toplam koşu mesafesi (m) ($Koşu_{toplam}$), ortalama koşu hızı (km/sa) ($Koşu_{ort}$), maksimal koşu hızı (km/sa) ($Koşu_{maks}$), 3,6 km/sa koşu hızından düşük ($Koşu_{<3,6}$), 3,61-7,20 km/sa koşu hız aralığı ($Koşu_{3,6-7,2}$), 7,21-13,00 km/sa koşu hız aralığı ($Koşu_{7,2-13,0}$), 13,01-18,00 km/sa koşu hız aralığı ($Koşu_{13,0-18,0}$) ve 18,00 km/sa koşu hızından yüksek ($Koşu_{\geq 18,0}$) kat edilen mesafe değerleri metre cinsinden kaydedilmiştir (Gomez-Carmona & Pino-Ortega, 2016). Veriler GPS özelliğine sahip KAH monitörü (Polar M400, Finlandiya) ile toplanmış, toplanan veriler 6 eşit periyotta (1. Periyot: 0-15dk., 2. Periyot: 15-30dk., 3. Periyot: 30-45dk., 4. Periyot: 45-60dk., 5. Periyot: 60-75dk., 6. Periyot: 75-90dk.) 1. yarı, 2. yarı ve tüm müsabaka olarak analiz edilmiştir.

Verilerin Analizi: Müsabaka sırasında hakemlere ait iç ve dış yük yanıtlarının ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandıktan sonra verilerin normal dağılıp dağılmadığına Shapiro-Wilk testi uygulanarak bakılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği belirlendikten sonra ilk ve ikinci yarılar arasındaki farkların belirlenmesi için bağımlı gruplarda t-testi, periyotlar arasındaki farkların belirlenmesi için ise Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA), farkların hangi periyottan kaynaklandığının belirlenmesi ise Bonferroni Çoklu Karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bağımlı Gruplarda t-

testi etki büyüklüğünün belirlenebilmesi için Cohen d (d) yöntemi (Cohen, 2013), Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi için eta kare değerleri (η^2) hesaplanmıştır (Lakens, 2013). Cohen d etki büyüklüğü $d < 0,2$ çok küçük, $0,2 < d < 0,5$ küçük, $0,5 < d < 0,8$ orta, $0,8 < d < 1$ ise büyük, $d > 1$ çok büyük etki olarak değerlendirilmiştir (Cohen, 2013), eta kare değerleri (η^2) $\eta^2 \leq 0,01$ küçük, $\eta^2 \leq 0,06$ orta, $\eta^2 \leq 0,14$ büyük olarak sınıflandırılmıştır (Lakens, 2013). Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak değerlendirilmiştir, bütün analizler SPSS 22.0 paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1

Hakemlere Ait Fiziksel ve Fizyolojik Özellikler

	\bar{x}	\pm
Yaş (yıl)	24,44	2,35
Boy Uzunluğu (cm)	181,31	4,79
Vücut Ağırlığı (kg)	74,97	4,63
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	10,16	2,14
VO₂maks (ml.kg⁻¹.dk⁻¹)	54,26	3,48
KAH_{maks} (atım.dk⁻¹)	193,48	8,93
Hakemlik Deneyimi (yıl)	3,86	0,37

Hakemlere ait bazı fiziksel ve fizyolojik özellikler Tablo 1, müsabaka sırasındaki iç yük çıktıları Tablo 2, dış yük çıktıları ise Tablo 3'de belirtilmiştir.

Tablo 2

Müsabaka Sırasında Hakemlere Ait İç Yük Yanıtları

	1.Periyot (0-15dk.)	2.Periyot (15-30dk.)	3.Periyot (30-45dk.)	1.Yarı (0-45dk)	4. Periyot (45-60dk.)	5. Periyot (60-75dk.)	6. Periyot (75-90dk.)	2.Yarı (45-90dk.)	Müsabaka (0-90dk.)
%KAH_{zirve}	92,50± 4,57	92,85± 4,81	93,33± 4,71 [£]	92,89± 4,39*	91,49± 5,39	91,79± 5,36	91,62± 5,54	91,63± 5,07	93,47± 4,43
%KAH_{ort}	81,61± 5,39	82,44± 5,53 [#]	83,48± 5,30 ^{£\$}	82,51± 4,95*	79,85± 5,62	80,74± 6,07	81,01± 6,26	80,54± 5,64	81,52± 5,04
KAH_{<%65}	0,68± 1,37	0,32± 0,84	0,22± 0,81	1,24± 2,31	0,89± 1,54 ^é	0,65± 1,71	0,49± 1,88	2,04± 4,91	3,28± 6,86
KAH_{%65-75}	2,44± 2,16	2,56± 2,75	2,08± 2,55 [!]	7,10± 6,75	3,41± 2,60 ^{\$+}	3,22± 2,80	2,74± 2,73	9,39± 7,53 [@]	16,49± 13,35
KAH_{%75-85}	6,08± 2,50	6,10± 2,58	5,88± 2,66	18,07± 6,24	6,59± 2,68	6,08± 2,49	6,64± 2,33	19,33± 6,26	37,40± 10,80
KAH_{%85-95}	5,45± 3,64	5,47± 3,48	6,23± 3,65 [£]	17,17± 9,73*	3,85± 3,46 [¥]	4,69± 3,70	4,86± 3,37	13,41± 9,66	30,57± 18,14
KAH_{>95}	0,32± 1,09	0,52± 1,11	0,57± 1,21	1,43± 3,12	0,24± 0,58	0,33± 0,74	0,25± 0,65	0,83± 1,74	2,26± 4,22

*: 1. Yarı 2. Yarıdan Yüksek, @: 2. Yarı 1.Yarıdan Yüksek, £: 4,5,6'inci Periyottan Yüksek, ¥: 1,2,3,6'inci Periyottan Düşük, é: 2,3,6'inci Periyottan Yüksek, !: 4,5'inci Periyottan düşük, #: 4,5'inci Periyottan yüksek, \$: 1'inci Periyottan Yüksek, +: 3. Periyottan Yüksek; p < 0,05

Hakemlere ait iç yük verilerine bakıldığında 1. yarı %KAH_{ort} ($t_{(60)} = 4,598$, $p = 0,000$, $d = 0,182$), %KAH_{zirve} ($t_{(60)} = 3,620$, $p = 0,001$, $d = 0,131$) ve KAH_{%85-95} ($t_{(60)} = 4,285$, $p = 0,000$, $d = 0,190$) değerlerinin 2. yarıdan yüksek, bu bulguların

aksine $KAH_{\%65-75}$ ($t_{(60)}=-3,482$, $p=0,001$, $d=0,158$) 2. yarı değerlerinin ise 1. yarıdan yüksek olduğu görülmüştür. Diğer KAH değerleri ise müsabakanın yarılarna göre farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Relatif KAH verileri periyotlara göre değerlendirildiğinde $\%KAH_{zirve}$ ($F_{(1,60)}=5,480$, $p=0,000$, $\eta^2=0,084$), $\%KAH_{ort}$ ($F_{(1,60)}=11,751$, $p=0,000$, $\eta^2=0,164$), $KAH_{\leq\%65}$ ($F_{(1,60)}=4,328$, $p=0,001$, $\eta^2=0,067$), $KAH_{\%66-75}$ ($F_{(1,60)}=6,761$, $p=0,000$, $\eta^2=0,101$) ve $KAH_{\%86-95}$ ($F_{(1,60)}=9,626$, $p=0,000$, $\eta^2=0,138$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterirken, $KAH_{\%76-85}$ ve $KAH_{\geq 96}$ verileri periyotlar arasında benzerdir ($p>0,05$). Bonferroni çoklu karşılaştırma sonuçları $\%KAH_{zirve}$, $\%KAH_{ort}$, $KAH_{\%86-95}$ 3. periyot verilerinin 4., 5. ve 6.'nci periyottan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte 3. periyot $\%KAH_{ort}$ 1. periyottan, 2. periyot ise 4. ve 5'inci periyottan anlamlı derecede yüksektir ($p<0,05$). 4. periyottaki KAH verileri değerlendirildiğinde $KAH_{\leq\%65}$ 2., 3. ve 6'nci periyottan, $KAH_{\%66-75}$ ise 1. ve 3'üncü periyottan yüksek, $KAH_{\%86-95}$ ise 1., 2., 3. ve 6'nci periyottan düşük değerler göstermiştir. Ek olarak 3. periyotta ölçülen $KAH_{\%66-75}$ değerleri 4. ve 5'inci periyottan düşüktür.

Tablo 3

Müsabaka Sırasında Hakemlere Ait Dış Yük Yanıtları

	1.Periyot (0-15dk.)	2.Periyot (15-30dk.)	3.Periyot (30-45dk.)	1.Yarı (0-45dk)	4. Periyot (45-60dk.)	5. Periyot (60-75dk.)	6. Periyot (75-90dk.)	2.Yarı (45-90dk.)	Müsabaka (0-90dk.)
Koşu_{maks}	16,02±	15,25±	15,62±	17,45±	15,47±	15,18±	15,24±	16,90±	18,31±
(km.sa ⁻¹)	2,32	2,33	2,26	2,11	2,28	1,90	2,29	2,01	1,96
Koşu_{ort}	5,01±	4,65±	4,68±	4,78±	4,71±	4,56±	4,61±	4,63±	4,70±
(km.sa ⁻¹)	0,42 [£]	0,47	0,44	0,33*	0,44	0,49	0,55	0,36	0,30
Koşu_{≤3,6}	41,84±	49,79±	44,25±	135,89±	52,70±	58,96±	54,86±	166,53±	302,43±
(m)	23,57 [#]	26,79	25,40 [#]	50,86	25,86	34,08	24,95	60,10 [@]	96,17
Koşu_{3,6-7,2}	534,68±	549,59±	532,50±	1616,78±	527,60±	506,85±	537,40±	1571,86±	3188,64±
(m)	13,31	16,15	14,53	289,51	15,42	13,60	16,28	289,12	527,18
Koşu_{7,2-13,0}	595,35±	499,21±	531,34±	1625,92±	529,35±	514,37±	494,87±	1538,61±	3164,52±
(m)	18,01 ^{&}	19,66	16,53	319,76*	19,16	19,68	21,71	380,23	645,60
Koşu_{13,0-18,0}	77,11±	57,95±	59,59±	194,66±	63,96±	58,38±	61,54±	183,90±	378,56±
(m)	53,52	60,76	51,16	120,26	53,75	46,41	54,86	117,32	200,79
Koşu_{>18,0}	7,47±	2,84±	3,54±	13,87±	2,98±	1,42±	2,82±	7,24±	21,11±
(m)	16,24	11,09	10,84	25,49	8,05	6,13	12,05	17,08	28,52

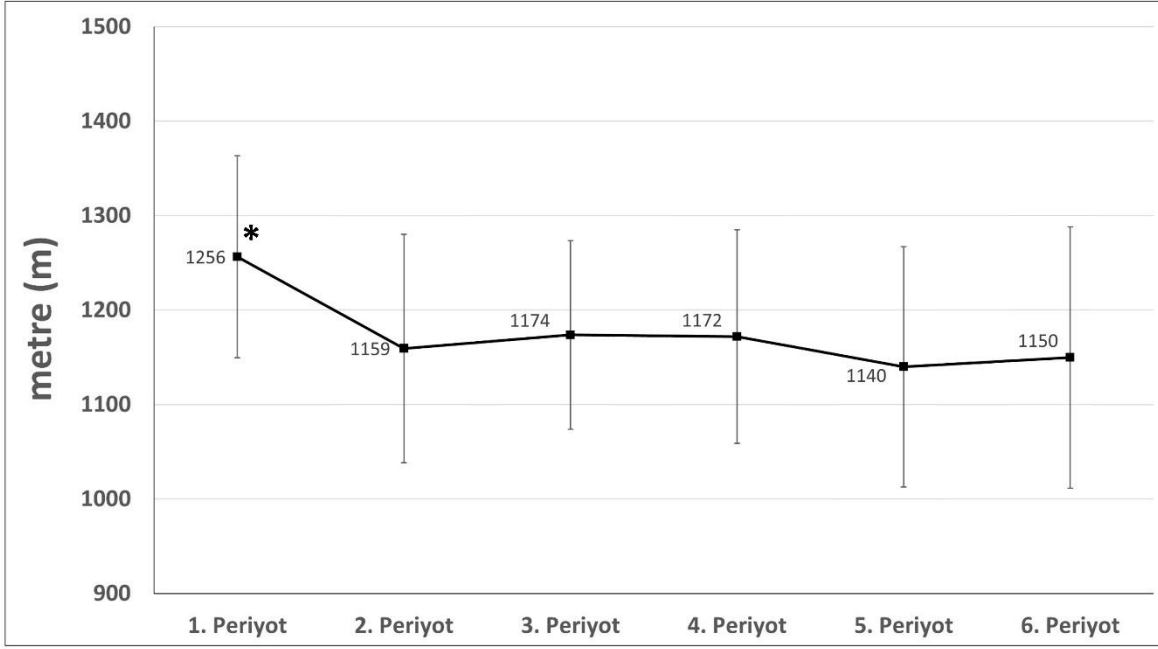
*: 1. Yarı 2. Yarıdan Yüksek, @: 2. Yarı 1.Yarıdan Yüksek, £: 2,3,4,5,6'nci Periyottan Yüksek, &: 2,4,5,6'nci Periyottan Yüksek, #: 5,6 Periyottan Düşük,

Hakemlere ait dış yük verileri değerlendirildiğinde 1. yarı $Koşu_{ort}$ ($t_{(60)}=3,294$, $p=0,002$, $d=0,217$), ve $Koşu_{7,2-13,0}$ ($t_{(60)}=3,162$, $p=0,002$, $d=0,123$) değerlerinin 2. yarıdan yüksek, $Koşu_{\leq 3,6}$ ($t_{(60)}=-4,267$, $p=0,000$, $d=0,265$) 2. yarı verilerinin de 1. yarıdan yüksek olduğu belirlenmiştir. $Koşu_{maks}$, $Koşu_{3,6-7,2}$, $Koşu_{13,0-18,0}$ ve $Koşu_{\geq 18,0}$ dış yük verileri ise yarılara göre benzerdir ($p>0,05$).

Hakemlerin müsabaka sırasındaki $Koşu_{3,6-7,2}$, $Koşu_{13,0-18,0}$, $Koşu_{\geq 18,0}$, $Koşu_{maks}$ kinematik verileri periyotlara göre farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Buna karşılık $Koşu_{\leq 3,6}$ ($F_{(1,60)}= 4,525$, $p= 0,001$, $\eta^2= 0,070$), $Koşu_{7,2-13,0}$ ($F_{(1,60)}= 6,210$, $p= 0,000$, $\eta^2= 0,094$) ve $Koşu_{ort}$ ($F_{(1,60)}= 9,048$, $p= 0,000$, $\eta^2= 0,131$) verileri periyotlara göre farklıdır. Post hoc karşılaştırmaları hem 1. hem de 3. periyot $Koşu_{\leq 3,6}$ verilerinin 5. ve 6'ncı periyottan düşük olduğunu göstermiştir. Ek olarak 1. periyot $Koşu_{7,2-13,0}$ 'un 2., 4., 5. ve 6'ncı periyottan yüksek ve 1. periyot $Koşu_{ort}$ ise diğer tüm periyotlardan yüksek olduğu belirlenmiştir.

Şekil 1

Hakemlerin Müsabaka Sırasında Periyotlara Göre Kat Edilen Mesafe (m) Cevapları



(*: 2,3,4,5 Ve 6. Periyottan Yüksek)

Hakemlerin 1. yarıdaki ($3589,57 \pm 232,37$ m) $Koşu_{toplam}$ değerleri 2. yarıdan ($3461,99 \pm 274,41$ m) anlamlı derecede yüksektir ($t_{(60)}=3,745$, $p=0,000$). $Koşu_{toplam}$ değerlerinin ($F_{(1,60)}= 10,112$, $p= 0,000$, $\eta^2= 0,144$) periyotlar arasında anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığın 1. periyotta ölçülen yüksek $Koşu_{toplam}$ değerinden kaynaklandığı da ayrıca belirlenmiştir (Şekil 1; $p<0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmanın dış yük bulguları hakemlerin hem toplam iş çıktısı ($Koşu_{toplam}$, $Koşu_{ort}$) hem de orta şiddetli ($Koşu_{7,2-13,0}$) aktivitelerinin 2. yarıda düştüğünü, yürüme ($Koşu_{<3,6}$) aktivitelerinin ise 2. yarıda anlamlı şekilde arttığını göstermektedir. Yürüme ($Koşu_{<3,6}$) aktivitelerindeki anlamlılık 2. yarının tüm periyotlarının (45-60dk., 60-75dk., 75-90dk.), 1. (0-15dk) ve 3. (30-45dk) periyottan yüksek olmasıyla ilişkilidir.

Futbol hakemleri ile ilgili yapılan müsabaka analizi sonuçları elit İngiliz (11622m; 9438m) ve İtalyan (11584m) hakemlerin çalışmamızdan çok daha yüksek $Koşu_{toplam}$ mesafelerine ulaşabildiklerini göstermektedir. Bu bulguya ek olarak 2. yarılarında $Koşu_{toplam}$ değerlerinde anlamlı düşüş yaşadıkları da rapor edilmiştir (Castagna ve diğ., 2002; Catterall ve diğ., 1993; Weston ve diğ., 2007). Elit hakemlerin amatörlere göre çok daha yüksek kinematik bulgulara sahip oldukları toplam 110 futbol hakeminin katıldığı çalışmada açıkça rapor edilmiştir (Castillo-Rodríguez ve diğ., 2021). Elit seviye hakemlerin değerlendirildiği bir diğer çalışmada da müsabakanın 2. yarısındaki $Koşu_{toplam}$ değerinin %4.1 düştüğü

ve bu düşüşün anlamlı olduğu belirtilmiştir (D'ottavio ve Castagna, 2001). Çalışmamızda müsabaka devreleri arasındaki bu kinematik farklılığın 1. periyottaki (0-15dk) toplam iş çıkışı ($Koşu_{toplam}$, $Koşu_{ort}$) ve orta şiddetli aktivitelerinin ($Koşu_{7,2-13,0}$) yüksek, yürüme ($Koşu_{<3,6}$) aktivitelerinin ise diğer periyotlardan düşük olmasından kaynaklandığı görülmektedir. Çalışmamızın aksine İspanyol amatör futbol hakemleriyle yapılan bir çalışmada müsabakanın son çeyreğinde en yüksek $Koşu_{toplam}$ mesafesi değerlerine ulaşıldığı fakat bu bulgunun uzatma dakikalarının son çeyrek süresine eklenmesinden kaynaklandığı ve bu dakikalar değerlendirmeye alınmadığında 1. periyottaki $Koşu_{ort}$ verilerinin daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir (Ozaeta ve diğ., 2022). Bu bulgu çalışmamızla paralellik gösteriyor olsa da İspanyol hakemlerin 1. periyottaki $Koşu_{ort}$ değerleri (7.43 km.sa^{-1}) çalışmamızdan (5.01 km.sa^{-1}) yüksektir (Ozaeta ve diğ., 2022). Elit hakemler üzerinde yapılan diğer çalışmalar da bizim çalışmamızın 1. periyottaki yüksek $Koşu_{toplam}$ bulgularını destekler niteliktedir (D'ottavio ve Castagna, 2001; Krusturp ve diğ., 2009). Avrupa'nın üst düzey liglerinden birinde müsabaka süresi 5 dakikalık periyotlara göre değerlendirilmiş ve hakemlerin en yüksek $Koşu_{toplam}$ değerlerine 0-5dk., 5-10dk. ve 45-50 dk. arasında ulaştıkları, yarı sonlarına doğru $Koşu_{toplam}$ 'ın düştüğü belirlenmiştir (Weston ve diğ., 2011). Bu bulguların aksine Brezilyalı elit (5219m-5230m; (Costa ve diğ., 2013), 4625m-4530m; (da Silva ve diğ., 2008)) ve İspanyol amatör hakemlerin (4300m-4350m; (Ozaeta ve diğ., 2022)) 1. yarıdaki $Koşu_{toplam}$ mesafelerini 2. yarıda istatistiksel olarak koruyabildiklerini gösteren çalışmalar da literatürde yer almaktadır (Costa ve diğ., 2013; da Silva ve diğ., 2008; Ozaeta ve diğ., 2022).

Çalışmaya katılan amatör hakemlerin $Koşu_{13,0-18,0}$, $Koşu_{>18,0}$ ve $Koşu_{maks}$ değerlerinin yarılaraya göre farklılaşmadığı gibi periyotlar arasında da anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Literatürde hakemlerin hız kategorilerinin farklı değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır (Castagna ve diğ., 2002; D'ottavio ve Castagna, 2001; da Silva ve diğ., 2008; Krusturp ve diğ., 2009; Ozaeta ve diğ., 2022; Weston ve diğ., 2007). Bu çalışmalardan biri hakemlerin $Koşu_{toplam}$ verilerinin yarılaraya göre farklılık gösterse de, yüksek şiddetli aktivite (11.3 km.sa^{-1}) ve sprintle ($>18.2 \text{ km.sa}^{-1}$) kat edilen mesafelerin 2. yarıda değişmediğini rapor etmiştir (da Silva ve diğ., 2008). Elit hakemlerle ilgili başka çalışmalar da $Koşu_{maks}$ (Costa ve diğ., 2013; Ozaeta ve diğ., 2022), yüksek şiddetli aktivite ($>18.0 \text{ km.sa}^{-1}$; $18.1-24 \text{ km.sa}^{-1}$) (Castagna ve diğ., 2002; D'ottavio ve Castagna, 2001) ve sprint ($>24 \text{ km.sa}^{-1}$; $>19,8 \text{ km/sa}$) (Castagna ve diğ., 2002; D'ottavio ve Castagna, 2001; Weston ve diğ., 2007) mesafelerinin hem yarılaraya hem de periyotlara göre değişmediğini belirlemiştir ve bizim çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir. Futbol hakemlerinin yüksek hızlardaki mesafelerini 2. yarıda koruyabildikleri gözlemlense de bu durum düşük ve orta şiddetteki hız seviyelerinde aynı netlikte değildir. Yapılan bir müsabaka analizi çalışmasında düşük (5.8 km.sa^{-1}) ve orta şiddetli aktivitelerin (8.8 km.sa^{-1}) 2. yarıda arttığı belirlenmiş (da Silva ve diğ., 2008), bu bulgunun aksine bir başka çalışmada ise hakemlerin $<13 \text{ km.sa}^{-1}$ aktivitelerinin yarılaraya göre farklılık göstermediği rapor edilmiştir (D'ottavio ve Castagna, 2001).

Fizyolojik olarak değerlendirildiğinde ise çalışmamız hakemlerin $\%KAH_{ort}$ ve yüksek şiddetli ($\%KAH_{zirve}$, $KAH_{\%85-95}$) KAH yanıtlarının ikinci yarılarada düştüğünü, aynı zamanda orta şiddetli KAH ($KAH_{\%65-75}$) yanıtlarının da 2. yarıda anlamlı şekilde arttığını göstermektedir. 3. periyottaki (30-45 dk) yüksek KAH ($\%KAH_{ort}$, KAH_{zirve} , $KAH_{\%85-95}$) yanıtlarından kaynaklı en yüksek, 4. periyottaki (45-60dk) düşük KAH cevapları ise ($KAH_{<\%65}$, $KAH_{\%65-75}$, $KAH_{\%85-95}$) en düşük fizyolojik yüke maruz kaldıkları periyotlar olarak değerlendirilebilir.

Hakemlere ait müsabaka KAH verileri de $Koşu_{toplam}$ verileri düştükçe $\%KAH_{ort}$ ve $\%KAH_{zirve}$ verilerinin 2. yarıda düşüş gösterdiğini desteklemektedir (Ozaeta ve diğ., 2022). Buna ek olarak 2. yarıdaki düşük ve orta şiddetteki KAH ($KAH_{\%60-70}$, $KAH_{\%70-80}$) verilerinin arttığı, yüksek şiddetlilerin ($KAH_{\%90-100}$) ise anlamlı derecede düştüğü rapor edilmiştir (10). 1. ve 2. periyottaki KAH_{ort} yanıtlarının 2. yarının tüm periyotlarından (45-60dk, 60-75dk, 75-90dk) yüksek, 1. periyottaki KAH_{zirve} yanıtlarının ise sadece tek periyotta (60-75dk) anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir (Ozaeta ve

diğ., 2022). Avrupa'nın en önemli liglerinden bir tanesinde elit futbol hakemlerinin en düşük KAH cevaplarına 4. periyotta ulaştığı ve 2. yarının sonuna doğru KAH verilerinin anlamlı şekilde yükseldiği (5. ve 6. periyot) belirlenmiştir (Weston ve diğ., 2006). Literatürde kinematik bulgulardaki farklı sonuçlar KAH bulgularına da yansımaktadır. Türk amatör ve elit hakemlerin müsabaka sırasında %KAH_{ort} (Bozdoğan ve diğ., 2016; Özdamar ve diğ., 2021) ve %KAH_{zirve} (Bozdoğan ve diğ., 2016) değerlerinin ilk yarı ve ikinci yarıya göre farklılık göstermediği, ek olarak Uluslararası müsabakaları yöneten hakemlerin de %KAH_{ort} değerlerinin yarılaraya göre farklılaşmadığı rapor edilmiştir (Krustrup ve diğ., 2009). Bir başka çalışmada da elit hakemlerin kinematik bulgularında 2. yarı düşüşler gözlemlenmiş fakat bu bulgular %KAH_{ort} verilerine yansımamıştır (Catterall ve diğ., 1993).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Literatürde çelişkili bulgular yer alsa da hakemlerin müsabaka sırasında en az futbolcular kadar yüksek kinematik çıktılarına ulaştıkları çalışmalarla desteklenmektedir (Rampinini ve diğ., 2007; Weston ve diğ., 2011). Hakemlerin üzerine binen yüksek iç ve dış yüklenmeler sonucunda enerji depolarındaki azalma hakemlerde yorgunluğa sebep olmuş olabilir ve bu durum çalışmamızda 2. yarıdaki performans (Koşu_{toplam}, Koşu_{ort}, Koşu_{7,2-13,0}) parametrelerinde görülen düşüşün başlıca nedeni olarak gösterilebilir. Performans düşüşü ise periyotlar ve yarılar arasındaki fizyolojik (%KAH_{ort}, KAH_{zirve}, KAH_{%85-95}) farklılıklara neden olmuş olabilir. Bu durumun aksine hakemlerin Koşu_{maks}'lerini ve yüksek şiddetli aktiviteyle (Koşu_{13,0-18,0}, Koşu_{>18,0}) kat ettikleri mesafeleri koruyabilmeleri müsabakanın her anında ani gelişen durumlara yorgunluğa rağmen adapte olabildiklerini gösteren bir bulgudur. Şiddetli aktiviteler 2. yarıda düşüş göstermemiş olsa da aktivite sonrası toparlanma sürecini etkilemiş olabilir, bu durum yürüme (Koşu_{<3,6}) ve KAH_{%65-75} aktivitelerinin 2. yarıda artmasının nedeni olarak gösterilebilir.

Bu çalışma bölgesel lig hakemleri ve alt kategori müsabakalardan elde edilen verilerle gerçekleştirilmiştir. Elit seviye hakemlerle üst seviye liglerden elde edilecek veriler daha farklı sonuçlar gösterebilir ve elit seviye hakemlerin müsabaka profillerinin belirlenmesi için faydalı olabilir. Bununla birlikte ülkemizdeki bölgesel lig hakem sayısının elit seviyeye göre yüksek olması çalışmamızın daha geniş bir popülasyona hitap edebileceğini göstermektedir. Bu çalışma bölgesel lig hakemlerinin müsabaka sırasında karşılaşılabilecekleri hem iç hem de dış yüklerin analiz edilebilmesi için önemlidir. Müsabaka sırasında karşılaşılabilecek yüklerin belirlenmesi bölgesel lig hakemlerinin antrenman planlamalarını daha doğru şekilde yapabilmelerine katkı sağlayacaktır.

Yazar Katkısı (Authors' Contribution):

- 1. Mehmet Gören KÖSE:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz ve Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
- 2. Berkay OTUZBİROĞLU:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Implementation, Veri Toplama ve İşleme, Data Analiz, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
- 3. Ayşe KİN İŞLER:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Denetleme, Analiz ve Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurum Adı: Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulu

Tarih: 16.07.2019

Sayı No: 2019/ 19-27

KAYNAKÇA

1. **Bangsbo, J., Iaia, F. M., ve Krstrup, P. (2008).** The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
2. **Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., ve Bradley, P. (2014).** The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100.
3. **Bozdoğan, T. K., Kızılet, A., Çağlayan, A., Erdem, K., ve Demirel, N. (2016).** Farklı lig düzeylerindeki müsabakalarda görev yapan üst klasman hakemlerinin fizyolojik açıdan değerlendirilmesi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 97-102.
4. **Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., ve Krstrup, P. (2009).** High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of sports sciences*, 27(2), 159-168.
5. **Castagna, C., Abt, G., ve D Ottavio, S. (2002).** The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 623-627.
6. **Castagna, C., Abt, G., ve D'Ottavio, S. (2007).** Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports medicine*, 37(7), 625-646.
7. **Castillo-Rodríguez, A., Muñoz-Arjona, C., ve Onetti-Onetti, W. (2021).** National vs. non-national soccer referee: Physiological, physical and psychological characteristics. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-9.
8. **Catterall, C., Reilly, T., Atkinson, G., ve Coldwells, A. (1993).** Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *British journal of sports medicine*, 27(3), 193-196.
9. **Cohen, J. (2013).** *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
10. **Costa, E. C., Vieira, C. M., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., ve Aoki, M. S. (2013).** Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of sports science ve medicine*, 12(3), 559.
11. **D'ottavio, S., ve Castagna, C. (2001).** Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167-171.
12. **da Silva, A. I., Fernandes, L. C., ve Fernandez, R. (2008).** Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees during match-play. *Journal of sports science & medicine*, 7(3), 327.
13. **Gomez-Carmona, C., ve Pino-Ortega, J. (2016).** Kinematic and physiological analysis of the performance of the referee football and its relationship with decision making. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(4), 397-414.
14. **Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., ve Marcora, S. M. (2005).** Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of sports sciences*, 23(6), 583-592.
15. **Krstrup, P., ve Bangsbo, J. (2001).** Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of sports sciences*, 19(11), 881-891.
16. **Krstrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., Macdonald, C., Rebelo, A. N., ve Bangsbo, J. (2009).** Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167-1176.
17. **Lakens, D. (2013).** Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in psychology*, 4, 863.
18. **Orta, L. (2002).** Dünyada ve Türkiye'de Futbol Hakemliğinin Başlangıcı ve Gelişimi. *Spor Araştırmaları Dergisi*, 6, 16.
19. **Ozaeta, E., Fernández-Lasa, U., Martínez-Aldama, I., Cayero, R., ve Castillo, D. (2022).** Match Physical and Physiological Response of Amateur Soccer Referees: A Comparison between Halves and Match Periods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1306.
20. **Özdamar, E., Aytar, S. H., ve İşler, A. (2021).** Futbol il hakemlerinin müsabaka sırasında ortaya koydukları fizyolojik yükün lig düzeyine göre incelenmesi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19(1), 29-38.
21. **Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., ve Impellizzeri, F. (2007).** Variation in top level soccer match performance. *International journal of sports medicine*, 28(12), 1018-1024.
22. **Weston, M., Bird, S., Helsen, W., Nevill, A., ve Castagna, C. (2006).** The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(3), 256-262.
23. **Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., ve Abt, G. (2007).** Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 390-397.
24. **Weston, M., Drust, B., ve Gregson, W. (2011).** Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *Journal of sports sciences*, 29(5), 527-532.