

Futbolcularda Oyun Süresi ile Cilt Sıcaklığı Ortalamalarının Termal Kamera Uygulamasıyla İncelenmesi: Deneysel Çalışma

Examining the Average Playing Time and Skin Temperature of Football Players Through Thermal Camera Application: An Experimental Study

¹ Cüneyt YÜKSEL^a, ² Settar KOÇAK^b

^aSerbest Antrenör, Ankara, Türkiye

^bLokman Hekim Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Yöneticiliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Bu çalışma, Cüneyt Yüksel'in "Termal Kamera Uygulamalarıyla Futbolda Sakatlığın ve Yorgunluğun Belirlenmesi" başlıklı yüksek tezinden üretilmiştir (Ankara: Lokman Hekim Üniversitesi; 2024).

ÖZET Amaç: Bu çalışma, profesyonel futbolcularda termal kamera uygulamalarıyla, futbolda resmî müsabakada ilk 11 oynayan ve 60 dk üstünde oynayan oyuncular ile bütün takım cilt sıcaklığı ortalamalarını karşılaştırmak için yapılmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırmada yer alan katılımcılar 18-35 yaş aralığındaki Ankaragücü Futbol Kulübü'nde profesyonel olarak futbol oynayan 20 katılımcı gönüllü bir şekilde katılım sağlamıştır. Katılımcılara resmî futbol müsabakasından 24 saat önce ilk termal kamera ölçümü gerçekleştirilmiş, daha sonra müsabakadan 24 saat sonra ve 48 saat sonra termal görüntüleme kullanılarak taralı alan ile belirlenen bölgelerden cilt sıcaklığı alınmıştır. Bu ölçümler, üç hafta boyunca tekrarlanmıştır. Katılımcıların ilk geldikleri gün antropometrik ölçümler ve termal görüntüleme uygulanmıştır. Değişkenleri tanımlamak için tanımlayıcı ortalama ve standart sapma istatistikleri kullanılmıştır. Çoklu zaman karşılaştırmaları için parametrik olmayan Friedman testi uygulanmıştır. **Bulgular:** Tüm katılımcılara uygulanmış taralı alan belirleme yöntemi ile çoklu zaman karşılaştırmaları ile cilt sıcaklıklarına bakıldığı zaman, ilk resmî müsabakadan önceki ölçümden 24 saat sonrasının daha yüksek olduğu ($p<0,05$) ve 48 saat sonraki cilt sıcaklığının tekrar 24 saat önceki cilt sıcaklığına geri döndüğünü göstermiştir ($p<0,05$). Müsabakada ilk 11 ve 60 dk'nın üstünde oynayan oyuncuların, çoklu zaman karşılaştırılmasını incelendiğinde müsabakadan 24 saat öncesi ile 24 saat sonraki ölçümden anlamlı bir fark oluşturduğunu göstermektedir. **Sonuç:** Profesyonel bir futbol maçına katılımın, maçtan 24 saat sonra termal görüntüleme ile ölçülen cilt sıcaklığı değerlerinde önemli artışlara neden olabileceğini göstermektedir. Bu değişkeni kas hasarının bir göstergesi olarak kabul etmek, profesyonel futbol kulüplerinde yaralanma önleme programının bir parçası olarak antrenman kontrolü sürecinde yardımcı olabilir.

ABSTRACT Objective: This study was conducted to compare the skin temperature averages of the first 11 players who played for more than 60 minutes in official football matches with the whole team, using thermal camera applications in professional football players. **Material and Methods:** The participants in the study were 20 participants, aged 18-35, who played football professionally in Ankaragücü Football Club. The first thermal camera measurement was performed on the participants 24 hours before the official football match, and then skin temperature was taken from the areas determined by the shaded area using thermal imaging 24 hours after the match and 48 hours later. These measurements were repeated for three weeks. Anthropometric measurements and thermal imaging were performed. Descriptive mean and standard deviation statistics were used to describe the variables. Non-parametric Friedman test was applied for multiple time comparisons. **Results:** When skin temperatures were examined through multiple time comparisons using the Shaded Area Detection Method, it was found that 24 hours after the measurement before the first official competition was higher ($p<0.05$) and the skin temperature after 48 hours returned to the skin temperature 24 hours before ($p<0.05$). When we look at the multi-time comparison of the players who played in the first 11 and over 60 minutes of the match, we see that there is a significant difference in the measurement 24 hours before and 24 hours after the match. **Conclusion:** It shows that participation in a professional football match can cause increases in skin temperature values measured by thermal imaging 24 hours after the match. Considering this variable as an indicator of muscle damage may be helpful in the training control process as part of an injury prevention program in professional football clubs.

Anahtar Kelimeler: Futbol; termal görüntüleme; cilt sıcaklığı

Keywords: Football; thermal imaging; skin temperature

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Yüksel C, Koçak S. Futbolcularda oyun süresi ile cilt sıcaklığı ortalamalarının termal kamera uygulamasıyla incelenmesi: Deneysel çalışma. Türkiye Klinikleri J Sports Sci. 2024;16(3):257-64.

Correspondence: Settar KOÇAK

Lokman Hekim Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Yöneticiliği Bölümü, Ankara, Türkiye

E-mail: settar.kocak@lokmanhekim.edu.tr

Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 25 Apr 2024

Received in revised form: 13 Jun 2024

Accepted: 15 Jun 2024

Available online: 25 Jun 2024

2146-8885 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Futbol, oyun olarak ortaya çıktığından beri, geniş kitlelere ulaşmıştır. Futbolun “modern” kurallarıyla ortaya çıkışı ise 19. yüzyıl ortalarında İngiltere’de gerçekleşmiştir.¹ Günümüzdeyse spor müsabakalarında önemli bir yere sahip olan futbol, teknik-taktik fiziksel özellikler ve temel motorik özelliklerinde olduğu dünyadaki en popüler spor dallarından biri hâline gelmiştir.²

Futbolcuların bir maç süresince toplamda 9-14 km arası mesafe kat ettikleri bilinmektedir.³ Bununla birlikte, ortalama egzersiz şiddetleri anaerobik eşik koşu hızına yakındır ve ortalama kalp atım hızları 170 atım/dk. maksVo2 kapasiteleri yaklaşık olarak 70 mL/kg/dk olarak gösterilmiştir.⁴

Profesyonel oyuncuların bir sezonda 50-80 arası müsabaka yaptıkları ve bir hafta içinde 3 maça çıktıkları sıklıkla görülmektedir.⁵ Bu yoğun müsabaka dönemleri nedeniyle oyuncular fiziksel toparlanma için gereken zamanı bulamamaktadır. Bundan dolayı oyuncular, performanslarında azalma veya yaralanmalara sebep olabilecek düzeyde akut veya kronik yorgunluğa maruz kalabilirler.⁶ 25 kişilik kadroya sahip profesyonel bir futbol takımında sezon başına ortalama olarak; toplamda 81 sakatlık gerçekleşmesi ve bunlardan 15’inin kas sakatlığı olması beklenir.⁷ Bu sebeple yorgunluğun takip edilmesi ve sakatlığın tahmin edilmesiyle ilgili uygulamalara ihtiyaç vardır.

Monitörizasyon, sporcuların performansını ve fiziksel durumunu sürekli olarak izlemek için kullanılan önemli bir araçtır. Bu süreç, sporcunun iç ve dış yüklerini birlikte değerlendirerek bütünsel bir bakış açısı sağlar.⁸ Cilt sıcaklığını ölçebilen termal kamera görüntüleme tekniklikleri ile seçilen kas gruplarındaki sıcaklık farklılıklarından yola çıkarak yorgunluğu ve sakatlığı değerlendirmek için kullanılabilir.

Egzersiz yapılan kaslarda, üretilen ısı artışı daha fazla olmasından dolayı kızılötesi termografi ile yapılan cilt sıcaklığı ölçümlerinin kas stresini ölçmek için iyi bir yöntem olabileceği ifade edilmiştir.⁹ Egzersize bağlı kas hasarının egzersizi takip eden günler boyunca cilt sıcaklığı arttıracığı hipotezi yorgunluğun belirteci olarak gösterilmektedir.¹⁰ Bundan dolayı antrenörler sadece cilt sıcaklığı altındaki dinamikleri değil kas simetrisini değerlendirerek yorgunluk ve sakatlığın tahmini için termal

kameranın bize verdiği kolaylıkları kullanabilirler.¹¹ Bu çalışma, profesyonel futbolcularda termal kamera uygulamalarıyla futbolda resmî müsabakada ilk 11 oynayan ve 60 dk üstünde oynayan oyuncular ile bütün takım cilt sıcaklığı ortalamalarını karşılaştırmak için yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

VERİLERİN TOPLANMASI

Katılımcıların boy uzunlukları hassaslık derecesi \pm 0,01 mm olan stadiometre (Seca 707, Almanya) ile ölçülmüştür. Beden kitle indeksleri (BKİ) ve yağsız vücut ağırlığı (YVA) (Tanita BC-418, Almanya), biyoelektriksel impedans analiz yöntemi ile belirlenmiştir. Katılımcıların termal kamera ölçümlerinde 320x240 piksel kızılötesi görüntü alabilen FLIR E75 (FLIR Systems, USA) cihazla ölçüm alınmıştır. Taralı alan belirlenmesi için FLIR Tools programı ile bilgisayarda belirlenmiştir. Belirlenen sıcaklık değerleri yine bu yazılım aracılığıyla elde edildi. Ölçümler sırasında, Ankaragücü Spor Futbol Kulübü profesyonel takım antrenörleri, antropometrik ölçümlerin uygulanmasına yardımcı olmuştur.

TARALI ALAN BELİRLENMESİ

Taralı alan belirleme işlemi sırasında, uyluk bölgesi için patellanın üst sınırından 5 cm yukarisından kasık çizgisine kadar olan kısmı ölçülürken; bacak taralı alan bölgesi için patellanın alt sınırından 5 cm aşağısından malleolün 10 cm yukarisına kadar olan kısım ölçülmüştür. Vücudun ön ve arka tarafı için ise sağ ve sol bacaklar için sırasıyla 10 cm genişlik x 20 cm yükseklik ve 7 cm genişlik x 19 cm yükseklik ölçülerine sahip taralı alanlar belirlenmiştir. Bu ölçümler, önceki çalışmalarda belirtilen yöntemlere dayanılarak yapılmıştır.^{12,13}

ARAŞTIRMANIN TASARIMI

Tüm ölçümler Ankaragücü Spor Kulübü Tesisleri Spor Merkezinde yapılmıştır. Çalışmaya katılan futbolculara, çalışmadan bahsedilmiş ve gönüllü olmak isteyenlerin “Araştırma Amaçlı Çalışma için Aydınlatılmış Onam Formu” imzalamaları gerektiği söylenmiştir. Futbolcuların vücut ağırlıkları, BKİ, boy uzunlukları ve yağ yüzdeleri kaydedilmiştir. Ölçümden 4 saat önce krem, kozmetik kullanılmaması ve

duş alınmaması, soğuk sıcak uygulamaları yapılması konusunda futbolculara bilgi verilmiştir. Futbolcular günlük antrenman programlarına devam etmiştir. Katılımcılara resmî futbol müsabakasından 24 saat önce ilk termal kamera ölçümü gerçekleştirilmiş, daha sonra müsabakadan 24 saat sonra ve 48 saat sonra termal görüntüleme kullanılarak taralı alan ile belirlenen bölgelerden cilt sıcaklığı alınmıştır. Bu ölçümler, üç hafta boyunca tekrarlanmıştır (n=20). Çalışma protokolleri ve deney prosedürleri Helsinki Deklarasyon prensipleri 2008 ilkelerine göre gerçekleştirilmiştir. Lokman Hekim Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulundan (tarih: 07 Aralık 2023; no: 2023224) onay alınmıştır.

ARAŞTIRMA GRUBU

Çalışmaya 18-35 yaş aralığındaki Ankaragücü Futbol Kulübünde profesyonel olarak futbol oynayan 20 katılımcı (yaş: 25,05±4,85 yıl; boy: 175,20±5,59 cm; vücut ağırlığı: 74,96±7,34 kg; BKİ: 22,88±1,47 kg/m²; YVA: 65,75±5,53 kg) gönüllü bir şekilde katılım sağlamıştır. Çalışma yapılmadan önce, çalışmaya katılacak sporculara çalışma ile ilgili detaylı bilgiler anlatılmış ve “Araştırma Amaçlı Çalışma için Aydınlatılmış Onam Formu” imzalamaları talep edilmiştir.

Tüm değerler Ortalama±Standart sapma şeklindedir; n=20 katılımcı içindir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

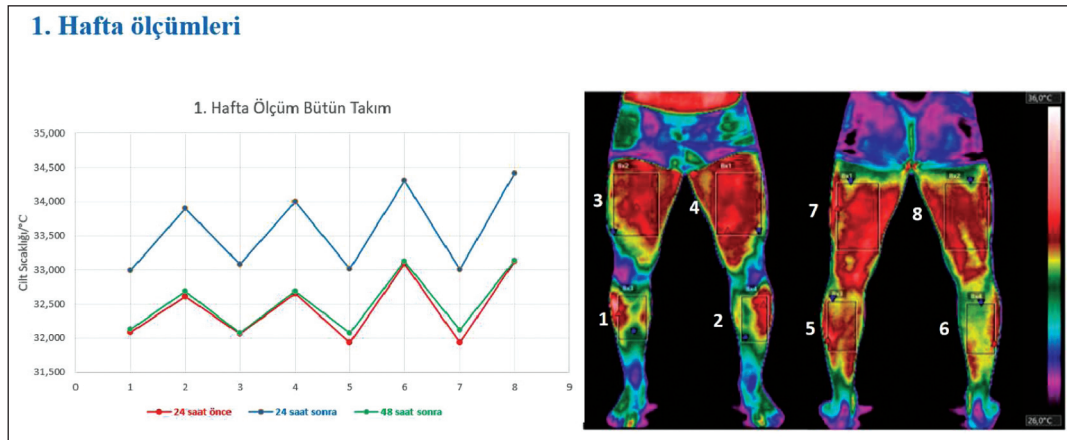
Çalışma için analizler SPSS 20.0 yazılımı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapılmıştır. Kabul

edilen anlamlılık düzeyi (p<0,05) olarak belirlenmiştir. Cilt sıcaklığındaki analizleri yaparken taralı alan belirleme yöntemi ile ortalama cilt sıcaklıkları kullanılmıştır ve buna ek olarak her bir taralı alanın cilt sıcaklığı ve her bir taralı alanın resmî müsabaka öncesi değerlere göre farkına bakılmıştır. Değişkenleri tanımlamak için tanımlayıcı ortalama ve standart sapma istatistikleri kullanılmıştır. Çoklu zaman karşılaştırmaları için parametrik olmayan Friedman testi uygulanmıştır.

BULGULAR

Tüm katılımcılara uygulanmış taralı alan belirleme yöntemi ile çoklu zaman karşılaştırmalarıyla cilt sıcaklıklarına bakıldığında, ilk resmî müsabakadan önceki ölçümden 24 saat sonrasının daha yüksek olduğu görülmüştür (p<0,05) ve 48 saat sonraki cilt sıcaklığının tekrar 24 saat önceki cilt sıcaklığına geri döndüğünü göstermiştir (p<0,05) (Şekil 1).

Resmî müsabakaya ilk 11’de başlamış ve 60 dk’nın üstünde oynayan oyuncuların çoklu zaman karşılaştırmalarıyla cilt sıcaklıklarına bakıldığı zaman, resmî müsabakada oynamayan oyunculara göre cilt sıcaklığı ortalamalarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Müsabakada ilk 11 ve 60 dk’nın üstünde oynayan oyuncuların çoklu zaman karşılaştırılmasına baktığımızda, müsabakadan 24 saat öncesi ile 24 saat sonraki ölçümde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Cilt sıcaklığı ortalamalarına bakıldığında, 0,92-1,84°C arasında müsabaka öncesi değerlere göre yükseldiği görül-



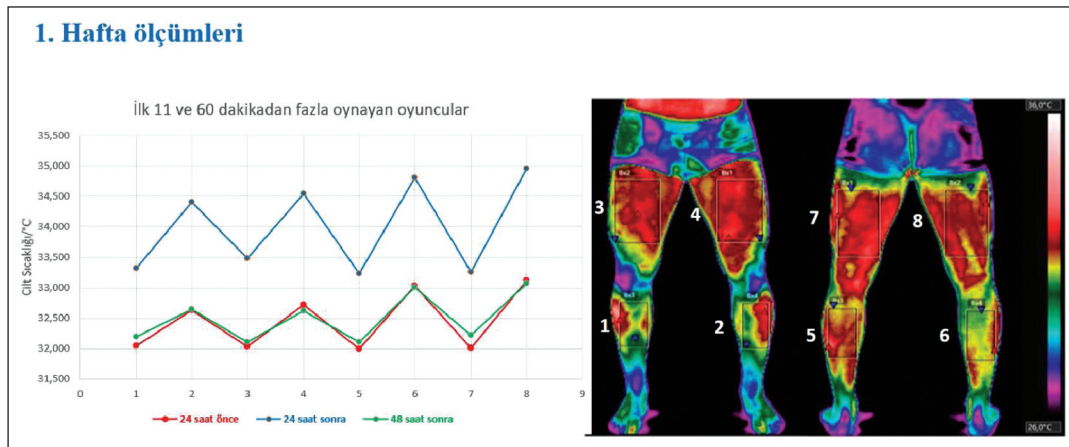
ŞEKİL 1: 1. hafta ölçümleri bütün takım.

mektedir ($p<0,05$). Bunun nedeni, futbol oyununun yüksek bir çaba gerektirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Resmî müsabakadan 48 saat sonraki ölçümde, oynamayan oyunculara olduğu gibi ilk ölçülen cilt sıcaklığına geri dönmüştür ($p<0,05$) (Şekil 2).

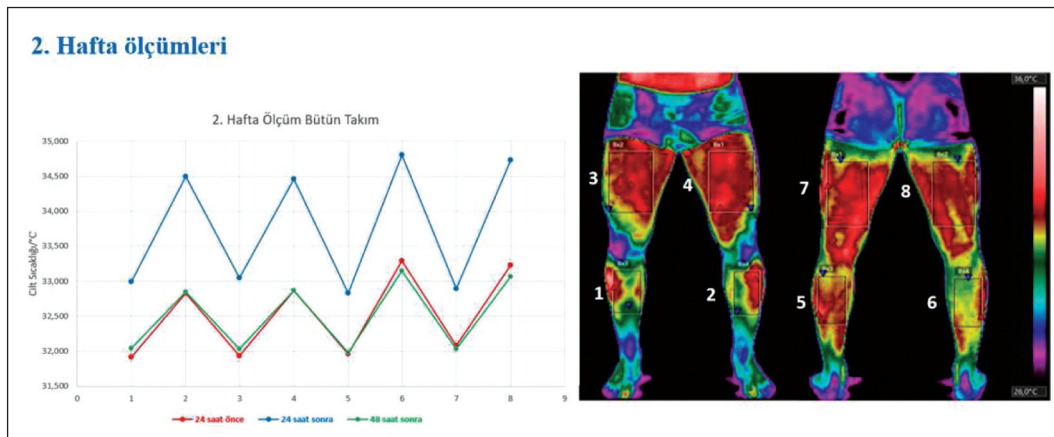
Tüm katılımcılara uygulanmış taralı alan belirleme yöntemi ile çoklu zaman karşılaştırmalarıyla cilt sıcaklıklarına bakıldığında, ilk resmî müsabakadan önceki ölçümden 24 saat sonrasının daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$) ve 48 saat sonraki cilt sıcaklığının tekrar 24 saat önceki cilt sıcaklığına geri döndüğünü göstermiştir ($p<0,05$). Ancak, 1. ölçüm ile 2. ölçüm arasında tüm takım cilt sıcaklığı ortalamalarında müsabakadan sonraki 24 saat ölçümünde ön sağ uyluk, ön sol uyluk, arka sağ uyluk ve arka sol

uyluk arasında 1. hafta ölçümünden farklı olarak cilt sıcaklığı ortalamalarında $0,3-0,5^{\circ}\text{C}$ artış gözlenmiştir. Diğer çoklu zaman karşılaştırmalarında anlamlı bir artış olmamıştır ($p<0,05$) (Şekil 3).

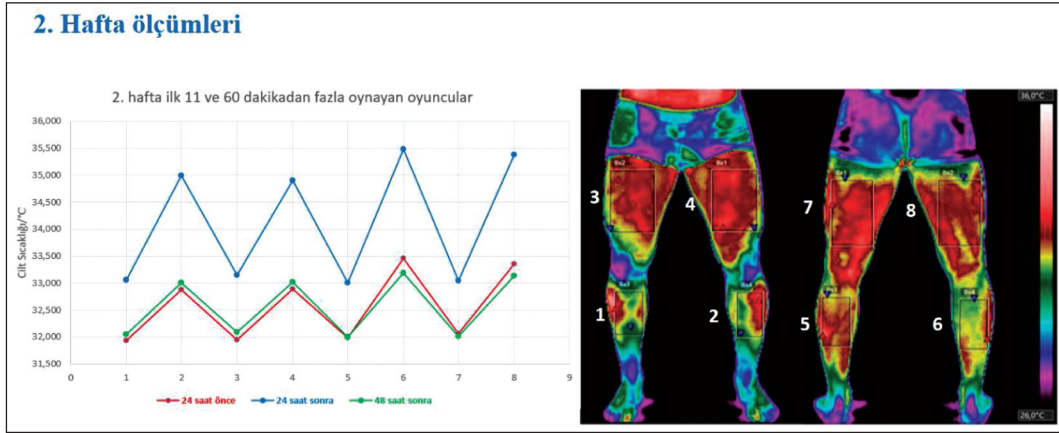
Resmî müsabakaya ilk 11 başlayan ve 60 dk'dan fazla süre oynayan oyuncuların, müsabakadan 24 saat öncesi ile müsabakadan 24 saat sonrası arasında $0,98$ ila $2,12^{\circ}\text{C}$ arasında cilt sıcaklığında artış olduğu görülmektedir. Ayrıca müsabakadan 48 saat sonra cilt sıcaklığının tekrar ilk ölçüme geri dönmüştür ($p<0,05$). Birinci ölçümle karşılaştırıldığında, arka sağ uyluk ($35,48^{\circ}\text{C}$) ve arka sol uyluk ($35,38^{\circ}\text{C}$) bölgelerinde cilt sıcaklığının arttığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu durumun, yorgunluğa bağlı olarak cilt sıcaklığı ortalamasının artması şeklinde değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Şekil 4).⁵



ŞEKİL 2: 1. hafta ölçümleri ilk 11 ve 60 dk'dan fazla oynayan oyuncular.



ŞEKİL 3: 2. hafta ölçümleri bütün takım.

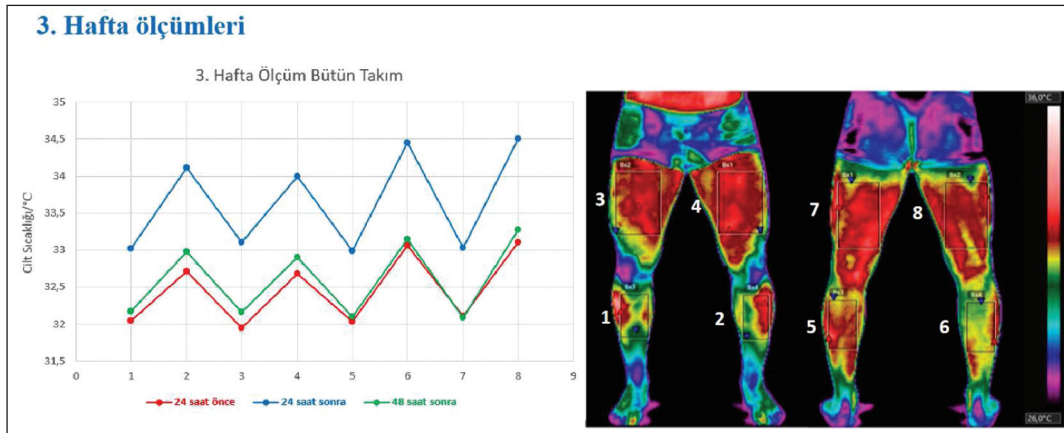


ŞEKİL 4: 2. hafta ölçümleri ilk 11 ve 60 dk'dan fazla oynayan oyuncular.

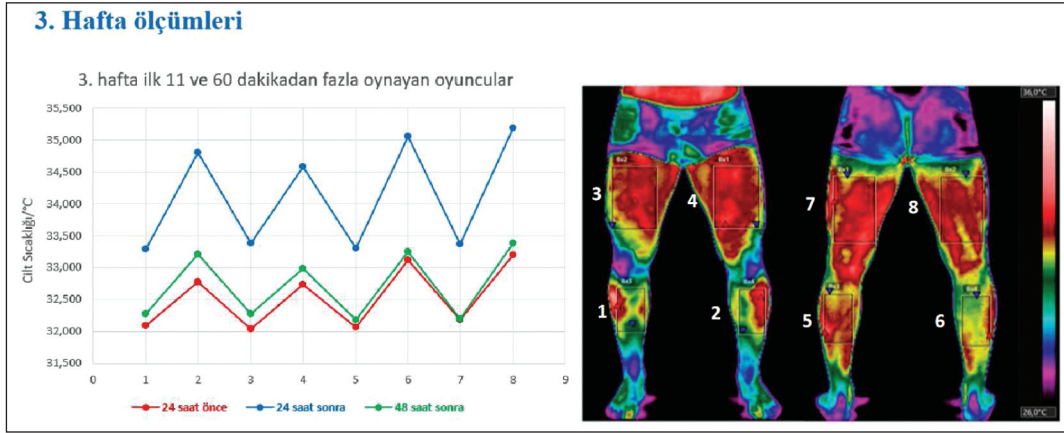
Tüm katılımcılara uygulanmış taralı alan belirleme yöntemi ile çoklu zaman karşılaştırmaları ile cilt sıcaklıkları incelendiğinde, birinci ve ikinci ölçümde olduğu gibi resmî müsabakadan önceki ölçümden 24 saat sonrasının daha yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ayrıca, 48 saat sonraki cilt sıcaklığının tekrar 24 saat önceki cilt sıcaklığına geri döndüğü gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Müsabakadan 24 saat önceki ile 24 saat sonraki cilt sıcaklığı değişiklikleri $0,95-1,4^{\circ}\text{C}$ arasında artış göstermiştir. Müsabakadan 24 saat sonraki ikinci ölçümler ile üçüncü ölçümler arasında ön sağ uyluk, ön sol uyluk, arka sağ uyluk ve arka sol uyluk arasında $0,2$ ila $0,4^{\circ}\text{C}$ arasında ikinci ölçümlerin daha yüksek olduğu görülmektedir, ancak

birinci ölçümlerle anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$) (Şekil 5).

Resmî müsabakaya ilk 11'de başlayan ve 60 dk'dan fazla süre oynayan oyuncuların, cilt sıcaklığının üçüncü ölçüm istatistik analizi sonucu incelenmiştir. Çalışmada, müsabakadan 24 saat öncesinde ve 24 saat sonrasında yapılan cilt sıcaklığı ölçümleri gösterilmiştir. Sonuçlar, müsabakadan önce ve sonra cilt sıcaklığında belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Özellikle, 24 saatlik süre içinde $1,2-2,3^{\circ}\text{C}$ arasında bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca müsabakadan 48 saat sonra ilk ölçüm yapıldığında bu süre içinde cilt sıcaklığının tekrar normale döndüğü gözlemlenmiştir ($p<0,05$) (Şekil 6).



ŞEKİL 5: 3. hafta ölçümleri bütün takım.



ŞEKİL 6: 3. hafta ölçümleri ilk 11 ve 60 dk'dan fazla oynayan oyuncular.

TARTIŞMA

Bu çalışma, profesyonel futbolcularda termal kamera uygulamalarıyla, futbolda resmî müsabakada ilk 11 oynayan ve 60 dk üstünde oynayan oyuncular ile bütün takım cilt sıcaklığı ortalamalarını karşılaştırmak için yapılmıştır. Futbolcularda performansı etkileyen faktörleri anlamak ve bu faktörlerin termal görüntüleme aracılığıyla izlenmesi, sporcuların sağlığını ve performansını optimize etmeye yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır.

Bu çalışmada, incelenen taralı alan ile belirlenen ön ve arka Termal görünümde, resmî müsabakadan 24 sonra cilt sıcaklığının arttığını ve müsabakadan 48 saat sonra müsabaka öncesi değerlere geri döndüğünü göstermektedir. Elde edilen veriler, futbolculardaki termal değişimlerin müsabaka öncesi, sonrası ve sonraki günlerde nasıl bir cilt sıcaklığı olduğunu anlamamıza olanak tanımaktadır. Bu bilgiler, antrenman programları ve dinlenme süreçlerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabilir.

Al-Nakhli ve ark.nın yaptığı bir çalışmada, yüksek yoğunluklu egzersiz sonrasında gecikmiş kas ağrısını değerlendirmek amacıyla termal görüntüleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, yapılan egzersizden 24 saat sonra cilt sıcaklığında belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, daha önce yapılan benzer çalışmalarla uyumlu olup, profesyonel futbol oyuncularının egzersiz sonrası cilt sıcaklığının bu şekilde tepki verdiğini desteklemektedir.¹⁴

16 erkek ve 16 kadın katılımcı, “lat pull down, leg press ve biceps arm curl” egzersizlerini, 1 tekrarinin %70-80’ini kullanarak 3 set 12 tekrar gerçekleştirdiler. Egzersizden 20 dk sonra ve 24 saat sonra vücudun ön ve arka tarafından belirlenen 3 alandan termal görüntüler alındı. Dinlenme anında, kadın katılımcıların erkeklere göre anlamlı olarak daha düşük cilt sıcaklığına sahip olduğu gözlemlendi. Egzersizden 20 dk sonra alınan termal görüntüleme ölçümlerinde, erkek ve kadın katılımcılarda cilt sıcaklıklarında belirgin bir değişiklik olmadı. Ancak, egzersizden 24 saat sonra erkeklerde üst arka bölgede ve kadınlarda kuadriseps kasında, cilt sıcaklığı farklarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edildi.¹⁵

Yaptığımız çalışmaya benzer Fernandes ve ark.nın yaptığı çalışmada, profesyonel futbol oyuncularının cilt sıcaklıklarındaki değişiklikleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen bulgulara göre, müsabakadan sonraki 24 saat içinde cilt sıcaklıklarında 2,0-2,5°C’lik bir artış gözlemlenmiş, ancak müsabakadan 48 saat sonra ise cilt sıcaklıkları ilk ölçülen seviyelere geri dönmüştür. Bu durum, profesyonel futbol oyuncularında normal bir fizyolojik tepki olarak değerlendirilmektedir. Araştırmacılar, bu bulguların futbolcuların vücut sıcaklığı değişimini anlamak ve bu değişikliklerin performansları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için önemli olduğunu vurgulamışlardır.¹⁰

Côrte ve ark.nın 2015-2016 yıllarında Brezilya futbol takımında yaptığı iki yıllık bir araştırmada, resmî müsabakadan 48 saat sonra termal görüntüleme

ölçümünden sonra 0,4°C'den daha yüksek bir cilt sıcaklığı farkı tespit edilirse, sakatlık önleme programı uygulamışlardır. 2015 yılında kas sakatlık sayısı 11 iken 2016 yılında bu sayı 4'e düşmüştür. Araştırmacılar, sakatlıkları belirlemede termal görüntüleme ve ultrasonun karşılaştırıldığı çalışmada, termal görüntülemenin kas sakatlıklarının tespitinde yeni bir yöntem olarak önemli olduğunu vurgulamışlardır.¹⁶

Bununla birlikte, bu çalışmadan farklı bulgulara sahip olan çalışmalar da mevcuttur. Brezilya birinci ligi futbolcuları üzerinde yapılan bir çalışmada, 10 futbolcuya dinlenme sırasında ve resmî bir müsabakadan 24 ve 48 saat sonra termal görüntüleme, kreatin kinaz seviyeleri ve cilt sıcaklığı iletenliği ölçülmüştür. Yapılan termal görüntü ölçümlerinde, dinlenme sırasında elde edilen cilt sıcaklığı ile resmî müsabakadan 24-48 saat sonra elde edilen cilt sıcaklığı arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Ancak 24 ile 48 saat arasında cilt sıcaklığında anlamlı bir fark bulunmamıştır.¹⁷

Benzer bir çalışmada, 12 katılımcıya koşu bandında %85'lik maksimum kalp atış hızına ulaşana kadar her 2 dk'da bir 1 km/s hız artışıyla submaksimal egzersiz uygulanmıştır. Bu egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ve egzersizden 5, 10, 15 ve 20 dk sonra termal görüntüler alınmıştır. Altı farklı belirlenmiş taralı alanda cilt sıcaklığı ortalamaları incelendiğinde, en yüksek cilt sıcaklığı ortalaması azalmasının üst ekstremite bölgesinde olduğu ancak bu değişikliğin ön ve arka bacak bölgelerinde gözlenmediği belirlenmiştir.¹⁸

Özel bir futbol okuluna üye olan 14 çocuğun Amerikan futbolu antrenmanı öncesi ve sonrasında burun, parmak uçları ve alt ekstremitelelerdeki (sağ ve sol) termal davranışı inceleyen çalışma bulgularına göre; başparmak dışında analiz edilen ilgi bölgelerinde önemli değişiklikler (sıcaklık düşüşü) bulunmuştur ve en büyük sıcaklık değişiminin alt ekstremite bölgesinde gösterildiği tespit edilmiştir.¹⁹

30 elit futbolcunun fiziksel ihtiyaçları, cilt sıcaklığı ve iyi oluş durumu arasındaki ilişkiyi 12 haftalık bir müsabaka dönemi boyunca değerlendiren ve termografi değerlendirmeleri içeren çalışmada yük-

sek yoğunluklu hareketlerin uyluklarda termal asimetri oluşumuna katkıda bulunduğu bulunmuştur. Hamstring kasları termal asimetri grupları arasında anlamlı farklılıklar sergilemiştir.²⁰

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, profesyonel bir futbol maçına katılımın, maçtan 24 saat sonra termal görüntüleme ile ölçülen cilt sıcaklığı değerlerinde önemli artışlara neden olabileceğini göstermektedir. Bu değişkeni, kas hasarının bir göstergesi olarak kabul etmek, profesyonel futbol kulüplerinde yaralanma önleme programının bir parçası olarak antrenman kontrolü sürecinde yardımcı olabilir. Bu bulgular, sporcuların performanslarını optimize etmek ve sağlıklı bir şekilde rekabet edebilmeleri için önemli bir bilimsel temel sağlamaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, termal görüntüleme uygulamalarının yorgunluğun ve sakatlığın tespiti açısından önemli bir rol oynayabileceğini göstererek literatürdeki araştırma bulgularını desteklemiştir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Settar Koçak, Cüneyt Yüksel; **Tasarım:** Settar Koçak, Cüneyt Yüksel; **Denetleme/Danışmanlık:** Settar Koçak, Cüneyt Yüksel; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Settar Koçak, Cüneyt Yüksel; **Analiz ve/veya Yorum:** Settar Koçak, Cüneyt Yüksel; **Kaynak Taraması:** Cüneyt Yüksel; **Makalenin Yazımı:** Cüneyt Yüksel; **Eleştirel İnceleme:** Settar Koçak; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Cüneyt Yüksel.

KAYNAKLAR

- Aydın MB, Hatipoğlu D, Ceyhan Ç. Endüstriyel futbol çağında "tarafçılık" ["To be supporter" in the industrial football age]. *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*. 2008;26(1):289-316. [[Link](#)]
- Yarayan MT, Müniroğlu S. Sekiz haftalık pliometrik antrenman programının 13-14 yaş grubu futbolculara dikey sıçrama, çeviklik, sürat ve kuvvet parametreleri üzerine etkisi [Effect of eight-week pliometric training program on vertical jump, agility, speed and strength parameters in 13-14 age group soccer players]. *Sportre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2020;18(4):100-12. [[Crossref](#)]
- Günay M, Yüce Aİ. Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri. 1. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi; 2008.
- Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsø F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*. 1991;16(2):110-6. [[PubMed](#)]
- Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, et al. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(1):179-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Kızıltoprak S. Fatigue and recovery in football. *Turk J Sports Med*. 2020;55(2):172-85. [[Crossref](#)]
- Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*. 2011;39(6):1226-32. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Ateş O, Işık A, Topçuoğlu K. Spor teknolojisi ve inovasyon ile kas yaralanmaları engellenebilir mi? Dönmez G, editör. *Sporcularda Kas Yaralanmalarına Güncel Yaklaşım*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.131-5. [[Link](#)]
- Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors (Basel)*. 2010;10(5):4700-15. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DG, Marins JCB, Garcia ES. Application of infrared thermography in the assessment of muscle damage in elite soccer athletes. *MOJ Orthop Rheumatol*. 2017;8(5):00328. [[Crossref](#)]
- Chudecka M, Lubkowska A, Leźnicka K, Krupecki K. The use of thermal imaging in the evaluation of the symmetry of muscle activity in various types of exercises (symmetrical and asymmetrical). *J Hum Kinet*. 2015;49:141-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Moreira DG, Costello JT, Brito CJ, Adamczyk JG, Ammer K, Bach AJE, et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *J Therm Biol*. 2017;69:155-62. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Marins JCB, Moreira DG, Cano SP, Sillero-Quintana M, Soares DD, Fernandes AA, et al. Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Phys Technol*. 2014;65:30-5. [[Crossref](#)]
- Al-Nakhli HH, Petrofsky JS, Laymon MS, Berk LS. The use of thermal infrared imaging to detect delayed onset muscle soreness. *J Vis Exp*. 2012;(59):3551. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Vieira SG, Sillero-Quintana M, Silva AG, Marins KO, Marins JCB. Thermographic response resulting from strength training: a preliminary study. *Apunts Sports Medicine*. 2020;55(208):120-7. [[Crossref](#)]
- Côrte AC, Pedrinelli A, Martos A, Souza IFG, Grava J, Hernandez AJ. Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study. *BMJ Sport & Exercise Medicine*. 2019;5(1):e000431. [[Crossref](#)]
- Matta L, Rhea MR, Maior AS. Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*. 2019;36(192):220-6. [[Link](#)]
- Fernandes ADA, Amorim PRS, Brito CJ, Costa CMA, Moreira DG, Quintana MS, et al. Skin temperature behavior after a progressive exercise measured by infrared thermography. *J Phys Educ Sport*. 2018;18(3):1592-600. [[Link](#)]
- Cruz-Albarrán IA, Burciaga-Zuñiga P, Perea-Ortiz MG, Morales-Hernandez LA. Thermal behavior of children during american football sports training. In: Rojas I, Valenzuela O, Rojas F, Herrera L, Ortuño F eds. *Bioinformatics and Biomedical Engineering. IWBBIO Lecture notes in computer science*. Springer, Cham. 2020;12108. [[Crossref](#)]
- Majano C, Garcia-Unanue J, Fernández-Cuevas I, Galindo VE, Callejo AA, Sanchez JS, et al. Association between physical demands, skin temperature and wellbeing status in elite football players. *Sci Rep*. 2023;13:13780. [[Crossref](#)]