

Termografi Ölçümlerinin Sporcularda Kas Sakatlıklarını Belirleme ve Önlemedeki Etkisi

Makale yüksek lisans tezinden üretilmiştir.



Oğuzhan KOLOT [Sorumlu Yazar]

Trabzonspor Futbol Kulübü, oguzhan_kolot61@hotmail.com



Selami YÜKSEK

Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, selami.yuksekk@trabzon.edu.tr

Makale Geliş Tarihi: 07.11.2024

Makale Kabul Tarihi: 30.12.2024

Makale Yayın Tarihi: 31.12.2024

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı, alt ekstremitelerde periyodik olarak ölçülen cilt sıcaklığının (termografik ölçüm) kas yaralanmalarının tanımlanması ve önlenmesi üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, profesyonel futbolcularda cilt sıcaklığı asimetrisi ile bildirilen ağrı arasındaki ilişkiyi odaklanılmıştır. **Materyal & Metot:** Çalışmaya 2020-2021 futbol sezonu Türkiye Süper Ligi'nde Trabzonspor Futbol A takımında oynayan 21 profesyonel futbolcu dahil edilmiştir. 17 hafta boyunca, her maçtan 48 saat sonra, alt ekstremitelerin ön ve arka yüzeylerinden kızılötesi termal kamera kullanılarak bilateral cilt sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır. Cilt sıcaklığı asimetrisi kaydedilmiş ve ağrı durumu değerlendirmesi için iki sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Anket, ağrının varlığı ve hissedilen ağrının hangi kas grubunda olduğunu belirlemeye yöneliktir. Darbeye bağlı olmayan kas yaralanmaları, termografik ölçüm sonuçları ve ağrı durumu arasındaki ilişki analiz edilmiştir. **Bulgular:** Hissedilen ağrı ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($X^2=6,68$; $p<0,05$). Ağrı bildiren sporcular arasında cilt sıcaklığı asimetrisi görülme sıklığı (%61,1), ağrı bildirmeyenlere (%30,9) kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksektir. Ayrıca, cilt sıcaklığı asimetrisinin ağrı durumu ile anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir ($Z=-3,87$; $p<0,05$). Ancak, cilt sıcaklığı asimetrisi tek başına kas yaralanmaları ile anlamlı bir ilişki göstermemiştir ($p>0,05$). **Sonuç:** Bulgular, ağrı bildiren sporcuların cilt sıcaklığı asimetrisinin daha yüksek bir sıklıkla görüldüğünü göstermektedir. Bu durum, termografik değerlendirmelerin potansiyel yaralanma risklerini belirlemede faydalı bir araç olabileceğini önermektedir. Cilt sıcaklığı asimetrisinin tek başına kas yaralanmalarını öngörmediği görülsede, ağrı ile olan ilişkisi önleyici stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ağrı bildiren oyuncuların cilt sıcaklığı asimetrisinin, kızılötesi termal kameralar ile belirlenmesi önerilmektedir. Ayrıca $0,5^{\circ}\text{C}$ 'yi aşan asimetrisiye sahip sporcuların antrenman katılımlarının kısıtlanması veya modifiye edilmesi tavsiye edilir. **Anahtar Kelimeler:** Cilt Sıcaklığı, Futbol, Kas, Termografi, Yaralanma

The Impact Of Thermography Measurements On Detecting And Preventing Muscle Injuries In Athletes

ABSTRACT

Purpose: This study aims to examine the effect of periodically measured skin temperature in the lower extremities (thermographic measurement) on the identification and prevention of muscle injuries. Specifically, the study focuses on the relationship between skin temperature asymmetries and reported pain among professional football players. **Materials and Methods:** A total of 21 professional football players from the Trabzonspor A team in the Turkish Süper Lig participated in the study during the 2020-2021 season. Bilateral skin temperature measurements of the anterior and posterior surfaces of the lower extremities were conducted using an infrared thermal camera 48 hours after each match, over a period of 17 weeks. Skin temperature asymmetries were recorded, and players' pain status was assessed through a two-question survey, designed to evaluate the presence of pain and to identify the specific muscle group where the pain was experienced. The relationship between non-impact muscle injuries, thermographic measurement results, and pain status was subsequently analyzed. **Findings:** A statistically significant association was found between perceived pain and skin temperature asymmetry ($X^2=6.68$; $p<0.05$). Athletes reporting pain exhibited a significantly higher frequency of skin temperature asymmetry (61.1%) compared to those without reported pain (30.9%). Furthermore, significant differences were observed between skin temperature asymmetries and pain status ($Z=-3.87$; $p<0.05$). However, no statistically significant association was found between skin temperature asymmetry alone and muscle injuries ($p>0.05$). **Result:** The findings suggest that athletes reporting pain more frequently display skin temperature asymmetries, indicating that thermographic assessments may serve as a valuable tool for identifying potential injury risks. While skin temperature asymmetry alone does not predict muscle injuries, its relationship with pain may aid in the development of preventive strategies. It is recommended to monitor skin temperature asymmetries in athletes who report pain using infrared thermal cameras. Moreover, restricting or modifying training participation for athletes with temperature asymmetries exceeding 0.5°C may be advisable. **Keywords:** Football, Injury, Muscle, Skin Temperature, Thermography

GİRİŞ

Futbol; koşu, şut atma ve yön değiştirme gibi aralıklı kısa ve hızlı hareketlerle karakterize yüksek yoğunluklu, temasa dayalı bir takım sporudur (Murphy ve ark., 2012). Futbolun temasa dayalı olması ve bu denli komplike bir spor olması da onu çeşitli yaralanmalara açık hale getirmiştir. Bu yaralanmalar da sağlık ekipleri için birçok farklı kas problemleri ortaya çıkartır (Usgu, 2007).

Yaralanmalar nedeniyle; sağlık giderlerinde artış, oynayamayan oyuncuların değerlerindeki düşüş, kulüp başarısının azalmasına bağlı olarak ekonomik kayıplara da sebep olacaktır (Woods ve ark., 2002). Bu yüksek maliyetler de erken teşhisin önemini daha da arttırmaktadır. Sakatlıkların sıklığı, ilgili maliyetler ve sakatlanan oyuncuların kişisel acıları göz önüne alındığında, birçok çalışma futbolda yaralanmaların önlenmesine odaklanmıştır. Kızılötesi termal kamera ile ölçülen cilt sıcaklığı, manyetik rezonans görüntülemeye (MRI) göre çok daha ucuz ve portatif bir yöntemdir. Bu sebeple cilt sıcaklığı ölçümlerin kas yaralanmalarını erken teşhiste ya da önlemede diğer tanı metotlarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Cilt sıcaklığı, hastalık ve yaralanmanın varlığını yansıtabilen ve aynı zamanda vücut ile çevre arasındaki yerel etkileşimlere ilişkin öngörü sağlayabilen önemli bir fizyolojik ölçüdür (Lim ve ark., 2008). Klinik ortamlarda cilt sıcaklığı muayenesi; meme kanseri tespiti, diyabetik nöropati ve vasküler bozukluklar, oküler hastalıklar, enflamatuvar ve osteo-artrit dahil olmak üzere oldukça geniş ve çeşitli uygulama alanlarına sahiptir (Bach, 2014). Ranson (1933) yaptığı araştırmada vücut sisteminin anatomik ve fizyolojik olarak simetrik olduğunu belirtmiştir. Bu sebeple de alt ekstremitelerin cilt yüzeyindeki sıcaklık asimetrisinin kas yaralanmaları ya da ağrı ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Cilt sıcaklığını ölçme yöntemleri, iletken ve kızılötesi olmak üzere ikiye ayrılır. İletken cihazlar cilt ile doğrudan temas gerektirir ve ısı transferi yoluyla sıcaklıkları ölçer (Tyler, 2011). Kızılötesi cihazlar ise sıcaklıkla orantılı olarak cilt yüzeyinden yayılan enerjiyi algırlar (Lahiri ve ark., 2012).

Günümüzde futboldaki popülarite git gide artmakta ve doğal olarak da bu alanda harcanan giderler de önemli oranda artmıştır. Bu giderlerin önemli bir kısmını da sağlık giderleri oluşturmaktadır. Bu sağlık giderlerinin ise büyük bir bölümünü sporcu yaralanmalarını önleme ve teşhis etmek amacıyla uygulanan uygulamalar oluşturmaktadır. Bu sebeple de portatif olarak taşınabilen ve maddi açıdan da diğer uygulamalara göre daha uygun olan termal kameralar ön plana çıkmaktadır. Literatürde cilt sıcaklığı asimetrisi ve kas sakatlıkları ile ilişkisi hakkında

yapılmış birkaç çalışma bulunmaktadır. Fakat yapılan bu çalışmalardaki eksiklikler ve ülkemizde bu konu ile ilgili çalışma yapılmamış olması bu çalışmayı daha da önemli hale getireceği düşünülmüştür. Bu araştırma, futbolcularda alt ekstremitelerdeki cilt sıcaklığı asimetrisinin, kas yaralanmaları ve ağrı ile olan ilişkisini incelemek için gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerle futbolcuların alt ekstremitelerde kaslarında görülen yaralanmaların önlenmesi ya da erken teşhisi amaçlanmaktadır.

MATERYAL & METOT

Gecikmiş kas ağrısını ve kreatin-kinaz aktivitesini azaltmak için yaklaşık 48 saatlik bir toparlanma süreci gereklidir. Bu nedenle maçlardan 48 saat sonra termografik ölçümler uygulandı. Ölçüm sonuçları, çalışmayı yürüten kalifiye bir sağlık uzmanı tarafından toplandı ve analiz edildi. Sporculara termografik analizden önceki süreçte kafein tüketmemeleri talimatı verildi. Ayrıca cilt sıcaklığının termal görüntüsünü etkileyebilecek herhangi bir kozmetik ürünü (Tayt vb.) kullanılmaları tavsiye edildi. Kamera tripod yardımıyla sabitlenip deneklerden 3m uzağa yerleştirildi. Sporcular ölçümlerden önce, literatürde izlenen standart önerilere uygun olarak ortama uyum sağlamak için en az 10 dakika ölçüm odasında bekletildi. Termografik ölçümler, her katılımcının bacak ön ve arka cilt yüzeylerinden, ayakta dik dururken alındı. Termografi ölçümü bittikten sonra oyunculara ağrı durumu anketi uygulandı. Ortamın sıcaklığı test sonuçlarını etkileyebileceğinden dolayı testler sırasında ölçüm odasındaki ortam koşulları klimalar yardımıyla 22,0°C (\pm 1,0) sabit kılındı. Tüm termografik görüntüler, 320×240 piksel kızılötesi çözünürlüğe sahip Flir E53 kızılötesi termal kamera tarafından dijital olarak kaydedildi ve rainbow palet ölçeği 28°C–37°C'ye sabitlenmiş olarak kullanıldı. Flir termal kamera üreticisinin lisanslı yazılım ürünü olan Flir Tools uygulaması kullanılarak çevrimdışı analiz yapıldı.

Araştırma Grubu

Araştırma grubunu, Trabzonspor Futbol A Takımı'nda lisanslı olarak oynayan 21 profesyonel futbolcu oluşturmaktadır. Bu oyuncuların 15'i ülkesini uluslararası müsabakalarda temsil eden milli sporculardır. Sporcuların yaş aralığı 21-33, vücut ağırlığı aralığı 65-92 kg ve boy aralığı 163-195 cm'dir. Sporcular çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır ve istedikleri zaman çalışmayı terk etme haklarına sahip oldukları sporculara bildirilmiştir. Araştırmanın yapılabilmesi amacıyla Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan gerekli etik kurul izni alınmıştır

Verilerin Toplanması ve Kullanılan Araçlar

Veri toplama araçları olarak fiziksel özellikleri tespit etmek amacıyla boy ve vücut ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Bunlara ek olarak ise cilt sıcaklığı ölçümleri için Flir E53 termal kamera ve ağırlık durumunu belirlemek amacıyla da anket kullanılmıştır.

Fiziksel Özelliklerin Tespiti: Fiziksel özellikleri tespit etmek amacıyla yapılan boy ve vücut ağırlığı ölçümleri, diğer tüm ölçümlerden önce uygulanmıştır. Vücut ağırlığı ölçümü sabah kahvaltısından önce yapılmıştır. Katılımcıların boy uzunluklarının ölçümünde 0,01 cm duyarlılığa sahip şerit metre kullanıldı. Düz ve eğimsiz duvara sabitlenen şerit metre ile yapılan ölçümlerde; katılımcıların, şerit metre önünde sırtları duvara bitişik bir şekilde ve çıplak ayakla anatomik duruşta beklerken boyları ölçüldü. Sonuçlar doğrudan olarak cm cinsinden dijital ortamda katılımcıların dosyalarına kaydedildi.

Katılımcıların vücut ağırlıklarının ölçümünde 0,1 kg duyarlılığa sahip, Tanita MC 780 Black elektronik tartı kullanıldı. Ölçüm öncesinde tartı, sert ve düz bir zemin üzerinde sabitlendi. Katılımcılara, ölçüm sırasında çıplak ayakla tartıya çıkması ve üzerlerinde şort hariç giysi bulunmaması hatırlatıldı. Ölçümlerin güvenilirliğinin sağlanabilmesi amacıyla art arda iki kez ölçüm alındı. Sonuçlar kg cinsinden dijital ortamda katılımcıların dosyalarına kaydedildi.

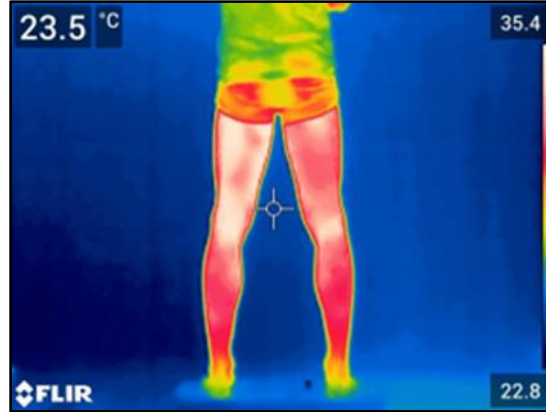
Vücut kitle indeksinin hesaplanmasında, vücut ağırlığı ve boy uzunluğu verileri kullanıldı. Vücut kitle indeksi, vücut ağırlığının boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle (kg/m^2) hesaplandı. **Kızılötesi Termografi Ölçümü:** Termografi, cilt yüzeyindeki ısı paternlerini saptayan ve bunun görüntüsünü oluşturan tanısal bir görüntüleme yöntemidir. Isı yansımalarının görüntülenmesi temeline dayanan termografi, bireye herhangi bir acı ve radyasyon hasarı vermeden, ağrının lokalize olduğu yerdeki değişikliklerin saptanabilmesini sağlar. Termal kameradaki özel lens, kameranın etki alanında bulunan nesnelere yayılan kızılötesi ışığa odaklanır. Bu odaklanmış ışık, kızılötesi dedektörler tarafından taranır. Termal kameralar, nesnelere yaymış oldukları bu görünmez kızılötesi enerjiyi (ısıyı) algılayarak elektronik sinyale dönüştürdükten sonra, kamera ekranında termal görüntü şeklinde gösterirler. Oluşan görüntüdeki renklendirmenin amacı soğuk ve sıcak alanları belirleyebilmektir. Renk skalasında sıcak bölgeler kırmızı, soğuk bölgeler ise mavinin tonlarıyla ifade edilir.



Fotoğraf 1. Flir E53 termal kamera



Fotoğraf 2. Alt ekstremitte ön bölge termografi



Fotoğraf 3. Alt ekstremitte arka bölge termografi

Ağrı anketi: Kişilerin kendi beyanı, ağrının varlığının en doğru ve güvenilir kanıtıdır. Objektif ölçütlerin yokluğunda, ağrının lokalizasyonu ve şiddeti hakkında bilgi edinmek için ağrıyı belirten kişinin beyanına güvenilmelidir (Karcioğlu ve ark., 2018). Bu sebepten dolayı sporcuların ağrı durumlarını tespit etmek amacıyla aşağıdaki 2 sorudan oluşan anket uygulanmıştır;

1-) Alt ekstremitelerinizde kas ağrısı hissediyor musunuz?

2-) Eğer kas ağrınız varsa hissettiğiniz bölgeyi belirtiniz.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada veriler analiz edilirken SPSS 21.0 yazılımından yararlanılmıştır. Katılımcıların ağrı bildirme, cilt sıcaklık asimetrisi ve kas yaralanma durumları frekans ve yzde tablosunda; yař, kilo, boy ve vucut kitle indeksi demografik betimsel tabloda gsterilmiştir. Cilt sıcaklığı fark puanları ortalama, standart sapma, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk değerlerinden oluşan betimsel istatistik tablosunda gsterilmiştir. Gruplardaki orneklemenin 50'den kucuk olması durumunda Shapiro-Wilk, buyuk olması durumunda Kolmogorov-Smirnov testi puanların normalliğe uygunluğunu incelemeye kullanılan iki testtir. Normal dağılım hipotezi "puanların dağılımını normal dağılımdan anlamlı farklılık gstermez" şeklinde kurulduğundan elde edilen p değerinin bağımsız değişken gruplarının tümünde 0,05'ten buyuk çıkması ($p>0,05$) puanların normal dağılımdan aşırı sapma gstermediği şeklinde yorumlanır (Büyüköztürk, 2011). Cilt sıcaklığı fark puanları için elde edilen Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk test istatistiklerinin ağrı ve kas yaralanmalarına ilişkin grupların her ikisinde de anlamlı olduğu ($p<0,05$) tespit edildiğinden ağrı durumu ve kas yaralanmalarına göre karşılaştırılmasında Mann Whitney U testinden yararlanılmıştır. Kategorik sečeneklere sahip değişkenler arasındaki ilişki analizinde Ki-Kare test istatistiğinden yararlanılmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 ($p<0,05$) olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların yaş, kilo, boy ve vucut kitle indeksine ait betimsel istatistikler

Demografik özellik	Min.	Maks.	\bar{X}	SS
Yaş	21,00	33,00	26,43	3,85
Kilo (kg)	65,00	92,00	77,46	7,79
Boy (cm)	163,00	195,00	180,57	7,94
Vucut kitle indeksi (VKİ)	20,70	25,60	23,70	1,23

Araştırmaya katılan sporcuların yaş aralığı 21-33 ve yaş ortalaması $26,43\pm 3,85$ olarak tespit edilmiştir. Sporcuların kilo aralığı 65-92 kg ve kilo ortalaması $77,46\pm 7,79$ olarak tespit edilmiştir. Sporcuların boy aralığı 163-195 cm ve boy ortalaması $180,57\pm 7,94$ olarak tespit edilmiştir. Sporcuların VKİ aralığı 20,70-25,60 ve VKİ ortalaması $23,70\pm 1,23$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların kas ağrısı bildirme durumuna göre dağılımı

Ağrı	n	%
Ağrı yok	178	90,8
Ağrı var	18	9,2

Araştırmaya katılan sporcuların %9,2'si yapılan ölçümlerde kas ağrısı bildirmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların cilt sıcaklık asimetrisi durumuna göre dağılımı

Cilt sıcaklık asimetrisi	n	%
Yok (Cilt sıcaklık farkı < 0,50°C)	130	66,3
Var (Cilt sıcaklık farkı ≥ 0,50°C)	66	33,7

Araştırmaya katılan sporcuların %33,7'sinde cilt sıcaklık asimetrisi (cilt sıcaklık farkı ≥0,50°C) tespit edilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların kas yaralanması durumuna göre dağılımı

Kas yaralanması	n	%
Yok	180	91,8
Var	16	8,2

Araştırmaya katılan sporcuların %8,2'sinde kas yaralanması tespit edilmiştir.

Tablo 5. Kas ağrısı bildirme durumu ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasındaki ilişki

	Cilt sıcaklık asimetrisi				X ²	sd	p
	Yok		Var				
Ağrı	n	%	n	%			
Ağrı yok	123	69,1	55	30,9	6,681	1	0,010
Ağrı var	7	38,9	11	61,1			

Kas ağrısı bildirme durumu ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2=6,68$; $p<0,05$). Ağrı bildiren sporcularda cilt sıcaklık asimetrisi görülme sıklığı (%61,1), ağrı bildirmeyen sporcularda cilt sıcaklık asimetrisi görülme sıklığına (%30,9) göre düzeyde daha yüksektir.

Tablo 6. Cilt sıcaklığı asimetrisi ile kas yaralanması arasındaki ilişki

	Kas Yaralanması				X ²	sd	p
	Yok		Var				
Cilt sıcaklık asimetrisi	n	%	n	%			
Yok (Cilt sıcaklık farkı < 0,50°C)	119	91,5	11	8,5	0,046	1	0,831
Var (Cilt sıcaklık farkı ≥ 0,50°C)	61	92,4	5	7,6			

Kas yaralanmaları ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Cilt sıcaklık asimetrisi görülmeyen sporcuların %8,5'inde, cilt sıcaklığı asimetrisi görülen sporcuların %7,6'sında kas yaralanması yaşanmıştır.

Tablo 7. Cilt sıcaklığı asimetrisi ile kas ağrısı bildirme durumu arasındaki ilişki

	Ağrı				X ²	sd	p
	Yok		Var				
Cilt sıcaklık asimetrisi	n	%	n	%			
Yok (Cilt sıcaklık farkı < 0,50°C)	123	94,6	7	5,4	6,681	1	0,010
Var (Cilt sıcaklık farkı ≥ 0,50°C)	55	83,3	11	16,7			

Ağrı bildirme durumu ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2=6,68$; $p<0,05$). Cilt sıcaklık asimetrisi görülmeyen sporcuların %5,4'ünde, cilt sıcaklığı asimetrisi görülen sporcuların %16,7'sinde ağrı bildirilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, profesyonel futbolcuların alt ekstremitelerindeki cilt sıcaklık asimetrisinin kas yaralanmaları ile ilişkisini inceledik. Eş zamanlı sonuç vermesi, portatif olması ve girişimsel bir yöntem olmaması kızılötesi termal görüntüleme tekniğini git gide daha da kullanışlı hale getirmiştir. 17 hafta boyunca sürdürdüğümüz çalışmamızda futbolcuların cilt sıcaklık asimetrisini ve ağrı durumlarını, nicel ve nitel araştırma teknikleri kullanarak inceledik.

Yapılan değerlendirmelerde, katılımcıların cilt sıcaklık asimetrisi durumuna göre dağılımının oranı (Cilt sıcaklık farkı ≥ 0,50°C) %33,7'dir (Tablo 3). Teixeira ve ark. (2020), 59 sağlıklı profesyonel futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada, sağ-sol hamstring ve quadriceps kas gruplarını arasındaki sıcaklık asimetrisi (0,5°C ve üzeri) görülme oranını %52,5 olarak saptamışlardır ve sonuç olarak futbolcularda kas gücü dengesizlikleri ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında bir ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir. Kas gücü dengesizliği, kas yaralanmalarına sebep olabileceğinden dolayı cilt sıcaklığı asimetrisi ile kas yaralanması

arasındaki ilişkiyi karşılaştırdığımız tablo 6 ile de paralel sonuçlar vermektedir. Çalışmamızda kas yaralanmaları ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Yaptığımız araştırma sürecinde toplamda 196 ölçüm gerçekleştirdik ve görülen kas yaralanma oranı %8,2'dir (Tablo 4). Yapılan bir çalışmada, 2001 yılından itibaren yedi yıl süreyle takip edilen 4483 sporcunun sporla ilişkili bir yaralanma insidansı %8 olarak bulunmuştur (Ekstrand ve ark., 2011). Bir diğer araştırma ise 153 futbolcu üzerinde yapılmıştır ve tüm sezon boyunca görülen kas yaralanmalarının oranının %6,8 olduğu saptanmıştır (Söderman ve ark., 2001). Bu bakımdan saptadığımız bu oran, ilgili diğer literatür sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Araştırma sonucumuzda, cilt sıcaklık asimetrisi görülmeyen sporcuların %8,5'inde, cilt sıcaklığı asimetrisi görülen sporcuların ise %7,6'sında kas yaralanması yaşanmıştır (tablo 6). Kas yaralanmaları ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Bu veriler incelendiğinde birçok ilgili literatür ile farklı sonuçlara varıldığı görülmektedir. Bunun sebebinin ise kas yaralanma mekanizmasının lokal bulgulardan hariç daha birçok etkene bağlı olmasından kaynakladığı düşünülmektedir. Côrte ve ark. (2019), kızılötesi termal görüntüleme tekniğini 2015 ve 2016 yılları arasında Brezilya 1. Ligi'nde 28 futbolcu üzerinde uygulayıp her iki sezonda da kas yaralanmalarını ultrasonla saptamışlardır. Takip eden sezonda haftada iki kez (maçtan 48 saat sonra) kızılötesi tıbbi termografi uygulanmıştır ve $0,4^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde sıcaklık farkı tespit edilmesi durumunda asimetri görülen kas bölgeleri için koruma programını başlatmışlardır ve 2 sezon boyunca sürdürdükleri bu çalışmada aynı oyuncuların sakatlık yüzdesinin %63 azaldığını bildirmişlerdir. Ancak yaptığımız çalışma sonucunda $0,4^{\circ}\text{C}$ sıcaklık asimetrisi bulunan kas gruplarında ileriye dönük yaralanmaya dönüşmede anlamlı bir sonuç vermediğini tespit ettik. Bu sebeple çalışmamızda, bu araştırmayı desteklemeyen verilere ulaşılmıştır.

Gómez-Carmona ve ark. (2020), kızılötesi termografiye dayalı yeni bir yaralanma önleme programı oluşturmak ve bunun sezon öncesi profesyonel futbolcularda yaralanma vakaları üzerindeki etkisini belirlemek için 24 futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada sezon öncesi kampında düzenli olarak termografik ölçümler yapıp bir önceki yılın sezon öncesi kampında yaşanan sakatlıklar ile karşılaştırılmasını yapmışlardır. $0,5^{\circ}\text{C}$ den daha fazla asimetri görülen durumlarda futbolculara koruyucu tedavi programı uygulayıp sakatlık sayısının bir önceki yıla göre 15'ten 6'ya düştüğünü saptamışlardır. Ancak üst düzey profesyonel liglerdeki rekabet ortamının içerisinde, sadece kızılötesi termal kamera ile ölçüm yapmanın yeterli olmadığını düşünmekteyiz. Çünkü ağrı ya da yorgunluk gibi şikâyeti olmayan sporcuların antrenmanlardan

uzak kalması, futbolcu ve teknik adamlar tarafından pek onay görmemektedir. Sporcu antrenmanlardan geri kalmak istememesi sebebiyle, tek başına yapılan kızılötesi termal kamera ölçümleri yetersiz kalmaktadır. Bu sebepten dolayı yaptığımız çalışmada kızılötesi termal kamera ölçümleri yanı sıra uyguladığımız ağrı anketi ile sporcu ve teknik adamlar nezdinde çalışmamızın yeterliliğini arttırmayı hedeflemekteyiz.

Al-Nakhli ve ark. (2012), yaptıkları araştırmada gecikmiş kas ağrısının kızılötesi termal görüntüleme teknikleri ile tespit edilebileceğini savunmuşlardır. Yorucu egzersizden sonra kas ağrısını saptama ve ölçmedeki yararlılığını değerlendiren bu çalışmada, kızılötesi termal görüntülemenin özellikle egzersizin ilk 24 saati içinde gecikmiş kas ağrısını saptamak için geçerli bir teknik olabileceğini gösteriyor. Bu araştırmanın çalışmamızla paralel olan kısmı ise ölçümlerde ek olarak uyguladıkları görsel analog skalasıdır. Bu sayede hissedilen ağrı ile termal görüntüleme sonuçları arasındaki ilişkiden de bahsedilmiştir. Ayrıca yorucu egzersizden 48 saatten sonra cilt sıcaklığının düştüğü saptanmıştır. Çalışmamızda da bu bilgilerden yola çıkarak, maksimum eforun müsabakada gösterildiği ve gecikmiş kas ağrılarının elemine edilmesi amacıyla ölçümlerin müsabakalardan 48 sonra yapılması uygun görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, alt ekstremitelerde periyodik olarak ölçülen cilt sıcaklık asimetrisinin, kas sakatlıklarını belirleme ve önleme üzerine etkisi incelenmiştir. 17 haftalık süreç boyunca, her müsabakadan 48 saat sonra yapılan ölçümler sonucunda araştırmaya katılan sporcuların alt ekstremitte kaslarının %33,7'sinde cilt sıcaklık asimetrisi (cilt sıcaklık farkı $\geq 0,50^{\circ}\text{C}$) tespit edilmiştir. Ayrıca bu süreç boyunca araştırmaya katılan sporcuların %8,2'sinde kas yaralanması yaşanmıştır. Sporcularda görülen cilt sıcaklık asimetrisi oranı ile meydana gelen kas yaralanmaları arasındaki fark, çalışmanın temel hedef sonucunu oluşturmaktadır. Bu sonuçlara göre kas yaralanmaları ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Cilt sıcaklık asimetrisi görülmeyen sporcuların %8,5'inde, cilt sıcaklığı asimetrisi görülen sporcuların %7,6'sında kas yaralanması yaşanmıştır. Cilt sıcaklığı asimetrisi ile kas sakatlıkları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir fakat bu ölçümler boyunca uygulanan ağrı anketi, analizlere dahil edildiği zaman sonuçlarda pozitif yönde değişiklikler görülmüştür. Ağrı bildirme durumu ile cilt sıcaklığı asimetrisi arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2=6,68$; $p<0,05$). Ağrı bildiren sporcularda cilt sıcaklık asimetrisi görülme sıklığı (%61,1), ağrı bildirmeyen sporcularda cilt sıcaklık asimetrisi görülme sıklığına (%30,9) göre düzeyde daha yüksektir. Ayrıca Cilt sıcaklık asimetrisi görülmeyen sporcuların %5,4'ünde, cilt sıcaklığı asimetrisi görülen sporcuların %16,7'sinde ağrı

bildirilmiştir. Bu iki sonuç göz önüne alındığında ağrı ile cilt sıcaklık asimetrisi arasındaki anlamlı sonuç ortaya çıkmaktadır. Cilt sıcaklık asimetrisinin, kas yaralanması durumuna göre anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0,05$) fakat ağrı anketi ile cilt sıcaklık ölçümleri birlikte uygulandığında kas yaralanmalarını önleyeceği savunulabilir. Yaptığımız çalışmaya göre eğer bir sporcu ağrı bildiriminde bulunuyorsa ve ağrı bildirdiği kas grubunda sıcaklık asimetrisi ($\geq 0,50^{\circ}\text{C}$) bulunuyorsa kas yaralanmaları açısından değerlendirilmeli ve sağlık profesyonelleri tarafından süreç ele alınmalıdır. Ayrıca literatürdeki diğer araştırmalar göz önüne alındığında, yaptığımız araştırma ile sporda devamlılığın desteklenmesi sağlanmaktadır. Çünkü yaptığımız araştırmada elde ettiğimiz %33,7'lik cilt sıcaklık asimetrisi görülme oranı oldukça yüksektir. Literatürdeki diğer araştırmalara göre bu yüzdeler diliminde bulunan sporcular kas yaralanmaları açısından risk grubuna dahil edildiğinde sporda devamlılığın büyük ölçüde azalacağı ve takım performansın düşeceği savunulmaktadır.

Sonuç olarak alt ekstremitelerde kaslarında görülen cilt sıcaklık asimetrisinin tek başına kas sakatlıklarını önleme ve belirlemede yeterli olmadığı, bu sonuçların sporcuya doğrudan sorulan ağrı durumu anketi ile desteklenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda ölçümler her müsabakadan 48 saat sonra olacak şekilde uygulandı. Daha detaylı sonuçlar alabilmek adına ölçümler tüm antrenmanlardan önce alınabilir. Böylece haftalık analiz yerine günlük analiz yapılabilir.

Araştırmamız profesyonel erkek futbolcular ile yürütüldü. Benzer bir çalışma kadın sporcular ile gerçekleştirilebilir.

Diğer spor branşlarındaki sporcular üzerinde çalışılabilir.

Araştırmaya katılan sporcuların sayısı artırılarak daha geniş bir örneklem grubu üzerinde çalışılabilir.

KAYNAKLAR

Al-Nakhli, H. H., Petrofsky, J. S., Laymon, M. S., & Berk, L. S. (2012). The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. *Journal of Visualized Experiments*, 59, e3551.

Bach, A. J. E. (2014). *Interchangeability of infrared and conductive devices for the measurement of human skin temperature* (Doctoral dissertation, MSc Thesis 2014 Exercise and Nutrition Sciences, Faculty of Health, Queensland University of Technology).

Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (14. Bs.). Ankara: Pegem Akademi.

Côrte, A. C., Pedrinelli, A., Marttos, A., Souza, I. F. G., Grava, J., & Hernandez, A. J. (2019). Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1).

Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226-1232.

- Gómez-Carmona, P., Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Arnaiz-Lastras, J., & Navandar, A. (2020). Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(8), 1222-1227.
- Karcioglu, O., Topacoglu, H., Dikme, O., & Dikme, O. (2018). A systematic review of the pain scales in adults: which to use? *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(4), 707-714.
- Lahiri, B. B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T., & Philip, J. (2012). Medical applications of infrared thermography: a review. *Infrared physics & technology*, 55(4), 221-235.
- Lim, C.L., Byrne, C., & Lee, J.K. (2008). Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. *Annals Academy of Medicine Singapore*, 37(4), 347-353.
- Murphy, J. C., O'Malley, E., Gissane, C., & Blake, C. (2012). Incidence of injury in Gaelic football: a 4-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(9), 2113-2120.
- Ranson, S. W. (1933). The anatomy of the autonomic nervous system with special reference to the innervation of the skeletal muscles and blood vessels. *Annals of Internal Medicine*, 6(8), 1013-1021.
- Söderman, K., Adolphson, J., Lorentzon, R., & Alfredson, H. (2001). Injuries in adolescent female players in European football: a prospective study over one outdoor soccer season. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 11(5), 299-304.
- Teixeira, R. M., Dellagrana, R. A., Priego-Quesada, J. I., Machado, J. C. B. P., da Silva, J. F., Dos Reis, T. M. P., & Rossato, M. (2020). Muscular strength imbalances are not associated with skin temperature asymmetries in soccer players. *Life*, 10(7), 1–10.
- Tyler, C. J. (2011). The effect of skin thermistor fixation method on weighted mean skin temperature. *Physiological Measurement*, 32(10), 1541.
- Usgu, S. (2007). *Futbol yaralanmalarını önleme programının bir sezon boyunca profesyonel bir futbol takımı için analizi* (yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 32-34.
- Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football analysis of preseason injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36(6), 436-441.