

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SPORCULARDA DİZ EKLEMİ DERİ YÜZEY SICAKLIKLARININ
DEĞERLENDİRMESİ VE DENGE TEST SONUÇLARI İLE İLİŞKİSİ**

Murşit AKSOY

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Beden Eğitimi ve Spor Programı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

KOCAELİ

2018

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SPORCULARDA DİZ EKLEMİ DERİ YÜZEY SICAKLIKLARININ
DEĞERLENDİRMESİ VE DENGE TEST SONUÇLARI İLE İLİŞKİSİ

Murşit AKSOY

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Beden Eğitimi ve Spor Programı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışmanı: Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR

KÜ GOKAEK 2017/99

KOCAELİ

2018

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ




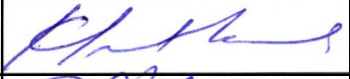


Tez Adı: Sporcularda diz eklemi deri yüzey sıcaklıklarının değerlendirilmesi ve denge test sonuçları ile ilişkisi

Tez yazarı: Murşit AKSOY

Tez savunma tarihi: 12 / 06 / 2018

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR

İş bu çalışma, jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

SINAV KURUL ÜYELERİ		İMZA
ÜNVAN	ADI SOYADI	
BAŞKAN	Doç. Dr. Şahin Özen	
ÜYE(DANIŞMAN)	Doç. Dr. Turgay Özgür	
ÜYE	Doç. Dr. Deniz Demirci	
ÜYE	Doç. Dr. Kürşad Sertbaş	
ÜYE	Dr. Öğrt. Üyesi Bahar Özgür	
ÜYE	Dr. Öğrt. Üyesi Özlem Keskin	

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.... / / 2018

Prof. Dr. Sema Aşkın KEÇELİ

Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZİN AŞIRMA OLMADIĞI BİLDİRİSİ

Tezimde başka kaynaklardan yararlanılarak kullanılan yazı, bilgi, çizim, çizelge ve diğer malzemeler kaynakları gösterilerek verilmiştir. Tezimin herhangi bir yayından kısmen ya da tamamen aşırma olmadığını ve bir İntihal Programı kullanılarak test edildiğini beyan ederim.

29 / 05 / 2018

Murşit AKSOY



TEŞEKKÜRLER

Doktoraya başladığım süreç boyunca bilgisini, deneyimini, hoşgörüsünü ve desteğini benden esirgemeyen çok kıymetli danışmanım sayın Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR'e, hem operasyonel kabiliyetleri hemde yönlendirici desteğiyle yardımlarını benden esirgemeyen sayın Dr. Öğretim Üyesi Bahar ÖZGÜR'e teşekkürlerimi sunarım. Yine tez araştırmamda komite üyesi olarak görev yapan ve katkılarıyla bakış açımı geliştiren sayın Doç. Dr Deniz DEMİRCİ ve Doç. Dr. Şahin ÖZEN'e, ölçümlerimdeki yardımlarından dolayı sayın Dr. Öğretim Üyesi Emre KİSHALI'ya teşekkür ederim.

Akademik hayata atılmamda çok büyük pay sahibi olan, olumlu enerjisi ile bu yoldaki sıkıntıları aşmamda maddi manevi desteğini esirgemeyen çok kıymetli ağabeyim Öğretmen Mahmut AKSOY'a teşekkürü bir borç bilir; sevgi, şevkat ve desteğinin karşılığını hiçbir şekilde ödeme imkânım olmayan annem Fatma AKSOY'a sükranlarımı sunarım. Son olarak bu süreçte bir anda karşıma çıkarılarak anlamımı tamlayan kıymetli eşim Esra AKSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Sporcularda Diz Eklemi Deri Yüzey Sıcaklıklarının Değerlendirmesi ve Denge Test Sonuçları ile İlişkisi

Amaç: Çalışmamızda sporcularda diz eklemi deri yüzey sıcaklıklarını Kızılötesi Termografi yöntemiyle değerlendirmek ve dinamik denge testi olan Yıldız Gezinimli Denge Testi sonuçları ile sıcaklık değerlerinin ilişkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bilateral asimetri üzerine yoğunlaşmış bu iki yöntemin verilerinin birbirini ne oranda açıkladığı, benzer sonuçlar sunup sunmadığı konusunu araştırmak bu çalışmanın bir diğer amacıdır.

Yöntem: Araştırmaya Kocaeli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde okuyan aktif spor yapan 28 sporcu katılmıştır. Katılımcılardan Kızılötesi Termografi Yöntemi ile diz eklemi deri yüzeyi sıcaklık desenlerini gösterir termogramlar ve Yıldız Gezinimli Denge Testi ile dinamik denge verileri elde edilmiştir. Elde edilen verilerle sporcularda sakatlık risk durumu ve bu yöntemlerin ilişkileri incelenmiştir.

Bulgular: Katılımcıların vücut kitle indeksleri ile sağ ve sol diz azami sıcaklık değerleri arasında zıt yönlü ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Sağ ve sol diz asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerleri ile elde edilen risk durumu verileri ile anterior uzanım farkları ile elde edilen risk durumu verileri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Sıcaklık değerleri ile elde edilen risk durumu ve uzanım mesafeleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Kızılötesi Termografi sonucu elde edilen sıcaklık değerleri ve Yıldız Gezinimli Denge Testi sonucu elde edilen uzanım mesafeleri sonucunda anterior uzanım farkı ile sağ diz asgari ($p<0,05$) sol diz asgari ($p<0,01$) ve sol diz ortalama ($p<0,05$) sıcaklık değerleri arasında ters yönlü ilişki bulunmuştur.

Sonuç: Kızılötesi Termografi ve Yıldız Gezinimli Denge Testi her biri bağımsız olarak temassız oluşabilecek spor yaralanmalarından korunmak için kullanılan yöntemlerdir. Fakat çalışmamızda bu iki yöntemle elde edilen veriler sakatlık riski verileri yönünden birbirini açıklamamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kızılötesi Termografi, Termoloji, Dinamik Denge, Spor Yaralanmaları

ABSTRACT

The Assessment of Skin Surface Temperatures of Knee Joint and Relation Between Balance Test Results in Athletes

Objective: In this study, it was aimed to evaluate the skin surface temperatures of the knee joints of the athletes with infrared thermography method and to investigate the relation between knee joint temperature values and the results of Star Excursion Balance Test. Another purpose of this study to investigate whether the data of these two methods, which focus on bilateral asymmetry, presents similar results or not.

Method: 28 athletes participating in the research who were active students in Kocaeli University Faculty of Sports Sciences. Thermograms showing the knee joint skin surface temperature patterns obtained with Infrared Thermography method. Dynamic balance is measured with Star Excursion Balance Test. Relation of two methods investigated and injury risks analyzed with the obtained data.

Results: Participants' body mass index was found negatively correlated with right and left maximum temperatures ($p < 0,05$). There was no significance found between IRT injury risk variables and Star Excursion Balance Test components or composite scores. Also there was no significance found between Star Excursion Balance Test injury risk groups and IRT temperature variables. It was found that there was negative correlation between right knee minimum ($p < 0,05$), left knee minimum ($p < 0,01$), left knee mean ($p < 0,05$) temperatures.

Conclusions: Infrared Thermography and Star Excursion Balance Test are well known and reliable two methods for analyzing non-contact injury risks. In this study risk variables obtained by these methods were found to be not not correlated.

Key words: Infrared Thermography, Thermology, Dynamic Balance, Athletic Injuries

İÇİNDEKİLER

ONAY.....	iii
TEZİN AŞIRMA OLMADIĞI BİLDİRİSİ.....	iv
TEŞEKKÜRLER.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ÇİZİMLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Kızılötesi termografi (KT).....	1
1.1.1. Termal Görüntülemenin Tarihi	2
1.1.2. Termal Görüntülemenin Temel Prensibi.....	2
1.1.3. Elektromanyetik tayf ve kızılötesi ışınım	5
1.1.4. Cisimlerin Işınımsal Karakteristiği	9
1.1.5. Thermoregülasyon.....	10
1.1.6. Tıpta kızılötesi termografi uygulamaları.....	12
1.1.7. Spor Bilimlerinde Kızılötesi Termografi Uygulamaları	14
1.1.8. Spor Yaralanmalarının Tespiti ve Kızılötesi Termografi.....	16
1.1.9. Metodolojik Yönleri ve Ekipman Gereksinimleri.....	18
1.1.10. Literatürde Termografik Protokoller	19
1.1.11. Termal Asimetri ve Termal Desen	22
1.1.12. KT'nin spor sakatlıklarını belirlemede ana uygulamaları	26
1.2. YILDIZ GEZİNİMLİ DENGE TESTİ (YGDT).....	29
1.2.1. Arka Planı ve Gelişimi	29
1.2.2. YGDT ve Yaralanmalar Arasındaki İlişki	31
1.3. DİZ EKLEMİ VE YAPILARI	32
2. AMAÇ	34
3. YÖNTEM	35
3.1. Araştırma Grubu.....	35
3.2. Araştırma Prosedürü.....	35
3.3. Verilerin analizi.....	38

4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA.....	43
5.1. Sınırlılıklar.....	45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
6.1. Sonuçlar.....	46
6.2. Öneriler.....	46
7. KAYNAKLAR.....	48
8. ÖZGEÇMİŞ.....	56
9. EKLER.....	59
Ek. 1.Etik Kurul Değerlendirme Raporu.....	59
Ek. 2. Tez Denetleme Listesi.....	61



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KT: Kızılötesi Termografi

YGDT: Yıldız Gezinimli Denge Testi

ISO: Uluslararası Standartlar Teşkilâtı

ROI: Region of Interest, İÖB - İlgilenilen Ölçüm Bölgesi(Bölgeleri)

IACT: Uluslararası Termoloji Akademisi

AAT: Amerikan Termoloji Akademisi

EAT: Avrupa Termoloji Birliği

ICC: Gözlemci İçi ve Gözlemciler Arası Korelasyon

KAI: Kronik Ayak Bileği İnstabilitesi

ACL: Anterior Cruciate Ligament, Ön Çapraz Bağ

λ : Dalga Boyu

f: Dalga Frekansı

c: Dalga Hızı

T: Sıcaklık Değeri

h: Planck Sabiti ($6,6256 \cdot 10^{-34}$ J.S)

k: Boltzmann Sabiti

E: Toplam Enerji

ϵ : Işıma Değeri

σ : Stefan-Boltzmann Sabiti

α : Soğurma Değeri

ρ : Yansıtma, Değeri

τ : Geçirgenlik

m: Metre

cm: Santimetre

mK: Milikelvin

ÇİZİMLER DİZİNİ

Çizim 1.1 Elektromanyetik dalga ile ilgili veriler	5
Çizim 1.2 Işınım dalga boyu frekans ve görüntüleme yöntemleri	6
Çizim 1.3 Deri dokusu ve deride bulunan yapılar	10
Çizim 1.4 İnsan vücudunda ısı değişim yolları	11
Çizim 1.5 Herman & Pirtini Cetingul (2011) lezyon belirleme görseli	13
Çizim 1.6 Diz bölgesi bilateral asimetric sıcaklık örneği	27
Çizim 1.7 YGDT uzanım yönleri	29
Çizim 1.8 YGDT 3 yönlü uzanım çizimi	30
Çizim 3.1 Ayak pozisyonu	36
Çizim 3.2 KT ölçüm ortamı ve gereçleri	37
Çizim 3.3 Belirlenen alanların çizimi.....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Bilateral sıcaklık farkları ve dikkat seviyesi karşılığı	24
Çizelge 4.1 Katılımcıların bazı tanımlayıcı özellikleri.....	39
Çizelge 4.2 Katılımcıların Sağ ve sol diz piksel temelinde asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerlerinin tanımlayıcı özellikleri	39
Çizelge 4.3 Katılımcıların Sağ ve sol diz piksel temelinde asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerlerinin farkları.....	39
Çizelge 4.4 Katılımcıların sağ ve sol bacak YGDT değerleri	40
Çizelge 4.5 YGDT 3 yöne uzanım mesafelerinin bacak uzunluğu normalleştirilmiş değerleri ve birleşik değerleri	40
Çizelge 4.6 Sağ ve Sol diz Anterior uzanım mesafesi farklarına göre yaralanma risk durumu.....	40
Çizelge 4.7 Sağ ve Sol diz asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerleri farklarına göre yaralanma risk durumu	41
Çizelge 4.8 Vki ve azami sıcaklıklar ilişki tablosu	41
Çizelge 4.9 YGDT Sağ ve Sol Ant uzanım mesafeleri farkı ile bazı diz bölgesi sıcaklıkları arası pearson ilişki düzeyleri	41
Çizelge 4.10 Anterior uzanım farkı ve ilişkili sıcaklık değerleri regresyon analizi çizelgesi(enter model).....	42
Çizelge 4.11 Anterior uzanım farkı ve ilişkili sıcaklık değerleri regresyon analizi çizelgesi(stepwise model).....	42

1. GİRİŞ

Ulusal Kolej Atletizm Derneği Sakatlık Gözetleme Sistemi (NCAA-ISS, Amerika Birleşik Devletleri), 16 yıllık bir zaman diliminde 15 sporda, sporcularında 33.000'den fazla toplam yaralanma kaydetmiştir. Spor yaralanmalarının %17,7 sini temassız yaralanmalar oluştururken, yaralanmaların %36,8'i müsabaka veya antrenmanda gerçekleşmiştir (Hootman ve diğ. 2007). Uluslararası Atletizm Federasyonları Birliği 2011 Dünya Şampiyonası'na katılan atletlerin % 13,45'i spor yaralanmasına maruz kalmıştır. Bu yaralanmalarında %59'u aşırı kullanım yaralanmalarıdır (Alonso ve diğ. 2012). Dahası Hewett ve diğ. (2006) ön çapraz bağ yaralanmalarının doğası gereği %70'inin temassız olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Hal böyle iken spor bilimlerinde spor yaralanmaları riskini en aza indirmek için araştırmalar yapılmaktadır. Bunlardan en ilgi çekici olanlarından biri Kızılötesi Termografi (KT) yöntemidir. KT görece pahalı termal kameraların teknolojik gelişmelerle ucuzlamaya başlamasından sonra spor bilim dünyasının ilgisini çekmiş ve 1960'tan beri tıp alanında süre gelen kullanımı spor bilimlerinde de yansımıştır. KT yöntemiyle elde edilen termogramlarda sıcaklık yönünden vücudun bilateral asimetrisi incelenir ve asimetrik durumlar anormallikleri belirtir.

Spor yaralanmaları riskini analiz etmede kullanılan ve bu konuda yüzlerce makaleye rastlayabileceğimiz diğer bir yöntem ise Yıldız Gezinimli Denge Testi (YGDT)'dir. Uygulaması kolay, masrafsız ve kısa zaman da birçok kişinin spor yaralanma risk durumu analiz edebilme yetisine sahiptir (Hertel, ve diğ. 2000, Kinzey ve Armstrong, 1998). Test bilateral dinamik denge özellikleri ve bilateral fonksiyonel hareketlilik yetisi hakkında bilgiler verir. Test her ne kadar spor bilimlerinde rüştünü ıspat etsede; yayınlardaki bazı yöntemsel tutarsızlıkları hala devam etmektedir (Stiffler-Joachim, Bell, & Heiderscheit, 2017). Çalışmamızda bu iki yöntem detaylı bir şekilde incelenip spor yaralanmaları risk analizinde kullanımları ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Bilateral asimetri üzerine yoğunlaşmış bu iki yöntemin verilerinin birbirini ne oranda açıkladığı, benzer sonuçlar sunup sunmadığı konusunda çalışmamız literatürde bir ilk olma niteliğini taşımaktadır.

1.1. Kızılötesi termografi (KT)

KT kızılötesi radyasyonu kayıt eden ve vücut yüzeyi sıcaklığını tespit etmemize imkân sağlayan bir görüntüleme tekniğidir. Mutlak sıfırın (-273°C , 0 K) üzerinde her cisim, yüzeyinden enerji -elektromanyetik radyasyon- yayılır (B. F. Jones, 1998). Yaklaşık 37°C

sıcaklıkta olan insan vücudunun enerji yayılımı elektro manyetik tayfın kızılötesi bölümüne karşılık gelir (Hildebrandt ve diğ. 2010; Ng 2009).

1.1.1. Termal Görüntülemenin Tarihi

Kızılötesi ışınım 19. yüzyılda yaşamış olan Astronom ve müzisyen William Herschel tarafından keşfedilmiştir. Herschel yayılan ısının renge göre değiştiğini gözlemlediğinden farklı renklerdeki güneş filtrelerinden geçen ısı miktarını araştırmıştır. Bu araştırma için direk güneş ışığını cam bir prizmaya yönlendirerek görülebilir renk tayfı oluşturmuştur. Tayf içinde 3 civa termometresi kullanarak hangi renge ne kadar ısı yaydığını ölçmüştür. Termometrelerin cam kısmını siyah yaparak ısı özümsemesini artırmıştır. Mor renkten kızıl renge doğru ısının arttığı tespit edilmiştir. Kızıl bölge ısısını ölçmek için yerleştirilen termometrenin yanına kontrol için koyulan termometre her hangi bir renge karşılık gelmiyor olmasına rağmen daha yüksek sıcaklık değeri göstermiştir. Buda gözle görülemeyen enerji yayılımını işaret eden önemli bir bulgu olarak tarihe geçmiştir. Herschel bu ışınlara “kalorifik ışınlar” adını koymuştur (Herschel, 1800). 19. yüzyıla kadar popüler kullanımda olan bu isimlendirme 19 y.y. da yerini kızılötesi ışınlar bırakmıştır.

William Herschel'in ölümünden sonra oğlu John Herschel babasının çalışmalarına devam etmiştir. Alkol ve karbon parçacıklarından oluşturduğu bir süspansiyon (katı parçacıkların sıvı içerisinde heterojen olarak dağıldığı karışımlar) üzerine merceklerle yoğunlaştırılmış güneş ışınını odaklayarak bir görüntü elde etmiştir. Bu metoda evaporografi denmektedir. John Herschel Bu yöntemle elde ettiği görüntüye termogram adını vermiştir. Termogram terimi günümüzde Kızılötesi Termografi tekniğinde güncel olarak kullanılmaktadır.

John Herschel dan sonra en önemli gelişme infrared dedektörlerin geliştirilmesidir. Bu gelişme ikinci dünya savaşı dönemine rast gelir. Keskin nişancılarının gece görüşünü arttırmak için kullanılmış olup kızılötesi dedektörlerin çeşitli türleri bu dönemde denenmiştir (Ring 2006, Rogalski 2002).

1.1.2. Termal Görüntülemenin Temel Prensibi

Son yıllarda KT spor yaralanmalarından korunma ve takip (Hildebrandt ve diğ. 2010), performans değerlendirilmesi (Chudecka ve Lubkowska, 2010, Duc 2015), spor kıyafeti ve donanımların değerlendirmesi (Fournet ve diğ. 2013, Quesada ve diğ. 2016) gibi bazı uygulamalarından dolayı spor bilimlerinde popüler bir hale gelmiştir.

Birçok araştırmacı farklı amaçlarla spor bilimlerinde KT yöntemini kullanmaya başlamıştır. KT'nin invaziv olmayan bir yöntem olması; diğer deri yüzeyi ısısı lme yöntemlerinden farklı olarak uzak bir mesafeden temassız kullanılıp insan termoreglasyonuna müdahale etmemesi öncelikli tercih edilme sebebidir (Fernandes ve diğer. 2014, Hildebrandt ve diğer. 2010, Quesada ve diğer. 2015). Diğer bir özelliği ise bu çalışmada anlatılacağı üzere uygulanma kolaylığıdır. Son olarak teknolojik gelişmeler ve son yıllarda termal kameraların fiyatlarındaki azalma KT yönteminin tercih edilebilirliğini arttıracaktır.

Isı transferi: Öncelikle ısı ve sıcaklık terimlerini tanımlamak önem arz etmektedir. Isı sıcak ortamdan soğuk ortama doğru geçiş halindeki enerjii ifade eder ve joule (J) birimi ile ifade edilir. J/s veya Watt birim zamanda ısı geçişini ifade eden sık kullanılan birimlerdir. Isı transferi sonucunda sıcak cisim enerjisini azaltır ve soğuk cisim yükseltir. Sıcaklık ise bir cismin ortalama kinetik enerjisinin lği olarak tanımlanabilir (Parsons 2002). Celcius, Kelvin ve derece Fahrenheit en çok bilinen sıcaklık l birimleridir. Bu birimler belirli formüllerle birbirlerine dönüştürülebilir olsada uluslararası birim sisteminde sıcaklık birimi Kelvin(K)'dir. Mümkün olan en düşük sıcaklık 0 K yani -273,15 C'dir. Bu sıcaklığa mutlak sıfır denir. Mutlak sıfıra ulaşınca taneciklerin hareketleri tamamen durur, kinetik enerjileri kalmaz. Bu nedenle hiçbir cismi mutlak sıfırın altında bir sıcaklığa soğutmak mümkün değildir.

Sıcaklığın bir tanımı da ısının yönüyle ilgilidir. İki cisim ısıl temas halindeyse sıcaklığı yüksek olan kendiliğinden sıcaklığı düşük olana enerji aktarır. **Enerji aktarımı** iki cisim **ısıl dengeye** erişince durur. Yani bir cismin sıcaklığı sabit ise ortamla cisim aynı sıcaklıktadır veya ortam farklı sıcaklıkta ise cismin o sıcaklığı sabit tutmasını sağlayacak devamlı bir ısı kaynağı vardır -insan vücudunun sıcaklığı durumundaki gibi- (Vardasca ve Simoes 2013).

Enerji aktarımı insan vücudu için önemli bir kavramdır. Vücut içi ile yüzeyindeki ve vücut yüzeyi ile evre arasında termal değişim, ısı geçiş oranı açısından önemlidir. Örneğin vücut içi sıcaklık ile deri yüzeyi sıcaklığı arasındaki fark fazla ise merkezden yzeeye ısı transferinin kolay olduğunu gösterir. Tersine i ve deri yüzeyi sıcaklığı yakın değerlerde olduğunda ısı aktarımının zorlaştığı söylenebilir. Diğer bir örnekte deri ile evre arasında verilebilir. Havanın sıcaklığının deri sıcaklığına eşit ve ya fazla olduğu sıcak ortamlarda ısı transferinden dolayı vücut sıcaklığı artar (Cuddy ve diğer. 2014)

Isının transferi ortam sıcaklıklarındaki farka bağılı olduğu gibi, ortam ve yüzeylerinin özelliklerine de bağılıdır. Bu nedenle ısı geçişi üç farklı başlık altında incelenmektedir.

İletim (kondüksiyon): Sıcaklıkları birbirinden farklı iki katı maddenin arasında olan ısı aktarımı veya ısının bir cismin farklı sıcaklıktaki bölümleri arasında, temas halindeki parçacıkların, enerji seviyesinin yüksek olduğu yönden enerji seviyesinin düşük olduğu yöne doğru geçmesidir. Bu geçiş şekli Fourier kanunu ile açıklanır (González-Alonso José 2012).

İnsan vücudunda ısı iletimi vücudun farklı yapıları ve kıyafetler arasında olur. Vücut dokuları arasında ısı transferi her ne kadar yavaş bir süreç olsa da, ekstremitelerde genelde kas ile deri arasında sıcaklık değişimi kas dokunun iletimi ile olur. Bu sebeple genellikle soğuk ortamlardaki egzersizlerde veya ter buharlaşması sebebiyle kas doku ile deri arasındaki ısı farkı arttıkça iletim ile ısı transferi kolaylaşır (Cuddy ve diğ. 2014, González-Alonso José 2012). Kıyafetlerin hava geçirgenliği ve yapısı bu tip ısı transferini etkiler. Fakat çok iletken bir yüzeyle uzun süre temas olmaksızın deri yüzeyinin iletimle kaybettiği ısı miktarı önemsiz olarak tanımlanabilir (Cramer ve Jay, 2016).

Taşınım (konveksiyon): sıcaklıkları birbirinden farklı bir katı ve bir akışkan arasında gerçekleşen ısı transferi olarak tanımlanabilir. Bu transfer şekli Newton Soğuma Yasası ile ifade edilir. Taşınım ile ısı geçişi akışkan özelliklerine, sıcaklık farkına ve akış hızına bağılıdır.

İnsan vücudunda dolaşım sistemi taşınımına örnek teşkil edebilir. Merkezde ısınan kan dokulardan geçerken ve geri dönüşünde ısını deriye ve diğer dokulara taşır. Taşınım ayrıca rüzgârın deri yüzeyine etkisini de açıklar. Rüzgârla taşınım ter buharlaşmasını kolaylaştırır (Cramer ve Jay, 2016). Bu tür ısı transferi özellikle vücut su içinde ise çok önem arz eder. Bu durumda ısı transferinin 100% ü deri ve su arasındaki taşınım ile açıklanabilir.

İşınım (radyasyon): Isı ışınımında enerji, fiziksel bir ortam olmaksızın elektromanyetik dalgalar yardımıyla yayılarak geçer. Mutlak sıfırın (-273 K) üzerinde her nesne, yüzeyinden elektromanyetik işınım enerji yayar. Stefan-Boltzmann Kanunu yayılan enerji ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi şu şekilde açıklar: Bir nesne tarafından yayılan toplam işınım, nesnenin alanı, yayılma oranı ve mutlak sıcaklığın dördüncü kuvveti ile doğru orantılıdır.

Enerji yayılımı iç enerjide azalmaya sebep olduğundan cismin sıcaklığında da azalmaya sebep olur. Eğer cisim ısı dengede ise cisimden yayılan enerji miktarı ortamdan

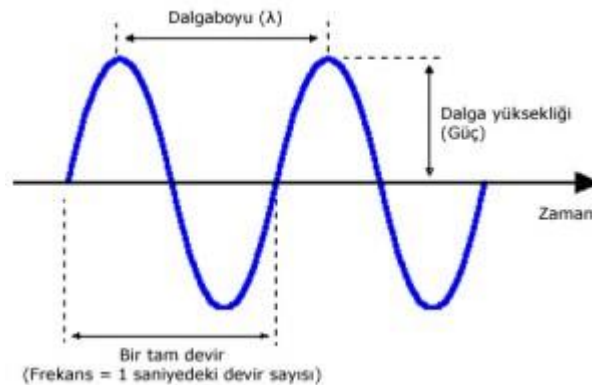
yutulan enerji ile karşılanıyor demektir. Cisim ve çevre arasındaki sıcaklık farkı yayılan ve emilen ısı enerjisi farkını da gösterir.

İnsan derisinin yayılım kat sayısı çok yüksek ($\epsilon_{\text{deri}}=0,98$) olduğundan deri tarafından yayılan ışınım direk sıcaklık değerlerine dönüştürülebilir. Bu özellik, KT'nin vücudun sıcaklık değerlerinin değerlendirmede ideal bir yöntem olmasını sağlar (Şahin 2014, Chudecka ve Lubkowska 2010, Cuddy ve diğ. 2014).

Daha sonra ayrıntılı olarak değinileceği gibi insan vücut sıcaklığı ile yayılan ışınım elektro manyetik tayfin kızılötesi bölgesine karşılık gelir ve termal radyasyon veya kızılötesi ışınım olarak adlandırılır.

1.1.3. Elektromanyetik tayf ve kızılötesi ışınım

Elektromanyetik Işınım değişik dalga boylarında yayılır. Yayılan bu dalga boylarının sıralı görünümü de Elektromanyetik spektrum olarak isimlendirilir. Tam olarak ifade edilecek olursa; enerji kaynağından yayılan ve bilinen farklı dalga boylarındaki tüm elektromanyetik radyasyonun bütünü elektromanyetik spektrum olarak isimlendirilir. Dalga boyu, bir dalga örüntüsünün tekrarlanan birimleri arasındaki mesafedir. Yaygın olarak Yunanca lamda (λ) harfi ile gösterilmektedir. Dalga boyu frekans ile ters orantılıdır, dolayısıyla dalga boyu uzadıkça frekans azalır. Devir, dalganın tekrarlanan en küçük örüntüsüdür. Frekans (f), bir saniyede kaç devir yapıldığını belirtir. Birimi Hertz (Hz)'dir. Çoğu durumda, dalganın boşlukta ilerlediği kabulü ile dalga hızı ışık hızı (c) olarak seçilir. Bu durumda $\lambda = c / f$ formülü geçerli olmuş olur (Çizim 1.1).



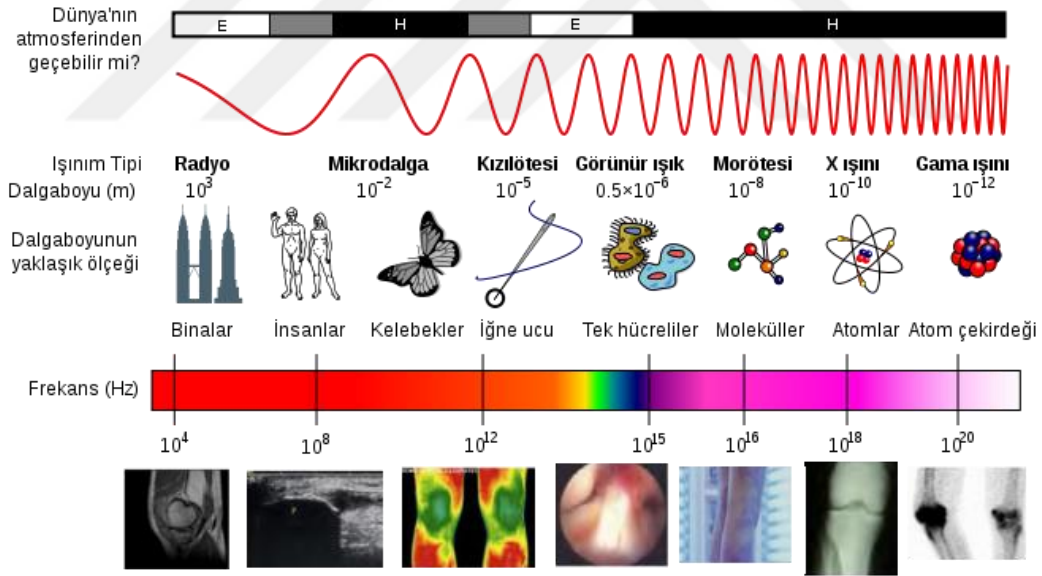
Çizim 1.1 Elektromanyetik dalga ile ilgili veriler

Bu spektrumda, ışınım dalga boylarına göre sıralanır ve altı temel grup ile ifade edilir. Bunlar;

- Gama Işınları
- X- Işınları
- Ultraviyole Işık
- Görünür (Visible) Işık
- Kızılötesi (Infrared) Işık
- Radyo Dalgaları'dır.

Aşağıda şekilde(Çizim 1.2) görüldüğü üzere her bir ışına ait dalga boyu sınırları bir sonraki ile çakışabilir. Sınırlarda bir örtüşme söz konusudur. Bu nedenle sınırlar kesin çizgilerle belli değildir. Örtüşme alanlarındaki farklı ışınımın madde ile olan etkileşimleri aynıdır.

Yukarıda verilen elektromanyetik spektruma ait ana grupların bazıları alt gruplara da ayrılır. Bütün elektromanyetik dalgalar birbirlerine benzemekle birlikte, var oluş şekli ve maddelerle olan ilişkilerinin farklılığı nedeniyle, etkileşimleri bakımından farklı özellikler sergilerler.



Çizim 1.2 Işınım dalga boyu frekans ve görüntüleme yöntemleri

Dalga boylarına göre ışığın enerjisi çok küçük, çok büyük veya iki farklı dalga boyundaki ışıkların arasındadır. Bu elektromanyetik radyasyon enerjilerinin boyutlarına göre sıralı dizini elektromanyetik spektrum olarak adlandırılır. Elbette, bu verilen enerji fotonları, (enerji paketleri) için belirli frekans ve dalga boyları vardır. Böylece tercihimize

bağlı olarak, elektromanyetik spektrumu bir enerji serisi, dalga boyu serisi veya frekans serisi olarak düşünülebilir. Daha çok dalga boyu tabiri kullanılır.

Kızılötesi ışıma: Elektromanyetik spektrumda biraz daha uzun dalga boyunda (daha düşük enerjili) görünen bölüm spektrumunun kızılötesi bölümüdür. Kızılötesi ışınların enerjileri elektronların enerjilerini değiştirmek için çok küçüktür. Bunun yerine, Kızılötesi radyasyon; moleküllerin titreşim durumlarını değiştirme eğilimindedir ki bu, bir moleküldeki atomların çok hızlı ileri ve geri sallanması anlamına gelir. Moleküller kızılötesi ışınları emdiklerinde atomları daha hızlı hareket eder ve böylece moleküllerin sıcaklıkları artar (Ekici 2010).

Elektromanyetik spektrumda kızılötesi ışıma yaklaşık olarak 300 GHz ile 400 THz frekansları arasında ve 1 mm ile 750 nm dalgaboyları arasındadır ($1 \text{ nm} = 10^{-3} \mu\text{m} = 10^{-9}$ metredir). Üç ana kategoride incelenir:

- **Uzak Kızılötesi:** 300 GHz ($1 \text{ mm } \lambda$) ile 30 THz ($10 \mu\text{m } \lambda$) arasındadır.
- **Orta Kızılötesi:** 30 THz ($10 \mu\text{m } \lambda$) ile 120 THz ($2.5 \mu\text{m } \lambda$) arasında bulunur.
- **Yakın Kızılötesi:** 120 THz ($2,5 \mu\text{m } \lambda$) ile 400 THz ($750 \text{ nm } \lambda$) arasındadır.

İnsan vücudu neredeyse bütün ışınımını uzak kızılötesi olarak yayar. Fakat bazı gazlar ve elementler uzak kızılötesi dalga boylarında saydam iken kısa veya yakın kızılötesi dalga boylarında görünür olur. Alana özel pahalı kısa ve orta dalga boyu kızılötesi algılayıcıları olan kızılötesi kameralar da mevcuttur. Uzak kızılötesi dalga boyu algılayıcı kameralar en çok kullanılan kızılötesi kamera türleridir. İnsan vücudu dahil olmak üzere çoğu cismin emisyon değeri bu kameraların genelinde kayıtlı olarak gelir. Bu sayede kızılötesi ışınımıyla ilişkili olarak KT gelişmiştir (Quesada 2016).

Bütün nesnelere mutlak sıfır sıcaklığının (0 K , $-273.15 \text{ }^\circ\text{C}$) üzerinde elektromanyetik radyasyon formunda enerji yayınlarsın. Bir “kara cisim” üzerine düşen tüm radyasyonu soğuran, hiçbir şekilde yansımanın ya da iletimin olmadığı teorik veya model bir cisimdir. Bu nedenle, mükemmel bir soğurucu ve tüm dalga boylarında mükemmel radyasyon yayınlayıcı olan varsayımsal bir nesnedir (kara cisimde $\epsilon=1$, gerçek cisimlerde $\epsilon<1$). Bir kara cisim tarafından yayılan ısı enerjisinin spektral dağılımı (bir dizi dalga boyu ya da frekanslar üzerinden radyasyon yoğunluğunun şekli) sadece sıcaklığına bağlıdır.

Kara cisim ışınımının özellikleri birkaç yasa ile açıklanabilir:

- Belirli bir mutlak sıcaklıkta (T), her dalga boyundaki (E_λ) yayımın spektral enerji yoğunluğunu belirleyen aşağıdaki bağıntı ile ifade edilen **Planck'ın kara-cisim ışıma yasası**.

$$E_\lambda(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

Formülde;

- $E_\lambda(\lambda, T)$ = Belirli bir mutlak sıcaklıkta her dalga boyundaki yayımın spektral enerji yoğunluğu,
- λ = Metre cinsinden Dalga boyu,
- T = Kelvin cinsinden sıcaklık,
- h = Planck sabiti ($6,6256 \cdot 10^{-34}$ J.s) ,
- c = Işık Hızı ($3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹) ,
- k = Boltzmann sabiti ($1.3806504 \times 10^{-23}$ W s K⁻¹)

olarak açıklanabilir.

- Yayma eğrisinde dalga boyu (λ_{peak}) mutlak sıcaklık (T) ile zıt bir şekilde artış gösterdiğini ifade eden **Wien'in yer değiştirme yasası**. Buna karşılık, cismin sıcaklığı arttıkça Yayma pik frekansı artar. (Wien Sabiti $a = 2.897 \cdot 10^{-3}$ m K)

$$\lambda_{peak} = \frac{a}{T}$$

- Yayılan toplam enerjiyi (E) mutlak sıcaklık ile ilişkilendiren **Stefan-Boltzmann yasası**:

$$E = \sigma \cdot \epsilon \cdot T^4$$

Burada

- E = cisimden birim alan başına yayılan enerji,
- σ = **Stefan-Boltzmann** sabiti $= 5.67 \cdot 10^{-8}$ W * m⁻² * K⁻⁴
- ϵ = cismin ışıma katsayısı (kara cisim için 1)
- T = cismin yüzey sıcaklığı (Kelvin cinsinden)

olarak belirtilmiştir. Bu kanunlara göre:

- Kara cisim ışıma eğrileri oldukça karmaşık bir şekle sahiptir (Planck yasası ile açıklanmıştır)
- Belirli bir sıcaklıkta spektral görüntü (veya eğri) belirli bir dalga boyuna karşılık gelir. Bu durumun tersi de geçerlidir.
- Kara cismin sıcaklığı arttıkça dalga boyu azalır (Wien yasası).

- Bütün dalga boylarında yoğunluk (ya da akı) kara cismin sıcaklığı arttıkça artış gösterir.
- Sıcaklık arttıkça yayılan toplam enerji (eğri altındaki alan) hızlı bir şekilde artar (Stefan-Boltzman yasası).
- Yoğunluk, çok kısa ya da uzun dalga boylarında çok düşük olabilmesine rağmen, mutlak sıfır sıcaklığının üzerinde herhangi bir sıcaklıkta teorik olarak bütün dalga boylarında (kara cisim ışınım eğrileri asla sıfır noktasına ulaşmaz) enerji yayınlanır. (“Blackbody Radiation | COSMOS”, 1999)

1.1.4. Cisimlerin Işınımsal Karakteristiği

Kızılötesi ışınım görülebilir ışınımın bezer yapısal davranışlar gösterir. Bu sebeple yayılımı geometrik optik kurallarıyla açıklanabilir (Meola 2012). Işınlr gibi homojen materyallerden geçişi düz bir çizgi gibi olur. Ayrıca kırılma ve yansımanın geometrik özellikleri de kızılötesi ışınım için geçerlidir. Bu sebeple cisim yüzeylerinin geometrik yapıları da –düz, pürüzlü gibi- kızılötesi ışınımın yayılma ve soğurma gibi özelliklere etki eder. Cisimlerin fiziksel karakteristiğine göre kızılötesi ışınımlara karşı gösterdiği özellik değişir. Bu bileşenler Soğurma (α), Yayılma (ϵ), Yansıtma (ρ), Geçirgenlik (τ) Olarak adlandırılır.

Bu bileşenlerin miktarları $\alpha + \rho + \tau = 1$ yani cisme gelen yansıyan soğurulan ve geçen ışınımın yolları ve $\epsilon + \rho + \tau = 1$ cisimden yayılan yansıyan ve geçen ışınımın kaynakları olarak ifade edilir.

Bir cismin bir cismin sıcaklığı hesaplanırken cismin geçirgenliği sıfır ve yayılımı ise 1'e mümkün olduğu kadar yakın olursa hesaplamalar doğru olur. Yüksek yansıtma kat sayısına sahip cisimlerde yapılan hesaplarda büyük hatalar olmaktadır. Çünkü cisimden yayılan ışınımın büyük bir kısmını çevreden yansıyan ışınım oluşturur.

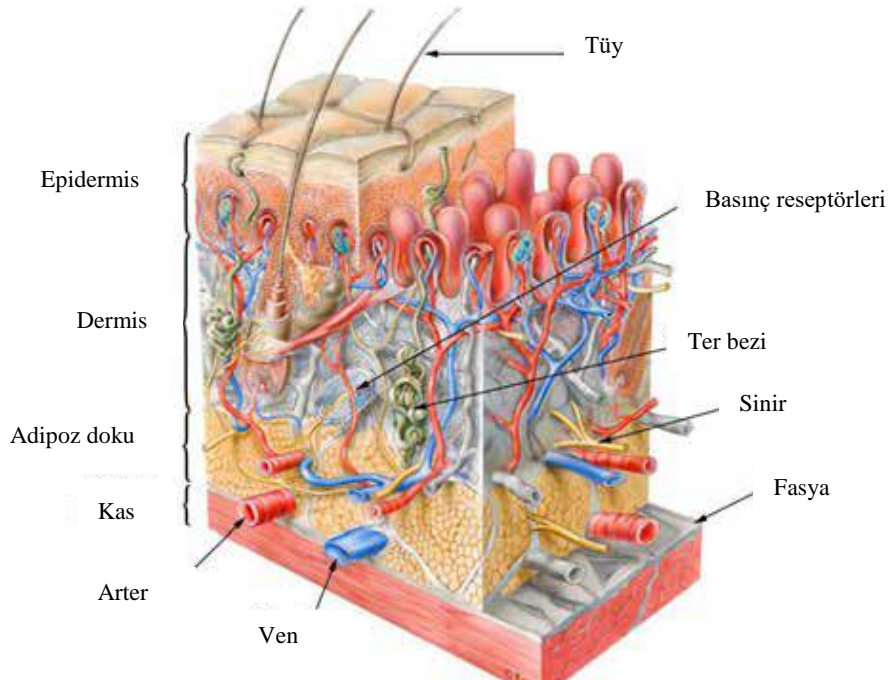
Cisimlerin ışınım karakterleri kızılötesi alanda görülebilir ışık alanına göre farklılık gösterebilir. Örneğin su görülebilir ışık alanında geçirgen ve yansıtıcıdır. Fakat kızılötesi alanda suyun karakteri değişir. Su kızılötesi alanda 0,9 dan yüksek bir yayılım kat sayısı ile opak bir görünüme sahiptir (Mitchell ve Salvaggio 2003). Bu bilgiye sahip olmadan su altında yapılacak bir çalışmaya başlanıldığında büyük ihtimalle sporcuların su altında hareketlerini incelemeye çalışırız fakat bu mümkün değildir. Cam da görünür ışığa karşı geçirgen bir yapı gösterir fakat kızılötesi alanda opak özelliktedir. Bu sebeple cam arkasında bir cismin kızılötesi ışınımını belirlemek mümkün değildir.

Yayılm kat sayısı (ϵ) 0 ile 1 arasında bir değerdir. Örneğin $\epsilon=0,7$ olan bir cisim kızılötesi enerjisinin %70 ini yayar demektir. Kalan %30 cisim dışı kaynaklardandır. Stefan-bozman denklemini hayırlarsak ($E = \sigma \cdot \epsilon \cdot T^4$) denklemde bu katsayıyı kullanarak cisim kaynaklı olan kızılötesi enerjiyi hesaplayıp cisim harici kızılötesi enerjiyi hesaplamalardan çıkarmış oluyoruz.

Spor bilimlerinde KT ile ilgili en önemli materyal derimizdir. Derinin yayılım katsayısı 0,97 ile 0,99 arasında 0,001 standart sapma ile değişir (Francisco ve diğ. 2009, Stekete 1973, Togawa 1989). Buda derinin yüksek yayılım katsayısı ile deri yüzeyi sıcaklığı hesaplamada çok isabetli sonuçlar elde edilebileceğini ifade eder.

1.1.5. Thermoregülasyon

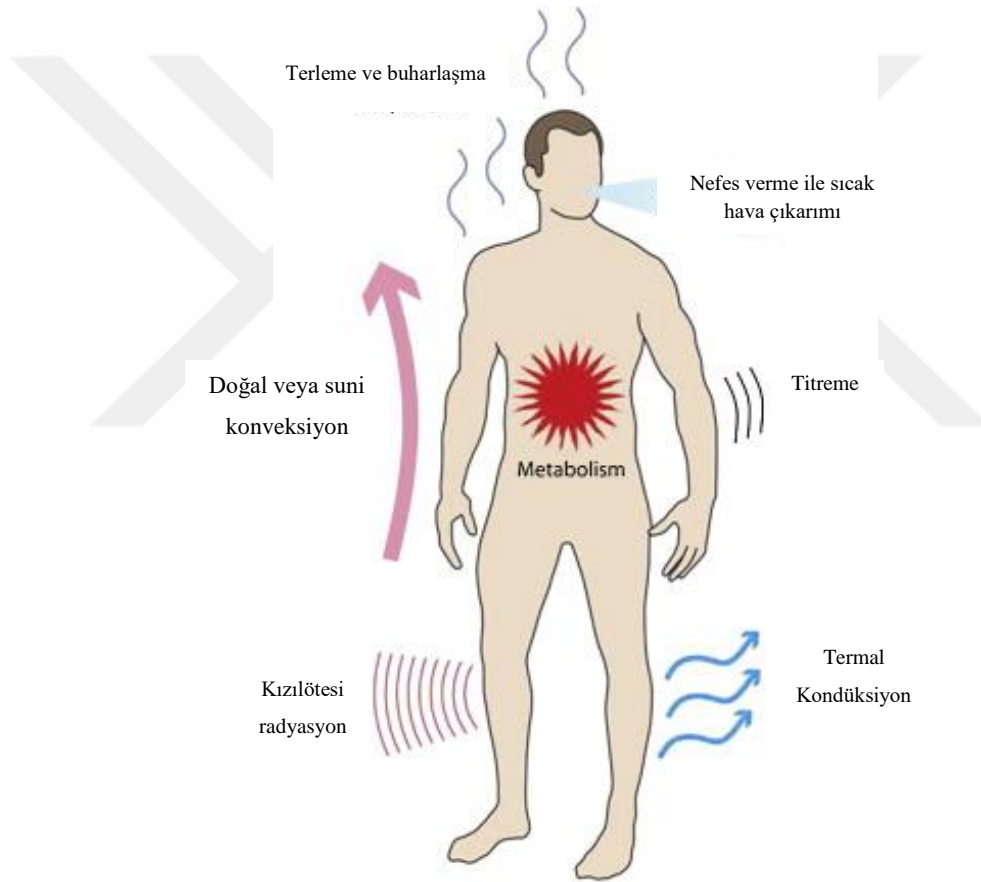
İnsan derisi termoregülasyonda büyük rol oynar. 1,5-2 m² ile deri vücudumuzun en geniş organıdır(Hall ve Guyton 2016). Vücuttaki sıcaklığa duyarlı hücrelerin %30 u derde bulunur(Gratt 2013). Deri termoregülasyonuna yanında diğer organları mekanik hasarlardan, elektromanyetik ışıınımdan, kimyasal zararlardan vs. korur(Standring 2008). Deri dermis ve epidermis tabakalarından oluşur. Epidermis damarsal yapıların olmadığı epitel dokuyu ifade eder. Vücutun farklı bölgelerinde 0,03mm den 0,64mm ye kadar farklı kalınlıklarda olur (Koehler ve diğ. 2010, Whitton ve Everall 1973). Hasar sonrası hızlı bir rejenerasyon kabiliyetine sahiptir (Standring, 2008). Dermis damarsal yapıların bulunduğu çok esnek iletimsel bir tabaka olarak tanımlanabilir. Dermiste acı, basınç, sıcaklık gibi hisleri



Çizim 1.3 Deri dokusu ve deride bulunan yapılar

algılamak için çok sayıda sinir uçları ve değişik yapıda algılayıcı hücreler bulunur (Çizim 1.3). Ayrıca dermiste ter ve sebum salgılanmasından sorumlu salgı hücreleride bulunur. Kalınlığı 0,5mm ile 4,0 mm arasında değişir (Adams ve diğ. 2007, Standring 2008).

Sağlıklı insan vücut sıcaklığı neredeyse her zaman sabit olsada ($36,5-37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) deri sıcaklığı ihtiyaca göre büyük değişiklikler gösterebilmektedir. İnsan vücudunda iki ama sıcaklık kaynağı bulunur. Sindirim ile metabolizma ve kas aktivitesi. Bu mekanizmaların olmadığı bölgeleri ise sıcak kanın dolaşımı ile ısınır. Normal şartlarda vücuttaki ısı %60 termal ışıma , %18 termal iletim (kondüksiyon), %22 terleme ve buharlaşma ile olur (Hall ve Guyton, 2016). Çizim 1.4'te İnsan vücudunun bazı ısı değişim yolları örneklendirilmiştir.



Çizim 1.4 İnsan vücudunda ısı değişim yolları

Vücut sıcaklığı hipotalamusta yer alan sinir geribildirim mekanizmaları ile kontrol edilir. Özelleşmiş sıcaklık algılayıcı sinir hücreleri kan sıcaklığını kontrol eder (Jones 1998). Isı kaybetmek gerekli ise vücut ısı üreten mekanizmaları yavaşlatır, deri dokudaki damarlar genişler ve terleme başlar(Hall ve Guyton, 2016). Vücut ısı kaybetmemesi gerektiğinde ise deride damarlar daralır ve piloereksiyon olur. Kan damarlarının daralması ve genişlemesi

termoregülasyonda çok verimlidir. Çünkü deri hem ısı yaymada hemde tutmada çok hızlı tepki vererek organdan geçen kan miktarı ile bu düzenlemeyi yapabilir (Low ve diğ. 2011). Deriden besleyici olarak geçen kan akışı 0,2ml/dk iken ısı baskısı altında en yüksek geçiş 24ml/dk kadar olabilir (Charkoudian 2003).

Sonuç olarak Kızılötesi kameralar temel prensiplerine değindiğimiz kızılötesi enerjiyi ölçerler ve Planck formülü, Wien eşitliği, Boltzmann denklemleri vs. esas alınarak uygun ayarlama ile cisimlerin sıcaklık dağılımlarını elde etmemizi sağlarlar. Spor bilimleri alanında çalışma yapacak araştırmacıların KT'nin temel fiziksel prensipleri, ısının transferi ve termoregülasyon konularında bilgi sahibi olmaya ihtiyaçları vardır. Bu bilgi altyapısı termal kameraların çalışma yöntemlerini anlamaya, metodolojik sorunları gidermeye, mantıklı hipotezler kurup termal görüntüleri doğru yorumlamaya yarar.

1.1.6. Tıpta kızılötesi termografi uygulamaları.

Kızılötesi termografi modern yüksek çözünürlüklü termal kameraların yardımı ile insan derisinin doğru bir haritalandırmasını yapabilmektedir. Bu yöntemle normal olmayan termal dağılımlar belirlenebilmektedir. KT'nin birçok avantajı vardır. Öncelikle KT invaziv olmayan bir yöntemdir, temas gerektirmez ve taşınabilir yapısı ile anlık ölçümleri ve görüntülemeyi uygun kılar. Modern kameralar ile nicel görüntüleme mümkündür çünkü bu cihazlar doğru termal ölçümler ile modern görüntü işleme metodlarını bir arada sunarlar (Fauci ve diğ. 2001). Bu teknolojik atılımlardan sonra KT tıp camiası tarafından kabul görmüştür. Yakın zamanda yapılan birkaç çalışma (Lahiri ve diğ. 2012, Ring 2006) KT'nin daha önce düşünüldüğünden daha büyük potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Deri, sıcaklığı tümör oluşumu, inflamasyon enfeksiyon veya sinir sistemindeki fonksiyon değişimleri gibi birçok anormallikten etkilenir (Jones 1998). Deri yüzeyi sıcaklığı her zaman deri altındaki bütün termal işlerin toplamını ifade eder ve klinik bir karara varmadan önce bu işlemlerin fizyolojisini değerlendirmek çok önemlidir (Diakides ve diğ. 2012)

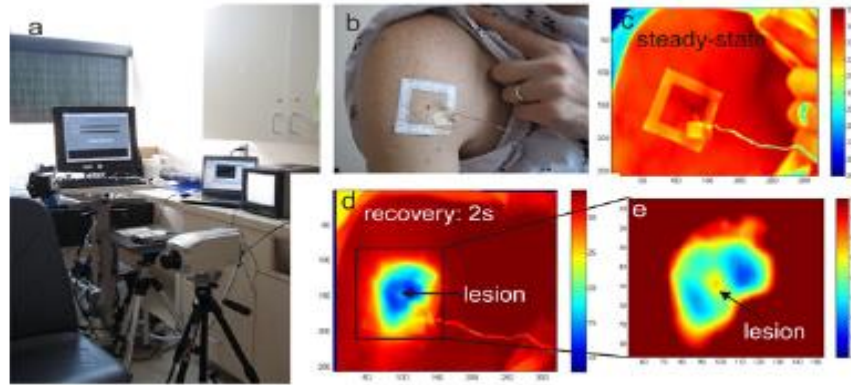
Meme kanseri tespit etmede kızılötesi termografi tıp alanı kullanımına açıldıktan sonra çok yaygın çalışılmış ve büyük ihtimalle En ciddi şekilde tartışılmış alandır. Tümörler tipik olarak buldukları alandaki kan dolaşımını artırır ve komşu dokulardan daha yüksek bir metabolik hıza sahiptir ki buda bulunduğu yerin sıcaklığını artırır (Ng 2009). Ne yazık ki bu alandaki bazı başarısız çalışmalar KT'nin bu alandaki güvenilirliğini çok uzun bir süre düşürmüştür (Fauci ve diğ. 2001). Bu zayıf itibarın sebebi termal hassasiyeti düşük (± 2 °C)

eski teknoloji ürünler in yanında KT yöntemini tecrübesiz kişilerin uygulamasıdır (Fauci ve diğ. 2001, Keyserlingk ve diğ. 2000).

Ancak yakın zamanda yapılan çalışmalarda mamografi ile beraber kullanıldığında KT göğüs kanseri vakalarını tespit etmede övgüye değer bir fayda sağlamaktadır (Borchart ve diğ. 2013; Kennedy ve diğ. 2009). Yalnız KT kullanıldığında %83 hassaslık gösterirken(sadece mamografi %66) iki teknik bir arada kullanıldığında hassasiyet %95 olmaktadır. Rasiwala ve diğ.(2014) göğüs kanser tespit etmede KT'nin %97,6 hassasiyet , %99,17 özgüllük %83,67 pozitif öngörme değeri ve %99,89 negatif öngörme değeri olduğunu bildirmişlerdir (Rasiwala ve diğ. 2014). Ayrıca KT'nin tek başına görüntüleme veya çoklu tanı görüntüleme yöntemleri ile tümör durumu ve saldırganlığını belirlemede kullanılabileceği bildirilmiştir (Tepper ve Gannot 2015).

MRI, CT ve Ultrason gibi diğer meme kanseri görüntüleme yöntemlerine kıyasla kızılötesi termografi taşınabilirliği fiyat verimi görüntüleme modeli ile gelişmekte olan ülkeler için çok uygun bir görüntüleme aracıdır.

Herman ve Pirtini Cetingul (2011) yaptıkları araştırmada cilt kanseri riskini tespit etmede KT yönteminin çeşitli uygulamalarla kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Tremogramlarda vücut ısıl denge de iken lezyonların görülmediği fakat ani bir soğutma sonrası oluşan değişimler takip edildiğinde lezyonun görülebildiği bildirilmiştir (Çizim 1.5).



Çizim 1.5 Herman & Pirtini Cetingul (2011) lezyon belirleme görseli

KT'nin potansiyel olduğu bildirilen diğer bir uygulama ise diyabettir. Diyabet hastalarının ayaklarının görüntülenmesi KT'nin potansiyel uygulamasıdır (Balbinot ve diğ. 2012, Bharara ve diğ. 2012, Gatt ve diğ. 2015, Hazenberg ve diğ. 2014; Ring 2010). Damar bozuklukları ve nöropati diyabet ile ilgili ve özellikle ekstremitelerde semptomlarına rastlanılan komplikasyonlardır ve KT bu semptomları belirlemeye uygundur (Lahiri ve diğ.

2012). Bu tip komplikasyonlar diyabetlerde çok yaygın olsada (Kateb ve diğ. 2009) bu komplikasyonların şiddetini değerlendirmek için geçerli olan çok az klinik işaret vardır (Bharara ve diğ. 2012). Ancak KT klinik rutine entegre edilmeden önce değerlendirmeler için bazı nicel araçların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Hollandalı bir araştırma gurubu bu alanda öncü bir otomatik sistem geliştirmektedir (Liu ve diğ. 2014).

Salgın enfeksiyon hastalıklarından korunmak için hızlı kitle görüntüleme tekniklerine ihtiyaç duyulur ki ateşlenmek bu tip hastalıkların en yaygın ve önemli göstergesi olduğundan KT bu görev için potansiyel araçtır (Nguyen ve diğ. 2010). KT 2009 H1N1 gribi salgınında kullanılmıştır (Bell 2004, Cowling ve diğ. 2010, Pang ve diğ. 2003, St. John ve diğ. 2005; Wang ve diğ. 2006). Çalışmalara Bakıldığında ateşlenmiş bireylerin erken tespitinde işe yararıştır (Chiu ve diğ. 2005; Pang ve diğ. 2003). KT'nin temassız ve efektif bir kitle ateşlenme görüntüleme aracı olduğu ve termografi ile tespit edilen ateşlenme durumlarının, kişilerin geri bildirimlerinden daha güvenilir ve geçerli olduğu bildirilmiştir (Nguyen ve diğ. 2010). Ancak kitle görüntüleme standardı doğru veri elde etmede çok önemlidir. ISO önerileri kitle görüntüleme uygulaması yaparken dikkatle değerlendirilmelidir. ("ISO/TR 13154:2017 - Medical electrical equipment - Deployment, implementation and operational guidelines for identifying febrile humans using a screening thermograph", 2017.)

1.1.7. Spor Bilimlerinde Kızılötesi Termografi Uygulamaları

Yapılan bir incelemede KT ve spor ilişkili yayınların sayısında son yıllarda büyük artış görülmüştür (Quesada 2016). KT'nin insan vücuduna hiçbir zararı yoktur. Vücudun uzaktan fotoğrafının çekildiği bir inceleme olup non-invazivdir. İnceleme sırasında vücuda hiçbir ışın veya sinyal verilmez. Pasif bir cihazdır ve sadece vücuttan yayılan termal ışınları tespit eder. İnceleme vücutta herhangi bir sızı, sancı veya ağrıya sebep olmaz (Düzgün ve Or, 2009). Bu artışa sebep olarak KT yönteminin bu avantajları gösterilebilir.

Yayın sayılarının yanında yapılan yayınların hangi alanlarda olduğunu ortaya koyarsak KT'nin hangi spor alanlarından kullanılabildiğini de göstermiş oluruz.

Termofizyoloji: İnsan termoregülasyonu alanına odaklanmış termografi çalışmalarıdır. Bu çalışmaların bütünü egzersizin deri sıcaklığı üzerine etkilerini, egzersizin deri yüzeyi sıcaklık dağılımına etkilerini, farklı örneklerde deri sıcaklığı farklılıklarını (örn. antrene ve sedanter), sportif performansın sıcaklık dağılımına etkileri(maxVO₂ ile sıcaklık dağılımı ilişkisi) gibi çalışmalardan oluştuğu görülmektedir.

Sporcu sağlığı: Sakatlık ve hastalıkların sporcuların termal profilleri üzerine etkilerini inceleyen çalışmalardır.

Hayvanlar ve spor: Bu başlık hayvanların sporla ilgili olduğu yarış ve veterinerlik alanlarında yapılan termografi çalışmalarını içerir. Ayrıca önceki iki başlığın hayvan odaklı versiyonları bu başlıkta toplanmaktadır.

Kıyafet ve donanım: Spora özel kıyafet ve donanımların etkilerinin incelendiği termografi çalışmalarıdır.

Yöntem ve geliştirme: KT konusunda yöntemsel araştırmaların ve geliştirmelerin yapıldığı çalışmalar ve diğer görüntüleme yöntemleri ile yapılan karşılaştırmaları içeren çalışmalardır.

Derleme ve gözden geçirme: Yapılmış çalışmaların incelendiği derlemeler ve gözden geçirmeleri içeren çalışmalardır.

KT egzersiz sonrası durum ve sportif performans tanılama alanlarında kullanılmıştır. Farklı yükteki egzersizlerde deri yüzeyindeki sıcaklık verilerinin değiştirdiği belirtilmiş, KT'nin antrenman verimini ve yöntemini karşılaştırmada faydalı bir araç olacağı bildirilmiştir (Çoh ve Şirok, 2007). De Bruyne ve diğerleri (2010) bisiklet egzersizi sırasında kafa bölgesinde sıcaklık değişimlerini ve terleme işlemini izleyerek egzersiz sırasında terlemenin fizyolojisi hakkında çalışmalar yapmışlardır. Yüzücüler üzerinde yapılan bir çalışmada KT yöntemi ile sporcularda diz eklemine oluşan osteoartrit vakalarının tespitinin mümkün olabileceği bildirilmiştir (Arfaoui ve diğer. 2012).

Birçok çalışma farklı egzersiz türlerinde -farklı yüklerde dayanıklılık, uzun süreli artan yoğunluklu veya direnç egzersizlerinde- deri yüzeyi ısı değişimlerini incelemiştir. Çalışmalar genellikle sedanter bireyler veya yarı antrene bireyler üzerinde yapılmıştır (Akimov ve Son'kin, 2011, Arfaoui ve diğer. 2014; Fröhlich ve diğer. 2014, Merla ve diğer. 2005, Merla ve diğer. 2010).

Medikal anlamda yarış atlarının lökomotor sakatlıklarını ve sağlık durumları takip etmede KT başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Kızılötesi kamera kullanılarak Turner ve arkadaşları (2000) yarış atlarında tendinit vakalarını -hastalığın belirtileri olan şişme ve topallama görülmeden- 2 hafta önce termogramlardaki sıcak noktaları belirleyerek tespit etmişlerdir (Eddy ve diğer. 2001, Turner 2001). Buda KT'ye insanlarda spor yaralanmalarını tespit etme hususunda bir rol yüklemiştir (Hildebrandt ve diğer. 2012).

Sporcu sağlığı alanı öncelikli olarak sporculara kaliteli bakım, modern yaklaşımlarla sakatlıktan korunma ve risk faktörlerini belirleme konusunda ihtiyaçları karşılamalıdır (Brukner ve Khan 2012). Sporcular müsabaka ve antrenmanlarda çok yüksek bir strese maruz kalmaktadırlar. Aşırı kullanım reaksiyonları sık görülür; bu nedenle, erken tespitleri önemlidir. Ayrıca, enflamasyonun erken tespiti ve lokalizasyonu, uygun tedavinin belirlenmesinde kritik bir adımdır. Enflamasyon genellikle deri ısısında lokal bir artışa neden olur, böylece “normal” simetriyi bozar. Sinir hasarı veya otonom sinir sistemi rahatsızlıkları da değişime neden olabilir ve etkilenen bölgenin lokal soğumasına yol açabilir (Hildebrandt ve diğ. 2012).

1.1.8. Spor Yaralanmalarının Tespiti ve Kızılötesi Termografi

Son yıllarda teknolojinin gelişmesine rağmen, yaralanmalar profesyonel ve amatör sporcular ve spor kuruluşları için hala büyük bir sorundur. Dahası, sakatlanmalar sadece bir sağlık sorunu değil, aynı zamanda takım ya da atlet için ekonomik bir problemdir (Fernández Cuevas ve diğ. 2010) ve açıkçası bireysel performansı ve takım performansını etkileyen bir faktördür.

Yine de, yaralanma sıklığını azaltmak için yeni teknolojilerin spor profesyonellerine sunduğu önemli ve faydalı değişiklikler inkâr edilmemelidir.

Spor yaralanmaları ile ilgili önemli faktörlerden biri, dâhili ve harici olmak üzere antrenman yüklerinin miktarı ile ilgilidir. Antrenman yüklerini kontrol etmeye yarayan araçların geliştirilmesinden bu yana ortaya çıkan yeni bir bakış açısı hakkında konuşuyoruz. Bir taraftan, mesafe, ivme, darbe vb. hesaplayan küresel konumlama sistemleri gibi harici yüklerimiz var. Öte yandan, antrenman türüne göre her bireyin biyolojik tepkilerini ölçmek için iç yüklerimiz vardır. Her iki durumda da sporcunun, antrenman yükünü nasıl özümlediğini ölçmek için teknolojik araçlar geliştirilmiştir.

İş yükü ve yaralanma riski arasındaki ilişki üzerine en önemli çalışmalardan birisi, Gabbett ve Jenkins (2011) tarafından yapılan iç yük dağılımının yaralanma insidansını nasıl etkilediğini belirledikleri çalışmadır. Bu çalışma, yaralanmanın önlenmesinde uyarıcıların antrenmanı nasıl etkilediğini belirlemede spor bilimlerinde bir kilometre taşıdır. Birkaç yıl sonra, Gabbett (2016), antrenman-yaralanma önleme paradoksunun, yaralanmanın önlenmesinde antrenman yükü kontrolünün temel araç haline geldiği duruma dayandığını ortaya koymuştur.

Bu bağlamda, yaralanmanın önlenmesi üzerine odaklanan farklı teknolojiler, araçlar ve yöntemler mevcuttur. Bunların içinde, KT, insanlardaki yaralanmaları önlemede en ilginç teknolojilerden biri olarak tanımlanabilir.

Son yıllarda, bazı yazarlar bu eski teknolojinin, yaralanmaların önlenmesinde bir araç olarak nasıl kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Bandeira ve diğ. 2012, Barcelos ve diğ. 2014, Costello ve diğ. 2013).

KT vücuttan çıkan yayılım enerjisinin hızlı ve non-invaziv kaydını sağlayan güvenli, düşük maliyetli bir tekniktir. KT, deri sıcaklığını ölçer ve 1960'lı yılların başından beri farklı sektörlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojinin geliştirilmesinden sonraki ilk on yılda, insanlarda KT kullanımına yönelik araştırmalarda asıl olarak, bu teknolojinin bir teşhis aracı olarak uygulanması üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak, KT'nin yerini yeni ve daha doğru teknolojiler (X-ray ve Mri gibi) almıştır. Kızılötesi kameralardaki son teknik gelişmeler, insanlarda KT'nin (tanı tekniklerinin ötesinde) yeni uygulamalarını mümkün kılmıştır. Yaralanmaların önlenmesi ve izlenmesi, vücut yüzey sıcaklığındaki değişiklikleri belirleme, aktif kasların metabolizması hakkında rapor verme ve antrenman yükünü izleme kabiliyeti nedeniyle en ilginç ve yararlı uygulamalardan biri olarak gösterilmiştir (Čoh ve Širok 2007).

Kas aktivasyonu ile deri sıcaklığının değişimi arasında bir korelasyon olduğu yaygın olarak bilinmektedir (Kenny ve Jay 2007). Egzersizin türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak egzersizde kullanılan kasların bitişindeki alanda metabolizma, kas kontraksiyonu, terleme veya cilt kan akımı gibi faktörlerin birleşmesinin sonucu olarak deri sıcaklığında artma ya da azalma yaşanabilir (Fernández Cuevas ve diğ. 2010)

İdeal olarak, vücudumuzu ısı dengede veya "homeotermal" de tutma amacı ile birlikte, derimizin zaman içinde sabit bir termal desen sürdürmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, bir kişinin termal asimetrisini ömür boyu birçok faktör etkileyebilir ve bunların çoğu iltihaplanma ya da sinir disfonksiyonu gibi patolojik nedenlerle ilişkilidir (Quesada 2016, Ring 1990). Bu bağlamda, KT, bilateral vücut alanlarını (örn, sol ve sağ diz veya baskın ve baskın olmayan baldır) karşılaştırarak termal asimetrisini belirlememize yardımcı olabilir (Niu ve diğ. 2001). Bu **ilgili ölçüm bölgelerindeki** (İÖB, Region of Interest; ROI) termal asimetrisi, patolojik olmayan bir model gösterebilir (baskınlık faktörleri veya eski yaralanmalar ya da ameliyatlara ilgili), ama aynı zamanda yanlış iş yükü asimilasyonu, aşırı aktivite, asimetrik egzersiz yapma veya aşırı kas yüklemesi nedeniyle potansiyel bir

yaralanma riskini işaret edebilir. Bu asimetri, diğer belirtilerden önce, yaralanma meydana gelmeden önce önleyici stratejilerin uygulanması için son derece yararlı olan ağrı olarak ortaya çıkabilir. Bu şekilde, KT yalnızca bu termal asimetriyi tanımlamak için değil, her şeyden önce, bu tür bir asimetriyi nedenlerini belirlemek ve termal dengeye geri dönmek için antrenman yükünü düzenlemek için de kullanılabilir.

Ayrıca, rehabilitasyon sürecini, ilgili alanları doğru şekilde uyarıp uyarmadığını ve yaralanmadan önceki termal deseni referans alıp almadığını kontrol etmek için termal asimetri gelişimini izleyebildiğimiz için, KT, herhangi bir yaralanma oluştuğunda da son derece yararlı olabilmektedir (Piñonosa Cano 2016, Piñonosa Cano ve diğ. 2013).

Açıkça görülüyor ki, deri sıcaklığını etkileyen birçok faktör vardır (Fernández-Cuevas ve diğ. 2015), ki bu da bazı durumlarda bazı yaralanmaları önlemeyi imkânsız hale getirmektedir. Yine de, termal görüntülerin sık kaydedilmesi, zamanla oluşan termal asimetriyi tek tek karşılaştırılmasına imkân tanır. Bu da bir kişinin normal termal değerlerini belirlemede önemli bir faktör olan güvenilir bir veri tabanının oluşumunu sağlar. Dolayısıyla termal desendeki herhangi bir değişikliğin bireyselleştirilmesine ve daha iyi anlaşılmasına ve böylece de termal asimetriye yol açan sebeplerin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlar (Quesada 2016).

Özetlemek gerekirse, KT, spor ve sağlık çalışanlarının, bir kişinin fizyolojisini ve sağlık durumunu daha iyi anlayabilmelerini sağlayan hızlı, ucuz ve kullanışlı bir tekniği temsil eder. Aslında, KT, güvenilir bir analiz yöntemi ya da yazılımı ile standartlaştırılmış bir protokol izlenerek ve diğer teknolojilerle birlikte ve farklı spor profesyonellerinin işbirliği çerçevesinde kullanılırsa, yaralanma insidansını azaltmaya gerçekten yardımcı olabilir (Hildebrandt ve diğ. 2010).

1.1.9. Metodolojik Yönleri ve Ekipman Gereksinimleri

KT mükemmel bir teknik değildir. Bu nedenle, termal sonuçların kalitesini sağlamak için standartlaştırılmış bir protokolün kullanılması kesinlikle gerekli gibi görünmektedir. Ayrıca, KT'yi bilimsel bir bağlamda kullanma veya bir laboratuvar dışındaki gerçek uygulama arasındaki farkların da farkında olmalıyız. Araştırmacılar olarak, protokol kalitesini her zaman korumayı denemeliyiz. Ancak yine de tüm unsurların kontrol altında olmadığı en iyi seçkin sporcular ve kurumlarla çalışırken karşılaşılabilecek durumları yönetebilmeliyiz ve sonuçlar yine de mükemmel yakın olmalı.

1.1.10. Literatürde Termografik Protokoller

Son yıllarda, sağlık sektöründen birçok kuruluş kendi protokollerini ve kalite güvence kurallarını oluşturmuş ve yayınlamıştır. Örneğin, son birkaç yıl içinde en alakalı yayınlardan bazılarını aşağıda listelenmektedir:

- a) 2002 yılında IACT(International Academy of Thermology), Klinik Termografik Görüntüleme Standartları ve Protokolleri yayınladı. Bu yayınlar, KT ile doğru bir klinik değerlendirme yapmak için temel gereksinimleri açıklamaktadır (“Thermography Guidelines. Standards and protocols.”, 2002).
- b) 2004 yılında, Uluslararası Standartlar Teşkilâtı (ISO), fizyolojik ölçümlerle termal gerilimin ergonomik değerlendirmesi odaklı ISO 9886'yı yayınladı (“ISO 9886:2004 - Ergonomics -- Evaluation of thermal strain by physiological measurements”, 2004).
- c) 2006'da Schwartz, Amerikan Termoloji Akademisi (AAT) üyeleri tarafından hazırlanan tam bir kılavuz yayınladı-2009,2012,2015 yıllarında güncellenmiştir- (“Guidelines for Neuro-Musculoskeletal Thermography | AAThermology”, 2015) Rehber, nöromusküler termologlar ve diğer ilgili taraflara yöneliktir.
- d) 2008 yılında Kurt Ammer -University of South Wales- Glomorgan protokolünü yayınladı. Çalışmada Avrupa Termoloji Birliği(EAT) bünyesinde ammer ve diğer araştırmacıların çalışmalarından derlenmiş bir protokol ele alınmıştır (Ammer, 2008).
- e) Madrid Teknik Üniversitesi araştırma grubu, 2015 yılında XIII EAT Kongresi'nde bir “İnsanda termografik değerlendirme protokolü” sunarak, önceki araştırma ve profesyonel deneyimlerden en son güncellemeleri ve sonuçları bir araya getirdi. Bu çalışma Kurt Ammer ve EAT bilimsel yönetim kurulu tarafından gözden geçirilerek yayınlandı (Quintana ve diğ. 2015).

Özetlemek gerekirse, çoğu termografik kılavuz aşağıdaki hususlarda hemfikirlerdir:

- Yer gereksinimleri
- Ekipman özellikleri
- Konu / hasta bilgisi ve hazırlanması
- Konu / hasta değerlendirmesi

- Sonuçların işlenmesi ve sunulması.

İzlenen protokolden bağımsız olarak, KT'de araştırmamızı veya profesyonel çalışmamın kalitesini ve nesnellliğini riske atmaktan kaçınmak için, insanlarda KT kullanırken standart kuralların uygulanması kesinlikle gereklidir. Bu kuralları 3 başlık altında toplayabiliriz.

Termal Görüntüleme öncesi dikkat edilmesi gerekenler

- Tekrar eden ölçümlerde aynı denekler aynı zaman diliminde ölçülmeli
- Ölçüm öncesi 6 saatte fiziksel aktivite yapılmamalı
- Değerlendirme yapılacak bölgeye jel sprej krem sürülmemeli
- Ölçüm öncesi 6 saatte sigara kahve alkol ve uyarıcı madde alınmamalı
- Ölçüm öncesi değerlendirilecek bölgeye masaj vb. bir tedavi uygulanmamalı
- Ölçüm öncesi 24 saate ilaç alınmamalı
- Ölçüm öncesi direk gün ışığına maruz kalınmamalı.
- Ölçüm öncesi duş veya banyo yapılmamalı
- Yemek ve dinlenme düzeni değiştirilmemeli

Ölçümü yapacak personelin dikkat etmesi gerekenler

- Ölçüm yapılacak yerin ortam sıcaklığının 18-25 C° aralığında olması sağlanmalı. Hava akımı engellenmeli.
- Zemin ile deneklerin temasını kesmek için izole edilmiş bir basamak hazırlanmalı
- Ölçüm yapılacak deneklerin arka tarafında yansıma yapmayacak izole edilmiş bir arka plan oluşturulmalı
- Ölçüm yapılacak yer termal kamera ile incelenerek her hangi bir ısı kaynağı varsa tespit edilmeli (boru tesisat gibi)
- Ölçüm öncesi uygulanacak anket ve sorular hazırlanmalı.
- Kamera alt ekstremite için 65cm yükseklikte ve ölçüm basamağından 1,5-2,5 m uzağa sabitlenmeli

Alt ekstremite ölçümü sırasında dikkat edilmesi gerekenler

- Dik ve simetrik anatomik pozisyon sağlanmalı
- İzole basamak(10cm) üzerinde basılacak yerler önceden belirlenmeli
- Ayak aralığı yaklaşık 40 cm olmalı
- Ayaklar kameraya dik bakacak şekilde konumlanmalı
- Eller göğüs hizasında veya baş üstünde tutulmalı
- Ekstremiteler arka plandan tamamen ayırt edilebilmeli

Kamera Seçimi: Çözünürlüğü 320 (yatay) x 240 (dikey) piksele eşit veya daha yüksek, 65 mK minimum duyarlılığı ve insan yaşam ortamını kapsayan bir sıcaklık ölçüm aralığı olan (0 ile 50°C arasında) bir termal görüntüleme kamerasının kullanılmasını şiddetle tavsiye edilmektedir. Kameranın çözünürlüğü, yüksek kaliteli termal görüntüler elde etmek için en önemli faktörlerden biridir. Yüksek çözünürlüğe sahip bir kamera, dikkate alınan İÖB'nin daha belirgin bir görüntüsü ve daha fazla pikselini sunacak ve sonuçların kalitesini ve güvenilirliğini artıracaktır.

İÖB'nin belirlenmesi: İÖB'nin belirlenmesi, bir termografi çalışmasının tasarımındaki en önemli adımlardan biridir. İÖB'nin belirlenmesi çalışmanın amacına bağlı olacaktır. Bu nedenle, İÖB çalışma tasarımının erken aşamasında belirlenmelidir, çünkü bu, termal oda adaptasyonu veya kameranın konumu sırasında vücut pozisyonu gibi diğer yönleri etkileyecektir. Tüm veriler, termal görüntüden elde edilen her bir İÖB'den çıkarılacaktır. İÖB'nin belirlenmesi önemlidir çünkü özellikle kamera çözünürlüğü sınırlı olduğunda veri edinimi kalitesini artırmaya yardımcı olabilir.

Glamorgan Protokolü, 2008 yılında termografik çalışmalarda İÖB tespitinin standartlaştırılması amacıyla yayınlanmıştır (Ammer 2008). Bu çalışma, 90 farklı İÖB tanımını sunmaktadır. Glamorgan protokolü, İÖB'nin belirlenmesinde önemli bir rehberlik sağlasa da, çok özel gereksinimlere sahip çok sayıda çalışma vardır. Bu nedenle, araştırmacılar farklı geometriler ve metodolojilerle İÖB'leri tanımlamak için kendi kriterlerini geliştirdiler (Fernández-Cuevas ve diğ. 2015; Quesada ve diğ. 2016). İÖB'ler arasındaki deri sıcaklığındaki farklılıklar, doku kompozisyonuna, kas aktivitesine ve terlemenin kapasitesine bağlıdır (Maniar ve diğ. 2015, Quesada ve diğ. 2015, Quesada ve diğ. 2016). Bu faktörlerin, İÖB'nin tanımı sırasında dikkate alınması önemlidir.

Termal Görüntü Analizi: Termal görüntü alındığında, uzmanın termogramları analiz etmesinin iki temel yolu vardır: nitel ve nicel yöntemler.

Nitel analizin kalitesi, uzmanın deneyimine bağlıdır. Görüntü, termogramların renk modellerini analiz ederek yorumlanır ve doğru bir analiz, kameranın sıcaklık aralıklarının doğru ayarlanmasına bağlıdır. Bu yöntem, en belirgin asimetrielerin tespit edilmesine yardımcı olabilir, ancak önemli asimetrelerin görülmediği durumlar da olabilir.

Nicel analiz, termografiyi daha objektif ve güvenilir kılar. Manuel veya otomatik yöntemlerle her bir İÖB'den gelen termal verileri (normalde maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma) kaydeder. Her bir İÖB'nin termal sonuçları, aynı kişinin kontralateral ya da bitişik İÖB'leriyle veya diğer kişilerin aynı İÖB'leri ile karşılaştırılabilir. Bu durumda, her İÖB için çıkan termal sonuçlar, sıcaklık aralığı ayarlarından bağımsız olarak önceki termogramlarla karşılaştırılabilir

Manuel: İnsanlarda KT uygulamaları ile ilgili en tartışmalı noktalardan birisi, İÖB'lerin seçimidir. Birçok KT çalışması, İÖB'leri oluşturmak ve seçmek için kendi ölçütlerini geliştirmiştir.

İÖB seçimi ile ilgili tartışmalar, İÖB'leri oluşturmak için gereken manüel yönteme dayanmaktadır. Gözlemcinin İÖB'yi manüel olarak seçme kabiliyetine bağlı faktörler nedeniyle, ICC (Intra- examiner, Inter-examiner Correlation Coefficient ICC- gözlemci-içi ve gözlemci arası Korelasyon Katsayısı-) sonuçlarının güvenilirliğinin çoğu kez en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Ring ve Ammer 2012).

Otomatik: Güvenilirliği artırmak ve çalışmalar arasında KT sonuçlarını karşılaştırma imkânı yaratmak için İÖB'yi seçmede otomatik ve nesnel yöntemlerin geliştirilmesini önerilmektedir. Bu bağlamda, otomatik İÖB seçimi özellikli yazılım çözümleri, farklı araştırma grupları tarafından önerildiği gibi bir ilk adım olur (Barcelos ve diğ. 2014, Duarte ve diğ. 2014, Fernandez Cuevas ve diğ. 2012, Fournet ve diğ. 2012)

1.1.11. Termal Asimetri ve Termal Desen

KT'nin nasıl kullanılabileceğini anlamak için, fizyoloji konusuyla ilgili bazı noktaları tanımlamamız gerekir. Termal homeostaz ve termal simetri/asimetri gibi kavramlar, yaralanma risk alanlarını nasıl tespit edebildiğimizi anlamamızın temelidir.

Vurgulamaya değer diğer bir kavram ise, termal profil ya da bir spor dalından veya somut performanstan kaynaklanan ısıl karakteristik uzmanlığıdır.

Son olarak, insanlarda deri ısısını etkileyen faktörleri özetlemek önemlidir.

Biyolojik İlkeler: Emisyon (bir nesnenin ışınım yayma yeteneği) katsayısı 0.98 olan insan derisi, neredeyse bir **siyah cisim** radyatörüne eşittir (Steketee 1973). İnsan vücudundaki ısı yayılım fiziği ve termoregülasyon fiziyojisi, termal görüntülerin güvenilir ve geçerli yorumlanmasını zorlaştırmaktadır. Deri sıcaklığı düzenlemesi kan dolaşımı oranına, deri altı dokuların lokal yapılarına ve sempatik sinir sisteminin aktivitesine bağlı olan karmaşık bir sistemdir (Fröhlich ve diğ. 2014). Ancak, sempatik sinir sisteminin, derideki kan dolaşımının birincil regülatörü olduğuna ve bu nedenle termal emisyonun birincil düzenleyicisi olduğuna dair kanıt vardır (Charkoudian 2003). Kan damarlarının vazokonstrüksiyonu ve vazodilasyonu, derideki kan akışını düzenlemek için çalışmaktadır. Ruffini korpuskülleri olarak da bilinen, derideki termoreptörler, ortam sıcaklığını tanımaktadır. Vazokonstrüksiyon, sıcaklıkta bir azalma ile tetiklenip ve deriye kan akışının azalmasına neden olurken, sıcaklığın artması ise vazodilasyona neden olur ve bu da deride artan kan akışına yol açar. Bu fiziyojistik süreçler, konveksiyon, iletim, radyasyon ve ter buharlaşmasında ısı iletimi ve ısı regülasyonu ile birleşmektedir. Bugüne kadar, egzersiz ve termoregülasyon uyumunun mekanizması karmaşıktır ve tam olarak anlaşılammıştır.

İnsan vücudu ve çevre arasındaki ısı değişimi: İnsan vücudu söz konusu olduğunda, yüksek metabolik aktivite, vücudun fiziyojistik süreçlerinin dengesini korumak için dağıtılması gereken büyük miktarda termal enerji üretir (Kenney ve diğ. 2011). Isıl enerjiyi aktarmak için insan vücudu tarafından kullanılan mekanizmalar şunlardır: iletim, konveksiyon, radyasyon ve buharlaşma.

Radyasyonun emisyon ve absorpsiyonla ısı iletimine radyasyon yoluyla termal transfer adı verilmektedir. Cisimler, sıcaklıklarından dolayı termal radyasyon yayar: sıcaklık ne kadar yüksek olursa, yayılan radyasyon da o kadar fazla olur. Bununla birlikte, her malzemenin farklı bir yayma oranı vardır. Yayma oranı, her nesnenin kızılötesi ışınım yayma yeteneğidir (Meola 2012).

İnsan derisinin yaydığı enerji miktarının yaklaşık %60'ı kızılötesi ışınım şeklindedir ve geri kalan %40'ı ise konveksiyona karşılık gelmektedir (Kenney ve diğ. 2011). Normalde, opak cisimler (insan vücudu gibi) ile çalışırken, ışınım cismin içinden geçemediği için, geçirgenlik "0" a eşittir. Sonuç olarak, radyasyon ve insan bedeni ile çalışırken ana kavramlar yayma oranı ve yansımadır.

Termal Homeostaz, Termal Simetri / Asimetri ve Termal Profil: Bazı fiziyojistik bozukluklar yerel termal deseni etkileyebileceği için aşırı veya fazla egzersiz durumunda

etkilenen bölgelerin yerel sıcaklığı, diğer benzeri alanlarla veya kontralateral vücut bölgesine kıyasla artabileceğinden, sporda termografi kullanımı, kas, eklem veya tendon yaralanmalarını önlemeye yardımcı olabilir. KT, yaralanmalara neden olabilecek termal asimetriyi tespit edebilir ki bu da sporcuların performansı ve sağlığı, takım planlaması ve hatta profesyonel spor veya yüksek performans durumunda sporcu veya kulüp için ekonomik etkiye sahiptir. Sporcunun periyodik olarak termografik açıdan izlenmesiyle, hem sporcuda, hem de spor alanında veya takımında spesifik bir termal profil; yani, bir futbol oyuncusunun ön ve arka bacakları gibi her İÖB'nin normal ısıl özelliklerine sahip bir "harita" oluşturulabilir. Bu nedenle, her iki bacakta ya da belirli bir bölgede anormal bir sıcaklık artışı görülür ya da bunun bir sporcuda normalden daha sürekli ya da daha şiddetli gerçekleşmesi, iltihabi bir sürece bağlı olabilir (Hildebrandt ve diğ. 2010; Hildebrandt ve diğ. 2012). Bu durum; sporcunun kapasitesinin üzerinde aşırı antrenman yapmasından, overuse (aşırı kullanım) hasar riskinden veya uygunsuz toparlanma çalışmalarından dolayı ortaya çıkabilir. Her şekilde, termal değişikliğin sebebinin herhangi bir yaralanma meydana gelmeden önce değerlendirilmesi gerekecektir.

Anatomik orantı kavramı göz önüne alındığında, karşı karşıya olan iki vücut kısmı arasındaki termal tepkinin simetrik olması beklenir (Vardasca ve diğ. 2012). Çift taraflı vücut bölümlerini karşılaştıran termal görüntüleme, 0.25 °C, 0,4 °C, 0,5 °C, veya 0.62 °C ' e kadar olan farklılıkların kabul edilebilir olduğunu göstermektedir(Quesada 2016). Fakat, bu değerlerin üzerindeki farklılıklar, bireyin normal termal profil ayarlarıyla karşılaştırıldığında İÖB'nin daha yüksek veya daha düşük sıcaklığa sahip olması bazı iltihaplı problemler (hipertermi) veya yapılarda dejeneratif hastalıklar (hipotermi) olabileceğini gösterebilir (Garagiola ve Giani 1990, Hildebrandt ve diğ. 2010; Hildebrandt ve diğ. 2012).

Araştırma ve pratik deneyimlere göre, kaydedilen ikili sıcaklık farklarına bağlı olarak dikkate alınması gereken bir "dikkat seviyesi" ölçeği önerilmektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 Bilateral sıcaklık farkları ve dikkat seviyesi karşılığı

Sıcaklık farkı(°C)	Dikkat seviyesi
≤0.4	Normal
0.5-0.7	İzlenmeli
0.8-1.0	Korunma
1.1-1.5	Dikkat
≥1.6	Öncelikli Önem

Dikkat seviyesine ilişkin belirtileri gösteren yukarıdaki tabloya dayanarak, $<0.4 \text{ } ^\circ \text{C}$ ' lik bir farkın normal kabul edildiği akılda tutulmalıdır. $0.5 \text{ } ^\circ \text{C}$ ' den yüksek seviyelerde şunlar önerilmektedir: (a) bazı dış faktörlerin sonucu etkiliyor olup olmadığını doğrulamak; (b) sporcu çevresel ve antrenman koşullarını değerlendirmek için izlemek; (c) izleme sıklığını arttırmak. İlk olumsuz değerlendirmeden sonra köklü kararlar almayı asla tavsiye edilmemektedir. Aradaki farkın ikinci değerlendirmede tekrarlanması durumunda; hekim, fizik tedavi uzmanı veya antrenör tarafından uygun bir müdahale önerilir ve müdahale, sporcunun normal değerleri dikkate alınarak farklılıklar kabul edilebilir bir aralığa gelene kadar sürmelidir (Quesada 2016).

Değerler "Korunma" olarak sınıflandırıldığında, antrenman yüklenmesinde hemen bir azalma veya hatta antrenmanın ertelenmesi önerilir. Çünkü değerler $0,8-1,0 \text{ } ^\circ \text{C}$ ' den yüksek olduğunda, öncesinde ağrı belirtisi olmasa bile önemli bir iltihaplanma süreci varlığı (Hildebrandt ve diğ. 2012) veya İÖB'de yaralanma riski açıkça tanımlanmıştır ve sporcunun tıbben ve/veya fizik tedavi açısından değerlendirilmesi önerilir. "Öncelikli Önem" durumu, patolojik veya büyük bir hasarın işareti olabilecek bir farkı gösterir; diğer durumlarda olduğu gibi, sporcunun gerçek durumunu belirlemek için tıbbi ekiple koordinasyon şarttır (Quesada 2016).

Ancak, şiddet aralıklarını **dikkat seviyesi ölçeğinden** düzgün bir şekilde uygulamak için, sporcuların önceki yaralanmaları veya yapılan sporun özellikleri, bu belirli sporcu veya spor alanı için normal sınırlarda olan termal referans değeri profilinde dengesizliklere sebep olabileceğinden ve değerlendirme ölçütlerinin yanlış bir şekilde uygulanmasına yol açabileceğinden, sporcunun bireysel termal profilini ve yapılan sporu her zaman göz önünde bulundurmanız gerekmektedir. Örneğin; sporun özelliği her zaman önkolun $0,4 \text{ } ^\circ \text{C}$ daha sıcak olmasını sağlıyorsa, bir gün sporcunun önkollarında $0,8 \text{ } ^\circ \text{C}$ dengesizliğe sahip olması normaldir ve herhangi bir özel ilgi gerektirmeyecektir.

Önemli sıcaklık farkları gözlemlendiğinde, bu farkın devam edip etmediğini teyit etmek için 15 dakika sonra değerlendirmenin tekrarlanması önerilir. Başka bir olasılık, bölgeye bir alkol veya konveksiyon soğutması sıkmak ve bölgenin termal tepkisini görmek için beş dakika beklemektir. Bu teknik, dinamik termografi olarak bilinir (Herman ve Pirtini Cetingul 2011).

KT, bir travma olduğunda veya ameliyat sonrası metabolik aktivite seviyesinin değerlendirilmesine de imkan verir. İyileşme sürecinde düzenli gözlem, sporcunun yaralanmadan önceki normal durumunun öncesindeki termal profil değişiminin takip

edilmesine olanak sağlar. Ayrıca, termografik izleme, tıbbi ve fizik tedavi müdahalesinin beklendiği gibi ilerleyip ilerlemediğini değerlendirmeye olanak tanır (Quesada 2016).

1.1.12. KT'nin spor sakatlıklarını belirlemede ana uygulamaları

KT 'nin yaralanmaları engellemeye ve gözlemeye odaklanan uygulamaları, araştırmacı ve profesyoneller tarafından ilgi görmektedir. KT, sporcunun ısıl dengesi ve anlık bilgilerini kaydetmek için invaziv olmayan kolay bir yol sağlayabilir. Termografi uzmanı tarafından verilen objektif veriler koçluk personeli (fiziksel antrenör, yaralanma terapisti, sağlık personeli ve antrenör) tarafından koordineli bir şekilde analiz edilmelidir. Bu yüzden, veriler termografide uzman bir spor bilimci, antrenman bilimci, spor bilimi ve yüksek performanslı spor araştırmasında uzman biri tarafından işleminden geçirilmelidir. Bütün bunlar, en iyi oyuncuların en az maç kaçırmalarını sağlayarak, yaralanmaların sayısındaki azalmayı ve takım performansındaki artışı olumlu etkileyecektir. Standartlaştırılmış protokollere dayanarak, KT bize aşağıda belirtilenleri sağlar:

- (1) Daha önceki antrenman bilgileri ile yaralanmaları önleme,
- (2) Daha önce oluşan yaralanmaları gözleme,
- (3) Antrenman yüklenmesinin sonucunu bilme,
- (4) Sporcuların ilk değerlendirmeleri hakkında ek bilgi sahibi olma.

Profesyonel bir futbol takımının sezon başına ortalama 81 yaralanması vardır ve 25 kişilik bir kadroda 15 kas zedelenmesi olması beklenmektedir (Ekstrand ve diğ. 2011). Bu kas yaralanmalarının % 92'si dört bölümü etkileyecektir: hamstring (% 37), adduktörler (% 23), kuadriseps (% 19) ve baldır (calf) kasları (% 13). Yaralanmaların %50'den fazlası kas ve tendonda meydana gelirken, bunların üçte ikisi kas yorgunluğundan, geri kalanı travmadan kaynaklanmaktadır (Noya ve diğ. 2014). Yaralanma türüne, yaralanan bölgelere ve yaralanmalar sebebiyle oyuncunun kaçırdığı toplam gün sayısına bağlı olarak riski kategorize etmek önemlidir. Bu gerçeğin bilinmesi, görülme sıklığının ve şiddetinin en yoğun olduğu alanlara odaklanarak, yaralanmanın önlenmesine etkin ve net bir yaklaşım belirleyecektir.

KT kullanımı, profesyonel futbolda % 90'lık kas yaralanması ve kas yorgunluğunu azaltmayı başarır, İspanyol Birinci Liginde yaralanmalar nedeniyle kaybedilen ortalama 7,5 milyon avro (Fernández Cuevas ve diğ. 2010) tasarruf edebilir. Futbolcunun baskın ve baskın olmayan uzuvlarının karşılaştırılmasının termal değişiminin sürekli olarak izleyerek

bir bakım standardına sahip olmamızı mümkün kılacak olan **asimetrinin en uygun dağılım aralığını** oluşturulabilir (Bouzas Marins ve diğ. 2014).

Sonuç olarak, uzuvlar arasındaki termal dengesizlik artışı tespit edildiğinde (Çizim 1.6), teknik personel o oyuncuya ait antrenman sürecini aşağıdaki seçenekleri kullanarak bireyselleştirebilir:

- Asimetriye sahip kısım için özel protokoller tasarlamak.
- Bireysel antrenman yoğunluğunu azaltmak.
- Asimetriye sahip kısmı etkilemesini önlemek için antrenman görevlerini değiştirmek.
- Fizyoterapistle çalışmak.
- Antrenman yok/vermemek (oyuncuyu dinlendirmek).

Daha önce belirtildiği gibi, asimetrilerin en iyi bir şekilde izlenmesi için, farklı İÖB'lerin sıcaklığını nicel olarak hesaplayan otomatik çözümler gereklidir. Bir algoritma kullanarak, her İÖB (kas alanları ve / veya eklem) otomatik olarak tanımlanabilir ve bu nedenle, karşılaştırmalı raporlar, sol-sağ bir uzuvla baskın-baskın olmayan arasında bilimsel bir şekilde ve güvenilir şekilde kolayca yapılabilir. Bu, bireysel antrenman yükünü ve maç tepkisinin değerlendirilmesi için şart olan her oyuncunun termal değişimini belirleyerek kaydedilen verilerin toplanmasını ve yönetilmesini sağlar.



Çizim 1.6 Diz bölgesi bilateral asimmetrik

Dinamik termografi fiziksel stres sonrası (soğuk, sıcak, egzersiz sonrası) termal izlemeyi içerir ve günlük olarak görünmeyen muhtemel değişiklikleri izlemek için ideal olabilir (de Weerd ve diğ. 2011). Bu teknik, çoğu profesyonel ekibin gerçekleştirdiği soğuk suya daldırma ile birlikte egzersiz sonrası günde sıklıkla kullanılır. Bu durumda, bu termal

özellik, değişim sürecini izlemek ve herhangi bir işlev bozukluğu ya da problem olabileceğini belirlemek için tıbbi personele bildirilir.

Engelleyemediğimiz durumlarda, yaralanma meydana geldiğinde, KT, oyuncunun normal ısısına dönmesini nicelleştiren rehabilitasyon sürecine yardımcı olabilir. Asimetri derecesinin kontrolü, antrenmana dönüş öncesi için önerilir. Örneğin, bir oyuncunun bir ön çapraz bağ yaralanma operasyonu sonrası hangi termal asimetride (1.5°C , 1°C veya daha düşük) rehabilitasyon sürecinden eğitime geçişe hazır olduğunu araştırmak önemlidir. Bu, termal asimetriyi izleyerek iyileşme sürecinde her oyuncunun termal tepkisine göre (süreler kısalabilir veya uzayabilir) rehabilitasyonu bireyselleştirme olasılığı ve sağlıklı vücut alanının aşırı yüklenip yüklenmediğini (ki bu nedenle bu bölgedeki yaralanma riski artar) kontrol etme olanağı sağlar (Quesada 2016).

Termal izleme ile ilgili asıl sorun, izlenmesi gereken birçok yaralanma bölgesi olmasıdır. Her bir kas alanını (sadece çapraz bağ yaralanmasını değil, aynı zamanda tibial, quadriseps ve hatta popliteal gibi komşu bölgelerden gelen yanıtı da) ayrı bir şekilde analiz etme çalışmaları da zorluk teşkil etmektedir (Piñonosa Canove diğ. 2013). Bu nedenle, kas alanlarının tanımlanmasını otomatikleştirmek ve bu alanların her birine ait termal bilgileri çıkarmak için bilgisayar uygulamaları oluşturulmuştur.

KT, spor profesyonellerince yaygın olarak ilginç ve yararlı uygulamalarla kullanılabilen bir araç olarak gösterilmiştir. KT non-invaziv olduğundan, fiyatlandırma açısından teknoloji (termal kameralar) daha erişilebilir hale geliyor ve sonuçları objektif, yorumlanması kolay ve yeni bir yazılım kullanma açısından hızlıdır. KT' nin sadece en iyi spor profesyonelleri tarafından değil aynı zamanda genel kullanıcılar tarafından da yaygın şekilde kullanılan bir araç haline geleceğine şiddetle inanılmaktadır.

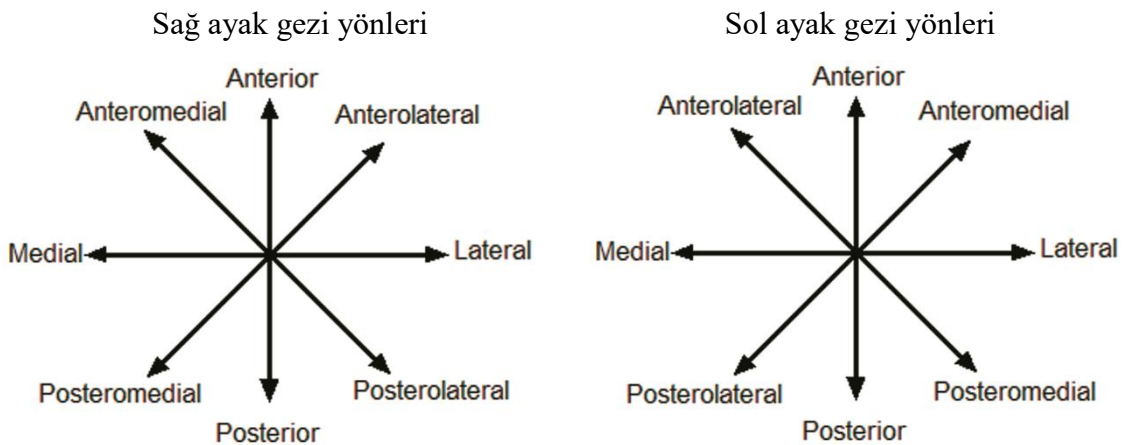
Bu anlamda amaçlarımızdan biri bu tekniğin yorumlanmasını ve sonuçlarını etkileyebilecek faktörlerin etkisini azaltmak için, standart protokollerle KT' nin kullanılmasının gerekliliğine dikkat çekmektir.

Açıkça görülüyor ki, KT yaralanmalar için nihai çözüm değildir. İnsan termoregülasyonunu ve cilt sıcaklığı davranışını daha iyi anlamak için halen yapılması gereken pek çok araştırma vardır. Bu bilgi eksikliğine rağmen KT, yaralanmaları önlemek ve izlemek, profesyonel ve amatör sporcuların cilt sıcaklığındaki değişim ve asimetrilere bağlı olan antrenman yükünün bireysel sınırlarını kontrol etmek için son derece yararlı bir araçtır.

1.2. YILDIZ GEZİNİMLİ DENGE TESTİ (YGDT)

1.2.1. Arka Planı ve Gelişimi

YGDT, dinamik duruş kontrolü değerlendirmek için olası bir araç olarak ve denge azalmaları için bir tarama olarak 1995'te Gary Gray tarafından yapılan bir çalışmada tanıtılmıştır (Gray, 1995). YGDT, farklı yönlerdeki farklılıkları değerlendirebilme ve karşılaştırabilmenin yanı sıra, genel dinamik denge ölçüsü olarak kullanılabilir. Başlangıçta bu testte zemin üzerine birbirine 45 derecelik açılarla yerleştirilmiş şeritler ya da bantlar kullanılmıştır ve bu da sekiz yönlü erişime uygun bir şekil oluşmuştur (Çizim 1.7). Yıldız etrafında saat yönünde hareket eden bu gezi yönleri, Anterior (Ant), Anterolateral (AntLat), Lateral (Lat), Posterolateral (PostLat), Posterior (Post), Posteromedial (PostMed), Medial (Med) ve Anteromedial (AntMed) olarak adlandırılmıştır. YGDT, tek ayak üzerinde duruş korunurken ve üzerinde durulan ayağın sabit ayak izinden dışarı hareket etmesine izin verilmezken, tüm deneme boyunca kişinin her bir ölçüm bandıyla mümkün olduğunca az temas etmeye çalışmasıyla puanlanır. Elleri kalçalar üzerinde tutma pozisyonu ya da topuğun yerden kalkmaması gibi küçük değişiklikler anlatılmıştır. Yapılan bir çalışmada (Plisky ve diğ. 2009) YGDT'yi ve YGDT'nin farklı versiyonlarını kullanan 19 farklı yayın ile ilgili bir rapor hazırlanmış ve her bir çalışmada kullanılan yöntemler tablo halinde sunulmuştur. Bu tabloya dayanarak, YGDT'nin birçok farklı versiyonunun mevcut olduğu açıkça görülmektedir, tarama aracı olarak daha yaygın bir şekilde kullanılması ve kabul görmesi için bu testi daha da standartlaştırmak gerektiğine vurgu yapılmıştır.



Çizim 1.7 YGDT uzanım yönleri

Birçok çalışma, sekiz yönlü erişme protokolünde yön bakımından fazlalık bulunduğunu ve dolayısıyla erişim yönleri sayısında bir azalma olmasının uygun olabileceğini ileri sürmüştür. AntMed, Med ve PostMed gezilerinin, kronik ayak bileği instabilitesi (KAİ) olan bir ayak bileği ile KAİ olmayan ayak bileğini en iyi şekilde ayırt edebildiği yapılan bir çalışmada bildirilmiştir (Hertel ve diğ. 2006). Aynı çalışmada PostMed yönünün YGDT'nin işlevsel taleplerini en iyi şekilde temsil ettiği iddia edilmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada (Robinson ve Gribble 2008b) önemli işlevsel faktörlerin (öncelikle kalça ve diz fleksiyonu) erişme mesafelerindeki farklılıkların çoğunu açıkladığını ve her bir yön arasında önemli derecede örtüşme sağlandığını tespit edilmiştir ve gezi yönlerinin sayısının azaltılması konusunu desteklemiştir.

Tekil erişme yönlerinin sayısını azaltma önerisi üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve daha sonraki birkaç çalışma bu sayıyı yalnızca üç yönlü erişim noktasına indirmiştir. En yaygın kombinasyonu Ant, PostMed ve PostLat yönlerinin kullanılması olan üç yönlü versiyon (Çizim 1.8) ön plana çıkmıştır (Hubbard ve diğ. 2007b, 2007a; Plisky ve diğ. 2009; Plisky ve diğ. 2006).



Çizim 1.8 YGDT 3 yönlü uzanım çizimi

Başlangıçta, her gezi yönünde yalnızca üç deneme yapılmaya çalışılmıştır (Gray, 1995). Ancak yapılan bir çalışma çerçevesinde (Hertel, ve diğ. 2000) , her yönde 6 uygulamalı denemenin ardından her yönde kaydedilmiş 3 denemenin yapıldığı daha yaygın bir yöntem popüler hale gelmiştir. Çalışmada 16 sağlıklı genç birey üzerinde sekiz gezi yönünün her birinde 1 ısınma ve 12 ölçülmüş deneme dizisi kullanmıştır ve ölçülen 6 ve 9 arasındaki denemelerin genellikle en yüksek gezi puanını gösterdiğini ortaya koyulmuştur. Bu nedenle, potansiyel öğrenme eğrisini düşürmek için veri kaydetmeden önce 6 uygulama denemesi yapılması önerilmiştir. Bununla birlikte, Robinson ve diğ. (2008a) tarafından yapılan daha yeni bir çalışma, 6 uygulama denemesini 4'e kadar daha düşürmenin, test

sonuçlarını riske atmadan test verimliliğini artırabileceğini önermektedir. Yine de, şu anda 6 uygulama ve 3 ölçüm yapısı hala standart kabul edilmektedir.

6 uygulama ve 3 ölçüm deneme protokolünü kullanırken, YGDT'nin orta ve iyi gözlemci-içi güvenilirliği “ICC = 0.67-0.97” olduğu gösterilmiştir (Hertel ve diğ. 2000; Kinzey ve Armstrong, 1998). YGDT'nin, oturumlar arası güvenilirliğinin de “ICC = 0.84-0.96” iyi olduğu rapor edilmiştir (Munro & Herrington, 2010; Plisky ve diğ., 2006).

Zeminde bant kullanılan her zamanki yöntemin yerine yaygın olan 3 yönlü YGDT'de kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış bir mekanizma kullanarak, gözlemci-içi güvenilirlik (ICC = 0.85 ila 0.89 arasında) ve gözlemciler arası güvenilirlik için (ICC = 0.97 ila 1.0 arasında) çok iyi puanlar bildirmiştir (Plisky ve diğ., 2009). Şu anda piyasada bulunan bu kurulum "**Y Denge Testi**" olarak adlandırılmıştır.

Daha yaygın hale gelen bir standardizasyon, daha uzun veya daha uzun bacaklı bireylerin daha yüksek puan alma eğiminden kaynaklanmaktadır, çünkü YGDT, katılımcıların şerit boyunca mümkün olduğunca uzağa ulaşmasını gerektirmektedir. Gribble ve Hertel (2003) sekiz erişim yönünün altısında boy ve bacak uzunluğunun YGDT skorları ile anlamlı bir ilişkisi olduğunu bildirmiştir (Boy ve erişim mesafesi için $r = 0.32 - 0.44$, bacak uzunluğu ve erişim mesafesi için $r = 0.32 - 0.48$, $p < 0.05$). Bu nedenle, bireyler ya da gruplar karşılaştırıldığında, boy uzunluğuna veya sıklıkla bacak uzunluğuna dayalı olarak puanları normalleştirmek giderek daha standart hale gelmiştir.

1.2.2. YGDT ve Yaralanmalar Arasındaki İlişki

YGDT yaralanmalar ile farklı şekillerde ilişkilendirilmiştir. YGDT, kronik ayak bileği instabilitesinin (KAİ) araştırılmasında önemli bir faktör olmuştur. Ayrıca, daha düşük bir oranda da olsa, ön çapraz bağ (anterior cruciate ligament, ACL) hasarı ve genel alt ekstremitte yaralanma riskini araştırmada da kullanılmıştır. Yapılan bazı çalışmalar -aşağıda ele alınmıştır- YGDT'nin KAİ'nin değerlendirilmesinde etkili olduğunu göstermiştir. Daha belirgin bir biçimde, YGDT sırasında duruş bacağı olarak KAİ tanısı konmuş bir ayak bileği kullanıldığında, KAİ tanısı olmayan bir bacağa kıyasla çok daha küçük erişim mesafelerinin elde edildiği gösterilmiştir. Bu, farklı erişim yönlerinde ortaya konmuştur. Bu erişim farkı, Ant, Med ve Post gezilerinde erişim farkları olduğunu gösteren (Gribble ve diğ. 2004); Ant ve PostMed gezilerinde fark olduğunu ortaya koyan (Hubbard ve diğ. 2007a); ve tüm sekiz yönde erişim farkı olduğunu bildiren (Olmsted ve diğ. 2002) çalışmalar mevcuttur. Diğer bir çalışmada (Hertel ve diğ. 2006), AntMed, Med ve PostMed yönlerinde KAİ olan duruş

ayak bileğindeki erişme farkları olduğunu ve PostMed yönündeki açığın KAI'nin en iyi yordayıcısı olduğunu bildirmiştir.

Bir tarama aracı olarak kullanımının yanında YGDT, 2. derece ayak bileği burkulması olan sporcular için bir antrenman protokolü olarak da kullanmıştır (Chaiwanichsiri ve diğ. (2005). Antrenman grupları, geleneksel fizik tedaviye ek olarak her iki ayakta (yaralı ve yaralanmamış kısımlar) 4 hafta boyunca haftada 3 kez YGDT'yi gerçekleştirirken, kontrol grubu sadece fizik tedavi almıştır. İleriye dönük olarak, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da muhtemelen takip periyodundaki düşük yaralanma sayısına bağlı olarak deney grubunda azalmış bir yaralanma oranı ortaya konmuştur. Bu, ilginç bir şekilde, YGDT'nin sadece yaralanmayı tespit edebildiğini değil, aynı zamanda YGDT'de daha iyi olmanın aslında yaralanmayı önleyebileceğini de ileri sürebilir.

YGDT ile ilgili bir başka çalışma (Herrington ve diğ. 2009), aynı deney grubu ve kontrol grubunda yaralanmamış dizlerle ACL hasarı olan dizlerin (5 ay ile 2 yıl önce yaralanmış olan) YGDT'sinin tüm sekiz erişme yönünü karşılaştırmıştır. Yaralanmayan bacağına kıyasla yaralanan bacak üzerinde denge kurmaya çalışırken, sekiz erişim yönünün yedisinde gezi mesafesinde belirgin azalmalar görülmüştür. Sunulan kanıtlara dayanarak, bu ikili farkın ACL zedelenmesinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı ya da yaralanmaya neden olan olaya katkıda bulunup bulunmadığı net değildir. Ancak bu durumda, YGDT, ACL hasarı olan dizle sağlıklı bir dizi ayırt edebildiği düşünülebilir. Bununla birlikte, kontrol grubundaki bilateral (çift yönlü) asimetrikler, ACL hasarlı grupta gözlemlenen asimetrikler ile ilgili olarak ele alınmamıştır. Dolayısıyla, bu çalışmada sağlıklı bir nüfus içinde asimetriklerin ne ölçüde rol oynadığı açık değildir.

Geniş örneklem grubu ile yapılan bir çalışmada (Plisky ve diğ. 2006), genel olarak YGDT ve alt ekstremite yaralanması arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, 235 kişilik bir lise basketbol oyuncular grubunda YGDT uygulanmış ve daha sonra, bir sonraki basketbol sezonunda alt ekstremite yaralanmaları için bu grubu izlenmiştir. Anterior sağ / sol uzanma mesafesi farkı 4 cm'e eşit veya büyük olan oyuncuların alt ekstremite yaralanmasına 2.5 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir.

1.3. DİZ EKLEMİ VE YAPILARI

Diz eklemi (art. genus) vücudun en büyük eklemi olup yapısal bakımdan bikondiler, fonksiyonel bakımdan ise menteşe tipi bir eklemdir. Eklemde femur, tibia ve patella kemikleri bulunur. Sesamoid bir kemik olan Patella ekstansiyon hareketinde görev alır ve

quadriceps tendonu ile patellar tendon arasında bulunur. Femur ve tibia kemiklerinin eklem yüzleri arasındaki uyumsuzluk fibröz kıkırdak yapıda iki adet menisküs ile giderilir (C harfi şeklinde olan lateral menisküs ve yarım ay şeklinde olan medial menisküs). Lig. patellae, lig. collaterale tibiale, lig. collaterale fibulare, lig. popliteum obliquum et arcuatum eklem dış bağ yapılarıdır. Lig. cruciatum anterius, lig. cruciatum posterius, lig. meniscofemorale anterius et posterius, lig. transversum genus eklem iç bağ yapılarıdır. Bursa suprapatellaris, bursa subcutanea prepatellaris, bursa subcutanea infrapatellaris, bursa infrapatellaris profunda bursa anserina diz eklemde bulunan önemli bursalardır. Diz kan akımını femoral, profunda femoris, popliteal ve anterior tibial arterlerden gelen bir grup daldan sağlar. Sinir inervasyonu femoral, obturator, tibial ve peroneal sinirlerden gelir.

Diz Eklemine komşu olan yapıları ön tarafta, quadriceps femoris kası; lateralde biceps femoris ve Popliteus kasları ve peroneal sinir oluşturur. Medialde, sartorius, gracilis, semitendinosus ve semimembranosus kasları ve tendonları; arkada, popliteal damarlar ve tibial sinir, popliteus kası, plantaris kası ve gastrocnemius'un medial ve lateral kafaları, bazı lenf bezleri ve yağ doku bulunur.

Diz eklemi özellikle sporcularda sıklıkla travmaya uğrar. Dıştan gelen travma ile lig. collaterale tibiale en sık zedelennenen yapılarından. Bu ligament travmalarında ona tutunan meniscus medialis de etkilenir. Fleksiyondaki zorlayıcı rotasyon hareketleri de meniscus medialis zedelenmelerine yol açar. Önden gelen direk travmalarda cruciate ligamentler etkilenir.

2. AMAÇ

Vücutta simetrik yapıların benzer özellik sergilemesi istenilen bir durumdur. Şüphesiz baskın taraf günlük hayatımızda daha çok kullanılsa da özellikle sportif performansta baskın ve çekinik taraflarında birbirine denk olması performans olumlu yönde etkileyeceği ve dengeli ekstremitelere spor sakatlığı riskinin azalması beklenir. KT yöntemiyle elde edilen termogramlarda sıcaklık yönünden vücudun bilateral asimetrisi ile ilgili konular spor bilimlerinde son yıllarda en ilgi çekici çalışmalar içinde yer almaktadır. Öncelikle veteriner hekimlikte rastlanılan KT yöntemi ile sakatlık riskleri tespiti spor bilimlerinde de gün geçtikçe kullanılan bir yöntem olmaya başlamıştır. Etkili bir şekilde sakatlık risklerini analiz edebilmek spor bilimi açısından önem teşkil etmektedir. Yine bu amaçla kullanılan YGDT bahsedildiği üzere rüştünü bu alanda kanıtlamış uygulaması kolay, ucuz ve etkili bir yöntemdir. Bilateral yapıların termal profili ile bilateral dinamik denge özelliklerinin ilişkisi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bilateral asimetri üzerine yoğunlaşmış bu iki yöntemin verilerinin birbirini ne oranda açıkladığı, benzer sonuçlar sunup sunmadığı konusunda çalışmamız literatürde bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu sebeple çalışmamız sporcularda diz eklemi deri yüzey sıcaklıklarını KT yöntemiyle değerlendirmeyi ve dinamik denge testi olan YGDT sonuçları ile sıcaklık değerlerinin ilişkisini araştırmayı amaçlamıştır.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Araştırma gurubunu Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu bünyesinde eğitim gören 3 sınıf öğrencilerinden aktif spor yapan 36 öğrenciden 28 öğrenci çalışmaya dâhil edildi. Ölçümler yapıldığı zaman diliminde katılımcılar okul korfbol, basketbol ve salon futbolu takımlarının kadrolarına dâhildi ve düzenli antrenman yapmaktaydı. Katılımcılardan son bir yıl içinde herhangi bir spor yaralanması geçirmemiş olması ve diz eklemi ve çevresinden hiçbir ameliyat geçirmemiş olması şartı arandı.

Katılımcıların tümünün baskın ayağı sağ ayaaktır. Araştırmada iki ayrı ölçüm yönteminin uygulandığı bir guruptan oluşan gurup içi **etmenseel deney deseni** kullanıldı. Isınma protokolü sonrası 3 yönlü YGDT ile ölçüm yapıp ve anaerobik yüklenme sonrası KT ile elde edilen verilerin ilişkisi incelendi. Egzersiz sırasında alt ekstremitede bilateral asimetrik yapıların spor yaralanmasına mazur kalma olasılığı yönünde veriler veren YGDT sonuçlarının egzersiz durumu sırasındaki diz eklemi bölgesi deri yüzeyi ısısının bilateral asimetrisi arasındaki ilişki ortaya konuldu.

3.2. Araştırma Prosedürü

Katılımcıların her birine araştırma prosedürü her ayrıntısı ile anlatıldı ve aydınlatılmış onam formu imzalatıldı. Katılımcıların baskın ayak tercihini topa hangi ayakla vurulduğu sorularak belirlendi ve kayıt edildi. Aşağıdaki ölçüm ve test prosedürleri her bir katılımcıya uygulandı ve elde edilen veriler kayıt altına alındı.

Boy Ölçümü: Boy ölçümleri duvara sabitlenmiş şerit metre kullanılarak 0.1 cm duyarlılıkta yapılmıştır. Denekler ayakları çıplak olarak, sırtları duvara paralel olacak şekilde durmuşlardır. Topuklar bitişik, kollar serbestçe yanda tutulmuş durumda iken derin inspirasyon sonrası, esnek olmayan bir aparat kullanılarak başın en üst orta noktasına (vertex) temas ettirilerek ölçüm gerçekleştirilmiştir.

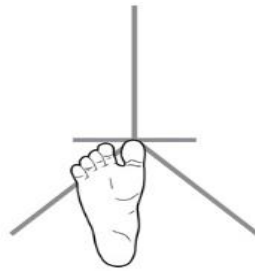
Vücut Ağırlık Ölçümü: Deneklerin vücut ağırlıkları 100 gr hassaslığındaki elektronik baskül kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm, ayakkabısız olarak anatomik duruş pozisyonunda iken kg cinsinden alınmıştır.

Bacak boyu ölçümü: Sağ ve sol taraf için şerit metre yardımıyla spina iliaca anterior superior'dan ipsilateral (aynı tarafa ait) malleolus medialise kadar olan mesafe santimetre cinsinden bacak boyu olarak kayıt edilecektir.

YGDT test prosedürü: Çalışmamızda 3 yönlü YGDT kullanıldı (Plisky ve diğ. 2006). YGDT Ölçümleri Kocaeli Üniversitesi Gazanfer Bilge Spor Kompleksi fitness salonunda yapıldı. Test protokolü öncesi iki bölümden oluşan geleneksel bir ısınma protokolü izlendi. Önce 10 dakika sürecek kalp atım sayısını vücut ısısını ve kan akış hızını arttıracak hafif-orta şiddette kardiyorespiratuvar koşu egzersizi ve takiben eklemlerin hareket aralığını arttırmaya yönelik germe hareketleri yapılması istendi.

Test portokolü öncesi öğrenme etkisini ortadan kaldırmak için katılımcıların bütün testi 6 defa alıştırma amaçlı tekrar etmesi istendi ve ardından her yön için katılımcılardan test protokolünü 3 tekrar daha yapmaları istendi.

Katılımcılardan zeminde öne doğru düz çizilmiş bir çizgi ve uçları bir noktada birleşecek şekilde 135 derece sağ ve sola çizilmiş iki çizgi ile oluşturulmuş ters Y şeklinin ortasında eller belde iken tek ayağıyla bir destek noktasını korumaları istendi. Her test ölçümünde katılımcıdan üzerinde durduğu ayağının destek noktasını bozmadan diğer ayağıyla anterior, posterolateral ve posteromedial yönlere doğru mümkün olduğunca uzanması istendi. Çalışmamızda YGDT için yapılan çizgilerin orta noktasına destek ayağı başparmağı gelecek şekilde pozisyon aldırıldı (Çizim 3.1) ve test protokolü süresince denge ayağı topuğunun yerden kaldırılmaması telkin edildi.



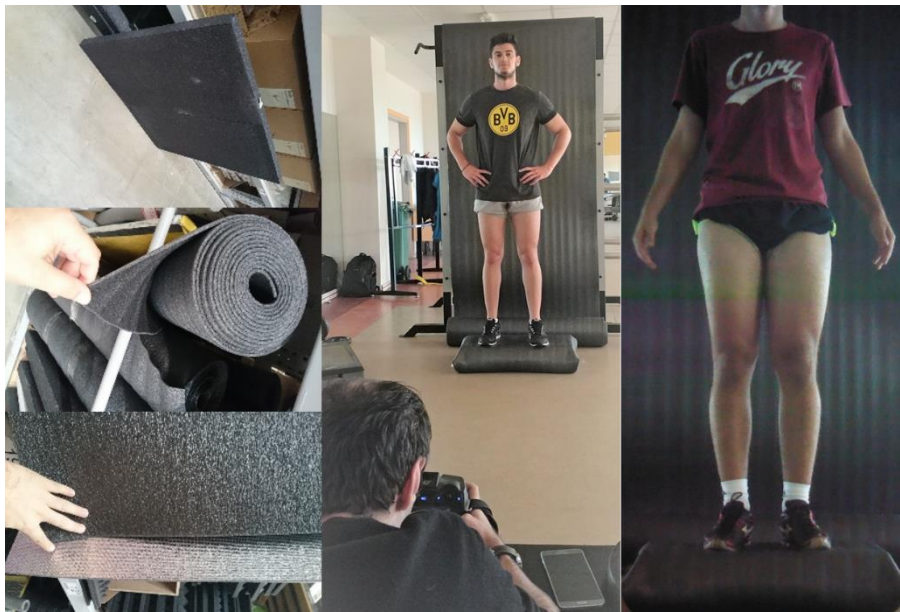
Çizim 3.1 Ayak pozisyonu

Katılımcı dengesini kaybederse, denge ayağı hariç yerden destek alırsa, başlangıç pozisyonuna dönüşte kontrolü kaybederse eller belden ayrılırsa ilgili test tekrarlandı. Testlere katılımcılar 3 denge testi parkuruna sıra ile alındığından testler arasında katılımcıların yeterince dinlenmeleri sağlanmıştır (en az 3 dk.). elde edilen sağ ve sol tarafların verileri kayıt altına alındı.

KT prosedürü: KT ölçümleri Kocaeli Üniversitesi Gazanfer Bilge Spor Kompleksi Fitness Salonunda hazırlanan uygun bir ortamda alınmıştır. Arka bölgesi Siyah yalıtım malzemesi ile kapatılan ve ayna veya yansıtıcı yüzeylerin kapatıldığı izole KT ölçüm alanı oluşturuldu (Çizim 3.2) Tüm ölçümler alınırken termogram çekimine uygun Termonötral (18-25 °C) arasında olduğu ve hava akımı olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmamızın literatür kısmında ayrıntılı olarak değinilen “İnsanda termografik değerlendirme protokolü” (Quintana ve diğ. 2015) ve Glomorgan protokolü (Ammer, 2008) gözetilerek KT ölçümleri yapılmıştır.

Daha önce belirtildiği gibi YGDT alt extremitede spor yaralanmaları riski ile ilgili bilgiler verebilmektedir. Darbe kökenli olmayan spor yaralanmaları çoğunlukla egzersiz yükü altındayken gerçekleşmektedir. Hareket, Dolaşım ve solunum sistemleri için benzer bir yük oluşturmak amacıyla KT ölçümleri alınmadan önce katılımcıları tam yorgunluğa koşu bandında 8km/s başlanarak hızında her dakika artan bir hız uygulandı. 12km/s hızına ulaşıldıktan sonra güvenlik gerekçesiyle her dakika koşu bandı eğimi %2 derece artırılarak tam yorgunluğa ulaşıncaya kadar protokole devam edildi. Egzersiz sonrası beklemeden termogramlar çekildi ve katılımcılardan aktif olarak dinlenmeleri istendi.

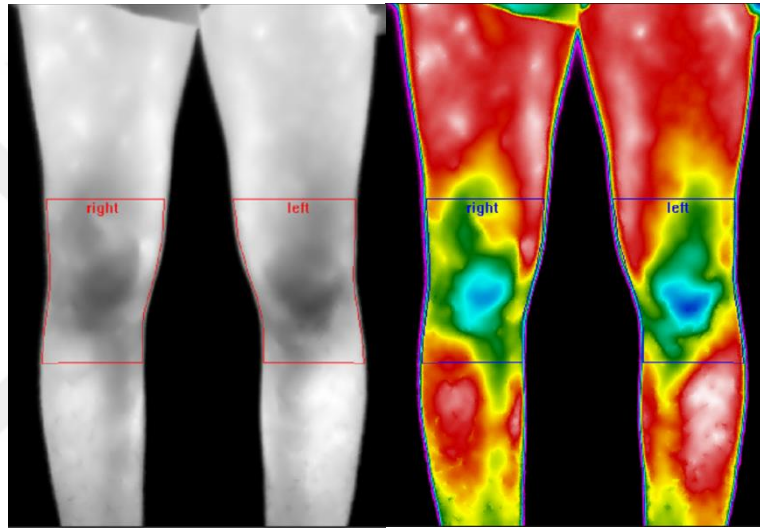
Ölçümlerde 640x480 piksel Kızılötesi görüntü elde edebilen FLIR T620 (FLIR Systems, USA) termal kamera kullanıldı. Kamera ortam ısısı ve önceden tanımlı emisyon değerlerini algılayabildiği için termogramlar çekilirken ek bir işleme ihtiyaç duyulmadı. Termogramlarda FLIR ResearchIR 4.40.7.26 sürümlü yazılım ile İÖB’ler işaretlendi.



Çizim 3.2 KT ölçüm ortamı ve gereçleri

Belirlenen İÖB'lerden piksel temelli asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerleri yine aynı yazılım aracılığıyla elde edildi.

İÖB'nin belirlenmesi: Proksimalde m.quadriceps femoris tendonu, m.vastus medialis ve lateralis kaslarının distal uçları, lateralde tructus iliofemoralis, fibulanın proksimal başı, lateral retinaculum patellaris medialde medial retinaculum patellaris ve lig. collaterale tibiale, distalde tuberositas tibia, pes anserinus ve bursası, m.tibialis anterior ve m.gastrokinemikus kaslarının proksimal uçlarını kapsayan alan İÖB olarak belirlenmiştir. Alt ve üst tarafta düz bir kesitle bölümler ayrılıp diz bölgesi sıcaklıkları Çizim 3.3'te gösterildiği gibi belirlenmiştir.



Çizim 3.3 Belirlenen alanların çizimi

3.3. Verilerin analizi

Tüm veriler SPSS 25 (Statistical Package for Social Sciences, IBM corp.) İstatistik Paket Programına aktarılmış ve istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,01 ve 0,05 olarak belirlenmiştir. Analizlerden önce tüm istatistiksel veri kontrol uygulamaları (normalite, dağılım, homojenlik vb.) yapılmış ve tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Chi-Square test, Mann-Witney U test, Pearson's correlation test ve lineer regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışma Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulu onayı ile yapılmıştır (bak. Ek.1).

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan katılımcıların yaş, vücut ağırlığı, boy ve vücut kitle indeksi verileri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Katılımcıların bazı tanımlayıcı özellikleri

	n	Ort	Ss	Asgari	Azami
Yaş	28	22,92	1,58	20	26
Ağırlık	28	73,28	6,63	60,2	85,2
Boy	28	178,3	5,10	170,1	188,9
VKİ	28	23,04	1.84	19,33	26,58

Termogramlar aracılığıyla elde edilen sıcaklık değerlerinin asgari azami ve ortalama değerleri termogramlara özel yazılım aracılığıyla elde edilmiş olup sağ ve sol diz için her veri Çizelge 4.2’ de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 Katılımcıların Sağ ve sol diz piksel temelinde asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerlerinin tanımlayıcı özellikleri

Sıcaklık Değerleri (°C)	n	Ort	Ss	Asgari	Azami
Sağ diz asgari	28	26,65	1,02	23,70	28,80
Sağ diz azami	28	31,92	1,07	30,10	34,20
Sağ diz ortalama	28	29	1,04	26,90	31,50
Sol diz asgari	28	26,69	1,13	24,10	29,60
Sol diz azami	28	32,01	1,17	29,50	34,30
Sol diz ortalama	28	29,05	1,05	26,90	31,40

Elde edilen sıcaklık değerlerinin bilateral farkları sağ dizden elde edilen değerlerden sol dizden elde edilen değerler çıkarılarak hesaplandı (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Katılımcıların Sağ ve sol diz piksel temelinde asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerlerinin farkları

Sıcaklık Değerleri (°C)	n	Ort	Ss	Asgari	Azami
Asgari fark *	28	0,41	0,32	0	1,3
Asgari fark	28	0,5	0,41	0	1.4
Ortalama fark	28	0,3	0,3	0	1,2

*Sağ değer-Sol değer sonucunun mutlak değeri

Katılımcıların YGDT uygulamaları sonucu sağ ve sol bacağın 3 yöne en iyi uzanım değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Katılımcıların sağ ve sol bacak YGDT değerleri

Sıcaklık Değerleri (°C)	n	Ort	Ss	Asgari	Azami
Sağ Ant	28	68,8929	7,22	58,00	85,00
Sağ PostLat	28	99,3571	7,91	81,00	117,00
Sağ PostMed	28	94,3571	5,55	84,00	105,00
Sol Ant	28	68,8929	6,77	56,00	86,00
Sol PostLat	28	99,5000	6,39	86,00	114,00
Sol PostMed	28	94,5000	7,77	79,00	110,00

Katılımcılardan YGDT sonucu alınan değerler bacak uzunluğu ile normalleştirilerek yüzde oranı cinsinden değerler elde edilmiştir. Ayrıca aynı yöne sağ ve sol uzanım değerleri ortalamasında normalleştirilerek çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 YGDT 3 yöne uzanım mesafelerinin bacak uzunluğu normalleştirilmiş değerleri ve birleşik değerleri

Uzanım Değerleri	n	Bacak Boyuna oranlı % Uzanım mesafeleri (Ort ± Ss)		
		Ort*	Sol	Sağ
Ant	28	72,58 ± 6,36	72,60 ± 6,50	72,57 ± 6,70
PostLat	28	104,83 ± 6,88	104,92 ± 6,57	104,73 ± 7,69
PostMed	28	99,56 ± 6,22	99,63 ± 7,89	99,49 ± 5,45
Birleşik [×]	28	92,32 ± 5,78	92,38 ± 6,12	92,26 ± 5,69

*Sağ ve sol uzanım değerleri aritmetik ortalamalarının normalleştirilmiş değerleri

× Ant, PostLat, PostMed uzanım toplamları aritmetik ortalaması / Bacak boyu * 100

Plisky ve diğ. (2006) yapmış olduğu çalışmada belirtilen 4cm kıstasına göre Anterior uzanım mesafeleri farkının belirlediği risk durumu çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Sağ ve Sol diz Anterior uzanım mesafesi farklarına göre yaralanma risk durumu

Risk Durumu	Anterior Uzanım Farkı [×]
Risk yok*	25
Risk var**	3
Toplam	28

* Anterior fark < 4cm

** Anterior fark ≥ 4cm

× Sağ anterior uzanım – sol anterior uzanım

Yapılan çalışmalar sonucu Quesada'nın (2016) sağ ve sol taraflardaki sıcaklık asimetrisinin 0,4 °C ve daha düşük olmasının risk oluşturmadığı savına göre gruplandırılmış risk gurupları çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Sağ ve Sol diz asgari, azami ve ortalama sıcaklık değerleri farklarına göre yaralanma risk durumu

Risk Durumu	Asgari Sıcaklık Farkına göre	Azami Sıcaklıklar Farkına göre	Ortalama sıcaklıklar farkına göre
Risk yok*	19	16	21
Risk var**	9	12	7
Toplam	28	28	28

* Sıcaklık farkı $\leq 0,4$ °C

** Sıcaklık farkı $> 0,4$ °C

VKİ değerleri ile sağ ve sol diz azami sıcaklıkları arasında ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Vki ve azami sıcaklıklar ilişki tablosu

		Sağ Diz Azami	Sol Diz Azami
VKİ	r	-,430*	-,417*
	p	0,022	0,027
	n	28	28

* İlişki 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

KT sonucu elde edilen sıcaklık değerleri ve YGDT sonucu elde edilen uzanım mesafelesi sonu değerleri perarson's ilişki testine tabi tutulduktan sonra sadece anterior uzanım farkı ile sağ diz asgari ($p < 0,05$) sol diz asgari ($p < 0,01$) ve sol diz ortalama ($p < 0,05$) sıcaklık değerleri arasında ters yönlü ilişki bulunmuştur. İlişki verileri Çizelge 4.9 da gösterilmektedir.

Çizelge 4.9 YGDT Sağ ve Sol Ant uzanım mesafeleri farkı ile bazı diz bölgesi sıcaklıkları arası pearson ilişki düzeyleri

		Sağ Diz Asgari	Sol Diz Asgari	Sol Diz Ortalama
Anterior Uzanım Farkı [×]	r	-,379**	-,511**	-,413*
	p	0,047	0,005	0,029
	n	28	28	28

** İlişki 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

* İlişki 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

× Sağ antreior uzanım – sol anterior uzanım

KT sonucu elde edilen sıcaklık değerleri ve anterior uzanım farkı arasında ilişki bulunan parametrelerinin anterior uzanım farkını yüzde cinsinden ne kadar açıkladığını öğrenmek için yapılan lineer regresyon analizi (enter model) yapılmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Anterior uzanım farkı ve ilişkili sıcaklık değerleri regresyon analizi çizelgesi(enter model)

		İlişki bulunan sıcaklık değerleri*
Anterior Uzanım Farkı [×]	r	-,546**
	R²	0,29

*sağ diz asgari, sol diz asgari, sol diz ortalama sıcaklık değerleri

× Sağ antreior uzanım – sol anterior uzanım

KT sonucu elde edilen sıcaklık değerleri ve anterior uzanım farkı arasında ilişki bulunan parametrelerinin anterior uzanım farkını yüzde cinsinden ne kadar açıkladığını öğrenmek için lineer regresyon analizi (Stepwise model) yapılmıştır. Bu model ile İlişkinin en çok Sol diz asgari değeri sebebiyle olduğu ve model sonucunda diğer verilerin dışlandığı görülmüştür.

Çizelge 4.11 Anterior uzanım farkı ve ilişkili sıcaklık değerleri regresyon analizi çizelgesi(stepwise model)

		Sol Diz Asgari
Anterior Uzanım Farkı [×]	r	-,511**
	R²	0,26

× Sağ antreior uzanım – sol anterior uzanım

Sağ ve sol diz den elde edilen Asgari azami ve ortalama sıcaklık değerleri ile elde edilen risk durumu verileri ile anterior uzanım farkları ile elde edilen risk durumu verileri arasında yapılan chi-square test sonuçlarında hiçbir farklılık bulunmamıştır. Sıcaklık değerleri ile elde edilen risk gurubu ve uzanım mesafeleri arasında yapılan Mann-Witney U test sonucunda anlamlı fark bulunmamıştır. Anterior uzanım farkları ile elde edilen risk gurubu ile sıcaklı değerleri arasında yapılan Mann-Witney U test sonucunda anlamlı fark bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada katılımcıların diz eklemi deri yüzey sıcaklıklarını değerlendirmek ve dinamik denge testi olan YGDT sonuçları ile sıcaklık değerlerinin ilişkisini araştırmak amaçlanmıştır. KT yöntemiyle elde edilen termogramlarda sıcaklık yönünden vücudun bilateral asimetrisi ile ilgili konular spor bilimlerinde son yıllarda en ilgi çekici çalışmalar içinde yer almaktadır. Her ne kadar kızılötesi kameralar herkes için ulaşılabilir fiyat aralıklarında olmasalar da bilimsel araştırmalar için kullanımı gittikçe yaygınlaşmakta ve teknolojik ilerlemelerde her geçen gün daha ulaşılabilir olmaktadır. Öncelikle veteriner hekimlikte rastlanılan KT yöntemi ile sakatlık riskleri tespiti spor bilimlerinde de gün geçtik kullanılan bir yöntem olmaya başlamıştır. Spor sakatlıkları zaman para ve sportif performans açısından büyük kayıplara sebep olmaktadır. Bu sebeple etkili bir şekilde sakatlık risklerini analiz edebilmek spor bilimi açısından önem teşkil etmektedir. Yine bu amaçla kullanılan YGDT bahsedildiği üzere rüştünü bu alanda kanıtlamış uygulaması kolay, ucuz ve etkili bir yöntemdir. Bilateral asimetri üzerine yoğunlaşmış bu iki yöntemin verilerinin birbirini ne oranda açıkladığı, benzer sonuçlar sunup sunmadığı konusunda çalışmamız literatürde ilk olma niteliği taşımaktadır.

Çalışmalarda fiziksel performansın deri yüzey sıcaklığını etkilediği görülmüştür. Daha iyi atletik performans sahibi bireylerin dokulardan ısıyı uzaklaştırmada daha iyi olduğu gözlemlenmiştir bu da daha iyi buharlaştırma ve terleme ile açıklanabilir. Dahası atletik performansı yüksek bireyler yüksek kan akışı ve düşük yağ yüzdesi sebebiyle merkezden deri yüzeyine ısı tahliyesini daha iyi yaparlar. (Abate vd. 2013; Akimov ve Son'kin 2011; Chudecka ve Lubkowska 2010; Formenti vd. 2013; Ichinose-Kuwahara vd. 2010; Priego Quesada vd. 2015). Çalışmamızda VKİ ve sağ ve sol diz azami sıcaklık değerlerinin ters yönlü korelasyonu bu veriyi doğrular niteliktedir.

Yapılan bir çalışmada (Nui ve diğ. 2001) alt ekstremité sıcaklık değerleri farkı 25-80 yaş arası 57 sağlıklı bireylerde 0.3 ± 0.2 °C olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda egzersiz yüklenmesi sonra diz bölgesi bilateral ortalama sıcaklık değeri farkı 0.3 ± 0.3 °C bulunmuştur. Bu iki çalışmanın örtüşen değerleri uzuvların sıcaklık değerleri yaş kilo cinsiyet ve atletik performans gibi etkilere göre değişiklik gösterirken sağlıklı bilateral yapıların sıcaklık değeri farklarının yaş ve atletik performans düzeyine bakmaksızın simetrik thermal desene sahip olmaları durumunu desteklemektedir.

Uematsu (1985) tarafından yapılan bir çalışmada 32 sağlıklı ve 30 Periferal sinir hasarı olan hasta dizlerinden alınan termogramlar incelendiğinde sağlıklı bireylerin diz termogramlarındaki bilateral fark $0.23\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken periferal sinir hasarı olan dizlerde bu fark 1.55 derece bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada (Ben-Eliyahu 1992) Patellafemoral ağrı sendromu olan hastalar ve normal hastalar karşılaştırılmış diz bölgesi bilateral sıcaklık farkları sağlıklı bireylerin %90 nında $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ den az Patellafemoral ağrı sendromu olan hastalarda en az $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ fark olduğu bildirilmiştir. Sağlıklı bireylerde yapmış olduğumuz çalışmamızda diz bölgesi bilateral ortalama sıcaklık değeri farkı 0.3 ± 0.3 bulunmuştur ve literatürle paralellik göstermektedir.

Diğer bir çalışmada (Estal ve diğ. 2017) 15 Muay Thai Ve Kickbox sporcularının termal profillerine bakılmış ve diz ortalama sıcaklıkları $28.8\pm 2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda ortalama diz ısı değerleri bahsedilen çalışmaya benzer olarak sağ diz için $29\pm 1,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve sol diz için $29,05\pm 1,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edildi.

Çalışmamızda bilateral asimetri ile temassız spor sakatlığı riskini analiz etmek için kullanılan diğer bir test YGDT'idi. Literatür incelendiğinde sporcularda YGDT birleşik skorlarının müsabaka seviyesi, spor branşı, cinsiyet ve yaş gibi değişkenlerden etkilendiği belirtilmiştir (Butler ve diğ. 2012, Butler ve diğ. 2013, Plisky ve diğ. 2006, Gribble ve diğ. 2012). Daha önce yayınlanmış olan çalışmalarda futbolcuların birleşik skorunun %97 ile %101, basketbolcuların %98 ile %103, beyzbol oyuncularının 95.8 ± 6.1 olduğu raporlanmıştır. (Butler ve diğ. 2012, Butler ve diğ. 2013, Garrison ve diğ. 2013, Plisky ve diğ. 2006). Çalışmamızda dominant olmayan bacak birleşik skorları $92,38 \pm 6,12$ ve dominant olan bacak birleşik skorları $92,26 \pm 5,69$ ve ortalama bileşik skoru da $92,32 \pm 5,78$ olarak tespit edilmiştir. Skor farklılıklarının belirtildiği gibi müsabaka seviyesi, spor branşı, cinsiyet ve yaş gibi değişkenlerden olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında YGDT kapsamlı olarak çalışılmış olmasına rağmen, duruş ayağı hizalama, el yerleştirme ve yön tanımlaması gibi metodolojideki tutarsızlıklar hala devam etmektedir. Daha önce kullanılan ayağın erişim yönlerinin kesişim noktasında merkezlenmesi (Gribble ve diğ. 2004), ayak büyük parmağın en uzak kısmının her yöne göre merkez ile hizalanması (Gribble ve diğ. 2012), büyük ayak parmağını anterior yönler için merkez kabul edip ve topuğun arka yönler için merkeze hizalanması (Earl ve Hertel 2001) gibi durumlar bu tutarsızlıklara dâhildir.

Geniş örneklem gurubu ile yapılan bir çalışmada (Plisky ve diğ. 2006), genel olarak YGDT ve alt ekstremite yaralanması arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, 235 kişilik bir lise basketbol oyuncular grubunda YGDT uygulanmış ve daha sonra, bir sonraki basketbol sezonunda alt ekstremite yaralanmaları için bu grubu izlenmiştir. Anterior sağ / sol uzanma mesafesi farkı 4 cm'e eşit veya büyük olan erkek sporcuların alt ekstremite yaralanmasına 2.5 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızdaki YGDT skorlarını bu kıstas göre düzenleyip risk olan ve olmayan olarak iki gurup elde ettik. Sağ ve sol diz sıcaklık değerlerini **dikkat seviyesi ölçeği** (bak Çizelge 1.1) ne göre 0.4 °C ye eşit veya daha düşük bilateral termal asimetri durumunu normal, bu değerden büyük olma durumunu ise riskli olarak grupladık. Çalışmamızda guruplar arasında istatistiksel bir ilişki veya fark bulunmadı. İki yöntemin spor yaralanması risklendirme kıstasları çalışmamızda bir birini açıklayamamıştır.

Anterior uzanım farkı değeri ile sağ diz asgari ($p<0,05$) sol diz asgari($p<0,01$) ve sol diz ortalama ($p<0,05$) sıcaklık değerleri arasında ters yönlü ilişki bulunmuştur. Sıcaklık değerleri arttıkça anterior uzanım farkı azalma göstermektedir. Sportif ısınmanın kas esnekliğine ve eklem hareketliliğine pozitif etkisi vardır (Young ve Behm 2002, McMillian ve diğ. 2006, O'Sullivan ve diğ. 2009). Çalışmamızdaki bu ilişki ısınma protokolleri ve eklem hareketliliği ilişkisi ile açıklanabilir.

5.1. Sınırlılıklar

Çalışma kullanılan gereç ve donanım sebebiyle sınırlıdır. Kızılötesi termal kameranın Spor Bilimleri Fakültesi dışından temin edilmesi, fiyatının çok yüksek olması ve belli zaman dilimlerinde başka bir kullanıcı tarafından kullanılabilmesi çalışmamızı zaman ve imkân açısından sınırlamıştır.

Çalışma örneklem gurubu ile sınırlıdır. Sportif düzeyi daha iyi ve daha fazla katılımcı ile yapılmak istenen çalışma imkânların yeterli olmaması sebebi ile sınırlı tutulmuş ve sadece Kocaeli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde okuyan sporcu bireylerden örneklem seçilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

KT yöntemi sonucu elde edilen veriler örneklem gurubunun yapısı itibariyle literatür ile örtüşmektedir. YGDT sonuçları birleşik skorlar bakımından elit sporcuların verilerinden daha düşük olmasına karşın bu farkın örneklem gurubundan ve yöntemsel farklılardan olabileceği göz ardı edilmemelidir.

YGDT anterior uzanım farkı ile sol diz asgari, sağ diz asgari ve sol diz ortalama sıcaklık değerleri arasında ters yönlü ilişki bulunmuştur. Fakat iki yöntemin spor yaralanmaları riski bakımından ilişkili olduğunu söylemek bu çalışmada mümkün değildir. Yinede Anterior uzanım farkı sol diz asgari sıcaklığı ile %29 etkinlikle açıklanabilir. Örneklem sayısı artırılarak farklı guruplar üzerinde yapılacakla bu ilişki daha net tanımlanabilir.

KT ve YGDT sonuçlar her biri bağımsız olarak temassız oluşabilecek spor yaralanmalarından korunmak için kullanılan yöntemlerdir. Fakat çalışmamızda bu iki yöntem sakatlık riski yönünden birbirini açıklamamaktadır. Sıcaklık değeri ile elde edilen risk gurupları bakımından YGDT verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Aynı şekilde YGDT testi Anterior uzanım farkı ile oluşturulan risk gurupları açısından diz eklemi deri yüzeyi sıcaklık değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

KT fiziksel hareketi kısıtlayacak belirtiler görülmeden spor yaralanmaları hakkında bilgi verme ve tespit etme yetisine de sahiptir. Bu yapısı itibariyle YGDT ulaşım mesafelerini etkilenmeyen fakat dokuda sorun olan durumlarda KT termogramlarında anormallik görülebilirken YGDT testi asimetrisinde anormalliğe rastlanmayabilir. İnflamasyon, sinir sistemi bozuklukları vs gibi durumların semptomları ortaya çıkıp fiziksel hareketi sınırlamadığı durumlarda YGDT sonuçları sağlıklı bireylerinki ile benzerlik gösterecektir. KT yöntemiyle bu bireylerin risk durumu gözlenebilirken YGDT ile gözlenemeyebilir.

6.2. Öneriler

KT yöntemi ve YGDT spor yaralanmalar risk analizi için kullanılan güncel iki yöntemdir. Çalışmamızda iki yöntemin bazı verileri bir biri ile ilişkili olsada risk analizi yönünden birbirlerini açıklayamamaktadır. Her iki yöntemde belli standartlar oluşmuş

olmasına rağmen günümüzde yine yöntemsel bazı tutarsızlıklara rastlanabilir. Bu sebeple hem ülkemizde yapılan hemde uluslararası düzeyde yayınlanan çalışmaların artması bu yöntemlerin standardının gelişmesini sağlayacaktır. KT spor yaralanma riski yanında birçok kullanım alanı çalışmamızda incelenmiştir. Yöntemin spor bilimleri ile olan ilişkisi nedeniyle uygulama alanlarında daha fazla kullanılması için bu yöntemle yapılacak daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Teknolojik gelişmeler ve yazılımsal çalışmalar sayesinde KT gelecek vadede bir yöntemdir ve gün geçtikçe ulaşılabilir olacaktır.

Çalışmamızın sınırlılıklarından kaynaklanan imkânsızlıklar sebebiyle veri bakımından istenilen sayı ve düzeye ulaşamamıştır. Daha iyi imkânlarla, daha büyük örneklem gruplarıyla yapılacak durum takibi çalışmalarına bu alanda ihtiyaç duyulmaktadır.

Spor yaralanmaları risk analizi sadece bir yöntem ile değil birçok araç ile yapılması gereken çalışmalardır. Bu sebeple KT ve YGDT spor yaralanmaları risk analizlerinde beraber kullanılacak yöntemler olarak önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Abate M, Di Carlo L, Di Donato L, Romani GL, Merla A. Comparison of cutaneous thermic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013;53(2):209-215.
- Adams MJ, Briscoe BJ, Johnson SA. Friction and lubrication of human skin. *Tribol Lett*. 2007;26(3):239-253. doi:[10.1007/s11249-007-9206-0](https://doi.org/10.1007/s11249-007-9206-0)
- Akimov EB, Son'kin VD. Skin temperature and lactate threshold during muscle work in athletes. *Hum Physiol*. 2011;37(5):621. doi:[10.1134/S0362119711050033](https://doi.org/10.1134/S0362119711050033)
- Akimov EB, Son'kin VD. Skin temperature and lactate threshold during muscle work in athletes. *Hum Physiol*. 2011;37(5):621. doi:[10.1134/S0362119711050033](https://doi.org/10.1134/S0362119711050033)
- Alonso J-M, Edouard P, Fischetto G, Adams B, Depiesse F, Mountjoy M. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br J Sports Med*. 2012;46(7):505-514. doi:[10.1136/bjsports-2012-091008](https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091008)
- Ammer K. The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. *Thermology international*. 2008;18(4):125-144.
- Arfaoui A, Bertucci WM, Letellier T, Polidori G. Thermoregulation during incremental exercise in masters cycling. *Journal of Science and Cycling; Pulianas*. 2014;3(1):33-41.
- Arfaoui A, Polidori G, Taiar R, Popa C. Infrared Thermography in Sports Activity. *Infrared Thermography*. 2012. doi:[10.5772/30268](https://doi.org/10.5772/30268)
- Balbinot LF, Canani LH, Robinson CC, Achaval M, Zaro MA. Plantar thermography is useful in the early diagnosis of diabetic neuropathy. *Clinics*. 2012;67(12):1419-1425. doi:[10.6061/clinics/2012\(12\)12](https://doi.org/10.6061/clinics/2012(12)12)
- Bandeira F, Moura MAM de, Souza MA de, Nohama P, Neves EB. Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2012;18(4):246-251. doi:[10.1590/S1517-86922012000400006](https://doi.org/10.1590/S1517-86922012000400006)
- Barcelos EZ, Caminhas WM, Ribeiro E, Pimenta EM, Palhares RM. A combined method for segmentation and registration for an advanced and progressive evaluation of thermal images. November 2014. doi:[10.3390/s141121950](https://doi.org/10.3390/s141121950)
- Bell DM. Public Health Interventions and SARS Spread 2003. *Emerg Infect Dis*. 2004;10(11):1900-1906. doi:[10.3201/eid1011.040729](https://doi.org/10.3201/eid1011.040729)
- Ben-Eliyahu DJ. Infrared thermographic imaging in the detection of sympathetic dysfunction in patients with patellofemoral pain syndrome. *J Manipulative Physiol Ther*. 1992;15(3):164-170.
- Bharara M, Schoess J, Armstrong DG. Coming events cast their shadows before: detecting inflammation in the acute diabetic foot and the foot in remission. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*. 2012;28(S1):15-20. doi:[10.1002/dmrr.2231](https://doi.org/10.1002/dmrr.2231)
- Blackbody Radiation | COSMOS. COSMOS - The SAO Encyclopedia of Astronomy. <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/B/Blackbody+Radiation>. 1999. (Erişim: Mart 24, 2018).
- Borchardt TB, Conci A, Lima RCF, Resmini R, Sanchez A. Breast thermography from an image processing viewpoint: A survey. *Signal Processing*. 2013;93(10):2785-2803. doi:[10.1016/j.sigpro.2012.08.012](https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2012.08.012)
- Bouzas Marins JC, de Andrade Fernandes A, Gomes Moreira D, ve diğ. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2014;7(1):1-6. doi:[10.1016/S1888-7546\(14\)70053-X](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(14)70053-X)
- Brukner P, Khan K. *Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine*. Sydney; New York: McGraw-Hill; 2012.

- Butler RJ, Lehr ME, Fink ML, Kiesel KB, Plisky PJ. Dynamic Balance Performance and Noncontact Lower Extremity Injury in College Football Players: An Initial Study. *Sports Health*. 2013;5(5):417-422. doi:[10.1177/1941738113498703](https://doi.org/10.1177/1941738113498703)
- Butler RJ, Southers C, Gorman PP, Kiesel KB, Plisky PJ. Differences in Soccer Players' Dynamic Balance Across Levels of Competition. *Journal of Athletic Training*. 2012;47(6):616-620. doi:[10.4085/1062-6050-47.5.14](https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.5.14)
- Chaiwanichsiri D, Lorprayoon E, Noomanoch L. Star excursion balance training: effects on ankle functional stability after ankle sprain. *J Med Assoc Thai*. 2005;88 Suppl 4:S90-4.
- Charkoudian N. Skin Blood Flow in Adult Human Thermoregulation: How It Works, When It Does Not, and Why. *Mayo Clinic Proceedings*. 2003;78(5):603-612. doi:[10.4065/78.5.603](https://doi.org/10.4065/78.5.603)
- Chiu WT, Lin PW, Chiou HY, ve diğ. Infrared Thermography to Mass-Screen Suspected Sars Patients with Fever. *Asia Pac J Public Health*. 2005;17(1):26-28. doi:[10.1177/101053950501700107](https://doi.org/10.1177/101053950501700107)
- Chudecka M, Lubkowska A. Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature. *Journal of Thermal Biology*. 2010;35(8):379-385. doi:[10.1016/j.jtherbio.2010.08.001](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2010.08.001)
- Čoh M, Širok B. Use of the thermovision method in sport training. *Facta universitatis - series: Physical Education and Sport*. 2007;5(1):85-94.
- Costello J, Stewart IB, Selve J, Kärki AI, Donnelly AE. Use of thermal imaging in sports medicine research: A short report. *International SportMed Journal*. 2013;14(2):94-98.
- Cowling BJ, Lau LL, Wu P, ve diğ. Entry screening to delay local transmission of 2009 pandemic influenza A (H1N1). *BMC Infectious Diseases*. 2010;10:82. doi:[10.1186/1471-2334-10-82](https://doi.org/10.1186/1471-2334-10-82)
- Cramer MN, Jay O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. 2016;196:3-13. doi:[10.1016/j.autneu.2016.03.001](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.03.001)
- Cuddy JS, Hailes WS, Ruby BC. A reduced core to skin temperature gradient, not a critical core temperature, affects aerobic capacity in the heat. *Journal of Thermal Biology*. 2014;43:7-12. doi:[10.1016/j.jtherbio.2014.04.002](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.04.002)
- De Bruyne G, Aerts J-M, Sloten JV, Goffin J, Verpoest I, Berckmans D. Transient sweat response of the human head during cycling. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2010;40(4):406-413. doi:[10.1016/j.ergon.2010.02.005](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.02.005)
- De Weerd L, Mercer JB, Weum S. Dynamic Infrared Thermography. *Clinics in Plastic Surgery*. 2011;38(2):277-292. doi:[10.1016/j.cps.2011.03.013](https://doi.org/10.1016/j.cps.2011.03.013)
- Del Estal A, Brito C-J, Galindo V-E, Lopez Diaz de Durana A, Franchini E, Sillero-Quintana M. Thermal asymmetries in striking combat sports athletes measured by infrared thermography. *Science & Sports*. 2017;32(2):e61-e67. doi:[10.1016/j.scispo.2016.09.005](https://doi.org/10.1016/j.scispo.2016.09.005)
- Diakides M, Bronzino JD, Peterson DR. *Medical Infrared Imaging: Principles and Practices*. CRC Press; 2012.
- Duarte A, Carrão L, Espanha M, ve diğ. Segmentation Algorithms for Thermal Images. *Procedia Technology*. 2014;16:1560-1569. doi:[10.1016/j.protcy.2014.10.178](https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.178)
- Duc S. Efficiency and Thermography in Cycling during a Graded Exercise Test. *Journal of Exercise, Sports & Orthopedics*. 2015;2(3):01-08. doi:[10.15226/2374-6904/2/3/00128](https://doi.org/10.15226/2374-6904/2/3/00128)
- Düzgün D, Or ME. Termal Kameraların Tıpta Veteriner Hekimlikte Kullanımı. *TÜBAV Bilim Dergisi*. 2009;2(4):468-475.
- Earl JE, Hertel J. Lower-Extremity Muscle Activation during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2001;10(2):93-104. doi:[10.1123/jsr.10.2.93](https://doi.org/10.1123/jsr.10.2.93)

- Eddy AL, Van Hoogmoed LM, Snyder JR. The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. *The Veterinary Journal*. 2001;162(3):172-181. doi:[10.1053/tvjl.2001.0618](https://doi.org/10.1053/tvjl.2001.0618)
- Ekici M. Güneşin Elektromanyetik Spektrumu. Meteoroloji işleri genel müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/ozonuv/gunesspektrumu.pdf>. 2010. (Erişim 24 Mart 2018)
- Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *Am J Sports Med*. 2011;39(6):1226-1232. doi:[10.1177/0363546510395879](https://doi.org/10.1177/0363546510395879)
- Fauci MA, Breiter R, Cabanski W, ve diğ. Medical infrared imaging – differentiating facts from fiction, and the impact of high precision quantum well infrared photodetector camera systems, and other factors, in its reemergence. *Infrared Physics & Technology*. 2001;42(3):337-344. doi:[10.1016/S1350-4495\(01\)00093-7](https://doi.org/10.1016/S1350-4495(01)00093-7)
- Feldman F, Nickoloff EL. Normal thermographic standards for the cervical spine and upper extremities. *Skeletal Radiol*. 1984;12(4):235-249. doi:[10.1007/BF00349505](https://doi.org/10.1007/BF00349505)
- Fernandes A de A, Amorim PR dos S, Brito CJ, ve diğ. Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. *Physiol Meas*. 2014;35(2):189. doi:[10.1088/0967-3334/35/2/189](https://doi.org/10.1088/0967-3334/35/2/189)
- Fernández Cuevas I, Carmona P, Quintana M, Noya Salces J, Arnaiz-Lastras J, Pastor Barrón A. Economic costs estimation of soccer injuries in first and second spanish division professional teams. In: Antalya (Turkey); 2010.
- Fernandez Cuevas I, Marins JC, Gomez Carmona PM, Garcia Concepción MA, Arnaiz Lastras J, Sillero Quintana M. Reliability and reproductibility of skin temperature of overweight subjects by an infrared thermography software designed for human beings. In: *Book of Proceedings of the 12th European Congress of Thermology Porto, 2012, 5th - 8th September*. Vol 22. Porto, Portugal: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)(UPM); 2012:130-137. <http://www.europanthermology.com/>. (Erişim: 28 Mart 2018)
- Fernández Cuevas I. Effect of endurance, speed and strength training on skin temperature measured by infrared thermography = Efecto del entrenamiento de resistencia, velocidad y fuerza en la temperatura de la piel a través de la termografía infrarroja. 2012. <http://oa.upm.es/14896/>. (Erişim: 28 Mart 2018)
- Fernández-Cuevas I, Bouzas Marins JC, Arnáiz Lastras J, ve diğ. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Physics & Technology*. 2015;71:28-55. doi:[10.1016/j.infrared.2015.02.007](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007)
- Formenti D, Ludwig N, Gargano M, ve diğ. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. *Ann Biomed Eng*. 2013;41(4):863-871. doi:[10.1007/s10439-012-0718-x](https://doi.org/10.1007/s10439-012-0718-x)
- Fournet D, Redortier B, Havenith G. A method for whole-body skin temperature mapping in humans (Eine Methode zur Aufzeichnung der Hauttemperatur des gesamten menschlichen Körpers). 2012. <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/11948>. (Erişim: 28 Mart 2018)
- Fournet D, Ross L, Voelcker T, Redortier B, Havenith G. Body mapping of thermoregulatory and perceptual responses of males and females running in the cold. *Journal of Thermal Biology*. 2013;38(6):339-344. doi:[10.1016/j.jtherbio.2013.04.005](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2013.04.005)
- Fröhlich M, Ludwig O, Kraus S, Felder H. Changes in Skin Surface Temperature during Muscular Endurance indicated Strain – An Explorative Study. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*. 2014;2(3):23-27.
- Gabbett TJ, Jenkins DG. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011;14(3):204-209. doi:[10.1016/j.jsams.2010.12.002](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.12.002)
- Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*. January 2016;bjsports-2015-095788. doi:[10.1136/bjsports-2015-095788](https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788)

- Garagiola U, Giani E. Use of Telethermography in the Management of Sports Injuries. *Sports Med.* 1990;10(4):267-272. doi:[10.2165/00007256-199010040-00005](https://doi.org/10.2165/00007256-199010040-00005)
- Garrison JC, Arnold A, Macko MJ, Conway JE. Baseball players diagnosed with ulnar collateral ligament tears demonstrate decreased balance compared to healthy controls. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(10):752-758. doi:[10.2519/jospt.2013.4680](https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4680)
- Gatt A, Formosa C, Cassar K, ve diğ. Thermographic Patterns of the Upper and Lower Limbs: Baseline Data. *International Journal of Vascular Medicine.* 2015;2015:1-9. doi:[10.1155/2015/831369](https://doi.org/10.1155/2015/831369)
- González-Alonso José. Human thermoregulation and the cardiovascular system. *Experimental Physiology.* 2012;97(3):340-346. doi:[10.1113/expphysiol.2011.058701](https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.058701)
- Gratt BM. Infrared Imaging Applied to Dentistry. In: *Topics in Medical Image Processing and Computational Vision.* Springer; 2013:553-560.
- Gray GW. *Lower Extremity Functional Profile.* wynn Marketing, Inc; 1995.
- Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training (National Athletic Trainers' Association).* 2004;39(4):321-329.
- Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training.* 2012;47(3):339-357. doi:[10.4085/1062-6050-47.3.08](https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08)
- Guidelines for Neuro-Musculoskeletal Thermography. AAThermology. 2015. <https://aathermology.org/organization/guidelines/guidelines-for-neuro-musculoskeletal-thermography/>. (Erişim: 29 Mart 2018)
- Hall JE, Guyton AC. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology: Study Smart with Student Consult.* 13th edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016. <https://www.clinicalkey.com/#!/browse/book/3-s2.0-C20120065131>. (Erişim: 26 Mart 2018)
- Hazenber CEVB, van Netten JJ, van Baal SG, Bus SA. Assessment of Signs of Foot Infection in Diabetes Patients Using Photographic Foot Imaging and Infrared Thermography. *Diabetes Technology & Therapeutics.* 2014;16(6):370-377. doi:[10.1089/dia.2013.0251](https://doi.org/10.1089/dia.2013.0251)
- Herman C, Pirtini Cetingul M. Quantitative Visualization and Detection of Skin Cancer Using Dynamic Thermal Imaging. *J Vis Exp.* 2011;(51). doi:[10.3791/2679](https://doi.org/10.3791/2679)
- Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *The Knee.* 2009;16(2):149-152. doi:[10.1016/j.knee.2008.10.004](https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.10.004)
- Herschel W. XIV. Experiments on the refrangibility of the invisible rays of the sun. *Phil Trans R Soc Lond.* 1800;90:284-292. doi:[10.1098/rstl.1800.0015](https://doi.org/10.1098/rstl.1800.0015)
- Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-kramer LC. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of Subjects With and Without Chronic Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical.* 2006;36(3):131-137.
- Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and Intertester Reliability during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2000;9(2):104.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med.* 2006;34(2):299-311. doi:[10.1177/0363546505284183](https://doi.org/10.1177/0363546505284183)
- 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):4700-4715. doi:[10.3390/s100504700](https://doi.org/10.3390/s100504700)

- Hildebrandt C, Zeilberger K, Ring EFJ, Raschner C. The application of medical infrared thermography in sports medicine. In: *An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury*. InTech; 2012.
- Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*. 2007;42(2):311-319.
- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Contributing Factors to Chronic Ankle Instability. *Foot Ankle Int*. 2007;28(3):343-354. doi:[10.3113/FAI.2007.0343](https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0343)
- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Correlations Among Multiple Measures of Functional and Mechanical Instability in Subjects With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2007;42(3):361-366.
- IACT | International Academy of Thermology. <http://www.iact-org.org/>. 2018. (Erişim: 29 Mart 2018)
- Ichinose-Kuwahara T, Inoue Y, Iseki Y, Hara S, Ogura Y, Kondo N. Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. *Exp Physiol*. 2010;95(10):1026-1032. doi:[10.1113/expphysiol.2010.053710](https://doi.org/10.1113/expphysiol.2010.053710)
- ISO 9886:2004 - Ergonomics -- Evaluation of thermal strain by physiological measurements. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/34110.html>. (Erişim: 29 Mart 2018)
- ISO/TR 13154:2017 - Medical electrical equipment -- Deployment, implementation and operational guidelines for identifying febrile humans using a screening thermograph. <https://www.iso.org/standard/69347.html>.
- Jones BF. A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 1998;17(6):1019-1027. doi:[10.1109/42.746635](https://doi.org/10.1109/42.746635)
- Kateb B, Yamamoto V, Yu C, Grundfest W, Gruen JP. Infrared thermal imaging: A review of the literature and case report. *NeuroImage*. 2009;47:T154-T162. doi:[10.1016/j.neuroimage.2009.03.043](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.03.043)
- Kennedy DA, Lee T, Seely D. A Comparative Review of Thermography as a Breast Cancer Screening Technique. *Integr Cancer Ther*. 2009;8(1):9-16. doi:[10.1177/1534735408326171](https://doi.org/10.1177/1534735408326171)
- Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise with Web Study Guide, 5th Edition*. 5th edition. Champaign, Ill: Human Kinetics; 2011.
- Kenny GP, Jay O. Sex differences in postexercise esophageal and muscle tissue temperature response. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2007;292(4):R1632-R1640. doi:[10.1152/ajpregu.00638.2006](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00638.2006)
- Keyserlingk JR, Ahlgren PD, Yu E, Belliveau N, Yassa M. Functional infrared imaging of the breast. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. 2000;19(3):30-41. doi:[10.1109/51.844378](https://doi.org/10.1109/51.844378)
- Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;27(5):356-360. doi:[10.2519/jospt.1998.27.5.356](https://doi.org/10.2519/jospt.1998.27.5.356)
- Koehler MJ, Vogel T, Elsner P, Karsten K, Rainer B, Martin K. In vivo measurement of the human epidermal thickness in different localizations by multiphoton laser tomography. *Skin Research and Technology*. 2010;16(3):259-264. doi:[10.1111/j.1600-0846.2010.00437.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.2010.00437.x)
- Lahiri BB, Bagavathiappan S, Jayakumar T, Philip J. Medical applications of infrared thermography: A review. *Infrared Physics & Technology*. 2012;55(4):221-235. doi:[10.1016/j.infrared.2012.03.007](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2012.03.007)
- Liu, C., van Netten, Jaap J., van Baal, Jeff G., ve diğ. Automatic detection of diabetic foot complications with infrared thermography by asymmetric analysis. *Journal of biomedical optics*. 2015;20(2):02600301-02600310. doi:[10.1117/1.jbo.20.2.026003](https://doi.org/10.1117/1.jbo.20.2.026003)
- Low DA, Hubing KA, Del Coso J, Crandall CG. Mechanisms of cutaneous vasodilation during the postmenopausal hot flash. *Menopause*. 2011;18(4):359-365. doi:[10.1097/gme.0b013e3181f7a17a](https://doi.org/10.1097/gme.0b013e3181f7a17a)

- Maniar N, Bach AJE, Stewart IB, Costello JT. The effect of using different regions of interest on local and mean skin temperature. *Journal of Thermal Biology*. 2015;49-50:33-38. doi:[10.1016/j.jtherbio.2015.01.008](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.01.008)
- McMillian DJ, Moore JH, Hatler BS, Taylor DC. Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):492-499. doi:[10.1519/18205.1](https://doi.org/10.1519/18205.1)
- Meola C. *Infrared Thermography Recent Advances and Future Trends*. Bentham Science Publishers; 2012.
- Merla A, Iodice P, Tangherlini A, ve diğ. Monitoring skin temperature in trained and untrained subjects throughout thermal video. In: *2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*. ; 2005:1684-1686. doi:[10.1109/IEMBS.2005.1616767](https://doi.org/10.1109/IEMBS.2005.1616767)
- Merla A, Mattei PA, Donato LD, Romani GL. Thermal Imaging of Cutaneous Temperature Modifications in Runners During Graded Exercise. *Ann Biomed Eng*. 2010;38(1):158-163. doi:[10.1007/s10439-009-9809-8](https://doi.org/10.1007/s10439-009-9809-8)
- Michal T, Israel G. Monitoring tumor state from thermal images in animal and human models. *Medical Physics*. 2015;42(3):1297-1306. doi:[10.1118/1.4907967](https://doi.org/10.1118/1.4907967)
- Mitchell HJ, Salvaggio C. MWIR and LWIR spectral signatures of water and associated materials. In: *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery IX*. Vol 5093. International Society for Optics and Photonics; 2003:195-206. doi:[10.1117/12.488186](https://doi.org/10.1117/12.488186)
- Ng EY-K. A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor. *International Journal of Thermal Sciences*. 2009;48(5):849-859. doi:[10.1016/j.ijthermalsci.2008.06.015](https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2008.06.015)
- Nguyen AV, Cohen NJ, Lipman H, ve diğ. Comparison of 3 Infrared Thermal Detection Systems and Self-Report for Mass Fever Screening. *Emerg Infect Dis*. 2010;16(11):1710-1717. doi:[10.3201/eid1611.100703](https://doi.org/10.3201/eid1611.100703)
- Niu HH, Lui PW, Hu JS, ve diğ. Thermal symmetry of skin temperature: normative data of normal subjects in Taiwan. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)*. 2001;64(8):459-468.
- Noya JS, Gómez-Carmona PM, Gracia-Marco L, Moliner-Urdiales D, Sillero-Quintana M. Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1263-1270. doi:[10.1080/02640414.2014.884720](https://doi.org/10.1080/02640414.2014.884720)
- O'Sullivan K, Murray E, Sainsbury D. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2009;10(1):37. doi:[10.1186/1471-2474-10-37](https://doi.org/10.1186/1471-2474-10-37)
- Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training; Dallas*. 2002;37(4):501-506.
- Pang X, Zhu Z, Xu F, ve diğ. Evaluation of Control Measures Implemented in the Severe Acute Respiratory Syndrome Outbreak in Beijing, 2003. *JAMA*. 2003;290(24):3215-3221. doi:[10.1001/jama.290.24.3215](https://doi.org/10.1001/jama.290.24.3215)
- Parsons K. *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance, Second Edition*. CRC Press; 2002.
- Piñonosa Cano S, Sillero Quintana M, Milanovic L, Coterón López J, Sampedro Molinuevo J. Thermal evolution of lower limbs during a rehabilitation process after anterior cruciate ligament surgery. *Kinesiology (Zagreb, Croatia)*. 2013;45(1):121-129.
- Piñonosa Cano S. Use of infrared thermography as a tool to monitor skin temperature along the recovery process of an anterior cruciate ligament surgery. 2016. <http://oa.upm.es/41041/>. (Erişim: 28 Mart 2018)

- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The Reliability of an Instrumented Device for Measuring Components of the Star Excursion Balance Test. *N Am J Sports Phys Ther.* 2009;4(2):92-99.
- Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):911-919. doi:[10.2519/jospt.2006.2244](https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244)
- Priego Quesada JI, Carpes FP, Bini RR, Salvador Palmer R, Pérez-Soriano P, Cibrián Ortiz de Anda RM. Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. *Journal of Thermal Biology.* 2015;48:28-35. doi:[10.1016/j.jtherbio.2014.12.005](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.12.005)
- Quesada JI, Carpes FP, Bini RR, Salvador Palmer R, Pérez-Soriano P, Cibrián Ortiz de Anda RM. Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. *Journal of Thermal Biology.* 2015;48:28-35. doi:[10.1016/j.jtherbio.2014.12.005](https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.12.005)
- Quesada JI, Carpes FP, Salvador Palmer R, Pérez-Soriano P, Cibrián Ortiz de Anda RM. Effect of saddle height on skin temperature measured in different days of cycling. *Springerplus.* 2016;5. doi:[10.1186/s40064-016-1843-z](https://doi.org/10.1186/s40064-016-1843-z)
- Quesada JI, Lucas-Cuevas AG, Salvador Palmer R, Pérez-Soriano P, Cibrián Ortiz de Anda RM. Definition of the thermographic regions of interest in cycling by using a factor analysis. *Infrared Physics & Technology.* 2016;75:180-186. doi:[10.1016/j.infrared.2016.01.014](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2016.01.014)
- Quesada JI, Martínez Guillamón N, Cibrián Ortiz de Anda RM, ve diğ. Effect of perspiration on skin temperature measurements by infrared thermography and contact thermometry during aerobic cycling. *Infrared Physics & Technology.* 2015;72:68-76. doi:[10.1016/j.infrared.2015.07.008](https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.07.008)
- Quesada JIP, ed. *Application of Infrared Thermography in Sports Science.* 1st ed. 2017 edition. Springer; 2016.
- Quintana M, Fernández Cuevas I, Arnaiz-Lastras J, Marins J. *TERMOINEF Group Protocol for Thermographic Assessment in Humans.*; 2015. doi:[10.13140/RG.2.1.1749.2969](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1749.2969)
- Rassiwala M, Mathur P, Mathur R, ve diğ. Evaluation of digital infra-red thermal imaging as an adjunctive screening method for breast carcinoma: A pilot study. *International Journal of Surgery.* 2014;12(12):1439-1443. doi:[10.1016/j.ijssu.2014.10.010](https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.10.010)
- Ring EFJ, Ammer K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiol Meas.* 2012;33(3):R33. doi:[10.1088/0967-3334/33/3/R33](https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/3/R33)
- Ring EFJ. Quantitative thermal imaging. *Clin Phys Physiol Meas.* 1990;11(4A):87. doi:[10.1088/0143-0815/11/4A/310](https://doi.org/10.1088/0143-0815/11/4A/310)
- Ring EFJ. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine. *Journal of Medical Engineering & Technology.* 2006;30(4):192-198. doi:[10.1080/03091900600711332](https://doi.org/10.1080/03091900600711332)
- Ring F. Thermal Imaging Today and Its Relevance to Diabetes. *J Diabetes Sci Technol.* 2010;4(4):857-862. doi:[10.1177/193229681000400414](https://doi.org/10.1177/193229681000400414)
- Robinson R, Gribble P. Kinematic Predictors of Performance on the Star Excursion Balance Test. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2008;17(4):347-357.
- Robinson R, Gribble P. Support for a Reduction in the Number of Trials Needed for the Star Excursion Balance Test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2008;89(2):364-370. doi:[10.1016/j.apmr.2007.08.139](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.139)
- Rogalski A. Infrared detectors: an overview. *Infrared Physics & Technology.* 2002;43(3):187-210. doi:[10.1016/S1350-4495\(02\)00140-8](https://doi.org/10.1016/S1350-4495(02)00140-8)
- Sanchez-Marin FJ, Calixto-Carrera S, Villaseñor-Mora C. Novel approach to assess the emissivity of the human skin. *JBO, JBOPFO.* 2009;14(2):024006. doi:[10.1117/1.3086612](https://doi.org/10.1117/1.3086612)

- St. John RK, King A, de Jong D, Bodie-Collins M, Squires SG, Tam TW. Border Screening for SARS. *Emerg Infect Dis*. 2005;11(1):6-10. doi:[10.3201/eid1101.040835](https://doi.org/10.3201/eid1101.040835)
- Standing S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Churchill Livingstone/Elsevier; 2008.
- Steketee J. Spectral emissivity of skin and pericardium. *Phys Med Biol*. 1973;18(5):686. doi:[10.1088/0031-9155/18/5/307](https://doi.org/10.1088/0031-9155/18/5/307)
- Stiffler-Joachim MR, Bell D, Heiderscheid B. SEBT scores and injury risk in collegiate athletes. *Lower Extremity Review Magazine*. Ekim 2017. <http://lermagazine.com/article/sebt-scores-and-injury-risk-in-collegiate-athletes> (Erişim: 22 Mart 2018)
- Şahin Ö. 3e Electrotech Dergisi. 3e Electrotech Dergisi. <http://www.3electrotech.com.tr/arsiv/yazi/129-kizilotesi-goruntuleme-ve-tibbi-termografi>. 2014. (Erişim: 18 Ocak 2017).
- Thermography Guidelines. Standards and protocols. IACT | International Academy of Thermology. <http://www.iact-org.org/professionals/thermog-guidelines.html>. (Erişim: 29 Mart 2018).
- Togawa T. Non-contact skin emissivity: measurement from reflectance using step change in ambient radiation temperature. *Clin Phys Physiol Meas*. 1989;10(1):39. doi:[10.1088/0143-0815/10/1/004](https://doi.org/10.1088/0143-0815/10/1/004)
- Turner TA. Diagnostic Thermography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2001;17(1):95-114. doi:[10.1016/S0749-0739\(17\)30077-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30077-9)
- Uematsu S. Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patients with peripheral nerve injury. *Journal of Neurosurgery*. 1985;62(5):716-720. doi:[10.3171/jns.1985.62.5.0716](https://doi.org/10.3171/jns.1985.62.5.0716)
- van Netten JJ, Prijs M, van Baal JG, Liu C, van der Heijden F, Bus SA. Diagnostic values for skin temperature assessment to detect diabetes-related foot complications. *Diabetes Technol Ther*. 2014;16(11):714-721. doi:[10.1089/dia.2014.0052](https://doi.org/10.1089/dia.2014.0052)
- Vardasca R, Ring EFJ, Plassmann P, Jones C. Thermal symmetry of the upper and lower extremities in healthy subjects. *Thermology International*. 2012;22(2):53-60.
- Vardasca R, Simoes R. Current issues in medical thermography. In: *Topics in Medical Image Processing and Computational Vision*. Springer; 2013:223-237.
- Wang L-M, Chen Y-C, Tung S-P, ve diğ. The rationale of fever surveillance to identify patients with severe acute respiratory syndrome in Taiwan. *Emergency Medicine Journal: EMJ; London*. 2006;23(3). doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emj.2005.027037>
- Whitton J, Everall J d. The thickness of the epidermis. *British Journal of Dermatology*. 1973;89(5):467-476. doi:[10.1111/j.1365-2133.1973.tb03007.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1973.tb03007.x)
- Young WB, Behm DG. Should Static Stretching Be Used During a Warm-up for Strength and Power Activities? *Strength and Conditioning Journal*. 2002;24(6):33-37.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Murşit AKSOY

Doğum Tarihi: 22 Şubat 1984

Öğrenim Durumu: Doktora (Devam Ediyor)

Derece	Bölüm	Üniversite	Yıl
Lisans	Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	Kocaeli Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu	2008
Y. Lisans	Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Anatomi Ana Bilim Dalı	Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü	2012
Doktora	Beden Eğitimi ve Spor	Kocaeli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü	(Devam ediyor)

Yüksek Lisans Tez Başlığı ve Tez Danışmanı:

Trabzon il merkezi kırsal ve kentsel bölge 4. kademe ilköğretim öğrencilerinin gelişiminin bazı antropometrik ölçümler kullanılarak karşılaştırılması ve somatotiplerinin sınıflandırılması

Doç. Dr. Gülay YEGİNOĞLU

Doktora Tezi Başlığı ve Tez Danışmanı:

Sporcularda diz eklemi deri yüzey sıcaklıklarının değerlendirilmesi ve denge test sonuçları ile ilişkisi (Devam Ediyor)

Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Hakkari Üniversitesi	2011-2013
Arş. Gör.	Kocaeli Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	2013-Devam

SEÇME YAYINLAR

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

Özgür Bahar, Aksoy Murşit, Özgür Turgay, Bal Erdal (2016). The Investigation Of Bodily Kinesthetic Intelligence Levels in Adolescents. *Journal of Education and Sociology*, 2(7), 40-43., Doi: 10.7813/jes.2016/7-2/8

Özgür Bahar, Özgür Turgay, Aksoy Murşit, Özen Şahin (2016). The Relationship Between The FmsTM and Modified Beep Test Scores in Underwater Rugby Players. *Journal of Health, Sport and Tourism*, 7(2), 45-48., Doi: 10.7813/jhst.2016/7-2/8

Özgür Bahar, Aksoy Murşit, Aydın Menşure, Serkan Kocakaya, Meriç Bingül Bergün (2016). Determination of mothers depression levels by the type of special educational services they get for their autistic children. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 6092, Doi: 10.14687/jhs.v13i3.4269

Odabaş Özgür, B., Aksoy, M., Özgür, T., Başar, A., & Öztürk, A. (2016). Evaluation of quality of life and oral health of athletes in combat sports-Mücadele sporcularının ağız sağlığı ve yaşam kalitesinin değerlendirilmesi. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 5434-5442. doi:<https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.4233>

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :

Gülay Yeğinoğlu, Murşit Aksoy, İbrahim Çan (2013) Trabzon İlinde Kırsal Ve Kentsel Bölgelerden Seçilen Bir Grup 4. Kademe İlköğretim Öğrencisinin Somatotiplerinin Sınıflandırılması. Poster Sunumu 15. Ulusal Anatomi Kongresi 5 - 8 Eylül 2013 Samsun

Gülay Yeğinoğlu, Murşit Aksoy, İbrahim Çan (2013) Trabzon İlinde Kırsal Ve Kentsel Bölgelerden Seçilen Bir Grup 4. Kademe İlköğretim Öğrencisinin Antropometrik Ölçümlerinin Karşılaştırılması Poster Sunumu 15. Ulusal Anatomi Kongresi 5 - 8 Eylül 2013 Samsun

Aydın Menşure, Özgür Bahar, Koçkaya Serkan, Aksoy Murşit, Meriç Bingül Bergün (2016). Determination of mothers Depression Levels by the Type of Special Educational Services They Get for Their Autistic Children. 9th Annual International Conference: Physical Education Sport and Health

Özgür Bahar, Özgür Turgay, Aksoy Murşit (2016). Voleybol ve Futbolcularda Spor Sakatlığına Rastlama Sıklığı. 14. Spor Bilimleri Kongresi Antalya Türkiye

Özgür Bahar, Aksoy Murşit, Özgür Turgay, Başar Ata Bora, Öztürk Arda (2016). Mücadele Sporcularının Ağız Sağlığı ve Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi pdf. 14. Spor Bilimleri Kongresi Antalya Türkiye

Özgür Bahar, Aksoy Murşit, Özgür Turgay, Öztürk Arda (2016). Sporcularda Mouthguard ağız koruyucu Kullanım Alışkanlığı nın İncelenmesi. 14. Spor Bilimleri Kongresi, Antalya Türkiye

Arda Öztürk, Murşit Aksoy, Bahar O. Özgür, Turgay Özgür, Ozan Yılmaz, (2017) Spor Okullarındaki Adelösanların Sportif Faaliyetlere Katılım Ve Sosyal Uyum Düzeylerinin

İncelenmesi (KOCAELİ İLİ ÖRNEĞİ), Uluslararası Balkan Spor Bilimleri Kongresi (IBCSS), 21-23 Mayıs 2017, Bursa Türkiye

Turgay ÖZGÜR, Cihan ÖZDEMİR, Murşit AKSOY, Bahar ODABAŞ ÖZGÜR, Şahin ÖZEN, “Genç Sualtı Hokeyi Sporcularının Seçili Performans Testleri ile Somatotipleri Arasındaki İlişki” Uluslararası Balkan Spor Bilimleri Kongresi (IBCSS), 21-23 Mayıs 2017, Bursa Türkiye

Özgür B. O., Aksoy M., Özgür T., Demirci D., Gürel, 2017, Temaslı ve Temassız Sporlarda Spor Yaralanmalarına Rastlama Sıklığı, ERPA International Congresses on Education (Tam metin bildiri), 18-21 Mayıs 2017, Budapest / Hungary

Özgür T., Özgür B. O., Aksoy M., Yazıcı G., Demirci D., Relationship Between The Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 and Anaerobic Performance Tests in Youth Soccer Players, 2017, ERPA International Congresses on Education (Tam metin bildiri), 18-21 Mayıs 2017, Budapest / Hungary

Ozturk, A., Aksoy, M., Ozgur, O.B., Ozgur, T., Yılmaz, O., The Investigation of Bodily Kinesthetic Intelligence Levels of Adolescents Who Take Part In Sport Schools, 22nd annual Congress of the European College of Sport Science – ECSS Metropolis Ruhr 5-8 July 2017., GERMANY

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

Özgür Bahar, Özgür Turgay, Aksoy Murşit (2016). Voleybol Ve Futbolcularda Spor Sakatlığına Rastlama Sıklığı. İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 6(3), 50-55.

9. EKLER

Ek. 1.Etik Kurul Değerlendirme Raporu



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Etik Kurul Bilgileri	Adı	Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	Adres	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Ara Kat 41380 Umuttepe Yerleşkesi /KOCAELİ
	Telefon	0262 303 74 50
	Faks	0262 303 74 63
	E-Posta	gokaetikkurul@kocaeli.edu.tr

Başvuru Bilgileri	Araştırmacının Adı	Diz ekleminde temassız oluşabilecek sakatlık risklerinin yüzeysel ısı farkı ve denge test sonuçlarının değerlendirilmesi ve ilişkisi			
	Araştırma Proje Numarası	KÜ GOKAEK 2017/99			
	Sorumlu Araştırmacı Unvanı/Adı/Soyadı	Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR			
	Sorumlu Araştırmacının Uzmanlık Alanı	Spor Bilimleri			
	Araştırma Merkezi	Kocaeli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi			
	Destekleyici				
	Araştırmacının Türü	Doktora Tezi			
	Araştırmaya Katılan Merkezler	Tek Merkezli <input checked="" type="checkbox"/>	Çok Merkezli <input type="checkbox"/>	Ulusal <input checked="" type="checkbox"/>	Uluslararası <input type="checkbox"/>

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Var	Yok	Açıklama
	Başvuru Dilekçesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Başvuru Formu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Araştırmacının Türü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vücut fizyolojisi ilgili araştırma/antropometrik ölçümlere dayalı yapılan çalışma
	Araştırma Protokolü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kullanılacak Form Örnekleri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Aydınlatılmış Onam Formu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Araştırma Bütçesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Literatür Örneği	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Taahhütname	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Biyolojik Materyal Transfer Anlaşması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	İzin Belgeleri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Başhekimlik Onayı	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Özgeçmişler	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Değişiklik Bilgi Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Proje Sonuç Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Diğer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Onay formu	21.09.2016/KOGOEEK01.1	1/2

Karar Bilgileri	Karar No: KÜ GOKAEK 2017/6.6	Proje No: 2017/99	Tarih 26/05 2017
	Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler, araştırmanın gerekçesi, amacı, yaklaşım ve yöntemleri, gönüllüler için beklenen yarar ve riskler dikkate alınarak değerlendirilmiş ve araştırmanın ilgili protokol doğrultusunda belirtilen merkezlerde yürütülmesi etik açıdan, <input type="checkbox"/> Uygun bulunmuştur. <input checked="" type="checkbox"/> Eksikliklerin tamamlanması koşulu ile uygun bulunmuştur.* <input type="checkbox"/> Uygun bulunmamıştır.*		

Dayanakları	Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420); Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi: İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (09.12.2003/25311); Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (29.03.2011/27899); İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik (13.04.2013/28617); Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği (06.09.2014/29111); Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi; İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu; Türk Tabipleri Birliği Hekimlik Meslek Etiği Kuralları; Türk Tabipleri Birliği Araştırma Etiği Bildirgesi
-------------	--

Etik Kurul Üyeleri

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Toplantıda Bulunma		İmza
Prof. Dr. Kadir Babaoğlu Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İ. Erdem Okay Üye	Genel Cerrahi	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Haluk Emre Özel Üye	Restoratif Diş Tedavisi	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Canan Baydemir Üye	Biyoistatistik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Selcen Göçmez Üye	Farmakoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Özlem Yıldız Gündoğdu Üye	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Yusufhan Yazır Üye	Histoloji ve Embriyoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Aslıhan Akpınar Raportör	Tıp Tarihi ve Etik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Ceyla Eraldemir Üye	Biyokimya	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

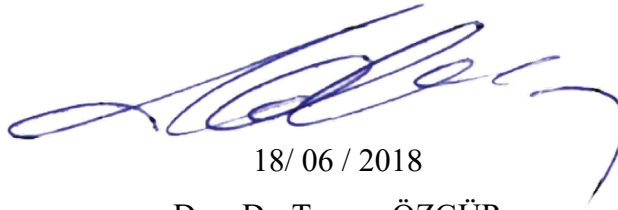
KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu

Belge Kodu: Onay formu
Rev. Tarihi / No.su: 21.09.2016/KOGOEK01.1
Sayfa: 2/2

Ek. 2. Tez Denetleme Listesi

Tez, aşağıdaki denetimler yapılarak tamamlanmıştır.

- Kapak ve iç kapak sayfalarında BİLİM UZMANLIĞI ya da DOKTORA şeklinde elde edilen unvanlar yazıldı (Kapak sayfasına danışman adı yazılmamalıdır).
- Kapak sayfasına mezun olunan PROGRAMIN (Anabilim dalının değil) adı yazıldı.
- Tez kapağı sırt kısmına kılavuzda belirtilen çizimde (yazının yönüne dikkat!) ad, program, yıl yazıldı.
- Onay sayfası uygun çizimde hazırlandı (kazanılan unvanlar BİLİM UZMANLIĞI ya da DOKTORA olmalıdır) imzalatıldı (Enstitü Müdürü'nün imzası da gereklidir, imzaların aynı renk kalemle atılmasına dikkat edilmelidir).
- Dizinler kılavuzda belirtildiği gibi sıralandı.
- Ön sayfalara i, ii, iii şeklinde Roma rakamları konuldu.
- Sayfa numaraları kılavuzda belirtildiği şekilde konuldu.
- Sayfa düzeni kılavuzda belirtildiği şekilde yapıldı.
- Ana metin yazı boyutu 12 olacak biçimde basıldı.
- Dipnot yazı boyutu 10 olacak şekilde basıldı.
- Ana metin satır aralığı 1.5 olacak şekilde yazıldı.
- Kaynaklar abecesel sıralamaya göre yazıldı.
- Kaynak gösterme ilkelerine ve yazım kurallarına uyuldu.
- Ekler kılavuzda belirtildiği gibi verildi.



18/06/2018
Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR