



**PROFESYONEL FUTBOLCULARDA FUTBOL
MÜSABAKASININ KASIN VİSKOELASTİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Muhammed Halid DIĞRAK

**Yüksek Lisans Tezi
Beden Eğitimi ve Spor
Ana Bilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Zekai ÇAKIR
2023
(Her Hakkı Saklıdır)**

T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI

**PROFESYONEL FUTBOLCULARDA FUTBOL MÜSABAKASININ KASIN
VİSKOELASTİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

(The Effect of Football Competition on Muscle Viscoelastic Properties in Professional
Football Players)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Halid DIĞRAK

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zekai ÇAKIR

Bayburt
Mayıs, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Dr. Öğr. Üyesi Zekai ÇAKIR danışmanlığında, 202225081 numaralı Muhammed Halid DIĞRAK tarafından hazırlanan “Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakasının Kasın Viskoelastik Özelliklerine Etkisi” adlı bu çalışma 11/05/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr Fatih Çatıkkaş

İmza:

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt Gönen

İmza:

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Zekai Çakır

İmza:

Bu tezin Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

...../...../2023

Doç. Dr. Murat KUL
Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakasının Kasın Viskoelastik Özelliklerine Etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

...../...../2023

Muhammed Halid DIĞRAK

TEŞEKKÜR

Çalışmamda bana her konuda yardımcı olan, maddi ve manevi anlamda katkılarını esirgemeyen ve tecrübeleri ile bana yol gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Zekai ÇAKIR'a çok teşekkür ederim. Verilerin toplanması için gerekli izinler veren ve desteklerini esirgemeyen Konyaspor Kulübü yönetimine teşekkür ederim. Çalışmada verileri elde ettiğim Konyaspor futbol takımında oynayan futbolcu arkadaşlarıma teşekkür ederim. Çalışmamın istatistiksel olarak değerlendirilmesinde bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren kıymetli Doç. Dr. Halil ALKAN teşekkür ederim.

Manevi destekleri ile her an yanımda olan ve varlıklarıyla hayatıma anlam katan sevgili eşim Gizem ve kızım Serra'ya sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROFESYONEL FUTBOLCULARDA FUTBOL MÜSABAKASININ KASIN VİSKOELASTİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Muhammed Halid DIĞRAK

Mayıs 2023, 50 sayfa

Bu araştırmada Türkiye Futbol Federasyonu Süper Ligde bulunan Konyaspor futbol takımında oynayan 25 profesyonel futbolcuların 90 dakikalık bir futbol müsabakası içinde ortaya koymuş oldukları performansın hamstring ve quadriceps femoris kasları üzerine viskoelastik etkileri MyotonPRO cihazı kullanılarak ölçüldü. Sporcuların yaş ortalaması 27,4, boy ortalaması 182,2 cm, ağırlık ortalaması 78,3 kg olarak ölçülmüştür. Oyuncuların vücut yağı yüzdesi ortalama olarak 9,1, koşu mesafesi 9398,2 ve sprint mesafesi 138,8 olarak belirlendi. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve İstatistiksel analizler SPSS version 25 yazılımı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro-Wilktestler) kullanılarak incelendi. Tanımlayıcı analizler ortalama ve standart sapma kullanılarak verildi. Değişkenlerden normal dağılım kriterlerini sağlamayan verilerde zamanla meydana gelen değişimi karşılaştırmak için Wilcoxon testi kullanıldı. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi. Yapılan çalışma sonucunda, çalışmaya alınan bireylerin rektus femoris kası frekans sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ($p>0,05$), rektus femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Rektus femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ($p>0,05$), biceps femoris kası frekans sonuçlarının maç öncesi ve sonrasında ise, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Biceps femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında ise, biceps femoris kası sertlik sağ bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunurken ($p<0,05$); biceps femoris kası sertlik sol bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ($p>0,05$), biceps femoris kası elastikiyet sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, biceps femoris kası elastikiyet sağ bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$); biceps femoris kası elastikiyet sol bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Sonuç olarak profesyonel futbolcularda futbol müsabakasının biceps femoris kası üzerinde anlamlı etkisi olduğu tespit edilmiştir. Rectus femoris kası için ise yapılan müsabaka, anlamlı bir etki oluşturmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Futbol, müsabaka, kas, biceps femoris, rectus femoris, viskoelastik özellikler, myotonPRO

ABSTRACT

MASTER THESIS

THE EFFECT OF FOOTBALL COMPETITION ON MUSCLE VISCOELASTIC PROPERTIES IN PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS

Muhammed Halid DIĞRAK

May 2023, 50 pages

In this study, the viscoelastic effects of the performance exhibited by 25 professional football players from Konyaspor, a football team in the Turkish Football Federation Super League, on the hamstring and quadriceps femoris muscles were measured using the MyotonPRO device during a 90-minute football match. The average age of the athletes was 27.4, the average height was 182.2 cm, and the average weight was 78.3 kg. The players' body fat percentage was determined to be an average of 9.1, with a running distance of 9398.2 and a sprint distance of 138.8. The obtained data and statistical analyses were evaluated using SPSS version 25 software. The normal distribution of variables was examined using visual methods (histograms and probability plots) and analytical methods (Shapiro-Wilk tests). Descriptive analyses were presented using means and standard deviations. The Wilcoxon test was employed to compare changes over time for variables that did not meet the criteria for normal distribution. The level of statistical significance was accepted as $p < 0.05$. As a result of the study, it was determined that there were no statistically significant differences in the frequency results of the rectus femoris muscle before and after the match ($p > 0.05$). There were no statistically significant differences in the elasticity results of the rectus femoris muscle before and after the match ($p > 0.05$). Similarly, there were no statistically significant differences in the stiffness results of the rectus femoris muscle before and after the match ($p > 0.05$). Regarding the frequency results of the biceps femoris muscle before and after the match, no statistically significant differences were found ($p > 0.05$). When comparing the stiffness results of the biceps femoris muscle before and after the match, it was found that the stiffness of the right leg was statistically significant ($p < 0.05$). In contrast, the stiffness of the left leg was not statistically significant ($p > 0.05$). The elasticity results of the biceps femoris muscle before and after the match indicated that the elasticity of the right leg was not statistically significant ($p > 0.05$), and the elasticity of the left leg was also not statistically significant ($p > 0.05$). In conclusion, it was determined that professional football matches significantly affected the biceps femoris muscle, while no significant effect was observed on the rectus femoris muscle.

Keywords: Football, competition, muscle, biceps femoris, rectus femoris viscoelastic features, myotonPRO

İÇİNDEKİLER

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş	1
Hamstring Kasları	3
Biceps Femoris Kası	4
Rektus Femoris Kası	5
Kas Fizyolojisi	7
Kas Çeşitleri	8
İskelet Kasının Yapısı	9
Kas Dokusunun Görevleri	10
Kas Tonusu	11
Kaslarda Elastikiyet	12
Kas Kasılması	12
Kas Kuvveti	12
Kas Kuvvetine Etki Eden Faktörler	13
Kasın Biyomekanik Özellikleri	13
Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi	13
MyotonPRO	15
Araştırmanın Amacı	16
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	17

İKİNCİ BÖLÜM

Literatür Özeti	18
-----------------------	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Materyal ve Yöntem	26
MyotonPRO Cihazı ile Ölçüm	26
Verilerin İstatistik Analizi	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular	29
-----------------------	-----------

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma	33
-----------------------	-----------

ALTINCI BÖLÜM

Sonuç ve Öneriler	39
--------------------------------	-----------

Kaynakça.....	41
----------------------	-----------

Ekler.....	47
-------------------	-----------

Öz geçmiş.....	50
-----------------------	-----------



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Demografik ve Bazı Verilerin Tanımlayıcı Özellikleri	29
Tablo 2. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Rektus Femoris Kası Frekans (Tonus) Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması	30
Tablo 3. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Rektus Femoris Kası Sertlik Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması	30
Tablo 4. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Rektus Femoris Kası Elastisite Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması	31
Tablo 5. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Biceps Femoris Kası Frekans Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması	31
Tablo 6. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Biceps Femoris Kası Sertlik Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması	32
Tablo 7. Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Biceps Femoris Kası Elastisite Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Hamstring kas grubu ve biceps femoris kası.	4
Şekil 2. Rektus femoris kası.....	7
Şekil 3. Yapılarına göre kas çeşitleri.	8
Şekil 4. Kasların yapısında bulunan aktin ve miyozin olarak adlandırılan miyofilamentler.	9
Şekil 5. MyotonPRO cihazı.	16
Şekil 6. Biceps femoris ve Rectus femoris kaslarında ölçüm yapılacak noktanın belirlenmesi ve MyotonPRO cihazı ile ölçüm yapılması.	28



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
&	: Ve
µm	: Mikrometre
BF	: Biceps Femoris
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
d	: Yoğunluk
FIFA	: Fédération Internationale de Football Association
ICCs	: Intra-class correlation coefficients
Ltd	: Limited
m	: Metre
mls	: Milisaniye
mm	: Milimetre
n	: Newton
RF	: Rectus Femoris
SD	: Standart Değişkenlik
sEMG	: Surface electromyographic
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
vd	: Ve devamı
kg	: Kilogram
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
Δ	: Delta

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Yüzyıllardan beri spor insanların ilgisini çekmektedir. Spor, insanların kendilerini özgürce ifade edebilmelerini sağlayan, takım halinde ya da bireysel olarak yapılabilen, cinsiyet, dil, din, ırk ayrımının olmadığı, belirli kurallar çerçevesinde rekabetin temel alındığı fiziksel aktiviteler olarak bilinmektedir. İnsanların yerleşik düzene geçmeleri ile pek çok paylaşımların artması ile, spor günlük yaşantımızda daha da önemli hale getirmiştir (Anonim, 1994)

Spor, dünyada yaşayan toplumlar arasında ortak bir dil ve aktivite oluşturmak için mükemmel bir aktivitedir. Tüm dünyada farklı milletlerden, farklı ırklardan olan insanları bir araya getiren, insanları ve kardeşliğe çok önemli katkılarda bulunan, bedensel iyilik ve güzellikleri sağlamakla beraber, ruh ve beden sağlığının gelişmesine de katkısı bulunan, moral ve motivasyonu tetikleyen hareket ve aktiviteler olarak ifade edilmektedir (İnal, 2003).

Günümüzde spor, dünya toplumlarının çok önemsedikleri ve oldukça önemli ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. O kadar önemli bir aktivite haline gelmiştir ki, spor olmadan hayatın devamının mümkün olmadığı kanaati toplumlarda yaygın hale gelmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde spora çok önemli miktarlarda yatırımlar yapılmaktadır. Bu alanda özellikle gelişmiş ülkelerde spora verilen önem hiç azımsanmayacak önemde sosyal hayatta yerini almıştır. Sporu aynı zamanda insanların sosyal, ekonomik, psikolojik ve diğer ruhsal ihtiyaçlarını da karşılayan vazgeçilmez bir olgu olduğu da belirtilmektedir (Leonard vd. 2003; Özdal, Akcan, Abakay, & Dağlıoğlu, 2013).

Sporcular sportif faaliyetlerin en önemli unsurudur. Spor aktiviteleri sporcu olmadan düşünülemez. Ülkelerin spor alanında gelişmesine en büyük katkının sporcular tarafından sağlanacağı düşünülmektedir. Kulüpler imkanları dahilinde sporculara maddi ve manevi katkı sağlayarak hem sporcularını desteklemekte hem de sporun gelişmesine olanak sağlamaktadırlar. Gerekli imkanlar ve uygun alt yapı gibi birçok unsur sporcunun başarısında aynı zamanda sporun gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Göksu, 2019).

Spor dünyada çok farklı şekil ve kurallarda icra edilmektedir. Futbol, basketbol, voleybol, hentbol, masa tenisi vb. faaliyetler bunlardan bazıları olarak söylenebilir. Fizyolojik ve anatomik özellikleri iyi ve gelişmiş olan sporcuların çalıştıkları alanda daha iyi bir performans gösterebilmeleri oldukça önemlidir. Sporcu performansın artırılması için fizyolojik ve anatomik özelliklerin doğru ve güvenilir bir şekilde ölçülüp değerlendirilmesi

gerekmektedir. Değerlendirme sonuçlarının uygun teknik ve doğru esaslara uyulması neticesinde sporcu performansının iyileştirilmesi, mükemmelleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Spor kas kuvvetine dayalı bir aktivite olduğu için sporcularda, her sporcu ve her spor branşı için kas kuvvetinin geliştirilmesi için uygulanacak egzersiz ve çeşitleri daha da bir önem taşıdığı belirtilmektedir.

Spor alanında profesyonel oyuncuların başarılarını daha da artırmak amacıyla sporcunun ilgilendiği spor dalının gerektirdiği bedensel ve ruhsal değerleri tanımlayarak sporcuların kendine has karakter ve yapılarının ortaya çıkarılması da gerekmektedir. Böylece alanında üstün performans gösteren başarılı bireylerin ortaya çıkarılması ve spor dallarında istifade edilmesi için gerekli ve ihtiyaç duyulan çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Futbol ve futbol müsabakaları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde en çok oynanan bir spor çeşididir. Futbol, günümüzde oldukça kültürlerarası etkileşime önemli katkıları olduğu gibi, ülkelerin ekonomisine de önemli katkıları bulunmaktadır. Futbolun gün geçtikçe popülerliğini artırması ve yaygınlaşması, farklı kültürlerdeki insanların ortak bir uğraşı haline gelmesi, futbolun içinde bulunduğu toplumun vazgeçilmez bir uğraşısı olduğunu göstermektedir. İşte bu nedenlerden dolayı da futbol hem ülkemizde hem de dünyada en popüler spor branşı haline gelmiştir (Konter, 2003; Zorba, Bayrakdar, Gönülateş, & Sever, 2017). Futbol, kuralları gereği oluşturulan taktik ve teknikler sayesinde, ruhsal yönden sağlıklı, yeterli derecede eğitilmiş ve dengeli bireylerin oluşmasında oldukça etkili bir spor çeşididir (Ferrah, 1992).

Futbol, aerobik ve anaerobik egzersizlerin peş peşe kullanıldığı performansı etkileyen temel motorik özellikler, koordinasyon genel dayanıklılık gibi faktörlerin oldukça önemli derecede karmaşık, koordinasyonun oldukça önemli olduğu bir spor disiplindir (Müniroğlu, & Deliceoğlu, 2008). Sporcunun başarısının temelinde de yukarıda belirtilen performans ve kriterlerin azami derecede yerine getirilmesine bağlı olduğu bilinmektedir. Futbolda fiziksel yapı ve aerobik-anaerobik enerji metabolizmaları oldukça yüksek seviyededir (Agostini, 1994; Akgün, 1986; Özer, 1993).

Bir futbol maçında üretilen enerjinin %90'nı aerobik metabolizma sonucunda açığa çıktığı düşünülmektedir (Bangsbo, 1994). Futbolcuların performansını, maç boyunca kat edilen toplam mesafe, yeterli düzeyde kazanılmış aerobik dayanıklılık, maç oyunu esnasındaki tempo ve top ile yapılan aksiyonların artırdığı Arı, (2010) tarafından bildirilmiştir.

Futbol, oyuncunun teknik, taktik, özelliklerinin yanı sıra antropometrik ve fizyolojik uygunluğuyla direkt ilişkilidir (Can, 2002). Futbolda aerobik kapasite, anaerobik güç kuvvet, sürat, esneklik, çeviklik, denge ve koordinasyon gibi durumlar fiziksel uygunluğu meydana

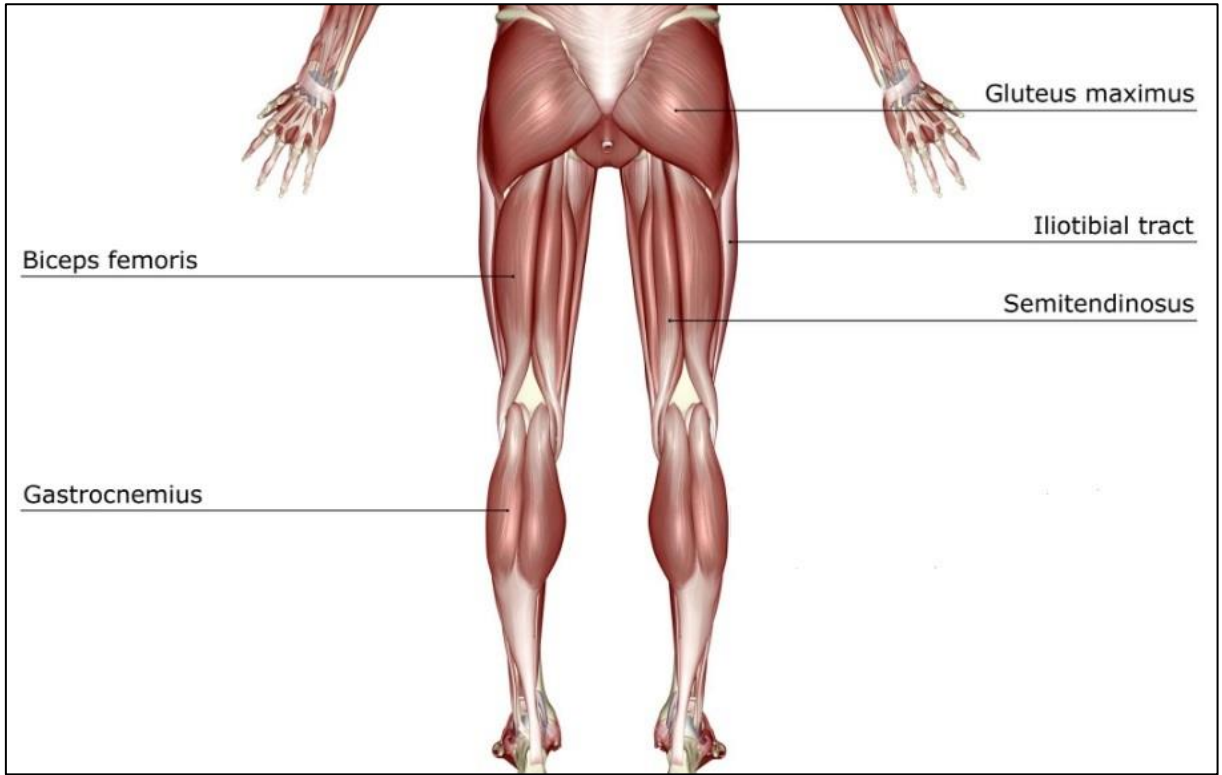
getiren faktörlerdir. Fiziksel uygunluğu yeterli olmayan sporcularda erken ortaya çıkan yorgunluk nöromüsküler koordinasyonu bozarak teknik kapasiteyi düşürmekte bu da arzulanan taktiğin uygulanmasını güçleştirmektedir (Temoçin, Ek, & Tekin, 2004).

Sonucu etkileyen faktörlerin sayısının çokluğu ve çeşitliliği nedeniyle sportif performansın yapısı genel olarak karmaşıktır. Bu faktörlerin çok ve çeşitli olması, bireylere göre farklılık göstermesi, oyuncu performansını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilirler. Genel anlamda insanda mevcut olan bu faktörler, kısmen anne ve babadan gelen genetik yapı ile, zamanla küçük değişikliklerle farklılaşabilen faktörler ve dışarıdan üzerine etki imkânı çok sınırlı olan veya hiç etki yapılamayan etkenlerdir. Bunlar arasında yaş, cinsiyet, anatomik yapı, genetik, zekâ, motor sistemin durumu, psikolojik denge, otonom sinir sistemi, salgı bezlerinin fonksiyonları, metabolizma, enerji kullanım mekanizmaları, organ sistemlerinin durumu, alerji, nöromüsküler ileti hızı, kardiyovasküler yapı ve kasın viskoelastik yapısı en başlıcalarıdır.

Bu çalışmada profesyonel futbolcularda bir futbol müsabakası sonucunda biceps femoris ve rektus femoris kaslarının viskoelastik özelliklerine etkileri incelenecektir.

Hamstring Kasları

Bireylerin hareketlerinden sorumlu olan bu kas grubudur. Hamstring kas grubu içerisinde bulunan farklı kasların benzer yapısal şekilleri olmasına rağmen, birinin diğerine göre farklılık gösteren pek çok özellikleri vardır (Şekil 1). Bunlar arasında kas liflerinin kontraksiyon hızına bağlı olarak ürettiği kuvvet ve endurans önemlileri arasında sayılabilir. Kasların günlük hayatta yaptığı faaliyet ve görevlere göre bu parametreler de farklılıklar görülebilmektedir. Yer çekimine karşı çalışan kaslar daha yüksek enduransa sahiptir. Bununla birlikte bireylere göre değişiklik gösteren yetenek, beceri ve bazı kabiliyet gerektiren işler yapmakla görevli olan el kaslarının kontraksiyon hızında daha da artış ve yükseliş görülmektedir. Ayrıca, deltoidler, glutealler gibi proksimaldeki kaslar, distal parçaları destekleme, taşıma gibi görevleri olması nedeniyle, çok daha fazla kuvvet üretim kapasite ve yeteneğine sahiptirler (Uysal, 2018; Woodley, & Mercer, 2005 Trappe vd. 2001).



Şekil 1. Hamstring kas grubu ve biceps femoris kası.

Kaynak: Retrieved from <https://www.gettyimages.co.uk/detail/illustration/the-muscles-of-the-lower-body-royalty-free-illustration/87324264?adppopup=true>) Erişim: 15.04.2023

Uyluk posteriorundaki semimembranosus, semitendinosus ve biceps femoris kaslarından oluşan hamstring kas grubu, diz ve kalça eklemine geçerek, kalça ekstansiyonu ve diz fleksiyonunun birlikte faaliyet göstermesini mümkün kılmaktadır (Uysal, 2018; Woodley, & Mercer, 2005).

Biceps Femoris Kası

İnsan bacaklarının üst arka tarafında bulunan biceps femoris kası, hamstring kas grubuna ait olan bir kاست. Sportif faaliyetlerde başarıya giden yolu kolaylaştıran, tırmanma, atlama ve koşu yapanlarda da esnek olmasını istenen bir kas yapısıdır. Çift inervasyonlu bir kas olan biceps femoris sporcu ve sportif faaliyetlerde önemli olan kaslardan birisidir. İnsan vücudunda bulunan her kas grubunun yaptığı görevlere bağlı olarak uzunluğu, yoğunluğu veya dokusu gibi birbirinden farklı özellikleri bulunmaktadır. Biceps femoris kasının bazı özellikleri şunlardır:

1. Biceps femoris, iki başlı bir kاست.
2. Kasın iki başı olduğundan dolayı iki farklı origosu bulunmaktadır.
3. Biceps femoris kasının uzun başının başlangıcı; Tuber ischiadicum ve Ligamentum sacrotuberale, kısa başının origosu ise linea asperanın lateralidir. Bu iki baş daha sonra birleşerek Caput fibula'da nihayetlenmektedir.

Canlı vücutlarında bulunan tüm kasların, farklı bir alanın çalışması üzerinde görevleri bulunmaktadır. Kas gerektiren her organda bulunan kas ve kas grupları organizeli bir şekilde çalışarak organların çalışmasına imkân tanımaktadır. İnsanların hareket kabiliyetlerinin artması, kasların kadar güçlü ve sağlıklı olmasına bağlıdır. Biceps femoris kası;

1. Bacakların bükülmesini sağlamaktadır.
2. Bükülen bacağın dışa yönelik rotasyon hareketi ile uyluğun germe hareketi yapmasına yardımcı olmaktadır.
3. Özellikle; sıçrama, atlama ve zıplama gibi aktivitelerin yapılmasını gerektiren spor dallarında, belirtilen hareketlerin gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır.
4. Bir yere tırmanırken bacağın diz kısmından bükülmesini sağlamakta, böylece gereken ilerlemenin yapılmasına katkıda bulunmaktadır.
5. Bireylerde uyluk bölgesinin düz olarak arkaya uzatılmasını da sağlamak gibi görevleri bulunmaktadır.

Sağlıklı ve başarılı bir hayat sürdürmek için insan vücudunda yer alan kasların güçlendirilmesi oldukça önemlidir. Kas sisteminin güçlü ve sağlıklı olması için düzenli ve dengeli bir şekilde spor yapılması gerekmektedir. Bu amaçla güçlendirilmek istenilen kas grubuna yönelik uygun egzersizlerin tercih edilmesi gereklidir. Hangi kas grubunun güçlendirilmesi için hangi egzersizlerin belirlenmesinin programlanmasını alanında uzman kişilerle belirleyerek ile ilgili kas grubunu güçlenmesini sağlanabilmektedir. Egzersizler, kas yapısının uzunluğu ve kısalığına göre de değişiklik gösterebilmektedir.

Hamstring kasları, kas gövdesine doğru uzanan ve üst üste geçen kas-tendon bileşkeleri, çift eklem kat etmeleri ayrıca uzun tendonlara sahip olmaları sebebiyle ile, kas kasılması sırasında kuvvetin aktarımını ve dağıtımının kolay hale gelmesine sebep olmaktadır. Hamstring kaslarının uzun tendonlu olan yapısı nedeniyle kasa esneklik kazandırmaktadır ve bireylerde yaralanma riskini de arttırmaktadır. Kasın en zayıf noktası kas lifleri ile tendon lifleri arasındaki geçiş kısmı olarak bilinmektedir. Hamstring kasları, büyük oranda hızlı kasılan liflere sahip olması sebebiyle, yüksek kas kuvveti üretmeyi anaerobik olarak kısa sürelerde sağlamaktadır (Linklater, Hamilton, Carmichael, Orchard, & Wood, 2010; Standring, 2016; Uysal, 2018).

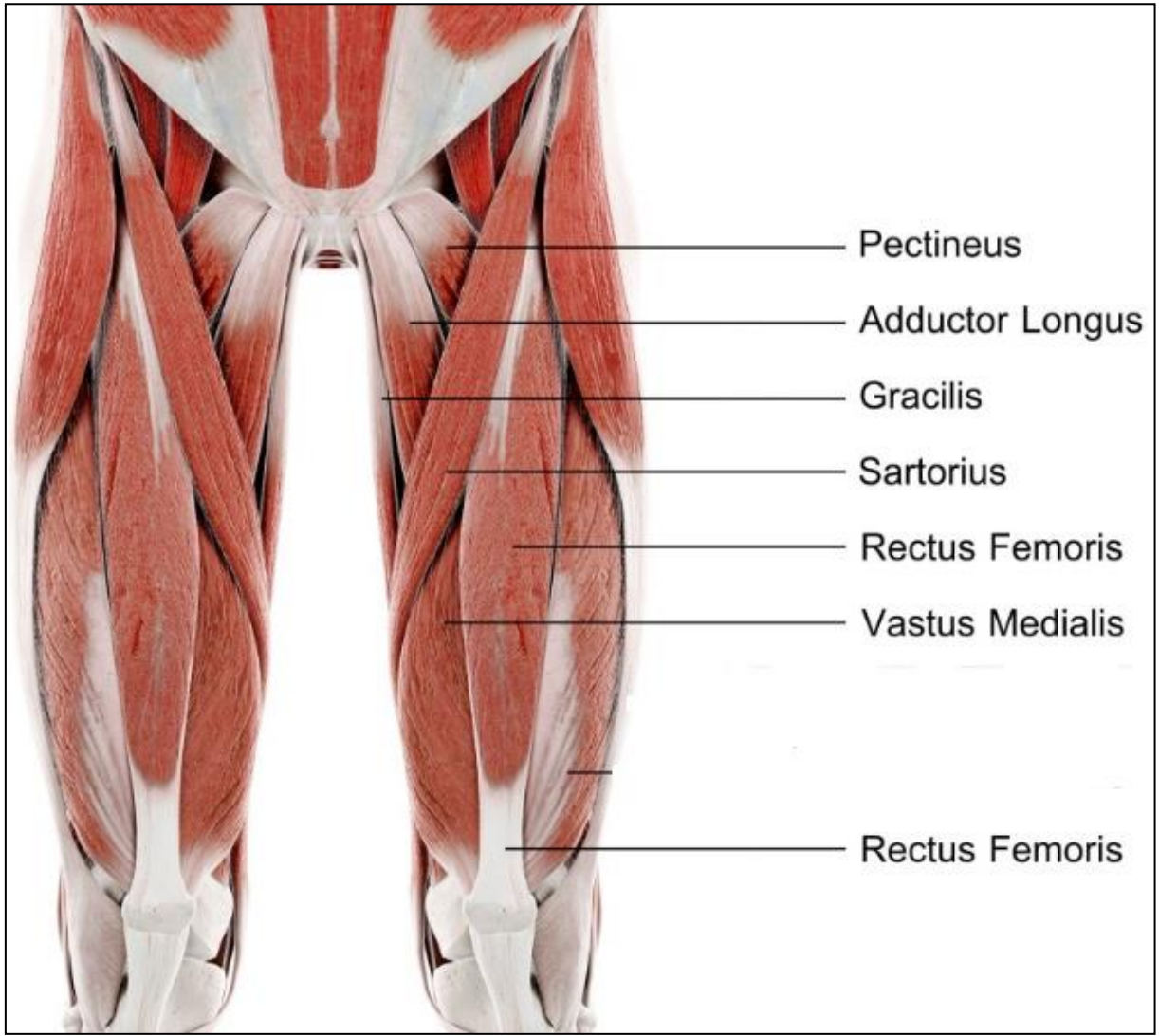
Rektus Femoris Kası

Rektus femoris kası, quadriceps femoris kaslarını meydana getiren kas grubu içerisinde bulunmaktadır. Quadriceps femoris grubunda 4 adet kas yapısı bulunmaktadır (Şekil 2). Bu kas yapısı sayesinde bireylerde bacakların hareket etmesi sağlanmaktadır. İnsan vücudunda yer alan

pek çok kaslardan biri olan rectus femoris'in bulunduğu yer uyluğun merkezidir. Uyluğun merkezinden başlayan bu kas, omurganın alt kısmından devam ederek diz kapağına kadar uzanmaktadır. Rectus femoris kası iki köke sahiptir. Biri anterior diğeri ise, posteriorda, her ikisi de tendon yapıları ile başlamaktadır. Bu kaslar bağlı oldukları uzuvların hareket etmesini sağlamakla birlikte, bulundukları bölgelerdeki organların çalışma sisteminde de oldukça etkili olan yapılardır (Telci, Aslan, & Cavlak, 2011; Verim, & Sarı, 2013; Cimpeanu, Radu, & Burcoveanu, 2015).

Vücudun yükünü taşımada önemli bir görevi olan bu kaslar, bireylerin geçirmiş olduğu yaralanmalar sonucunda en fazla etkilenen kas dokuları arasında bulunmaktadır. Bu kas grubu içerisinde bulunan rektus femoris, bazı kaslarla birlikte travmalardan en sık etkilenmektedir. Bu travmaların iyileşmesi ve bireylerin sağlıklı hale gelmesi için genellikle 4 hafta süre ile tedavi edilmesi gerekmektedir (Telci vd., 2011; Verim, & Sarı, 2013; Korkmaz, 2018). Bu kas grubunu düzenli olarak çalıştırılması, egzersiz yapılması, sportif faaliyetlerde bulunması sonucunda kişilerin sağlıklı bir vücuda sahip oldukları görülmektedir

Bütün canlıların vücut yapılarında bulunan kasların, her birinin gerçekleştirdiği farklı görevleri bulunmaktadır. Oldukça önemli bir konuma sahip olan Rectus femoris kasının önemli görevleri arasında kalça yapısının esnetilmesi, dizin uzatılmasını, diz uzatılırken patellanın sabit kalması, yürümek ve koşmak gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Korkmaz, 2018; Telci vd., 2011; Uysal, 2018). Bireylerin spor vb. etkinliklerde bulunması sonucunda kasların dolayısıyla bireylerin sağlıklı olması mümkün olmaktadır. Yapılacak olan Squat, Lunge, Smith machine squat, Front squat, Hack squat, Leg press ve Leg extension egzersizleri ile Rectus femoris kası çalıştırılmakta ve sağlıklı kaslar meydana gelmektedir.



Şekil 2. Rektus femoris kası.

Kaynak: Gettyimages, (2023). Retrieved from <https://www.gettyimages.co.uk/photos/rectus-femoris-muscle?assettype=image&page=8&phrase=rectus%20femoris%20muscle&sort=mostpopular&license=rf%2Crm>

Kas Fizyolojisi

Kaslar, canlılarda iskelet sisteminin üzerine kaplayarak vücuda genetik yapıya uygun olarak şeklini veren ve eklemlerle beraber hareketi sağlayan yapılardır. Kasların en önemli özelliklerinden birisi de kasılıp gevşeyebilen liflerden meydana gelmekte olmalarıdır. Kas hücreleri fonksiyonel ve şekilsel olarak değişim gösterdikten sonra meydana getirdikleri kas dokusu sayesinde uyarılara tepki verme, iletme, kasların esnemesi, kasların kasılması ve kasların uzaması gibi özellikler gösteren yapılar haline gelmektedir ki bu fonksiyonlar canlı bireyler için oldukça önemli olan faaliyetlerdendir.

Kas-iskelet sistemi, kas ve kemiklerin belirli şekil ve düzende bir araya gelmesiyle oluşur. Kemikler canlı vücudunda yapısal destek görevi görür, kaslar da vücuda hareket etme yeteneğini kazandırır (Solomon, 1997). Yine iç organları korumak ve desteklemek de kas-iskelet sisteminin görevleri arasındadır. Bunun sonucunda organlar görevlerini yerlerine

getirebilirler. Kemiklerin birbirleri ile bağlantı kurdukları noktaya eklem denir, bu bağlantı kasların da yardımıyla ligamentler yardımıyla gerçekleşir. Kaslar kemiklere tendonlar ile bağlanır. Kemikler, tendonlar ve ligamentler vücudu hareket ettirme yeteneğine sahip olmayıp, vücudu hareket ettiren esas yapıların kaslar olduğu bilinmektedir.

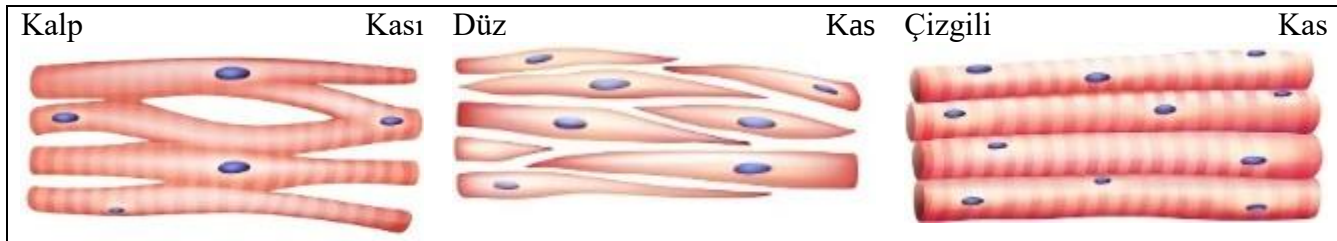
Kas Çeşitleri

Kaslar, yapı ve çalışma şekillerine göre ikiye ayrılır. En çok kullanılan sınıflandırma çeşidi yapılarına göre, istemli çalışan ve istem dışı çalışan kaslar olarak iki gruba ayrılmaktadır. İskelet kasları istemli çalışan kaslardır, iskelet kasları yapmak istediğimiz fiziksel bir hareketi yerine getirmekle görevlidir. İstem dışı çalışan kaslar ise, düz kaslar ve kalp kası olarak sıralanabilir. Bir canlı kalp atış hızını kontrol edemeyeceği gibi, sindirme veya öğütme işlerini de kontrol edemez (Ergun, 2014; Young, & Elliott, 2001). Bu görevlerin yerine gelmesi istem dışı çalışan kasların görevlerini yapması ile gerçekleşmektedir.

Kaslar yapılarına göre 3'e ayrılır. Bunlar;

1. Düz Kas
2. Çizgili Kas
3. Kalp kası

Bu üç gruba ait kas yapıları Şekil 1 'de görülmektedir.



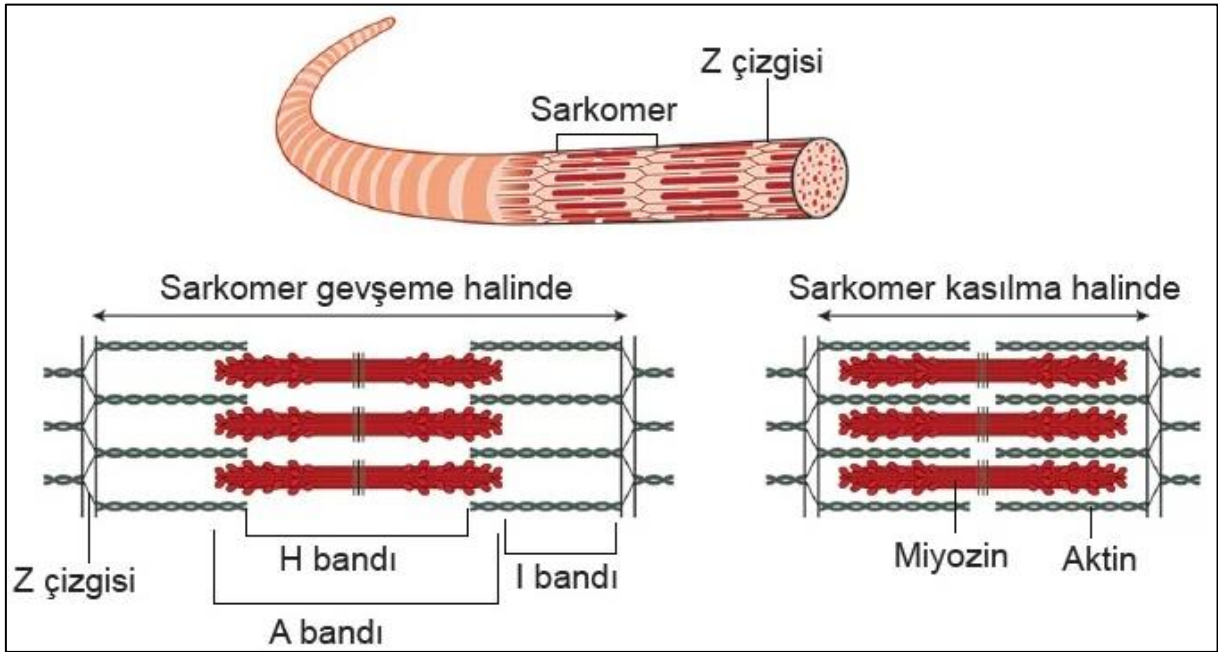
Şekil 3. Yapılarına göre kas çeşitleri.

Kaynak: Nedir.Org (2023). Retrieved from <https://kas-cesitleri.nedir.org/>

Kas dokularının önemli görevlerini yerine getirmesinde (mikroskopik yapı, anatomik özellik, yerleşim yerleri vb.), sinir ve hormonal sistemler tarafından kontrol edilmektedirler. Bu kontrol mekanizması kas dokularının arasında farklılık göstermektedirler. Kalbin büyük bir kısmını kalp kas dokusu oluşturmakta ve bunlar çizgili kaslardır, çalışma şekilleri ise istemsizdir. Kasılmaları genellikle istem dışı olarak meydana gelmekte, kalın ve kısa liflerden oluşmaktadır. Mide, bağırsak ve kan damarları gibi iç organlar ve yapılarda ve diğer vücut yapılarının da birçoğunda bulunan boşlukların duvarlarında ise yumuşak kas dokusu bulunmaktadır. Bu dokular istemsiz çalışmakta ve görünüm itibarıyla çizgisiz ve yumuşaktırlar.

İskelet Kasının Yapısı

Canlıda bulunan kaslar, kas fibrili olarak isimlendirilen çok sayıda ince kas liflerinden meydana gelmiştir. Kas liflerinin etrafını çevreleyen zara sarkolemma, kas hücrelerinin sitoplazmasına ise sarkoplazma denir. Kas hücreleri yüksek performans ve aktivite gösterdikleri için, enerji ihtiyacı çok fazla olmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için kas hücresi sitoplazmasında gerekli enerjiyi üreten çok sayıda mitokondri bulunur. Aktin ve miyozin olarak adlandırılan miyofilamentler, kasların yapısını oluşturup şekillendirmektedir. Aktin ve Miyozin olarak adlandırılan filamentlerin yapıları Şekil 4 'de görülmektedir.



Şekil 4. Kasların yapısında bulunan aktin ve miyozin olarak adlandırılan miyofilamentler.

Kaynak: Bilgi AI (2023). Retrieved from <https://www.bilgi.ai.com/huxleyin-kayan-iplikler-modeli-cizgili-kasin-kasilma-modeli-nedir/>

İskelet kasları lif veya fiber olarak isimlendirilen hücrelerden meydana gelmiştir. Bu hücrelerin mikroskop görünüşleri genel olarak ince ve uzun bir şekildedir. İskelet kasları, uzunlukları kas boyunca uzanan ve kasın tüm boyunu kaplayabilen uzunlukta olabilmektedir (1-50 mm). Kas liflerinin kalınlıkları ise ortalama 10-100µm arasında olabilmektedir. İşte bu uzunluk ve kalınlıktaki kas liflerinin bir araya gelmesiyle iskelet kasları oluşmaktadır. Kas liflerinin dış yüzeylerini çeviren stoplazmik zara sarkolemma denir. Sarkolemma genellikle ortasından bir sinir lifi ile bağlıdır ki, meydana gelen bu kas lifi miyofibril denen yapılardan oluşmaktadır.

Mikroskopta incelendiği zaman miyofibriller üzerinde açık ve koyu renkli bantlar görülmektedir. Koyu renkli olana A bandı, açık renkli olana ise I bandı denir. A bandının ortasında açık renkli H bandı bulunurken ve I bandının ortasında koyu renkli Z bandı bulunmaktadır. İşte bu Z bantları arasındaki mesafe kasın hareketi esnasında meydana gelen

kasılma anında daralmaktadır. Bu esnada A bandı sabit kalırken, H ve I bantları da daralma özelliği göstermektedir.

Çizgili kas hücrelerinde bulunan ve bir protein çeşidi olan miyozin bileşeni, A bandında bulunmaktadır. Belirtilen bu miyozin bileşeni aktinin Z bandında başlar ve H bandına gelince ortadan kaybolmaktadır (Ganong, 1999). Şekil 4' te bu filamentlerin organizasyonu görülmektedir.

Kas Dokusunun Görevleri

Kas dokusu yapısı gereği hareketi sağlayan yapılar olduğu için kasılma ve gevşeme özelliğinde olan yapılardır. Kasların kasılması ve gevşemesini takip eden süreç boyunca kas dokusu şu üç ana görevi yerine getirmektedir.

Bunlardan ilki hareket üretmek, ikincisi dengeyi sağlamak ve üçüncüsü ise ısı üretmektir. Yürüme ve koşma gibi hareketlerde ve el ve parmaklarla yapılan hareketlerde, başın sağa sola, öne arkaya ve yan taraflara sallanması gibi hareketlerde kasların çok önemli görevler yaptığı görülmektedir. Bu hareketlerin oluşması, meydana gelmesi için iskelet sistemini oluşturan kemiklerin, eklemlerin ve iskelet kaslarının birlikte meydana getirdikleri fonksiyonlar neticesinde oluşmaktadır.

Bireyin daha az farkına varabildiği, istem dışı gerçekleşen bazı hareketler de vardır ki, bu tür hareketler, kalp kası ve yumuşak kaslar tarafından oluşturulmaktadır. Kasların hareketi sağlama görevleri ile beraber, iskelet kaslarının kasılması ve hareketleri neticesinde bireylerin vücudunu ayakta tutma, oturma ve dengeyi sağlamak gibi çok önemli görevleri de bulunmaktadır. İskelet kasları faaliyetleri esnasında görev yapabilmek için kasılıp gevşerken, aynı zamanda yan ürün olarak ortama ısı da vermektedir ki, açığa çıkan bu ısı enerjisinin çoğu canlıların normal vücut ısını korumak için kullanılmaktadır. Kas hareketleri sonucu açığa çıkan ısı enerjisinin vücut sıcaklığının %85'ini ürettiği ifade edilmektedir.

Kas dokularının fonksiyonlarını yapabilmelerini ve böylece vücudun dengede kalarak yaşamın kalite ve gerçekleşebilirliğine katkıda bulunabilmelerini sağlayan 4 temel özelliği bulunmaktadır. Bunları şu şekilde özetleyebiliriz;

Uyarılma: Uyarılma kabiliyeti kas ve sinir hücrelerinin birlikte gerçekleştirdikleri bir özelliktir. Bu özellik impuls adı verilen elektrik sinyalleri üreterek sabit bir uyarıya cevap vermek olarak bilinmektedir. Vücut kaslarında uyarıların gerçekleşebilmesi için üretilen kimyasallar, kan tarafından taşınan hormon ve nöronlar tarafından açığa çıkarılmaktadır.

Kasılabilirlik: Kas dokusunun en önemli görevleri arasında bulunan kısılma ve gevşeme özelliğidir ki, bunun sonucunda iş ve eylem yapmak için kas kuvveti üretilmektedir.

Genleşme: Vücut kaslarının bazıları kas dokusuna herhangi bir zarar vermeden uzatılabilir (germe). İskelet kaslarının pek çoğu, zıt çiftler halinde organize olmaktadır. Bunlardan bir tanesi kasılma özelliği gösterirken, diğeri sadece gevşek durmamakta bu kas da genellikle gergin olma özelliğini göstermektedir.

Elastiklik: Kas dokularında görülen bu özellik, kasın genellikle kasılma veya gevşemeden sonra tekrar orjinal şekline dönebilmektedir (Webster, 1978).

Kas Tonusu (Frekans)

Kasın bir kuvvete karşı direnme kapasitesi kas tonusu olarak adlandırılmaktadır. Bu mekanizma, merkezi sinir sisteminin dış etkiye karşı gösterdiği bir tepki olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tepkinin ortaya çıkışında kasın viskoelastik özelliğini oluşturan bazı etkenler ve kasların vücut sistemi içerisindeki yapısına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kas tonusunu kaslardaki konjunktif yapıyı şekillendiren endomiyum, perimissium ve harekete bağlı olarak kas liflerindeki meydana gelen değişim kas frekansını etkileyen faktörler arasındadır. Bununla birlikte kas tonusunda önemli bir parametre olarak, hücre içi proteinin bileşenleri ve çeşidi de bildirilmektedir (Rusu vd. 2012; Rodica, Orbanescu, Lica, Comsa, & Rusu, 2017).

Düzenli hareketler ve spor aktiviteleri, genel olarak vücut yapılarının kararlılığı, sağlığı ve stabilitesini düzenli kılmak için yapılmaktadır. Kaslar uygun ve belirli bir fiziksel hazırlık yapıldıktan sonra, yapılacak olan fiziksel aktiviteler esnasında kaslar belirli ve düzenli bir uyum içerisinde çalışmaktadır. Bu fiziksel aktiviteler esnasında kaslara önemli bir yük binmesine sebep olmaktadır. Bu ise aktiviteler esnasında ani hareket ve değişimler olmakta ve buna bağlı olarak kas tonusu meydana gelebilmektedir.

Tonusun oluştuğu kaslar, esas olarak kasın mekanik görevlerin gerçekleştirilmesini sağlayan viskoelastik bir yapıya sahiptir. Sinir sistemi ve kasın yapısı ile ilgili bir elastikiyet sorunu olarak kas tonusu açığa çıkmaktadır. Hareket esnasında ani yüklenme ve zorlamaların sebep olduğu kas tonusu, kas lifleri ve konjukt dokudaki elastikiyetin etkilenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Rusu, Cosma, Calina, Dragomir, & Marin, 2015).

Frekans, sertlik, elastikiyet ve simetri endeksi gibi parametreler kas tonusunun belirlenmesinde değerlendirilmeye alınmaktadır. Frekans, kasın gerginliği ve kasılma kuvvetini göstermektedir. Bunun sonucunda da kasta zayıflama meydana gelir. Bu da kasın frekansı hakkında bilgi vermektedir. Sertlik, kasların deformasyona karşı dayanıklılığını göstermektedir. Elastikiyet özelliği, kasların bir aktivite sonrasında oluşan gerilme neticesinde

kasın tekrar kendini normale döndürme düzeyini ifade etmektedir. Simetri ise kasın sağ ve sol taraflarının karşılaştırılması ile ilgili bir değerlendirme parametresidir. Kasın genel durumunu değerlendirmede kullanılmaktadır (Rusu vd., 2015).

Kaslarda Elastikiyet

Kaslarda elastikiyet özelliği, kasa uygulanan bir kuvvetin ardından meydana gelen ve kasta deformasyon oluşturan bir etkenin ardından, kasın orijinal ve ilk şekline dönebilme özelliği elastisite olarak ifade edilmektedir. Deformasyon kuvvetleri karşısında kasların oluşturduğu tepkinin iki ana fazının bulunmaktadır. Bunlardan birincisi elastik deformasyon fazıdır. Bu fazda kasa uygulanan bir kuvvet karşısında kas herhangi bir kalıcı değişikliğe uğramadan eski şekline dönebilmektedir. İkincisi de plastik deformasyon fazı olarak ifade edilmektedir ki, bu fazda kuvvetin artması veya uzun süre uygulanması sonucunda kas, eski şekline veya yapısına geri dönememektedir.

Elastisite, kaslara aşırı kuvvet uygulanması, aşırı yük binmesi sonucunda kaslarda görülen elastik deformasyon özelliğini göstermektedir. Kaslarda sertliğin ortadan kaybolması sonucu ortaya çıkan elastisite, herhangi bir kasa uygulanan dış kuvvetin ortadan kalktıktan sonra o kasın eski haline dönebilme kapasitesini ifade etmektedir. Sertlik sonrasında etkenin ortadan kalkması sonucu kasların kazanmış olduğu elastikiyet özelliğine, kan dolaşımının normal seyrine dönmesi ile mümkün olabilmektedir (Delioğlu, 2015).

Kas Kasılması

Kasın temel yapısını oluşturan lifler herhangi bir ekenle uyarıldığı zaman kasılmaktadır. Kas liflerinin kasılması için gerekli uyarı motor sinir sistemi ile gelmektedir. Kas bu uyarıyı aldıktan sonra, elektrik akımı geldiği zaman verdiği cevaba benzer bir tepki göstermektedir. Kasın kasılması, boyunun sabit kalıp sadece şişmesi şeklinde statik veya izometrik olabilmektedir. Bununla birlikte kasın hem boyunun kısalması hem de şişmesi şeklinde dinamik veya izotonik olarak da olabilir. Bir uyarı ile aktive edilen kas hücreleri, uyarıyı aldıktan sonra bir kasılma fazı olur ve bunu takiben dinlenme fazı şeklinde hareketle süreç devam etmektedir.

Kas Kuvveti

Kas kuvveti, kişinin belirli bir zaman içerisinde kasta oluşan kuvveti açığa çıkarma yeteneği olarak ifade edilmektedir. Diğer bir tanımla bir kas veya kas grubunun maksimal efor ile dirence karşı harcadığı güç olarak tanımlanmaktadır (Otman, Demirel, & Sade, 1998). Kas kuvveti maksimal ve efor gerektiren aktivitelerde oldukça önemlidir. Eklem ve kas

yaralanmalarına karşı canlıların kendilerini koruyabilmeleri için kas kuvvetinin yeterli derecede olması kas sağlığı için oldukça önemli olduğu belirtilmektedir (Pınar, 2014).

Kas Kuvvetine Etki Eden Faktörler

Kasın kuvvetine etki eden faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz. İlk olarak genetik yapı, yaş, cinsiyet, kasın enine kesit alanının büyüklüğü, fiziksel aktivite düzeyi, fibril sayısı ve fibrillerin enine kesit alanının büyüklüğü, motivasyon ve beslenme gibi diğer birçok faktörler kas kuvvetine etki etmektedir. Bunlar içerisinde en önemlisi kas lifi tipleri gelmektedir. Kısa mesafe koşucularında Tip 2 kas liflerinin sayısı daha fazladır, maraton koşucularında ise tip 1 lifler daha fazla bulunmaktadır. Kas hücrelerinin diğer bir özelliği de plastisiteye sahip olmalarıdır. Bu özellik sayesinde kaslar değişik koşullara uyum sağlayabilmektedirler. Böylece kaslar bu özellikleri sayesinde yapılarını değiştirerek egzersizlerle beraber kas kuvvetini de arttırılabilmektedir. Kaslarda en fazla kuvvet eksentrik kasılma sırasında ortaya çıkmaktadır. İzometrik kasılmada kas kuvveti daha az ortaya çıkarken, konsentrik kasılmada ise en az kas kuvveti ortaya çıkmaktadır (Miçooğulları, & Yıldızgören, Turhanoglu, Üstün, & Güler, 2016).

Kasın Biyomekanik Özellikleri

Kasta meydana gelen gerilmeler kasa uygulanan kuvvetler sonucu ortaya çıkmaktadır. Stres olarak isimlendirilen kuvvet; gerilme, sıkıştırma, bükme, kesme ya da bunların bir arada uygulanması şeklinde olabilmektedir. Bununla birlikte kas veya bağ dokusu bu kuvvete benzer şekilde direnmekte bunun sonucunda da ortaya çıkan dirence yeterli mukavemeti gösteremediği durumlarda kasta yaralanmalar oluşabilmektedir. İşte kasta meydana gelen bu kuvvete karşı direnç sağlamak için kasların çeşitli mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olması gerekmektedir. Pek çok fiziksel özellikler arasında özellikle kaslarda tonus, kasların elastisitesi ve kaslarda sertlik yer almaktadır (Leonard vd. 2003; Özdal vd., 2013; Pruyn, Watsford, & Murphy, 2016).

Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Sağlıklı ve aktif bir kasın biyomekanik ve mimari özelliklerini gösteren viskoelastik özelliklerinin doğru bir şekilde ölçülmesi ve kaslarda meydana gelen bireyin yaşamını olumsuz etkileyen değişikliklerin ağrısız ve girişimsel olmayan yöntemlerle incelenebilmesi sporcu ve birey sağlığı için oldukça önemlidir.

Birey sağlığı için uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon değerlendirmelerinde denervasyon işlemine (ağrının iletimini tamamen veya kısmen kesme işlemi) bağlı olarak gelişen kas sinir yapılarında meydana gelen değişimleri ölçmek genellikle zor bir işlem olarak

bilinmektedir. Bunun nedenleri arasında, fizyoterapi ve rehabilitasyon değerlendirmelerinde kaslardaki yapısal değişikliklerle ilgili bilgi verebilecek sayısal verilerin olmaması öne çıkmaktadır.

Ayrıca yaralanmaların ve ağrı seviyelerinin belirlenmesi için kullanılan palpasyon yöntemlerinin güvenilirliğinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak kullanılmaya başlanan, ağrısız, güvenli, objektif ve girişimsel olmayan bir ölçüm yöntemi olan myotonometrik ölçüm ile kas kuvvetinin değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Myotonometrik ölçüm ile kasların tonusu, elastisitesi ve sertliğinin ölçümü oldukça güvenli bir şekilde yapılabilmektedir (Chuang, Wu, & Lin, 2012; Gapeyeva, & Vain, 2008).

Kas kuvvetinin değerlendirilmesinde, kas veya kas gruplarının fonksiyonel gücünü, kas veya kas gruplarının stabilitesini ve kas veya kas gruplarının destek sağlayabilme yeteneğini ölçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiş, gelişen bu yöntemler sayesinde kasa ait yukarıda belirtilen özellikler değerlendirilebilmektedir (Otman vd., 1998). Kas ve kas gruplarına ait bazı özelliklerin değerlendirildiği yöntemler arasında tensiometre, dinamometre, bir maksimum tekrar, manuel kas testi teknikleri ve izokinetik cihazlar gibi bilgisayara bağlı sistemler bulunmaktadır (Rezaei vd., 2014).

Günümüzde kasların tonus, elastisite, sertlik gibi viskoelastik özelliklerinin ölçülmesinde MyotonPRO cihazı güvenle kullanılmaya başlamıştır. MyotonPRO el cihazı sayesinde, objektif, ağrısız ve girişimsel olmayan bir şekilde kasların viskoelastik özellikleri belirlenmekte, bu özelliklerin objektif ve sayısal olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. MyotonPRO el cihazının güvenle, başarılı bir şekilde kullanıldığına dair literatürlerde yeterli çalışma ve bulgular bulunmaktadır.

MyotonPRO el cihazı ile özellikle kasların viskoelastik özelliklerinin ölçümünün yapıldığı bildirilmiştir. Bununla birlikte sağlıklı bireyler, sağlıklı sporcular, serebral palsili çocuklar, parkinson hastaları, inme hastaları üzerinde yapılan çalışmalarda MyotonPRO el cihazının kullanıldığı ve ölçümlerin yapıldığına dair çalışmalar bulunmaktadır (Chuang, Wu, Lin, & Lur, 2012b).

Deun vd. (2018), MyotonPRO cihazı kullanarak paratonisi olan ve olmayan bireylerin kas özelliklerinin tekrarlanabilir ölçüm sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda sağlıklı yaşlılar ve paratonisi olan bireyler arasındaki sertlik dışında tüm parametrelerde alt popülasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu bildirmişlerdir. Sağlıklı alt popülasyonlarda, değerlendiriciler arası güvenilirlik çok yüksek ve ardışık iki seri arasında değerlendiriciler arası uyumun da iyi olduğu belirtilmiştir.

Günler arasında değerlendiriciler arası güvenilirlik düşükten yükseğe ve değerlendiriciler arası uyum değişken, değerlendiriciler arası güvenilirlik yüksekten çok yükseğe ve interterer anlaşması iyi olarak bulunmuştur. Paratonisi olan bireylerde, değerlendirici içi güvenilirlik orta ile yüksek arasında ve seriler arasında uyum değişken, günler arasında değerlendirici içi güvenilirlik zayıf ile orta arasında olduğunu tespit etmişleridir.

MyotonPRO

Günümüzde MyotonPro cihazı (Myoton AS, Estonia), birey kaslarının viskoelastik özelliklerini ölçmek ve değerlendirme yapmak için güvenle kullanılmaktadır. Bireylerde MyotonPRO el cihazı ile ölçüm yapma tekniği, probun uyarımından sonra serbest salınım tekniğine dayanmaktadır. Bunun için ölçüm yapılacak olan kas üzerine MyotonPRO cihazının probu cilde dik olarak yerleştirilmekte ve deri altı dokunun sıkıştırılması için bir ön basınç uygulanmaktadır.

Sonrasında dokunun salınımına neden olan kısa bir mekanik uyarım verilmekte ve bunun sonucunda dokuda meydana gelen salınım, bir ivme ölçerle kaydedilmektedir. Kaydedilen ve değerlendirilemeyen bu ham sinyal, sonra dokunun doğal salınımının karakteristik olmayan frekanslarını filtrelemek için işlenmektedir. Sonrasında filtrelenmiş hızlanma eğrisi dokunun viskoelastik özelliklerini hesaplamak için kullanılmaktadır. (Gapeyeva, & Vain, 2008). MyotonPRO cihazının, kasları viskoelastik özelliklerinin belirlenmesinde, ayrıca miyofasyal dokuların biyomekanik ve viskoelastik özelliklerinin değerlendirmesinde güvenilir ve kullanılabilir olduğu bildirilen pek çok çalışma ve yayın bulunmaktadır (Ditroilo, Hunter, Haslam, & De Vito, 2011; Jiménez-Sánchez vd., 2018; Kerpe, & Krisciunas, 2009; Kelly vd., 2018; Usgu, Yakut, & Çınar, 2020; Usgu, Ramazanoğlu, & Yakut, 2021).

MyotonPRO cihazı ile kas sertliğinin belirlenmesi, filtrelenmiş sinyalin eğrisinden matematiksel olarak aşağıda belirtilen şu formül ile çıkarılabilir;

$Sertlik = a_0 \cdot m_{prob} / \Delta l$. Burada, maksimum ivmelenme, m_{prob} cihazın prob kütlesi ve Δl dokunun maksimum yer değiştirmesidir. MyotonPro testlerinin oldukça yüksek güvenilirlikte olduğu belirtilen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Kelly vd., 2018; Leonard vd., 2003).



Şekil 5. MyotonPRO cihazı.

Kaynak: Fotoğraf: M.H. Dığrak

Araştırmanın Amacı

Günümüzde spor modern dünyanın göz ardı edemeyeceği, vazgeçemeyeceği mutlak ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Bu ihtiyaçın ne kadar önemli ve vazgeçilemez bir ihtiyaç olduğunu görmek için dünyadaki gelişmekte olan ve çok gelişmiş ölkelerin spor ve spor çeşitlerine yaptıkları yatırımlara bakmak yeterlidir. Çağımızda spor, tüm dünya ölkeleri ve yaşayan insan toplulukları için sosyal, ekonomik, psikolojik ve pek çok ihtiyaçlarını karşılayan bir gereklilik haline gelmiştir.

Futbol, günümüzde geniş ve ciddi bir organizasyon haline gelmiştir. Bu organizasyonlar sonucunda sosyal, kültürel ve ekonomik olarak oldukça geniş kitleler üzerinde olumlu etkileri görölmektedir. Futbolun gün geçtikçe popölerliğini artırması ve yaygınlaşması, farklı kültürlerdeki insanların ortak bir uğraşı haline gelmesi, futbolun artık dünya toplumlarının bir olgusu haline geldiğini göstermektedir. Futbol bu nedenlerden ötürü gerek bizim ölkemizde gerekse dünyanın pek çok ölkesinde vazgeçilemeyen en popöler spor branşı haline gelmiştir (Konter, 2003; Zorba vd., 2017).

Futbol, pek çok biyofiziksel, biyokimyasal ve biyomekanik aktivitelerin bir arada gerçekteştiği, dolayısıyla aerobik ve anaerobik egzersizlerin peş peşe kullanılması zorunlu ve gerekli olduğu, bireyin performansını etkileyen temel motorik özelliklerin işlevselleştiği,

koordinasyon tekniklerinin uygulanmasının en gerekli olduğu, genel dayanıklılık ve performansların çok önemsendiği yüksek derecede karmaşık ve koordineli bir spor disiplindir (Müniroğlu, & Deliceoğlu, 2008).

Tüm dünyada ne kadar önemli olduğu belirtilen spor, spor disiplini içerisinde futbol ve bu futbol oyunu disiplinde görev alan futbolcuların hamstring kas grubu içerisinde bulunan Biceps femoris ve Rectus femoris kaslarının sağlıklı bir şekilde çalışmaları ve yeterli düzeyde performansa sahip olmaları gerekmektedir. Bu amaçla, tüm bu bilgiler ışığında tezimizde profesyonel futbolcuların 90 dakikalık bir futbol müsabakası içinde ortaya koymuş oldukları performansın hamstring ve quadricepsfemoris kasları üzerine frekans (Tonus), elastisite ve decrement değerleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığı incelenecektir. Böylece, futbolcularda kas sağlığı ve performansın artırılması için gerekli ve uygun verilerin elde edilmesi, şu ana kadar yapılan ve ileride yapılacak olan çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Futbol müsabakaları, futbolcuların maksimum performansını sergileyebildikleri tüm dünyada kabul gören büyük organizasyonlardır. Çalışmada elde edilecek olan sonuçlar profesyonel futbolcularda futbol müsabakasının rektus femoris ve biceps femoris kaslarının viskoelastik özelliklerine etkilerinin nasıl ve ne derecede önemli olacağını gösterecektir.

Ayrıca, tez çalışmasına başlamadan önce ve tez süresince yapmış olduğumuz literatür araştırmasında Rektus femoris ve Biceps femoris profesyonel futbolcularda 90 dakikalık müsabaka sonucunda viskoelastik özellikleri üzerine etkilerini belirleyen bir çalışmaya ve literatür bilgisine de ulaşamadık. Bu nedenle yapılan bu çalışma belirtilen kasların bu alanda viskoelastik özelliklerinin belirlenmesi alanında ilk çalışma olacaktır. Yaptığımız bu çalışma ile hem sporcu sağlığına hem de gelecekte yapılacak olan bilimsel çalışma ve araştırmalara da bir veri sağlanmıştır.

Gösterilen bu performans esnasında futbolcularda ortaya çıkabilecek olumsuz sonuçların tespit edilmesi ve yaralanma önleyici programda, elimizde bir veri olması açısından bu tez çalışmasında elde edilecek olan veriler önem arz etmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

Literatür Özeti

Bu tez çalışması için yapılan literatür araştırmasında daha önce böyle bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi ve futbolcuların kas sağlığı ve performansının iyileştirilmesi için elde edilecek olan veriler bu alanda çalışan araştırmacılara da katkı sağlayacaktır. Konu ile ilgili olarak yapılan bazı benzer ve ilgili çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Bloem, Allum, Carpenter ve Honegger, (2000) yapmış oldukları çalışmada, alt ekstremite propriyosepsiyonu, insanın otomatik postural tepkilerini tetiklemek için gerekli olup olmadığına dair yapmış oldukları çalışmada insan vücudunun pek çok bölgesinde bulunan ve hareketlerde etkili olan hamstring kısısalığının bir bütün olarak ele alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Alt ekstremite kaslarının mobilite ve postürün korunması için kas iskelet sistemi içerisinde anahtar eleman olarak görev aldığını ifade etmişlerdir.

Emery, Willem, Meeuwisse ve Sara, (2005), adölesan futbolunda yaralanma için risk faktörlerinin değerlendirilmesi: bir yaralanma izleme sisteminin uygulanması ve doğrulanması üzerine yaptığı çalışmada, sportif faaliyetler esnasında yaralanmaların temelinde yeterli esnekliğin olmaması, sıçrama ve inme kabiliyetlerindeki yetersizlikler ve denge verilerindeki yetersizliklerden olabildiğini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda özellikle kas kuvvetindeki yetersizlikler, agonist antagonist kas kuvvet arasındaki dengesizlikler bireyi yaralanmalara karşı daha yatkın hale getirdiğini bildirmişlerdir.

Viir vd. (2007), oturma ve sırtüstü pozisyonlarda trapezius kas tonusu ve viskoelastik özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada kas-iskelet destek sisteminde bulunan üst trapezius kasının kullanılması ile oturma pozisyonundan yatış pozisyonuna geçişin kas gerginliği üzerindeki etkisini ve bu değişikliğin önlemede yararlı olup olmayacağının belirlenme amacı ile yaptıkları çalışmada, oturma pozisyonundan sırtüstü pozisyona geçme esnasında, üst trapezius kasındaki tonusu ve sertliğinin beşte bire kadar azaldığını bildirmişlerdir.

Gubler-Hanna, Laskin, Marx ve Leonard, (2007), Kas kasılması sırasında uyum değişikliği, dolaylı bir güç ölçüsü sağlayabilmekte ve kas uyumluluğunun miyotonometrik ölçümü, kas tonusunu myotonometrik yöntemle ölçülmesinin yeni teknoloji olduğunu ifade etmişlerdir. Mevcut deneyler, kas kuvveti ve aktivasyon seviyelerinin dolaylı olarak ölçülmesi için kas uyumluluğunun miyotonometrik ölçümlerinin geçerliliğini ortaya koymuştur. Bu

nedenle bu yöntem, doğrudan eklem kuvveti veya sEMG ölçümünün zor veya uygun olmadığı durumlar için olası bir alternatif sunmakta olduğunu bildirmişlerdir.

Lehance, Binet, Bury ve Croisier (2009), profesyonel ve genç elit futbolcularda kas gücü, fonksiyonel performanslar ve yaralanma riski üzerine yaptıkları çalışmada, alt ekstremitelerin kas kuvveti ve anaerobik gücü, başta futbol olmak üzere pek çok spor aktivitesinde performansı etkileyen nöromüsküler değişkenler olduğunu belirtmişlerdir. Literatürdeki sık çelişkilere rağmen, hedeflenen akut kas yaralanmalarında kas kuvveti ve dengesinin anahtar rol oynadığını ifade etmişlerdir. Çalışmada, 57 seçkin ve junior elit erkek futbolcu PRO, n=19; U-21, n=20 ve U-17, n=18 olarak üç gruba ayrılmış, fonksiyonel performans, squat atlama ve 10 m sprint boyunca değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, PRO grubu, U-17 grubundan daha hızlı koştuğunu ve daha yükseğe sıçradığını bildirmiştir ($P<0.05$). Normalleştirilmiş vücut kitle parametreleri göz önüne alındığında, üç grup arasında izokinetik kas gücü performansında anlamlı bir fark gözlenmediği belirtilmiş ve bireysel izokinetik profiller, alt ekstremita kas dengesizliği gösteren 32/57 (%56) deneğin tanımlanmasını sağlamıştır. Çalışmada 57 oyuncudan 36'sının daha önce ciddi bir alt ekstremita yaralanması geçirdiğini, bu 36 oyuncudan 23'ü hala önemli ölçüde kas dengesizliği gösterdiğini (%64) belirtmişlerdir. Akılcı eğitimdeki yeni eğilimler, dengesizlik riskine daha fazla odaklanabilir ve yaralanmayı önlemeyi amaçlayan antagonist güçlendirmeyi uygulayabilir. Böyle bir müdahale sadece sakatlıktan kurtulan sporculara değil, aynı zamanda yaralanmamış oyunculara da fayda sağlayacağını bildirmişlerdir.

Jarocka, Marusiak, Kumorek, Jaskolska ve Jaskolski (2012), Myoton-3 ve Myotonometer kullanılarak yapılan brachioradialis kas tonusu ve sertliği ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Miyotonometrik ölçümler arasındaki korelasyon derecesinin, ölçülen kasın dinlenme halinde mi yoksa kasılma sırasında mı olduğuna bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir.

Mullix, Martin ve Maria (2012), MyotonPRO, kas tonusu, elastisite ve sertlik gibi kasın mekanik ve viskoelastik özelliklerinin objektif olarak değerlendirilmesi, ortopedik rehabilitasyon ve başta sporcu sağlığını ele almak üzere pek çok klinik alanda yaralanmanın risklerini tespit etmeye ve rehabilitasyon programlarının etkilerini incelemeye kayda değer şekilde katkı sağladığını belirtmişlerdir. Çalışmada kas için ortalama ($\pm$ SD) RF:BF oranlarının frekansı 1:0,96 ($\pm$ 0,05), azalma 1:1,10 ($\pm$ 0,17) ve sertliği 1:0,95 ($\pm$ 0,07) olarak tespit etmişlerdir. Üç parametrenin de güvenilirliği seanslar içinde mükemmel (ICCs 3,2>0.99) ve günler arasında iyi (ICCs) olduğunu bildirmişlerdir 3,1 0,72-0,87).

Chuang vd. (2012) yaptıkları çalışmada subakut inmeli hastalarda gevşemiş biceps ve triceps brachii kaslarının kantitatif mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bilateral biceps ve triceps brachii kaslarının korelasyon katsayılarının (0.79-0.96) iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Mooney ve Warner (2013), yaptıkları çalışmada, sağlıklı genç yetişkin erkeklerde Biceps brachii kaslarının seans içi mekanik özelliklerinin simetrisini MyotonPRO cihazı kullanarak güvenilirliğini belirlemişlerdir. Kas tonusunun ve mekanik özelliklerinin objektif ve güvenilir ölçümünün klinikte veya spor genel olarak zor olduğu belirtilen çalışmada MyotonPRO cihazının güvenle kullanılabilirliğini belirtmişler biceps brachii kasının fonksiyonlarını ve özelliklerini (viskoelastik ve biyomekaniksel özellikler) karşılaştırmalı olarak ölçmüş ve sonuçların oldukça güvenilir olduğunu tespit etmişlerdir.

Rusu vd. (2015) yaptıkları çalışmada, kas gelişim programlarının kas tonusu üzerine etkilerini araştırmış ve sonuçları MyotonPRO ölçüm cihazı ile belirlemişlerdir. Çalışmada kas tonusu, kasın esnekliği, frekansı ve elastisite gibi parametrelerin gelişim için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda rektus femoris ve tibialis anterior kaslarına uygulanan iki farklı gelişim programı sonucunda rektus femoris frekans değerini 13,54, elastisite sonucunu 1,79 ve simetri indeksini 191 olarak belirlerken, tibialis anterior sonuçlarının frekansı 18,72, elastisite 0,7 ve simetri indeksini 346 olarak tespit etmişlerdir. Kas tonusunun belirlenmesinde myotometrik yöntemlerin oldukça hızlı ve güvenilir olduğunu da bildirmişlerdir.

Havuç, Aydeniz ve Başaran, (2018) yaptıkları çalışmada spastik serebral palsili çocuklarda myotonometre ile gastrokinemius kasının biyomekanik özelliklerini (tonus, elastisite, sertlik) değerlendirmiş ve elektrik stimülasyonun kas tonusu, elastisite ve sertlik üzerine etkinliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, elektrik stimülasyonu uygulaması ile kas tonusu, elastisite ve sertlik değerlerinde iyileşme sağlandığını belirtmişler ve MyotonPro'nun serebral palsili çocuklarda spastisitenin değerlendirilmesinde ve tedavi etkinliğinin ölçülmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Deprez ve Dieter (2015), sekiz ila on sekiz yaşları arasındaki üst düzey futbolcularda okulu bırakma, sözleşme durumu ve birinci takımda oynama süresini etkileyen antropometrik, fiziksel uygunluk ve motor koordinasyon özellikleri üzerine retrospektif bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada futbolcuların futbola özgü yetenek ve becerilerin belirlenmesi ile beraber antropometrik ölçümler, kardiyovasküler durumları, psikososyal durum, çeviklik ve dikey sıçrama mesafelerinin ölçülmesinin de gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Sadigursky ve David (2017), futbolcular için uygulanan FIFA 11+ yaralanma önleme programına yönelik sistematik bir incelemede bulunmuşlardır. Çalışmaya aktif futbol oynayan

3037, kontrol grubunda ise 3037 olmak üzere toplam 6344 kişi üzerinde bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda FİFA 11+ programının yaralanmaları %30 azalttığını belirlemişlerdir. Aktif oyuncu grubunda 779 (%24) oyuncu sakatlanırken, kontrol grubunda 1219 (%40) oyuncunun sakatlandığını bildirmişlerdir. Model çalışmalar boyunca klinik ve metodolojik farklılıklar nedeniyle çalışmanın homojen olmadığını da belirtmişlerdir. Futbolda yaralanmaların önlenmesi için risk faktörlerinin neler olduğunun belirlenmesi ve uygun önlemlerin alınmasının gerekli olduğunu da ifade etmişlerdir.

Güncel çalışmalara bakıldığında müsabaka esnasında yaralanmaların çoğunlukla müsabakanın ilk ve son 15 dakikasında meydana geldiğini bildirmişlerdir. Isınma ve yorgunluğun futbolcular üzerinde önemli etkileri olduğu da benzer çalışmalarda ifade edilmektedir.

Gervasi vd. (2017), kasların viskoelastik özelliklerinin (nöral olmayan ton, esneklik ve sertlik) atletizm sporculardan oluşan bir örnekleme yaş ve cinsiyete bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır. Çalışmada 2016 Avrupa Salon Atletizm Şampiyonası sırasında toplam 390 sporcu (35-99 yaş arası) çalışmaya dahil edilmiştir. İstirahat halindeyken biceps brachii ve rektus femoris kaslarının tonunu, sertliğini ve elastikiyetini ölçmek için MyotonPro ölçüm cihazı kullanılmıştır. Sonuçları daha önce bildirilen verilerle karşılaştırmak için katılımcıları cinsiyet ve yaşa göre sınıflandırmışlardır. Araştırma sonucunda kas tonusun yaşa bağlı olmadığı, sertliğin ise yaşa bağlı olduğu bulunmuştur. Esnekliğin hem fiziksel aktiviteye hem de yaşa bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Asker, Brooke ve Waldén (2018), voleybol, hentbol, beyzbol gibi baş üstü sporlarda omuz yaralanmaları için risk faktörleri ve önlenmesi üzerine yapılan bu çalışmada, omuz yaralanması için araştırılan tüm potansiyel risk faktörlerinin sınırlı kanıt olduğunu bunların cinsiyet gibi değiştirilemez faktörler olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada özellikle beyzbol, lakros veya voleybola odaklanılmıştır (n=13). Ayrıca omuz yaralanmalarını önleme tedbirlerinin etkisine dair sınırlı kanıt olduğunu bildirmişlerdir.

Kalkhoven ve Watsford (2018), yarı amatör futbolcularda atletik performans ve mekanik sertlik arasındaki ilişki durumunu araştırmışlardır. Çalışmada Rectus Femoris, Biceps Femoris ve Medial Gastrocnemius kaslarının, bireysel kas sertliği ve dikey sertlik, ayrıca koşu ivmesi, maksimum sprint hızı, çeviklik, dikey sıçrama ve kas gücündeki performans durumu incelenmiştir. Sonuç olarak dikey sıçrama yönü ile sıralandığında sprint, çeviklik, zıplama ve kuvvet sıralamasında üstün performans sergilendiğini bildirmişlerdir ($p \leq 0.05$). Rectus femoris sertliğine göre sıralandığında sprint, çeviklik ve düşme atlama performansı ($p \leq 0.05$) nispeten sert olurken, biceps femoris ve medial gastrocnemius kaslarının sertliğinde yeterli performans göstermediğini tespit etmişlerdir.

Feng, Li, Liu ve Zhang, (2018), İskelet kası ve tendonun elastik özelliklerinin MyotonPRO kullanılarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, MyotonPRO tarafından ölçülen gastrocnemius kas göbeği ve Aşıl tendonunun dinlenme sertliğinin mekanik özelliklerini değerlendirmek için elde edilen veriler doğrultusunda kullanılabileceğini göstermişlerdir. Çalışmaya 20 gönüllü denek dahil edilmiş ve dominant bacaklarda kas ve tendon ölçümleri yapılmış ve MyotonPRO'nun güvenilirliği deneklerin 10'unda belirlenmiştir. MyotonPRO ve Ultrasonografi tarafından belirlenen kas ve tendon sertliği indeks değerleri arasında önemli korelasyonların bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Turna vd. (2019), yaptıkları çalışmada futbolcularda müsabaka döneminde uygulanan koruma antrenmanlarının seçilmiş bazı fiziksel özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya Türkiye Futbol Federasyonu 3. liginde top oynayan 20 erkek sporcu katılmış ve sporcuların yaş ortalamalarını 23,95 yıl, spor yaşları 5 yıl, boyları 181,3 cm., vücut ağırlıkları 77,80 kg., BKİ (Beden Kütle İndeksi) 23,63 kg/m² olarak hesaplamıştır. Araştırma sonucunda, futbolculara uygulanan ilk ve son testler arasında vücut yağı yüzdesi, deri altı yağ ölçümlerinden pektoral ve abdomen, çevre ölçümlerinden ise karın ve kalça verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu belirlemiştir.

Usgu vd. (2020), yaptıkları çalışmada elit koşucu ve futbolcularda aşıl tendonunun viskoelastik özelliklerin karşılaştırılmasını yapmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada viskoelastik özelliklerin karşılaştırılması için Myotonometrik ölçüm yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 17 profesyonel futbolcu (yaş; 25.8 ± 3.4 yıl) ve 17 koşucu (yaş; 21.5 ± 4.0 yıl) denek olarak kullanılmış ve aşıl tendonun viskoelastik özellikleri MyotonPro cihazı ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda üst düzey futbolcuların aşıl tendon sertliği koşuculara göre daha fazla olduğu tespit edilmiş, esnekliğin ise daha az olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Ayrıca, futbolcuların ağırlıklı olarak kullandıkları ayaklarına daha fazla yük verirken, koşucuların baskın olmayan ayağa daha da fazla ağırlık verdiklerini gözlemişlerdir (p<0.05). Bu çalışmada ayrıca her iki grupta sağ dominant ayağın ön ve arka ayak ağırlık aktarımı benzer olarak bulunmuştur (p>0.05). Deneye alınan gruplarda tendonların viskoelastik özellikleri ile ayak basınçları arasında da bir ilişki bulunmadığını tespit etmişlerdir (p>0.05).

López, RuizPérez ve GarciaGómez, (2020), profesyonel futbolcularda yaralanma epidemiyolojisi: sistematik bir inceleme ve meta analizini yaptıkları çalışmada yaralanma sıklığının sezon başına her bir oyuncu için iki kez olduğunu ifade etmiştir. Profesyonel erkek futbolcuların, özellikle maçlar sırasında ciddi şekilde sakatlanma riskinin olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada maç yaralanması insidansı (36 yaralanma/1000 saat maruz kalma),

antrenman yaralanması insidans oranından (3,7 yaralanma/1000 saat maruz kalma) neredeyse 10 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Alt ekstremitte yaralanmaları en yüksek insidans oranlarına sahip olduğu bulunmuş (6,8 yaralanma/1000 saat maruz kalma), en yaygın yaralanma türleri, sıklıkla travmatik olaylarla ilişkilendirilen kas/tendon (4,6 yaralanma/1000 saat maruz kalma) yaralanmaları olduğunu bildirmişlerdir. En yaygın yaralanmalar ise küçük yaralanmalar (1-3 günlük zaman kaybı) olarak belirlenmiştir. Futbolcuların sakatlıkları maça katılım durumunu etkilediği için takımların başarı durumunu da önemli ölçüde etkilemekte ve takıma çok yüksek mali yükler oluşturduğu bildirilmektedir.

Schneebeli, Falla, Clijsen ve Barbero, (2020), aşıl tendonu mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi için miyotonometrinin güvenilirliği ve geçerliliği üzerine yaptıkları çalışmada, güvenilirliğin çok yüksek (0,87–0,98) olduğunu belirtmişlerdir. Aşıl tendon sertliğinin farklı zamanlarda ve farklı pozisyonlarda değerlendirilmesi kasılma seviyeleri tendon sertliğindeki değişikliklerle desteklenmiş ve tendon dokusu mekanik özelliklerinin belirlenmesinde MyotonPRO kullanıma hazır bir cihaz olarak uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Mendeş, Karakuzulu, Çiçek, Elboğa ve Mendeş (2020), yaptıkları çalışmada, futbolcularda kas kuvveti ve kemik mineral yoğunluğu ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada futbolcu ve fiziksel aktivite yapmayan bireylerde, femur bölgesinde bulunan kemik mineral yoğunluğu ve kas kuvveti ile lomber vertebra, T ve Z skorları karşılaştırılarak cinsiyete göre nasıl bir değişiklik gösterdiğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda futbolcularda kuvvet değerlerinin oldukça güzel ve iyi olduğunu belirtmiş, ancak lomber ve femur bölgesi kemik mineral yoğunluğu, T ve Z skorları kuvveti arasındaki ilişkinin cinsiyete göre değişiklik göstermediğini tespit etmişlerdir.

Usgu vd. (2021), normal ve fazla kilolu bireylerde vücut kitle indeksi ile kas viskoelastik özelliklerinin ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada, vücut kitle indeksinin (VKİ) kas viskoelastik özellikleri ile ilişkisini belirlemek ve bu özellikleri normal ve aşırı kilolu bireyler ve sedanter genç bir popülasyonda karşılaştırmışlardır.

Toplam 172 sağlıklı, ancak yeterli fiziksel aktivite yapmayan bireylerle (ortalama yaş, 26.00 ± 5.45 yıl) cinsiyet (erkek ve kadın) ve VKİ sınıflandırması normal (VKİ, $18.50-24.99$ kg/m²), fazla kilolu (VKİ = $25.00-$) ile kategorize edilmiş. $29,99$ kg/m²) bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların boyları stadyometre ile vücut ağırlıkları elektronik tartı ile ölçülmüştür. Biceps brachii (BB) ve biceps femoris (BF) kaslarının viskoelastik özellikleri ise

(ton, sertlik ve elastikiyet) istirahatte MyotonPRO cihazı kullanılarak bilateral olarak ölçüldüğünü bildirmişlerdir.

Çalışma sonucunda bilateral BF tonusu ve sertliği, sağ BB sertliği ve esnekliği, tüm katılımcılarda VKİ ile zayıf korelasyonlar gösterdiğini, iki taraflı BF tonu ve sertliği, sağ BB sertliği ve esnekliği ve sol BB sertliği, erkek cinsiyeti ile zayıf bir pozitif korelasyona sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Sadece sağ BB esnekliği, kadınlarda VKİ ile zayıf pozitif korelasyona sahip olduğunu ($p<0,05$), diğer viskoelastik özellikler için VKİ ile korelasyon saptanmadığını bildirmişlerdir ($p>0.05$). Aşırı kilolu grup, normal kilolu grupla karşılaştırıldığında ($p<0.05$), diğer viskoelastik özellikler benzerken ($p>0.05$), artmış bilateral BF sertliği ve tonusu, sağ BB sertliği ve azalmış bilateral BB esnekliği gösterdiğini ifade etmişlerdir. Erkeklerde kadınlara göre daha fazla bilateral BB tonu, BF tonu ve sertliği ve daha düşük BF esnekliği gözlenmiş ($p < 0.05$), ancak diğer viskoelastik özellikler önemli ölçüde farklılıklar bulunamamıştır ($p<0.05$). Ayrıca VKİ-cinsiyet etkileşimlerinin viskoelastik özellikler üzerinde hiçbir etkisi olmadığını ($p>0.05$) tespit etmişlerdir.

Darren, Matthew, Yi ve Pui (2021), sporcularda hamstring kas mimarisi ve viskoelastik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, biceps femoris'in yapısının ve hamstringlerin sertliğinin yaralanma riski ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, önceden yaralanması olan kişilerde eşit hacimli semitendinosus yapısı ve her iki kasın viskoelastik özellikleri hakkında daha az şey bilindiğini ifade etmişlerdir. Biceps femoris'in viskoelastik ölçümleri (sertlik, salınım frekansı ve azalma), daha önce yaralanmış ve kontralateral yaralanmamış uzuv arasında karşılaştırılmış ve ölçümleri myotonometrik yöntem ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda biceps femoris fasikülleri, yaralanmamış (-0.4 cm, $d=0.65$) ve kontrole (-0.6cm, $d=0.67$) kıyasla önceden yaralanmış uzuvda daha kısa olduğun, biceps femoris'in önceden yaralananlarda yaralanmamışlara kıyasla daha sert ($+9.2\text{Nm}^{-1}$, $d=1.28$) olduğunu bildirmişlerdir.

Li, Liu ve Zhang (2022), iskelet kasının elastik özelliklerini ölçmek için portatif myotonPRO cihazı kullanmanın uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada in vitro kas sertliğine karşılık gelen farklı çekme kuvveti seviyeleri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ($r =0.71-0.95$, tümü $P <0.05$) belirtmişlerdir. İn vivo olarak, kas sertliği, maksimal istemli kasılmanın %0'dan %50'sine ($r =0.99$, $P =0.00$) çekme kuvveti miktarlarının artmasıyla doğrusal olarak arttığını ve artımlı izometrik fonksiyonlar arasında biceps brachii kası sertliğinde önemli bir fark olduğunu ($F [1.76, 17.60]=91.52$, $P =0.00$) tespit etmişlerdir. Biceps brachii kası sertliği ölçümü için uygulamalar arası güvenilirliğin iyi ($\text{ICC}=0.86$) olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada MyotonPRO kullanılarak ölçülen kas sertliğinin kas aktivite seviyesiyle oldukça önemli bir düzeyde ilişkili olduğunu ve MyotonPRO'nun maksimal

istemli kasılma seviyelerindeki değişiklikleri ölçmek kadar biceps brachii sertliğini belirlemek için uygun bir cihaz ve yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmaya katılmak üzere uluslararası düzeyde 15 elit profesyonel futbolcu dahil edilmiştir (ortalama $\pm$ SS; yaş: 23.9 ± 3.6 yıl, boy: $1,83 \pm 0,09$ m ve ağırlık: $77 \pm 0,4$ kg). sekiz oyuncunun daha önce hamstring yaralanması yok ve yedi oyuncu önceki üç sezonda bir hamstring yaralanması geçirdiği bildirilmiştir. Sakat oyunculara fonksiyonel bozukluk (%14), kas gerilme yaralanması I (%43) ve kas gerilme yaralanması II (%43) tanısı almış ve oyundan geri çekilmiştir. Oyuncuların %14'ü (4-7. günde), diğerleri 8-28. günde geri dönmüşler. Çalışmada myometrik ölçüm sonucunda biceps femoris kası uzun başında ölçülen miyometrik bölgeleri arasında önemli bir etki gözlenmiş ve sonuçların frekans ($\eta^2p = 0,306$; $p < 0,001$), sertlik ($\eta^2p = 0,245$; $p < 0,001$), azalma ($\eta^2p = 0,108$; $p = 0,021$), gevşeme ($\eta^2p = 0,162$; $p < 0,001$) ve sürünme ($\eta^2p = 0,220$; $p < 0,001$) olduğunu tespit etmişlerdir. Elit profesyonel futbolcularda distal biceps femoris kası uzun başında frekans, sertlik, azalma, gevşeme ve sürünme, ortak tendon ve proksimal bölgelerden önemli ölçüde daha yüksek performans gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışma sonucunda biceps femoris kası uzun başının özellikleri proksimal bölgeye kıyasla distal bölgede farklı, sıklığı, sertliği, gevşemesi ve sürünme özellikleri önceden sakatlanmış oyuncular ile sakatlamamış oyuncular arasında farklı, sakatlanan oyuncular arasında ise fark bulunamamıştır. Ayrıca biceps femoris kası uzun başının fasikül uzunluğu ve flama açısı daha önce sakatlananlar arasında ve sakatlanmayan bacaklar arasında fark bulunamamıştır.

Núñez, Martínez, Overberg, Torreno ve Suarez-Arrones, (2023), profesyonel futbolcularda antrenman sonrası hamstring kaslarının durumunu miyotonometrik ölçüm yöntemiyle belirlemişlerdir. Bu çalışmanın amacı, sakatlık geçirmiş ve geçirmemiş profesyonel futbolcularda baskın taraf ile baskın olmayan tarafın biceps femoris kası uzun başının fasikül uzunluğu köşe filamentlerin ve mekanik özelliklerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Tez hazırlama öncesi ve tez aşamasında yapmış olduğumuz literatür tarama sonucunda profesyonel futbolcularda futbol müsabakasının kasın viskoelastik özelliklerine etkisi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bölümde hamstring kas grubunda olan özellikle biceps femoris ve rektus femoris ile ilgili gerek futbolcularda gerekse diğer bireyler üzerinde yapılan çalışmalar derlenmeye çalışılmıştır. Literatür tarama çalışmasında 2000-2023 yılına kadar tarama yapılmış, çalışma konumuza yakın gördüğümüz literatür verileri bu bölümde ele alınmıştır. Daha eski yıllarda yapılan bazı çalışmalar da incelenmiş, fakat verileri bu bölüme dahil edilmemiş, sonuçlarımızın tartışıldığı bölümde bu çalışma verilerine de az da olsa değinilmiştir. Yaptığımız bu çalışma, bu alanda çalışan araştırmacılara, ilgililere ve öğrencilere veri sağlaması bakımından önem arz etmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Konyaspor Spor Kulübü Kayacık tesisleri fizik tedavi ve rehabilitasyon kliniğinde gerçekleştirildi. Çalışmada gözlemsel araştırmaya dayalı bir yöntem uygulandı. Bu amaçla; bir futbol müsabakasında oyuncuların ortaya koymuş oldukları performans verileri alındı. Maçtan 24 saat önce ve 48 saat sonra oyuncuların kas viskoelastik ölçümleri yapıldı. Kas ölçümlerinin değerlendirilmesi için, dokunun yer değiştirmesini, hızını ve akselerasyonunu belirleyen MyotonPRO (Myoton Ltd, London and Myoton AS, Estonia) cihazı ile kullanıldı (Jarocka vd. 2012; Lam, Mok, Lee, & Chen, 2014).

Çalışmada Türkiye Futbol Süper Ligi takımlarından olan Konyaspor oyuncularından ve müsabakalarda oynayan profesyonel futbolculardan oluşan toplam 25 profesyonel sporcu (n=25 futbolcu) üzerinde ölçümler yapıldı. Sporcularda rutin antrenmanları sürdürmek, herhangi bir kas rahatsızlığı hissetmemek, profesyonel lisanslı olmak gibi kriterleri sağlamaları açısından bir ön görüşme yapıldı. Çalışma için 3 farklı futbol müsabakasında ilk 11 de başlayan kaleci hariç 10 oyuncu değerlendirmeye alındı. Bu çalışmada futbol müsabakalarına katılan ve kas ölçümlerinin yapılacağı sporcuların demografik ve bazı özellikleri belirlendi ve sonuçları Tablo 1'de verildi.

Çalışmanın yürütülebilmesi için zorunlu olan Etik Kurulundan gerekli izin ve onay alındı. Etik Kurulu izni Bayburt Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurulutarafından 23.06.2022 tarih, 08 No'lu Oturum ve 171 Karar Sayısı ile alındı. (EK-1). Ayrıca, Helsinki Deklarasyonu uyarınca yürütülen bu çalışmada tüm katılımcıların katılım öncesi yapılacak olan uygulama hakkında bilgilendirildi (EK-2) ve yazılı onayları alındı (Atkinson, & Nevill 2001; Anonim, 2023).

MyotonPRO Cihazı ile Ölçüm

Hamstring ve quadricepsfemoris sağ ve sol kaslarının viskoelastik özellikleri MyotonPro cihazı ile ölçüldü. Konumuzu içeren ve ölçümün yapılacağı nokta metre ile belirlendikten sonra ölçüm yapmak için MyotonPRO cihazı aktive edildi. Cihazın ölçüm tekniği cihaza ait olan probun uyarımından sonra açığa çıkan serbest salınım tekniğine dayanmaktadır. Bunun için öncelikle prob ölçüm yapılacak olan kas üzerine (cilde) dik olarak yerleştirildi ve deri altı dokunun sıkıştırılması için cihazın probu ile cilde tercihen 5-15 milisaniye uzunluğunda ve 0,4 newton kuvvetinde bir uyarım verildi. Verilen bu uyarım ile

ciltte 2-3 mm çapında bir deformasyon alanı oluşturuldu. Bu deformasyon sonucunda kaslarının frekans (tonus), sertlik ve elastisite özellikleri belirlendi (Chuang vd., 2012; Jarocka vd., 2012; Mooney, & Warner, 2013). lm yapılacak olan yer metre ile belirlendikten sonra, kalem ile işaret konuldu. Konulan işaretin olduğu noktadan MyotonPRO cihazı ile 10 kez ölçüm yapıldı (şekil 4). Yapılan 10 lm değeri, ortalamaları alınarak kaydedildi. Peş peşe yapılan 2 ölçüm arasında %50'den fazla fark varsa ölçüm tekrarlandı. Yalnızca %3'ten düşük değişkenlik gösteren katsayılı ölçümler dikkate alındı. MyotonPro testleri yüksek güvenirlikte olduğu bildirilmektedir (Ke-tien, 2012; Mooney, & Warner 2013; Mullix vd., 2012; Peipsi, & Aleko 2012; Usgu vd., 2023) MyotonPRO cihazı ile ölçüm yapıldıktan sonra, elde edilen verilerden kasa ait 3 farklı viskoelastik doku parametresi elde edildi. Bunlar;

1. Frekans (Tonus): Kas dokusunun mekanik osilasyonunun frekansıdır. Kastaki gerilimi göstermektedir.
2. Elastisite: Kasın kasılma sonrası başlangıç şeklini geri yükleme yeteneğidir. Osilasyonlardaki logaritmik azalma, daha iyi bir kas elastisitesi ve kasılma kabiliyetini ortaya çıkarmaktadır.
3. Sertlik: Kasa etki eden eksternal kuvvetin kaldırılması sonrası dokunun eski şeklini geri yükleme yeteneğidir.

Verilerin İstatistik Analizi

MyotonPRO cihazı ile ölçüm sonucunda elde edilen verilerin analizi, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 25 yazılımı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro-Wilktestler) kullanılarak incelendi. Tanımlayıcı analizler ortalama ve standart sapma kullanılarak verildi. Değişkenlerden normal dağılım kriterlerini sağlamayan verilerde zamanla meydana gelen değişimi karşılaştırmak için Wilcoxon testi kullanıldı. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.



Şekil 6. Biceps femoris ve Rectus femoris kaslarında ölçüm yapılacak noktanın belirlenmesi ve MyotonPRO cihazı ile ölçüm yapılması.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

İstatistiksel analizler, değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu, görsel ve analitik yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablolarda verilmiştir.

Çalışmaya alınan bireylerin demografik ve bazı değişkenlerine ait verilerin tanımlayıcı özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Demografik ve Bazı Verilerin Tanımlayıcı Özellikleri*

	X	SS	Min	Max
Yaş (yıl)	27,4	2,9	23	32
Boy (cm)	182,2	4,9	178	191
Kilo (kg)	78,3	5,9	71	90
Vücut yağ yüzdesi	9,1	2,5	4,8	13,2
Koşu Mesafesi	9398,2	1513,2	6259	11319
Sprint mesafesi depar	138,8	100,3	0	302

X; ortalama, SS; Standart Sapma

Tabloda görüldüğü gibi, çalışmaya dahil edilen profesyonel futbolcuların demografik yapıları ve tanımlayıcı özelliklerine bakıldığı zaman en küçük yaşı 23, en büyük yaşı ise 32 olduğu görülmekte ve yaş ortalamasının 27,4 (yıl) olduğu, oyuncuların minimum boyun 178 cm, maksimum boy uzunluğunun ise 191 cm olduğu tespit edilmiş, boy ortalamasının ise 182,2 cm olduğu görülmüştür. Futbol müsabakalarına katılan sporcuların ağırlıkları değerlendirildiğinde minimum 71 kg, maksimum ağırlığın ise 90 kg olduğu, oyuncuların ağırlık ortalamasının ise 78,3 kg olarak ölçüldüğü belirlenmiştir. Oyuncuların vücut yağı yüzdesi minimum 4,8 olduğu, maksimum yağ yüzdesinin ise 13,2 olduğu belirlenmiş ve ortalama vücut yağ yüzdesinin 9,1 olduğu tespit edilmiştir. Oyuncuların koşu mesafesinin minimum 6259 m, maksimum 11319 m, ortalama koşu mesafesinin ise 9398,2 m olduğu belirlenmiştir. Değerlendirmeye alınan oyuncuların ve sprint mesafesi minimum 0 m, maksimum 302 m ortalama olarak da sprint mesafesinin 138,8 m olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmaya alınan bireylerin rektus femoris kası frekans sonuçlarının maç öncesi ve sonrası sağ ve sol bacak karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’de görüldüğü gibi rektus femoris kasının frekansı sağ bacakta maç öncesi ortalama 15,0 olarak ölçülürken maç sonrasında yaklaşık benzer sonuç bulunmuştur (15,1). Rektus femoris sol bacak frekans değerlendirme sonuçlarına bakıldığında maç öncesi 14,8 olarak belirlenirken, maç sonrasında da herhangi bir değişimin olmadığı (14,8) belirlenmiştir. Sağ ve sol bacak frekans değerleri

karşılaştırıldığında maç sonrasında sol bacak frekansının sağ bacak frekansına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya alınan bireylerin rektus femoris kası frekans sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Rektus Femoris Kası Frekans (Tonus) Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması (n=25)*

Rektus femoris		X	SS	Z	p
Frekans (sağ)	Maç Öncesi	15,0	0,7	-0,356	0,722
	Maç Sonrası	15,1	1,0		
Frekans (sol)	Maç Öncesi	14,8	1,4	-0,445	0,656
	Maç Sonrası	14,8	0,6		

Wilcoxon testi, X; ortalama, SS; Standart Sapma

Futbol müsabakalarına katılan profesyonel futbolcularda oyuncuların rektus femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası sağ ve sol bacak karşılaştırması Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te görüldüğü gibi çalışmaya dahil edilen bireylerin sağ bacaklarındaki sertlik değerleri maç öncesinde 260,8 olarak belirlenirken, maç sonrasında sertlik oranının biraz arttığı görülmüştür (263,9). Aynı şekilde sol bacaklardaki sertlik değerleri maç öncesi 256,8 olarak tespit edilirken, maç sonrasında sağ bacakta olduğu gibi sertlik değerinin biraz yükseldiği (262,2) belirlenmiştir.

Sağ ve sol bacak sertlik karşılaştırmasında ise sağ bacakta sertlik değerinin sol bacağına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Çalışmaya alınan bireylerin rektus femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı görülmüştür ($p>0,05$) (Tablo 3).

Tablo 3. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Rektus Femoris Kası Sertlik Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması (n=25)*

Rektus femoris		X	SS	Z	p
Sertlik (sağ)	Maç Öncesi	260,8	21,0	-0,356	0,722
	Maç Sonrası	263,9	20,4		
Sertlik (sol)	Maç Öncesi	256,8	27,2	-0,445	0,657
	Maç Sonrası	262,2	24,7		

Wilcoxon testi, X; ortalama, SS; Standart Sapma

Profesyonel futbolcularda futbol müsabakalarına katılan sporcuların rektus femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası sağ ve sol bacak karşılaştırması Tablo 4'te verilmiştir. Oyunculara maç öncesi sağ bacak rektus femoris kası elastisite maç sonrasına göre daha fazla bulunmuştur. Tabloda görüldüğü gibi, sağ bacak elastisite maç öncesi 1,6 değerinde bulunurken maç sonrası bu değer 1,5 olduğu tespit edilmiştir. Sol bacak rektus femoris kası elastisite sonuçları da sağ bacak kaslarında olduğu gibi benzer bulunmuştur (maç öncesi, 1,6; maç sonrası, 1,5).

Tablo 4'de rektus femoris sağ ve sol bacak, maç öncesi ve maç sonrası sonuçların birbirine benzediği görülmektedir. Belirtilen sonuçlar istatistiki olarak değerlendirildiğinde, profesyonel futbolcularda futbol müsabakalarına katılan sporcuların rektus femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$)(Tablo 4).

Tablo 4. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Rektus Femoris Kası Elastisite Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması (n=25)*

Rektus femoris		X	SS	Z	p
Elastisite (sağ)	Maç Öncesi	1,6	0,3	0,002	1,000
	Maç Sonrası	1,5	0,3		
Elastisite (sol)	Maç Öncesi	1,6	0,3	-0,934	0,350
	Maç Sonrası	1,5	0,2		

Wilcoxon testi, X; ortalama, SS; Standart Sapma

Tablo 5'te futbol müsabakalarına katılan profesyonel futbolcularda oyuncuların biceps femoris kası frekans sonuçlarının maç öncesi ve sonrası sağ ve sol bacak karşılaştırması gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, oyuncularda biceps femoris kası frekans sonuçları maç sonrasında daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Nitekim Tabloda görüldüğü gibi, maç öncesi sağ bacak biceps femoris kas değerinin 15,8 olduğu belirlenirken maç sonrasında frekans değerinin yükseldiği (16,8) tespit edilmiştir. Aynı şekilde sol bacak biceps femoris kas frekansının maç öncesinde 16,2 iken, maç sonrasında 16,7 değerine yükseldiği belirlenmiştir.

Sağ ve sol bacak biceps femoris kası birlikte değerlendirildiğinde sol bacak frekansının sağ bacak kasına göre biraz daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Profesyonel futbolcularda futbol müsabakalarına katılan sporcuların biceps femoris kası frekans (tonus) sonuçlarının maç öncesi ve sonrası istatistiki olarak karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 5).

Tablo 5. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Biceps Femoris Kası Frekans Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması (n=25)*

Biceps femoris		X	SS	Z	p
Frekans (sağ)	Maç Öncesi	15,8	2,1	-0,979	0,328
	Maç Sonrası	16,8	1,3		
Frekans (sol)	Maç Öncesi	16,2	1,1	-1,156	0,248
	Maç Sonrası	16,7	1,3		

Wilcoxon testi, X; ortalama, SS; Standart Sapma

Futbol müsabakalarına katılan ve profesyonel olarak oynayan futbolcularda sporcuların biceps femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırması Tablo 6'da verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi maç sonrasında sağ ve sol bacak biceps femoris kası sertlik değerinin maç sonrasında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sağ bacak biceps femoris kası maç öncesi sertlik değeri 275,4 olarak belirlenirken, maç sonrasında bu değer 310,1'e

yükseldiği görülmüştür. Sol bacak biceps femoris kası sertlik değerinin de sağ bacakta olduğu gibi maç öncesinde düşük olduğu (295,9), maç sonrasında ise bu değer yükseldiği görülmüştür (311,2).

Tablo 6'da elde edilen sertlik verileri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, profesyonel futbolcularda futbol müsabakalarına katılan sporcuların biceps femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, biceps femoris kası sertlik sağ bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunurken ($p<0,05$); biceps femoris kası sertlik sol bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Elde edilen bu sonuç ve veriler, yapılan maçların biceps femoris kası sertliği sağ bacak sonuçları üzerine etkili olduğunu göstermiştir (Tablo 6).

Tablo 6. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Biceps Femoris Kası Sertlik Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması (n=25)*

Biceps femoris		X	SS	Z	p
Sertlik (sağ)	Maç Öncesi	275,4	49,9	-1,689	0,041
	Maç Sonrası	310,1	30,2		
Sertlik (sol)	Maç Öncesi	295,9	23,8	-1,379	0,168
	Maç Sonrası	311,2	34,9		

Wilcoxon testi, X; ortalama, SS; Standart Sapma

Tablo 7'de profesyonel olarak oynayan futbolcularda futbol müsabakalarına katılan oyuncuların biceps femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırması gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi biceps femoris kası elastisite sonuçları sol bacak kasları üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Sol bacak biceps femoris kası elastisite değerleri maç öncesinde de (1,5) ve maç sonrasında da (1,5) benzer bulunmuştur. Ancak sağ bacak biceps femoris kası elastisitesi üzerine farklı etki göstermiştir. Tablo 7'de görüldüğü gibi maç öncesinde 1,2 değeri elde edilirken, maç sonrasında bu değer yükseldiği (1,4) tespit edilmiştir.

Tablo 7'de elde edilen veriler istatistiki olarak değerlendirildiğinde, profesyonel futbolcularda futbol müsabakalarına katılan sporcuların sağ ve sol bacak biceps femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, biceps femoris kası elastisite sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 7. *Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakalarına Katılan Sporcuların Biceps Femoris Kası Elastisite Sonuçlarının Maç Öncesi ve Sonrası Karşılaştırması (n=25)*

Biceps femoris		X	SS	Z	p
Elastisite (sağ)	Maç Öncesi	1,2	0,2	-1,913	0,056
	Maç Sonrası	1,4	0,2		
Elastisite (sol)	Maç Öncesi	1,5	0,3	-0,890	0,373
	Maç Sonrası	1,5	0,2		

Wilcoxon testi, X; ortalama, SS; Standart Sapma

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma

Çalışmanın amacı profesyonel futbolcularda hamstring ve quadricepsfemoris kaslarının viskoelastik özelliklerini incelemektir. Çalışmaya katılan futbolcuların yaş aralığının 23-32 arasında olduğu, ortalama yaşı $27,4 \pm 2,9$ olduğu belirlenmiştir. Oyuncuların boy aralıkları ise 178-191 cm arasında değiştiği, ortalama boy uzunluğunun $182,2 \pm 4,9$ cm olduğu görülmüştür. Ortalama ağırlıklarının $78,3 \pm 5,9$ cm, en az 71 cm, en fazla 90 kg olduğu görülmüştür.

Futbolcuların vücut yağ yüzdesi 4,8-13,2 arasında değişim gösterirken ortalama vücut yağ yüzdesinin 9,1 olduğu, koşu mesafesinin 6259-11319 m, ortalama olarak 9398,2 metre olduğu tespit edilmiştir. Sprint mesafesini ortalama olarak 138,8 ve maksimum mesafenin de 302 olduğu belirlenmiştir.

Usgu vd. (2020), çalışmaya 17 profesyonel futbolcunun yaş ortalamasını 25.8 ± 3.4 olarak belirlerken Núñez vd. (2023), yaptıkları çalışmaya katılan 15 elit profesyonel futbolcunun yaş ortalamasını 23.9 ± 3.6 yıl, boy ortalamasını $1,83 \pm 0,09$ m ve ağırlık ortalamasını $77 \pm 0,4$ kg olarak belirlemişlerdir.

Yaptığımız bu çalışmada hamstring kas grubundan olan biceps femoris ve rektus femoris viskoelastik özellikleri (Sertlik, Elastisite ve Tonus veya Frekans) güvenilir, pratik ve hızlı bir yöntem olan myotonometrik yöntem ile test edildi. Yapılan pek çok çalışmada MyotonPRO cihazı ile yapılan ölçümlerin önemli ölçüde güvenilir olduğu belirtilmektedir (Chuang vd., 2012b; Jarocka vd., 2012; Kelly vd., 2018; Leonard vd., 2003; Mooney, & Warner, 2013; Mullix vd., 2012; Usgu vd., 2023).

Chuang vd. (2013), yaptıkları çalışmada gevşemiş triceps brachii, biceps brachii, deltoid, fleksör karpi radialis, extensor digitorum ve fleksör karpi ulnaris'in kas tonusu, elastikiyeti ve sertliği 30 dakika arayla myotonometre kullanılarak iki kez ölçülmüş ve iki test seansı arasındaki tutarlılık ve uyum derecesini belirlemek için belirtilen kas özelliği ve her bir kas için hesaplanmıştır. Tüm kas gruplarının kas tonusu, elastikiyeti ve sertliği için sınıf içi korelasyon katsayıları 83 ila 95 olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma sonuçlarının oldukça uyumlu ve güvenilir olduğunu bildirmişlerdir ki, bizim bu çalışmamız da elde edilen sonuçlara da uygunluk sağlamaktadır.

Aird, Samuel ve Stokes, (2012), yaşı erkeklerde quadriseps kas tonusu, esnekliği ve sertliğinin MyotonPRO kullanılarak güvenli bir şekilde belirlenebileceğini belirtmişlerdir. Gün içinde ve günler arasında tekrarlanan ölçümler çok yüksek (ICC 3,1>0.90; iki ölçüm ortalaması) güvenilirlikte olduğu tespit edilmiştir. Baskın ve baskın olmayan kasların mekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını (<2,5 fark; p>0,05) belirtmişlerdir.

Nitekim yapılan bir araştırmada MyotonPRO, kas tonusu, elastisite ve sertlik gibi kasın mekanik ve viskoelastik özelliklerinin objektif olarak değerlendirilmesi, ortopedik rehabilitasyon ve sporcu ve futbolcu sağlığı gibi çok önemli faktörler başta olmak üzere, pek çok sağlık ve klinik alanlarında yaralanmanın risklerini tespit etmeye ve rehabilitasyon programlarının etkilerini incelemeye kayda değer şekilde katkı sağladığını bildirmişlerdir (Mullix vd., 2012). Bizim yapmış olduğumuz bu çalışmada myotonometrik yöntemle elde ettiğimiz bulguların da oldukça güvenilir olduğunu, daha önce yapılan çalışmalar da desteklemektedir.

Çalışmaya alınan futbolcuların rektus femoris kası frekans (Tonus) sonuçlarının Wilcoxon testi kullanılarak yapılan maç öncesi ve sonrası ölçümler karşılaştırıldığında (Tablo 2), maç öncesi sağ rektus femoris kasının $15,0 \pm 0,7$ olarak, maç sonrasında ise $15,1 \pm 1,0$ olarak ölçülmüştür. Sol rektus femoris kasının frekans değerinin ise maç öncesi $14,8 \pm 1,4$ olarak belirlenirken, maç sonrası ölçülen değerin maç sonrası ile benzer olduğu, ölçüm sonucunun ise $14,8 \pm 0,6$ olduğu tespit edilmiştir.

Bazı çalışmalarda hücresel kasılmanın, sertlikteki artışın düzenlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Lumbodorsal fasyanın dinamik ve statik traksiyon yüklerine verdiği mekanik tepkinin daha iyi anlaşılmasını sağlama amacıyla yapılan çalışmada, bağlar art arda gerildiğinde sertlikte bir artış fark edildiğini, yani birbirini izleyen ve aynı yükler tarafından üretilen gerinimlerin azaldığını, yüklemeler arasında yeterli bir dinlenme süresi bırakılırsa, sertleşmenin tersine döndüğünü ve gerinimlerin başlangıç değerlerine tekrar geri dönme eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir. (Yahia, Pigeon, & DesRosier, 1993). Yapılan bazı araştırmalarda da kontraktıl hücre aktivitelerinin fasyal bir frekans (tonus) oluşturduğunu ileri süren çalışmalar da literatürde bulunmaktadır (Schleip vd., 2012; Staubesand, & Li, 1997).

Rusu vd. (2015) yaptıkları çalışmada da kas gelişim programlarının kas tonusu üzerine etkilerini araştırmış ve sonuçları MyotonPRO ölçüm cihazı ile belirlemişler ve kas tonusunun belirlenmesinde myotonometrik yöntemlerin oldukça hızlı ve güvenilir olduğunu da bildirmişlerdir ki bizim çalışmamızda da myotonometrik değerlendirmede güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu yöntemle ilgili yapılan pek çok çalışmada (Aird vd., 2012; Leonard, Brown, Price, Queen & Mikhailenok, vd. 2004; Mullix vd., 2012) MyotonPRO ölçüm cihazının kas

tonusunun belirlenmesinde güvenle kullanılabileceği bildirilmektedir. Çalışma sonucunda rektus femoris frekans değerini 13,54 olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda bu kasa ait frekans değeri $15,0 \pm 0,7$ olarak, maç sonrasında ise $15,1 \pm 1,0$ olarak ölçülmüştür. Sol rektus femoris kasının frekans değerinin ise maç öncesi $14,8 \pm 1,4$ olarak belirlenirken, maç sonrası ölçülen değerin maç sonrası ile benzer olduğu, ölçüm sonucunun ise $14,8 \pm 0,6$ olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız Rusu vd. (2015) belirttikleri değerden fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun Rusu vd. (2015) özel iki farklı kas gelişim programı uygularken, çalışmamızda 90 dakikalık maç sonrası ölçümler yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik yapılarındaki farklılıklar da sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir. Bu nedenle sonuçlardaki farklılığın anlamlı olduğunu düşünmekteyiz.

Mullix vd. (2012) yeni bir ölçüm tekniği olan (myotonometre) MyotonPRO cihazını kullanarak rectus femoris (RF) ve biceps femoris'in (BF) kas tonusu ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve güvenilirliği ile ilgili olarak yaptığı çalışmada, dinlenme halindeki kas için ortalama ($\pm$ SD) RF:BF oranları: frekans $1:0.96 (\pm 0.05)$, azalma $1:1.10 (\pm 0.17)$ ve sertliği $1:0.95 (\pm 0.07)$ olarak tespit etmişlerdir. Her üç parametrenin de güvenilirliği Intraclass Correlation Coefficient (ICC) sınıflandırmasına göre (Domholdt, 1993; Fleiss, 2007) seanslar içinde oldukça iyi (ICCs 3,2 $>0,99$) ve günler arasında da iyi olduğunu bildirmişlerdir (ICCs 3,1 $0,72-0,87$). Bu araştırmada Rectus femoris ve biceps femoris'in sertliği ve mekanik özellikleri ilgili normal değerler belirlendikten sonra spor yapan bireylerde yaralanma riskini ve kas-iskelet sistemindeki anormal bir durumun olup olmadığını değerlendirmek için myotonometrik yöntemin güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, rectus femoris ve biceps femoris kaslarının mekanik ve viskoelastik özelliklerinin maç öncesi ve sonrasında çok az bir değişim olduğunu, belirtilen kas grubunun viskoelastik özelliklerinin belirlenmesi için MyotonPRO cihazının güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

Yaptığımız bu çalışmada elde ettiğimiz bulgular Mullix vd. (2012), sonuçlarından yüksek çıkmıştır. Araştırmacılar dinlenme halindeki oyuncuların belirtilen kasların mekanik özelliklerini araştırdıkları için aradaki farkın yüksek olması anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3'te, çalışmaya alınan bireylerin rektus femoris kası sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, sağ rektus femoris kasının sertliğinin maç öncesinde $260,8 \pm 21,0$ olduğu, maç sonrasında ise $263,9 \pm 20,4$ olduğu belirlenmiştir. Sol rektus femoris kasının sertliğinin ise, maç öncesinde $256,8 \pm 27,2$ olarak, maç sonrasında ise $262,2 \pm 24,7$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3'te görüldüğü gibi bireyler arasında ölçüm sonuç farkı standart sapması yüksek görülmektedir. Bu durum oyuncuların farklı özelliklerinin (yaş, performans, hareket vb.) kas elastisitesine etkili olabileceğini göstermektedir. Nitekim Portney ve Watkins (2000), farklı gruplar ve bireyler arasında kasların mekanik özelliklerinde değişiklik gösterebileceğini belirtmiştir.

Schoenrock vd. (2018), insan dinlenme esnasında kas tonusu sistemi, normal yaşamda iskelet kası ve ilişkili miyofasyal yapılara (tendonlar, fasya) yapısal ve fonksiyonel destek sağlamaktadır. Alt ekstremitte kaslarında uzun süreli hareketsizliğe bağlı olarak kaslarda elastisitenin azaldığı belirtilmiştir. Fakat yapılan egzersiz ile kaslardaki elastisite azalmasının yavaşladığını ifade etmişler, bazı kaslara uygulanan egzersizler sonrasında kasların elastisitede artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer sonuçlar bulmamıza neden olan faktörler arasında maç esnasında oyuncuların kaslarına, oyun esnasında eksantrik yük yüklemekten dolayı olabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda, maç sonrasında oyuncuların hamstring elastisitelerinde artış olduğu bulunmuştur ki, belirtilen kas grubuna maç süresinde eksantrik yüklemekten dolayı özellikle sağ bacak elastisitelerinde artış kaydedilmiştir.

Gervasi vd. (2017), istirahat halindeyken biceps brachii ve rektus femoris kaslarının tonunu, sertliğini ve elastikiyetini ölçmek için MyotonPro ölçüm cihazı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kas tonusunun yaşa bağlı olmadığı, sertliğin ise yaşa bağlı olduğu bulunmuştur. Esnekliğin hem fiziksel aktiviteye hem de yaşa bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda maç süresince oyuncuların daha fazla kullandığı sağ bacak kaslarında elastikiyetinin fazla bulunması sonucunu desteklemektedir.

Tablo 4 de örnek alınan bireylerin rektus femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında sağ rektus femoris kasının elastisite ölçümü maç öncesinde $1,6 \pm 0,3$ olduğu, maç sonrasında ise $1,5 \pm 0,3$ olduğu belirlenmiştir. Sol rektus femoris kasının elastisite ölçüm sonucunun ise, maç öncesinde $1,6 \pm 0,3$ olarak, maç sonrasında ise $1,5 \pm 0,2$ olduğu tespit edilmiştir.

Rusu vd. (2015) yaptıkları çalışmada rektus femoris kaslarına uygulanan iki farklı gelişim programı sonucunda rektus femoris elastisite sonucunu 1,79 olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmaya dahil edilen bireylerde demografik yapı ve bazı özellikleri yaş 18, ağırlık 56 kg, boy, 170 cm, vücut kitle indeksi (N/m^2), 19,38, kategori 55 kg olarak belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar Rusu vd. (2015) elde ettiği verilerden düşük olduğu görülmektedir. Rusu vd. (2015) özel iki farklı kas gelişim programı uygularken, çalışmamızda 90 dakikalık maç sonrası ölçümler yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin demografik

yapılarındaki farklılıklar da sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir. Bu sebeple sonuçlardaki farklılığın anlamlı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmaya alınan futbolcuların biceps femoris kası frekans (tonus) sonuçlarının Wilcoxon testi kullanılarak yapılan maç öncesi ve sonrası ölçümler karşılaştırıldığında (Tablo 5), maç öncesi sağ Biceps femoris kasının $15,8 \pm 2,1$ olarak, maç sonrasında ise $16,8 \pm 1,3$ olarak ölçülmüştür. Sol Biceps femoris kasının frekans değerinin ise maç öncesi $16,2 \pm 1,1$ olarak belirlenirken, maç sonrası ölçülen değerin ise $16,2 \pm 1,3$ olduğu tespit edilmiştir.

Agyapong-Badu, Warner, Samuel ve Stokes (2016), sağlıklı erkek ve kadınlarda yaşlılığa bağlı olarak rektus femoris ve biceps brachii'nin kas tonusu ve mekanik etkileri üzerine etkisinin ölçülmesini miyometrik bir cihaz kullanarak belirlemişlerdir. Çalışmaya 123 sağlıklı, yaşları 18-90 arasında olan erkek ve kadın dahil edilmiş ve kas tonusu, elastisitesi ve sertliği MyotonPRO cihazı ile belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda rektus femoris ve biceps brachii kaslarının yaşlı erişkinlerde sertlik daha fazla ve esnekliğin daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir ($p < 0.001$).

Erkekler ve kadınlar için veriler Agyapong-Badu vd. (2016)'nın buldukları veriler karşılaştırıldığında, biceps brachii için yaşlı erişkinlerde tonus anlamlı olarak daha yüksek bulunurken rektus femoris için anlamlı olmadığını bildirmişlerdir ($p = 0.28$). Rektus femoris 'deki esneklik genç erkeklerde kadınlardan daha düşük ancak daha yaşlı gruplar arasında farklılık göstermediğini de ifade etmişlerdir.

Bu araştırmada elde ettiğimiz elastisite verileri kullanılan kaslarda elastisitenin daha iyi olduğunu göstermiştir. Yaşlı bireylerde sertlik esnekliğin azaldığını Agyapong-Badu vd. (2016) ifade eden araştırmacıların elde ettikleri verilere çalışmamız uygunluk sağladığı görülmektedir.

Tablo 6'da çalışmaya alınan futbolcuların ($n = 11$) biceps femoris kası sertlik sonuçlarının Wilcoxon testi kullanılarak yapılan maç öncesi ve sonrası ölçümler karşılaştırılmıştır. Tabloda görüldüğü gibi, maç öncesi sağ biceps femoris kasının sertliği $275,4 \pm 49,9$ olarak, maç sonrasında ise $310 \pm 30,2$ olarak ölçülmüştür. Sol biceps femoris kasının sertlik değerinin ise maç öncesi $295,9 \pm 23,8$ olarak belirlenirken, maç sonrası ölçülen değerin ise $311,2 \pm 34,9$ olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar, yapılan maçın biceps femoris kası sertliğinin sağ bacak sonuçları üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum futbol maçı esnasında oyuncuların sağ bacaklarını daha fazla kullanması sebebiyle oluşabileceği fikrini düşündürmektedir.

Bailey, Samuel, Warner ve Stokes, (2013) yaptıkları çalışmada sağlıklı yaşlı erkeklerde biceps brachii'nin kas tonu, esnekliği ve sertliğini temsil eden parametreler: simetri ve seans içi güvenilirliğinin MyotonPRO ile belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda biceps brachii kasının kas

tonu %12, sertlik, %14 ve esnekliği ise %27 olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlar istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Sonuçların güvenilirliği her üç parametre içinde olduğa iyi (ICC 3,2: tümü 0,99) olduğunu belirtmişlerdir.

Li vd. (2022) yaptıkları çalışmada MyotonPRO kullanılarak ölçülen kas sertliğinin kas aktivite seviyesiyle önemli ve güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ve MyotonPRO'nun maksimal istemli kasılma seviyelerindeki değişiklikleri ölçmek kadar biceps brachii sertliğini ölçmek ve tespit etmek için uygun bir cihaz ve yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulgular, biceps brachii kas sertliğini mytonometrik yöntemle güvenli bir şekilde belirlenebileceğini de teyit edilmiştir.

Tablo 7'de çalışmaya alınan futbolcuların ($n=11$) biceps femoris kasın elastisite sonuçlarının Wilcoxon testi kullanılarak yapılan ma öncesi ve sonrası ölçümler karşılaştırılmıştır. Tabloda görüldüğü gibi, ma öncesi sağ Biceps femoris kasının elastisite ölçüm sonucu $1,2\pm0,2$ olarak, ma sonrasında ise $1,4\pm0,2$ olarak ölçülmüştür. Sol biceps femoris kasının elastisite değerinin ise ma öncesi $1,5\pm0,3$ olarak belirlenirken, ma sonrası ölçülen değerde değişiklik olmadığını ($1,5\pm0,2$) görülmüştür.

Çalışmaya alınan bireylerin biceps femoris kası elastisite sonuçlarının ma öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, çalışmaya alınan bireylerin sağ ve sol bacak biceps femoris kası elastisite sonuçlarının elastisite sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu ($p<0,05$).

MyotonPro cihazıyla kasın viskoelastik özelliklerini değerlendiren Meerits vd. (2014), statik ve dinamik germe egzersizlerinin hamstring kas tonusu ve elastisitesi ile dikey sıçrama performansına olan akut etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda hamstring kaslarının tonusu, statik ve dinamik germeden sonra anlamlı farklılık göstermediğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda germe egzersizi yapılmamakla birlikte, 90 dakikalık müsabaka sonucunda çalışmaya alınan bireylerin sağ ve sol bacak biceps femoris kası elastisite sonuçlarında da anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Sonuçlarımız Meerits vd. (2014), verileri ile uygunluk sağlamaktadır. Ancak Meerits vd. statik germeden sonra hamstring kasının elastisitesinde anlamlı artış olduğunu bildirirken, sıçrama yüksekliğinde, dinamik germeden sonra anlamlı artış, statik germeden sonra anlamlı azalış bildirmiştir. Kas tonusu ve elastisitesinin sıçrama yüksekliği ile ilişkili olmadığını ifade etmişlerdir. Bu durum gösteriyor ki spor yapan bireylerde uygulanan eksersizlere bağlı olarak kas tonusu, elastisitesi ve sertliği üzerinde bireyin demografik yapılarında görülen farklılıklara bağlı olarak değişik etkiler gösterebilmektedir.

ALTINCI BÖLÜM

Sonuç ve Öneriler

Profesyonel futbolcularda futbol müsabakasının kasın viskoelastik özelliklerine etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar elde edildi. Futbol müsabakalarında 90 dakikalık süre sonunda bazı kasların (sağ bicepsfemoris kası üzerinde sertlik oluştu) viskoelastik özellikleri üzerinde anlamlı etkilere sahip olduğu görüldü.

1. Futbol müsabakalarında 90 dakikalık süre sonunda, kasın sertliğini artırırken, elastisite değerlerinde, herhangi bir anlamlı değişiklik saptanmadı.
2. Viskoelastik özelliklerde meydana gelen grup içi değişikliklerin, fasyal doku kaynaklı olduğunu kanısı oluştu.
3. Rektus femoris kası tonus sonuçlarında maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.
4. Rektus femoris kasının sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü.
5. Rektus femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi.
6. Bicepsfemoris kası tonus sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.
7. Biceps femoris kasında meydana gelen sertlik sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, sağ bicepsfemoris kası sertlik sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülürken, sol bacak biceps femoris kası sertlik sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlendi. Belirlenen bu sonuç, yapılan maçın sağ bacak bicepsfemoris kasının sertliğini artırmada etkili olduğunu gösterdi.
8. Biceps femoris kası elastisite sonuçlarının maç öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, bicepsfemoris kası elastisite sağ bacak sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi.
9. Ayrıca, rektus femoris ve biceps femoris kaslarının viskoelastik özelliklerinin belirlenmesinde miyotonometrik yöntemin güvenle kullanılabileceği belirlendi.

Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar, profesyonel futbolcularda futbol müsabakasının rektus femoris ve biceps femoris kaslarının viskoelastik özellikleri üzerine genel olarak anlamlı

etkilerinin olmadığını gösterdi. Sadece sağ bacak biceps femoris kasının sertliği üzerine anlamlı etkisinin olduğu belirlendi.

Yaptığımız bu çalışma süresince belirtilen kasların profesyonel futbolcularda 90 dakikalık müsabaka sonucunda viskoelastik özellikleri üzerine etkilerini belirleyen bir çalışma ve literatür bilgisine ulaşamadı. Bu nedenle, yaptığımız bu çalışma ile, sağlık alanında eğitim öğretim gören ilgililere, antrenörlere, spor takımlarda görev alan yetkililere, sporcularla çalışan fizyoterapistlere, sporcu sağlığına, ayrıca konu ile ilgili olarak gelecekte yapılacak olan bilimsel çalışma ve araştırmalara da bir veri sağlandı, bu yönü ile de literatüre önemli bir katkı sağlamış oldu. Sonuç olarak;

Yapılan bu çalışma ile, bir futbol müsabakası öncesi ve sonrası yapılan myotonometrik ölçümlerle sporcunun kas sağlığı ile ilgili bilimsel veri elde etmemizi sağladı. Elde edilen bu verilerle, sporcularda daha ileri evre kas yaralanmaları oluşmasını engelleyebilmenin mümkün olabileceği görüldü.

Ayrıca, kas tonus elastikiyet ve sertlik değerleri ile sporculara, antrenörlere, kulüp doktoruna, fizyoterapistlere, diyetisyenlere ve spor psikologlarına önemli bazı görevler düştüğü belirlendi. Bu görevler arasında, artmış bir kas tonus sertlik değeri olan sporcu ile doğru iletişim kurarak sporcunun uyku kalitesi, psikolojik durumu sorgulanarak gerekli öneriler yapılmalıdır.

Sporcuya doğru rejenerasyon teknikleri önerilmeli, gerekli fizik tedavi ajanlarından yardımlar alınmalı (elektroterapi, masaj, sauna, hidroterapi vb.), gerekiyorsa antrenmanlara ara verilerek istirahat edilme önerisi olmalıdır. İlave olarak, bir diyetisyenle görüşerek beslenme ile ilgili öneriler mutlaka alınmalıdır.

Yapılan ölçümler sonucunda, birçok sporcuda aynı kas üzerinde benzer problemler görülmesi durumunda, antrenör ile iletişim kurularak antrenman içeriği sorgulanmalı, gerekli düzenlemeler organize edilmelidir. Ayrıca, antrenmanın bir bölümünde yer verilecek mobilizasyon, stretching ve foam roller antrenmanlarının faydalı olabileceği düşüncesi tavsiye edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Agostini, R. (1994). *Medical and orthopedic issues of active and athletic women*. Philadelphia: Hanley and Belfus.
- Agyapong-Badu, S., Warner, M., Samuel, D., & Stokes, M. (2016). Measurement of ageing effects on muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps brachii in healthy males and females using a novel hand-held myometric device. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 62, 59-67.
- Aird, L., Samuel, D., & Stokes, M. (2012). Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the MyotonPRO. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55(2), 31-39.
- Akgün, N. (1986). *Egzersiz fizyolojisi*. (1. baskı). İzmir: Ege Üniversitesi.
- Anonim (1994). *Ana Britanica genel kültür ansiklopedisi*. İstanbul: Ana.
- Anonim. (2023). Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi. İnsan Öznelerde Yapılan Tıbbi Araştırma İçin Etik Kurallar Helsinki. <https://baltalimanieah.saglik.gov.tr/Eklenti/11482/0/etkd-helsinki-bildirgesipdf.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Arı E. (2010). *Futbolda dönüşlü koşuların anaerobik eşik değeri üzerindeki etkisinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 270940)
- Asker, M., Brooke H. L., Waldén, M., Tranaeus, U., Johansson, F., Skillgate, E., & Holm, L. W. (2018). Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: a systematic review with best-evidence synthesis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(20), 1312-1319.
- Atkinson, G., & Nevill, A. (2001). Selected issues in the design and analysis of sport performance research. *Journal of Sports Sciences*, 19(10), 811-827.
- Bailey, L., Samuel, D., Warner, M., & Stokes, M. (2013). Parameters representing muscle tone, elasticity and stiffness of bicepsbrachii in healthy older males: symmetry and within-session reliability using the MyotonPRO. *Journal of Neurological Disorders*, 1(1), 1-7.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 151(619), 1-155.
- Bilgi Al (2023). Retrieved from <https://www.bilgial.com/huxleyin-kayan-iplikler-modeli-cizgili-kasin-kasilma-modeli-nedir/>
- Bloem, B. R., Allum, J. H., Carpenter, M. G., & Honegger, F. (2000). Is lower leg proprioception essential for triggering human automatic postural responses. *Experimental Brain Research*, 130(3), 375-391.
- Can S. (2002). Samsun ve Erzurum illerinde I. Amatör Kümede şampiyon olan takımların seçilmiş bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin karşılaştırılması. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 40-42.
- Chuang, L. L., Wu, C. Y., & Lin, K. C. (2012). Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(3), 532-540.

- Chuang, L. L., Wu, C. Y., Lin, K. C., & Lur, S. Y. (2012b). Quantitative mechanical properties of the relaxed biceps and triceps brachii muscles in patients with subacute stroke: a reliability study of the myoton-3 myometer. *Stroke Research and Treatment*, 2, 1-7.
- Chuang, L., Lin, K. C., Wu, C. Y., Chang, C. W., Chen, H. C., Yin, H. P., & Wang, L. (2013). Relative and absolute reliabilities of the myotonometric measurements of hemiparetic arms in patients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 9(3), 459-466.
- Cimpeanu, C., Radu, L., & Burcoveanu, C. (2015). Therapeutical option for the incomplete quadriceps muscle rupture – case report. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series VI: Medical Sciences*, 8(57), 1-6.
- Darren, Z. N., Matthew, T. G., Yi, H. L., & Pui, W. K. (2021). Hamstring muscle architecture and viscoelastic properties: reliability and retrospective comparison between previously-injured and -uninjured athletes. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 21(1), 1-14.
- Delioğlu, F. (2015). *Obstetrik brakial pleksus paralizisi olan çocuklarda kasların viskoelastik özellikleri ile motor fonksiyonları arasındaki ilişkinin araştırılması*. (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 396452)
- Deprez, M., & Dieter, N. (2015). A retrospective study on anthropometrical, physical fitness, and motor coordination characteristics that in fluence dropout, contract status, and first-team playing time in high-level soccer players age deightto eighteen years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1692-1704.
- Deun, B. V., Hobbelen, J. S. M., Cagnie, B., Eetvelde, B. V., Noortgate, N. V., & Cambier, D. (2018). Reproducible measurements of muscle characteristics using the MyotonPRO device: comparison between individuals with and without paratonia. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 41(4), 194-203.
- Ditroilo, M., Hunter, A. M., Haslam, S., & De Vito, G. (2011). The effectiveness of two novel techniques in establishing the mechanical and contractile responses of biceps femoris. *Physiological Measurement*, 32, 1315-1326.
- Domholdt, K. (1993). *Physical therapy research: Principles and applications*. Philadelphia: WB Saunders.
- Emery, C., Willem, A., Meeuwisse, H., & Sara, E. H. (2005). Evaluation of risk factors for injury in adolescent soccer: implementation and validation of an injury surveillance system. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(12), 1882-1891.
- Ergun, N. (Ed.). (2014). *Fonksiyonel anatomi: manuel terapistler için kas iskelet anatomisi, kinezyoloji ve palpasyon*. İstanbul: Nobel Tıp.
- Feng, Y. N., Li, Y. P., Liu, C. L., & Zhang, J. (2018). Assessing the elastic properties of skeletal muscle and tendon using shear wave ultrasound elastography and MyotonPRO. *Scientific Reports*, 8(1), 17-64.
- Ferrah, A. (1992). *Futbol eğitim ve öğretimi*. Ankara: Neyir.
- Fleiss, J. (2007). Reliability of measurement. J. Fleiss (Ed.), *The design and analysis of clinical experiments* (pp. 1-33). New York: Wiley and Sons.
- Ganong, W. F. (1999). *Ganong tıbbi fizyolojisi*. İstanbul: Barış.
- Gapeyeva, H., & Vain, A. (2008). *Methodical guide: principles of applying myoton in physical medicine and rehabilitation*. Estonia: Müomeetria.

- Gervasi, M., Sisti, D., Amatori, S., Andreazza, M., Benelli, P., & Sestili, P. (2017). Muscular viscoelastic characteristics of athletes participating in the European Master Indoor Athletics Championship. *European Journal of Applied Physiology*, 117(8), 1739-1746.
- Gettyimages, (2023). Retrieved from [https://www.gettyimages.co.uk/photos/rectus-femoris-muscle?assettype=image&page=8&phrase=rectus%20femoris%20muscle&sort=most popular&license=rf%2Crm](https://www.gettyimages.co.uk/photos/rectus-femoris-muscle?assettype=image&page=8&phrase=rectus%20femoris%20muscle&sort=most%20popular&license=rf%2Crm)
- Göksu, (2019). Türkiye'nin ülke markasının inşası sürecinde kamu diplomasisi ekseninde sporun rolünün değerlendirilmesi. *International Journal of Cultural and Social*, 5(2), 403-433.
- Gubler-Hanna, C., Laskin, J., Marx, B. J., & Leonard, C. T. (2007). Construct validity of myotonometric measurements of muscle compliance as a measure of strength. *Physiological Measurement*, 28(8), 913-924.
- Havuç, S., Aydeniz, A., & Başaran, S. (2018). Serebral palsili çocuklarda spastisitenin myotonometri ile değerlendirilmesi ve spastisitede elektrik stimülasyonun etkinliği. *Çukurova Medical Journal*, 43(1), 56-62.
- İnal, A. N. (2003). *Beden eğitimi ve spor bilimi*. Ankara: Nobel.
- Jarocka, E., Marusiak, J., Kumorek, M., Jaskolska, A., & Jaskolski, A. (2012). Muscle stiffness at different force levels measured with two myotonometric devices. *Physiological Measurement*, 33, 65-78.
- Jiménez-Sánchez, C., Ortiz-Lucas, M., Bravo-Esteban, E., Mayoral-DelMorl, O., Herrero-Gállego, P., & Gómez-Soriano, J. (2018). Myotonometry as a measure to detect myofascial trigger points: an inter-rater reliability study. *Physiological Measurement*, 39(11), 115-124.
- Kalkhoven, J. T., & Watsford, M. L. (2018). The relationship between mechanical stiffness and athletic performance markers in sub-elite footballers. *Journal of Sports Sciences*, 36(9), 1-7.
- Kelly, J. P., Koppenhaver, S. L., Michener, L. A., Proulx, L., Bisagni, F., & Cleland, J. A. (2018). Characterization of tissue stiffness of the infraspinatus, erector spinae, and gastrocnemius muscle using ultrasound shear wave elastography and superficial mechanical deformation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 38, 73-80.
- Kerpe, R., & Krisciunas, A. (2009). *How could we explain tissue changes of the plantar muscle tone in the patients with type 1 diabetes mellitus and interpret the findings*. In P. A. Huijing, P. Hollander, W. F. Findley, & R. Schleip (Eds.), *Fascia Research II - Basic science and implications for conventional and complementary health care* (2nd edition, pp. 296-297). Munich: Elsevier Urban & Fischer.
- Ke-tien, Y. (2012). Training periodization in lower limb performance and neuromuscular controlling in taekwondo athletes. *Life Science Journal*, 9(3), 850-857.
- Konter E. (2003). *Spor psikolojisi uygulamalarında yanlışlar ve gerçekler*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Korkmaz, S. (2018). L2-L3-L4 yüksek hız düşük amplitüd manipülasyonunun rectus femoris kası üzerindeki tonus sertlik ve elastisiteye etkisi (Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 537484)
- Lam, W. K., Mok, D., Lee, W., & Chen, B. (2014). Reliability and asymmetry profiles of myotonometric measurements in healthy skeletal muscles. *Journal of Novel Physiotherapies*, 5(1), 189-201.

- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performance and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 243-251.
- Leonard, C. T., Brown, J. S., Price, T. R., Queen, S. A., & Mikhailenok, E. L. (2004). Comparison of surface electromyography and myotonometric measurements during voluntary isometric contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(6), 709-714.
- Leonard, C. T., Deshner, W. P., Romo, J. W., Suoja, E. S., Fehrer, S. J., & Mikhailenok, E. L. (2003). Myotonometer intra- and interrater reliabilities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(6), 928-932.
- Li, Y. P., Liu, C. L., & Zhang, Z. J. (2022). Feasibility of using a portable MyotonPRO device to quantify the elastic properties of skeletal muscle. *Medical Science Monitor*, 28, 1-8.
- Linklater, J. M., Hamilton, B., Carmichael, J., Orchard, J., & Wood, D. G. (2010). Hamstring injuries: anatomy, imaging, and intervention. *Seminars in musculoskeletal radiology*. Thieme Medical Publishers, 14(2), 131-161.
- López, A., RuizPérez, I., & GarciaGómez, A. (2020). Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 711-719.
- Meerits, T., Bacchieri, S., Pääsuke, M., Ereline, J., Cicchella, A., & Gapeyeva, H. (2014). Acute effect of static and dynamic stretching on tone and elasticity of hamstring muscles and on vertical jump performance in track-and-field athletes. *Acta Kinesiology*, 20, 48-59.
- Mendeş, B., Karakuzulu, M., Çiçek, H., Elboğa, U., & Mendeş, M. (2020). Futbolcularda kas kuvveti ve kemik mineral yoğunluğu ilişkisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 12(2), 120-128.
- Miçooğulları, A., Yıldızgören, M. T., Turhanoğlu, A. D., Üstün, N., & Güler, H. (2016). Amatör sporcularda fiziksel aktivite düzeyleri ile izometrik kas performansı. *Turkish Journal of Osteoporosis*, 22, 35-39.
- Mooney, K., & Warner, M. (2013). Symmetry and within-session reliability of mechanical properties of biceps brachii muscles in healthy young adult males using the MyotonPRO device. *Working Papers in the Health Sciences*, 1(3), 1-11.
- Mullix, J., Martin, G., & Maria, S. (2012). Testing muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps femoris using a novel hand held MyotonPRO device: reliability and validity. *Working Papers in the Health Sciences*, 1(1), 1-8.
- Müniroğlu, S., & Deliceoğlu, G. (2008). *Futbolda müsabaka analizi ve gözlem teknikleri*. (1. baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Nedir.Org (2023). Retrieved from <https://kas-cesitleri.nedir.org/>
- Núñez, F. J., Martínez, J. C., Overberg, J. A., Torreno, N., & Suarez-Arrones, L. (2023). Hamstring muscle architecture and myotonometer measurements in elite professional football players with a prior strained hamstring. *Biology of Sport*, 40(1), 93-99.
- Otman, S., Demirel, H., & Sade, A. (1998). *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*. (2. baskı). Ankara: Sinem.
- Özdağ, M., Akcan, F., Abakay, U., & Dağlıoğlu, Ö. (2013). Video destekli zihinsel antrenman programının futbolda şut becerisi üzerine etkisi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 40-46.
- Özer, K. (1993). *Antropometri sporda morfolojik planlama*. Ankara: Kazancı.

- Peipsi, P., & Aleko, R. (2012). MyotonPRO: a novel tool for assessment of mechanical properties of fascial tissues. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(4), 527-538.
- Pınar, L. (2014). *Sinir ve kas temel fizyolojisi*. Ankara: Akademisyen Tıp.
- Portney, L., & Watkins, M. (2000). Statistical measures of reliability. In L. Portney, & M. P. Watkins (Eds.), *Foundations of clinical research: Applications to practice* (2nd edition, pp. 585-618). New Jersey: Prentice-Hall.
- Pruyn, E. C., Watsford, M. L., & Murphy, A. J. (2016). Validity and reliability of three methods of stiffness assessment. *Journal of Sport and Health Science*, 5(4), 476-483.
- Retrieved from <https://www.gettyimages.co.uk/detail/illustration/the-muscles-of-the-lower-body-royalty-free-illustration/87324264?adppopup=true> Erişim: 15.04.2023
- Rezaei, M., Ebrahimi, I., Vassaghi-Gharamaleki, B., Pirali, M., Mortaza, N., & Malmir, K. (2014). Isokinetic dynamometry of the knee extensors and flexors in Iranian healthy males and females. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 28, 108-119.
- Rodica, P., Orbanescu, D., Lica, E., Comsa, G., & Rusu, L. (2017). Monitoring the muscle training by evaluation of viscoelastic parameters. *Journal of Physical Education and Sport*, 5(251), 2316-2319.
- Rusu, L., Cosma, G., Calina, M. L., Dragomir, M. M., & Marin, C. (2015). Evaluation of two muscle training programs by assessment of the muscle tone. *Science & Sports*, 30, 65-72.
- Rusu, L., Cosma, G., Lica, E., Marin, M., Cernăianu, S., Copilusi, P. C., & Rusu, P. F. (2012). Myotonometry method for assessment muscle performance, World Academy of Science, Engineering and Technology International. *Journal of Biomedical and Biological Engineering*, 6(6), 231-233.
- Sadigursky, N., & David, T. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 1-8.
- Schleip, R., Diersen, L., Vleeming, A., Naylor, I. L., Lehmann-Horn, F., Zorn, A., Jaeger, H., & Klingler, W. (2012). Strain hardening of fascia: static stretching of dense fibrous connective tissues can induce a temporary stiffness increase accompanied by enhanced matrix hydration. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16, 94-100.
- Schneebeli, A., Falla, D., Clijns, R., & Barbero, M. (2020). Myotonometry for the evaluation of Achilles tendon mechanical properties: a reliability and construct validity study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6, 1-7.
- Schoenrock, B., Zander, V., Derst, S., Limper, U., Mulder, E., & Veraksits, A. (2018). Bed rest, exercise countermeasure and reconditioning effects on the human resting muscle tone system. *Frontiers in Physiology*, 9, 810-822.
- Solomon, E. P. (1997). *İnsan anatomisi ve fizyolojisine giriş*. (L. Bikem Süzen, Çev.), Antalya: Birol.
- Standring, S. (2016). *Gray's anatomy* (41st edition). Livingstone. Elsevier.
- Staubesand, J., & Li, Y. (1997). Begriff und substrat der faziensklerose bei chronischvenöser insuffizienz. *Phlebologie*, 26, 72-79.
- Telci, E. A., Aslan, Ü. B., & Cavlak, U. (2011). Sağlıklı quadriceps femoris kasında hand-held dinamometrenin intrarater ve interrater güvenilirliği: kas kuvvetinin etkisi. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 124-128.

- Temoçin, S., Ek, R. O., & Tekin, T. A. (2004). Futbolcularda sürat ve dayanıklılığın solunumsal kapasite üzerine etkisi. *Spormetre – Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 31-32.
- Trappe, T.A., Lindquist, D.M., & Carrithers, J.A. (2001). Muscle-specific atrophy of the quadriceps femoris with aging. *American Physiological Society Journal of Applied Physiology*, 90, 2070-2074.
- Turna, B. (2019). Futbolcularda müsabaka dönemi antrenmanlarının antropometrik özellikler üzerine etkileri. *Mediterranean Journal of Sport Science (MJSS)*, Online Dergi, Orcid ID: 0000-0002-0416-706515.
- Usgu S., Uluşahin, S.B. Gönen, T. 2023.The association between ankle mobility and Achilles tendon, plantar fascia, iliotibial band stiffness and elasticity in athletes. *Turkish Journal of Sports Medicine*, 58(1), 8-14.
- Usgu, S., Ramazanoğlu, E., & Yakut, Y. (2021). The relation of body mass index to muscular viscoelastic properties in normal and overweight individuals. *Medicina*, 57(1022), 4-17.
- Usgu, S., Yakut, Y., & Çınar, M. A. (2020). Elit koşucu ve futbolcularda aşıl tendonunun viskoelastik özelliklerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Sports Medicine*, 55(4), 176-283.
- Uysal, Ö. (2018). *Sağlıklı bireylere uygulanan farklı kuvvetlendirme yöntemlerinin hamstring kas grubu pasif mekanik özellikleri üzerine etkisinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 515315).
- Verim, S. & Sarı, S. (2013). Kas iskelet ve yumuşak doku lezyonlarında ultrasonografi. *Türk Ortopedi Ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, 12(1), 7-12.
- Viir, R., Virkus, A., Laiho, K., Rajaleid, K., Selart, A., & Mikkelsen, M., (2007). Trapezius muscletone and viscoelastic properties in sitting and supine positions. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 33(3), 76-82.
- Webster, J. G. (1978). *Medical instrumentation, application and design*. Boston: Houghton Mifflin.
- Woodley, S. J., & Mercer, S. R. (2005). Hamstring muscles: architecture and innervation. *Cells Tissues Organs*, 179(3), 125-141.
- Yahia, L. H., Pigeon, P., & DesRosier, E. A. (1993). Viscoelastic properties of the human lumbodorsal fascia. *Journal of Biomedical Engineering*, 15, 425-429.
- Young, W., & Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(3), 273-279.
- Zorba, E., Bayrakdar, A., Gönülateş, S., & Sever, O. (2017). Analysis of the level of life quality of university students. *The Online Journal of Recreationand Sports*, 6(1), 1-16.

EKLER

Ek-1. Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 24.06.2022-76690
Evrak Tarih ve Sayısı: 24.06.2022-76840



T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
ETİK KURULU
KARARI



Karar Tarihi
23.06.2022

Karar Sayısı
171

Oturum Sayısı
08

Üniversitemiz Etik Kurulu tarafından, Bayburt Üniversitesi Rektörlüğü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü 'nün 07.06.2022 tarihli ve E-83542712-050.99-72653 sayılı yazısına istinaden, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı 20222508 numaralı öğrenci Muhammed Halid DIĞRAK'ın yürüttüğü "LProfesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakasının Kasın Viskoelastik özelliklerine etkisi" başlıklı araştırma önerisi üniversitemiz etik kurulu tarafından incelenmiş olup; araştırma önerisinin etik ilkelere uygun olduğuna toplantıya katılan üyelerin oy birliğiyle karar verilmiştir.

Prof.Dr. Ali Savaş BÜLBÜL
Başkan
BELGENİN ASLI ELEKTRONİK İMZALIDIR

Mevcut Elektronik İmzalar

Prof.Dr. ALİ SAVAŞ BÜLBÜL (Etik Kurulu - Başkan) 24.06.2022 10:49



Ayrıntılı bilgi için iribab: Nuri TURAN

Tel.:

Faks:

E-Posta:

Elektronik ağı:

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek-2. Katılımcılardan Alınan Aydınlatılmış Onam

Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu

Profesyonel Futbolcularda Futbol Müsabakasının Kasın Viskoelastik Özelliklerine Etkisi üzerine bir araştırma yapmaktayız.

Bunun için sizden bu çalışmaya katkıda bulunmanızı arzu ediyoruz. Gönüllülük esasına dayanan çalışmaya kararınızı vermeden önce sizleri konu hakkında bilgilendirmek istiyoruz. Bilgilendirme sonrasında çalışmaya dahil olmak isterseniz size verilecek olan onay formunu imzalamanız gerekmektedir.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni profesyonel futbolcularda 90 dakikalık maç sonucunda hamstring ve quadriceps kas gruplarının viskoelastik özelliklerindeki değişimi incelemek istiyoruz. Bu sayede hem ilerleyen zamanlarda oluşabilecek bir kas yaralanmasını önlemek, hem de yaralanmış kas grubunun tedavi yaklaşımlarında bu modelin kullanımı önermektir.

01 Eylül 2022 – 01 Aralık 2022 tarihleri arasında yapılacak ve Konyaspor Spor Kulübü Kayacık tesisleri fizik tedavi ve rehabilitasyon kliniğinde yapılacak olan bu çalışmaya katılmanız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz kaslarınız Dr. Öğr. Üyesi Zekai ÇAKIR ve Fzt. M.Halid DIĞRAK tarafından değerlendirilecektir. Değerlendirme sonucunda elde edilen verileriniz, kimliğiniz belirtilmeden M.Halid DIĞRAK'ın tez çalışmasında, sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde veya bilimsel çalışmalarda kullanılabilir. Bunun haricinde elde edilen bu veriler kullanılmayacak ve ikinci şahıslara verilmeyecektir.

Çalışma Kapsamında Yapılacak İşlemler

1. Futbol müsabakası öncesinde ve sonrasında tesisimizin kliniğinde gerekli çalışmalar ve ölçümler yapılacaktır.
2. MyotonPRO ismi verilen cihaz ile değerlendirme yapacağımız kasların üzerine gelerek cihazın cilt üzerine acısız ve yumuşak bir şekilde dokunmasını sağlayacağız. Cihaz, yaptığı bu dokunma sonrasında kasların tonus, sertlikleri ve esneme özellikleri ile ilgili verileri elde edeceğiz.
3. Bu çalışmaya katıldığınız takdirde sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir, aynı zamanda size ek bir ücret de ödenmeyecektir.

Değerlendirmeler Sırasında Oluşabilecek Riskler

Yapacağımız bu çalışma herhangi bir risk içermemektedir. Ölçüm yöntemleri ağrısız ve girişimsel bir uygulama içermemektedir. Çalışmaya katılmak gönüllülük esasına dayandığı için, çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Kabul ederseniz çalışma ve ölçümler esnasında onayınızı çekme hakkına da sahipsiniz.

Yapılacak Çalışmanın Getireceği Olası Yararlar

Bu çalışma sonrasında elde edilecek bilgilerin futbolcularda hamstring ve quadriceps kas grupları için, kasın sertlikleri, esneme özellikleri ve tonusundaki değişikliklerin belirlenmesinin yardımcı olacağını düşünmekteyiz. Elde edeceğimiz bilgilerin maç esnasında oluşacak yaralanmayı önlemeyi ve performansı artırmayı hedefleyen koruyucu fizyoterapiyi desteklemeyi amaçlıyoruz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederiz.

ÖZ GEÇMİŞ

..... yılında iline bağlı ilçesinde doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Kahramanmaraş'ta tamamladı. 2011 yılında Turgut Özal Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programını kazandı ve 2015 yılında bu bölümden mezun oldu. 2023 yılında ise “Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor” bölümünde eğitimini devam ettirmektedir.

