

**BERK GEZER**

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İSTANBUL-2020**



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**( YÜKSEK LİSANS TEZİ )**

**ADOLESAN FUTBOLCULARDA HAMSTRİNG KAS  
GRUBUNA AİT REFLEKS KONTRAKSİYON İLE  
PATLAYICI GÜÇ, SPRINT VE EKSANTRİK KUVVET  
PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ**

**BERK GEZER**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. BÜLENT BAYRAKTAR**

**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI  
EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ PROGRAMI**

**İSTANBUL-2020**

**BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

**Berk GEZER**

## İTHAF

Yüksek lisans tez sınavıma 1 hafta kala ahirete göç eden, bu günlerime gelebilmemin en büyük destekçisi canım babam, saygıdeğer adam Erol GEZER'e ithaf ediyorum.

## TEŞEKKÜR

Öncelikle insan olabilmeyi, doğru adam olabilmeyi öğreten daimi hocam sayın Prof. Dr. Bülent Bayraktar'a,

Fizyoloji alanındaki bilgilerini ve tecrübelerini sürekli bizlerle paylaşan sayın hocam Prof. Dr. Gökhan Metin'e,

Eğitimimiz boyunca hatalarımızı telafi edip bizlere sahip çıkan, sürekli öğrencilerinin arkasında duran sayın hocam Öğr. Gör. Türker Şahinkaya'ya,

Sağlık bilimi, fizik ve teknolojiyi her daim harmanlayıp bize yeni ufuklar açan sayın hocam Prof. Dr. Ekin Akalan'a,

Eğitimimin temellerini oluşturup beni geliştiren sayın hocam Prof. Dr. İpek Yeldan'a,

Bizler üzerinde büyük emeği olan sayın hocam Prof. Dr. Safinaz Yıldız'a,

Her zaman sakın kalmayı başararak başarıya ulaşabilmenin yollarını gösteren sayın hocam Prof. Dr. Ahmet Belce'ye,

Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Oğuz Öztürk'e

Her koşulda yanımızda olup bize bir abi gibi destek olan Uzm. Dr. Sertaç Yakal'a,

Birlikte çalıştığımız tüm İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği personeline,

Bugünlere gelmemi sağlayan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem, canım babam Ümit-Erol Gezer ve tüm aileme,

Değerli arkadaşım Sibel Gönül ve kıymetli kedim Çiko'ya teşekkürlerimi sunarım.

Fzt. Berk Gezer

## İÇİNDEKİLER

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| BEYAN.....                                            | İİ   |
| İTHAF.....                                            | İİİ  |
| TEŞEKKÜR.....                                         | İV   |
| İÇİNDEKİLER .....                                     | V    |
| TABLolar LİSTESİ.....                                 | Vİİİ |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                | Vİİİ |
| SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ .....                 | İX   |
| ÖZET .....                                            | Xİİ  |
| ABSTRACT.....                                         | Xİİİ |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....                                 | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                               | 3    |
| 2.1. Futbol .....                                     | 3    |
| 2.2. Adolesan Yaş .....                               | 3    |
| 2.3. Hamstring Kas Grubu .....                        | 3    |
| 2.3.1. M. Biceps Femoris .....                        | 4    |
| 2.3.2. M. Semitendinosus.....                         | 4    |
| 2.3.3. M. Semimembranosus.....                        | 5    |
| 2.3.4. M. Adductor Magnus .....                       | 5    |
| 2.4. Sinir Uyarı Tipleri.....                         | 6    |
| 2.4.1. Tekli Uyarı .....                              | 6    |
| 2.4.2. Dörtlü Uyarılar .....                          | 6    |
| 2.4.3. Tetanik Uyarılar .....                         | 6    |
| 2.4.4. Post Tetanik Sayım .....                       | 6    |
| 2.4.5. Çift Patlamalı Uyarılar .....                  | 6    |
| 2.5. Nöromusküler Yanıtların Değerlendirilmesi .....  | 7    |
| 2.5.1. Mekanomiyografi.....                           | 7    |
| 2.5.2. Elektromiyografi .....                         | 7    |
| 2.5.3. Akseleromiyografi .....                        | 7    |
| 2.5.4. Tensiyomiyografi ve Refleks Kontraksiyon ..... | 8    |
| 2.6. Kasılma Çeşitleri.....                           | 9    |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6.1. İzometrik Kasılma.....                                    | 9  |
| 2.6.2. İzotonik Kasılma .....                                    | 9  |
| 2.6.2.1. Konsantrik Kasılma.....                                 | 9  |
| 2.6.2.2. Eksantrik Kasılma .....                                 | 9  |
| 2.6.3. İzokinetik Kasılma .....                                  | 10 |
| 2.7. Kas Grubuna Ait Ölçülebilir Performans Veri Metotları ..... | 10 |
| 2.7.1. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi.....                     | 10 |
| 2.7.1.1. Manuel Kas Testi .....                                  | 10 |
| 2.7.1.2. Tensiyometre ile Manuel Testleme .....                  | 10 |
| 2.7.1.3. İzokinetik Testleme .....                               | 11 |
| 2.7.2. Esneklik.....                                             | 12 |
| 2.7.3. Çabuk Patlayıcı Kuvvet .....                              | 12 |
| 2.7.3.1. Zirve Güç .....                                         | 13 |
| 2.7.3.2. Elastik Enerji Birikimi Farkı .....                     | 13 |
| 2.7.3.3. Eksantrik Kullanım Oranı .....                          | 13 |
| 2.7.4. Çeviklik.....                                             | 14 |
| 2.7.5. Sporda Yorgunluk.....                                     | 14 |
| 2.8. Isınma.....                                                 | 15 |
| 2.8.1. Isınmanın Çeşitleri .....                                 | 15 |
| 2.8.2. Isınma Miktarı.....                                       | 16 |
| 2.8.3. FIFA 11+.....                                             | 16 |
| 2.9. Yaralanmaların Mekanizması ve Yaralanmalardan Korunma ..... | 16 |
| 2.10. Risk Faktörleri ve Nüks Olasılığı .....                    | 17 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM.....                                          | 19 |
| 3.1. Katılımcılar .....                                          | 19 |
| 3.2. Yöntem.....                                                 | 20 |
| 3.3. Isınma Protokolü.....                                       | 21 |
| 3.4. Veri Toplama Araçları .....                                 | 22 |
| 3.4.1. Tensiyomiyograf Testi .....                               | 22 |
| 3.4.2. Hamstring Esneklik Testi.....                             | 26 |
| 3.4.3. Patlayıcı Kuvvet Testleri.....                            | 26 |
| 3.4.3.1. Squat Jump Sıçrama Testi .....                          | 26 |
| 3.4.3.2. Counter-Movement Jump Aktif Sıçrama Testi .....         | 28 |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.3.3. Drop Jump Sıçrama Testi.....                                                           | 28 |
| 3.4.4. İzokinetik Kuvvet Testi.....                                                             | 29 |
| 3.4.5. Sprint Testleri.....                                                                     | 31 |
| 3.5. İstatiksel Değerlendirme .....                                                             | 32 |
| 4. BULGULAR.....                                                                                | 34 |
| 4.1. Katılımcılara İlişkin Özet İstatistikler.....                                              | 34 |
| 4.1.1. Demografik Bilgiler .....                                                                | 34 |
| 4.1.2. Hamstring Esnekliği.....                                                                 | 34 |
| 4.1.3. Patlayıcı Güç, Zıplama Değerleri.....                                                    | 35 |
| 4.1.4. Sprint Değerleri.....                                                                    | 36 |
| 4.1.5. İzokinetik Kuvvet Değerleri.....                                                         | 37 |
| 4.1.6. Refleks Kontraksiyon Değerleri.....                                                      | 40 |
| 4.2. Isınma Öncesi ve Sonrası Değerlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular .....           | 41 |
| 4.3. Ölçek Puanlarının İlişkisine Yönelik Korelasyon Analizi.....                               | 42 |
| 4.3.1. Tmg Ts Farkları ile Değişkenler Arasındaki İlişki .....                                  | 43 |
| 4.3.2. Tmg Tr Farkları ile Değişkenler Arasındaki İlişki.....                                   | 45 |
| 4.4. Ts Değişkenin Yordamasına İlişkin Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları ..... | 46 |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                               | 49 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                 | 55 |
| FORMLAR (EK-1).....                                                                             | 1  |
| ETİK KURUL KARARI .....                                                                         | 3  |
| İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....                                                                 | 4  |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                  | 5  |

## TABLOLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2-1: Zirve Güç Formülleri.....                                                                                                     | 13 |
| Tablo 3-1: FIFA 11+ Isınma Protokolü.....                                                                                                | 22 |
| Tablo 4-1: Katılımcıların Demografik Bilgileri.....                                                                                      | 34 |
| Tablo 4-2: Katılımcıların Hamstring Esnekliği.....                                                                                       | 35 |
| Tablo 4-3: Katılımcıların Patlayıcı Güç, Zıplama Değerleri.....                                                                          | 35 |
| Tablo 4-4: Katılımcıların Yerden Yüklenme Değerleri.....                                                                                 | 35 |
| Tablo 4-5: Katılımcıların Zirve Güç Değerleri.....                                                                                       | 36 |
| Tablo 4-6: Katılımcıların Sprint Değerleri.....                                                                                          | 36 |
| Tablo 4-7: Katılımcıların İzokinetik Kuvvet Değerleri.....                                                                               | 37 |
| Tablo 4-8: Katılımcıların Eksantrik Kuvvet Değerleri.....                                                                                | 37 |
| Tablo 4-9: Katılımcıların Pik Torka Ulaşılan Eklem Açısı Değerleri.....                                                                  | 38 |
| Tablo 4-10: Katılımcıların Pik Torka Ulaşma Süresi Değerleri.....                                                                        | 38 |
| Tablo 4-11: Katılımcıların Pik Torku Tutabilme Süresi Değerleri.....                                                                     | 39 |
| Tablo 4-12: Katılımcıların Pik Tork Üretiminin Sonundan Hareketin Sonuna Kadar Geçen Süre Değerleri.....                                 | 39 |
| Tablo 4-13 : Ekstremitte Yönünü Tersine Çevirmek İçin Gereken Süre Değerleri.....                                                        | 40 |
| Tablo 4-14: Katılımcıların Kontraksiyon Süresi, Gevşeme süresi, Gecikme süresi ve Kasılmanın Gevşemeden devam ettiği süre değerleri..... | 40 |
| Tablo 4-15: Katılımcıların Isınma Öncesi ve Sonrası Değerleri.....                                                                       | 41 |
| Tablo 4-16: Katılımcıların Tmg Ts Farkları ile Değişkenler Arasındaki Değerler.....                                                      | 43 |
| Tablo 4-17: Katılımcıların Tmg Tr Farkları ile Değişkenler Arasındaki Değerler.....                                                      | 45 |
| Tablo 4-18: Katılımcıların Regresyon Analizine Model Anlamlılığına İlişkin Bulgular.....                                                 | 46 |
| Tablo 4-19: Regresyon Analizine İlişkin Katsayılar Tablosu .....                                                                         | 47 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2-1: Hamstring kas grubuna ait medical illüstrasyonlar.....                     | 4  |
| Şekil 2-2: Adductor magnusa ait medical illüstrasyonlar.....                          | 5  |
| Şekil 2-3: Akseleromiyograf.....                                                      | 7  |
| Şekil 2-4: Tensiyometre ile kas kuvveti ölçümü.....                                   | 11 |
| Şekil 2-5: Hamstring esneklik değerlendirilmesinde kullanılan sit and reach test..... | 12 |
| Şekil 3-1: FIFA 11+ ısınma protokolünün saha düzeni.....                              | 21 |
| Şekil 3-2: Tmg cihazının yerleştirilirken basınç uygulanıp sabitlenmesi.....          | 23 |
| Şekil 3-3: Cihazın anot-katot yerleşim gösterimi.....                                 | 24 |
| Şekil 3-4: Test sırasında akımın artırılması.....                                     | 24 |
| Şekil 3-5: Tmg testlemesi parametrelerinin grafik üzerinde tanımı.....                | 25 |
| Şekil 3-6: Hamstring Sit and reach test ekipmanı.....                                 | 26 |
| Şekil 3-7: Squat Jump başlangıç pozisyonu.....                                        | 27 |
| Şekil 3-8: Squat Jump yükselişi.....                                                  | 27 |
| Şekil 3-9: Sporcunun izokinetik cihazda sabitlenmesi.....                             | 30 |
| Şekil 3-10: Sporcunun izokinetik Testlemesi.....                                      | 30 |
| Şekil 3-11: Alınan rapor örneği ve değerlendirilen değerler.....                      | 31 |
| Şekil 3-12: Sporcunun sprint değerlerinin ölçümü.....                                 | 32 |

**SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ**

ÖÇB: Ön Çapraz Bağ

FIFA: Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği

M: Musculus (kas)

N: Nervus (sinir)

Hz: Hertz

EMG: Elektromiyograf

TMG: Tensiyomiyograf

Vc: Velocity of contraction – Kasılma hızı

Dm: Maksimal radial displacement – Deplasman mesafesi

Td: Delay Time – Gecikme süresi

Tc: Contraction time - Kasılma süresi

Tr: Half-relaxation time – Gevşeme süresi

Ts: Sustain time – Kasılmanın gevşeme olmaksızın devam ettiği süre

Kg: Kilogram

Cm: Santimetre

W: Watt

°C: Derece Selsiyus

DOMS: Delayed onset muscle soreness- Gecikmiş kas ağrısı

Vki: Vücut kitle indeksi

Ms: Milisaniye

MÖ: Milattan önce

PP: Peak Power

SSC: Stretch-shortening cycle - Elastik Enerji Birikimi Farkı

EUR: Eccentric utilization ratio - Eksantrik Kullanım Oranı

PP: Peak power – Zirve Güç

L: Left

R: Right

K: Konsantrik

E: Eksantrik

PT: Peak Torque

PT-VA: Peak Torque %Body Weight – Vücut ağırlığına bağımlı pik tork

TPT: Time to Peak Torque – Pik torka ulaşma süresi

TPTH: Time Peak Torque Held – Pik torku tutabilme süresi

FDT: Force Delay Time - Pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre

RD: Reciprocal Delay - Ekstremité yönünü tersine çevirmek için gereken süre

PT-VA: Peak Torque %Body Weight



## ÖZET

GEZER, B. (2020). Adolesan Futbolcularda Hamstring Kas Grubuna Ait Refleks Kontraksiyon İle Patlayıcı Güç, Sprint ve Eksantrik Kuvvet Parametreleri Arasındaki İlişki. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Hekimliği ABD. Egzersiz Fizyolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Çalışmamız futbolcularda hamstring kas grubuna ait refleks kontraksiyon parametrelerinin, futbolcunun sahip olduğu patlayıcı güç, sprint kabiliyeti, konsantrik ve eksantrik kuvvet ve kasın esnekliğiyle ilişkilerini belirleyip futbolcularda oluşabilecek sakatlıkların önüne geçmek için önerilerde bulunulması amacıyla yapılmıştır. Adolesan yaş grubunda 30 futbolcunun (n=30), FIFA 11+ ısınması uygulamadan önce ve sonra refleks kontraksiyon parametreleri (Tensiyomiyograf) kaydedilip, FIFA 11+ ısınması sonrası patlayıcı güç ve zıplama yetenekleri (Fusion Sport Smart Jump), kamera ve fotosel sistemle (Seven Elektronik SE-164) sprint kabiliyetleri, izokinetik dinamometreyle (Humac NORM Cybex) eksantrik ve konsantrik kuvvet değerleri, maksimal kuvvete ulaşma süreleri ve Otur-Eriş Testiyle (Sit and Reach Box) esneklik değerleri farklı günlerde testlendi. Tensiyomiyograf ile refleks kontraksiyon verileri gecikme süresi (Td), gevşeme süresi (Tr), kontraksiyon süresi (Tc), gevşemeden kasılmanın devam ettiği süre (Ts) ve maksimal deplasman (Dm), drop jump, counter-movement jump, squat jump zıplamalarıyla elde edilen havada kalma süresi (Flight time) ve yerden zıplanılan yükseklikle (Jumping height) zirve güç (peak power), elastik enerji kullanım oranı (Stretch-Shortening Cycle), eksantrik kullanım oranı (Eccentric-Utilization Ratio), izokinetik sistemle sağ ve sol bacak için konsantrik ve eksantrik kasılmada 60°/sn açısal hızda PK (pik tork), PK-VA (vücut ağırlığına bağlı pik tork), kas fotosel sistemiyle 10-20-30 metre sprint süreleri ve otur uzan testi ile hamstring esneklik verileri elde edildi. Analizler sonucunda Ts ve Tr değerlerinde anlamlı değişimler bulundu ( $p<0.05$ ) ve bu değişimin regresyon analizi sonucunda Ts değerinin izokinetik değerlerden sağ bacak eksantrik pik torkla anlamlı ilişkili olduğu bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Sonuç olarak günümüz teknolojisi ile bulduğumuz sonuçlarımız tam olarak açıklanamayacağı için kas verilerinin tek tek ve farklı değişkenlerle testlenmesini önerebiliriz.

Anahtar Kelimeler: FIFA 11+, Tensiyomiyograf, hamstring kası, futbol, eksantrik kuvvet

## ABSTRACT

GEZER, B. (2020). The relationship between the reflexive contraction in the hamstring muscle group in adolescent football players and explosive power, sprint and eccentric force parameters. Istanbul University Institute of Medical Sciences, Department of Sports Medicine. Master Thesis for the Exercise Physiology Program. Istanbul.

Our study is done to determine the relationship between the reflexive contraction parameters of the hamstring muscle group in football players and the explosive power, ability to sprint, concentric and eccentric force and the flexibility of the muscle, thus to be able to offer ways to prevent injuries for football players.

In 30 football players ( $n=30$ ) within the adolescent age group, the reflexive contraction parameters were recorded (Tensiomyograph) before and after the FIFA 11+ warm-up; their explosive power and jumping ability values after the FIFA 11+ warm up (Fusion Sport Smart Jump), their sprint ability values with a camera and photocell system (Seven Electronic SE-164), their eccentric and concentric force values with a isokinetic dynamometer (Humac NORM Cybex), the time to attain maximal force and flexibility values with Sit and Reach test (Sit and Reach Box) were tested on different days.

The following values were recorded: the reflexive contraction values (the delay as  $T_d$ , the relaxation time as  $T_r$ , the contraction time as  $T_c$ , the time that contraction goes on without relaxation as  $T_s$ , maximal displacement as  $D_m$ ); the flight time acquired with drop jumps, counter-movement jumps and squat jumps, the jumping height values, the peak power values, elastic energy usage ratio values (Stretch-Shortening Cycle), eccentric utilization ratio values; the right and left PK (peak torque) value for the right and left legs in concentric and eccentric contraction at  $60^\circ/s$  angular velocity (with isokinetic system) and the PK/VA value (peak torque relative to body weight); their 10-20-30 mt. sprint time values with muscular photocell system and their hamstring flexibility values with Sit and Reach test.

At the end of the analyses there were meaningful changes in  $T_s$  and  $T_r$  values ( $p<0.05$ ) and it is found that with regression analysis, the  $T_s$  value has a meaningful relationship with the right leg's eccentric peak torque ( $p<0.01$ ). Thus, since the values we've recorded can't be explained by today's technology, we propose that these muscular values be tested one by one with different variables.

Key words: FIFA 11+, tensiomyograph, hamstring muscle, football, eccentric force

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Futbol, Dünya’da 300 binden fazla kulübün kayıtlı olduğu ve bünyesinde 1.5 milyondan fazla takımı barındıran bir spor branşıdır. Maddi açıdan olduğu kadar manevi tatmin açısından bakıldığında da futbol mücadelenin en çok hissedildiği sporlarda başı çekmektedir. Bu yoğun mücadeleleri kazanmak isteyen sporcular performanslarını en yüksek seviyelerde sergilemek istemekte ve hatta fizyolojik sınırlarının da üzerine çıkmaya çalışmaktadırlar. Fiziksel olarak yüksek strese maruz kalan sporcularda, kondisyon eksikliği, yetersiz ve yanlış teknik, vücut mekaniğine aykırı hareketler ve oyun oynanırken gerçekleşen temaslı ve temassız tüm eylemler sebebiyle sakatlıklar çok sık görülmekte ve bir çok dinamiğin bulunduğu futbolu yüksek sakatlık riski bulunan bir spor branşı haline getirmektedir. Profesyonel açıdan futbola bakılacak olursa, diğer meslekler ve spor branşlarındaki yaralanma ihtimaline kıyasla 1000 kat daha riskli olduğu görülecektir (1, 2). Bu yaralanma risklerini azaltmak ve sakatlanmaların önüne geçmek için yaralanmalardan korunma protokolleri oluşturulmuştur. Sporunun kaslarının ve çevre dokuların ısıtılması temelli oluşturulan ısınma protokollerinin, sporcuyu olası yaralanmalardan koruyabilecek ve sakatlık riskini azaltabilecek çalışmalar olduğu literatürde gösterilmiştir. Kuvvet, denge, aerobik, çeviklik, güç ve dayanıklılık komponentleri içeren bu nöromusküler ısınmaların takım sporlarında yaralanmaları %35 azalttığı çalışmalarla gösterilmiştir (3, 4). Isınma çalışmaları kas içerisinde meydana gelen metabolik olayları hızlandıran, kas içi sıcaklığı arttıran, kısa süreli ve yüksek yoğunluklu hareketleri içeren hazırlıklar bütünüdür.

Futbolda görülen yaralanmaların büyük bir kısmını “hamstring” yaralanmaları ve “ön çapraz bağ” (ÖÇB) kopmaları oluşturmaktadır. Gerçekleşen bu iki yaralanma çeşidinin de sahaya geri dönüş süreci oldukça uzun olup, bu süreci atlatan sporcunun tekrar aynı bölgeden yaralanma ihtimali de bir o kadar artmaktadır. Spor yaralanmalarının %37’si yüksek hızda koşu sonucunda meydana gelen hamstring yaralanmalarıdır (5). Bir hamstring yaralanması sonrası akut izometrik ve pasif uzun bacak kaldırma defisitleri 20 ila 50 gün arasında iyileşmektedir (6). Futbolda antrenörlerin oyuncularını oyuna hazırlamak için drillerle koşu çalışmaları, top oyunları gibi çeşitli ısınma uygulamaları uygulamalarına rağmen, FIFA, ısınma yetersizliklerine bağlı yaralanmaları önlemek amacıyla “FIFA 11+” isminde bir ısınma programı geliştirmiştir. Literatürde “FIFA 11+

ısınma protokolünün” yaralanma sıklığını azalttığı gösterilse de, bunu hangi komponentleri etkileyerek yaptığı net olarak açıklanmamıştır.

FIFA 11+ ısınma protokolünün adolesan yaş grubundaki futbolcularda yaralanma oranını azalttığını gösteren çalışmalar olsa da bu etkiyi hamstring kas grubunun nörofizyolojik özelliklerini nasıl etkileyerek yaptığına dair bir kanıt yoktur (7). “Hamstring” kasları özellikle patlayıcı çıkış, ani dönme, ve ani frenleme görevlerinde rol alan önemli bir “kas grubudur”. ÖÇB ile “hamstring kas grubunun” da görevleri benzerdir. Her iki yapı da femur stabilken, tibianın öne translasyonunu engeller, ÖÇB ye destek olan hamstring grubunun refleks kontraksiyon değişkenleri ÖÇB yaralanmalarından korunmak için değerlendirilmelidir (8).

Çalışmamızın amacı adolesan futbolculara takımlarında uygulanan FIFA 11+ ısınma protokolüne hamstring kas gruplarının verdikleri fizyolojik yanıtların değerlendirilmesi ve bu parametrelerin aralarındaki ilişkidir. Fizyolojik yanıtların değerlendirilmesinde kullanılan ve günümüzde dünya çapında kullanılma sıklığı artan ve hakkında çok az çalışma bulunan tensiyomiyograf cihazından elde ettiğimiz refleks kontraksiyon verilerinin hamstring kas grubunun performansa etki eden patlayıcı güç, sprint, eksantrik kuvvet ve esneklik gibi değerlerle olan ilişkisini incelemektir. Elde edeceğimiz sonuçlar neticesinde sporcuların hamstring kas grubu yaralanma oranlarını azaltmak için değerlendirme aracı olarak kullanılan tensiyomiyograf verilerinin sporcuların hangi özelliklerinden nasıl etkilendiği mekanizmasını açıklayarak bu mekanizma hakkında önerilerde bulunup ülkemiz milli spor başarısının arttırılması ve literatüre önemli katkılar eklenmesi planlanmaktadır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Futbol

Futbol ilk kez MÖ 300-200 yıllarında Çin'de oynanan cuju sporundan köken almıştır (9), fakat 1863'te İngiltere'de bugün oynanan modern futbolun temelleri atılmıştır (10). Bir spor dalı olarak bakıldığında futbol, iki takım arasında belirli kurallarla oynanan ve her bir takımda 1 kaleci ve 10 oyuncunun bulunduğu, en az 1 hakem tarafından yönetilen takım sporudur. Bu takım oyunu çok fazla efor gerektiren bir rekabet aktivitesidir. Futbolun 90 dakika sürmesi sebebi ile bu spor dalı için yüksek performans, dayanıklılık, denge, yüksek koordinasyon ve futbola özel becerilerin gelişmiş olması gerekmektedir. Futbolcuların aynı zamanda karışık denklemleri ve değişkenleri olan bu oyunda çok çabuk karar verebilmeleri ve stratejilerini doğru kurabilmeleri önemlidir (11, 12) Dünya'da en çok rağbet gören bu spor dalı için 200'den fazla ülkede araştırma yapan "Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği"nin (FIFA) verilerine göre 301 binden fazla futbol kulübü, 1,752 milyonun üzerinde futbol takımı, 840 binin üzerinde futbol hakemi bulunur ve toplamda dünya üzerinde 270 milyondan fazla kişi futbol oynamaktadır (13, 14).

### 2.2. Adolesan Yaş

"Dünya Sağlık Örgütü'nün" tanımına göre 10-19 yaşları arası "adolesan" yaş olarak tanımlanır. Bu süreyi kapsayan hızlı bir biyolojik ve fiziksel gelişimle beraber, sosyal olgunlaşmanın gerçekleşip bireyin bağımsızlığını ve sosyal üretkenliğini kazanıp ergin bir bireye dönüşüne kadar geçen zaman dilimi olarak da tanımlanmaktadır (15). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2018 verilerinde Türkiye nüfusunun %15,6'sı 10-19 "adolesan" yaş grubunun oluşturduğu bildirilmiştir (16).

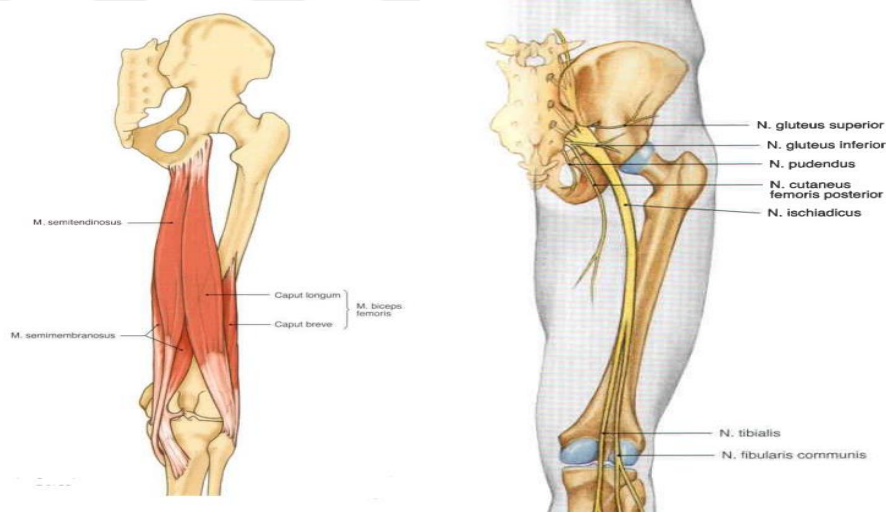
### 2.3. Hamstring Kas Grubu

Alt ekstremitede bulunan arka uyluk diye tabir edilen bölgedeki kaslara verilen isimdir. Bu kaslar arasında "Musculus Biceps femoris", "M. Semitendinosus", "M.Semimembranosus" ve "M. Adductor Magnus"un arka bölümleri bulunmaktadır. Bu grup Nervus Tibialis tarafından innerve edilir. Aynı zamanda lateral "hamstring" olarakta

tabir ettiğimiz “M. Biceps femoris”, popliteal fossayı lateralden, medial “hamstring” olarak adlandırılan “M. Semitendinosus” ve “M. Semimembranosus” popliteal fossaya medialden yaklaşır.

### 2.3.1. M. Biceps Femoris

İki başı bulunur. Caput longum denilen uzun başı tuber ischiadicumdan başlar, Caput breve denilen kısa başı ise linea aspera ve septum intermusculare'den, femurun lateralinden başlar, ortak bir tendonla iki başta condylus lateralis tibiae ve caput fibulae'de sonlanırlar. Birkaç lifleri ise crurisın fasciasına yapışır. Caput longumun görevi uyluğa ekstansiyon ve adduksiyon, bacağı fleksiyon ve dış rotasyon yaptırmaktır. Caput longum n.tibialisten innerve olurken, caput brevis ise n.peroneus communis tarafından innerve edilir.



**Şekil 2-1: Hamstring kas grubuna ait medical illüstrasyonlar (17)**

### 2.3.2. M. Semitendinosus

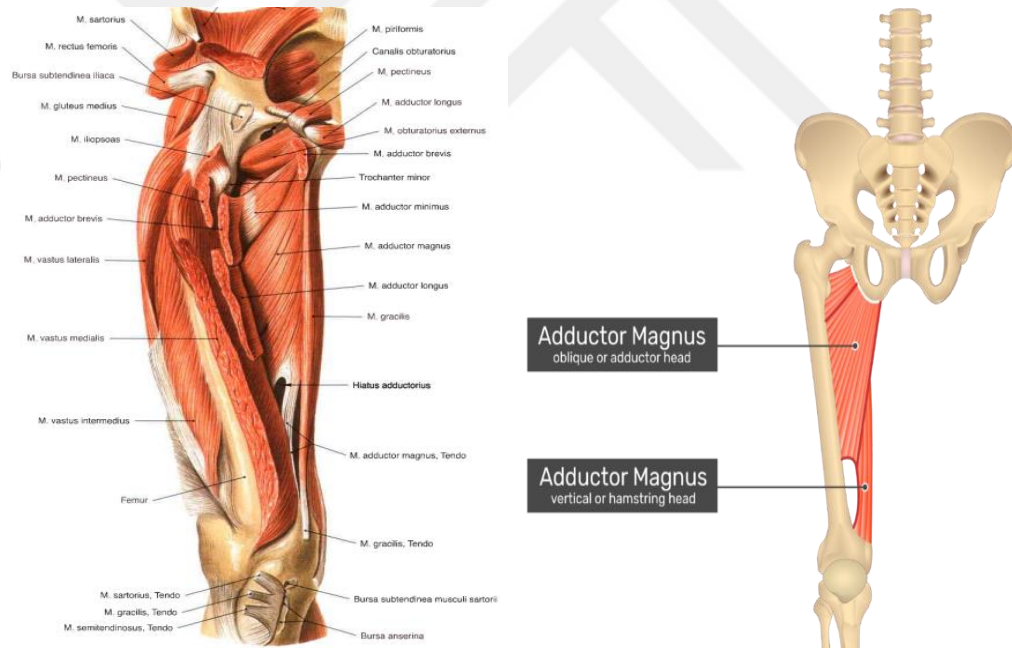
Yarı tendon yarı kasta oluşan bir yapıdır. Diğer “hamstring” kası olan “biceps femoris” ile kaynaşıp, tuber ischiadicuma tutunur. Diğer ucu tibianın medial kondili yanından geçip altındaki kaza ayağı yapısına katılır. Hem uyluk ekstansiyonu hem de bacak fleksiyonu yaptırır. Aynı zamanda bacak fleksiyonu ile iç rotasyonunu eş zamanla yaptırır. İnnerve eden siniri “N.Tibialistir”.

### 2.3.3. M. Semimembranosus

Yarı membran yarı kas yapıdan oluştuğu için bu ismi alır. “M. Semitendinosus” ile kıyaslandığında daha derindedir. Diğer “hamstring” gibi “M. Semimembranosus” da ischial tuberisitten başlar, bir aponevroz yapı olarak devam eder ve medial “tibiaya” yapışır. Hem uyluğa ekstansiyon hem de bacağına fleksiyon yaptırır. Bacak fleksiyonunda eş zamanlı olarak iç rotasyon da yaptırır. İnnerve eden siniri “N. Tibialistir”.

### 2.3.4. M. Adductor Magnus

Uyluğun adduktor kaslarından en güçlü olanıdır. Başlangıç yeri femurun alt yarısında olan Ramus ossis ischii ve tuber ischiadicumdur. Linea aspera’nın distal bölümü ve tuber adductoriumda sonlanır. Sonlanan kirişleri arasında hiatus adductorius bulunur. Kalçaya ekstansiyon yaptırır, eş zamanlı olarak bacağın dış rotasyonunda görevlidir. Bundan dolayı “hamstring kas grubunu” kalça ekstansiyonu yönünden destekler. İnnerve eden siniri N.Obturatorius ve “N.Tibialistir” (18).



Şekil 2-2: Adductor magnusa ait medical illstrasyonlar (17)

## **2.4. Sinir Uyarı Tipleri**

### **2.4.1. Tekli Uyarı**

Periferin siniri uyarmadaki en basit yoldur. Periferik motor sinire 0,1 – 1 Hertz frekans uyarılarla yanıtın uygulanan uyarının sıklığına göre değişen uyarılma çeşitidir. Genellikle 0,1 Hz frekans tercih edilip 1 Hz anestezide kullanılır. Ölçüm boyunca elde edilen yanıtlar ilk yanıtla karşılaştırılmalıdır.

### **2.4.2. Dörtlü Uyarılar**

İlk kez miyastenik hastaların değerlendirilmesinde 1968 yılında kullanılmıştır. Dörtlü uyarılar her biri kas kontraksiyonu ile sonuçlanan, siniri 0,5 sn aralıklarla 2 Hz lik 4 uyarının 10-12 saniyelik atımlar şeklinde tekrarlanan bir uyarma metodudur. Birbirlerini izleyen kas cevaplarındaki sönme ile değerlendirilir. Normalde 4 uyarıda sağlıklı kişide eşik yükseklikte olmalıdır. Ağrının daha az oluşu nedeniyle tetanik uyarıya üstünlüğü bulunmaktadır.

### **2.4.3. Tetanik Uyarılar**

En sık 50 Hz akımın 5 saniye süreyle uyarması şeklinde kullanılır. 30-100-200 Hz çeşitleri de vardır. Uyarıya kas yanıtı sürekli dir. Tetaninin başında hazır depolardan çok miktarda asetilkolin salınımı yapılır, zamanla bu salınım azalsa da tetani uzun süre devam edebilir. Uyarılar ciddi acı hissiyatı yarattığı için komadaki hastalara uygulanabilir. Sonucun miktarı uyarının hızına bağlıdır.

### **2.4.4. Post Tetanik Sayım**

Tekli, dörtlü ve tetanik uyarılara cevap alınmadığında, 50 Hz 5 saniyelik tetanik akımı takiben, 3 saniye sonra 1 Hz lik akımlar uygulanır ve sayılır. Cerrahilerde ani hareketlerin istenmediği zamanlarda uygulanabilir.

### **2.4.5. Çift Patlamalı Uyarılar**

Birbirinden 750 milisaniye aralıklar ayrılan 50 Hz frekansında kare şeklinde görülen iki kısa tetanik uyarıdan oluşur. 0.2 milisaniye sürer. Felçli olmamış bir kasta iki uyarı sonucu oluşan kas kontraksiyonları eşit büyüklüktedir (19-21).

## 2.5. Nöromusküler Yanıtların Değerlendirilmesi

### 2.5.1. Mekanomiyografi

İstirahat gerimi ile elde edilen izometrik kontraksiyon sonrası, kasın verdiği kasılma yanıtının bir dönüştürücü yardımı ile elektriksel sinyale dönüştürülüp, sinyalleri yükseltip çizgiler şeklinde ölçülme yöntemidir (22).

### 2.5.2. Elektromiyografi

Periferik bir sinirin uyarılmasıyla etkilenen kasın aksiyon potansiyellerinin kaydedilmesi ve yazdırabilmesi şeklinde çalışır. Bu amaçla sıklıkla daha yüzeysel olan medyan ve ulnar sinir testlenir. EMG kasın elektriksel değişimlerini kaydederken mekanomiyografi kasın kontraksiyonunu kaydeder (23, 24).

### 2.5.3. Akseleromiyografi

Newton'un  $Kuvvet = kitle \times hız$  yasası prensibine göre çalışan periferik motor sinirin uyarılmasıyla kas hareketinin ivmelenmesini ölçen bir sistemdir. Kitle sabit kalacağı için kuvvete bağımlı olarak hızlanma görülür, çoğunlukla baş parmak için ToF cihazı (Şekil 2-3) kullanılarak testleme yapılır. Sonuçları elektromiyograf ve mekanomiyograf ile uyumludur (22-24).



Şekil 2-3: Akseleromiyograf

#### 2.5.4. Tensiyomiyografi ve Refleks Kontraksiyon

Refleks kontraksiyon insanların sahip olduğu anatomi ve fizyolojik yapıya göre karakterize etkiye karşı tepki verme prensibidir. Bu etki zaman içinde değişim göstermiştir. Başta çalışmalar refleksi bir perturbasyonla uygulayıp oluşan cevabı değerlendirirken sonradan kas üzerine TMG bağlayıp elektriksel değişimleri incelemişlerdir. Günümüzde refleks kontraksiyon değerlendirmesinde tensiyomiyograf kullanılmaktadır. TMG günler arası, seans içi, uzun vadeli sabitlik gösteren ve tüm parametrelerde gözlemciler arası bile düşük ölçüm hata payına sahip güvenilir ve geçerli bir girişimsel olmayan cihazdır (25). TMG cihazının çalışma prensibi ise ilgili kas komponentine bir akım vererek orada oluşan değişimleri ve radyal deformasyonu görüntülemektir, bu değişimler kasılma süresi, gecikme süresi, gevşeme süresi, tam kasılma anındaki kasılmanın yer değiştirme mesafesi gibi değerler şeklinde olup yorumlanmasıyla birlikte kas dengesizlikleri, bozuklukları ve yorgunluk gibi sakatlığa sebep olacak risklerin azaltılmasında büyük rol oynamaktadır. Bu değişimlerin çocuklardaki büyümeyi ve beceriyi nasıl etkilediğine dair daha eski çalışmalar da bulunmaktadır (26-28). Literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmı TMG 'nin geçerliliği ve güvenilirliği üzerine olmakla beraber spor ve sporcularda kullanımı hakkında çok az çalışma vardır. Günümüz çalışmalarında TMG cihazının yazılımında hazır bilgi olarak verilen kasılma hızı diye tabir edilen  $V_c$  parametresi araştırmalarda kuvvet, kas sertliği ve yorgunlukla ilişkili bulunmuştur ( $V_c = (D_m / (T_d + T_c))$ ). Cihaz istemli hareket içermemesi, sporcuya yüklenecek olan kas gelişimi ve eğitim çalışmaları için performansa bir etki etmemesi, testlenecek kasları izole bir şekilde testleyebilmesi ve büyük gruplarda kısa sürede sonuç vermesi yönünden avantajlıdır. Ölçümün dinamik değil de statik yapılabilmesi, kas zincirinin direk değerlendirmeye alınamaması, derin kaslarda değerlendirme yapamaması ve önceki gösterilmiş olan efor miktarının teste etki etmesi ve sonuçların testleyicinin tecrübelerinden de etkilenebilmesi ise dezavantajlarındandır. Maksimum uyarıya ulaşana kadar akımın arttırılması, platoya ulaşılan kadar akımın arttırılması ve bir veya birkaç tane uyarı vererek kasın değerlendirilmesi şeklinde 3 uygulama yöntemi vardır (29-31).

## 2.6. Kasılma Çeşitleri

Gerçekleştirilen aktiviteler kasların izometrik-statik kasılma ve anizometrik kasılma diye tabir edilen dinamik kasılmalarla gerçekleşir. İskeletle ve kas sisteminde meydana gelen dinamik kas kasılması hareket oluşturur. Statik kas kasılması sonucu kasların lif uzunluklarında bir değişim gözlenmez fakat gerim artabilir. Dinamik kasılmalar ise kas lifi boyutunun kısalması veya uzamasına göre konsantrik ve eksantrik kasılma olarak ikiye ayrılır.

### 2.6.1. İzometrik Kasılma

Kuvvet üretilirken eklem açısında bir değişiklik olmayan kasın boyu değişmeyen, miyozin köprülerinin dış kuvveti yenemediği, mekanik olarak bir iş gerçekleşmeyen kasılmalarlardır. Egzersiz sonrası yorgunluk izotonik kasılmaya göre daha fazladır. Bu kasılma en çok güreş sporunda karşımıza çıkar.

### 2.6.2. İzotonik Kasılma

Kas geriminin sabit kalmasıyla beraber kasın boyunun uzaması veya kısalmasına göre iki farklı başlıkta incelenir.

#### 2.6.2.1. Konsantrik Kasılma

Tamamıyla dinamik yer çekimine karşı yapılan pozitif yönlü bir iştir. Kas gerimi sabit kalırken fibril boyu kısalır aktin filamentleri sarkomerin içine doğru çekilir, kasın kısalma hızına hareketin açısına ve kas fibrillerinin başlangıç uzunluğuna bağlı olarak hareket kalitesi değişir.

#### 2.6.2.2. Eksantrik Kasılma

Konsantrik kasılmanın aksine negatif yönlü bir iştir. Kas gerimi sabit kalırken fibril boyu kısalır. Kas gerimi sabit kalırken fibril boyu uzar aktin filamentleri de sarkomerin merkezinden uzaklaşır. Konsantrik kasılma türüne göre hipertrofiye daha büyük bir katkı sağlar (32-34).

### 2.6.3. İzokinetik Kasılma

Amerikalı biyomekanikçi Perine 1960 yılında arkadaşlarıyla beraber bu kasılma tipini tanımlamışlardır. Tüm açı boyunca hareket hızının sabit tutulduğu maksimal kuvvet oluşturulan bir kasılma çeşididir. Bu kasılma ile elde edilen verim en üst düzeydedir (34).

## 2.7. Kas Grubuna Ait Ölçülebilir Performans Veri Metotları

### 2.7.1. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Bir kas grubu veya bir kasın, bir maksimal kuvvete dayanabilme gücüne kas kuvveti denir. Kas kuvveti kasın büyüklüğüne, kasın liflerinin tipine, kasılmanın çeşidine, sporcunun yaşına, sporcunun cinsiyetine, aktivite sırasındaki yorgunluğa, kuvvetin değerlendirildiği zamana, ortam sıcaklığına, vücut ısısına, kandaki hormon düzeylerine, sporcunun motivasyonuna, sporcunun mental sağlığına ve sporcunun beslenmesi gibi çeşitli değişkenlere bağlıdır (35).

#### 2.7.1.1. Manuel Kas Testi

Bu testte eklem hareketinin son açısında değerlendirdiğimiz kasa yaptırdığı hareketin aksi yönünde maksimal bir kırma direnci verilir. Sporcudan beklenen bu dirence karşı bir kuvvet oluşturması ve eklemi aynı açıda tutmaya devam etmesidir. “Break-Kırma Testi” de denilen bu yöntemde derecelendirmeler 5 üzerinden yapılır. 5- normal, 0 ise aktivite yok olmak üzere kasın göstermiş olduğu kuvvete göre derece alır. Yer çekimine karşı yapılan harekete göre 3, 3+, 3- hareketin % kaçının yapıldığına göre 2, 2+, 2- ve testleyen direncine karşı tam koyulamamasına göre 4, 4+, 4- değerleri vardır. Testi uygulayan kişinin kuvveti ve tecrübelerine göre değer değişebilir, objektif bir veri elde edilemez (36).

#### 2.7.1.2. Tensiyometre ile Manuel Testleme

“Tensiyometre” kas kuvveti ölçmek için basit olduğu kadar kullanışlı bir testleme yöntemidir. “Manuel Kas Testlemesi” ile kıyaslanacak olursa en büyük farkı tensiyometre ile ölçüm sonucunda sayısal veri almamızdır. Hem “Tensiyometrenin” kullanıldığı ölçümlerde hem de manuel kas testlenmesinde başta gelen limitasyon testleyen kişinin kuvvetinin teste etki etmesidir. Yapılan testlemenin başarılı olması için o kas grubunu değerlendiren kişinin kas kuvvetinin değerlendirdiği kas grubunun kuvvetinden yüksek olması gerekir (35, 37)



**Şekil 2-4: Tensiyometre ile kas kuvveti ölçümü**

### **2.7.1.3. İzokinetik Testleme**

Amerikalı bilim adamları James Perrine ve Helen J Hislop 1967 yılında izokinetik dinamometreyi tanımlamışlardır. Bu testleme yönteminde testlenecek kasın geçtiği ekstremiteye yapacağı hareketi sabit hızda hareketine izin veren bir dinamometre bağlanır. Bu dinamometreler özel olarak üretilmiş olup bir yazılımla çalışmaktadırlar. (CYBEX, BİODEX). Bu aletler bize kas kuvvetini, tork adı verilen (Newton-metre) şeklinde gösterir. Yaralanma riski bu cihazlarla yapılan ölçümlerde diğer ölçüm aletlerine oranla yok denecek kadar azdır. Kişinin ölçüm veya tedavi yapılacak ekleminde tüm hareket boyunca hem konsantrik hem izometrik hem eksantrik çalışma yapılabilir. Boyun eklemi hariç tüm eklemlerin kuvvet ölçümleri testlenebilir, kuvvet ve kas eğitimleri verilebilir. Fonksiyonel hareketler için saniyede 1000° açısal hıza kadar çıkabilirler. Farklı raporlama sistemleriyle bir çok kuvvet parametresi hakkında detaylı ve objektif bilgiler verebilir. Buna rağmen cihazlar hem yüksek maliyetli, hem de taşınabilirlik açısından yetersiz olduğu için çok fazla kullanılabilir bir yöntem değildir. Bu cihazları kullanabilecek eğitimli kişi sayısı da çok azdır (35, 38).

### 2.7.2. Esneklik

Bir veya bir dizi eklemün tüm eklem hareket açısı boyunca hareket edebilme yeteneğine esneklik denir. Eklem kapsülünün yapısı, tendonlar, bağlar eklemi çevreleyen kaslar ve eklem geometrisi, yapılmış olan antrenman yoğunluğu, kas içi metabolit miktarı, yaş, cinsiyet, hareketsizlik, yetersiz kas kuvveti, ortam sıcaklığı, kişinin duygu durumu dahi esneklik üzerinde etkilidir. Statik, balistik ve dinamik esneklik çeşitleri bulunmaktadır. Objektif testler, mezura, gonyometre gibi ölçüm aletleriyle ölçülebilir. Esneklik balistik, aktif, pasif, dinamik, statik, izometrik ve pnf germe yöntemlerini doğru nefes tekniği, doğru süre ve şiddette uygulanarak arttırılabilir. Spor türüne göre verimliliğin arttırılması, tekniğin geliştirilmesi, kuvvet ve hız gibi faktörlerin genetik sınıra yaklaştırılması ve en önemlisi kas iskelet sistemi hastalıklarından korunmak ve yaralanmalardan kaçınmak için esneklik egzersizleri yapılmalıdır (39, 40).



**Şekil 2-5: Hamstring esneklik değerlendirilmesinde kullanılan Sit and Reach Test**

### 2.7.3. Çabuk Patlayıcı Kuvvet

Kas içindeki Tip 2b liflerinin çokluğuna, nöromusküler bağlantıların ve motor ünitelerin yayılma alanına, kastaki hazır enerji depolarının miktarına göre maksimum çaba sarf edilirken en kısa zaman diliminde oluşturulan en yüksek kuvvet çabuk kuvvet olarak adlandırılır (41). Squat, drop ve counter-movement zıplamalar, ani ağırlık kaldırırlar patlayıcı kuvvete örnektir.

### 2.7.3.1. Zirve Güç

Patlayıcı kuvvet ile dikey sıçramalarda yapılan işi watt cinsinden yorumlayabilmemiz için ortalama ve pik gücü gösteren formüller geliştirilmiştir. (Tablo 2-1)(42-45).

**Tablo 2-2:** Zirve güç formülleri

|                                     |                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lewis Formülü (1974)                | Ort. Güç (W) = $\sqrt{4.9 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} \times \sqrt{\text{sıçrama mesafesi (m)} \times 9.81}$                       |
| Harman Formülü (1991)               | Ort. Güç (W) = $21,2 \times \text{sıçrama mesafesi (cm)} + 23 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} - 1393$                                  |
|                                     | Zirve Güç (W) = $61,9 \times \text{sıçrama mesafesi (cm)} + 36 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} + 1822$                                 |
| Johnson ve Bahamonde Formülü (1996) | Ort. Güç (W) = $43.8 \times \text{sıçrama mesafesi (cm)} + 32.7 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} - 16.8 \times \text{boy (cm)} + 431$   |
|                                     | Zirve Güç (W) = $78.6 \times \text{sıçrama mesafesi (cm)} + 60.3 \times \text{vücut ağırlığı (kg)} - 15.3 \times \text{boy (cm)} - 1308$ |
| Sayers Formülü (1999)               | Zirve Güç (W) = $60.7 \cdot \text{jump height(cm)} + 45.3 \cdot \text{body mass(kg)} - 2055$                                             |

### 2.7.3.2. Elastik Enerji Birikimi Farkı

Counter movement zıplama ile squat zıplama arasında gösterilen performansların izometrik, konsantrik ve eksantrik fazlarından dolayı sahip olduğu enerjilerin birbirlerine oranına elastik enerji birikimi farkı denir, SSC olarak gösterilir (57).  $[(\text{CMJ} - \text{SJ})/\text{SJ}] \times 100$  formülüne yazılacak olan yerden zıplama yüksekliklerinden çıkan sonuç % olarak alınır. Elastik enerji birikimi farkı %10 değerindeyse sporcunun kuvvetinin patlayıcı kuvvete oranının optimal olduğunu gösterir, sporcu müsabakada performans gösterebilecek seviyededir, < %10 değerindeyse sporcu pliometrik patlayıcı kuvvet

egzersizlerine ağırlık vermeli,  $> \%10$  değerindeyse sporcunun temel kuvveti eksik olup ilgili çalışmalarına yönelmelidir (46).

### 2.7.3.3. Eksantrik Kullanım Oranı

[CMJ / SJ] formülüne göre belirlenir. Eksantrik kullanım oranı değerleri cinsiyete, yaşa ve performans gösterilen spor dalına göre çeşitlilik gösterir, sezon öncesi ve sonrası değerlendirmek performans gelişimini görmek açısından önemlidir, elde edilen oran 1 den ne kadar yüksekse sporcunun o kadar iyi antrene olduğunu gösterir (47).

### 2.7.4. Çeviklik

Organizmanın çok hızlı ve tam doğru bir şekilde yön değiştirebilme özelliğine çeviklik denir. Bir futbol oyununda tüm oyuncular ortalama 3-4 saniyede bir, bir maç boyunca ise ortalama 1200-1400 defa yer değiştirme yapmaktadırlar (48). Sporcunun büyük motorik davranışlarının vücut içi veya vücut dışı dirençlere karşı koyabilme yeteneği olduğu için en önemli performans belirleyici etkidir. Fiziki ve psikolojik iki komponenti vardır. Kapasite, hız, konstantrasyon, denge, sürat, ani kuvvet, yön değiştirme hızı, esneklik, koordinasyon gibi alt başlıkları kapsar ve sporcunun boyu, ağırlık merkezi, vücut morfolojisi, ivmelenmesi, ekstremite uzunlukları, ortam sıcaklığı, zemin ve kullanılan malzeme gibi özelliklerden de etkilenir. Basit, zamansal, uzaysal ve evrensel olmak üzere 4 tiptir. T-Test, Illinois testi, 505 çeviklik testi, Pro-Çeviklik testi gibi objektif testlerle kronometre ile testlenebilir (49, 50).

### 2.7.5. Sporda Yorgunluk

Sporcunun özel hayatına özen göstermemesi, fiziksel ve psikolojik sağlık sorunları, antrenman yanlışları, alınan su miktarı ve beslenmesine dikkat etmemesi sporcuyu yorgun hale getirir. Bu yorgunluk dinmeyle geçmeyecek haldeyse kronik yorgunluktan söz edebiliriz. Sporcudaki bulgular daha da artarsa kuvvette azalma durumu gözlenebilir. Anaerobik enerji üretimlerinden biri olan laktik asit sistemi, oksijen açığına bağlı olarak çok kullanıldığında sporcuda kaslar içinde laktik asitin birikme, atılma ve geçiş hızlarına, görevli kastaki kan akım hızına kaslardaki enzim aktivitesine ve laktik asite olan toleransa göre yorgunluk belirtileri açığa çıkartır. Sinir-kas kavşağında fonksiyonun bozulması, hazır enerji glikojen depolarının yetersizliği, kreatin-fosfat depolarının

yetersizliği, kanın sıcaklığının artması, kanın ph değerinin azalması ve laktik asit oluşunun artması sporcuyu fiziksel yorgunluğa götürür. Yorgunluğu değerlendirmek için saha ve performans testleri yapılabil-diği gibi Yorgunluk şiddet  l eği ve Borg Yorgunluk  l eği gibi sorular içeren özel anketlerle de yorgunluk değerlendirilebilir (51-53).

## 2.8. Isınma

Canlıyı altına gireceği strese biyolojik ve mental olarak hazırlayan hareketler bütününe ısınma denir. Isınma mücadele ve egzersize hazırlık amacıyla yapılan süre olarak kısa, yoğunluk olarak da yüksek aktivite içermesiyle gösterilecek performansın maksimal seviyelere kadar ulaşmasına yardımcı olur. Aynı zamanda ısınma, fizyolojik olarak organizmayı hazırlayarak, kas metabolitlerinin artmasına, kas içi kan akımı ve sıcaklığın yükselmesine, kas iletim hızında yükselişlere ve kas oksijen kullanımının artmasıyla birlikte oluşabilecek yaralanmaların önüne ge ebilece  bir bariyer görevi görür. Günümüzde bakıldığında ısınma, hazırlanılan spora özel aktiviteler içerdiği gibi spordan bağımsız genel aktiviteler de içerir (54).

### 2.8.1. Isınmanın  eşitleri

Kas içindeki 1  C yükseliş gösterilen performansta %2-5 artış sağlar (55). Isınma teknikleri vücut hareketleri açısından pasif ve aktif “ısınma” olarak i kiye, spora yönelik olması açısından ise genel ve özel “ısınma” olarak i kiye ayrılır. Hareketsiz olunan, aktifte kıyasla daha düşük enerji gerektiren masajlar, saunalar, sıcak duşlar, pasif “ısınma” kategorisine girerken, vücudun hareketiyle gerçekleşen eklem hareketi ile oluşturulan ve vücudu aksiyona hazırlayan “ısınma” çeşitine de aktif “ısınma” denir.

Genel ısınma çeşitinde büyük kas grupları ve vücudun metabolizması hedef alınır, hafif tempo koşular ile başlanıp dinamik esnetme çalışmaları ile devam eder bu sayede kalp atım hızı artar, merkez sıcaklık hafif yükselir ve ter bezleri çalışır, özel ısınma çeşitinde spora yönelik çalışacak kaslar, eklemler ve vücut bölgeleri hedef alınır. Genel ve özel ısınma tipleri eş zamanlı uygulandığında, geleneksel “ısınma” adını verdiğimiz bugün de güncel olarak kullanılan “ısınma” şekli olarak ortaya çıkar (54).

### 2.8.2. Isınma Miktarı

Isınma süresi, bir çok değişkenlerden etkilenmekle birlikte yaklaşık 14-24 dakika kadar sürer. Bu değişkenler ortamın sıcaklığı, yapılacak aktivitenin ne zaman yapılacağı, bireyin yaşı, biyolojik ve mental durumudur (56).

### 2.8.3. FIFA 11+

“FIFA” Sağlık Kurulunun oluşturduğu yaklaşık 20 dakika süren bir antrenman ve ısınma protokolüne verilen isimdir (57) (Ek-1). Bu uygulama 14 yaşın üzerindeki sporculara uygulanır çünkü pliometrik egzersizler de içerir. 14 yaşın altında bu ısınma protokolünden faydalanmak isteyen adolesanlar için “FIFA 11 + Kids” adı verilen antrenman öncesi ısınma şeklinde bir çeşidi de mevcuttur (58). “FIFA 11+” 15 egzersiz ve 3 bölüm içeren, hareketin tekniği ile yakından ilgilenen, vücut pozisyonları, hizalamalar, dizin konumu, inişler gibi detaylara inen ısınma egzersizlerine core kuvvetini de ekleyen bir egzersizler bütünüdür. İlk bölümü aktif germeleri ve kontrollü temasları içeren hafif tempo koşulardan oluşur. İkinci bölüme ise büyük kas gruplarının ve ekstremitelerin aktivasyonu ayrıca denge ve çeviklik olmak üzere toplamda 6 set egzersiz ve setlerin giderek zorlaştığı 3 seviye bulunur. 3. ve son bölüme gelecek olursak yön değiştirerek yapılan orta ve hızlı koşu çalışmaları bulunur. Futbol takımlarında genellikle geleneksel ısınma protokolleri futbol topuna temaslar içermesine rağmen “FIFA 11+” protokolü topla temas içermez (59, 60).

## 2.9. Yaralanmaların Mekanizması ve Yaralanmalardan Korunma

Profesyonel erkek futbolcuların yaralanma riskleri, yüksek riskli endüstriyel işlerde çalışan insanlarla kıyaslandığında 1000 kat daha yüksektir (61). Futbolda temaslı ve temassız olmak üzere 2 farklı şekilde yaralanma mekanizması vardır. Bu yaralanma mekanizmaları arasında temassız yaralanma mekanizması futbol yaralanmalarının %96’lık bir kısmını oluşturur. Geri kalanı ise temaslı yaralanma çeşididir (62). En yaygın görülen kas yaralanması olan “hamstring yaralanması”, yüksek hızlı koşular gerektiren sporlarda daha sık ortaya çıkar. Yüksek hız barındıran bütün sportif yaralanmaların %37 si “hamstring yaralanmasıdır” (5) ve yılda ortalama %2-3 oranında bu oran giderek artmaktadır (61). “Hamstring yaralanmaları” ise tüm yaralanmaların %12-16 sını oluşturur ve en çok biceps femoris yaralanır (63-64). “Hamstringin yaralanma

mekanizmaları” arasında en sık görüleni %60-70’lik oranla tip 1 straindir, bu yaralanmayı %5 lik bir oranla tip 2 strain takip eder. Sprint ve koşularda tip 1 strain oluşurken, tip 2 strain daha az görülür. Antrenman sırasında da “hamstring yaralanması” olmasına rağmen yine de mücadele sırasında yaşanan yaralanmalar 11 kat fazladır ve sporcuyu antrenman sırasında geçirdiği yaralanmaya oranla daha uzun süre spordan uzak tutmaktadır (62).

“Hamstring” iki farklı mekanizma ile yaranılır. Tip 1 mekanizma iki eklem kat eden bir kas olan “hamstringin” hızlı koşu anında eksantrik kasılması ile gerçekleşirken (5, 62), tip 2 mekanizma diz ekstansiyonu sırasında veya aşırı kalça fleksiyonu ile oluşur (kayarak müdahale ya da yukarı yönlü topa ayak uzatma gibi) (65). Tip 1 yaralanmaların %76-87’si biceps femorisin kas-tendon başlangıç üst bileşkesinde gerçekleşirken (66, 67), tip 2 yaralanma proksimal semimembranosus bölgesi olan tuber ischiadicuma yakın alanlarda oluşur, bu yaralanma tiplerinde ayrıca siyatik sinir yaralanmaları da eşlik edebilir, iskiyal avülsiyon, kas-tendon bileşkesi yırtıkları, tam kat yırtıklar, fibula başı avülsiyonları ve parsiyel yırtıklar yaralanma çeşitleridir (68). Akut hamstring yaralanmaları doğru şekilde tedavi edilmezse, tedavisi daha zor olan kronik proksimal hamstring tendinopatisine de dönüşebilir. Profesyonel futbolcularda sakatlanılan yerden problemin nüks etme ihtimali ise %12’dir (66). Futbol kulüplerince “yaralanmalardan korunmak” adına geçirilmiş yaralanmadan oluşan skar dokusunun iyileşme döneminde doğru şekilde yok edilmesi, azalmış olan esnekliğin tekrar yerine konması ve var olan esneklik yetersizliklerinin giderilmesi, “hamstring yaralanmalarında” diz fleksörlerinin kuvvetinin artırılıp hamstring quadriceps oranının korunması ve izole “hamstring” eksantrik kuvvetlendirme ile denge-proprioepsiyon, “core” kasları eğitimi, gluteal kas kuvvetinin artırılmasıyla hamstring bölgesinden tekrar yaralanma olasılığını azaltma planlanmaktadır (69).

## 2.10. Risk Faktörleri ve Nüks Olasılığı

Profesyonel futbolda karşımıza çıkan yaralanmaların %16’sı tekrar nükseden yaralanmalardan oluşur (62). Hamstring kaslarından yarananan sporcuların yaklaşık 3 te 1’i sahaya dönüş sonrası aynı bölgeden ilk 2 hafta içinde tekrar yarananırlar (70). Sporcuların “hamstring yaralanmaları” etkileyen değiştirebilir ve değiştirilemez risk faktörleri vardır. Değiştirilemez faktörler sporcunun geçirdiği yaralanması, etnik faktörleri, genetik sınırı ve yaşıdır. Değiştirebilenlere baktığımız da ise hamstring kasını zorlama oranı, zayıf gluteal kaslar, kısa kalça fleksörleri, hamstring ve quadriceps kasları

arasındaki kuvvet dengesizlikleri ve “hamstring” kuvvet yetersizliği, bacak uzunluk farkları, önceki yaralanmalar, “hamstring” gerginliği ve esneklik yetersizliği, zemin, ayakkabı, ortam sıcaklığı, yetersiz-uygunsuz ısınma ve yorgunluk gelir. Spora dönüşten sonra tekrarlanan yaralanmaların nedeni bu risklerden bir veya bir kaçının bir arada bulunmasıdır. Uygulanacak tedavi çeşitli protokolleri izlese de sahaya dönüş her zaman kişiye özel olmalıdır (71,72). Kas yaralanmaları için ortalama takımdan uzak kalma süresi 8-28 gün arasındadır. Daha ciddi yaralanmalarda ise 28 günden daha fazla süren tedavi sürecinin genele oranı %9-13 arasındadır (64)



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Katılımcılar

Adolesan futbolcularda “hamstring kas grubuna” ait refleks kontraksiyon ile patlayıcı güç, sprint, eksantrik kuvvet ve esneklik parametrelerinin incelendiği bu çalışma İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarları’nda ve Başakşehir 5 Mevsim Spor Kulübünde yapıldı. Çalışma, İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’nun 06.12.2019 tarihli ve 20 sayılı toplantısında onaylandı.

Çalışma 2020 yılında TFF İstanbul 2. Amatör Liginde 5 Mevsim Kulübünde oynayan 14-16 yaş grubu sporcuları içermektedir. FIFA 11+ ısınması uygulanan toplamda 30 kişi katılmıştır. Çalışmaya ve ölçümlere başlamadan önce sporcuların kendileri ve ebeveynlerine “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” (Ek-2) imzalatılmıştır. Bütün gönüllülere, velilerine, takımın teknik ekibine ve idari personele çalışmanın amacı anlatılmış olup gönüllülerin kendi özgür iradeleriyle çalışmaya onay vermeleri istenmiştir. Yapılmış olan bu çalışma için “Bilimsel Araştırma Projesi Birimi” (BAP) ya da “TÜBİTAK” tan herhangi maddi bir destek alınmamıştır.

Çalışmaya katılan gönüllülerin bu çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 13-18 yaş arası olmak
- Erkek Cinsiyet
- “Son 6 ayda” alt ekstremite yaralanması “geçirmemiş olmak”
- “Son 6 ayda” bel veya alt ekstremite operasyonu “geçirmemiş olmak”
- “Son 6 ayda” sistemik ve nörolojik hastalık “geçirmemiş olmak”
- Gönüllü olmak
- “Kalça, diz ve ayak” problemlerinin olmaması

Çalışmaya katılan gönüllülerin bu çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Gönüllü olmamak
- Kronik hastalığa sahip olmak
- “Son 6 ayda” bel veya alt ekstremitte yaralanması yaşamış veya cerrahi operasyon “geçirmiş olmak”
- “Son 6 ayda” sistemik ve nörolojik hastalık “geçirmiş olmak”

### 3.2. Yöntem

Öncelikle sporcuların boy ve kilo ölçümleri yapıldıktan sonra doğum tarihi, topa vurmaya tercih ettiği baskın bacağı kaydedildi, yaralanma geçmişi sorulup gerekli muayeneler yapıldı ve iletişim bilgisi alındı.

1. gün hamstring sit and reach test ile “hamstring” uzunlukları sporcular ısınma yaptırdıktan sonra kaydedilip, patlayıcı kuvvet değerleri için drop, squat ve counter-movement jump yaptırdı. Grup kendi içinde 5'er dakika arayla 3 kişilik gruplar halinde ve birbirlerinden bağımsız olarak ısındırılıp soğumanın önüne geçilmesi sağlandı.

2. gün sporcuların ısınmadan önce baskın bacağından TMG ölçümleri alınıp “hamstring” kasının refleks kontraksiyon parametreleri ve kasın elektriksel değişimleri testlendi. Ardından sporculara ısınma protokolü uygulanıp ölçümler tekrarlandı. Grup kendi içlerinde 5'er dakika arayla 3 kişilik gruplar halinde ve birbirlerinden bağımsız olarak ısındırılıp soğumanın önüne geçilmesi sağlandı. TMG ölçümlerden 3 saat sonra grup ısınmasını takiben 10-20-30 metre sprint testi 2 kez uygulanıp iyi olan sonuçları kaydedildi.

Testleri takip eden günler içerisinde de sporcular tek tek yatay bisiklette 10 dakika ısındıktan sonra her iki bacaklarına da Humac Norm Cybex'te eksantrik “hamstring” kas kuvveti testi yapıldı ve sonuçları kaydedildi.

Testler öncesinde kullanılacak olan tüm cihazların kalibrasyonları tekrar yapılmış olup kasın kasılabilirlik özelliğini etkilememek için saha çalışmaları günün aynı saatlerinde ve aynı sıcaklıklara yakın açık güneşli havada diğer çalışmalar ise kapalı ortamda yapılmıştır.

### 3.3. Isınma Protokolü

Isınma için FIFA 11+ (Şekil 3-1) ısınma protokolü 2. seviye uygulandı. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak ve kalitesini arttırmak için kendi takım hocaları tarafından FIFA 11+ ısınma grubuna FIFA 11+ ısınmasının ikinci zorluk seviyesi önceden öğretildi ve 1 hafta kadar uygulandı. Katılımcılar adolesan yaş kategorisinde oldukları için üç farklı zorluğu bulunan FIFA 11+'nın koşu, kuvvet, denge ve pliyometrik çalışmaları içeren ikinci zorluk seviyesi (Tablo 3-1) uygulanmıştır. Suni granül zemin sahada ısınma çalışmaları uygulanmış olup testler sahanın yanındaki tesis içinde kapalı bir alanda gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3-1: FIFA 11+ ısınma protokolünün saha düzeni**

A yönünde koşu B yönünde geriye doğru jogging

Sahanın bir yanında dinamik diğer bir yarısında statik hareketler

**Tablo 3-1: FIFA 11+ Isınma Protokolü**

|                                                                         | Egzersizin Tipi                                                      | Tekrar / Süre (sn)                 |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Bölüm 1<br>Koşu egzersizleri<br>(8 dakika)                              | Düz koşu                                                             | 2 set                              |
|                                                                         | Kalçayı dışarıya doğru çevirerek koşu                                | 2 set                              |
|                                                                         | Kalçayı içe doğru çevirerek koşu                                     | 2 set                              |
|                                                                         | Partnerle çember çizerek koşu                                        | 2 set                              |
|                                                                         | Partnerle omuz temaslı koşu                                          | 2 set                              |
|                                                                         | Çabuk ileri-geri koşu                                                | 2 set                              |
| Bölüm 2 (2.Seviye)<br>Kuvvet,<br>Pliometrikler,<br>Denge<br>(10 dakika) | Bacakları kaldırarak yüzüstü bench (plank)                           | 40-60sn x 3 set                    |
|                                                                         | Kalçayı kaldırıp indirerek yana bench                                | 20-30sn x 3 set<br>(her iki bacak) |
|                                                                         | Orta seviye Nordic Curl                                              | 7-10 tekrar x 1 set                |
|                                                                         | Tek ayak dengede partnere el ile top atma                            | 30 sn. x 2 set<br>(her iki bacak)  |
|                                                                         | Yürüyerek çömelmeler (lunge)                                         | 2 set                              |
|                                                                         | Yaklaşık 1 metreye dışarıya sıçrama                                  | 30 sn x 2 set                      |
| Bölüm 3<br>Koşu egzersizleri<br>(2 dakika)                              | Saha boyunca koşma                                                   | %75-80 maksimal hız x set          |
|                                                                         | Diz çekerek tavşan koşu                                              | 2 set                              |
|                                                                         | 4-5 adım jog ve ani yön değiştirme ardından 5-7 adım submaksimal hız | %80-90 maksimal hız x 2 set        |

### 3.4. Veri Toplama Araçları

#### 3.4.1. Tensiyomiyograf Testi

Bu testleme yapılırken “TMG (GK 40, PANOPTİK d.o.o., Ljubljana, Slovenya)” kullanılmıştır. Testlenecek cilt yüzeyi önce temizlenir, kişi kolları yandan sarkacak şekilde sedyeye yüzüstü yatar. Üzerinde “hamstring kas grubunu” açık bırakacak şekilde kısa bir şort veya sadece iç çamaşırı bulunması daha uygundur. Ayak bileğinin altına ince bir yastık konularak diz fleksiyon açısını 30 da kalması sağlanır (Yüz üstü prone yatışta tam ekstansiyondaki diz 0 kabul edilmiştir). Literatürde Delagi ve

arkadaşlarının yayınladığı “Anatomical Guide for The Electromyographer: The Limbs” de yer alan “M. Biceps Femorisin” motor noktaları işaretlenir (73). Isınmadan önce ve sonra işaretli noktalardan ölçüm alınır (60). TMG cihazının transduceri kasta işaretlediğimiz noktaya dik gelecek şekilde yerleştirilir. Basınç  $1.5 \times 10^{-2}$  Newton/mm<sup>2</sup> olmalıdır (Şekil 3-2). Ölçümde “(Compex Medikal SA, Ecublens, Switzerland)” 5 cm x 5cm kare boyutlarındaki elektrotları kullanılmıştır. Belirlediğimiz noktanın 50 mm uzaklığında proksimaline anot, distaline ise katot yerleştirilmiştir (Şekil 3-3). İlk verilen akım 20mA ve 1 ms süresince verilmiştir. Akımlar 10mA lik güç arttırımı ile en yüksek maksimal deplasman gözlenene kadar, maksimum 100mA olacak şekilde yükseltilmiştir (Şekil 3-4). Aynı zamanda testleme sırasında verilen akımlar arasında kasın yorgunluğunun azaltılması ve kasın tetaniye girmemesi amaçlanarak 15 saniyelik bekleme süreleri verilmiştir. Isınmadan sonra da bu testler yukarıda bahsedildiği şekilde tekrarlanmıştır.



Şekil 3-2: Tmg cihazının yerleştirilirken basınç uygulanıp sabitlenmesi



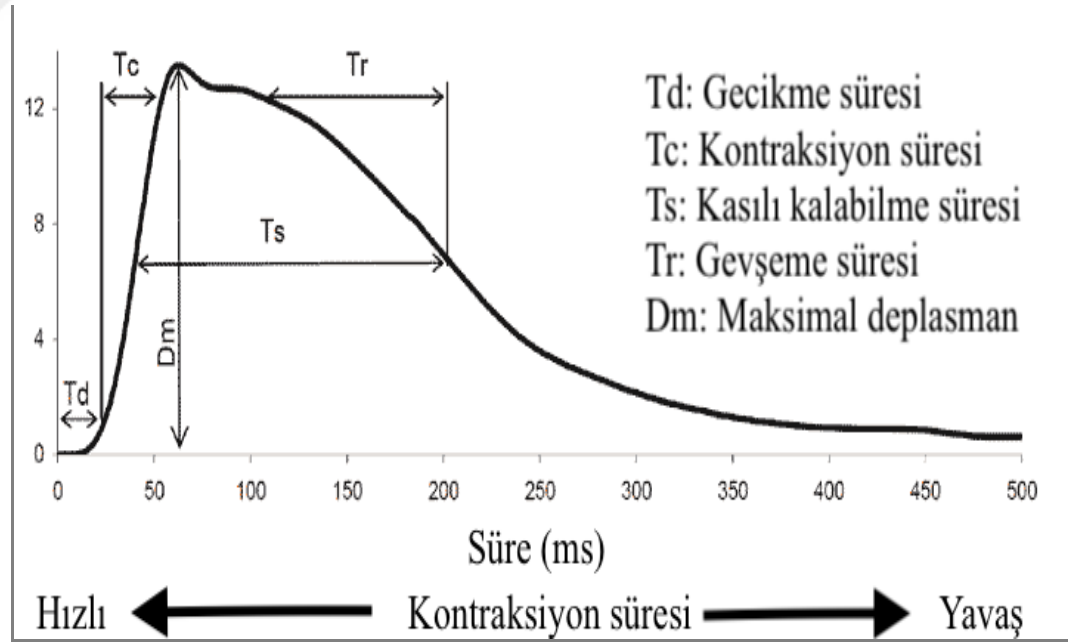
**Şekil 3-3: Cihazın anot-katot yerleşim gösterimi**



**Şekil 3-4: Test sırasında akımın arttırılması**

Testten elde edilen bulgular (Şekil 3-5):

- Dm (Maksimum displacement): Milimetre cinsinden hesaplanan kasın kasılmasıyla radyal yönde oluşan yer değiştirmedir.
- Td (Time of Delay): Milisaniye cinsinden hesaplanır. Elektrik stimülasyonu verildiği andan itibaren %10 Dm'ye ulaşana kadar geçen gecikme süresidir.
- Tc (Time of Contraction): Milisaniye cinsinden hesaplanır. Maksimal radyal yer değiştirmenin %10 dan %90 olmasına kadar geçen süredir.
- Ts (Sustain Time): Milisaniye cinsinden hesaplanır. Kasılmanın %50 Dm si ile gevşemenin %50 Dm'si arasında kalan, kasılı kalabilme süresi olarak adlandırılan gerçekleşen kasılmanın gevşemeden geçirdiği süredir.
- Tr (Relaxion Time): Gevşemede %90 Dm ile %50 Dm arasında geçen sürenin milisaniye karşılığıdır (74).



Şekil 3-5: Tmg testlemesi parametrelerinin grafik üzerinde tanımı

### 3.4.2. Hamstring Esneklik Testi

Sit and reach (Otur ve Eriş) testi gövdenin öne fleksiyon hareketiyle lumbal ve “hamstring kaslarının” esnekliklerini değerlendirmeye yönelik bir testtir. Farklı ölçüleri olmasına rağmen Eurofit normlarına göre uzunluğu 35cm, genişliği 45cm, ve yüksekliği 32cm olan kasanın ayak tabanlarının dayandığı yerden 15cm dışarıdadır (75) (Şekil 3-6). Testimiz yere L şeklinde uzanan sporcunun, ayak tabanlarını test masasının altına dayadıktan sonra, dizlerini bükmeden eller üst üste açık ve aynı hizada öne doğru uzatıp, ulaşabildiği son noktada yaklaşık 3 saniye bekletmesiyle ulaştığı mesafe kaydedilir, test 2 kez tekrar edilip iyi olan mesafe cm cinsinden kaydedilmiştir. Pozitif mesafe +, nötrale yetişememe - olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3-6: Hamstring sit and reach test ekipmanı

### 3.4.3. Patlayıcı Kuvvet Testleri

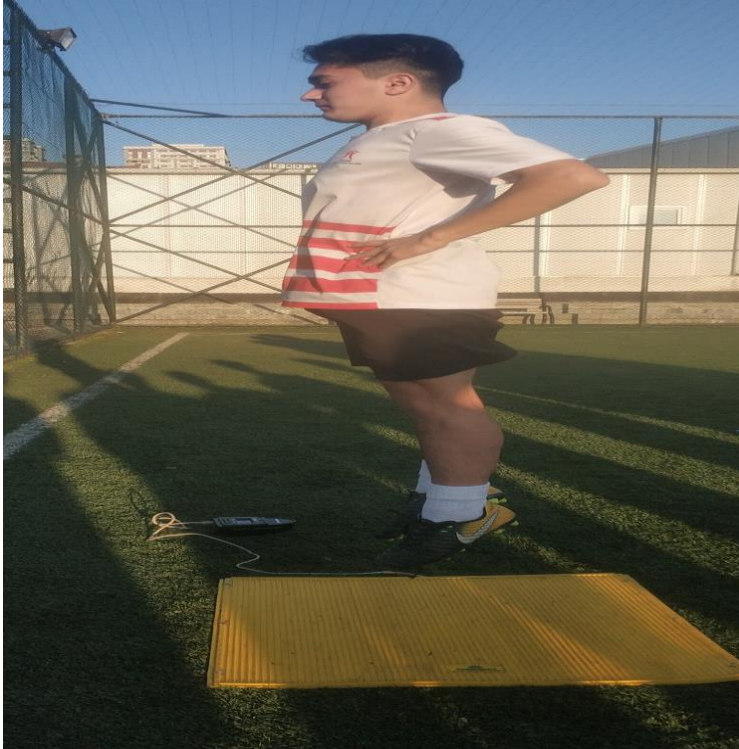
#### 3.4.3.1. Squat Jump Sıçrama Testi

Bu test “Fusion Sport Smart Jump, Coopers Plains, Australia” sıçrama cihazı kullanılarak yapılmıştır. Sporcu sıçrama matı üzerine çıkıp, sıçrama süresince ellerini belinden ayırmaması gerektiği konusunda bilgilendirilmiştir (Şekil 3-7). Sporcu elleri belde dizi 90 derece bükülü pozisyonda beklerken istediği bir zamanda squat sıçrama yapmıştır (Şekil 3-8). Her sporcuya tekrar aralarında yeteri kadar dinlenme süresi verilip iki deneme yaptırılmış; daha yüksek olan performansı kaydedilmiştir. Smartjump sistemi, sporcuların squat sıçrama ile ulaşabildikleri yükseklik bilgilerini ve havada kalma sürelerini bizlere vermiştir. Veriler Smart Jump sisteminden alınarak bilgisayarda analiz

edilmiştir. Katılımcıların squat jump sıçramalarının zirve güç değerleri Sayers formülüne göre değerlendirilmiştir (42).



**Şekil 3-7: Squat Jump başlangıç pozisyonu**



**Şekil 3-8: Squat Jump yükselişi**

### 3.4.3.2. Counter-Movement Jump Aktif Sıçrama Testi

Bu test “Fusion Sport Smart Jump” sıçrama cihazı kullanılarak yapılmıştır. Sporcu sıçrama matı üzerine çıkıp, sıçrama süresince ellerini belinden ayırmaması gerektiği konusunda bilgilendirilmiştir. Sporcu elleri belde ayakta dik bir pozisyonda beklerken istediği bir zamanda ilk olarak squat pozisyonuna 90 derece kadar çöküp aniden dikey sıçrama yapmıştır. Her sporcuya tekrar aralarında yeteri kadar dinlenme süresi verilip iki deneme yaptırılmış; daha yüksek olan performansı kaydedilmiştir. Smart Jump sistemi, sporcuların counter-movement sıçrama ile ulaşabildikleri yükseklik bilgilerini ve havada kalma sürelerini bizlere vermiştir. Veriler Smart Jump sisteminden alınarak bilgisayarda analiz edilmiştir. Sporcuların performansları squat jump verileriyle birleştirildiğinde elastik enerjileri ve eksantrik enerji kullanım oranları hesaplanmıştır. Katılımcıların counter-movement jump sıçramalarının zirve güç değerleri Sayers formülüne göre değerlendirilmiştir (42). Squat jump ile yerden yükseğe zıplanan mesafelerle birlikte elastik enerji birikimi farkı ve eksantrik kullanım oranları da hesaplanmıştır (46, 47).

### 3.4.3.3. Drop Jump Sıçrama Testi

Bu test “Fusion Sport Smart Jump” sıçrama cihazı kullanılarak yapılmıştır. Sporcu 45 cm yüksekliğinde bir kutunun üzerinde elleri belinde bekleyip, tek ayak önde inilecek mata doğru adım atar ve serbest düşer yere temas ettiği andan itibaren squat açısına gelmeden az bir çömelme ve kısıtlanmış bir diz fleksiyon açısı ile tüm gücüyle iki ayağıyla yukarı doğru sıçrayıp tekrar matın içine düşmek zorundadır, bu sırada ellerini belinden ayırmamıştır. Her sporcuya tekrar aralarında yeteri kadar dinlenme süresi verilip iki deneme yaptırılmış; daha yüksek olan performansı kaydedilmiştir. Smart Jump sistemi, sporcuların drop jump sıçrama ile ulaşabildikleri yükseklik bilgilerini ve havada kalma sürelerini bizlere vermiştir. Veriler Smart Jump sisteminden alınarak bilgisayarda analiz edilmiştir. Katılımcıların drop jump sıçramalarının zirve güç değerleri Sayers formülüne göre değerlendirilmiştir (42).

#### 3.4.4. İzokinetik Kuvvet Testi

Cybex HUMAC/NORM (CSMI, 2004) marka izokinetik dinamometre kullanıldı. Teste hazırlık için sporculara 55-65 devirde bisiklet ve hamstring bölgesi için esnetme egzersizleri 10 dakika boyunca uygulatıldı. Test “hamstring kas grubuna” konsantrik/ekstantrik mod, yüzüstü pozisyon, 0-135 derece eklem hareket açıklığı, 60°/sn konsantrik/eksantrik kuvvet ölçümü açısal hızları seçildi. Dominant taraf ilk sırada olacak şekilde iki bacakta değerlendirmeye alındı. Sporcu cihaza yüzüstü uzanıp testlenecek bacağın dizi dışarı çıktıktan sonra dinamometrenin merkezi sporcunun diz merkezinin lateral izdüşümüne hizalandı ve aparat ayak bileğinin malleolar seviyesinden crus bölgesinin ön yüzüne bağlandı. Sporcu pelvis üzerinden, femur distalinden ve testlenecek bacağın uyluk bölgesinden aparat kemerle sabitlendi (Şekil 3-9). Kişiye test hakkında bilgiler verilip “hamstring kasının” hareket açıklığı değerleri cihaza tanıtıldı. Testte cihazın kayıt almasından önce harekete alışmak ve izokinetik konsantrik/eksantrik kasılmayı sporcunun anlaması için 3 tekrar hareket açıklığı boyunca örnek yapıldı. Test tam ekstansiyondan başlayıp 135 derece fleksiyona kadar konsantrik gerçekleşirken aynı hareket açıklığı sporcunun dinamometreyi kendine çekmek istemesi yani dinamometreyi tutmaya çalışmasıyla birlikte dinamometrenin ekstansiyon yönüne giderken testlenenin uyguladığı kuvveti tekrar testlenene geri yansıtma prensibi ile eksantrik kasılma şeklinde 4 tekrar olarak çalıştı (Şekil 3-10). Test devam ederken sporcuya motivasyon ve geri bildirim sağlandı. Test sırasında 4 eklem hareketi boyunca gerçekleşen tekrarlar arası ciddi fark olan sporcular başka bir gün tekrar teste alındı. Kişi kaynaklı oluşabilecek hataları azaltmak için testler aynı kişi yönetiminde yapıldı. Testleme arası 3 dakika ara verilip aynı test diğer bacağı da uygulandı.

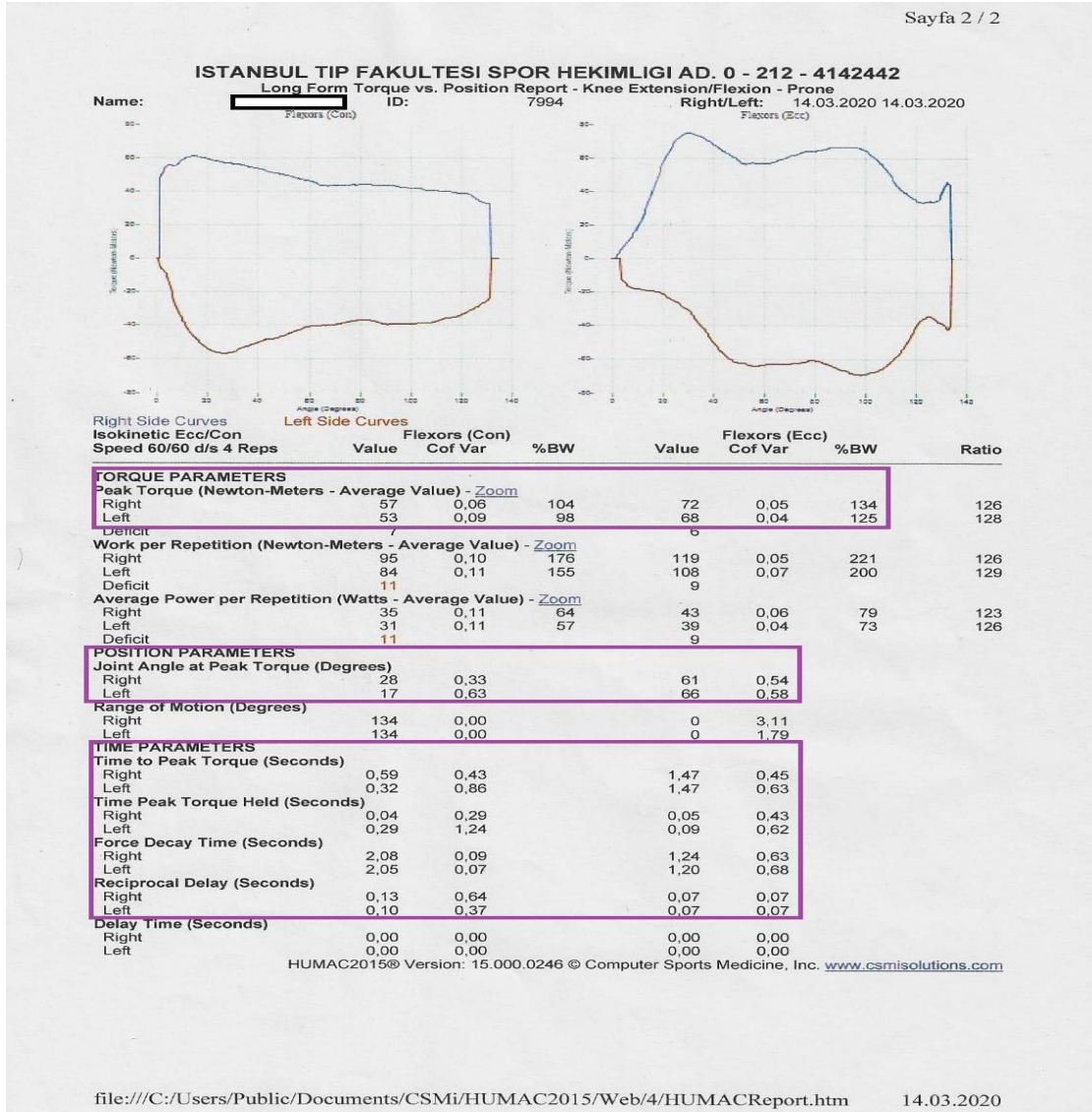
"Long torque/position" biçiminde rapor (Şekil 3-11) alındı. Pik tork (Newton-metre), kilo bağımlı üretilen pik tork (Newton-metre), pik torka ulaşıldığındaki eklem açısı (derece), pik torka ulaşma süresi (saniye), pik torku tutabilme süresi (saniye), force decay time (saniye) diye tabir edilen pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre ve reciprocal delay (saniye) diye tabir edilen ekstremité yönünü tersine çevirmek için gereken süre kaydedildi.



**Şekil 3-9: Sporcunun izokinetik cihazda sabitlenmesi**



**Şekil 3-10: Sporcunun izokinetik Testlemesi**



**Şekil 3-11: Alınan rapor örneği ve değerlendirilen değerler**

### 3.4.5. Sprint Testleri

Suni çim granül sahada 0 başlangıç çizgisi, 10 metre, 20 metre ve 30 metre düz bir hat boyunca TROY 23133 Arazi Tipi Şerit Metre (30m x 13mm) ile belirlenmiş olup, 10'ar metre mesafeyle Sony FDR X1000V kameraları yerleştirilip sporcunun yapacağı maksimal sprint Seven Elektronik SE-164 Kablosuz Fotoselli Kronometre sistemi ile testlenmiştir.

Sporcu bir ayağı diğer ayağından önde, öndeki ayağı başlangıç çizgisinde sabit 2 saniye bekledikten sonra düdük sesiyle maksimal koşuya başlar ve test boyunca kişiye sözel

motivasyon verilir, yeterli dinlenmeden sonra test tekrarlanır ve iyi olan 10-20 ve 30. Metre sonuçları saniye cinsinden kaydedilir (Şekil 3-12).

Seven Elektronik SE-164 Kablosuz Fotoselli Kronometre 62,5 nanosaniye hassasiyetinde işlem hızına sahip olan bir cihazdır.



**Şekil 3-12: Sporcunun sprint değerlerinin ölçümü**

### 3.5. İstatiksel Değerlendirme

Tüm veriler bilgisayarda “SPSS” (statistical package for social sciences) for Windows v22 programına kaydedilerek analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ilk olarak hangi testlerin “(parametrik/nonparametrik testler)” uygulanacağına karar vermek için karşılanması gereken varsayımlar test edilmiştir. “Dağılımın normalliğine” karar vermek için “Shapiro-Wilk testi”, “normal dağılımı”nın diğer varsayımları olan basıklık ve çarpıklık değerleri ve “histogram” grafiğinden yararlanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerin yapıldığı iki değişken karşılaştırmasında normal dağılım sergileyen verilerde “Paired

Sample T testi”, “normal dağılım” sergilemeyen verilerde “Wilcoxon testi” kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiye “Pearson’s korelasyon katsayısı” ile bakılmıştır. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisine aşamalı “Linear Regresyon Analizi” ile bakılmıştır. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında “ $p < 0.05$  anlamlılık düzeyi” ölçüt olarak kullanılmıştır.



#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, adolesan futbolcularda “hamstring kas grubuna” ait refleks kontraksiyon ile patlayıcı güç, sprint, eksantrik kuvvet ve esneklik arasındaki ilişki incelenmiştir. “Hamstring kasının” tensiyomiyograf ile refleks kontraksiyon değerleri ısınma öncesi ve sonrası testlenip kaydedilmiştir. Sporcularda patlayıcı gücü testleyebilmek için drop jump, counter-movement ve squat jump yaptırılıp havada kalma süreleri ve yerden zıplama yükseklikleri kaydedilip zirve güç değerleri eksantrik kuvvet kullanım oranları ve elastik enerji birikimi farkları hesaplanmıştır. 10, 20, 30 metre sprint değerleri testlenmiştir. “Hamstring kasının” 60°/s’de konsantrik/eksantrik pik tork değerleri, pik torkların üretildiği açılar, pik torka ulaşma süreleri, pik torku tutabilme süreleri, pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre, ekstremita yönünü tersine çevirmek için gereken süreler analiz edilmiştir. Son olarak “hamstring kasının” uzunluğu ölçülüp sonuçlar değerlendirilip aralarındaki ilişki incelenmiştir.

#### 4.1. Katılımcılara İlişkin Özet İstatistikler

##### 4.1.1. Demografik Bilgiler

Katılımcılar 30 kişilik erkek adolesan futbolculardır. Grubun 26 kişinin dominant bacağı sağ, 4 kişinin dominant bacağı soldur. 2 kaleci, 7 defans, 6 kanat, 9 merkez orta saha ve 6 forvet çalışmaya katılmıştır.

**Tablo 4-1:** Katılımcıların Demografik Bilgileri

|                           | $\bar{X}$ | Ss    | Medyan | Min.   | Maks.  |
|---------------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|
| Yaşam Süresi (Ay)         | 183,70    | 10,92 | 184,50 | 164,00 | 199,00 |
| Boy (Cm)                  | 173,03    | 8,22  | 173,00 | 154,00 | 187,00 |
| Kilo (Kg)                 | 59,97     | 9,83  | 60,00  | 41,00  | 82,00  |
| Vki (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 19,98     | 2,42  | 19,70  | 16,00  | 25,00  |

Katılımcıların yaş (ay) ortalaması  $183,7 \pm 10,92$ 'dir, boy (cm) ortalaması  $173,03 \pm 8,22$ , kilo (kg) ortalaması  $59,97 \pm 9,83$  ve vki ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) ortalaması  $19,98 \pm 2,42$  dir

#### 4.1.2. Hamstring Esnekliği

**Tablo 4-2:** Katılımcıların Hamstring Esnekliği

|    | $\bar{X}$ | Ss    | Medyan | Min.   | Maks. |
|----|-----------|-------|--------|--------|-------|
| HE | 0,37      | 10,52 | 2,00   | -18,00 | 21,00 |

HE: Hamstring Esnekliği (cm)

HE (cm) ortalamaları  $0,37 \pm 10,52$ 'dir.

#### 4.1.3. Patlayıcı Güç, Zıplama Değerleri

**Tablo 4-3:** Katılımcıların Patlayıcı Güç, Zıplama Değerleri

|         | $\bar{X}$ | Ss    | Medyan | Min.   | Maks.  |
|---------|-----------|-------|--------|--------|--------|
| Dj HKS  | 514,40    | 35,59 | 516,50 | 445,00 | 592,00 |
| Cmj HKS | 507,23    | 29,94 | 505,00 | 429,00 | 572,00 |
| Sj HKS  | 494,80    | 32,62 | 494,50 | 425,00 | 561,00 |

HKS: Havada Kalma Süresi (milisaniye) Dj: Drop Jump Cmj: Counter-Movement Jump Sj: Squat Jump

Dj HKS (ms) ortalaması  $514,40 \pm 35,59$ , Cmj HKS (ms) ortalaması  $507,23 \pm 29,94$ , Sj HKS (ms) ortalaması  $494,80 \pm 32,62$  dir.

**Tablo 4-4:** Katılımcıların Yerden Yükselme Değerleri

|        | $\bar{X}$ | Ss   | Medyan | Min.  | Maks. |
|--------|-----------|------|--------|-------|-------|
| Dj YY  | 32,57     | 4,43 | 32,50  | 24,30 | 43,00 |
| Cmj YY | 32,25     | 5,06 | 31,95  | 22,60 | 50,20 |
| Sj YY  | 30,22     | 4,06 | 30,00  | 22,10 | 38,60 |

YY: Yerden yükselme (cm)

Dj YY (cm) ortalaması  $32,57 \pm 4,43$ , Cmj YY (cm) ortalaması  $32,25 \pm 5,06$ , Sj YY (cm) ortalaması  $30,22 \pm 4,06$  dir.

**Tablo 4-5: Katılımcıların Zirve Güç Değerleri**

|        | $\bar{X}$ | Ss     | Medyan  | Min.    | Maks.   |
|--------|-----------|--------|---------|---------|---------|
| Dj PP  | 2638,69   | 485,72 | 2651,15 | 1673,32 | 3571,65 |
| Cmj PP | 2524,78   | 523,59 | 2538,80 | 1070,93 | 3382,92 |
| Sj PP  | 2550,68   | 497,82 | 2491,25 | 1570,13 | 3571,65 |
| SSC    | 0,08      | 15,34  | 1,81    | -36,47  | 15,89   |
| EUR    | 1,00      | 0,17   | 1,02    | 0,64    | 1,67    |

PP: Zirve güç (watt) SSC: Elastik Enerji Birikimi Farkı (%) EUR: Eksantrik Kullanım Oranı

Dj PP (watt) ortalaması  $2638,69 \pm 485,72$ , Cmj PP (watt) ortalaması  $2524,78 \pm 523,59$ , Sj PP (watt) ortalaması  $2550,68 \pm 497,82$ , SSC (%)  $0,08 \pm 15,34$ , EUR ortalaması  $1,00 \pm 0,17$  dir.

#### 4.1.4. Sprint Değerleri

**Tablo 4-6: Katılımcıların Sprint Değerleri**

|        | $\bar{X}$ | Ss   | Medyan | Min. | Maks. |
|--------|-----------|------|--------|------|-------|
| 10M. S | 1,87      | 0,14 | 1,88   | 1,61 | 2,13  |
| 20M. S | 3,26      | 0,22 | 3,26   | 2,85 | 3,67  |
| 30M. S | 4,60      | 0,31 | 4,59   | 4,05 | 5,21  |

M. S: Metre sprint (saniye)

10M. S (sn) ortalaması  $1,87 \pm 0,14$ , 20M. S (sn) ortalaması  $3,26 \pm 0,22$ , 30M. S (sn)  $4,60 \pm 0,31$  dir.

#### 4.1.5. İzokinetik Kuvvet Değerleri

**Tablo 4-7:** Katılımcıların İzokinetik Kuvvet Değerleri

| Konsantrik Değerler | $\bar{X}$ | Ss    | Medyan | Min.  | Maks.  |
|---------------------|-----------|-------|--------|-------|--------|
| R K PT              | 64,90     | 17,31 | 61,00  | 27,00 | 96,00  |
| L K PT              | 62,00     | 19,23 | 58,00  | 22,00 | 99,00  |
| R K PT-NA           | 107,70    | 21,66 | 110,00 | 60,00 | 152,00 |
| L K PT-NA           | 101,87    | 23,77 | 105,50 | 45,00 | 140,00 |

PT: Pik tork (Newton-metre) PT-NA: Vücut ağırlığına göre pik tork R: Sağ taraf L: Sol taraf K:Konsantrik

R K PT konsantrik kuvvet ortalaması (Nm)  $64,90 \pm 17,31$ , L K PT konsantrik kuvvet ortalaması (Nm)  $62,00 \pm 19,23$ , R K PT-NA konsantrik kuvvet ortalaması (%)  $107,70 \pm 21,66$ , L K PT-NA konsantrik kuvvet ortalaması (%)  $101,87 \pm 23,77$  dir.

**Tablo 4-8:** Katılımcıların Eksantrik Kuvvet Değerleri

| Eksantrik Değerler | $\bar{X}$ | Ss    | Medyan | Min.   | Maks.  |
|--------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|
| R E PT             | 92,93     | 19,34 | 91,50  | 64,00  | 141,00 |
| L E PT             | 91,77     | 18,06 | 93,00  | 57,00  | 127,00 |
| R E PT-NA          | 155,30    | 22,50 | 153,50 | 116,00 | 191,00 |
| L E PT-NA          | 153,50    | 21,02 | 153,50 | 125,00 | 194,00 |

E: Eksantrik

R E PT eksantrik kuvvet ortalaması (Nm)  $92,93 \pm 19,34$ , L E PT eksantrik kuvvet ortalaması (Nm)  $91,77 \pm 18,06$ , R E PT-NA eksantrik kuvvet ortalaması (%)  $155,30 \pm 22,50$ , L E PT-NA eksantrik kuvvet ortalaması (%)  $153,50 \pm 21,02$  dir.

**Tablo 4-9:** Katılımcıların Pik Torka Ulaşılan Eklem Açısı Değerleri

|          | $\bar{X}$ | Ss    | Medyan | Min. | Maks.  |
|----------|-----------|-------|--------|------|--------|
| R K JAPT | 27,70     | 17,86 | 24,00  | 8,00 | 103,00 |
| R E JAPT | 51,73     | 24,79 | 53,50  | 8,00 | 100,00 |
| L K JAPT | 29,03     | 16,88 | 24,50  | 6,00 | 77,00  |
| L E JAPT | 49,30     | 24,63 | 42,00  | 6,00 | 90,00  |

JAPT: Pik torka ulaşılan eklem açısı (°)

R K JAPT derece (°) ortalaması  $27,70 \pm 17,86$ , R E JAPT derece ortalaması  $51,73 \pm 24,79$ , L K JAPT derece ortalaması  $29,03 \pm 16,88$ , L E JAPT derece ortalaması  $49,30 \pm 24,63$  tür.

**Tablo 4-10:** Katılımcıların Pik Torka Ulaşma Süresi Değerleri

|         | $\bar{X}$ | Ss   | Medyan | Min. | Maks. |
|---------|-----------|------|--------|------|-------|
| R K TPT | 0,52      | 0,41 | 0,44   | 0,01 | 2,06  |
| R E TPT | 1,70      | 0,51 | 1,65   | 0,69 | 2,55  |
| L K TPT | 0,59      | 0,48 | 0,50   | 0,01 | 2,16  |
| L E TPT | 1,78      | 0,53 | 1,87   | 0,90 | 2,66  |

TPT: Pik torka ulaşma süresi (sn)

R K TPT süre (sn) ortalaması  $0,52 \pm 0,41$ , R E TPT süre ortalaması  $1,70 \pm 0,51$ , L K TPT süre ortalaması  $0,59 \pm 0,48$ , L E TPT süre ortalaması  $1,78 \pm 0,53$  tür.

**Tablo 4-11:** Katılımcıların Pik Tork Tutabilme Süresi Değerleri

|          | $\bar{X}$ | Ss   | Medyan | Min. | Maks. |
|----------|-----------|------|--------|------|-------|
| R K TPTH | 0,05      | 0,03 | 0,04   | 0,01 | 0,13  |
| R E TPTH | 0,10      | 0,11 | 0,05   | 0,01 | 0,41  |
| L K TPTH | 0,06      | 0,05 | 0,05   | 0,01 | 0,29  |
| L E TPTH | 0,07      | 0,06 | 0,06   | 0,01 | 0,30  |

TPTH: Pik torku tutabilme süresi (sn)

R K TPTH süre (sn) ortalaması  $0,05 \pm 0,03$ , R E TPTH süre ortalaması  $0,10 \pm 0,11$ , L K TPTH süre ortalaması  $0,06 \pm 0,05$ , L E TPTH süre ortalaması  $0,07 \pm 0,06$  dir.

**Tablo 4-12:** Katılımcıların Pik Tork Üretiminin Sonundan Hareketin Sonuna Kadar Geçen Süre Değerleri

|         | $\bar{X}$ | Ss   | Medyan | Min. | Maks. |
|---------|-----------|------|--------|------|-------|
| R K FDT | 2,08      | 0,37 | 2,10   | 0,56 | 2,52  |
| R E FDT | 0,94      | 0,54 | 0,90   | 0,10 | 2,23  |
| L K FDT | 2,06      | 0,35 | 2,12   | 1,08 | 2,65  |
| L E FDT | 0,95      | 0,53 | 0,82   | 0,09 | 1,84  |

FDT: Pik Tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre (sn)

R K FDT süre (sn) ortalaması  $2,08 \pm 0,37$ , R E FDT süre ortalaması  $0,94 \pm 0,54$ , L K FDT süre ortalaması  $2,06 \pm 0,35$ , L E FDT süre ortalaması  $0,95 \pm 0,53$  tür.

**Tablo 4-13:** Katılımcıların Ekstremitte Yönünü Tersine Çevirmek İçin Gereken Süre Değerleri

|        | $\bar{X}$ | Ss   | Medyan | Min. | Maks. |
|--------|-----------|------|--------|------|-------|
| R K RD | 0,08      | 0,05 | 0,06   | 0,05 | 0,29  |
| R E RD | 0,07      | 0,01 | 0,06   | 0,05 | 0,10  |
| L K RD | 0,09      | 0,04 | 0,08   | 0,05 | 0,25  |
| L E RD | 0,08      | 0,08 | 0,07   | 0,05 | 0,51  |

RD: Ekstremitte yönünü tersine çevirmek için gereken süre (sn)

R K RD süre (sn) ortalaması  $0,08 \pm 0,05$ , R E RD süre ortalaması  $0,07 \pm 0,01$ , L K RD süre ortalaması  $0,09 \pm 0,04$ , L E RD süre ortalaması  $0,08 \pm 0,08$  dir.

#### 4.1.6. Refleks Kontraksiyon Değerleri

**Tablo 4-14:** Katılımcıların Kontraksiyon Süresi, Gevşeme Süresi, Gecikme süresi ve Kasılmanın Gevşemeden Devam Ettiği Süre ve Maksimal Deplasman Değerleri

|                | Parametreler | N  | Ortalama $\pm$ SS   | Medyan | Min.  | Maks.  |
|----------------|--------------|----|---------------------|--------|-------|--------|
| Isınma öncesi  | Tc           | 30 | 32,37 $\pm$ 13,87   | 27,85  | 17,60 | 72,31  |
|                | Tr           | 30 | 51,28 $\pm$ 42,60   | 39,93  | 12,57 | 179,88 |
|                | Td           | 30 | 23,08 $\pm$ 2,57    | 22,96  | 18,12 | 28,51  |
|                | Ts           | 30 | 184,17 $\pm$ 62,18  | 160,53 | 94,50 | 383,28 |
|                | Dm           | 30 | 5,52 $\pm$ 2,50     | 5,10   | 1,47  | 10,90  |
| Isınma sonrası | Tc           | 30 | 37,06 $\pm$ 17,96   | 32,34  | 14,99 | 83,22  |
|                | Tr           | 30 | 37,65 $\pm$ 35,27   | 29,93  | 4,43  | 158,93 |
|                | Td           | 30 | 22,99 $\pm$ 2,86    | 22,90  | 17,04 | 28,42  |
|                | Ts           | 30 | 165,11 $\pm$ 101,19 | 141,03 | 31,46 | 463,38 |
|                | Dm           | 30 | 5,17 $\pm$ 2,52     | 5,26   | 0,33  | 9,03   |

Tc: Kontraksiyon süresi Tr: Gevşeme süresi Td: Gecikme süresi Ts: Kasılmanın gevşemeden devam ettiği süre Dm: Maksimal deplasman

Dominant bacak hamstring TMG değerlendirmesinde ısınma öncesi ve sonrası arasındaki farklarda Ts ve Tr değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Tablo 4-15). Ts (ms) ortalama değeri 184,17 den 165,11 e, Tr (ms) ortalama değeri ise 51,28 den 37,65 e gerilemiştir (Tablo 4-14).

#### 4.2. Isınma Öncesi ve Sonrası Değerlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

**Tablo 4-15:** Katılımcıların Isınma Öncesi ve Sonrası Değerleri

| Değişkenler | Grup  | n  | Aritmetik Ortalama (Sıra Ortalaması) | St Sapma (Medyan) | İstatistik test | p    |
|-------------|-------|----|--------------------------------------|-------------------|-----------------|------|
| Tc          | Önce  | 30 | (13,31)                              | (27,85)           | z: -1,22        | 0,22 |
|             | Sonra | 30 | (17,18)                              | (32,34)           |                 |      |
| Tr          | Önce  | 30 | (16,45)                              | (39,93)           | z: -1,98        | 0,04 |
|             | Sonra | 30 | (13,60)                              | (29,93)           |                 |      |
| Ts          | Önce  | 30 | (27,00)                              | (160,53)          | z: -2,56        | 0,01 |
|             | Sonra | 30 | (13,73)                              | (141,03)          |                 |      |
| Td          | Önce  | 30 | 23,08                                | 2,57              | t: 0,23         | 0,82 |
|             | Sonra | 30 | 22,99                                | 2,86              |                 |      |
| Dm          | Önce  | 30 | 5,52                                 | 2,50              | t: 0,94         | 0,35 |
|             | Sonra | 30 | 5,17                                 | 2,52              |                 |      |

Z: Wilcoxon test, t: paired sample t testi

Tmg Dm, Tc, ve Td ısınma öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ( $p>0,05$ ).

Tmg Tr ısınma öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0,05$ ). Sıra ortalamaları ve medyan değerlerine bakıldığında Tmg Tr son test değerleri (Sıra ortalaması: 13,60) ön test değerlerinden (Sıra ortalaması: 16,45) daha küçüktür.

Tmg Ts ısınma öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0,05$ ). Sıra ortalamaları ve medyan değerlerine bakıldığında Ts son test değerleri (Sıra ortalaması: 13,73) ön test değerlerinden (Sıra ortalaması: 27,00) daha küçüktür.

#### 4.3. Ölçek Puanlarının İlişisine Yönelik Korelasyon Analizi

Araştırmada kapsamında ölçülen değişkenler ile Tmg Tr ve Ts fark değişkenleri (son ölçüm-ilk ölçüm) ile arasındaki ilişkiye “Pearson’s korelasyon katsayısı” ile bakılmıştır.

“Korelasyon analizi”, değişkenlerin bağımlı veya bağımsız olarak dikkate alınmaksızın, aralarındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek üzere kullanılan “istatistiksel bir yöntemdir”. “Korelasyon kat sayısı (  $r$  ), -1 ile +1 arasında değişen değerler alır” ve bu değerler, ilişkinin yönünü ve kuvvetini gösterir. “Korelasyon katsayısının” (-) değer alması, değişkenler arasındaki ilişkinin ters orantılı olduğunu, (+) değer alması ise, doğru orantılı olduğunu gösterirken “kat sayının değeri”  $\pm 1$ 'e yaklaştıkça ilişkinin kuvvetinin arttığı, 0'a yaklaştıkça da azaldığı görülmektedir (76).

#### 4.3.1. Tmg Ts Farkları ile Değişkenler Arasındaki İlişki

**Tablo 4-16:** Katılımcıların Tmg Ts Farkları ile Değişkenler Arasındaki Değerler

|                  | <b>r</b> | <b>p</b> |
|------------------|----------|----------|
| <b>Boy</b>       | 0,05     | 0,81     |
| <b>Kilo</b>      | 0,46     | 0,01*    |
| <b>HE</b>        | 0,06     | 0,74     |
| <b>R K PT</b>    | 0,30     | 0,11     |
| <b>R K PT-VA</b> | 0,06     | 0,74     |
| <b>R E PT</b>    | 0,48     | 0,01*    |
| <b>R E PT-VA</b> | 0,11     | 0,55     |
| <b>L K PT</b>    | 0,32     | 0,08     |
| <b>L K PT-VA</b> | 0,13     | 0,50     |
| <b>L E PT</b>    | 0,40     | 0,03*    |
| <b>L E PT-VA</b> | 0,05     | 0,79     |
| <b>10M S</b>     | -0,24    | 0,19     |
| <b>20M S</b>     | -0,27    | 0,15     |
| <b>30M S</b>     | -0,27    | 0,15     |
| <b>Dj PP</b>     | 0,42     | 0,02*    |
| <b>Cmj PP</b>    | 0,32     | 0,09     |
| <b>Sj PP</b>     | 0,34     | 0,07     |
| <b>SSC</b>       | 0,14     | 0,46     |
| <b>EUR</b>       | 0,14     | 0,46     |
| <b>R E TPT</b>   | 0,44     | 0,02*    |
| <b>R E FDT</b>   | -0,45    | 0,01*    |

\*p < 0,05

Ts değişkeni ile kilo arasında pozitif yönde, orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. (r: 0,46 ,  $r^2$ :0,21 , p<0,05) Ts değerindeki değişkenliğin (varyansın) % 21'ini kilo değişkeni açıklamaktadır.

Ts değişkeni ile R E PT arasında pozitif yönde, orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. ( $r: 0,48$  ,  $r^2:0,23$  ,  $p<0,05$ ) Ts değerindeki değişkenliğin (varyansın) % 23'ünü R E PT değişkeni açıklamaktadır.

Ts değişkeni ile L E PT arasında pozitif yönde, orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. ( $r: 0,40$  ,  $r^2:0,16$  ,  $p<0,05$ ) Ts değerindeki değişkenliğin (varyansın) % 16'sını L E PT değişkeni açıklamaktadır.

Ts değişkeni ile Dj PP arasında pozitif yönde, orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. ( $r: 0,42$  ,  $r^2:0,16$  ,  $p<0,05$ ) Ts değerindeki değişkenliğin (varyansın) % 18'sini Dj PP değişkeni açıklamaktadır.

Ts değişkeni ile R E TPT arasında pozitif yönde, orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. ( $r: 0,44$  ,  $r^2:0,16$  ,  $p<0,05$ ) Ts değerindeki değişkenliğin (varyansın) % 19'unu R E TPT değişkeni açıklamaktadır.

Ts değişkeni ile R E FDT arasında pozitif yönde, orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. ( $r: -0,45$  ,  $r^2:0,16$  ,  $p<0,05$ ) Ts değerindeki değişkenliğin (varyansın) % 20'sini R E FDT değişkeni açıklamaktadır.

Ts değişkeni ile Boy, HE, R K PT, R K PT-VA, R E PT-VA, L K PT, L K PT-VA, L E PT-VA, 10M S, 20M S, 30M S, Cmj PP, Sj PP, SSC, EUR verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. ( $p>0,05$ )

#### 4.3.2. Tmg Tr Farkları ile Değişkenler Arasındaki İlişki

**Tablo 4-17:** Katılımcıların Tmg Tr Farkları İle Değişkenler Arasındaki Değerler

| <b>Tr Fark</b>   | <b>r</b> | <b>p</b> |
|------------------|----------|----------|
| <b>Boy</b>       | -0,02    | 0,94     |
| <b>Kilo</b>      | 0,31     | 0,10     |
| <b>HE</b>        | -0,01    | 0,96     |
| <b>R K PT</b>    | 0,09     | 0,63     |
| <b>R K PT-VA</b> | -0,07    | 0,72     |
| <b>R E PT</b>    | 0,36     | 0,06     |
| <b>R E PT-VA</b> | 0,13     | 0,48     |
| <b>L K PT</b>    | 0,13     | 0,50     |
| <b>L K PT-VA</b> | 0,00     | 0,99     |
| <b>L E PT</b>    | 0,24     | 0,20     |
| <b>L E PT-VA</b> | 0,02     | 0,91     |
| <b>10M S</b>     | -0,10    | 0,60     |
| <b>20M S</b>     | -0,10    | 0,61     |
| <b>30M S</b>     | -0,08    | 0,68     |
| <b>Dj PP</b>     | 0,30     | 0,11     |
| <b>Cmj PP</b>    | 0,21     | 0,27     |
| <b>Sj PP</b>     | 0,20     | 0,29     |
| <b>SSC</b>       | 0,14     | 0,45     |
| <b>EUR</b>       | 0,14     | 0,45     |
| <b>R E TPT</b>   | 0,35     | 0,06     |
| <b>R E FDT</b>   | -0,37    | 0,06     |

Tmg Tr değişkeni ile Boy, Kilo, HE, R K PT, R K PT-VA, R E PT, R E PT-VA, L K PT, L K PT-VA, L E PT, L E PT-VA, 10M S, 20M S, 30M S, Dj PP, Cm j PP, Sj PP, SSC, EUR, R E TPT, R E FDT verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. ( $p>0,05$ )

#### 4.4. Ts Değişkenin Yordamasına İlişkin Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

Ts fark değişkeni ile istatistiksel olarak anlamlı biçimde ilişkili çıkan, kilo, R E PT, L E PT, Dj PP, R E TPT, R E FDT değişkenleri arasında çok değişkenli doğrusal regresyon analizi stepwise metodu ile yapılmıştır. Ts değişkeni bağımlı değişken olarak alınmış ve Ts değişkenini, kilo, R E PT, L E PT, Dj PP, R E TPT, R E FDT bağımsız değişkenleri etkileyip etkilemediği, anlamlı biçimde etkileyen değişkenler varsa hangi değişkenin daha çok etki ettiği araştırılmıştır.

Regresyon analizi değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini bulmaya imkan veren bir analiz yöntemidir. Bağımsız değişken X hakkında sahip olunan bilgilerden hareketle bağımlı değişken Y tahmin edilmeye çalışılmaktadır (77).

**Tablo 4-18:** Katılımcıların Regresyon Analizine Model Anlamlılığına İlişkin Bulgular

| Model |           | Kareler Toplamı | sd   | Kareler Ortalaması | Düzeltilmiş $R^2$ | F   | p     |
|-------|-----------|-----------------|------|--------------------|-------------------|-----|-------|
| 1     | Regresyon | 98416,6         | 1,0  | 98416,6            | 0,205             | 8,5 | 0,01  |
|       | Artıklar  | 324353,3        | 28,0 | 11584,0            |                   |     |       |
|       | Toplam    | 422769,8        | 29,0 |                    |                   |     |       |
| 2     | Regresyon | 143349,4        | 2,0  | 71674,7            | 0,290             | 6,9 | 0,001 |
|       | Artıklar  | 279420,4        | 27,0 | 10348,9            |                   |     |       |
|       | Toplam    | 422769,8        | 29,0 |                    |                   |     |       |

Model 1 : R E PT

Model 2 : R E PT ve R E FDT

**Tablo 4-19:** Regresyon Analizine İlişkin Katsayılar Tablosu

| Model |            | B       | St.Hata | Standar<br>tize Beta | t      | p    | Tole<br>ranc<br>e | VIF  | Durbin-<br>Watson |
|-------|------------|---------|---------|----------------------|--------|------|-------------------|------|-------------------|
| 1     | Sabit      | -299,05 | 98,051  |                      | -3,050 | 0,01 |                   |      | 1,95              |
|       | R E<br>PT  | 3,013   | 1,034   | 0,482                | 2,915  | 0,01 | 1,00              | 1,00 |                   |
| 2     | Sabit      | -174,56 | 110,264 |                      | -1,583 | 0,13 |                   |      |                   |
|       | R E<br>PT  | 2,435   | 1,016   | 0,390                | 2,398  | 0,02 | 0,93              | 1,08 |                   |
|       | R E<br>FDT | -75,261 | 36,119  | -0,339               | -2,084 | 0,04 | 0,93              | 1,08 |                   |

Aşamalı linear regresyon analizi sonuçları incelendiğinde Durbin-Watson istatistiği ile gözlemlerin bağımsızlığına bakılmıştır. Test istatistiği 0-4 arasında değişmekte olup, 2 değeri artıkların ilişkisiz olduğu yani otokorelasyon olmadığı anlamına gelmektedir. 3'ten büyük bir değer bitişik artıklar arasında negatif bir korelasyonu gösterirken 1'in altındaki değer pozitif bir korelasyonu belirtir (77). Yapılan analizde Durbin-Watson değerleri 1.95 olarak bulunmuş bu değer hata terimleri arasında otokorelasyon olmadığı anlamına gelmektedir. Varyans büyütme faktörü, (VIF) 1 ile 1,08 arasında değişmekte olup çoklu bağlantılılık sorunun olmadığı görülmektedir. Tablo.5 incelendiğinde 2 model olduğu ve bu modellerin anlamlı olduğu görülmektedir. (Sırasıyla düzeltilmiş  $R^2: 0,205, R^2: 0,290$   $p<0,05$ )

Düzeltilmiş  $R^2$  değeri bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni ne oranda açıkladığını belirtir. Model 1 de R E PT Değişkenin Ts fark değişkeninin % 20 sini açıkladığı ve anlamlı olduğu, model 2'de R E PT ve R E FDT değişkenlerinin birlikte Ts değişkeninin % 29'unu açıkladığı ve anlamlı olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). Standardize

regresyon katsayısına göre, bağımsız değişkenlerinin Ts değerleri üzerine görelî önem sırasına bakıldığında R E PT değişkenin R E FDT göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.



## 5. TARTIŞMA

Tensiyomiyograf Slovenya’da bulunan L bliyana  niversitesinin Elektrik-Elektronik Bölümünde üretilen bir cihazdır. Srdjan Djordjevi  ile birlikte medikal ve spor alanında yaklaşık 20 yıldır kullanılmaktadır. TMG-BMC Limited  irketini kuran bu grup Tmg cihazlarını tekelinde bulundurmaktadır (78). Yapılan literatür araştırmalarında tmg ile ilgili çok az çalışma olmasıyla beraber tmg’nin spor ile ilgili kullanımı içeren araştırma sayısı daha da kısıtlıdır. 2010’da Tous-Fajardo J ve arkadaşları, 2012 ‘de Hunter AM ve arkadaşları ve, 2012’ de Garcia-Garcia ve arkadaşlarının yaptığı güvenilirlik çalışmalarının olumlu sonuçlarından dolayı bu cihazı tercih ettik (25,79,80). Çalışmamızı bir çok kullanım avantajına sahip olan ve özellikle objektif veriler veren Tmg parametrelerinin sporcudan ve sporcunun kaslarına ait hangi dinamiklerden nasıl etkilendiğini açıklayabilmek için bu çalışmayı yaptık. Kasın elektromekanik verilerini net bir şekilde elde ettiğimiz Tmg verilerinden olan Dm, Tc ve Td’nin direk sahip olunan kuvvetle ilgili korelasyon veren kasılma hızının (velocity of contraction)  alı malarda her daim kullanıldığını fakat yorgunlukla ilişkili Ts ve Tr ‘nin son 5 yılda kullanımının çok azaldığını gördük (25). Literatürdeki  alı malarda Tmg’nin kasın temel özelliklerinden olan kuvvet, patlayıcı güç, sprint ve esneklikle birlikte olan ilişkilerini açıklayan bir çalışma göremedik, dolayısıyla ilgili kastan elde edilecek verileri etkileyebileceğini d   nd   m z veya sahip olunan özelliklerle ilgili kasın eletromekanik sonuçlarını etkileyecek olan kasın konsantrik kuvveti, eksantrik kuvveti, kasın patlayıcı güç, patlayıcı g  le alakalı olan sprint süresi ve kasın esneklik parametrelerini inceledik. Örneklem grubumuzu 30 kişilik ya ları ve vücut kitle indeksleri çok yakın olan adolesan futbolculardan seçtik.  nceleyece imiz parametrelerde gerek metabolizmanın gerek sporcunun hazır olması için bir ısınma uygulatmamız gerektiği için, bizde içinde ara tırac ımız parametreleri içeren etkinliği kanıtlanmış ve futbolda kullanılan FIFA 11+ ısınma metodunu tercih ettik (7). Her uygulama öncesi bu ısınmayı kullanarak tensiyomiyograf verilerini de ısınma öncesi ve sonrası testleyerek aradaki farkı kimin daha anlamlı a ıklayabilece ini araştırmak istedik. Çalışmamızı daha da kuvvetlendirmek için de tüm verilerimizi sayısal ve objektif sonuçlar verebilecek cihazlarla destekledik. Tensiyomiyograf testlemesi için futbolda en fazla görülen kas yaralanması olan “hamstring grubunun” ciddi bir sakatlık olarak de erlendirdi imiz  n çapraz ba  yaralanmasından korunmak için de direk etkili olduğundan, testlenmesi kolay ve yüzeyel

bir kas olan hem de hem kuvvet, patlayıcı güç, sprint ve esneklikte direk etkili olması sebebiyle “hamstring kasının” kullanımını tercih ettik (5).

FIFA 11+ ısınma öncesi ve sonrası değerleri arasında TMG ‘nin Tr ve Ts değişkenlerinde anlamlı farklılık saptandı, Dm, Tc, ve Td değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı. Ardından elde ettiğimiz Tr ve Ts değişkenleri ile testlediğimiz 47 adet veri arasında korelasyona bakıldı. Ts değişkeni ile kilo, sağ bacak eksantrik pik tork, sol bacak eksantrik pik tork, drop jump zirve güç, sağ bacak eksantrik pik torka ulaşma süresi ve sağ bacak eksantrik pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre değişkenlerinin tümünde orta kuvvette pozitif yönlü anlamlı ilişki bulundu. Anlamlı fark gösteren Tr değişkeni ile tüm veriler değerlendirmeye alındığında ise anlamlı bir korelasyon bulunamadı. Anlamlı fark bulunan Ts değişkeni tek bağımlı çok değişkenli doğrusal regresyon analizine sokularak, kilo, sağ bacak eksantrik pik tork, sol bacak eksantrik pik tork, drop jump zirve güç, sağ bacak eksantrik pik torka ulaşma süresi ve sağ bacak eksantrik pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre bağımsız değişkenlerinden etkilenip etkilenmediği, etkilendiği var ise hangi değişkenin daha çok etkilediği sorgulandı. Aşamalı regresyon analizi sonuçlarına göre Ts değişimini sağ bacak eksantrik pik tork %20 oranında açıklarken, sağ bacak eksantrik pik tork ve sağ bacak eksantrik pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre değerleri birlikte %29 oranında açıklayarak anlamlı bulundular.

Gil S ve ark. (81) 2015’ te Brezilya’lı elit 20 futbolcuda Tmg parametreleri ile zıplama ve sprint performansı arasındaki ilişkiyi incelemişler ve Tmg parametreleri ile güce bağımlı motor hareketler değerleriyle bir korelasyon bulamamışlardır. Pereira La ve ark. (82) 2019’ da yaptıkları çalışmada Brezilya’lı 14 rugby milli takımı sporcusunun tmg veri değişimlerini kuvvet, 30 metre sprint, patlayıcı güç sıçramaları ve teknik antrenman yaptırarak incelemişler ve kontraksiyon hızının (Vc) akut etkilendiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kontraksiyon hızında bir değişme bulunmamıştır. Kontraksiyon hızında buldukları farkın sebebi yaptırıkları antrenmanlarla ilişkilendirebilir. De Hoyo M. ve ark. (83) 2013’ te 18 elit adolesan futbolculara yaptığı çalışmada vastus medialis ve vastus lateralis kasına yönelik kuvvet, zıplama ve sprint testleri yaptırıp diğer gruba bu gruba kinezyotape uygulayarak değerlendirmişlerdir. Kinezyotape’in gruplara herhangi anlamlı bir etkisi olmayıp önce ve sonra tmg değerlerinde VL ve VM için Tr’ de anlamlı

artma ve VL için Ts' de anlamlı azalma belirtilmiştir. Ts' de ki azalma sonuçlarımız ortak olsa da bu azalmanın hangi uygulamadan dolayı gerçekleştiği belirtilememiştir.

Sánchez J ve ark. (84) ise 2018'de 20 elit futsal oyuncusunda tekrarlı 7x30 metre sprint testleri (RSA) yapıp tmg verilerindeki değişimleri incelemişler, çalışmanın sonucunda biceps femoris kasının Ts zamanında anlamlı düşüş belirtmişlerdir. Yapılan çalışma ile bizim bulduğumuz sonuçlar paraleldir. FIFA 11+ ısınma protokolü de tekrarlı sprintler içerdiği için benzer sonuçlar bulduğumuz düşünülebilir. Sánchez J ve ark. (85) 2019'da diğer çalışmasından 4 ay sonra yaptıkları bu çalışmada ise İspanyol 62 kişilik farklı adolesan yaş grupları üzerine tekrarlı 7x30 metre sprint testleri (RSA) yapıp tmg verilerindeki değişimleri incelemişler, biceps femoris kasında anlamlı bir değişim bulamamışlardır. 14, 16, 18 altı yaş grubunu inceledikleri çalışmalarında en yüksek sprint hızını vücut gelişiminden etkileneceği için 18 yaş altı grupta beklerlerken 16 yaş grubunun başarısı daha yüksek çıkmıştır, bu bulguyu da 18 yaş grubunun yorgun olabileceğine bağlayıp tmg sonuçlarına etki edebileceği düşünülmüştür. Bu bilgiden yola çıkarak yapılacak çalışmalara sporculara yönelik fiziksel ve mental bir yorgunluk değerlendirilmesi eklenmesi önerebilir.

Rey E ve ark. (86) 2012'de İspanyol 78 profesyonel futbolcuyla yaptıkları araştırmada orta saha oyuncularının diğer oyunculardan daha yüksek anlamlı Ts değerlerine sahip olduklarını göstermişlerdir. Bizim grubumuzda da orta sahada oynayan futbolcu sayısı daha fazla olduğu için Ts düşüşlerinin daha fazla olabileceği söylenebilir.

Garcia-Manso JM. ve ark. (87) 2011'de 19 dayanıklılık triatlon sporcularıyla yaptığı çalışmada triatlon öncesi ve sonrası tmg parametrelerini karşılaştırmış, gösterilen efor sonucunda Dm, Tc ve Tr değerinde anlamlı yükseliş belirtmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızla tam ters gözüktüğü de, gevşeme zamanının artması kasın yorgunluğu, cilt sıcaklığındaki değişim, dehidratasyon ve cilt iletkenliğindeki değişim ile de açıklanabilir. Uyguladığımız FIFA 11+ gösterilecek efor öncesi bir ısınma protokolü olup triatlon branşı ise yoğun efor ve dayanıklılık gerektiren müsabakanın ta kendisidir. Giovanelli N. ve ark. (88) 2015'te İtalyan 18 erkek koşucu ile yaptıkları çalışmada, 43 kilometrelik Etna koşusunda performans gösteren sporcuların koşu öncesi ve sonrası Tmg parametrelerini karşılaştırmışlar, Dm hariç tüm parametrelerde anlamlı düşüş belirtmişlerdir. Koşu boyunca yükseltinin değişmesi, yorgunluğa bağımlı nöromusküler değişiklikler, kas hasarı, çalışmanın önemli limitasyonları olabilir. Bu çalışma dayanıklılık sporcularında

yarış sonrası anlamlı şekilde Dm nin arttığı ve Tc nin azaldığını ortak bir çıkarım olarak kabul etse de Gutiérrez-Vargas R ve ark. (89) 2019’da 11 erkek ve 7 kadın maratoncu ile yaptığı çalışmada, maraton sonrası rectus femoris kasında anlamlı şekilde Dm ve Tc’ nin arttığını göstermiştir. Bu nedenle Tc’ nin çalışmalarda farklı çıkmasının ilgili kas tipine veya cinsiyete göre de farklılık gösterebileceğini söyleyebiliriz. Biz de bu yüzden çalışmamızda sadece biceps femoris kasını testledik.

Yine Garcia-Manso JM. ve ark. (90) 2012’de yaptığı çalışmada 16 sağlıklı insana yüksek ağırlık ve çok tekrar içeren iki farklı protokolle biceps brachii için dirsek fleksiyonu uygulamış, Ts değerinin çok tekrar içeren grupta anlamlı derecede düştüğünü belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda paralel bir şekilde Ts değeri FIFA 11+ uygulamasına bağımlı halde düşmüştür, bu ısınma tipi de çok tekrarlı hareketler içerir.

Yine García-Manso JM. ve ark. (91) 2015’te yaptığı çalışmada 10 adolesan kadın jimnastikçi üzerinde iki farklı germe protokolü uygulayarak ısınma öncesi ve sonrası Tmg parametrelerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda her iki germe protokolünün sonucunda Ts değerinde anlamlı artma ve Tr değerinde anlamlı azalma belirtmişlerdir. Murray AM. ve ark. (92) 2016’da 12 elit squash oyuncusuna 2 saat arayla 60 saniye foam roller egzersizi uygulayıp tmg parametrelerindeki değişimlerine bakmıştır, esneklik parametrelerinde anlamlı değişim olmasına rağmen tmg parametrelerinde bir değişim olmamıştır. Rey E. ve ark. (93) 2016’da İspanyol 62 profesyonel erkek futbolcu ile yaptığı çalışmada, dominant bacakta biceps femoris ve rectus femoris için pasif düz bacak kaldırma ve quadriceps esnekliği ile Tmg parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yüksek quadriceps esnekliğine sahip olan grupta Dm daha yüksek çıkmış olup aralarında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Futbolcularda Tmg parametreleri ile esneklik arasında bir ilişki açıklanamamaktadır. Bizim çalışmamızda sahip olunan esneklik ile tmg parametreleri arasında bir değişim gözlenmemiş olup ilgili kasın esneklik çalışmasına nasıl cevap vereceği kesin olarak açıklanamamıştır.

López-Fernández J. ve ark. (94) 2018’ de yaptığı çalışmada 16 amatör futbolcuyu aynı futbol hareketlerini içeren protokolü uygulayarak rectus femoris ve biceps femoris için tmg parametrelerini çim ve granül zemin olarak karşılaştırıp parametreler arası değişim gözlene de anlamlı fark bulamamışlardır. Bizde çalışmamızı bu yüzden takımın sahip olduğu granül zeminde gerçekleştirdik.

Wiewelhive T. ve ark. (95) 2017’de yaptığı çalışmada 14 erkek adolesan tenis oyuncusuna rectus femoris kası için 1 haftalık yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman yaptırıp öncesi ve sonrası tmg parametreleri ile değişimleri karşılaştırmıştır. Çalışma sonunda herhangi bir değişkende anlamlı fark bulunamamıştır. Kuvvet artışının Dm yi arttırdığı varsayılırsa tensiyomiyografik verilerin adolesan sporcularda yeterince hassas olmadığı çıkarımı düşünülebilir, adolesan sporcularda daha düşük laktat üretimi olduğu için kas kasılabilirlik değerlerini etkileyebileceği göz ardı edilmemelidir.

Çalışmamızda sağ bacak eksantrik pik tork ile sağ bacak eksantrik pik tork üretiminin sonundan hareketin sonuna kadar geçen süre ile Ts değeri arasında bir ilişki bulundu. Çalışmaya başlamadan düşündüğümüz amaç Dm Td ve Tc değerlerinde değişimler bulup bunları yorumlamaktı, çünkü bu değişkenler daha amaca yöneliktiler, literatürde bazı çalışmalar Dm, Td ve Tc yi kuvvetle ve kas sertliği ile ilişkilendirirlerken Ts ve Tr yi de kuvvetle ilişkilendirip diğer parametreleri yorgunlukla açıklayan çalışmalar da bulunmaktadır. Ts ve Tr verileri sahip olduğumuz güncel bilgi birikimi ile henüz doğru ve yeterli bir biçimde yorumlanamamaktadır. Kasın çabuk gevşeyebilmesi, gevşeme süresinin kısa olması demek kasın bir sonraki kasılma periyotuna pozitif yönde hazırlık evresi olduğu gibi, kasın kasılı kalabilme özelliğini de yeterli ve uzun bir süre devam ettirememesi de negatif yönde yorumlanabilir. Bu dinamikler verileri kullanabilme özelliğimizi sınırlamaktadırlar.

Sonuç olarak tensiyomiyografik veriler, yapılmış olan çalışmalar ışığında

1. Kişinin yaşına bağlı gelişimini tamamlayıp tamamlamamasına göre
2. Cinsiyete göre ve kökenine göre
3. Farklı kas grupları ve hatta aynı kas grubunun farklı kasları için bile
4. Sporcunun branşına, oynadığı mevkiye, ilgili branştaki profesyonelliğine, kaç yıl boyunca o sporla ilgilenildiğine göre
5. Sporcunun hareketleri icra ettiği zemine, ortam sıcaklığına, nem oranına, kullandığı ayakkabıya, kıyafetine, test saatine göre
6. Kasının sıcaklığına, esnekliğine, hangi oranda hangi tip kas lifi içerdiğine göre
7. Uygulama öncesi 2 gün içinde alınmış kafein ve yemek miktarlarına, tüketilen su miktarına göre
8. Testleme öncesi 2 günde yapılmış olan aktivite yoğunluğuna göre
9. Sporcunun fiziksel ve mental yorgunluğuna göre
10. Testlemenin kasın hangi pozisyonunda hangi açıda yapıldığına göre

11. Uygulama alınacak kasın dominant taraf olup olmamasına göre
12. Kasın konsantrik ve eksantrik kasılabilirlik potansiyellerine göre
13. Tmg testlemesinin hangi akım arttırma protokolü uygulandığına göre
14. Deniz seviyesine bağımlı olan rakıma göre bile farklılıklar gösterebilmektedir.

Kasın kasılmasını etkileyen tüm fiziksel, hücre içi kimyasal, hücreler arası kimyasal, elektriksel ve mekanik tüm veriler Tmg parametrelerini etkileyebildiği için çalışmamızın sonuçları, tartışmanın sonucu ve literatür taraması ışığında güncel araştırma kaynakları, net bir şekilde tmg değişimlerini günümüz teknolojisinde açıklayamamaktadır. Araştırdığımız değişkenlerin birbirini nasıl etkilediği kimin kime göre daha üstün olduğunu açıklayabilmek için daha farklı teknikler ve ileri meta-analizlere ihtiyaç vardır. Belirttiğimiz limitasyonlar ve incelediğimiz literatür ışığında elde ettiğimiz Tmg verilerini etkileyen dinamikler dikkate alınarak daha kaliteli çalışmalar yapılmalı, değerlendirmelere yorgunluk ölçekleri eklenmeli ve Tmg verilerinin hangi değişkenlerden etkilendiği yorumlanarak sporcuların yaralanma sıklıkları azaltılmaya çalışılmalıdır. İncelediğimiz çalışmalardan gözlemlediğimiz kadarıyla Ultrason ile kastaki kalınlık, gerim ve sertlik belirlenip Tmg cihazıyla aralarındaki ilişkiye bakılarak daha objektif veriler elde edilebilir. Böylece spor başarısı, maddi kar ve spordan alınan duygusal haz daha da arttırılabilecektir.

Katılımcı sayımızın azlığı, tek bir cinsiyet oluşu, izokinetik kuvvet testlemesi öncesinde de FIFA 11+ ısınması yaptırılmaması, sadece adolesan yaş grubu örneklemine sahip oluşumuz, farklı spor gruplarından örnekleminiz olmayışı, sporcuların sezon içinde farklı yoğunluklarda yapılan antrenman ve müsabaka döneminde testlemeye alınması, 30 kişinin 26 sının sağ bacağına baskın kullanması çalışmamızın limitasyonlarından.

## KAYNAKLAR

- 1) Ahmed QA, Memish ZA. From the "Madding Crowd" to mass gatherings-religion, sport, culture and public health.
- 2) Travel Med Infect Dis. 2019 Mar-Apr;28:91-97. doi: 10.1016/j.tmaid.2018.06.001.
- 3) McCall A, Carling C, Davison M, Nedelec M, Le Gall F, Berthoin S, Dupont G. Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. Br J Sports Med. 2015 May;49(9):583-9. doi:10.1136/bjsports-2014-094104.
- 4) Emery CA, Pasanen K. Current trends in sport injury prevention. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2019 Feb;33(1):3-15. doi: 10.1016/j.berh.2019.02.009.
- 5) Abade E, Sampaio J, Gonçalves B, Baptista J, Alves A, Viana J. Effects of different re-warm up activities in football players' performance. PLoS One. 2017 Jun 29;12(6):e0180152. doi: 10.1371/journal.pone.0180152
- 5) Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. Br J Sports Med. 2016 Dec;50(24):1524-1535. doi: 10.1136/bjsports-2015-095362.
- 6) Maniar N, Shield AJ, Williams MD, Timmins RG, Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2016 Aug;50(15):909-20. doi: 10.1136/bjsports-2015-095311 .
- 7) Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. Br J Sports Med. 2015 May;49(9):577-9. doi: 10.1136/bjsports-2015-094765.
- 8) Alentorn-Geli E, Alvarez-Diaz P, Ramon S, Marin M, Steinbacher G, Boffa JJ, Cuscó X, Ballester J, Cugat R. Assessment of neuromuscular risk factors for anterior cruciate ligament injury through tensiomyography in male soccer players. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015 Sep;23(9):2508-13. doi: 10.1007/s00167-014-3018-1.
- 9) He, Jin (2001). An Analysis of Zhan Guo Ce (İngilizce). Pekin: Peking University Press. ss. 59-82.

- 10) "History of Football". FIFA. Fifa.com/23 Jan 2007.
- 11) Bekris E, Gissis I, Ispyrilidis I, Mylonis E, Axeti G. Combined visual and dribbling performance in young soccer players of different expertise. *Research in Sports Medicine*. 2018;26(1):43-50.
- 12) Pomares-Noguera C, Ayala F, Robles-Palazón FJ, Alomoto-Burneo JF, LópezValenciano A, Elvira JL, et al. Training Effects of the FIFA 11+ Kids on Physical Performance in Youth Football Players: A Randomized Control Trial. *Frontiers in pediatrics*. 2018;6:40.
- 13) Kunz, Matthias, 2007, "265 Million Playing Football," Big Count Survey, FIFA Magazine, July.FIFA C. FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football. FIFA Communications Division, Information Services. 2007;31:2007.
- 14) FIFA C. FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football. FIFA Communications Division, Information Services. 2007;31:2007.
- 15) Dünya Sağlık Örgütü. Promoting the health of young people in Custody.
- 16) Türkiye İstatistik Kurumu. Nüfus istatistikleri. 2018
- 17) R Putz , R Pabst, Etsevier GmbH, Munich. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 978-0-443-10349-0;316,318,345.
- 18) Yıldırım M. İnsan Anatomisi 7.Baskı. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul. 978-975-420-888-7;112-113.
- 19) González-Arévalo A, Pensado A, Caro MM, Jiménez J, Jouve MJ. Comparación del estímulo a doble ráfaga frente al tren de cuatro estímulos en la monitorización de la relajación muscular durante la anestesia [Comparison of the double burst stimulus with the train-of-four stimuli in monitoring muscle relaxation during anesthesia]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 1996 Aug-Sep;43(7):235-8. Spanish.
- 20) Gravenstein N, Kirby R. (1994) *Clinical Anesthesia Practice*, Saunders Company, USA;1345
- 21) Rantanen M, Yppärilä-Wolters H, van Gils M, Yli-Hankala A, Huiku M, Kymäläinen M, Korhonen I. Tetanicstimulus of ulnar nerve as a predictor of heart rate response to skin incision in propofol remifentanil anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2007 Oct;99(4):509-13. doi: 10.1093/bja/aem200.
- 22) Naguib M, Brull SJ, Kopman AF, et al. Consensus statement on perioperative use of neuromuscular monitoring. *Anesthesia and Analgesia* 2018; 127: 71–80

- 23) Viby-Mogensen J, Claudius C, Eriksson LI. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarization. *Br J Anaesth*. 2007 Aug;99(2):297; author reply 297-9. doi: 10.1093/bja/aem190.
- 24) Gravenstein N, Kirby R. (1994) *Clinical Anesthesia Practice*, Saunders Company, USA;419
- 25) Tous-Fajardo J, Moras G, Rodriguez-Jimenez S, Usach R, Doutres DM, Maffuletti NA (2010) Inter-rater reliability of muscle contractile property measurements using non-invasive tensiomyography. *J Electromyogr Kinesiol* 20:761–766
- 26) Fong, S. S. M., Ng, S. S. M., Guo, X., Wang, Y., Chung, R. C. K., Stat, G., ... Macfarlane, D. J. (2015). Deficits in Lower Limb Muscle Reflex Contraction Latency and Peak Force Are Associated With Impairments in Postural Control and Gross Motor Skills of Children With Developmental Coordination Disorder. *Medicine*, 94(41), e1785. doi:10.1097/md.0000000000001785
- 27) Beard, D. J., Kyberd, P. J., O'Connor, J. J., Fergusson, C. M., & Dodd, C. A. F. (1994). Reflex hamstring contraction latency in anterior cruciate ligament deficiency. *Journal of Orthopaedic Research*, 12(2), 219–228. doi:10.1002/jor.1100120211
- 28) Wilson HV, Johnson MI, Francis P. Repeated stimulation, interstimulus interval and inter-electrode distance alters muscle contractile properties as measured by tensiomyography. *PLoS One*. 2018;13
- 29) Martín-Rodríguez S, Alentorn-Geli E, Tous-Fajardo J, Samuelsson K, Marín M, Álvarez-Díaz P, Cugat R. Is tensiomyography a useful assessment tool in sports medicine? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Dec;25(12):3980-3981. doi: 10.1007/s00167-017-4600-0.
- 30) Lohr C, Schmidt T, Medina-Porqueres I, Braumann KM, Reer R, Porthun J. Diagnostic accuracy, validity, and reliability of Tensiomyography to assess muscle function and exercise-induced fatigue in healthy participants. A systematic review with meta-analysis. *J Electromyogr Kinesiol*. 2019 Aug;47:65-87. doi: 10.1016/j.jelekin.2019.05.005.
- 31) Loturco I, Pereira LA, Kobal R, Kitamura K, Ramírez-Campillo R, Zanetti V, Abad CC, Nakamura FY. Muscle Contraction Velocity: A Suitable Approach to

- Analyze the Functional Adaptations in Elite Soccer Players. *J Sports Sci Med*. 2016 Aug 5;15(3):483-491.
- 32) Dündar, U. (2003). Antrenman Teorisi. Nobel Yayınevi. 3-151. Ankara.
- 33) van Ark M, Cook JL, Docking SI, Zwerver J, Gaida JE, van den Akker-Scheek I, Rio E. Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *J Sci Med Sport*. 2016 Sep;19(9):702-6. doi: 10.1016/j.jsams.2015.11.006.
- 34) Kisner C, ve Colby LA. Therapeutic Exercise. 5th ed. USA: F.A. Davis Company; 2007. pp. 147-229.
- 35) Saadet O, Demirel H, Sade A. Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri. HÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları, Ankara.2003:120-2.
- 36) Hislop H, Montgomery J. Daniels & Worthingham. Kas Testi . 7 .Baskı. Elsevier; 2003. p. 2-3.
- 37) Krause D, Devinny H, Johnson A, Lambert K, Neuger M, Hollman J. Effects Of Examiner Strength On Reliability Of Hip Strength Testing Using A Handheld Dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical*. 2013;43(1):A109-A10.
- 38) Prentice WE. İçinde Prentice WE, editör. Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training.5th ed. New York: McGraw-Hill; 2011. pp. 197-213.
- 39) Knudson DV, Magnusson P, McHugh M. Current issues in flexibility fitness. President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest. 2000;3(10):1-8.
- 40) Alter MJ. Science of flexibility. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 2004.
- 41) John E Hall, Arthur C Guyton (2011) Guyton and Hall textbook of medical physiology. Saunders/Elsevier :841068.
- 42) Sayers S P, Harackiewicz D V, Harman E A, Frykman P N, Rosenstein M T. Cross-validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1999. Volume 31(4): 572-577

- 43) Harman, E.A., Rosenstein, M.T., Frykman, P.N., Rosenstein, R.M., and Kraemer, W.J. (1991). Estimation of Human Power Output From Vertical Jump. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5(3), 116-120.
- 44) Johnson, D.L., and Bahamonde, R. (1996). Power Output Estimate in University Athletes. *Journal of strength and Conditioning Research*, 10(3), 161-166.
- 45) Keir, P.J., V.K. Jamnik, and N. Gledhill. (2003) Technical-methodological report: A nomogram for peak leg power output in the vertical jump, *The Journal of Strength and Conditioning Research* Volume: 17 Issue: 4 Pages: 701-703.
- 46) Walshe AD, Wilson GJ. The influence of musculotendinous stiffness on drop jump performance. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue canadienne de physiologie appliquée*. 1997 Apr;22(2):117–32.
- 47) McGuigan MR, Doyle TL, Newton M, Edwards DJ, Nimphius S, Newton RU. Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. School of Exercise, Biomedical and Health Sciences, Edith Cowan University, Joondalup, WA, Australia. FG - 0; 2006;20(4):992–5.
- 48) L. Ellis, P. Gastin, S. Lawrence, B. Savage, A. Buckeridge, A., Stapff ve diğ., Protocols for the physiological assessment of team sports players. *Physiological Tests for Elite Athletes*. CJ. Gore, der. Champaign: Human Kinetics. 2000, s. 128–144; Tahir Hazır, Ömer Faruk Mahir, Caner Açıkada, Genç Futbolcularda Çeviklik ile Vücut Kompozisyonu ve Anaerobik Güç Arasındaki İlişki, *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J. of Sport Sciences* 2010, 21 (4), s.146–153
- 49) S. Gil, F. Ruiz, A. Irazusta, J. Gil, J. Irazusta, J., Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25- 32, 2007
- 50) Özbay S, Ulupınar S, Özkara A. (2018). *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, p. 97-112
- 51) Enoka RM, Duchateau J. Translating Fatigue to Human Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2016 Nov;48(11):2228-2238. doi: 10.1249/MSS.0000000000000929.
- 52) Tavares F, Smith TB, Driller M. Fatigue and Recovery in Rugby: A Review. *Sports Med.* 2017 Aug;47(8):15151530. doi: 10.1007/s40279-017-0679-1.

- 53) Van Cutsem J, Marcora S, De Pauw K, Bailey S, Meeusen R, Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017 Aug;47(8):1569-1588. doi: 10.1007/s40279-0160672-0.
- 54) McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Med.* 2015 Nov;45(11):1523-46. doi: 10.1007/s40279-015-0376-x.
- 55) Racinais S, Oksa J. Temperature and neuromuscular function. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(3):1–18
- 56) Amonette WE, English K, Kraemer W. Evidence-based Practice in Exercise Science: The Six-step Approach: Human Kinetics; 2016.
- 57) Barengo NC, Meneses-Echávez JF, Ramírez-Vélez R, Cohen DD, Tovar G, Bautista JE. The impact of the FIFA 11+ training program on injury prevention in football players: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2014 Nov 19;11(11):11986-2000. doi: 10.3390/ijerph111111986.
- 58) Pomares-Noguera C, Ayala F, Robles-Palazón FJ, Alomoto-Burneo JF, López-Valenciano A, Elvira JL, et al. Training Effects of the FIFA 11+ Kids on Physical Performance in Youth Football Players: A Randomized Control Trial. *Frontiers in pediatrics.* 2018;6:40.
- 59) Türkiye Futbol Federasyonu. Futbolda 09-14 Yaş Fiziksel Performans Antrenman Programı 2017.40-41
- 60) Dvorak J, Junge A, Grimm K. Football Medicine Manual. Zurich: F-MARC. 2005:83-93.
- 61) Waldén M, Häggglund M, Bengtsson H, Ekstrand J. Perspectives in football medicine. *Unfallchirurg.* 2018 Jun;121(6):470-474.
- 62) Ekstrand J, Walden M. Encyclopedia of Football Medicine 2017;24-26
- 63) Cross KM, Gurka KK, Saliba S, Conaway M, Hertel J. Comparison of thigh muscle strain occurrence and injury patterns between male and female high school soccerathletes. *Journal of sport rehabilitation.* 2017:1-35.
- 64) Ekstrand J, Waldén M, Häggglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):731-7.

- 65) Sherry MA, Johnston TS, Heiderscheit BC. Rehabilitation of acute hamstring strain injuries. *Clinics in sports medicine*. 2015;34(2):263-84.
- 66) Chu SK, Rho ME. Hamstring injuries in the athlete: diagnosis, treatment, and return to play. *Current sports medicine reports*. 2016;15(3):184.
- 67) Connell DA, Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Malara F, Buchbinder R, Koulouris G, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *American Journal of Roentgenology*. 2004;183(4):975-84.
- 68) Askling C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *British journal of sports medicine*. 2006;40(1):40-4.
- 69) Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Williams MD, Opar DA. Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Med*. 2017 Jul;47(7):1375-1387. doi: 10.1007/s40279-016-0667-x.
- 70) Orchard J, Best TM. The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence. *Clin J Sport Med* 2002;12(1):3–5.
- 71) Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med*. 2012 Mar 1;42(3):209-26. doi: 10.2165/11594800-000000000-00000.
- 72) Tokutake G, Kuramochi R, Murata Y, Enoki S, Koto Y, Shimizu T. The Risk Factors of Hamstring Strain Injury Induced by High-Speed Running. *J Sports Sci Med*. 2018 Nov 20;17(4):650-655.
- 73) Delagi EF, Perotto A. *Anatomic guide for the electromyographer--the limbs*: Charles C. Thomas Publisher; 1980.
- 74) de Paula Simola RÁ, Harms N, Raeder C, Kellmann M, Meyer T, Pfeiffer M, et al. Assessment of neuromuscular function after different strength training protocols using tensiomyography. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(5):1339-1348. doi.org/10.1519/JSC.0000000000000768

- 75) council of europe (CDDS) Handbook for the Eurofit Tests of Physical Fitness Committee of Experts on Sports Research Publ; Italian National Olympic Committee (CONI), Rome, (1988)
- 76) Durmuş, B, Yurtkoru, S. E. Çinko, M. (2013). Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi, 5.Baskı, Beta Basım, İstanbul
- 77) George, D., & Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson
- 78) TMG: Today and Future. ISOT 2014: International Society of Tensiomyography : Rome, 24 October 2014 / ed. Srdjan Djordjevic. – Craiova: Universitaria 2014. ISBN 978-606-14-0860-3
- 79) Hunter AM, Galloway SD, Smith IJ, Tallent J, Ditroilo M, Fairweather MM, Howatson G. Assessment of eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors by tensiomyography. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 Jun;22(3):334-41. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.01.009.
- 80) García-García O, Serrano-Gómez V, Hernández-Mendo A, Morales-Sánchez V. Baseline Mechanical and Neuromuscular Profile of Knee Extensor and Flexor Muscles in Professional Soccer Players at the Start of the PreSeason. *J Hum Kinet.* 2017 Aug 1;58:23-34. doi: 10.1515/hukin-2017-0066.
- 81) Gil S, Loturco I, Tricoli V, Ugrinowitsch C, Kobal R, Abad CC, Roschel H. Tensiomyography parameters and jumping and sprinting performance in Brazilian elite soccer players. *Sports Biomech.* 2015 Sep;14(3):340-50. doi: 10.1080/14763141.2015.1062128.
- 82) Pereira LA, Ramirez-Campillo R, Martín-Rodríguez S, Kobal R, Abad CCC, Arruda AFS, Guerriero A, Loturco I. Is Tensiomyography-Derived Velocity of Contraction a Sensitive Marker to Detect Acute Performance Changes in Elite Team-Sport Athletes? *Int J Sports Physiol Perform.* 2019 Nov 18:1-7. doi: 10.1123/ijsp.2018-0959.
- 83) de Hoyo M, Álvarez-Mesa A, Sañudo B, Carrasco L, Domínguez S. Immediate effect of kinesio taping on muscle response in young elite soccer players. *J Sport Rehabil.* 2013 Feb;22(1):53-8. doi: 10.1123/jsr.22.1.53.
- 84) Sánchez-Sánchez J, Bishop D, García-Unanue J, Ubago-Guisado E, Hernando E, López-Fernández J, Colino E, Gallardo L. Effect of a Repeated Sprint Ability test

- on the muscle contractile properties in elite futsal players. *Sci Rep*. 2018 Nov 23;8(1):17284. doi: 10.1038/s41598-018-35345-z.
- 85) Sánchez-Sánchez J, García-Unanue J, Hernando E, López-Fernández J, Colino E, León-Jiménez M, Gallardo L. Repeated Sprint Ability and Muscular Responses According to the Age Category in Elite Youth Soccer Players. *Front Physiol*. 2019 Mar 6;10:175. doi: 10.3389/fphys.2019.00175.
  - 86) Rey E, Lago-Peñas C, Lago-Ballesteros J. Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Dec;22(6):866-72. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.06.003.
  - 87) García-Manso JM, Rodríguez-Ruiz D, Rodríguez-Matoso D, de Saa Y, Sarmiento S, Quiroga M. Assessment of muscle fatigue after an ultra-endurance triathlon using tensiomyography (TMG). *J Sports Sci*. 2011 Mar;29(6):619- 25. doi: 10.1080/02640414.2010.548822.
  - 88) Giovanelli N, Taboga P, Rejc E, Simunic B, Antonutto G, Lazzer S. Effects of an Uphill Marathon on Running Mechanics and Lower-Limb Muscle Fatigue. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016 May;11(4):522-9. doi: 10.1123/ijsp.2014-0602.
  - 89) Gutiérrez-Vargas R, Martín-Rodríguez S, Sánchez-Ureña B, Rodríguez-Montero A, Salas-Cabrera J, GutiérrezVargas JC, Simunic B, Rojas-Valverde D. Biochemical and Muscle Mechanical Postmarathon Changes in Hot and Humid Conditions. *J Strength Cond Res*. 2020 Mar;34(3):847-856. doi: 10.1519/JSC.0000000000002746.
  - 90) García-Manso JM, Rodríguez-Matoso D, Sarmiento S, de Saa Y, Vaamonde D, Rodríguez-Ruiz D, Da SilvaGrigoletto ME. Effect of high-load and high-volume resistance exercise on the tensiomyographic twitch response of biceps brachii. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Aug;22(4):612-9. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.01.005.
  - 91) García-Manso JM, López-Bedoya J, Rodríguez-Matoso D, Vargas LA, Rodríguez-Ruiz D, Vernetta-Santana M. Static stretching vs. contract-relax-proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: study the effect on muscle response using tensiomyography. *Eur J Hum Mov*. 2015;34:96–108
  - 92) Murray AM, Jones TW, Horobeanu C, Turner AP, Sproule J. Sixty seconds of foam rolling does not affect functional flexibility or change muscle temperature in adolescent athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(5):765–776.

- 93) Rey E, Padrón-Cabo A, Barcala-Furelos R, Mecías-Calvo M. Effect of High and Low Flexibility Levels on Physical Fitness and Neuromuscular Properties in Professional Soccer Players. *Int J Sports Med*. 2016 Oct;37(11):878-83. doi: 10.1055/s-0042-109268.
- 94) López-Fernández J, García-Unanue J, Sánchez-Sánchez J, León M, Hernando E, Gallardo L. Neuromuscular responses and physiological patterns during a soccer simulation protocol. Artificial turf versus natural grass. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Nov;58(11):1602-1610. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07768-4.
- 95) Wiewelhove T, Raeder C, de Paula Simola RA, Schneider C, Döweling A, Ferrauti A. Tensiomyographic Markers Are Not Sensitive for Monitoring Muscle Fatigue in Elite Youth Athletes: A Pilot Study. *Front Physiol*. 2017 Jun 16;8:406. doi:10.3389/fphys.2017.00

## FORMLAR (EK-1)

# FIFA 11+

### PART 1 RUNNING EXERCISES • 8 MINUTES



#### 1 RUNNING STRAIGHT AHEAD

The course is made up of 6 to 10 pairs of parallel cones, approx. 5-6 metres apart. Two players start at the same time from the first pair of cones. **Jog together** all the way to the last pair of cones. On the way back, you can increase your speed progressively as you warm up. **2 sets**



#### 4 RUNNING CIRCLING PARTNER

Run forwards as a pair to the first set of cones. Shuffle sideways by 90 degrees to meet in the middle. **Shuffle an entire circle around one other** and then return back to the cones. Repeat for each pair of cones. Remember to stay on your toes and keep your centre of gravity low by bending your hips and knees. **2 sets**



#### 2 RUNNING HIP OUT

Walk or jog easily, stopping at each pair of cones to lift your knee and **rotate your hip outwards**. Alternate between left and right legs at successive cones. **2 sets**



#### 5 RUNNING SHOULDER CONTACT

Run forwards in pairs to the first pair of cones. Shuffle sideways by 90 degrees to meet in the middle then **jump sideways towards each other to make shoulder-to-shoulder contact**. Note: Make sure you land on both feet with your hips and knees bent. Do not let your knees buckle inwards. Make it a full jump and synchronize your timing with your team-mate as you jump and land. **2 sets**



#### 3 RUNNING HIP IN

Walk or jog easily, stopping at each pair of cones to lift your knee and **rotate your hip inwards**. Alternate between left and right legs at successive cones. **2 sets**



#### 6 RUNNING QUICK FORWARDS & BACKWARDS

As a pair, run quickly to the second set of cones then run **backwards quickly to the first pair of cones keeping your hips and knees slightly bent**, keep repeating the drill, running two cones forwards and one cone backwards. Remember to take small, quick steps. **2 sets**

### PART 2 STRENGTH • PLYOMETRICS • BALANCE • 10 MINUTES



#### LEVEL 1 7 THE BENCH STATIC

**Starting position:** Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders.  
**Exercise:** Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in, and hold the position for 20-30 sec. Your body should be in a straight line. Try not to sway or arch your back. **3 sets**



#### 8 SIDEWAYS BENCH STATIC

**Starting position:** Lie on your side with the knee of your lowermost leg bent to 90 degrees. Support your upper body by resting on your forearm and knee. The elbow of your supporting arm should be directly under your shoulder.  
**Exercise:** Lift your uppermost leg and hips until your shoulder, hip and knee are in a straight line. Hold the position for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat. **3 sets on each side**



#### 9 HAMSTRINGS BEGINNER

**Starting position:** Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly.  
**Exercise:** Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 3-5 repetitions and/or 60 sec. **1 set**



#### 10 SINGLE-LEG STANCE HOLD THE BALL

**Starting position:** Stand on one leg.  
**Exercise:** Balance on one leg whilst holding the ball with both hands. Keep your body weight on the ball of your foot. Remember: try not to let your knee buckle inwards. Hold for 30 sec. Change legs and repeat. The exercise can be made more difficult by passing the ball around your waist and/or under your other knee. **2 sets**



#### 11 SQUATS WITH TOE RAISE

**Starting position:** Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like.  
**Exercise:** Imagine that you are about to sit down on a chair. Perform squats by bending your hips and knees to 90 degrees. Do not let your knees buckle inwards. Descend slowly then straighten up more quickly. When your legs are completely straight, stand up on your toes then slowly lower down again. Repeat the exercise for 30 sec. **2 sets**



#### 12 JUMPING VERTICAL JUMPS

**Starting position:** Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like.  
**Exercise:** Imagine that you are about to sit down on a chair. Bend your legs slowly until your knees are bent to approx. 90 degrees, and hold for 2 sec. Do not let your knees buckle inwards. From the squat position, jump up as high as you can. Land softly on the balls of your feet with your hips and knees slightly bent. Repeat the exercise for 30 sec. **2 sets**



#### LEVEL 2 7 THE BENCH ALTERNATE LEGS

**Starting position:** Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders.  
**Exercise:** Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in. Lift each leg in turn, holding for a count of 2 sec. Continue for 40-50 sec. Your body should be in a straight line. Try not to sway or arch your back. **3 sets**



#### 8 SIDEWAYS BENCH RAISE & LOWER HIP

**Starting position:** Lie on your side with both legs straight. Lean on your forearm and the side of your foot so that your body is in a straight line from shoulder to foot. The elbow of your supporting arm should be directly beneath your shoulder.  
**Exercise:** Lower your hip to the ground and raise it back up again. Repeat for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat. **3 sets on each side**



#### 9 HAMSTRINGS INTERMEDIATE

**Starting position:** Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly.  
**Exercise:** Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 7-10 repetitions and/or 60 sec. **1 set**



#### 10 SINGLE-LEG STANCE THROWING BALL WITH PARTNER

**Starting position:** Stand 2-3 m apart from your partner, with each of you standing on one leg.  
**Exercise:** Keeping your balance, and with your stomach held in, throw the ball to one another. Keep your weight on the ball of your foot. Remember: keep your knee just slightly flexed and try not to let it buckle inwards. Keep going for 30 sec. Change legs and repeat. **2 sets**



#### 11 SQUATS WALKING LUNGES

**Starting position:** Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like.  
**Exercise:** Lunge forward slowly at an even pace. As you lunge, bend your leading leg until your hip and knee are bent to 90 degrees. Do not let your knee buckle inwards. Try to keep your upper body and hips steady. Lunge your way across the pitch (approx. 10 times on each leg) and then jog back. **2 sets**



#### 12 JUMPING LATERAL JUMPS

**Starting position:** Stand on one leg with your upper body bent slightly forwards from the waist, with knees and hips slightly bent.  
**Exercise:** Jump approx. 1 m sideways from the supporting leg on to the free leg. Land gently on the ball of your foot. Bend your hips and knees slightly as you land and do not let your knee buckle inwards. Maintain your balance with each jump. Repeat the exercise for 30 sec. **2 sets**



#### LEVEL 3 7 THE BENCH ONE LEG LIFT AND HOLD

**Starting position:** Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders.  
**Exercise:** Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in. Lift one leg about 15-15 centimetres off the ground, and hold the position for 20-30 sec. Your body should be straight. Do not let your opposite hip dip down and do not sway or arch your lower back. Take a short break, change legs and repeat. **3 sets**



#### 8 SIDEWAYS BENCH WITH LEG LIFT

**Starting position:** Lie on your side with both legs straight. Lean on your forearm and the side of your foot so that your body is in a straight line from shoulder to foot. The elbow of your supporting arm should be directly beneath your shoulder.  
**Exercise:** Lift your uppermost leg up and slowly lower it down again. Repeat for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat. **3 sets on each side**



#### 9 HAMSTRINGS ADVANCED

**Starting position:** Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly.  
**Exercise:** Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 12-15 repetitions and/or 60 sec. **1 set**



#### 10 SINGLE-LEG STANCE TEST YOUR PARTNER

**Starting position:** Stand on one leg opposite your partner and at arms' length apart.  
**Exercise:** Whilst both try to keep your balance, each of you in turn tries to push the other off balance in different directions. Try to keep your weight on the ball of your foot and prevent your knees from buckling inwards. Continue for 30 sec. Change legs. **2 sets**



#### 11 SQUATS ONE-LEG SQUATS

**Starting position:** Stand on one leg, loosely holding onto your partner.  
**Exercise:** Slowly bend your knee as far as you can manage. Concentrate on preventing the knee from buckling inwards. Bend your knee slowly then straighten it slightly more quickly, keeping your hips and upper body in line. Repeat the exercise 10 times on each leg. **2 sets**



#### 12 JUMPING BOX JUMPS

**Starting position:** Stand with your feet hip-width apart. Imagine that there is a cross marked on the ground and you are standing in the middle of it.  
**Exercise:** Alternate between jumping forwards and backwards, from side to side, and diagonally across the cross. Jump as quickly and explosively as possible. Your knees and hips should be slightly bent. Land softly on the balls of your feet. Do not let your knees buckle inwards. Repeat the exercise for 30 sec. **2 sets**

### PART 3 RUNNING EXERCISES • 2 MINUTES



#### 13 RUNNING ACROSS THE PITCH

Run across the pitch, from one side to the other, at 75-80% maximum pace. **2 sets**



#### 14 RUNNING BOUNDING

Run with high bounding steps with a high knee lift, landing gently on the ball of your foot. Use an exaggerated arm swing for each step (opposite arm and legs). Try not to let your leading leg cross the middle of your body or let your knees buckle inwards. Repeat the exercise until you reach the other side of the pitch, then jog back to recover. **2 sets**



#### 15 RUNNING PLANT & CUT

Jog 4-5 steps, then plant on the outside leg and cut to change direction. Accelerate and sprint 5-7 steps at high speed (80-90% maximum pace) before you decelerate and do a new plant & cut. Do not let your knee bend inwards. Repeat the exercise until you reach the other side, then jog back. **2 sets**



## FORMLAR (EK-2)

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

#### AÇIKLAMA

Bu bilgilendirilmiş gönüllü olur formu "Adolesan Futbolcularda Hamstring Kas Grubuna Ait Refleks Kontraksiyon İle Patlayıcı Güç, Sprint ve Eksantrik Kuvvet Parametreleri Arasındaki İlişki" konulu tez çalışmasına sizi davet etmek üzere hazırlanmıştır.

**Sorumlu Araştırmacının Adı, Soyadı:** Berk GEZER

**Araştırmayı yürütecek kuruluşun adı:** İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

**Araştırmanın adı ve varsa versiyon numarası:** "Adolesan Futbolcularda Hamstring Kas Grubuna Ait Refleks Kontraksiyon İle Patlayıcı Güç, Sprint ve Eksantrik Kuvvet Parametreleri Arasındaki İlişki"

#### GİRİŞ

"Adolesan Futbolcularda Hamstring Kas Grubuna Ait Refleks Kontraksiyon İle Patlayıcı Güç, Sprint ve Eksantrik Kuvvet Parametreleri Arasındaki İlişki" adını verdiğimiz çalışmaya katılmak üzere davet edildiniz. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla ve nasıl yapılacağını anlamamız, katılıp katılmama doğrultusundaki kararımızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir.

Araştırma hakkında sözlü olarak size aktaracağım bilgiler yazılı olarak da bir sonraki bölümde sunulacaktır. Çalışmaya özgü hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu belgedeki son bölüm onay işlemleri ile ilgilidir. Araştırmaya katılmayı kabul ederseniz son bölümde yer alan ilgili kısmı sizin ve anne ya da babanızın imzalaması gerekmektedir.

#### ARAŞTIRMA HAKKINDA BİLGİ

Çalışmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde birincil olarak boy, kilo, doğum tarihi ve geçmişte yaşadığınız yaralanmalar hakkında bilgi alınacaktır. Bu esnada çalışmaya dahil edilmeme kriterlerine ilişkin bir bulgu saptandığında çalışmaya katılamayacağımız.

Genel bilgileriniz alındıktan sonra ısınma amacı ile size gösterilecek olan ısınma hareketlerini yapacaksınız, ardından hamstring (arka uyluk) kaslarınızın esnekliğini ölçmek için Sit and Reach (Otur ve Uzan) esneklik testinde yere oturup öne doğru uzanarak kas uzunluk ölçümlerinizi alacağız, sonrasında Fusion Sport Smart Jump Test Sistemi ile kameralar eşliğinde elektronik zemini bir platform üzerinde zıplamalar yaparak patlayıcı kuvvetiniz hesaplanacaktır, bu testleri takip eden bir başka gün, Humac Norm Cybex İzokinetik Dinamometre Sistemi ile Hamstring Eksantrik Kuvvet Ölçümünüz yapılacaktır, yüz üstü uzanır pozisyonda ayak bileğinize bağlanacak aparatı tüm gücünüzle itip-çekmeniz ile arka

uyluk kas grubunuzun boyunun uzarken üretebildiği kuvvet miktarı belirlenecek, devamında 10-30 metre sprint diye isimlendirilen patlayıcı en yüksek tempunuz ile düz bir zeminde yapabildiğiniz koşunuz Seven Elektronik SE-160 Kablosuz Fotoselli Kamera Sistemi ile testlenip, hızlanmalarınız, çevikliğiniz ve performansınız değerlendirilecektir.

Bu testler alındıktan sonra farklı bir günde ısınma öncesi ve ısınma sonrasında Tensiomyograf denilen bir cihazla siz yüzüstü yatarak Hamstring ( arka uyluk ) kaslarınızın üzerine yapıştırılan birer algılayıcı ile arka uyluk kaslarınızın uyarılabilirlik seviyesini elde etmemizi sağlayacak etkiye tepki verebilme süresi, en yüksek kuvvetine ulaştığı süre, en yüksek kuvvete ulaştığında kasınızın yer değiştirme miktarı gibi çeşitli bilgiler elde edilecektir.

Uygulamalar yaklaşık yarım saat sürecektir. Uygulamalar sırasında mümkün olduğunca yardımcı olunacaktır. Araştırmada yaralanma riski yoktur.

#### KATILIMCININ BEYANI

Fizyoterapist Berk GEZER tarafından İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda "Adolesan Futbolcularda Hamstring Kas Grubuna Ait Refleks Kontraksiyon İle Patlayıcı Güç, Sprint ve Eksantrik Kuvvet Parametreleri Arasındaki İlişki" konusunda yapılacak olan araştırmaya ile ilgili bilgiler bana ve anneme/babama verildi. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettim. Eğer bu çalışmayı yarıda bırakırsam bana ait bilgilerin gizlilik içinde büyük özen ve saygı ile korunacağını anladım.

Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında da kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmayı yarıda bırakabilirim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabilirim. Tüm araştırma boyunca yapılacak harcamalar ile ilgili herhangi bir ücret ödeme yapmayacağım ve tarafıma da bir ücret ödenmeyecektir. İster doğrudan. ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle olabilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da maddi bir yük altına girmeyeceğim.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Fzt. Berk GEZER'i +905376066425 numaralı telefondan ve İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'ndan arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya devam etmek zorunda değilim ve bırakabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer araştırmayı yarıda bırakırsam, bu durumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiime herhangi bir zarar getirmeyeceğimi anladım. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belirli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde gönüllü olarak yer alma kararımı verdim. İmzalı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun bir örneği benimle veya annemle/babamla paylaşılacak.

a. Gönüllü bilgileri  
Ad-Soyad:  
Adres:  
Telefon:

İmza:

b. Araştırmacının bilgileri  
Ad-Soyad: Berk GEZER  
Adres: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı  
Fakültesi/İstanbul  
Telefon : +905376066425  
Tarih: 20.12.2019  
İmza:

c. Gerekli durumlarda, kanuni temsilci (veli/vası vb.) bilgileri  
Ad-Soyad:  
Adres:  
Telefon:

İmza:

**ETİK KURUL KARARI**

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Sayı : 1533

Konu: Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR hk.

Tarih : 18.12.2019

Sayın Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR  
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

İlgi : Spor Hekimliği Anabilim Dalının 03/12/2019 gün ve 248168 sayılı yazısı

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Fzt. Berk GEZER' in yürüteceği 2019/1434 dosya numaralı "Futbolcularda 6 Haftalık FIFA 11+ Isınma Protokolü Uygulamasının Hamstring Kas Grubuna Ait Refleks Kontraksiyon ve Performans Üzerine Etkileri" başlıklı çalışma, kurulumuzun 06/12/2019 tarih ve 20 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. A.Yağız ÜRESİN

İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar  
Etik Kurul Başkanı

Eki: İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Karar Formu

## İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

### ADOLESAN FUTBOLCULARDA HAMSTRİNG KAS GRUBUNA AĞT REFLEKS KONTRAKSİYON İLE PATLAYICI GÜÇ, SPRINT VE EKSANTRİK KUVVET PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

#### ORJİNALLİK RAPORU

|                   |                     |            |                  |
|-------------------|---------------------|------------|------------------|
| % <b>6</b>        | % <b>4</b>          | % <b>1</b> | % <b>4</b>       |
| BENZERLİK ENDEKSİ | İNTERNET KAYNAKLARI | YAYINLAR   | ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ |

#### BİRİNCİL KAYNAKLAR

|          |                                                                  |             |
|----------|------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>Submitted to Istanbul Gelisim University</b><br>Öğrenci Ödevi | % <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>www.istanbulsaglik.gov.tr</b><br>İnternet Kaynağı             | % <b>1</b>  |
| <b>3</b> | <b>openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b><br>İnternet Kaynağı      | % <b>1</b>  |
| <b>4</b> | <b>dfd.atauni.edu.tr</b><br>İnternet Kaynağı                     | <% <b>1</b> |
| <b>5</b> | <b>Submitted to University of East London</b><br>Öğrenci Ödevi   | <% <b>1</b> |
| <b>6</b> | <b>dspace.baskent.edu.tr:8080</b><br>İnternet Kaynağı            | <% <b>1</b> |
| <b>7</b> | <b>www.wikizero.com</b><br>İnternet Kaynağı                      | <% <b>1</b> |
| <b>8</b> | <b>toad.halileksi.net</b>                                        |             |

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

|                 |                       |                 |            |
|-----------------|-----------------------|-----------------|------------|
| <b>Adı</b>      | Berk                  | <b>Soyadı</b>   | Gezer      |
| <b>Doğ.Yeri</b> | Kadıköy               | <b>Doğ.Tar.</b> | 24/01/1992 |
| <b>Email</b>    | ptberkgezer@gmail.com | <b>Uyruğu</b>   | T.C.       |

### Eğitim Düzeyi

|                 | Mezun Olduğu Kurumun Adı      | Mez. Yılı |
|-----------------|-------------------------------|-----------|
| <b>Doktora</b>  |                               |           |
| <b>Yük.Lis.</b> |                               |           |
| <b>Lisans</b>   | Fizyoterapi ve Rehabilitasyon | 2016      |
| <b>Lise</b>     | Atatürk Anadolu Lisesi        | 2010      |

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

|    | Görevi        | Kurum                  | Süre (Yıl - Yıl) |
|----|---------------|------------------------|------------------|
| 1. | Fizyoterapist | İstanbul Tıp Fakültesi | 2017-Halen       |
| 2. | Fizyoterapist | Beylerbeyi SK          | 2018-2019        |
| 3. |               |                        | -                |

| Yabancı Dilleri | Okuduğunu Anlama* | Konuşma* | Yazma*  | KPDS/ÜDS Puanı | TOEFL-İBT Puanı |
|-----------------|-------------------|----------|---------|----------------|-----------------|
| İngilizce       | Çok iyi           | Çok iyi  | Çok iyi |                | 89              |
|                 |                   |          |         |                |                 |

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

|                      | Sayısal | Eşit Ağırlık | Sözel |
|----------------------|---------|--------------|-------|
| <b>ALES Puanı</b>    | 92      | 90           | 89    |
| <b>(Diğer) Puanı</b> |         |              |       |

### Bilgisayar Bilgisi

| Program          | Kullanma becerisi |
|------------------|-------------------|
| Microsoft Office | İyi               |
| Spss             | Orta              |
|                  |                   |

**Özel İlgi Alanları (Hobileri):** Hayvanlarla iç içe yaşamak, balıkçılık, psikoloji ile yakından ilgilenmek ve online oyun oynamak.