T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Filiz TUNA

SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE DİZ EKSTANSİYON AÇISI DEĞERLERİNİN VE BU DEĞERLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Muhammed Şeref YILDIRIM

Referans no: 10156169

EDİRNE – 2017

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Filiz TUNA

SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE DİZ EKSTANSİYON AÇISI DEĞERLERİNİN VE BU DEĞERLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Muhammed Şeref YILDIRIM

Tez no:

EDİRNE – 2017

T.C TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğü

ONAY

Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans programı çerçevesinde ve Yrd.Doç.Dr. Filiz Tuna danışmanlığında yüksek lisans öğrencisi Muhammed Şeref YILDIRIM tarafından tez başlığı " Sağlıklı Yetişkinlerde Diz Ekstansiyon Açısı Değerlerinin ve Bu Değerlere Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi" olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı **13/07/2017** tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **"Yüksek Lisans Tezi"** olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Murat BİRTANE

JÜRİ BAŞKANI

İmza

Yrd. Doç. Dr. Coşkun ZATERİ

ÜYE

İmza

Yrd. Doç. Dr. Filiz TUNA

ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Tammam SİPAHİ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez yazım süreci boyunca bilgi ve tecrübesini esirgemeyerek anlayış ve sabırla bana vakit ayıran, tüm Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD öğretim üyelerine ve ayrıca çalışma disiplinini kendisinden öğrendiğim danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Filiz TUNA' ya; istatistik analizlerini yapan Prof. Dr. Necdet Süt'e; çalışmaya destek veren 2014 ve 2015 dönemi girişli fizyoterapi ve rehabilitasyon bölüm öğrencilerimize, anlayışlı tavırlarıyla desteğini esirgemeyen Anabilim Dalı başkanımız Yrd. Doç.Dr. Sevgi ÖZDİNÇ'e ve beraber çalıştığım tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma iş birlikleri ve katkıları için teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman yanımda olan canım babacığım, anneciğim, ablam ve kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ 1

GENEL BİLGİLER 3

- **KASLAR** 3
- **ESNEKLİK** 6
- **EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜMÜ** 9
- **KAS KUVVETİ VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ** 11
- **İZOKİNETİK SİSTEM** 13

GEREÇ VE YÖNTEMLER 17

BULGULAR 25

TARTIŞMA 39

SONUÇLAR 45

ÖZET 46

SUMMARY 47

KAYNAKLAR 49

ŞEKİLLER LİSTESİ 55

ÖZGEÇMİŞ 57

EKLER

SİMGE VE KISALTMALAR

AÇB : Arka çapraz bağ

ADE : Aktif diz ekstansiyon

BKİ : Beden kitle indeksi

DBK : Düz bacak kaldırma

DE : Diz ekstansiyon

EHA : Eklem hareket açıklığı

HE : Hamstring esnekliği

ÖÇB : Ön çapraz bağ

PDE : Pasif diz ekstansiyon

PFAS : Patellofemoral ağrı sendromu

VA : Vücut ağırlığı

GİRİŞ VE AMAÇ

Kas dokusunun uzama oranı olarak ifade edilen esneklik, fiziksel uygunluğun sürdürülmesinde önemli bileşenlerden biridir. Bir eklemin hareket açıklığı, o eklemi kat eden kasın esnekliği için indirekt bir gösterge olarak kullanılmaktadır (1,2). Araştırmalar, cinsiyet ve yaş gibi faktörleri esneklik üzerinde etkili saptamaktadır. Bu sonuçlar, ilerleyen yaşla beraber esnekliğin azalması ve kadın cinsiyetinde esnekliğin daha belirgin olması ile desteklenmektedir (3).

Hamstring kısalıkları; postürü, yük dağılımını, alt ekstremitelerin eklem hareket açıklıklarını (EHA) ve yürüyüşü etkilemektedir (4-10). Plantar fasiit (4), patellofemoral ağrı sendromu (11,12) ve bel ağrısı (13) gibi durumlar da hamstring kısalıkları ile ilişkili bulunmaktadır.

Hamstring esnekliğini değerlendiren yöntemler arasında; düz bacak kaldırma testi, otur uzan testi, yer parmak mesafesi ölçümü, diz ekstansiyon açısı ölçümü gibi pek çok yöntem yer almaktadır (14-17). Bununla birlikte, gövde, kalça esnekliği ve siyatik sinir gerginliklerini devre dışı bırakarak, daha izole hamstring değerlendirmesi yapmak amacıyla diz ekstansiyon (DE) açısı ölçümü yapılmaktadır. Hamstring esnekliğini, aktif diz ekstansiyonu (ADE) (13, 18, 19) ve pasif diz ekstansiyonu (PDE) (20-22) açı ölçümleri ile değerlendiren araştırmalara literatürde rastlamak mümkündür. Bununla birlikte, sağlıklı yetişkinlere ait norm değerleri bildiren oldukça az sayıda araştırma mevcuttur. Araştırmamız dahilinde, sadece Amerikan toplumuna ait ADE (23) ve PDE (24) açı verilerini bildiren araştırmalara rastladık.

Hamstring esnekliğinin yaşa bağlı gösterdiği değişim, yaş gruplarına spesifik referans değerlerin gerekliliği düşüncesini desteklemektedir. Araştırmamız kapsamında, bu konuda

sağlıklı Türk popülasyonunda yapılmış herhangi bir araştırma sonucuna rastlamadık. Referans değerlerin eksikliği, araştırmalarda hamstring esnekliklerini sınıflandırmak için; tutarlı olmayan değerlerin kullanılmasına yol açmaktadır. Bu değerler, 15-50º arasındaki geniş bir aralıkta değişmektedir (25-27). Literatürde, DE açısı değerlerinin, cinsiyet ve yaşa bağlı değişimlerini inceleyen araştırmalar mevcuttur (28-33). Buna karşın, bu değerlerin dizin kas güçleri ile ilişkisini inceleyen bir araştırmaya rastlamadık. Esneklik ve eklem hareket açıklığında olduğu gibi kas kuvveti de bireyin fonksiyonel seviyesini gösteren parametrelerdendir (34).

Bu nedenlerle, araştırma amaçlarımız;

1- Sağlıklı yetişkin Türk toplumu'nda PDE ve ADE açı değerleri için norm ve cut-off değerleri belirlemek,

2- PDE ve ADE açı değerleri ile, izokinetik sistemde ölçülen konsantrik diz kas gücü parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırmak olarak belirlendi.

Araştırma sonucunda elde edilecek verilerin, sağlıklı Türk toplumunun norm verilerini belirleyerek, literatüre bu alanda katkı sağlanacaktır. Bununla birlikte, DE açısı değerleri ile kas gücü arasındaki ilişki belirlenecektir. Bu alanda yapılacak diğer araştırmalara da kaynak veri oluşturacaktır.

GENEL BİLGİLER

KASLAR

Diz ekleminin fleksiyon, ekstansiyon ve az miktarda rotasyonundan sorumlu çok sayıda kas grubu vardır. Uyluğun ön kompartmanındaki quadriceps femoris ve sartorius diz ekstansiyonununu sağlarken, arka kompartmanındaki hamstring kasları ve medial kompartmanda bulunan grasilis kası ise diz fleksiyonunu sağlar. Dizin fleksiyonu esnasında fleksör kaslar bacağın ağırlığını, dizin ekstansiyonu esnasında ise ekstansör kaslar vücut ağırlığını taşır. Bu nedenle, dizde ekstansör grup daha hacimli ve baskındır (35).

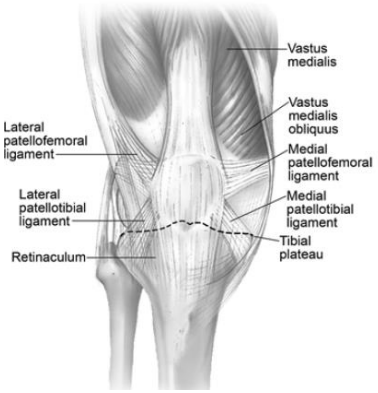
Femur Ön Kompartman Kasları

Quadriceps femoris kası, ekstansör mekanizmanın (Şekil 1) primer motor ünitesi olup, birbirinden ayrı yedi baştan oluşur. Artikülaris genus başı, bu başlardan en derini olup, doğrudan patellada sonlanmayana tek quadriceps parçasıdır. Artikülaris genus kası, femur ön yüzünün distalinden başlayarak suprapatellar bursaya tutunarak sonlanır. Vastus intermediusun bir bölümü olan bu kas, diz ekstansiyonu sırasında bursayı eklemden uzaklaştırarak sıkışmayı önler.

Vastus intermedius kası, femur şaftının ön yüzünden geniş bir şekilde başlar ve doğrudan patellanın üst kenarına yapışır. Vastus intermediusa paralel seyreden ve bir bursa ile ondan ayrılan rectus femoris, daha yüzeyde retinakuler tabakada seyreder. Rectus femoris, anterior superior iliak spinadan başlar ve quadriceps kas grubuna merkezde karışarak sonlanır. Rektus femoris, vastus medialis obliquus, vastus medialis, vastus lateralis ve vastus lateralis obliquus ile birlikte bir aponevroz oluşturarak patellanın ön yüzüne yapışır. Daha sonra distal

yöne doğru devam ederek patellar tendonun yüzeysel parçasını oluşturur ve son noktada tibia periostunda sonlanır (36).

Vücudun en uzun kası olan Sartorius, rectus femoris kası gibi anterior superior iliak spinadan başlar. Uyluğun ön kompartmanında lateralden mediale doğru çapraz yaparak distale doğru uzanır. Sartorius kası, gracilis ve semitendinosus kasları ile birlikte tuberositas tibianın alt dış tarafında tibia ön yüzüne yapışır (37).



Şekil 1. Primer ekstansör mekanizma(36)

Femur Arka ve İç Kompartman Kasları

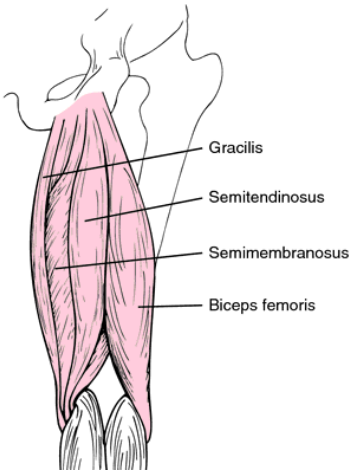
Arka kompartmanda bulunan hamstring kasları ve iç kopmartmanda bulunan grasilis kası (Şekil 2) temel olarak dizin fleksiyonunda görev alsalar da, dizin rotasyonu ve kalça hareketlerinde de görev alırlar. Biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kasları birlikte hamstring kasları olarak bilinirler. Biceps femoris kasının caput brevisi hariç, diğer hamstring kasları, kalça ve diz eklemini çaprazlarlar.

Semitendinosus kası, uyluk iç kısmında semimebranosusun yüzeyinde yer alır. Tuber ischiadicumdan başlayarak, tibia proksimalinin iç yüzünde sonlanır. Bu kas, diz ekleminde bacağa fleksiyon ile iç rotasyon, kalça ekleminde ise uyluğa ekstansiyon ile iç rotasyon fonksiyonlarında rol alır.

Semimebranosus kası, semitendinosus kasının mediali ve derininde yer alır. Tuber ischiadicumdan başlayarak, tibia medial kondilinin iç ve arka yüzünde sonlanır. Bu kas, diz ekleminde bacağa fleksiyon ile iç rotasyon, kalça ekleminde ise uyluğa ekstansiyon ile iç rotasyon fonksiyonlarında görev alır.

Medial yerleşimli kasların en yüzeyeli gracilis kasıdır. Uyluğu sartorius kası gibi çaprazlamaz ve vertikal olarak distale seyreder. Bu kas, ramus ischiopubicusun dış yüzünden

başlar ve korpus tibia proksimalinde medial tarafa yapışır. Gracilis ve semitendinosus, yapışma sırasında birleşerek pes anserinusu oluşturur (38).



Şekil 2. Hamstring ve grasilis kasları

Femur Dış Kompartman Kasları

Uzun ve kısa başları olan biceps femoris kası, uyluğun arka ve dış tarafında bulunur. Caput longum tuber ischiadicum'dan, caput breve ise linea aspertanın labium laterale'sinden başlar. İki baş birleşerek fibula başında sonlanır. Her iki baş, diz eklemine fleksiyon, diz fleksiyon pozisyonunda iken de dize minimal dış rotasyon yaptırırlar. Caput longum ayrıca, kalça eklemine ekstansiyon ve dış rotasyon yaptırır.

Tensor fascia lata kası, anterior iliak spinadan başlayarak trochanter majörün hemen altında iliotibial tracta karışarak tibia lateral kondilinde sonlanır. Diz eklemine ekstansiyon ve dış rotasyon yaptırır (38).

Diz Eklemi Kinematiği

Menteşe tipi bir eklem olan diz ekleminin temel hareketleri fleksiyon ve ekstansiyondur. Fleksiyon hareketinin aktif ya da pasif yapılmasına göre veya kalça ekleminin pozisyonuna göre, dizin eklem hareket açıklığı değerleri farklılık gösterir. Dizin aktif fleksiyonu; kalça fleksiyonda iken 140°, kalça ekstansiyonda iken ise, hamstringlerin kuvvet avantajını kaybetmesi ile 120° saptanır. Dizin pasif fleksiyonu ise 160 ° ye ulaşır (35). Dizin normal ekstansiyonu dizin 0° ye gelmesidir (39).

Klasik menteşe tipi eklemlerden farklı olarak, diz ekleminde kemik-kemik kontağında var olan boşluklar, menisküsler tarafından doldurulur. Diz ekleminin fleksiyonu esnasında

femur geriye doğru yuvarlanır ve tibia üzerinde ileriye doğru kayar (35). Bu mobil yapı ve dizin fleksör kaslarının çekiş etkisi sayesinde diz eklemi rotasyon yapar.

Ekstansiyon esnasında diz eklemini kilitleyip stabilize eden, fleksiyonda ise mobiliteyi koruyan vida-yuva (screw-home) mekanizmasıdır. Bu mekanizma, dizin ekstansiyonu sırasında tibianın femura göre dış rotasyona gelmesi ile sağlanır. Bu dış rotasyonun sebebi, femur kondilleri arasındaki asimetridir. Medial kondil, lateral kondilden 1.7 santimetre daha uzundur. Diz ekstaniyona geldikçe, kondillerle femur arasında tam bir temas sağlanması için tibia dış rotasyona gelmektedir. Diz fleksiyona geldikçe de femur tibiaya göre dış rotasyon yapmaktadır (40). Femurun dış rotasyonu için dizin farklı fleksiyon açılarında farklı değerler bildirilir. Bu değerler 30°, 45°, 90° ve 120 °'lik diz fleksiyonu için sırasıyla 13.3°, 16.6°, 22.9°, 23.8°' lik femur dış rotasyon açısı olarak bildirilir (41).

ESNEKLİK

Esneklik, kas dokusunun uzama oranı olarak tanımlanır. Fiziksel uygunluğun sürdürülmesinde diğer komponentlerin yanı sıra esnekliğin önemi de büyüktür. Fiziksel uygunluk, günlük işleri aşırı yorulmadan, uyanık ve canlı bir şekilde yapabilmek aynı zamanda acil durumlara uygun yanıt verip, boş vakitlerinde de eğlenebilecek enerjiye sahip olmaktır (42).

Fiziksel uygunluğun komponentleri; kardiyorespiratuar endurans, iskelet kası enduransı, iskelet kası kuvveti, denge, hareket hızı, reaksiyon zamanı, vücut kompozisyonu ve esnekliktir. Esneklik ve pasif direnç literatürde sıkça eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (1). Fakat pasif direnç esneklik ile ters orantılıdır. Pasif direnç, kas uzunluğundaki değişime bağlı olarak ortaya çıkan kas gerilimi olarak ifade edilir. Kasın pasif direnci azaldıkça veya esneklik arttıkça eklemin hareket açıklığı da artar. Bu yüzden eklem hareket açıklıkları, eklemi kat eden kasın esnekliği için indirekt bir gösterge olarak kullanılır (1, 2).

Esnekliği etkileyen faktörler arasında yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu gibi faktörler sayılabilir. Medeiros ve ark.' ları (3), yaşın ve cinsiyetin esneklik üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında; yaşlanmayla birlikte esnekliğin azaldığını gösterirler. Bütün yaş gruplarında kadınları erkeklerden daha esnek saptarlar. Aynı araştırmada, yılbaşına düşen esneklik kaybı erkeklerde %8, kadınlarda ise %6 olarak gösterilir. Erkeklerde 30 yaş, kadınlarda ise 40 yaşından sonra esneklikte dramatik düşüşler gözlenir (3). Yaşlanmayla birlikte oluşan esneklik kaybının, kas yapısında artan yağ ve konnektif doku oranından kaynaklandığı düşünülür (1, 43). Eklem hareket açıklığına dayalı esneklik değerlendirmelerinde, kadınların erkeklerden

daha esnek olduğu ve yaşla birlikte iki cinsiyet için de esnekliğin azaldığı görülür. Bu değişim, eklemlerin günlük hayattaki rutin kullanımına bağlı olarak değişiklik gösterir. Ekstremite dominansının esneklik üzerine etkisine bakıldığında çeşitli eklem gruplarında farklı sonuçlar elde edildiği bildirilir. Omuz eksternal rotasyon ve el bileği fleksiyon EHA' ları için dominant taraf, omuz internal rotasyon ve kalça abduksiyon EHA' ları için nondominant taraf daha esnek saptanmıştır (44). Bu nedenle, esneklik değerlendirmelerinde ekleme spesifik değerlendirmeler daha doğru sonuçlar ortaya konmaktadır (3, 24, 44).

Hamstring Esnekliği İndirekt Ölçüm Yöntemleri

Hamstring esnekliğini değerlendiren yöntemler arasında; düz bacak kaldırma testi, otur uzan testi, yer parmak mesafesi ölçümü, diz ekstansiyon açısı ölçümü gibi pek çok yöntem yer almaktadır (14-17).

Aktif diz ekstansiyon açısı: Aktif diz ekstansiyon (ADE) açısı ölçümü, daha izole bir hamstring esnekliği değerlendirme metodu olarak, 1983 yılında Rıchard ve ark. tarafından önerilmiştir. Diz ekstansiyon açısı, kalça 90° fleksiyonda iken dizin terminal ekstansiyona ulaşması için gerekli açı olarak tanımlanır (45). Bazı araştırmalarda bu açıdan "popliteal açı" olarak bahsedilir (24, 28, 46). Serebral palsili bireylerde yapılan araştırmaların çoğunda"popliteal açı"terimi diz ekstansiyon açısını 180° ye tümleyen açı olarak kullanılmaktadır (47, 48) fakat sağlıklı bireyler üzerinde yapılan araştırmaların çoğu ve araştırmamızda "popliteal açı" ile "diz ekstansiyon açısı" eş anlamlı olarak kullanılmıştır.

Test yöntemi: Hasta sırtüstü pozisyonda teste başlar. Kontralateral bacağı ekstansiyonda olacak şekilde uyluk hizasından kayış ile yatağa sabitlenir. Başka bir kayış ise pelvis stabilizasyonu için SİAS lar üzerinden geçirilir. Kalça 90 ° fleksiyona getirilir ve bu konumunu test boyunca korumak için metal tel bir çerçeve kullanılır. Uyluğun distal anterior kısmı ile tel çerçeve arasındaki temas kesilmeden teste devam edilir. Ayak bileği ise gevşek bir şekilde plantar fleksiyondadır. Hasta uyluğunun tel ile olan temasını kesmeden aktif olarak dizini ekstansiyona almaya başlar. Ekstansiyon açısı büyüdükçe hamstring gerginliği de artar ve en sonunda quadriceps ve hamstring grubunun kasılıp gevşemelerinden oluşan bir myoklonus tablosu görülür. Bu noktada hastaya dizi klonus kesilene kadar hafifçe fleksiyona getirmesi söylenir ve terminal diz ekstansiyonu için gerekli açı kaydedilir (45). Günümüzde, kalçayı 90° fleksiyonda tutmak için tel çerçeve yerine uyluk posterioruna yerleştirilen kutular da kullanılabilmektedir (27, 49).

Aktif diz ekstansiyon açısı ölçümlerinde, gövde ve kalça esnekliğinin devre dışı bırakılması ve DBK gibi testlerde meydana gelebilecek siyatik sinir provokasyonunun önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bunların yanı sıra aktif ölçümün tercih edilmesinin sebebi, pasif ölçümlerdeki açıların uygulayıcının kuvvetine bağlı olmasıdır (45, 50).

Kane ve ark. (51) kontralateral ekstremitenin tam ekstansiyon yerine tam fleksiyonda tutulmasının, ölçüm sırasındaki pelvik hareketleri en az seviyeye indirdiğini göstermişlerdir. Pelvik hareket, bu ölçümlerde ortalama 5.5° olarak kaydedilmiştir.

Pasif diz ekstansiyon açısı: ADE açı ölçümlerinin kuadriseps kuvvetine bağlı değişimi ve testte kullanılan sübjektif sonlanma noktası nedeniyle, Frederiksen ve ark. tarafından 1997 yılında diz ektansiyon açısı değerlendirmesi için pasif diz ekstansiyon (PDE) açısı ölçüm yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemle, hastanın dizi pasif olarak ekstansiyona çekilir. Bu çekiş kuvveti ise dinamometrelerle sabitlenir. Test yönteminde, hasta test masasına sırtüstü yatar. İpsilateral ekstremite 120° fleksiyona alınır ve fiksasyon kemeri ile stabilize edilir. Pelvis ve kontralateral ekstremite ise spina iliaka anterior superior (SİAS) ve uyluk seviyelerinden kayışla yatağa sabitlenir. İpsilateral tarafta ise kalça nötral, ayak bileği gevşek pozisyondadır. Tekrarlayan ölçümler arasındaki farkları azaltmak için, ölçümlerden önce 3 kez tut-gevşe kontraksiyonları kullanılır. Dinamometrelerle standardize edilmiş kuvvetlerle (kadınlarda 7 kg , erkeklerde 8 kg) dizler pasif olarak ekstansiyona getirilir ve son noktada diz ekstansiyon açıları ölçülür (17).

Orijinal tanımlamada ipsilateral kalça eklemi 120° fleksiyonda tarif edilen başlangıç pozisyonu, birçok araştırmada uygulama kolaylığı nedeniyle 90° kalça fleksiyonu olarak uygulanmaktadır (11, 14, 49).

Hamstring Esnekliği ve İlişkili Faktörler

Hamstring kasları, kalça ve diz eklemlerini kat eden, yüksek tonus üretmeye meyilli postural kaslardandır. Bu nedenle, sıklıkla gergin ve kısadırlar (52). Araştırmalarda, hamstring esnekliği (HE) ile ilişkili faktörler olarak başlıca yaş ve cinsiyet üzerine durulmaktadır (28-33).

Ergenlik öncesi dönem için HE açısından cinsiyetler arası farklar belirgin değildir. Popliteal açı ölçümleriye, 1-10 yaş arası çocukların HE'nin değerlendirildiği araştırmada; esnekliğin yaşa bağlı değiştiği gösterilmiştir. Politeal açı; 1-3 yaş arası çocuklarda 6° saptanırken, 4 yaşında 26° ölçülmüştür. Bu açı 4-10 yaş döneminde önemli bir değişim göstermemiştir. Dört yaşındaki ani artışın, üç yaşında oluşmaya başlayan lomber lordoz ve

anterior pelvik tiltten kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Aynı araştırmada, cinsiyetin popliteal açıya etkisi sorgulandığında, sadece 4 yaş grubundaki çocuklarda, kızların erkeklerden daha esnek olduğu saptandığı bildirilir. Diğer yaş gruplarında cinsiyetler arası bir fark bulunmadığı belirtilir (28).

Popliteal açı değerlerinin, 5-15 yaş aralığında, yaş artışı ile birlikte yükseldiği, dolayısıyla HE' de azalma olduğu belirtilmiştir (29). Benzer yaş grubunda (4-16 yaş), her iki cinsiyette de esnekliğin azaldığı gösterilmiştir (30). Aktif diz ekstansiyon açısı değerlerinin, 9-13 yaş aralığında arttığı ve dolayısıyla HE' nin azaldığı bildirilmiştir (50). Bu değişiklikler büyüme plaklarına bağlanmıştır. Kemikler büyüme plakları sayesinde hızla uzarken, kas tendon ünitleri kemikler kadar hızlı uzayamamaktadır. Bu değişimin, kaslarda gerginliğe neden olarak, eklem hareket açıklıklarında azalmaya sebep olduğu öne sürülmüştür (32). Genç yetişkinlik döneminde, kadınlarda HE' lerinin daha fazla olduğu kolej öğrencilerinde yapılan bir araştırmada gösterilmiştir (33). Bununla birlikte, cinsiyetler arası HE farklılıklarının; ergenlik döneminde mi, yoksa genç yetişkinlik döneminde mi ortaya çıktığı bilinmemektedir.

Ergenlik döneminden sonra HE'nin yaşa bağlı azalmadığını gösteren araştırmalar mevcuttur. Youdas ve ark. (24) yaşları 20 ile 79 arasında değişen, 214 kişi üzerinde yaptıkları araştırmada; kadınların, bütün yaş gruplarında, erkeklerden daha esnek olduğunu bildirir. Aynı araştırmada, cinsiyet grupları içinde yaşla birlikte HE' nin değişmediği gösterilir. Stathokostas ve ark. (53) yaşlı gruplarda HE değerlerinde yaşla birlikte her iki cinsiyet için de azaldığını göstermişlerdir. Kalça fleksiyon EHA' larında en hızlı düşüşlerin ise 70 yaş civarında meydana geldiği gösterilmiştir fakat bu düşüşler, doğrudan HE azalmasına bağlanmamıştır.

EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜMÜ

Eklem hareket açıklığı (EHA) objektif değerleri, kısıtlılıkların ve patolojilerin saptanması ve uygulanan rehabilitasyon programının etkinliğinin anlaşılması için kullanılır. Eklem hareket açıklığı ölçümleri, ölçüm yapan kişiye ve uygulanan ölçüm tekniğine bağlı olarak değişebilmektedir. Ölçümün doğru yapılması ve yorumlanması, değerlendirme açısından çok önemlidir.

Eklem hareket açıklığı ölçümleri, kas esnekliğinin indirekt değerlendirilmesinde de kullanılır. Kasın geçtiği eklemlerin hareket açıklığı, kasın esnekliği için bir gösterge olarak kabul edilir. Ölçüm teknikleri için kullanılan pozisyonların standart olması önerilir. Ölçülen EHA değerleri, karşı ekstremite ve normatif değerler ile karşılaştırılarak kas esnekliği yorumlanır (23, 54).

Günümüze kadar birçok standardize ölçüm yöntemi ve araçları geliştirilmiştir. Ölçümlerin olabildiğince doğru sonuç vermesi için; anatomik yer işaretlerinin doğru belirlenmesi, pozisyonlama ve vücudun stabilizasyonu, ölçüm tekrar sayısı, aktif ve pasif EHA ölçüm yöntemi gibi çeşitli noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir.

Anatomik Yer İşaretlerinin Doğru Belirlenmesi

Anatomik yer işaretleri, ölçüm cihazının doğru yerleştirilmesini sağlayan referans noktalardır. Bu amaçla, genellikle kemik çıkıntılar kullanılır. Bu noktaların standardize edilmesi, ölçümlerin güvenilirliği açısından önemlidir. Yer işaretlerinin değişmesi ölçüm sonuçlarında farklılıklara sebep olur (55).

Pozisyonlama ve Vücudun Stabilizasyonu

Ölçüm için uygun olan ve değerlendirilen bireyin konforunu sağlayan standart bir pozisyon belirlenmektedir. Bu durum, ölçümlerin tekrar edilebilirliği ve güvenilirliği açısından önemlidir. Ölçüm pozisyonu; supin, prone, erekt, oturur veya yan yatış pozisyonu şeklinde olabilmektedir. Tekrar gerektiren ölçümlerin, aynı pozisyonda yapılması hataları minimale indirmektedir. Ölçüm için başlangıç pozisyonu, eklemin anatomik veya sıfır pozisyonu olmaktadır. Seçilen pozisyonda, ölçüm yapılacak ekleme yakın eklemlerin stabilizasyonu, sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir. Örneğin; düz bacak kaldırma (DBK) testinde, pelvis stabilizasyonunun sağlanmaması ölçüm sonuçlarını etkiler (56).

Tekrar Sayısı

Ölçümler tekrarlı yapılır. Tekrarlı ölçümler, değerlendiren ve değerlendirilen birey kaynaklı hataların sonuçları etkilemesini önler. Tekrarlanan ölçümlerden elde edilen sonuçların ortalaması alınarak doğru sonuca yaklaşılır.

Pasif ve Aktif Eklem Hareket Açıklıkları

Klinik amaca uygun olarak, pasif ve/veya aktif EHA değerleri ölçülür. Pasif ve aktif EHA değerleri arasında anlamlı farklar vardır (14). İki ölçüm sonuçları, ayrı ayrı değerlendirilir. Aktif hareket açıklıklarının ölçümünde, değerlendiren tek bir bireyin yeterli olması, bu ölçümlerin daha kolay yapılmasını sağlar. Aktif hareket açıklığı ölçümleri sırasındaki; kişisel motivasyon, duygu-durum farklılıkları ve hastanın hareketi doğru anlaması da ölçüm

sonuçlarını etkiler. Pasif ölçümlerde eklem hareketini yaptıran kişilerin uyguladığı kuvvet, dinamometrelerle standardize edilmezse ölçümlerin güvenilirliği olumsuz etkilenir (56).

Evrensel Gonyometre

Evrensel gonyometreler, açısal hareket yapabilecek şekilde birbirine tutturulan iki koldan oluşan ölçüm araçlarıdır. İki kolun kesişim bölgesi, ölçüm için belirlenen pivot noktaya yerleştirilir. Ölçüm sırasında iki koldan bir tanesi, sabit kol olarak seçilir ve eklemin proksimal parçası referans alınarak ölçüm sırasınca sabit kalır. Diğer kol ise ölçüm boyunca eklemin distal ucunu takip edecek şekilde hareket ettirilir. Hareket tamamlandığında, iki kol arasındaki açı değişimi belirlenerek EHA tespit edilmiş olur. Ölçüm sırasında gonyometre gövdesinin belirlenen pivot nokta hizasında sabit kalmasına dikkat edilmelidir.

Evrensel gonyometre EHA ölçümlerinde en yaygın kullanılan araçtır. Evrensel gonyometrelerin bu kadar yaygın kullanılmasının sebepleri ise, bu gonyometrelerin kolay taşınabilir, ölçüm sonucunu kolayca verebilir olmasıdır. Ayrıca farklı tutuş şekilleriyle, hemen hemen her eklem için EHA değerini ölçebilmektedir. Ancak gonyometre kollarının, referans noktalarını takibi ve başlangıç pozisyonları görsel olarak ayarlandığı için hataya açıktır. Gonyometrik ölçümlerde, eklemin proksimal kısmının stabilizasyonunu sağlamak için kayış ve velkro bantlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Çeşitli eklemlere uygun şekil ve boyutlarda birçok farklı gonyometre üretilmiştir (57).

KAS KUVVETİ VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

Kasların temel fonksiyonu besinlerin sindirimiyle ortaya çıkan kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirmektir. Oluşan bu enerji sayesinde kaslar kasılabilir ve kas kuvveti ortaya çıkar. Kas kuvveti temel olarak, anlık üretilen kuvvet olarak tanımlanır (58). Kuvvet üretiminin ne kadar süre devam ettirilebildiği ise endurans ile alakalıdır.

Kas kuvveti günlük yaşama katılım seviyesini belirleyen en önemli faktörlerdendir. Birçok patoloji, kas kuvveti yetersizlikleri sebebiyle ortaya çıkar. Kas kuvveti yetersizliği olan bireyler çeşitli aktiviteleri yapamayabilirler ve bu durum bireyin bağımsızlığını olumsuz etkiler (59). Kas kuvveti, esneklik, eklem hareket açıklığı ve vücut kompozisyonu bireyin fonksiyonel seviyesini gösteren parametrelerdir (34). Bu sebeple, kas kuvveti, kişilerin fiziksel uygunluğunun takibinde, koruyucu rehabilitasyon programının belirlenmesinde ve uygulanan rehabilitasyon programının etkinliğinin gözlemlenmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (34, 58).

Kasılma Tipleri

Kaslar temel olarak üç farklı şekilde kasılabilirler;

İzometrik kasılma: Kas boyunda uzama ya da kısalma olmaksızın kas geriliminin arttığı kasılmalar izometrik kasılma olarak tanımlanır. Bir başka deyişle kasın oluşturduğu kuvvet vücut segmentinde hareket ortaya çıkarmaz (59).

İzotonik kasılma: Kas uzunluğunda değişiklik ortaya çıkaran kasılmalar "izotonik kasılmalar" olarak tanımlanımlanır. İzotonik kasılmalar konsantrik ve eksantrik tiplerde olabilir. Kas boyunda kısalmaya neden olan izotonik kasılmalar konsantrik kasılma olarak tanımlanır. Kas boyu uzarken yani kasın origo ve insersiyosu birbirinden uzaklaşırken gerçekleşen izotonik bir kasılma ise eksentrik kasılma olarak tanımlanır. Günlük hareketlerin çoğunda bu kasılmalar kombine ve tekrarlı olarak yapılır (60).

İzometrik ve izotonik aktiviteler günlük hayatta sıkça kullanılır. Kavrama, cisimleri elde tutma, kavanoz kapağı açma gibi aktivitelerde izometrik kasılmalar kullanılırken ağırlık kaldırma, itme ve çekme gibi aktivitelerde ise izotonik kasılmalar kullanılır. İzotonik aktivite sırasında kaldırılmakta olan cismin mutlak ağırlığı sabit de olsa hareketin hızı kişinin biyomekaniksel özelliklerine göre hareket boyunca değişiklik gösterir (60).

İzokinetik kasılma: İzokinetik kasılmalar hareket boyunca açısal hızın sabit kaldığı ve maksimum dirence karşı yapılan kasılmalardır. İzokinetik kasılmanın yapılabilmesi için komplike bilgisayarlı sistemlere ihtiyaç vardır.

İzokinetik sistemlerde hız önceden belirlenir ve kişi ne kadar kuvvet uygularsa uygulasın bu hızı değiştiremez. Bilgisayarlı sistemler kişinin uyguladığı kuvvete göre direnci ayarlayarak hızı korur ve maksimum kasılma sağlanır (61).

Kas Kuvveti Ölçüm Teknikleri

Kas kuvveti ölçümünün, rehabilitasyon programının belirlenmesinde ve etkinliğinin değerlendirilmesinde önemi büyüktür. Ayrıca fiziksel yetersizliklerin belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Kas kuvveti değerlendirilmelerinin doğru sonuç verebilmesi için uygulanacak teknik ve ortam şartları olabildiğince standardize edilmelidir. Kas kuvveti değerlerine yaş, ağrı, cinsiyet gibi faktörlerin etki ettiği bilinmeli ve değerlendirmeler bu faktörler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Ölçüm sırasında test edilen kişi maksimum efor harcaması

konusunda motive edilmelidir. Ayrıca sonuçların güvenilirliği açısından ölçümlerin tekrarlı yapılması önemlidir (59).

Kas kuvvetinin değerlendirmesinde manuel teknikler, fonksiyonel testler, dinamometreler ve izokinetik cihazlar gibi birçok farklı teknik kullanılmaktadır.

İzokinetik kuvvet ölçümü: İzokinetik kasılma kuvvetini ölçmek için bilgisayarlı izokinetik sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler, ilk olarak 1967 yılında Hislop ve Perrine (62) ve Thistle ve ark. (63) tarafından tarif edilmiştir.

İZOKİNETİK SİSTEM

İzokinetik cihazlar, eklem hareketinin sabit bir açısal hızda sürdürülmesini sağlarlar. Bu direnç, hidrolik ya da elektronik sistemlerle oluşturulur ve bilgisayarlı sistemler sayesinde hareketin her açısı için uygun direnç verilir. Sabit açısal hız 0-450 °/sn aralığında olmakla beraber, açısal hız arttıkça ölçümün güvenilirliği azalmaktadır. Manuel testlerde olduğu gibi, hastanın bireysel motivasyonu ölçüm sonuçlarını önemli oranda etkileyebileceğinden, ölçümü gerçekleştiren kişi hastayı sözel komutlarıyla motive etmelidir.

İzokinetik cihazlarda bulunan dinamometreler, insan kası fonksiyonlarının tork (döndürme momenti), pik tork ve güç gibi değişkenlerini objektif bir şekilde değerlendirilebilmektedir (61, 64). Elde edilen bu verilerle agonist-antagonist oranı, kas asimetrileri, endurans, yapılan toplam iş gibi veriler elde edilebilir (59). Çok çeşitli marka ve modellerde izokinetik cihazların geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır (64-66).

İzokinetik cihazlar kuvvet ölçümü haricinde; antrenman, teşhis, rehabilitasyon, akademik araştırmalar için objektif veri elde etmek için de kullanılabilmektedir. Bu avantajlarına karşın izokinetik cihazların maliyetlerinin fazla olması, kullanımı için kalifiye eleman gerekliliği ve fazla yer kaplaması sebepleriyle kullanılabilirliği zorlaşmaktadır.

İzokinetik Cihazların Temel Komponentleri

İzokinetik sistemler temel olarak 3 parçadan oluşur. Dinamometre, bilgisayar, koltuk ve diğer aparatlar. İzokinetik sistmelerde dinamometre; açısal hız, toplam iş, tork, pik tork gibi değerlerin ölçülmesini sağlayan temel parçadır. Dinamometre, kişiye uygulanan kuvveti değiştirerek açısal hızın sabit kalmasını sağlar. İzokinetik sisteme komut girişinde kullanılan bilgisayarlar ise ölçüm sonrasında toplam iş, tekrar başına iş, tekrar başına iş/vücut ağırlığı (VA) gibi komplike hesaplamaların yapılmasını sağlar. Bilgisayar komutları sayesinde, kasılma

tipi, açısal hız ve yüklenme oranı belirlenir. Bu iki teknik parça dışında cihaz kişinin oturacağı bir koltuk, değerlendirilecek ekstremiteye göre pedal, kol pedalı gibi yüklenme panelleri içerir (67).

İzokinetik Test Protokolünün Değişkenleri

Açısal hız: Açısal yer değiştirmenin toplam süreye bölünmesi ile elde edilir. Birimi derece/sn dir. Testi uygulayan kişi, tekrarların yapılacağı açısal hızı amacına uygun olarak seçmelidir. Kullanılabilecek hız aralıkları 30-60º/sn (düşük), 90-120º/sn (orta) ve 180-300º/sn (yüksek) hız aralıkları olarak sınıflanmıştır (61). Pik tork ölçümleri, agonist- antagonist tork karşılaştırmaları yapılırken düşük hızlar kullanılır. Yüksek hızlarda bireyler daha az torklar üretirler. Orta ve yüksek hızlardaki düşük tork değerleri ile kasın kısa sürede yorulması engellenir. Kasın enerji üretebilme kapasitesinin daha doğru ölçülmesine olanak sağladıkları için, endurans ve güç ile ilgili ölçümlerde orta ve yüksek açısal hızlar kullanılır (67).

Tekrar sayısı: Bu sayı önceden seçilen açısal hıza göre belirlenir. Kişiler düşük açısal hızlarda ortaya çıkan tork daha fazla olduğu için test edilen kişi daha hızlı yorulur. Bu nedenle düşük açısal hızlarda 4-6 gibi az sayılı tekrarlar kullanılırken, yüksek hızlar için bu sayı 15-25 arası olarak belirlenir (61).

Eklem hareket açıklığı: Yüklenme kolları belirli açılarda kilitlenmediği sürece, serbestçe dönebilen parçalardır. Fakat izokinetik testler sırasında hareket belirli açılarda sınırlanır. Bu sınırlar, genellikle test edilen eklemin, normal hareket sınırlarına yakın değerler olarak seçilir. Yaralanma varlığında ise, soruna uygun açı sınırları belirlenir. Maksimum torkun oluşması için optimum kas uzunluğu gerekir. Bu nedenle, belirlenen açı sınırları önemlidir (68).

Test sıralaması: Hastanın hareketi daha kolay kavraması açısından, dominant ekstremite önce test edilir. Test edilen ekstremitelerden birisi rahatsız ise, sağlam ekstremite önce test edilmelidir. Kuvvet ve endurans testleri beraber yapıldığı takdirde, öncelik kuvvet testlerinindir. Böylece, endurans testlerinden önce yorgunluk oluşması engellenir (67, 68).

Dinlenme periyodu: Her setten sonra belirli bir dinlenme periyodu olmalıdır. Pik tork ölçümlerinin yapıldığı az sayıda (4-5) tekrar içeren setlerden sonra 30-60 sn'lik bir istirahat yeterlidir (61). Bottaro ve ark. (69), 4 tekrarlık setler ve 30-60-90 º/s lik açısal hızlar için 30 sn istirahat süresinin yeterli olduğunu göstermiştir. Dayanıklılık testlerinde setlerdeki tekrar sayısı arttığı için bu süre 3dk ya kadar uzayabilir (70). Farklı açısal hızlar için yapılan testler arasında 1 dakikalık bir dinlenme periyodu kullanılır. İki ekstremite arasında ise 3-5 dakikalık dinlenme periyotları yeterlidir (68).

İzokinetik Testlerde Ölçülen Parametreler

Tork: Tork bir cisme uygulanan döndürücü momenttir. İzokinetik kuvvet göstergesidir. İzometrik kuvvet ölçümlerinde kas sabit bir açıda kasılır ve açığa çıkardığı kuvvet Newton cinsinden kaydedilir. İzotonik kuvvet ölçümlerinde ise ölçüm tork olarak yapılır. Tork değeri eklem hareketi devam ederken, hareketin her açısı için yüklenme koluna uygulanan döndürücü momenti ölçer. Torkun birimi Newton-metre (Nm) dir (67).

Pik tork: Ölçülen eklem hareket açıklığı boyunca, ortaya çıkan en büyük tork değeridir. Pik tork değerleri 30-60 º/s gibi düşük açısal hızlarda ölçülür (70). Pik tork 0 ile 60 º/s arasında değişmeden kalmakta sonrasında ise açısal hız ile ters orantılı olarak değişmektedir (71).

Açı spesifik tork: Eklem hareketinin belirli açıları için ölçülen tork değeridir. Klinik açıdan önemlidir. Belirli açılarda tork kuvvetindeki ani düşüşler sakatlık göstergesi olabilir.

Yorgunluk endeksi: Test sırasında meydana gelen yorulmanın yüzde olarak ifade edilmesidir. Yorulma endeksi farklı araştırmalarda, farklı yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır (72, 73).

Pik tork/Vücut ağırlığı: Ölçülen tork değerlerin normalizasyonu ve kişiler arası daha doğru bir karşılaştırma yapılması amacıyla kullanılır.

Oran (Agonist-antagonist): Birbirinin antagonisti olan kas gruplarının pik torklarının oranıdır. Daha güçsüz olan kasın pik torkunun, güçlü kas pik torkunun yüzde kaçı olduğunu ifade eder. Örneğin diz eklemi için (Hamstring pik torku/ Quadriceps torku) * 100 şeklinde hesaplanır.

Total iş: Kuvvet ve açısal hareket miktarının çarpılmasıyla elde edilir. Açısal hareke-tork grafiklerinde eğrinin altında kalan alan toplam işi verir. Birimi Newton-metre' dir. Her bir tekrar için yapılan iş miktarı da hesaplanabilir. Total iş bütün tekrarlar sonrası yapılan toplam iştir. Yapılan iş miktarı endurans ölçümünde kullanılır. Endurans, seri tekrarlar esnasında ilk 5 ve son 5 tekrarda yapılan iş miktarının oranı olarak hesaplanabilir. Yüksek açısal hız kullanan bazı araştırmalarda ise tekrar sayısı arttırılarak 60 kontraksiyon için ilk 20 ve son 20 kontraksiyonda yapılan işlerin oranları yorgunluk endeksi olarak hesaplanır (74).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu araştırma, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 28/09/2016 tarih ve TÜTF-BAEK 2016/220 protokol numaralı etik kurul onayı ile gerçekleştirildi. Araştırma 15/10/2016- 15/05/2017 tarihleri arasında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Trakya Üniversitesi Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkez' inde gerçekleştirildi.

BİREYLER

Araştırma için gerekli birey sayısının belirlenmesinde Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin toplam mevcudu araştırma evreni olarak alındı. Bu tarihler arasında fakültemizde 1300 öğrenci mevcuttu. Bu öğrencilerin hamstring referans değerlerini belirlemek için 11.3 standart sapma (23), %5 yanılma payı ve 2 birim tolerans değeri ile saptayabilmek için en az 123 öğrencinin araştırmaya alınması gerektiği hesaplandı.

Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-24 yaşlar arasında olmak.
- Alt ekstremiteyi ilgilendiren herhangi bir cerrahi operasyon geçirmemiş olmak.
- Kalça ekstansiyonda iken, tam diz ekstansiyonuna sahip olmak.
- Son zamanlarda hamstring yaralanması geçirmemiş olmak.

Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Aktif sporcular ve düzenli spor yapanlar.

- Hipermobilite saptananlar.
- Kalça ve diz eklem bölgelerinde patolojisi olanlar.
- BKİ 30kg/m^2' den fazla olan obez kişiler (75).

ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Araştırma öncesi her bir birey araştırma hakkında bilgilendirildi. Bilgilendirme sonucu araştırmaya katılmayı kabul eden kişilerden yazılı onam alındı. Araştırmamıza 18-24 yaş arası dahil edilme kriterlerini sağlayan gönüllü öğrenciler alındı.

Araştırma kapsamında öğrencilere 3 farklı ölçüm yapıldı. PDE ve ADE açı değerleri, goniometre kullanılarak, Trakya Üniveristesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü pratik salonunda gerçekleştirildi. İzokinetik kuvvet ölçümleri ise, model numarası 502140 olan CSMI Cybex HUMAC/NORM izokinetik test sistemi kullanılarak ölçüldü. Bu sistem, Trakya Üniversitesi Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Polikinliği izokinetik test ünitesinde yer almakta idi.

Her bireyin ölçümleri, iki ayrı günde gerçekleştirildi; PDE ve ADE açı ölçümleri aynı gün ve izokinetik ölçümler ise ertesi gün yapıldı. Ölçümler bir Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon uzman hekimi ve bir Fizyoterapist tarafından yapıldı. Testler uygulanmadan önce yaş, cinsiyet, dominant taraflar sorgulandı. Boy ve kilo değerleri standardize mezura ve tartı ile ölçülerek elde edilen beden kitle indeksi (BKİ) kaydedildi.

Pasif ve Aktif Diz Ekstansiyon Açısı Ölçümleri

Diz ekstansiyon açısı ölçümleri yapılmadan önce, katılımcıların 3 dakika süre ile sıfır direnç ve orta yoğunluklu şiddette pedal çevirerek ısınması sağlandı. Bu amaçla, pedal ergometresinden (MSD Oxycycle 3 ticari isimli) yararlanıldı (Şekil 3) (23).



Şekil 3. MSD Oxycycle 3 ticari isimli pedal ergometresi

Isınmanın hemen ardından, 2 ölçüm art arda gerçekleştirildi. ADE açısı ölçümlerinin hamstringlerde resiprokal inhibisyona neden olacağı düşünülerek, PDE açıları ADE açılarından önce ölçüldü (76). Bu ölçümlerde ipslateral kalçanın 90° fleksiyonda tutulabilmesi için dizayn edilmiş tahta bir kutu kullanıldı (27). Tahta kutunun yan kısımlarındaki vertikal demir çubuklar ölçüm esnasında kalça açısındaki meydana gelebilecek kaymaları gözlemleyebilmek ve engellemek amacıyla kullanıldı. Tahta kutu yatağa velcro bant yardımıyla sabitlendi (Şekil 4).



Şekil 4. Kalçanın 90° fleksiyonda tutulabilmesi için dizayn edilmiş tahta kutu ve vertikal bar

Hastanın başlangıç pozisyonuna alınması:

Bireyler sırtüstü pozisyonda test edildi. Kontralateral bacak, diz ekstansiyonda olacak şekilde uyluk hizasından velcrolu kayış ile yatağa sabitlendi. Başka bir velcrolu kayış ise pelvis stabilizasyonu için SİAS'lar üzerinden geçirildi. Kalça nötral pozisyonda, diz ekstansiyonda ve ayak bileği ise gevşek bir şekilde plantar fleksiyonda idi. Değerlendiren ipsilateral ektremite, kalça eklemindeki hareketi önlemesi için dizayn edilmiş kutunun üzerine, kalça ve diz 90° fleksiyonda olacak şekilde başlangıç noktasına yerleştirildi (Şekil 5). Kişiye ölçüm sırasında uyluğunu kutudan ayırmaması ve natürel pelvik tiltini bozmaması gerektiği talimatı verildi. Gonyometrenin sabit kolu femur-büyük trokanter eksenine, hareketli kolu ise fibula- lateral malleol eksenine paralel tutularak, kalça ve diz fleksiyon açılarının 90° olduğundan emin olundu. Ölçüm esnasında gonyometrenin üzeri kapatılarak, değerlendirme yapan araştırmacının sonuçlara muhtemel etkisi engellenmeye çalışıldı (Şekil 6).



Şekil 5. Başlangıç pozisyonu

Pasif diz ekstansiyon açısı ölçümü:

Tarif edilen başlangıç pozisyonu alındıktan sonra, terapist ölçüm yapılacak dizi pasif bir şekilde ekstansiyona getirmeye başlar. Şiddetli fakat tolere edilebilir, orta şiddette bir direnç bir direnç hissettiği noktada ekstansiyon için daha fazla zorlamaz, bacağı sabitler ve diğer uygulayıcı gonyometrenin hareketli kolu lateral malleolü, sabit kolu büyük trokanteri gösterecek şekilde iken ölçümünü alır. Üç ölçümün ortalaması kaydedilir (17) (Şekil 6).



Şekil 6. Pasif diz ekstansiyon açısı ölçümü

Aktif diz ekstansiyon açısı (ADE) ölçümü:

Kişi aynı başlangıç pozisyonuna alınır ve başlangıç için aynı talimatlar verilir. PDE ölçümünden farklı olarak hastanın dizi terapist tarafından ekstansiyona alınmaz. Hastadan uyluğunun kutu ile olan temasını kesmeden aktif kas gücü ile dizini ekstansiyona alması istenir. Ekstansiyon açısı büyüdükçe hamstring gerginliği de artar ve en sonunda kuadriseps ve hamstring grubunun kasılıp gevşemelerinden oluşan bir myoklonus tablosu görülür. Bu noktada hastaya dizi klonus kesilene kadar hafifçe fleksiyona getirmesi söylenir. Uygulayıcılardan biri dizi bu açıda sabit tutarken diğeri gonyometre ile diz ekstansiyon açısını ölçer (Şekil 7) (45). 3 ölçümün ortalaması kaydedilir. Aynı protokollerle ölçümler kontralateral ekstremite için de tekrarlanır.



Şekil 7. Aktif diz ekstansiyon açısı ölçümü

İzokinetik Ölçümler

PDE ve ADE açıları ölçülen gönüllü bireyler, bir gün sonra izokinetik değerlendirmeye alındı. İzokinetik değerlendirmeler için model numarası 502140 olan CSMI Cybex HUMAC/NORM izokinetik test cihazı kullanıldı. Test gerçekleştirilmeden önce kişilere uygulama hakkında bilgi verildi. Değerlendirme öncesinde, cihaz her açıldığında kalibre edildi. Test öncesi kişiler bisiklet ergometresinde 5 dk ısındılar. Sonrasında, bireyler cihaz koltuğuna oturdular. Sandalye üzerinde, kullanılan sırt desteği ve uyluk üzerinden uygulanan kayışlarla stabilizasyon sağlandı. Koltuk, diz ekleminin anatomik dönme ekseni, dinamometrenin dönüş ekseni ile aynı hizada olacak şekilde ayarlandı. Ölçüm sırasında kişilerden kollarını gövdeleri etrafında birleştirmeleri istendi. İzokinetik ölçümler 60°/sn ve 240°/sn açısal hızlarda gerçekleştrildi (72). 60°/sn ve 240°/sn' lik ölçümler 2 dakikalık dinlenme periyodlarıyla ayrıldı.

Ölçümler kaydedilmeden önce kişilerin ön hazırlığı için, testte kulanılacak açı değerleri olan 60°/sn ve 240°/sn açısal hızda sırasıyla 3 ve 4 tekrar olacak şekilde konsantrik diz fleksiyon, ekstansiyonu yaptırıldı. Daha sonra kayıtlı ölçümlere geçildi. Kayıtlı ölçümlerde diz fleksiyon ve ekstansiyonu için ölçümler 60°/sn açısal hızda 4 tekrar ve 240°/sn açısal hızda 15 tekrar ile testlendi. Test sonunda kişilerin sağ ve sol diz ekstansör ve fleksör kas grupları için ölçülen pik tork,yapılan toplam iş, tekrar başına iş ve yorgunluk endeksi değerleri bilgisayar ortamında hesaplandı. Araştırmızda yorgunluk endeksi; 240°/sn' lik açısal hızda gerçekleştirilen endurans ölçümlerinde, başlangıç pik torkunun son tekrardaki pik torka göre yüzdelik düşüş oranı olarak hesaplandı (67).

İSTATİSTİKSEL HESAPLAMALAR

Bu araştırmada, korelasyon katsayısı en düşük 0,3 olarak ön görülüp alfa=0,05 yanılma payı ve %90 güç analizi olacak şekilde örneklem sayısı (n)=123 olarak hesaplandı. 61 erkek ve 62 kadın birey üzerinde çalışıldı.

Sonuçlar, istatistiksel olarak ortalama ± standart sapma olarak gösterildi. Niceliksel verilerin normal dağılıma uygunluğu tek örneklem Kolmogorov Smirnov test ile incelendi. Yaş, kilo, boy, BKİ değerlerinin, cinsiyete göre karşılaştırılmasında Student-t testi kullanıldı. Katılımcılara ait diz açısı ve izokinetik test parametrelerinin cinsiyete göre karşılaştırlımasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Katılımcıların dominant ve non-dominant diz ekstansiyon açılarının karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanıldı. ADE ve PDE açı değerleri ile izokinetik test parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde verilerimizin dağılımı normale uymadığından Spearman's rho korelasyon analizi kullanıldı. Tüm istatistikler için anlamlılık sınırı $p<0.05$ olarak seçildi. İstatistiksel analizler Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalında SPSS 20.0 (Lisans No:10240642) paket programı kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Araştırmaya 18-24 yaş aralığında olan 123 sağlıklı üniversite öğrencisi (61erkek, 62 kadın) katıldı. Yaş, kilo, boy ve BKİ verileri için ortalama ± standart sapma değerleri belirlendi ve cinsiyetler arası karşılaştırma yapıldı. Kadın ve erkek bireyler arasında yaş açısından anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$). Kilo, boy ve BKİ verileri için cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı ($p<0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Cinsiyete göre; katılımcıların yaş, kilo, boy ve BKİ ortalama değerleri

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	p	Tümü (n:123)
Yaş	Ort.±SD (min-max)	20,5±1,3 (18-24)	20,3±1,2 (18-24)	0,452	20,4 ± 1,2 (18-24)
Kilo	Ort.±SD (min-max)	72,7±9,1 (48-90)	56,1±8 (40-80)	<0,001*	64,4±12 (40-90)
Boy	Ort.±SD (min-max)	177±6 (159-191)	163±5 (148-175)	<0,001*	170 ±9 (148-191)
BKİ	Ort.±SD (min-max)	23±2,2 (18-27)	21,9±2,5 (16-27,7)	<0,001*	22±2,5 (16-27)

n:Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum.

* $p<0.05$: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Student t testi

Katılımcıların; her iki ekstremitesi için ayrı ayrı ve iki ekstremitelerinin ortalaması olacak şekilde, ADE ve PDE açı değerleri, ortalama değerler ± standart sapma şeklinde belirlendi. Erkek ve kadın katılımcıların sağ ve sol PDE açı değerleri ortalaması sırasıyla; 17,1º ± 9,1º ve 9,8º ± 5,7º olarak saptandı. ADE açı değerleri ortalaması da sırasıyla; 17,8º ± 9,1º ve 13,4º ± 6º olarak saptandı. Cinsiyetler arasında, diz ekstansiyon açısının tüm parametreleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark tespit edildi (p <0,05) (Tablo2).

Tablo 2. Cinsiyete göre, katılımcıların diz ekstansiyonu açı değerleri ortalamaları

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	P	Tümü (n:123)
Sağ PDE Açısı	Ort.±SD (min-max)	16,5±9,1 (2-45)	9,9±6,1 (0-28)	<0,001*	13,2±8,4 (0-45)
Sol PDE Açısı	Ort.±SD (min-max)	17,79±9,6 (0-50)	9,7±5,9 (-1-28)	<0,001*	13,7±8,9 (-1-50)
Her iki dizin PDE Açı Ortalaması	Ort.±SD (min-max)	17,1±9,1 (1-46,5)	9,8± 5,7 (0,5-26,5)	<0,001*	13,4±8,4 (0,5-46)
Sağ ADE Açısı	Ort.±SD (min-max)	17,1±9,2 (1-47)	13,2± 6,5 (3-40)	0,014*	15,1±8,2 (1-47)
Sol ADE Açısı	Ort.±SD (min-max)	18,6±9,8 (0-54)	13,6±6,2 (2-37)	0,002*	16,1±8,5 (0-54)
ADE Açı Ortalaması	Ort.±SD (min-max)	17,8±9,1 (2,5-47,5)	13,4±6 (2,5-38,5)	0,003*	15,6±8 (2,5-47,5)

n:Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, Ort: Ortalama, PDE: Pasif diz ekstansiyonu, ADE: Aktif diz ekstansiyonu

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Mann-Whitney U testi

Pasif diz ekstansiyon açısı ve aktif diz ekstansiyon açısı için; değerler, normal dağılıma göre hesaplanarak, cut-off değerler belirlendi (Tablo 3).

Tablo 3. Pasif ve aktif diz ekstansiyonu için belirlenen cut-off değerleri

	Pasif diz ekstansiyon (PDE) açısı	Aktif diz ekstansiyon (ADE) açısı
Erkek	>32.2°	>33.0°
Kadın	>19.2°	>23.4°
Genel	>27.3°	>28.9°

Katılımcıların dominant ve non-dominant tarafları için pasif ve aktif diz ekstansiyon açı değerleri, ortalama değerler ± standart sapma şeklinde belirlendi. Dominant ve non-dominant ekstremitelere ait PDE ve ADE açı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p>0,05) (Tablo 4).

Tablo 4. Katılımcıların dominant ve non-dominant diz ekstansiyonu açı değerleri ortalamaları

	Dominant PDE açı (n:123)	Non-dominant PDE açı (n:123)	p	Dominant ADE açı (n:123)	Non-dominant ADE açı (n:123)	p
Ort.±SD (min-max)	13,2±8,5 (-1-45)	13,7±8,9 (0-52)	0,237	15,3±8,3 (1-47)	16,0±8,6 (0-54)	0,163

PDE: Pasif diz ekstansiyon, ADE: Aktif diz ekstansiyon n:Olgu sayısı,SD:Standart sapma

Veriler ortalama ± standart deviasyon (minimum-maksimum) olarak belirtildi.

p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi . Wilcoxon İşaretli Sıralar testi.

Belirlediğimiz ADE cut-off değerleri dikkate alındığında, erkeklerden 4'ü (% 6.5) ve kadınlardan 16'sı (%25.8) hamstring kısalığına sahip olarak değerlendirildi. Bu katılımcıların ADE açı ortalamaları sırası ile 41,6º ve 31,2º olarak hesaplandı. Belirlediğimiz PDE cut-off değerleri dikkate alındığında ise erkeklerden 3'ü (%4.9) kadınlardan ise 28'i (%45) hamstring kısalığına sahip olarak değerlendirildi. Bu katılımcıların PDE açı ortalamaları da sırası ile ; 43.1 º ve 25.7 º saptandı.

Katılımcıların, her iki ekstremitesi için ayrı ayrı ve iki ekstremitelerinin ortalaması olacak şekilde; diz ekstansör pik tork (60º/sn) ve diz ekstansör pik tork/ VA (60º/sn) verileri için ortalama ± standart sapma değerleri belirlendi ve cinsiyetler arası karşılaştırma yapıldı. Tüm parametreler istatistiksel açıdan erkekler lehine anlamlı oranda yüksek tespit edildi (p< 0,05) (Tablo 5).

Tablo 5. Cinsiyete göre, katılımcıların konsantrik diz ekstansör pik tork ve pik tork/vücut ağırlığı değerleri ortalamaları

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	p	Tümü (n:123)
Sağ diz ekstansör pik tork (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	196,7±53,4 (88-294)	111,4±30 (58-175)	<0,001*	153,8±60,7 (58-294)
Sol diz ekstansör pik tork (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	196,0±55,3 (83-305)	110±26,6 (58-176)	<0,001*	152,9±60,9 (58-305)
Sağ diz ekstansör pik tork/ VA (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	269,0± 61,5 (131-381)	194,8±46,3 (66-319)	<0,001*	231,6±65,7 (66-381)
Sol diz ekstansör pik tork/ VA (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	269,1± 61,5 (104-364)	193,5±42,5 (54-298)	<0,001*	231,6±64,8 (54-364)
Sağ ve sol diz ortalaması ekstansör pik tork (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	196,4±51,8 (89,5-299,5)	110,9±26,9 (62,5-171,5)	<0,001*	153,3±59,4 (62,5-299,5)
Sağ ve sol diz ortalaması ekstansör pik tork/ VA (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	269,1±58,1 (117,5-353,5)	194,2±41,4 (60-290,5)	<0,001*	231,4±62,7 (60-353,5)

n:Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, VA: Vücut ağırlığı

Pik tork değerleri Newton-metre cinsinden yazıldı.

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Mann-Whitney U testi

Katılımcıların, her iki ekstremitesi için ayrı ayrı ve iki ekstremitelerinin ortalaması olacak şekilde; diz fleksör pik tork (60º/sn) ve diz fleksör pik tork/ VA (60º/sn) verileri için ortalama ± standart sapma değerleri belirlendi ve cinsiyetler arası karşılaştırma yapıldı. Tüm parametreler istatistiksel açıdan erkekler lehine anlamlı oranda yüksek tespit edildi (p< 0,05) (Tablo 6).

Tablo 6. Cinsiyete göre katılımcıların konsantrik diz fleksör pik tork ve fleksör pik tork/vücut ağırlığı değerleri ortalamaları

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	p	Tümü (n:123)
Sağ diz fleksör pik tork (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	130,6±31,9 (71-194)	73,1±15,4 (35-111)	<0,001*	101,7±38,1 (35,194)
Sol diz fleksör pik tork (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	128,9±33,9 (60-231)	69,6±12,6 (43-99)	<0,001*	99,0±39.1 (43-231)
Sağ diz fleksör pik tork/ VA (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	179,2±36,9 (98-247)	99,0±39,1 (43-99)	<0,001*	153,5±40,4 (48-247)
Sol diz fleksör pik tork/ VA (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	176,9±40,5 (75-325)	128,3±25 (48-194)	<0,001*	149,2±42,3 (42-325)
Sağ-sol diz fleksörleri ortalama pik tork (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	129,8±31,0 (68,5-198)	71,4±13,22 (47,5-101,5)	<0,001*	100,4±37,7 (47,5-198,0)
Sağ-sol diz fleksöri ortalama pik tork/ VA (60º/sn)	Ort.±SD (min-max)	178,1±35,5 (86,5-278,5)	125,1±21,5 (45,0-167,0)	<0,001*	151,4±39,5 (45-278,5)

n: Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, VA: Vücut ağırlığı

Pik tork değerleri Newton-metre cinsinden yazıldı.

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi. Mann-Whitney U test.

Katılımcıların her iki ekstremitesi için ayrı ayrı ve iki ekstremitelerinin ortalaması olacak şekilde 60º/sn ve 240º/sn açısal hızlarda agonist-antagonist kas oranı verileri için ortalama ± standart sapma değerleri belirlendi ve cinsiyetler arası karşılaştırma yapıldı. Sağ diz agonist-antagonist oran (240º/sn) ve iki diz agonist-antagonist oran ortalaması (240º/sn) verileri kadınlar lehine istatistiksel açıdan anlamlı oranda yüksek tespit edildi. Diğer veriler için cinsiyetler açısından anlamlı bir fark saptanmadı. (p< 0,05) (Tablo 7).

Tablo 7. Cinsiyete göre, katılımcıların diz agonist-antagonist kaslarının pik tork oran değerleri ortalamaları

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	p	Tümü (n:123)
60º/sn sağ diz agonist-antagonist oran	Ort.±SD (min-max)	68,3±13,0 (34-97)	67,5±11,7 (46-103)	0,615	67,9±12,3 (34-103)
60º/sn sol diz agonist-antagonist oran	Ort.±SD (min-max)	67±12,1 (41-95)	64,5±10,1 (46-91)	0,315	65,7±11,1 (41-95)
240º/sn sağ diz agonist-antagonist oran	Ort.±SD (min-max)	95,8±19,7 (48-151)	103,5±19,8 (68-167)	0,037*	99,7±20,0 (48-167)
240º/sn sol diz agonist-antagonist oran	Ort.±SD (min-max)	94,6±17,8 (49-133)	100,6±18,3 (49-139)	0,089	97,7±18,3 (49-139)
60º/sn iki diz agonist-antagonist oran ortalaması	Ort.±SD (min-max)	67,6±11,0 (37,5-89,5)	66,0±9,2 (47,5-90,5)	0,345	66,8±10,1 (37,5-90,5)
240º/sn iki diz agonist-antagonist oran ortalaması	Ort.±SD (min-max)	95,2±17,2 (58,5-137,5)	102,0±17,0 (71,5-147,0)	0,035*	98,7±17,3 (58,5-147,0)

n:Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum

Agonist-antagonist oran: (Diz fleksörleri pik tork/ Diz ekstansörleri pik tork)*100

* $p<0.05$: İstatistiksel anlamlılık düzeyi. Mann-Whitney U test.

Katılımcıların her iki ekstremitesi için ayrı ayrı ve iki ekstremitelerinin ortalaması olacak şekilde diz ekstansörlerinin yaptığı toplam iş ve diz ekstansörlerinin yaptığı toplam iş / VA verileri için ortalama ± standart sapma değerleri belirlendi ve cinsiyetler arası karşılaştırma

yapıldı. Tüm parametreler istatistiksel açıdan erkekler açısından anlamlı oranda yüksek tespit edildi (p< 0,05) (Tablo 8).

Tablo 8. Cinsiyete göre, katılımcıların diz ekstansörlerine ait yapılan toplam iş değerleri ortalamaları

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	p	Tümü (n:123)
Sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş	Ort.±SD (min-max)	856,2±271,6 (151-1649)	429,2±143,8 (103-805)	<0,001*	641,0±304,3 (103-1649)
Sol diz ekstansörler yapılan toplam iş	Ort.±SD (min-max)	853,1±270,5 (53-1573)	432,3±149,1 (84-875)	<0,001*	641±302,9 (53-1573)
Sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş/ VA	Ort.±SD (min-max)	1166,8±315,7 (188-1830)	753,7±236,2 (191-1261)	<0,001*	958,53±3446,3 (188-1830)
Sol diz ekstansörler yapılan toplam iş/ VA	Ort.±SD (min-max)	1162,6±311,3 (66-1922)	760,5±250,8 (128-1478)	<0,001*	959,9±346,2 (66-1922)
Diz ekstansörler yapılan toplam iş ortalamaları	Ort.±SD (min-max)	854,7±259,5 (102-1611)	430,7±142,5 (119,5-810,5)	<0,001*	641,0±297,6 (102-1611)
Diz ekstansörler yapılan toplam iş/ VA ortalamaları.	Ort.±SD (min-max	1164,7±294,3 (127-1873)	757,1±236,3 (191-1369,5)	<0,001*	959,2±335,2 (127-1873)

n:Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum

Yapılan toplam işler 240º/sn' açısal hızda ölçülmüştür.

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi . Mann-Whitney U test

Katılımcıların her iki ekstremitesi için ayrı ayrı ve iki ekstremitelerinin ortalaması olacak şekilde diz fleksörlerinin yaptığı toplam iş ve diz fleksörlerinin yaptığı toplam iş / VA verileri için ortalama ± standart sapma değerler belirlendi ve cinsiyetler arası karşılaştırma yapıldı. Tüm parametreler istatistiksel açıdan erkekler lehine anlamlı oranda yüksek tespit edildi (p< 0,05) (Tablo 9).

Tablo 9. Cinsiyete göre, katılımcıların diz fleksörlerine ait yapılan toplam iş değerleri ortalamaları

		Erkek (n: 61)	Kadın (n: 62)	P	Tümü (n:123)
Sağ diz fleksörler yapılan toplam iş	Ort.±SD (min-max)	824,5±303,8 (72-1584)	437,6±139,1 (96-791)	<0,001*	629,5±304,7 (72-1584)
Sol diz fleksörler yapılan toplam iş	Ort.±SD (min-max)	804,2±275,3 (37-1660)	430,7±148,7 (47-797)	<0,001*	615,9±289 (37-1660)
Sağ diz fleksörler yapılan toplam iş/ VA	Ort.±SD (min-max)	1119,1±348,2 (89-1895)	767,1±232,1 (152-1231)	<0,001*	941,7±343,3 (89-1895)
Sol diz fleksörler yapılan toplam iş/ VA	Ort.±SD (min-max)	1094,4±316,0 (45-1842)	941,7±343,3 (89-1895)	<0,001*	926,9±334,7 (45-1842)
Diz fleksörler yapılan toplam iş ortalamaları	Ort.±SD (min-max)	814,3±281,3 (54,5-1622)	434,1±137,5 (116,0-775,0)	<0,001*	622,7±291,2 (54,5-1622,0)
Diz fleksörler yapılan toplam iş/ VA ortalamaları	Ort.±SD (min-max)	1106,7±318,3 (67-1853)	764,6±238,4 (183,5-1220,5)	<0,001*	934,3±328,2 (67-1853)

n:Olgu sayısı, SD: Standart sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum Ort: Sağ ve sol diz ölçümleri ortalaması
Yapılan toplam işler 240º/sn' açısal hızda ölçülmüştür.
* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi . Mann-Whitney U testi.

Tüm katılımcılara ait, sağ diz PDE değerleri ortalamaları ile sağ diz ekstansörler peak tork (60°) (**p: 0,004*** r: 0,261), sağ diz ekstansörler peak tork(60°) / VA (**p:0,041*** r:0,185), sağ diz fleksörler peak tork (60°) (**p:0,001***r:0,304), sağ diz fleksörler peak tork (60°) / VA (**p:0,025*** r:0,202), sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş (**p:<0,001*** r:0,326), sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş/ VA (**p:0,003*** r:0,263), sağ diz fleksörler yapılan toplam iş (**p:0,002*** r:0,280), sağ diz fleksörler yapılan toplam iş / VA (**p:0,032*** r:0,194) ve sağ diz

agonist-antagonist oran 240º/sn (**p:0,030*** r:0,195) değerleri ortalaması arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo10).

Tüm katılımcılara ait, sağ diz ADE değerleri ortalamaları ile sağ diz fleksörler peak tork (60°) (**p:0,001*** r:0,304) ve sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş (**p:0,038***r:0,187) değerleri ortalaması arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo10).

Tablo 10. Tüm katılımcılara ait, sağ diz ekstansiyon açı değerleri ile sağ diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi

	Sağ PDE açısı	Sağ ADE açısı
Sağ diz ekstansörler peak tork (60°)	**p: 0,004*** r: 0,261	p:0,054 r:0,174
Sağ diz ekstansörler peak tork(60°) /VA	**p:0,041*** r:0,185	p:0,193 r:0,118
Sağ diz fleksörler peak tork (60°)	**p:0,001*** r:0,304	**p:0,045*** r:0,181
Sağ diz fleksörler peak tork (60°) /VA	**p:0,025*** r:0,202	p:0,225 r:0,110
Sağ diz agonist-antagonist oran 60º/sn	p::0,937 r:-0,007	p:0,508 r:-0,060
Sağ diz ekstansörleri yorgunluk endeksi	p:0,695 r:-0,036	p:0,639 r:-0,043
Sağ diz fleksörleri yorgunluk endeksi	p:0,513 r:0,060	p:0,916 r:0,010
Sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş	**p<0,001*** r:0,326	**p:0,038*** r:0,187
Sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş/VA	**p:0,003*** r:0,263	p:0,157 r:0,128
Sağ diz fleksörler yapılan toplam iş	**p:0,002*** r:0,280	p:0,168 r:0,125
Sağ diz fleksörler yapılan toplam iş/VA	**p:0,032*** r:0,194	p:0,479 r:0,064
Sağ diz agonist-antagonist oran 240º/sn	**p:0,030*** r:0,195	p:0,053 r:-0,175

PDE: Pasif diz ekstansiyon ADE: Aktif diz ekstansiyon

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Spearman's rho korelasyon analizi; rho: Korelasyon analiz katsayısı

Erkek ve kadın katılımcılara ait sağ diz ekstansiyon açı değerleri ortalamaları ile sağ diz izokinetik test değerleri ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki saptanmadı (p>0.05) (Tablo11).

Tablo 11. Erkek ve kadın katılımcılara ait sağ diz ekstansiyon açı değerleri ile sağ diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi

	Erkekler		Kadınlar	
	Sağ PDE açısı	Sağ ADE açısı	Sağ PDE açısı	Sağ ADE açısı
Sağ diz ekstansörler peak tork (60°)	p:0,128 r:-0,197	p:0,285 r:-0,139	p:0,374 r:0,115	p:0,081 r:0,224
Sağ diz ekstansörler peak tork(60°) /VA	p:0,252 r:-0,149	p:0,362 r:-0,119	p:0,966 r:0,005	p:0,275 r:0,141
Sağ diz fleksörler peak tork (60°)	p:0.105 r:-0,210	p:0,266 r:-0,145	p:0,348 r:0,121	p:0,245 r:0,150
Sağ diz fleksörler peak tork (60°) /VA	p:0,153 r:-0,185	p:0,272 r:-0,143	p:0,791 r:0,034	p:0,414 r:0,106
Sağ diz agonist-antagonist oran 60º/sn	p:0,952 r:-0,008	p:0,744 r:0,043	p:0,813 r:-0,031	p:0,136 r:-0,192
Sağ diz ekstansörleri yorgunluk endeksi	p:0,259 r:-0,147	p:0,595 r:-0,069	p:0,966 r:-0,005	p:0,750 r:-0,041
Sağ diz fleksörleri yorgunluk endeksi	p:0,625 r:-0,064	p:0,615 r:0,066	p:0,830 r:-0,028	p:0,622 r:-0,064
Sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş	p:0,327 r:-0,128	p:0,518 r:-0,084	p:0,277 r:-0,140	p:0,304 r:0,133
Sağ diz ekstansörler yapılan toplam iş/VA	p:0,433 r:-0,102	p:0,484 r:-0,091	p:0,651 r:0,059	p:0,719 r:0,047
Sağ diz fleksörler yapılan toplam iş	p:0,330 r:-0,127	p:0,625 r:-0,064	p:0,708 r:0,049	p:0,729 r:-0,045
Sağ diz fleksörler yapılan toplam iş/VA	p:0,421 r:-0,105	p:0,793 r:-0,034	p:0,678 r:-0,054	p:0,358 r:-0,119
Sağ diz agonist-antagonist oran 240º/sn	p:0,555 r:-0,077	p:0,919 r:-0,013	p:0,201 r:-0,164	**p:0,042*** r:-0,259

PDE: Pasif diz ekstansiyon ADE: Aktif diz ekstansiyon

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Spearman's rho korelasyon analizi; rho: Korelasyon analiz katsayısı

Tüm katılımcılara ait, sol diz PDE değerleri ortalamaları ile sol diz ekstansörler peak tork (60°) (**p:<0,001*** r:0,347), sol diz ekstansörler peak tork(60°) / VA (**p:0,002*** r:0,282), sol diz fleksörler peak tork (60°) (**p:<0,001*** r:0,378), sol diz fleksörler peak tork (60°) / VA (**p:<0,001*** r:0,322), sol diz ekstansörler yapılan toplam iş (**p:<0,001*** r:0,343), sol diz ekstansörler yapılan toplam iş/ VA (**p:0,003*** r:0,270), sol diz fleksörler yapılan toplam iş (**p:0,002*** r:0,281) ve sol diz agonist-antagonist oran 240º/sn (**p:0,019*** r:0,211) değerleri ortalaması arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo12).

Tüm katılımcılara ait sol diz ADE değerleri ortalamaları ile sol diz ekstansörler peak tork (60°) (**p:0,040*** r:0,185) ve sol diz fleksörler peak tork (60°) (**p:0,013*** r:0,223) değerleri ortalaması arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo12).

Tablo 12. Tüm katılımcılara ait, sol diz ekstansiyon açı değerleri ile sol diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi

	Sol PDE açısı	Sol ADE açısı
Sol diz ekstansörler peak tork (60°)	**p<0,001*** r:0,347	**p:0,040*** r:0,185
Sol diz ekstansörler peak tork(60°) /VA	**p:0,002*** r:0,282	p:0,076 r:0,161
Sol diz fleksörler peak tork (60°)	**p<0,001*** r:0,378	**p:0,013*** r:0,223
Sol diz fleksörler peak tork (60°) /VA	**p<0,001*** r:0,322	p:0,016 r:0,216
Sol diz agonist-antagonist oran 60º/sn	p:0,901 r:-0,011	p:0,790 r:0,024
Sol diz ekstansörleri yorgunluk endeksi	p:0,558 r:-0,053	p:0,224 r:-0,110
Sol diz fleksörleri yorgunluk endeksi	p:0,311 r:-0,092	p:0,425 r:-0,073
Sol diz ekstansörler yapılan toplam iş	**p<0,001*** r:0,343	p:0,098 r:0,150
Sol diz ekstansörler yapılan toplam iş/VA	**p:0,003*** r:0,270	p:0,260 r:0,102
Sol diz fleksörler yapılan toplam iş	**p:0,002*** r:0,281	p:0,331 r:0,088
Sol diz fleksörler yapılan toplam iş/VA	p:0,059 r:0,171	p:0,804 r:0,023
Sol diz agonist-antagonist oran 240º/sn	**p:0,019*** r:0,211	p:0,053 r:-0,175

PDE: Pasif diz ekstansiyon ADE: Aktif diz ekstansiyon

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Spearman's rho korelasyon analizi; rho: Korelasyon analiz katsayısı

Kadınlarda sol PDE açısı ortalamaları ile sol diz agonist-antagonist oran 240º/sn değerleri ortalamaları arasında (**p:0,012*** r:-0,316) ve sol ADE açısı ortalamaları ile sol diz agonist-antagonist oran 240º/sn değerleri ortalamaları arasında (**p:0,014*** r:-0,310) negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo13).

Tablo 13. Erkek ve kadın katılımcılara ait sol diz ekstansiyon açı değerleri ile sol diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi

	Erkekler		Kadınlar	
	Sol PDE açısı	Sol ADE açısı	Sol PDE açısı	Sol ADE açısı
Sol diz ekstansörler peak tork (60°)	p:0,523 r:-0,083	p:0,241 r:-0,152	p:0,502 r:0,087	p:0,783 r:0,036
Sol diz ekstansörler peak tork(60°) /VA	p:0,590 r:-0,070	p:0,272 r:-0,143	p:0,728 r:0,045	p:0,570 r:0,074
Sol diz fleksörler peak tork (60°)	p:0,384 r:-0,113	p:0,476 r:-0,093	p:0,538 r:0,080	p:0,967 r:-0,005
Sol diz fleksörler peak tork (60°) /VA	p:0,541 r:-0,080	p:0,759 r:-0,040	p:0,819 r:-0,030	p:0,872 r:-0,021
Sol diz agonist-antagonist oran 60º/sn	p:0,693 r:-0,052	p:0,661 r:0,057	p:0,579 r:-0,072	p:0,592 r:-0,069
Sol diz ekstansörleri yorgunluk endeksi	p:0,237 r:-0,154	p:0,196 r:-0,168	p:0,197 r:-0,166	p:0,191 r:-0,168
Sol diz fleksörleri yorgunluk endeksi	p:0,309 r:-0,132	p:0,397 r:-0,111	p:0,686 r: -0,052	p:0,747 r:-0,42
Sol diz ekstansörler yapılan toplam iş	p:0,385 r:-0,113	p:0,111 r:-0,206	p:0,585 r: 0,071	p:0,841 r:-0,026
Sol diz ekstansörler yapılan toplam iş/VA	p:0,487 r:-0,091	p:0,146 r:-0,188	p:0,712 r: 0,048	p:0,995 r:-0,001
Sol diz fleksörler yapılan toplam iş	p:0,372 r:-0,116	p:0,177 r:-0,175	p:0,477 r: -0,92	p:0,123 r:-0,198
Sol diz fleksörler yapılan toplam iş/VA	p:0,549 r:-0,078	p:0,295 r:-0,136	p:0,247 r:-0,149	p:0,144 r:-0,188
Sol diz agonist-antagonist oran 240º/sn	p:0,818 r:-0,030	p:0,957 r:0,007	**p:0,012*** r:-0,316	**p:0,014*** r:-0,310

PDE: Pasif diz ekstansiyon ADE: Aktif diz ekstansiyon

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Spearman's rho korelasyon analizi; rho: Korelasyon analiz katsayısı

Tüm katılımcılara ait, sağ ve sol PDE açı ortalamaları ile her iki dizin izokinetik parametre ortalamaları arasındaki ilişki araştırıldı. PDE açı ortalamaları ile diz ekstansör peak tork (60°) (**p:<0,001*** r:0,311), diz ekstansörler peak tork(60°) / VA (**p:0,007*** r:0,244), diz fleksörler peak tork (60°) (**p:<0,001*** r:0,361), diz fleksörler peak tork (60°) / VA (**p:0,002***

r:0,278), diz ekstansörler yapılan toplam iş (**p:<0,001*** r:0,343), diz ekstansörler yapılan toplam iş/ VA (**p:0,001*** r:0,287), diz fleksörler yapılan toplam iş (**p:0,001*** r:0,295), diz fleksörler yapılan toplam iş / VA (**p:0,026*** r:0,201) ve diz agonist-antagonist oran 240º/sn (**p:0,014*** r:-0,222) değerleri ortalaması arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo 14).

Tüm katılımcılara ait sağ ve sol ADE açı değerleri ortalamaları ile her iki dizin izokinetik parametre ortalamaları arasındaki ilişki araştırıldı. ADE açıları ile diz ekstansörler peak tork (60°) (**p:0,028*** r:0,198) ve diz ekstansörler yapılan toplam iş (**p:0,043*** r:0,183) değerleri arasında pozitif, diz agonist-antagonist oran 240º/sn değerleri ortalaması arasında (**p:0,013*** r:-0,225) ise negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo14).

Tablo 14. Tüm katılımcılara ait sağ ve sol diz ekstansiyon açı değerleri ortalaması ile sağ ve sol dizin izokinetik test parametre ortalamaları arasındaki ilişki analizi

Sağ ve sol dize ait verilerin ortalaması	PDE	ADE
Diz ekstansörleri pik tork (60º/sn)	**p<0,001*** r:0,311	**p:0,028*** r:0,198
Diz ekstansörleri pik tork/VA (60º/sn)	**p:0,007*** r:0,244	p:0,092 r:0,152
Diz fleksöri pik tork (60º/sn)	**p<0,001*** r:0,361	**p:0,012*** r:0,226
Diz fleksöri pik tork/VA (60º/sn)	**p:0,002*** r:0,278	p:0,057 r:0,172
Diz agonist-antagonist oran 60º/sn	p:0,739 r:0,030	p:0,889 r:-0,013
Diz ekstansörleri yorgunluk endeksi	p:0,407 r:-0,075	p:0,221 r:-0,111
Diz fleksörleri yorgunluk endeksi	p:0,980 r:-0,002	p:0,728 r:-0,032
Diz ekstansörleri yapılan toplam iş	**p<0,001*** r:0,343	**p:0,043*** r:0,183
Diz ekstansörleri yapılan toplam iş/VA	**p:0,001*** r:0,287	p:0,139 r:0,134
Diz fleksörleri yapılan toplam iş	**p:0,001*** r:0,295	p:0,194 r:0,118
Diz fleksörleri yapılan toplam iş/VA	**p:0,026*** r:0,201	p:0,610 r:0,046
Diz agonist-antagonist oran 240º/sn	**p:0,014*** r:-0,222	**p:0,013*** r:-0,225

Tüm veriler sağ ve sol diz ölçümleri ortalamasıdır. PDE: Pasif diz ekstansiyon ADE: Aktif diz ekstansiyon.

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Spearman's rho korelasyon analizi; rho: Korelasyon analiz katsayısı.

Kadınlarda sağ ve sol ADE açısı ortalamaları ile sağ ve sol diz agonist-antagonist oran 240º/sn değerleri ortalamaları arasında (**p:0,005*** r:-0,349) negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptandı (p<0.05) (Tablo15).

Erkek ve kadın katılımcıların sağ ve sol diz ekstansiyon açı değerleri ortalamaları ile diğer sağ ve sol diz izokinetik test veri değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı (p>0,05) (Tablo15).

Tablo 15. Erkek ve kadın katılımcılara ait ortalama diz ekstansiyon açı değerleri ile ortalama izokinetik test parametreleri ilişki analizi

	Erkekler		Kadınlar	
Sağ ve sol dize ait verilerin ortalaması	PDE	ADE	PDE	ADE
Diz ekstansörleri pik tork (60º/sn)	p:0,267 r:-0,144	p:0,183 r:-0,173	p:0,446 r:0,099	p:0,225 r:0,156
Diz ekstansörleri pik tork/VA (60º/sn)	p:0,375 r:-0,115	p:0,172 r:-0,177	p:0,852 r:0,024	p:0,411 r:0,106
Diz fleksörleri pik tork (60º/sn)	p:0,144 r:-0,189	p: 0,245 r:-0,151	p:0,374 r:0,115	p:0,503 r:0,087
Diz fleksörleri pik tork/VA (60º/sn)	p:0,270 r:-0,143	p:0,267 r:-0,144	p:0,852 r:-0,024	p:0,894 r:-0,017
Diz agonist-antagonist oran 60º/sn	p:0,884 r:0,019	p:0,544 r:0,079	p:0,972 r:-0,005	p:0,242 r:-0,151
Diz ekstansörleri yorgunluk endeksi	p:0,206 r:-0,164	p:0,260 r:-0,147	p:0,322 r:-0,128	p:0,322 r:-0,128
Diz fleksörleri yorgunluk endeksi	p:0,841 r:-0,026	p:0,760 r:-0,040	p:0,765 r:-0,039	p:0,829 r:-0,028
Diz ekstansörleri yapılan toplam iş	p:0,425 r:-0,104	p:0,200 r:-0,167	p:0,453 r:0,097	p:0,598 r:0,068
Diz ekstansörleri yapılan toplam iş/VA	p:0,571 r:-0,074	p:0,232 r:-0,155	p:0,747 r:0,042	p:0,847 r:0,025
Diz fleksörleri yapılan toplam iş	p:0,421 r:-0,105	p:0,314 r:-0,131	p:0,833 r:-0,019	p:0,324 r:-0,127
Diz fleksörleri yapılan toplam iş/VA	p:0,627 r:-0,064	p:0,511 r:-0,086	p:0,298 r:-0,134	p:0,114 r:-0,203
Diz agonist-antagonist oran 240º/sn	p:0,647 r:-0,060	p:0,870 r:-0,021	p:0,050 r:-0,250	**p:0,005*** r:-0,349

Tüm veriler sağ ve sol diz ölçümleri ortalamasıdır. PDE: Pasif diz ekstansiyon ADE: Aktif diz ekstansiyon.

* p<0.05: İstatistiksel anlamlılık düzeyi, Spearman's rho korelasyon analizi; rho: Korelasyon analiz katsayısı

TARTIŞMA

Literatür incelendiğinde, sağlıklı gençlerde hamstring kısalığı tanımlanması için diz ekstansiyon açıları açısından belirlenmiş referans değerlerin olmadığı görülür. Bu durum, araştırmalarda; hamstring esnekliklerini sınıflandırmak için tutarlı olmayan diz ekstansiyon açısı değerlerinin kullanılmasına yol açmaktadır. Bu açı değerleri, 15 ile 50 º arasında değişmektedir (25-27). Bu nedenle, sağlıklı yetişkin Türk toplumu'nda PDE ve ADE açı değerleri için norm değerleri belirledik. Araştırmamızda, hamstring kısalığı tanımlanması için gereken PDE ve ADE açı cut-off değerleri belirlenerek literatüre katkı sağlamayı amaçladık. PDE ve ADE açı değerleri ile izokinetik sistemde ölçülen konsantrik diz kas gücü parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırdık.

Araştırmamız sonucunda, sağlıklı gençlerin diz ekstanisyon açları, literatürdeki mevcut araştırma sonuçlarından daha düşük saptandı (Tablo 16.) (23, 24). Bu farklılıklar; değerlendirme yöntemi, test esnasında dikkate alınan sonlandırma noktası, değerlendirme öncesi ısınma periodunun varlığı ve yaş grupları ile ilişkili olabilir.

Tablo 16. Sağlıklı Yetişkinlerde diz ekstansiyon açısı kaydedilen çalışmalar

Araştırma	Teknik	Diz ekstansiyonu sonlanma noktası	Sayı (n)	Yaş Ort.±SD (min-max)	Açı Ort.±SD
Araştırmamız	ADE açısı	Myoklonusu ortadan kaldıracak kadar diz fleksiyonu	61 erkek	20,5±1,3 (18-24)	17,8±9,1 (2,5-47,5)
			62 kadın	20,3±1,2 (18-24)	13,4±6,0 (2,5-38,5)
Kuilart ve ark. (27) ADE>15º sağlıklı kişilerde	ADE açısı	Hamstringlerde ilk gerginlik hissi	21 erkek	23.6 (18-35)	35.2º ±14.2º
			21 kadın		
Corkery ve ark. (23)	ADE açısı	Hamstringlerde ilk gerginlik hissi	25 erkek	20.9º±1.33º (18-22)	Sağ* 35.0º ±11.3º
					Sol* 37.1º ±9.1º
			47 kadın		Sağ* 22.5º ±12.4º
					Sol* 25.9º ±13.7º
Araştırmamız	PDE açısı	Şiddetli fakat tolere edilebilir orta şiddetli direnç	61 erkek	20,5±1,3 (18-24)	17,1±9,1
			62 kadın	20,3±1,2 (18-24)	9,8± 5,7
Youdas ve ark. (24)	PDE açısı	Şiddetli bir direnç	23 kadın	23.7 ± 1.9 (20-29)	25.2º ±12º
			20 erkek		37.7º ±7.7º
Davis ve ark. (14) PDE>10º sağlıklı kişilerde	PDE açısı	Şiddetli fakat tolere edilebilir orta şiddetli direnç	42 erkek	23.6 ± 4.1	71.6º ± 9.6º (18.4)**
			39 kadın	24.1± 4.3	77.7º ± 9.5º (12.3)**

PDE: Pasif diz ekstaniyon, ADE: Aktif diz ekstansiyon, SD:Standart sapma, min:minimum, max: maximum

* Corkery ve ark. sağ ve sol diz ekstansiyon açı değerleri ayrı verildi. Ortalama değer çalışmada bulunamadı.

**Davis ve ark.'nın PDE değerleri, araştırmada belirtildiği şekli (90-PDE formülü) ile verildi.

Değerlendirme yöntemi açısından bakıldığında; bizler Kuilart ve ark'ları gibi kalça stabilizasyonu için uyluk arkasına temas eden tahta bir kutu kullandık. Corkery ve ark. ise düzeneklerinde ölçüm esnasında kalçayı 90 º de stabilize etmek amacı ile uyluk önüne temas eden PVC borular kullanmışlardır. Kuilart ve ark.'nın hamstring kısalığı (ADE>15º) olan kişilerden elde ettikleri ortalama ADE değerlerinin, Corkery ve ark.'nın sağlıklı kolej öğrencilerinden elde ettiği ADE normatif değerleriyle benzer olması, kalça stabilizasyonu için kullanılan yöntemin ölçüm sonuçlarına etki edebileceğini düşündürmektedir (Tablo 16. Değerlendirme yöntemlerinde, kalçayı 90º de stabilize etmek için uyluğa yerleştirilen bir inklinometreyi kullanan araştırma da mevcuttur (14). Bu araştırmada Davis ve ark.'ları değerlendirme son noktasını hamstringlerde güçlü fakat tolere edilebilir bir gerginlik, olarak belirlemişlerdir (14). İncelediğimiz yaş grubu, kullandığımız sonlanma noktası ve elde ettiğimiz PDE açı değerleri açısından araştırma sonuçlarımız Davis ve ark.' nın sonuçları ile benzerdir. Bu çalışmada Davis ve arkadaşları, elde ettikleri PDE açı değerlerini tibianın horizontal düzlemle yaptığı açı yani; "90-PDE" formülüyle sunmuşlardır. Bu formüle dayalı sonuçlar; erkekler, kadınlar ve tüm katılımcılar için sırası ile 71.6º ± 9.6º, 77.7º ± 9.5º ve 74.6º ±10.0º olarak bildirilmektedir. Bu sonuçlar, çalışmamızdaki PDE açısı gibi yansıtıldığında değerler; erkeklerde 18.4º, kadınlarda 12.3º ve tüm katılımcılar: 15.4 º olarak saptanmaktadır (14).

ADE açısı ölçümünde diz ekstansiyonu sonlanma noktası olarak; "hamstringlerde ilk gerginlik hissi" ni kullanan araştırmalar da mevcut (23, 27). Bizim değerlendirmemizde katılımcılar, fleksör ve ekstansör kaslar arasında myoklonus görülene kadar, dizini ekstansiyona getirmesi konusunda motive edildi. Diz ekstansiyonunun sonunda da, myoklonusu ortadan kaldırmak için, katılımcının dizini bir miktar fleksiyona getirmesine izin verildi. PDE açı ölçümünde ise; dizin ekstansiyon hareketi sırasında şiddetli bir direnç ile karşılaşma (24) ve bizim de kullanmış olduğumuz şiddetli fakat tolere edilebilir orta şiddetli direnç kullanılmaktadır (14).

Yaş, cinsiyet ve HE ilişkisi gözden geçirildiğinde; ergenlik öncesi dönem için HE açısından cinsiyetler arası farkların belirgin olmadığı bildirilir (28). İncelediğimiz genç popülasyonunda; kadınların hamstring esneklikleri (ADE ve PDE açı değerleri) erkeklerden anlamlı oranda yüksek saptandı. Bu sonuç, literatürde bildirilen veriler ile uyuşmaktadır (23, 24).

Sağlıklı gençlerde dominansinin diz ekstansiyon açısı üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmaya rastlamadık. Araştırmamızda dominansiyi açı değerleri üzerinde etkisiz tespit ettik. Eklem hareket açıklıkları üzerine araştırma yapan Macedo ve ark., dominant ve non-dominant

taraflar arasında klinik açıdan anlamsız, küçük açı farkları tespit eder (77). Sporcularda ise non-dominant alt ekstremitelerin daha esnek olduğu bildirilir (19, 78). Bu durum, sporcuların dominant ekstremitelerini daha yoğun kullanmalarına, dominant ekstremitede meydana gelen minimal yaralanmalara ve biriken skar dokulara bağlanmaktadır (77). Dominant ve non-dominant esktremiteler arasındaki esneklik ilişkisinin aydınlatılması açısından, spor yapan ve yapmayan kişilerin dahil edildiği araştırmalara gerek olduğu kanaatindeyiz.

Literatürde, incelediğimiz yaş grubunun hamstring kısalığı tanımlaması için belirlenmiş cut-off değerlere rastlanmadı. Araştırmaların çoğu ya pediatrik yaş grubuna ait araştırmalarda önerilen cut-off değerleri (25) ya da klinik deneyimlerine dayalı cut-off değerleri (14, 27) hamstring kısalığı tanımında kullanmaktadır. Gençlerde hamstring kısalığı kararında yol gösterici olması açısından belirlediğimiz PDE ve ADE açısı cut-off değerleri sırası ile; erkekler için 32.2° ve 33.0°, kadınlar için 19.2° ve 23.4° , genel popülasyon için 27.3° ve 28.9° tespit edildi. Genç yetişkinlerde (18-24 yaş) belirlenen değerlerin üzerindeki açı değerlerinin "hamstring kısalığı" olarak değerlendirilmesini önermekteyiz. Kuilart ve ark. (27), hamstring kısalığı olduğunu düşündükleri (ADE testinde ADE açısı 15° üzerinde olan) bireyleri değerlendirerek ortalama ADE açısını 35.2º olarak bildirmişlerdir. Belirlediğimiz cut-off değerler dikkate alındığında örneklem grubumuzda hamstring kısalığı olduğunu düşündüğümüz grubun ADE ortalamaları, erkeklerde 41,6º, kadınlarda 31,2º olarak hesaplandı. Bu sonuç Kuilart ve ark. larının hamstring kısalığı olan bireyler için bildirdiği sonuçlara benzerdir.

Araştırma amaçlarımızdan bir diğeri; hamstring esnekliği ve izokinetik kas gücü ilişkisini irdelemekti. Literatürde bu yönde yapılmış bir araştırmaya rastlamadık. Sağlıklı gençlerde izokinetik kas gücü ölçümleri yapan ve sonuçları bildiren bir araştırmaya rastladık. Taşdemir (79) 23,8±3,6 yaş ortalamasına sahip sağlıklı bireylerde izokinetik diz kuvvetlerini ölçtüğü araştırmasında, araştırmamızda kullanılan Cybex HUMAC/NORM izokinetik sistem kullanmıştır. Taşdemir pik tork ve total işi araştırmamıza benzer yöntemlerle sırasıyla, 60 º/sn ve 240 º/sn açısal hızlarda ölçmüştür.

Tablo 17. Taşdemir ve ark. ve araştırmamıza ait konsantrik diz izokinetik parametre bulguları

	Bulgularımız (N-m)		Taşdemir ve ark. (79) (N-m)	
	Erkek(61)	Kadın(62)	Erkek(71)	Kadın(42)
Sağ diz ekstansörleri PT	196,7±53,4	111,4±30	227,9±40,1	124,2±24,6
Sağ diz fleksörleri PT	130,6±31,9	73,1±15,4	152,0±32,0	79,6±17,2
Sol diz ekstansörleri PT	196,0±55,3	110±26,6	221,0±43,4	118,2±23,1
Sol diz fleksörleri PT	128,9±33,9	69,6±12,6	143,9±28,9	73,2±14,0
Sağ diz ekstansörleri Tİ	856,2±271,6	429,2±143,8	1238,1±315,3	551,1±157,3
Sağ diz fleksörleri Tİ	824,5±303,8	437,6±139,1	1184,6±323,5	533,3±145,7
Sol diz ekstansörleri Tİ	853,1±270,5	432,3±149,1	1216,0±300,8	534,4±138,6
Sol diz fleksörleri Tİ	804,2±275,3	430,7±148,7	1162,0±314,4	533,2±152,6

Tİ: Toplam iş, PT: Pik tork, PT-(60 °/sn), Tİ-(240º/sn)

İzokinetik değerlendirme sonuçlarımız, Taşdemir'in sonuçlarından kısmen düşük saptandı (Tablo 17.) Bu fark, araştırmaların örneklem grupları arasındaki yaş farkı nedeniyle oluşmuş olabilir. Literatür tarandığında diz ekstansiyon açıları ile izokinetik diz kuvvetleri arasındaki ilişkinin incelendiği araştırmalara rastlanlmadı.

İzokinetik kas gücü değerlendirmeleri çoğu parametrede (konsantrik diz ekstansör ve fleksör pik tork ve pik tork/vücut ağırlığı, diz agonist-antagonist kaslarının pik tork oran, diz ekstansörleri ve fleksörlere ait yapılan toplam iş) erkek cinsiyeti lehine anlamlı oranda yüksek saptandı. Sadece sağ ve her iki diz agonist-antagonist oran (240º/sn) ortalaması kadınlarda yüksek saptandı.

Araştırmamızda hamstring esnekliği ve kas kuvveti arasındaki ilişki incelendi. Hamstring esnekliği (PDE) ile dizin kas kuvveti (ekstansör ve fleksör grup pik tork (60 °/sn))

ve enduransı (ekstansör ve fleksör grup toplam yapılan iş (240º/sn)) arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptandı. Hamstring esnekliğinin bir diğer belirleyicisi olan ADE açı değerleri ile; dizin kas kuvveti (ekstansör ve fleksör) ve dizin ekstansör enduransı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptandı. Erkek ve kadın katılımcılar ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise hamstring esnekliği ile diz kas gücü ve enduransı arasında bir ilişki saptanmadı. Bu durum katılımcılar cinsiyete göre gruplandırıldığında olgu sayısının azalmasına bağlanabilir.

Tüm katılımcılarda, diz ekstansiyon açıları ile izokinetik diz kas kuvvetleri arasında pozitif yönde saptanan ilişki, kas kuvveti arttıkça diz ekstansiyon açısının da arttığı dolayısıyla esnekliğin azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Esneklik ve güç arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, statik germe egzersizlerinin kısa dönemde güç defisitine neden olabildiğini (80), uzun dönemde ise sportif performansı ve kas gücünü artırdığını bildirmektedir (81-83). Esneklik artışının, pik torku minimal miktarda artırdığını savunan araştırmalar da vardır (84). Bununla birlikte literatürde artmış esnekliğin, kas gücüne negatif etkisini bildiren araştırmaya rastlanmadı. Mola Ali (85), germe egzersiz türleri ve basketbol sporcularının düzenli veya düzensiz antrene olmalarına göre, dizin farklı kas gruplarında güç ve endurans kazanımları elde ettiklerini bildirmektedir. Düzensiz antrene olan basketçilerde, statik germelerin dizin ekstansör kas grubunda, dinamik germelerin ise dizin fleksör kas grubunda kuvvet ve endurans kazanımları oluşturduğunu bildirilmektedir.

Araştırmamız sonuçlarına göre, dominant ekstremitelerin diz kas kuvvetleri (pik torkları), non-dominant ekstremitelere göre anlamlı oranda fazla saptandı. Buna karşın, dominant ve non-dominant ekstremitelere ait hamstring esneklikleri (DE açı ortalamaları) arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Bütün bunlar göz önüne alındığında diz izokinetik kuvvetleri ve esneklik arasındaki ilişki kadınların daha esnek ve güçsüz, erkeklerin ise az esnek ve güçlü olmasına da bağlanabilir.

Diz ekstansiyon açıları ve izokinetik konsantrik diz kuvvetleri arasındaki ilişkinin anlaşılması açısından, alt ekstremite kuvvet çalışmalarının esneklik üzerine etkisinin inceleneceği ileri araştırmaların yapılmasının uygun olduğu kanaatindeyiz.

SONUÇLAR

Araştırmamızda hamstring esnekliği değerlendirmelerinde sıklıkla kullanılan PDE ve ADE açı değerleri için normatif veriler ve hamstring kısalığı tanımında kullanılacak cut-off değerlerin belirlenmesi amaçladık. PDE ve ADE açıları ile izokinetik ölçüme dayalı diz kas gücü ilişkisini araştırarak literatüre katkıda bulunmayı amaçladık.

Sağlıklı genç yetişkinlerde;

PDE açısı normatif değerleri:

Erkekler için 17,1º ± 9,1º,

Kadınlar için 9,8º ± 5,7º olarak belirlendi.

ADE açısı normatif değerleri:

Erkekler için 17,8º ±9,1º

Kadınlar için 13,4º ± 6º olarak belirlendi.

Hamstring kısalığı göstergesi olarak kullanılmasını önerdiğimiz cut-off değerler;

PDE açısı için: erkeklerde >32.2° ve kadınlarda >19.2°,

ADE açısı için: erkeklerde >33.0° ve kadınlarda >23.4° olarak belirlendi.

Dominansinin, esneklik (ADE ve PDE açısı değerleri) üzerine etkisi saptanmadı.

İzokinetik kas gücü değerlendirmeleri çoğu parametrede erkek cinsiyeti lehine anlamlı oranda yüksek saptandı.

Tüm katılımcılarda, diz ekstansiyon açıları ile izokinetik diz kas kuvvetleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptandı.

Kadın ve erkek cinsiyeti ayrı ayrı değerlendirildiğinde diz ekstansiyon açıları ile izokinetik diz kas kuvvetleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı.

ÖZET

Hamstring esnekliğindeki azalma birçok patolojik durum ile bağlantılıdır. Bu nedenle alt ekstremitede esnekliği en sık değerlendirilen kas gruplarından birisi hamstringlerdir. Kas esneklikleri, indirekt olarak kasın geçtiği eklemin hareket açıklığına bakılarak değerlendirilebilir. Pasif ve aktif diz ekstansiyon açı değerleri, hamstring esnekliğinin indirekt göstergesi olarak kullanılmaktadır. Esneklik, yaş grubu ve cinsiyete gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Araştırmamızda 18-24 yaş arası sağlıklı gençlerde pasif ve aktif diz ekstansiyon açısını etkileyen faktörler ve bu değerler için normatif değerler ile hamstring kısalık göstergesi olarak kullanılacak cut-off değerlerin belirlenmesi amaçlandı. Dahil edilme kriterlerini sağlayan gönüllü 123 Trakya Üniversite' si öğrencisi araştırmaya dahil edildi. Demografik bilgiler kaydedilen öğrencilerin pasif ve aktif diz ekstansiyon açıları kaydedildi. Sonrasında, bir diğer günde katılımcıların her iki diz konsantrik kas kuvveti ve dayanıklılığı izokinetik sistemde ölçüldü. Araştırma sonucunda belirlenen normatif değerler; pasif diz ekstansiyon açısı için erkeklerde 17,1º ± 9,1º, kadınlarda 9,8º ± 5,7º iken aktif diz ekstansiyon açısı için erkeklerde 17,8º ±9,1º, kadınlarda 13,4º ± 6º olarak belirlendi. Hamstring kısalığı göstergesi cut-off değerler; pasif diz ekstansiyon açısı için erkeklerde >32.2° ve kadınlarda >19.2° iken, aktif diz ekstansiyon açısı için erkeklerde >33.0° ve kadınlarda >23.4° olarak belirlendi. Dominansinin, esneklik (aktif ve pasif diz ekstansiyon açıları) üzerine etkisi saptanmadı. Tüm katılımcılarda, diz ekstansiyon açıları ile izokinetik diz kas kuvvetleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptandı. Kadın ve erkek cinsiyeti ayrı ayrı değerlendirildiğinde diz ekstansiyon açıları ile izokinetik diz kas kuvvetleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı.

Anahtar kelimeler: Aktif diz ekstansiyon, pasif diz ekstansiyon, izokinetik dinamometre, kuvvet, sağlıklı yetişkinler

ESTABLISHING NORMAL VALUES FOR KNEE EXTENSION ANGLE AND DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING THE ANGLE IN HEALTHY ADULTS

SUMMARY

Decreased hamstring flexibility is associated with many pathological condition. For this reason, hamstrings are one of the most frequently evaluated muscle groups for flexibility in the lower extremity. Muscle flexibility is evaluated indirectly by measuring adjacent joint range of motion. Passive and active knee extension angle values are used as an indirect indicator of hamstring flexibility. The factors such as age and gender can have influences on flexibility. In this research our goal was to establish a normative and cut-off data set for persons, ages 18–24 years, to serve as a standardized reference of passive and active knee extension angles and determine associated factors. 123 volunteer Trakya University students who meet inclusion criteria were included in the research. Passive and active knee extension angle of the students from whom we collected demographic information were recorded. Subsequently, on the other day, both knee concentric muscle strength and endurance of the participants were measured in the isokinetic system. According to our findings determined normative values; passive knee extension angle was 17,1º ± 9,1º for male and 9,8º ± 5,7º for female, active knee extension angle was 17,8º ±9,1º for male and 13,4º ± 6º for female. Cut-off values for hamstring muscles shortness; pasive knee extension angle was >32.2°and >19.2° for female, active knee extension angle was >33.0° for male and >23.4° for female. Dominance was found ineffective on hamstring flexibility (active and passive knee extension angle). There was a significant positive

correlation between knee extension angles and isokinetic knee muscle strength in all participants. There wasn’t a significant correlation between knee extension angles and isokinetic knee muscle strength when males and females seperately evaluated.

Key words: Active knee extenion, passive knee extension, isokinetic dynomemeter, strenght, healthy adults

KAYNAKLAR

1- Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2001;16(2):87-101.

2- Aquino CFd, Gonçalves GGP, Fonseca STd, Mancini MC. Analysis of the relation between flexibility and passive stiffness of the hamstrings. Rev Bras Med Esporte. 2006;12(4):195-200.

3- Medeiros HB, de Araujo DS, de Araujo CG. Age-related mobility loss is joint-specific: an analysis from 6,000 Flexitest results. Age (Dordr). 2013;35(6):2399-407.

4- Bolívar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. Foot Ankle Int. 2013;34(1):42-8.

5- Harty J, Soffe K, O'Toole G, Stephens MM. The role of hamstring tightness in plantar fasciitis. Foot Ankle Int. 2005;26(12):1089-92.

6- Pohl MB, Hamill J, Davis IS. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. Clin J Sport Med. 2009;19(5):372-6.

7- MassoudArab A, RezaNourbakhsh M, Mohammadifar A. The relationship between hamstring length and gluteal muscle strength in individuals with sacroiliac joint dysfunction. J Man Manip Ther. 2011;19(1):5-10.

8- Nourbakhsh MR, Arab AM. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2002;32(9):447-60.

9- Nourbakhsh MR, Arabloo AM, Salavati M. The relationship between pelvic cross syndrome and chronic low back pain. J Back Musculoskelet Rehabil. 2006;19(4):119-28.

10- Zhu Q, Gu R, Yang X, Lin Y, Gao Z, Tanaka Y. Adolescent lumbar disc herniation and hamstring tightness: review of 16 cases. Spine (Phila Pa 1976). 2006;31(16):1810-4.

11- White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. Physiotherapy. 2009;95(1):24-8.

12- Whyte EF, Moran K, Shortt CP, Marshall B. The influence of reduced hamstring length on patellofemoral joint stress during squatting in healthy male adults. Gait Posture. 2010;31(1):47-51.

13- Mistry GS, Vyas NJ, Sheth MS. Comparison of hamstrings flexibility in subjects with chronic low back pain versus normal individuals. J Clin Exp Res. 2014;2:85.

14- Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT, Williams JD, Young CR. Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008;22(2):583-8.

15- Wells KF, Dillon EK. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. Research Quarterly American Association for Health, Physical Education and Recreation. 1952;23(1):115-8.

16- Kippers V, Parker AW. Toe-touch test a measure of its validity. Phys Ther. 1987;67(11):1680-4.

17- Fredriksen H, Dagfinrud H, Jacobsen V, Maehlum S. Passive knee extension test to measure hamstring muscle tightness. Scand J Med Sci Sports. 1997;7(5):279-82.

18- Schulze A, Böhme D, Weiss C, Schmittner M. Active muscle extension testing of the hamstrings: reference values and impacting factors. Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft fur Orthopadisch-Traumatologische Sportmedizin. 2013;27(3):156-61.

19- Parikh CM, Arora M. Establishing Normal Values for Lower Extremity Muscle Length and comparison of muscle length from dominant to non dominant side in Elite Cricketers aged 15-22 years. International Journal of Therapies and Rehabilitation Research. 2015;4(1):1-15.

20- Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. The American journal of sports medicine. 1999;27(2):173-6.

21- Demoulin C, Wolfs S, Chevalier M, Granado C, Grosdent S, Depas Y, et al. A comparison of two stretching programs for hamstring muscles: A randomized controlled assessor-blinded study. Physiother Theory Pract. 2016:1-10.

22- Chan S, Hong Y, Robinson P. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(2):81-6.

23- Corkery M, Briscoe H, Ciccone N, Foglia G, Johnson P, Kinsman S, et al. Establishing normal values for lower extremity muscle length in college-age students. Phys Ther Sport. 2007;8(2):66-74.

24- Youdas JW, Krause DA, Hollman JH, Harmsen WS, Laskowski E. The Influence of Gender and Age on Hamstring Muscle Length in Healthy Adults. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(4):246-52.

25- Erkula G, Demirkan F, Alper Kılıç B, Kıter E. Hamstring shortening in healthy adults. J Back Musculoskelet Rehabil. 2002;16(2, 3):77-81.

26- Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. The journal of strength & conditioning research. 2005;19(1):27-32.

27- Kuilart KE, Woollam M, Barling E, Lucas N. The active knee extension test and Slump test in subjects with perceived hamstring tightness. Int J Osteopath Med. 2005;8(3):89-97.

28- Katz K, Rosenthal A, Yosipovitch Z. Normal ranges of popliteal angle in children. J Pediatr Orthop. 1992;12(2):229-31.

29- Lee SY, Lee SH, Chung CY, Park MS, Lee KM, Akhmedov B, et al. Age-related changes in physical examination and gait parameters in normally developing children and adolescents. Journal of Pediatric Orthopaedics B. 2013;22(2):153-7.

30- Mudge AJ, Bau KV, Purcell LN, Wu JC, Axt MW, Selber P, et al. Normative reference values for lower limb joint range, bone torsion, and alignment in children aged 4–16 years. Journal of Pediatric Orthopaedics B. 2014;23(1):15-25.

31- Novacheck TF, Trost JP, Sohrweide S. Examination of the child with cerebral palsy. Orthop Clin North Am. 2010;41(4):469-88.

32- DiFiori JP. Overuse injuries in children and adolescents. The physician and sportsmedicine. 1999;27(1):75-89.

33- Manire JT, Kipp R, Spencer J, Swank AM. Diurnal variation of hamstring and lumbar flexibility. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(6):1464-71.

34- Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R, Leveille S, Simonsick EM, Ling S, et al. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(2):130-5.

35- Gürer G, Seçkin B. Diz Biyomekaniği.

36- Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. Sports Med Arthrosc. 2011;19(2):82-92.

37- Kaplan Arıncı AE. Anatomi. Ankara: Güneş Kitabevi; 1997.

38- Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Tıp Fakültesi Öğrencileri için Gray's Anatomi: Güneş Kitabevi; 2007.

39- Saadet Otman NK. Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri. Ankara Kalkan Matbaası1995.

40- Piazza SJ, Cavanagh PR. Measurement of the screw-home motion of the knee is sensitive to errors in axis alignment. J Biomech. 2000;33(8):1029-34.

41- Asano T, Akagi M, Tanaka K, Tamura J, Nakamura T. In vivo three-dimensional knee kinematics using a biplanar image-matching technique. Clin Orthop Relat Res. 2001;388:157-66.

42- Control CfD, Prevention. US Department of Health and Human Services Physical activity guidelines for Americans 2008. Washington, DC. 2015.

43- Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1995;50 Spec No:11-6.

44- Moromizato K, Kimura R, Fukase H, Yamaguchi K, Ishida H. Whole-body patterns of the range of joint motion in young adults: masculine type and feminine type. J Physiol Anthropol. 2016;35(1):23.

45- Gajdosik R, Lusin G. Hamstring muscle tightness Reliability of an active-knee-extension test. Phys Ther. 1983;63(7):1085-8.

46- Kim M-h, Kim Y-w, Jung D-h, Yi C-h. Reliability of Measured Popliteal Angle by Traditional and Stabilized Active-Knee-Extension Test. Physical Therapy Korea. 2009;16(4):1-7.

47- Sabine R, Halbertsma JP, Maathuis PG, Verheij NP, Dijkstra PU, Maathuis KG. Reliability of popliteal angle measurement: a study in cerebral palsy patients and healthy controls. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2007;27(6):648-52.

48- Sarikaya IA, Inan M, Seker A. Improvement of popliteal angle with semitendinosus or gastrocnemius tenotomies in children with cerebral palsy. Acta Orthop Traumatol Turc. 2015;49(1):51-6.

49- Herrington L. The effect of pelvic position on popliteal angle achieved during 90: 90 hamstring-length test. Journal of sport rehabilitation. 2013;22(4).

50- Samant R, Vishal K, D'silva C. A comparison between active knee extension test and back-saver sit-and-reach test in assessing hamstring flexibility among healthy schoolchildren in India. International Journal of Therapy And Rehabilitation. 2016;23(4):158-63.

51- Kane Y, Bernasconi J. Analysis of a modified active knee extension test. J Orthop Sports Phys Ther. 1992;15(3):141-6.

52- Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach: Human Kinetics; 2010.

53- Stathokostas L, McDonald MW, Little R, Paterson DH. Flexibility of older adults aged 55–86 years and the influence of physical activity. Journal of aging research. 2013;2013.

54- Wallin D, Ekblom B, Grahn R, Nordenborg T. Improvement of muscle flexibility A comparison between two techniques. The American journal of sports medicine. 1985;13(4):263-8.

55- Bohannon RW, Tiberio D, Zito M. Selected measures of ankle dorsiflexion range of motion: differences and intercorrelations. Foot Ankle. 1989;10(2):99-103.

56- Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion. Phys Ther. 1987;67(12):1867-72.

57- Lea RD, Gerhardt JJ. Range-of-motion measurements. J Bone Joint Surg Am. 1995;77(5):784-98.

58- Brill PA, Macera CA, Davis DR, Blair SN, Gordon N. Muscular strength and physical function. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(2):412-6.

59- Walter R. Frontera JKS, Thomas D. Rizzo. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon İlkeler ve Uygulamalar2014.

60- William Beam GA. Egzersiz Fizyolojisi Laboratuar El Kitabı. Özer K, editor2013.

61- Şahin Ö. Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. Cumhuriyet Medical Journal. 2010;32(4):386-96.

62- Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. Phys Ther. 1967;47(2):114-7.

63- Thistle HG, Hislop HJ, Moffroid M, Lowman EW. Isokinetic contraction: a new concept of resistive exercise. Arch Phys Med Rehabil. 1967;48(6):279-82.

64- Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. Eur J Appl Physiol. 2004;91(1):22-9.

65- Li R, Wu Y, Maffulli N, Chan KM, Chan J. Eccentric and concentric isokinetic knee flexion and extension: a reliability study using the Cybex 6000 dynamometer. Br J Sports Med. 1996;30(2):156-60.

66- Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Maffiuletti NA. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. Clin Physiol Funct Imaging. 2008;28(2):113-9.

67- CSMI. Humac®/Norm™ Testing & Rehabilitation System User's Guide. Stoughton; 2006.

68- Chan Kai Ming NM. Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation. Hong-Kong: Williams and Wilkins; 1996.

69- Bottaro M, Russo A, Oliveira R. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. J Sports Sci Med. 2005;4(3):285-90.

70- Brown LE. Isokinetics in human performance: Human Kinetics; 2000.

71- Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance. Int J Sports Med. 1994;15(S 1):S11-S8.

72- Vithoulka I, Beneka A, Malliou P, Aggelousis N, Karatsolis K, Diamantopoulos K. The effects of Kinesio-Taping® on quadriceps strength during isokinetic exercise in healthy non athlete women. Isokinet Exerc Sci. 2010;18(1):1-6.

73- Bond V, Gresham K, McRae J, Tearney R. Caffeine ingestion and isokinetic strength. Br J Sports Med. 1986;20(3):135-7.

74- Roshanravan B, Patel KV, Fried LF, Robinson-Cohen C, de Boer IH, Harris T, et al. Association of Muscle Endurance, Fatigability, and Strength With Functional Limitation and Mortality in the Health Aging and Body Composition Study. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2016:glw210.

75- Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2000.

76- Agrawal SS. Comparison between post isometric relaxation and reciprocal inhibition manuevers on hamstring flexibility in young healthy adults: randomized clinical trial. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 2016;5(1):33-7.

77- Macedo LG, Magee DJ. Differences in range of motion between dominant and nondominant sides of upper and lower extremities. J Manipulative Physiol Ther. 2008;31(8):577-82.

78- Wang SS, Whitney SL, Burdett RG, Janosky JE. Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. J Orthop Sports Phys Ther. 1993;17(2):102-7.

79- Taşdemir A. Sağlikli Bireylerde Kardiyorespiratuvar Fitnes Düzeyinin Vücut Kompozisyon Analizi Ve Diz Kas Gücü Ile Ilişkisi: Trakya Üniversitesi; 2016.

80- Weir DE, Tingley J, Elder GC. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction. Eur J Appl Physiol. 2005;93(5-6):614-23.

81- Ezzat DH. The effect of increasing hamstring flexibility on hamstring muscles torque among applied medical science female students in university of dammam.

82- Joke K, Nelson Arnold G, Carol E, Winchester Jason B. Chronic static stretching improves exercise performance. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(10):1825-31.

83- Shrier I, McHugh M. Does static stretching reduce maximal muscle performance? A review. Clin J Sport Med. 2012;22(5):450-1.

84- LaRoche DP, Lussier MV, Roy SJ. Chronic stretching and voluntary muscle force. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008;22(2):589-96.

85- Ali CM. Antrenmanlı sporcularda statik ve dinamik germenin diz kas gücüne etkisi: Trakya Üniversitesi; 2014.

ŞEKİLLER LİSTESİ

TABLOLAR

Tablo 1. Cinsiyete göre; katılımcıların yaş, kilo, boy ve BKİ ortalama değerleri 25

Tablo 2. Cinsiyete göre, katılımcıların diz ekstansiyonu açı değerleri ortalamaları 26

Tablo 3. Pasif ve aktif diz ekstansiyonu için belirlenen cut-off değerleri 27

Tablo 4. Katılımcıların dominant ve non-dominant diz ekstansiyonu açı değerleri ortalamaları 27

Tablo 5. Cinsiyete göre, katılımcıların konsantrik diz ekstansör pik tork ve pik tork/vücut ağırlığı değerleri ortalamaları 28

Tablo 6. Cinsiyete göre katılımcıların konsantrik diz fleksör pik tork ve fleksör pik tork/vücut ağırlığı değerleri ortalamaları 29

Tablo 7. Cinsiyete göre, katılımcıların diz agonist-antagonist kaslarının pik tork oran değerleri ortalamaları 30

Tablo 8. Cinsiyete göre, katılımcıların diz ekstansörlerine ait yapılan toplam iş değerleri ortalamaları 31

Tablo 9. Cinsiyete göre, katılımcıların diz fleksörlerine ait yapılan toplam iş değerleri ortalamaları 32

Tablo 10. Tüm katılımcılara ait, sağ diz ekstansiyon açı değerleri ile sağ diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi 33

Tablo 11. Erkek ve kadın katılımcılara ait sağ diz ekstansiyon açı değerleri ile sağ diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi 34

Tablo 12. Tüm katılımcılara ait, sol diz ekstansiyon açı değerleri ile sol diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi 35

Tablo 13. Erkek ve kadın katılımcılara ait sol diz ekstansiyon açı değerleri ile sol diz izokinetik test parametreleri arasındaki ilişki analizi 36

Tablo 14. Tüm katılımcılara ait sağ ve sol diz ekstansiyon açı değerleri ortalaması ile sağ ve sol dizin izokinetik test parametre ortalamaları arasındaki ilişki analizi 37

Tablo 15. Erkek ve kadın katılımcılara ait ortalama diz ekstansiyon açı değerleri ile ortalama izokinetik test parametreleri ilişki analizi 38

ŞEKİLLER

Şekil 1. Primer ekstansör mekanizma 4
Şekil 2. Hamstring ve grasilis kasları 5
Şekil 3. MSD Oxycycle 3 ticari isimli pedal ergometresi 19
Şekil 4. Kalçanın 90° fleksiyonda tutulabilmesi için dizayn edilmiş tahta kutu ve vertikal bar 20
Şekil 5. Başlangıç pozisyonu 21
Şekil 6. Pasif diz ekstansiyon açısı ölçümü 22
Şekil 7. Aktif diz ekstansiyon açısı ölçümü 56

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Isparta' da doğdum. İlkokul eğitimimi Bağlar ilköğretim Okulu'nda, ortaokul eğitimimi Hilmi Dilmen ilköğretim Okulu'nda, lise eğitimi Isparta Gönen Anadolu Öğretmen Lisesi'nde, lisans eğitimimi Trakya Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünde tamamladım. 2015 yılında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladım. Çalışma hayatına Trakya Üniversite'si Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak 2015 yılı eylül ayında başladım ve halen görevim yapmaktayım.

EKLER

Ek 1

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2016/220	
	PROTOKOL ADI	Sağlıklı Yetişkinlerde Diz Ekstansiyon Açısı Değerlerinin ve bu Değerlere Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Yrd. Doç. Dr. Filiz TUNA	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	**Karar No: 16/04**	**Tarih:28.09.2016**	
	Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Filiz TUNA'nın sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Muhammed Şeref YILDIRIM'ın tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI	Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi		

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E H	E H	
Yrd. Doç. Dr. Esin KARLIKAYA Başkan Yardımcısı	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Ç. Hakan KARADAĞ Üye	Tıbbi Farmakoloji.	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D	E	E H	E H	
Yrd. Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. BiyoistatistikA.D.	K	E H	E H	
Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOZKIR Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Selma Arzu VARDAR Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Salim DÖNMEZ Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Yrd. Doç. Dr. Vedat UĞUREL Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Yrd. Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Berkan DEMİRAL Üye		T.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	E	E H	E H	
Avukat Baki KURNAZ Üye		T.Ü. Rektörlüğü	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. H. Ahmet EZEL
Dekan a.
Dekan Yrd.