



T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZOKİNETİK DİZ DEĞERLENDİRME
PROTOKOLLERİNİN OLUŞMASINDA 60°/ SANİYE ve
180°/ SANİYE AÇISAL HIZLARA ÖZEL GEREKLİ
TEKRAR SAYISININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge ÇOBAN

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2017

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZOKİNETİK DİZ DEĞERLENDİRME
PROTOKOLLERİNİN OLUŞMASINDA 60°/ SANİYE ve
180°/ SANİYE AÇISAL HIZLARA ÖZEL GEREKLİ
TEKRAR SAYISININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge ÇOBAN

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2017

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İzokinetik Diz Değerlendirme Protokollerinin Oluşmasında 60° saniye ve 180° saniye Açısal
Hızlara Özel Gerekli Tekrar Sayısının Belirlenmesi

Özge ÇOBAN

Yüksek Lisans Tezi

29.12.2017

DANIŞMAN

Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM



Jüri Üyeleri

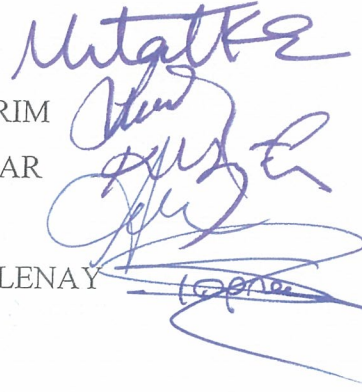
Prof. Dr. Mithat KOZ

Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM

Prof. Dr. Kezban BAYRAMLAR

Doç. Dr. Derya ÇELİK

Yrd. Doç. Dr. Şeyda TOPRAK ÇELENAY



Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Prof. Dr. Özen ÖZENSOY GÜLER

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.
29.12.2017

Özge ÇOBAN



TEŐEKKÜR

Tez sürecimin tamamında her yolumu kaybettiğimde bana daima pusula olarak yol gösteren, ilerlemek istediğim yolu bilgi ve deneyimleri ile aydınlatan Sayın Prof Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM'a,

Vakaların oluşturulmasında ve tezimde kullandığım cihazların temininde ve kullanımında sağladıkları imkânlar için Sayın Dr. Adnan HASANOĞLU'na, Dr. Tuğba KOCAHAN'a ve Eryaman Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı sevgili çalışanlarına,

Sporcuların değerlendirilmesi sürecinde yardımları için Dr. Fzt. Bihter AKINOĞLU'na

Karmaşık ve çetrefilli cümlelerimi daha az yorucu ve anlamlı hale getirmeme yardımcı olan Uzm. Fzt. M.Ertuğrul YAŐA'ya

Tez sürecimde beni destekleyen Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerine ve asistan arkadaşlarıma,

Herkesin sahip olmak istediği, kimsenin hak etmediği türden olan dostlarıma;

Bana bildiğim doğrular artarken kalbimdeki doğrulardan şaşmamayı öğreten ve içimde taşıdığım gelecek umudunun ışığı olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. İskelet Kası Fizyolojisi.....	5
2.1.1 İskelet Kasının Genel Organizasyonu	5
2.1.2. İskelet Kasında Aksiyon Potansiyeli.....	9
2.2. Kasta Hareketin Oluşmasını Etkileyen Faktörler.....	10
2.2.1. Kası Oluşturan Liflerin Uzunluğu.....	10
2.2.2. Kasın Moment Kolunun Uzunluğu	11
2.3. Kas Kuvvetini Etkileyen Faktörler.....	12
2.3.1. Kasın Büyüklüğü ve Kas Kuvveti.....	12
2.3.2 Kas Uzunluğu ve Kas Kuvveti.....	13
2.3.3 Moment Kolu ve Kas Kuvveti	15
2.3.4. Kontraksiyon Tipleri ve Kas Kuvveti	16
2.3.5. Kontraksiyon Hızı ve Kuvvet.....	17
2.3.6. Motor Ünite Katılımı ve Kas Kuvveti.....	18
2.3.7. Kas Lif Tipi ve Kuvvet.....	18
2.4. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi.....	20
2.4.1. Tensiometreler.....	20
2.4.2. Dinamometreler.....	20
2.4.3. Bir Maksimum Tekrar.....	21

2.4.4. İzokinetik Değerlendirmeler	21
2.5. İzokinetik Test Parametrelerinin Yorumlanması	22
2.5.1. Agonist/ Antagonist Kas Dengesizlikleri	22
2.5.2. Dominant/ Non-dominant Taraf Kas Dengesizlikleri	24
2.6. İzokinetik Değerlendirme Sistemini Oluşturan Temel Parçalar	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Bireyler.....	25
3.2. Örneklem Büyüklüğü ve Güç Hesaplaması	26
3.3. Demografik bilgilerin kaydedilmesi.....	27
3.4. İzokinetik Kuvvet Ölçümü	27
3.4.1. İzokinetik Dinamometrenin Değerlendirme için Hazırlanması	28
3.4.2. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Test Pozisyonu	28
3.4.3. Sporcunun Değerlendirme İçin Hazırlanması	29
3.4.4. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Test Protokolü	31
3.4.5. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Süreci	31
3.4.6. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçlarının Belirlenmesi	32
3.5. İstatistiksel Analizler.....	32
4. BULGULAR.....	34
4.1. Demografik Bulgular.....	34
4.2. Diz Fleksiyon Pik Tork Tekrar Sayıları	36
4.2.1. Pik Tork Tekrar Sayıları: 60°/sn Açısal Hız.....	36
4.2.2. Pik Tork Tekrar Sayıları: 180°/sn Açısal Hız.....	39
4.3. Diz Ekstansiyon Pik Tork Tekrar Sayıları	41
4.3.1. Pik Tork Tekrar Sayıları: 60°/sn Açısal Hız.....	41
4.3.2. Pik Tork Tekrar Sayıları: 180°/sn Açısal Hız.....	43
5. TARTIŞMA	46

5.1. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturduğu Tekrar Sayıları.....	46
5.2. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturulduğu Tekrar Sayıları ve Cinsiyet.....	49
5.3. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturulduğu Tekrar Sayıları ve Yaş Kategorileri	51
5.4. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturulduğu Tekrar Sayıları ve Spor Branşları.....	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
7. KAYNAKLAR	56
8. EKLER.....	66
EK-1. Etik Kurul Onayı	66
EK-2. Özgeçmiş	66

ÖZET

İzokinetik Diz Değerlendirme Protokollerinin Oluşmasında 60°/ Saniye ve 180°/ Saniye Açısal Hızlara Özel Gerekli Tekrar Sayısının Belirlenmesi

Çalışmamız, 60°/saniye ve 180°/saniye açısal hızlarda izokinetik diz fleksiyon ve ekstansiyon pik tork değerlerinin meydana geldiği standart tekrar sayısını belirlemek ve tekrar sayısı üzerinde etkisi olan demografik faktörleri ortaya koymak amacıyla gerçekleştirildi. Çalışmaya en az 1 yıldır spor yapmakta olan 196 sporcu (judo, voleybol, grekoromen güreş, atletizm ve cimnastik) dahil edildi. Sporcuların diz fleksiyon ve ekstansiyon kaslarının konstantrik-konsantrik izokinetik kas kuvvet ölçümleri, ISOMED 2000 izokinetik dinamometre ile gerçekleştirildi. Değerlendirme test protokolü, 60°/saniye’de 10 tekrar diz fleksiyon-ekstansiyon ve 180°/saniye’de 30 tekrar diz fleksiyon-ekstansiyon hareketinden oluştu.

Çalışmamız sonucunda; sporcuların 60°/saniye açısal hızda, diz fleksiyon pik tork değerlerine 2-3 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise 2. tekrarda ulaştığı belirlendi. 180°/saniye açısal hız için ise pik tork tekrar sayısının diz fleksiyon hareketi için 3-4 tekrar; diz ekstansiyonu hareketi için 2-3 tekrar gerektirdiği sonucuna varıldı. Altmış °/saniye açısal hızda; dominant tarafta diz fleksiyon pik tork tekrar sayılarının cinsiyet ve branşa göre, diz ekstansiyonu tekrar sayılarının sadece cinsiyete göre, non-dominant tarafta diz ekstansiyonu tekrar sayılarının yaş kategorilerine göre farklı olduğu belirlendi. 180°/saniye açısal hızda; dominant-non-dominant tarafta diz ekstansiyon pik tork tekrar sayılarının branşa ve cinsiyete göre, non-dominant tarafta diz fleksiyon pik tork tekrar sayılarının ise branşa göre farklı olduğu belirlendi ($p<0,05$).

Sporcularda izokinetik diz fleksiyon-ekstansiyon kas kuvvetinin değerlendirilmesi için bu hareketlerin 60°/saniye açısal hızda 3 tekrar, 180°/saniye açısal hızda 4 tekrar olarak gerçekleştirilmesi yeterlidir. Aynı zamanda izokinetik diz değerlendirme protokolleri oluşturulurken bireylerin cinsiyetleri ve spor branşları göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İzokinetik, kas kuvveti, sporcular

ABSTRACT

Determining the Number of Repetitions to Establish Isokinetic Knee Evaluation Protocols Specific to Angular Velocities of 60°/Second and 180°/Second

Our study was performed to determine the standard repetition number at which isokinetic knee flexion and extension's peak torque values occur at angular velocities of 60°/second and 180°/second and to identify demographic factors that can affect repetition numbers. 196 athletes (judo, volleyball, Greco-Roman wrestling, athletics, gymnastics) who have been engaged in sports for at least 1 year have been included to study. Concentric-concentric muscle strength of the knee flexor and extensor muscles of the athletes were evaluated with ISOMED 2000 isokinetic dynamometer. The evaluation test protocol consisted of 10 repetition knee flexion-extension at 60°/second and 30 repetition knee flexion-extension at 180°/second.

It was determined that athletes reached in knee flexion peak torque values in 2-3 repetitions while they reached knee extension peak torque values at second repetition. It was concluded that 3-4 repetition for knee flexion motion's peak torque values, 2-3 repetitions for knee extension were needed. At angular velocity of 60°/second; on the dominant side, it was determined that knee flexion peak torque repetitions differ by gender and sport branches, while knee extensions' repetitions differ only by sex and on the non-dominant side, knee extensions' repetitions differ by age category. At angular velocity of 180°/second; on the dominant-non-dominant side, the peak torque repetitions of the knee extension were found to be different according to the sport branches and gender. The knee flexion peak torque's repetitions on the non-dominant side were also different according to the sport branches ($p < 0,05$).

For evaluating isokinetic knee flexor-extensor muscle strength at 60°/second angular velocity, 3 repetitions of movements; 4 repetitions for 180°/second, are sufficient. Gender and sport branches of the individual must be considered when establishing isokinetic knee evaluation programs.

Keywords: Athletes, Isokinetic, muscle strength

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
Ca	: Kalsiyum
ATP	: Adenozin trifosfat
kg	: Kilogram
dk	: Dakika
N	: Newton
s ⁻¹	: 1/saniye
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
ÇAG	: Çeyrekler Arası Uzaklık
BKİ	: Beden Kütle İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kas gövdesinin (fasikül, koruyucu kılıflar, kas lifi) yapısı	6
Şekil 2.2. Kas lifinin (miyofibriller, miyofilamentler, sarkomer) yapısı	8
Şekil 2.3. Kas mimarisi (Kas lifleri dizilim tipleri)	11
Şekil 2.4. Kas uzunluğu ve kas kuvvet ilişkisi	14
Şekil 2.5. Moment kolunun hesaplanması. l = moment kolu; Θ = uygulama açısı; d = kasın yapışma yerinin rotasyon merkezine olan uzaklığı	16
Şekil 2.6. Kontraksiyon hızı ve kas kuvveti arasındaki ilişki	17
Şekil 3.1. Çalışmanın akış şeması.....	26
Şekil 3.2. Örnek diz değerlendirme test pozisyonu	29
Şekil 3.3. İzokinetik diz değerlendirme test pozisyonu	30
Şekil 3.4. Sporculara görsel geribildirim verilmesi	32

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	Örneklem büyüklüğünün hesaplanması.....	27
Tablo 3.2.	İzokinetik diz değerlendirme test protokolü.....	31
Tablo 4.1.	Sporcuların demografik özellikleri.....	34
Tablo 4.2.	Spor branşlarına göre cinsiyet dağılımı.....	35
Tablo 4.3.	Spor branşlarına göre dominant tarafın dağılımı.....	35
Tablo 4.4.	MEB Spor branşlarına göre yaş kategorileri.....	36
Tablo 4.5.	Demografik özelliklere göre 60°/sn açısal hızda dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayıları.....	37
Tablo 4.6.	Demografik özelliklere göre 60°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayıları.....	38
Tablo 4.7.	Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayıları.....	39
Tablo 4.8.	Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayısı.....	40
Tablo 4.9.	Demografik özelliklere göre 60°/sn açısal hızda dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.....	42
Tablo 4.10.	Demografik özelliklere göre 60°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.....	43
Tablo 4.11.	Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.....	44
Tablo 4.12.	Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.....	45

1.GİRİŞ

Sağlıkla ilgili çalışma alanlarının tamamında süreç, bireyin değerlendirilmesi ile başlamaktadır. Değerlendirme süreci, mevcut durumu tanımlamakta ve var olan durumu optimize etmek için gerekli adımların ortaya konmasını sağlayan altyapıyı oluşturmaktadır. Sporcularda değerlendirme sürecinin önemli bir kısmını kas kuvvetinin değerlendirilmesi oluşturmaktadır. Kas kuvvetinin artmış olması sporcunun genel performansına katkıda bulunurken; aynı zamanda sporcunun potansiyeline erken dönemde ulaşmasına sağlamakta ve yaralanma riskini azaltmaktadır. Ayrıca yapılmış çalışmalarda sporcularda kas kuvvetindeki artışın; zıplama, yön değiştirme gibi spora özgü hareketleri gerçekleştirme yeteneğini de arttırdığı gösterilmiştir (1). Sporcularda, özellikle alt ekstremitte kas kuvvetinin sistematik olarak değerlendirilmesi, optimal performans için uygun antrenman sürecinin planlanmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda kuvvetin değerlendirilmesi, yaralanmaların engellenmesine ilişkin alınacak önlemler ile ilgili geribildirimler de sunmaktadır. Sporcularda çevikliğin azalmasına ve yaralanma riskinin artmasına sebep olan agonist-antagonist kas kuvvet dengesizliği bu geribildirimlerin en önemlilerinden biridir (2,3). Kas kuvvet değerlendirmesi sonucunda söz konusu dengesizliklerin belirlenerek normal sınırlara getirilmesi stratejisi üzerine kurgulanan eğitimlerle yaralanmaların önüne geçilebilmektedir. Bunun yanı sıra sporcunun yaralanma sonrası kas kuvvetinde meydana gelen değişiklikler sporcunun spora dönüş uygunluğunu belirlemektedir (4). Bu sebeple sportif rehabilitasyonun başarısını belirleyen faktörlerin başında sporcunun yaralanma öncesi kas kuvvetine ulaşması yer almaktadır (5). Bu nedenle spora dönüş sürecinde de kas kuvvetinin değerlendirilmesi kas kuvvetindeki olası değişiklikleri, belirleyebilme işlevi sebebiyle büyük önem taşımaktadır.

Kas kuvvetini belirlemek için pek çok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan izokinetik dinamometreler; dinamik kuvveti objektif olarak ölçme imkânı sunan, güvenilir ve güvenli yöntemlerdir. Bu cihazlarda kas fonksiyonunun pek çok parametresini sayısal değerlere dökmek üzere tasarlanmış mikro işlemciler bulunmaktadır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak gelişimini devam ettiren bu cihazlar sağladığı biyomekaniksel avantajlar ve kesin ölçüm

sonuçları ile sahada ve kliniklerde kas kuvveti değerlendirmesi için sık kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (6). İzokinetik cihazlar ile belirli hızda, tüm hareket açıklığı boyunca, yüksek verimde ölçüm yapabilmektedir (7). Objektif kas kuvveti değerlendirmesinin yanı sıra tüm hareketin açıklığı boyunca eklemlere ve kaslara etkili ve optimal yüklenme sağlanarak değerlendirme sırasındaki potansiyel yaralanmaların önüne de geçilmektedir (8). Bu yöntem ile resiprokal olarak hareketin gerçekleştiği tüm planlarda, eklem hareketlerinin agonist ve antagonist kaslarının kuvvetini değerlendirme olanağı mevcut hale gelmektedir (9).

İzokinetik değerlendirmede çalışmalar, özellikle pik tork (tepe kuvvet) değeri üzerinde yoğunlaşmakta ve araştırmalarda veya kliniklerde bu değer kullanımı önerilmektedir (10). Bu değer, kas tarafından üretilen maksimum kuvvete, kasın en yüksek kapasitesine karşılık gelmektedir (11). Test sürecinde sonuçlar, değerlendirmeyi yapan kişiden kaynaklanan iç faktörlerden etkilendiği gibi, çevre şartları gibi pek çok dış faktörden etkilenebilmektedir (10). Ayrıca izokinetik ölçümlerin objektif sonuçlar verebilmesi ölçümün hangi parametrelerle yapıldığıyla ilişkilidir. Bu cihazlarda açılma hızı, hareketin gerçekleşeceği tekrar sayısı ve eklem hareket açıklığı gibi parametreler değerlendirmeyi yapan kişi tarafından literatür bilgisi ışığında oluşturulmaktadır ve bu sebeple değerlendirmeyi yapan kişinin bu parametreler ile ilgili kararı, değerlendirme sürecini etkileyen en önemli faktörlerden birini oluşturmaktadır.

Bireyin maksimal performansını gösterebilmesi için kas kuvvetinin değerlendirildiği hareketi yeterli tekrar sayısında gerçekleştirmesi gerekmektedir. Tekrar sayısının optimal değerden fazla olması ise bireyde yorgunluk oluşturmakta ve zaman açısından ekstra iş yüküne sebep olmaktadır. İzokinetik değerlendirmenin yer aldığı çalışmalarda çok farklı tekrar sayılarını içeren değerlendirme protokolleri mevcuttur (12-15). Çalışmalarda tercih edilen tekrar sayıları farklı açılma hızlarında 3-5 tekrar, 6-10 tekrar veya 10 ve üzeri tekrar şeklinde olabilmektedir (5).

Literatürde izokinetik diz değerlendirme protokolleri için standardize edilmiş tekrar sayıları mevcut değildir. Tekrar sayısı konusunda fikir birliğinin olmaması, izokinetik çalışmalarının birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya konulmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada ana amacımız gelecekteki çalışmalar için standart

tekrar sayısını belirlemektir. Tekrar sayısı üzerinde etkisi olan demografik faktörleri ortaya koymak ise alt araştırma amacımızı oluşturmaktadır. Bu amaçla kurduğumuz alt araştırma hipotezimiz şu şekildedir:

H₀: Sporcuların diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.

H₁: Sporcuların diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.

H₀: Sporcuların diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.

H₁: Sporcuların diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.

Alt hipotezimizi test edebilmek için kurduğumuz hipotezlerimiz aşağıda verilmiştir:

1. H₀: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.
2. H₀: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.
3. H₀: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.
4. H₀: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 60°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.

5. H₀: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.
6. H₀: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz fleksiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.
7. H₀: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.
8. H₀: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farksızdır.
H₁: Sporcuların 180°/sn açısal hızda, non-dominant tarafta, diz ekstansiyon maksimal kuvvet değerine ulaştıkları tekrar sayısı demografik özelliklere göre farklıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İskelet Kası Fizyolojisi

2.1.1 İskelet Kasının Genel Organizasyonu

İskelet kası insan vücudundaki en dinamik dokuların yer aldığı bir yapıdır. Bu yapı vücutta gerçekleşen metabolik ve mekanik olarak sınıflandırmanın mümkün olduğu pek çok fonksiyonundan sorumludur (16). Metabolik açıdan iskelet kası; vücut için önemli yapı taşlarından olan karbonhidrat ve aminoasit depolayarak bazal enerji metabolizmasına katkıda bulunur ve fiziksel aktivite ve egzersiz sırasındaki oksijen ve enerjinin çoğunluğunu tüketir. Mekanik açıdan iskelet kası; kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirerek kuvvet ve güç oluşturur, postürün devamlılığını sağlar, aktivite için gerekli hareket paternlerini oluşturur, bu sayede sosyal ve mesleki katılımı sağlar ve fonksiyonel bağımsızlığa katkıda bulunur (17). İskelet kasının fonksiyonunu tanımlamak için üç temel performans parametresi kullanılmaktadır.

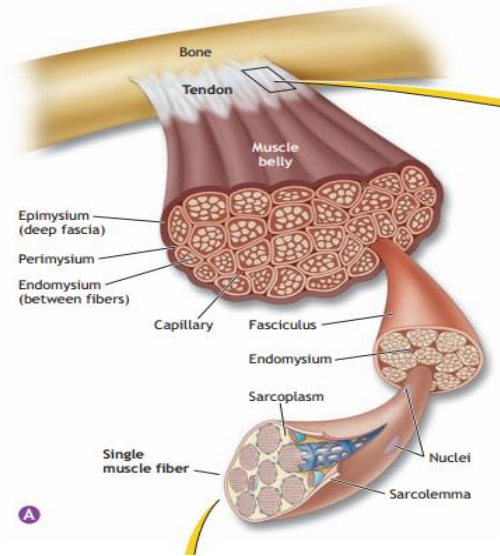
Bunlar:

- Hareketin oluşturulması
- Kuvvetin oluşturulması
- Endurans

Hareket ve kuvvet, iskelet kas kontraksiyonlarının mekanik çıktıları oluşturur. Bu noktada kasların morfolojilerinin kısaca tanımlanması ve mekanik çıktıların oluşmasını sağlayan kontraksiyonların fizyolojisinin bilinmesi gerekmektedir. Eklemde hareketin oluşmasını sağlayan fonksiyonel yapılar, iki temel ünitelerden oluşmaktadır: Kas gövdesi ve tendon. Kas gövdesi; kas hücreleri, kas lifleri ve bu dokuları çevreleyen konnektif dokulardan meydana gelmektedir (18). Kas gövdesini oluşturan pek çok sayıdaki liflerin çapları 10-80 mikrometre (0,15 mm genişliğine uzanan kas lifleri de mevcuttur) arasında değişmekte ve bu liflerin büyük çoğunluğu tüm kas boyunca birbirine paralel olarak uzanmaktadır. Oluşan kuvvet kas liflerinin uzun eksenine boyunca iletilmektedir. Kas liflerinin uzunluğu, göz kaslarında

birkaç mm iken yer çekiminin etkisine karşı eklemleri ya da vücut parçalarını stabilize etmesi sebebiyle antigravite kasları olan adlandırılan geniş kas gruplarında 30 cm'yi bulabilmektedir. İskelet kas lifleri (kas lif sayısının fetal dönemin ikinci üç aylık döneminde muhtemelen sabitlendiği düşünülmektedir) uzun silindirik ve çok çekirdekli hücrelerden meydana gelmektedir (19, 20).

Her bir kas lifi endomisyum adı verilen ince tabakalı konnektif doku ile sarılarak kendisine komşu olan diğer kas liflerinden ayrılmaktadır. Yaklaşık 150 adet kas lif demeti öbekler halinde bir araya gelerek fasikül adı verilen yapıyı oluşturmakta ve bu yapı da perimisyum adı verilen konnektif doku tabakası ile sarılmaktadır. Kasın tamamının etrafı ise epimisyum adı verilen fibröz konnektif doku ile çevrilmektedir. Bu koruyucu kılıflar proksimal ve distal uçlarda birbiriyle ve intramuskular doku kılıflarıyla birleşerek tendonları meydana getirmektedir (Şekil 2.1.). Tendonlar kası kemiğe bağlayan yapıları oluşturmakta ve her iki uçta da kemiğin en dış kısmındaki periosta tutunmaktadır. Uzun kemiklerde tendonların yapıştığı kısımlar daha stabil bir yapışma alanı sağlamak için genişlemektedir. Bu adaptasyonlar kemiğin boyutuna göre değişmekle birlikte, genişleme miktarına göre tüberkül, tüberosit ya da trokanter olarak adlandırılmaktadır (19).



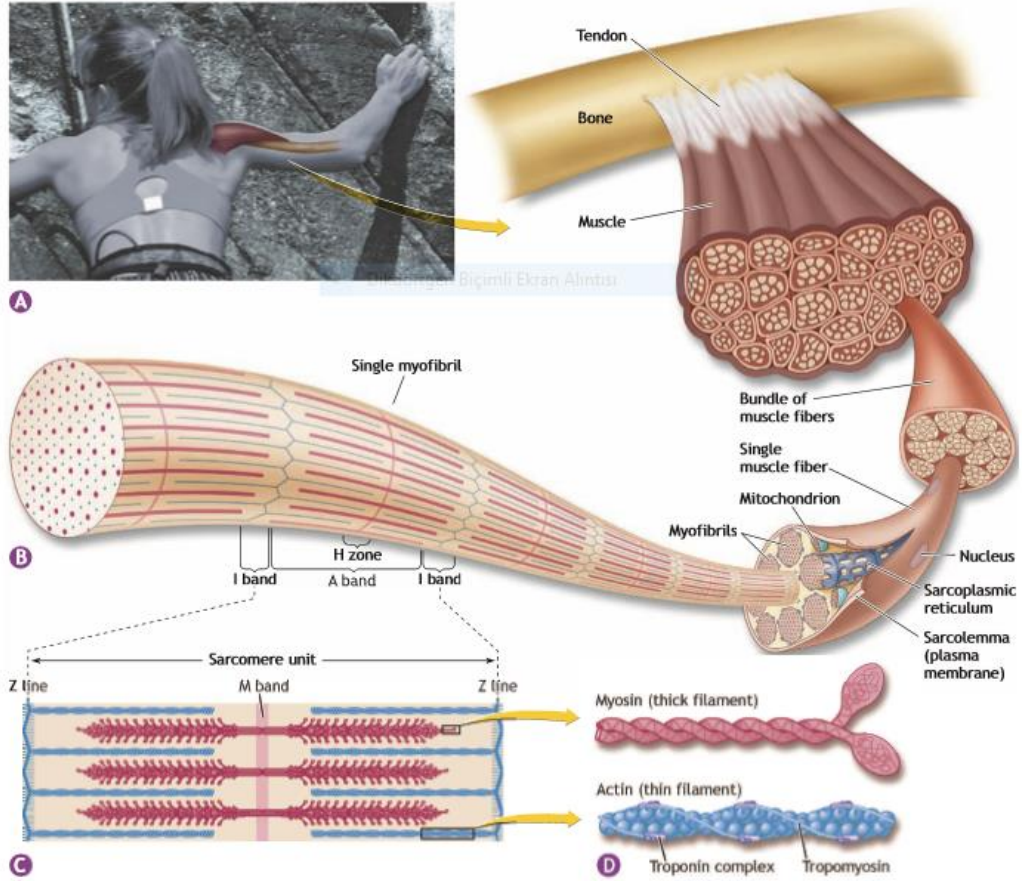
Şekil 2.1. Kas gövdesinin (fasikül, koruyucu kılıflar, kas lifi) yapısı (19).

Endomisyum tabakasının altında her bir kas lifi, hücre membranı ya da sarkolemma adı verilen bir doku ile sarılır ve bu yapı kas lifinin ucunda tendon

lifleriyle birleşmektedir. Sarkolemma ile ilişkili olarak miyoflament yapısı içerisine özellikle de aktin proteine bağlanan pek çok farklı protein yapısı bulunmaktadır. Bu proteinlerin yokluğu ya da disfonksiyonu sarkolemmada hasar, kas zayıflığı ve atrofi ile sonuçlanabilmektedir (16). Örneğin Duchenne ve Becker musküler distrofileri gibi nöromusküler bazı hastalıklarda bu yapıların bazıları hiç bulunmamakta ya da kısmen bulunmaktadır (21). Ayrıca kası çevreleyen konnektif dokunun miktarı ve kas tendonun boyutları her bir kas için farklıdır. Konnektif doku miktarı, kasın mekanik yapısını etkileyerek her bir kasın diğer kaslardan farklı mekanik cevaplar oluşabilmesini açıklayan durumlardan biridir (18).

Kas lifi içerisinde oldukça farklı protein yapıları bulunmaktadır, kas hücresinin belirli bir bölgesinde sentezlenecek olan protein tipi, çoğunlukla çekirdekler aracılığıyla kontrol edilmektedir (18-20). Kas lif boyutları oldukça değişkenlik gösterse de çekirdeklerin oldukça düzenli bir etki sahasına sahip olduğu belirtilmektedir (22) Kas lifinin içerisinde bulunan hücreler de filamentlerden oluşan küçük ünitelerden oluşmaktadır. Kas liflerine paralel olan yerleşen bu iplikçiklerin en büyüğü miyofibril olarak adlandırılır. Kas lifinde yer alan miyofibril sayısı yüzlerce ya da binlerce olabilmektedir ve bir baştan bir başa uzanan sarkomer adı verilen yapıları içermektedir. Sarkomerlerde iki farklı tip miyofilament bulunmaktadır: Miyozin protein yapısında olan kalın miyofilamentler ve daha ince olan ve aktin proteini içeren miyofilamentler. Bu yapılar kas kasılmasından sorumlu olan kısmı oluşturmaktadır yani kontraktil aktin ve miyozin proteinleri içeren sarkomer; kasın temel fonksiyonel ünitesini meydana getirir. Kontraktil proteinlerin hücre içindeki miktarı kasın oluşturduğu kontraktil kuvvet ile yakından ilişkilidir (23). Her bir sarkomerde gerçekleşen kontraksiyonların birleşimi kas kasılmasını oluşturmaktadır. Miyofibriller üzerindeki koyu ya da açık renkte görülen bölümler, bant olarak adlandırılmaktadır. Işık mikroskopunda açık renkte görülen bölüm izotrop bantlar (I bantları) olarak adlandırılan aktin miyoflamentlerinden oluşurken; koyu renkte görünen bölüm anizotrop bantlar (A bantları) olarak adlandırılan miyozin miyoflamentlerinden meydana gelmektedir. Bu bantlar birbiri ardı sıra yer alıp tüm kas lifi boyunca açık ve koyu renkleri içeren bir görüntü oluşturmaktadır ve bu görüntü kas lifinin karakteristik görüntüsünü meydana getirmektedir, çizgili kas adlandırılmasında bu görünümünden esinlenilmiştir. Aktin myofilamentleri, sarkomerin her iki ucunda da aktin ve miyozin miyoflamentlerinden farklı bir yapıda olan Z

diskine bağlanmaktadır (Şekil 2.2). Bir ucu Z diskine bağlı iken diğer taraftan miyozin miyofilamentleri ile birleşen titin molekülleri, aktin ve miyozin myofilamentlerinin yerinde durmasını sağlayan iskelet görevini üstlenmektedir. Bu sebeple özellikle oldukça esnek yapıdan olan titin molekülleri miyozin myofilamentlerinin dizilişinde önemli bir role sahiptir (18, 20).



Şekil 2.2. Kas lifinin (miyofibriller, miyofilamentler, sarkomer) yapısı (19).

Miyofibriller arasını pek çok farklı yapı ve enzimi içeren hücre içi sıvı (sarkoplazma) doldurmaktadır. Bunun yanı sıra miyofibrillerin enerji ihtiyacını karşılamak için miyofibrillere paralel olarak konumlanmış pek çok mitokondri hücresi de bulunmaktadır. Mitokondriler eski konseptin aksine izole bir organel yapısında değil, hücre içerisinde yer alan üç boyutlu bir ağ sistemi şeklindedir (24). Hatta bazı mitokondriler kapiller sistem aracılığı ile sağlanan oksijen akışı için gerçekleşecek difüzyon mesafesini azaltmak için sarkolemmaya yakın konumlanmaktadır. Bu durum özellikle oksijene ihtiyacın arttığı aerobik (veya endurans) egzersizleri sırasında oldukça kullanışlı hale gelmektedir. Ayrıca endurans ve aerobik tip egzersiz

programları mitokondrilerin hem boyutunu hem de sayısını artırmaktadır, benzer bir artış kas lifi başına düşen kapiller miktarda da gözlenmektedir (16, 19). Kas hücresi içerisinde bulunan endoplazmik retikulum, sarkoplazmik retikulum olarak adlandırılmaktadır ve kas lif tipine bağlı olarak değişen miktarlarda hücre içerisinde yer almaktadır. Yıpranan kaslarda sarkoplazmik retikulumların parçalanması sebebiyle Ca^{2+} salınımını ve kas aktivasyonunu etkilenmektedir (25).

2.1.2. İskelet Kasında Aksiyon Potansiyeli

Çizgili kasta kontraksiyon, aksiyon potansiyeli ile oluşan depolarizasyon ile birlikte uyarılma ve kasılma çifti olarak adlandırılan süreç ile başlamaktadır. Depolarizasyon, sarkoplazmik retikuluma mevcut olan Ca^{2+} iyonlarının salınımını uyarmaktadır. Bu süreç sarkoplazmik retikulum ve transvers tüpler arasındaki bileşkede oldukça karmaşık supramoleküler bir sinyal mekanizması sayesinde oluşturulmaktadır (26). Günümüzdeki kas kasılması ile aktif kuvvet üretiminin açıklandığı güncel teori çarpaz köprülere dayanan kayan filamentler teorisidir (27). Bu modele göre kontraksiyon, sarkomer içerisindeki aktin ve miyozin myofilamentler arasında kurulan çarpaz köprüler sayesinde meydana gelmektedir ve aktin miyofilamentlerinin miyozin miyofilamentleri içerisinde kaymasına neden olmaktadır. Çarpaz köprüler miyozin moleküllerinin baş bölümü ile yana doğru uzanım yapan kuyruk bölümünden oluşan yapıdır. Miyozin molekülünün baş kısmı, kas kasılması için gerekli enerjinin yani ATP molekülünü parçalayacak ATP'az enzimi olarak görev alacak kısımdır. Aktin molekülü ise tropomiyozin proteini içermektedir. Bu moleküllerin yanı sıra troponin isimli başka bir protein de süreçte görev almaktadır. Depolarizasyon ile birlikte troponin molekülleri Ca iyonları ile bağ kurarak aktin ile miyozin arasındaki bağın oluşmasına sebep olarak kasılmayı sağlamaktadır. Uyarının sona ermesi, Ca iyonlarının azaltarak aktin ve miyozin arasındaki çarpaz köprüleri inhibe eder böylelikle kas gevşer (28). Kontraksiyonun gerilimi, kurulan çarpaz köprü sayısına ve çarpaz köprülerin oluşması için gerekli uyarının frekansına bağlıdır. Eğer kas lifi yüksek frekanslı uyarılarla karşı karşıya kalırsa yeni çarpaz köprüler diğerleri yıkılmadan kurulmakta ve böylece kontraksiyonlar birleşerek tetanik kontraksiyonları meydana getirmektedir (18, 20, 29).

2.2. Kasta Hareketin Oluşmasını Etkileyen Faktörler

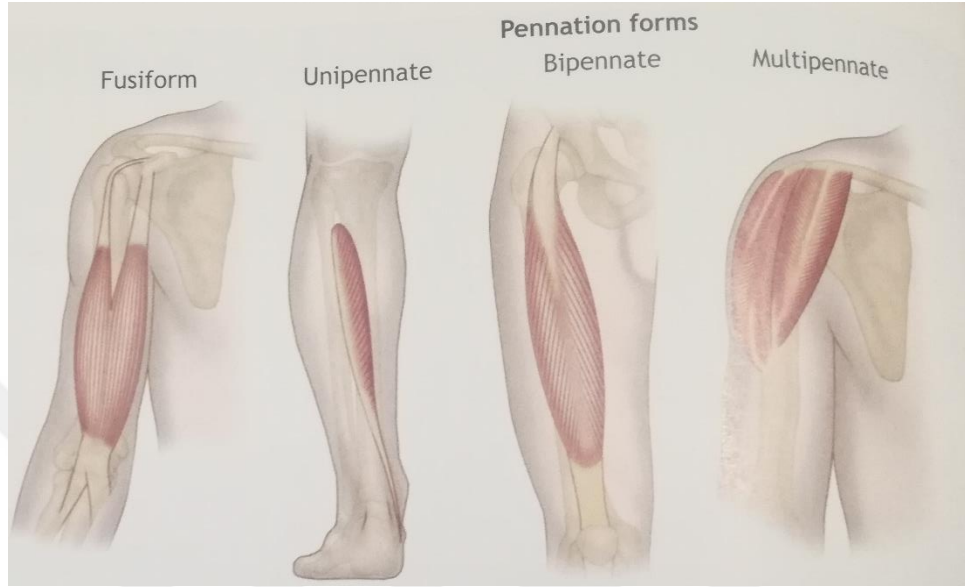
Kasın temel fonksiyonu hareket oluşturmaktır. Kaslarımız sayesinde çeşitli eklemlerde farklı hareket açıklıklarına sahip pek çok farklı hareket meydana gelmektedir. Hareket açıklığının fazla olduğu durumlarda gerekli kasın ya da kas grubunun tüm hareket açıklığı boyunca hareket edebilecek donanımda olması gerekir. Bu sebeple kaslarda kontraksiyon ile meydana gelecek olan hareketi oluşturmak için bazı yapısal farklılıklar meydana gelmektedir (18). Bunların en önemlileri:

- Kası oluşturan liflerin uzunluğu
- Kasın moment kolunun uzunluğudur.

2.2.1. Kası Oluşturan Liflerin Uzunluğu

Kası oluşturan sarkomer miktarı, kas lifinin uzunluğunu belirlemektedir. Her bir kas lifi kendi boyutuyla paralel miktarda kısalmaktadır. Kas lifleri genel olarak kendi uzunluğunun %50-60'ı kadar kısalabilmektedir. Ancak bu durum kas lifleri arasında da değişkenlik göstermektedir (30-33). Kası oluşturan kas lifleri genellikle benzer uzunluktadır. Kas liflerinin uzunluğu, toplam kas uzunluğundan ziyade kasın sahip olduğu kas mimarisinin bir sonucudur (18, 30). Kas mimarisi, tüm iskelet kaslarının meydana getiren kas liflerinin yerleşimidir. Bu yerleşim kasın kuvvet ve hareket oluşturma sürecinde oldukça etkilidir. Genel olarak bu dizilim paralel ve pennat olarak iki ana başlık altında toplanabilir (Şekil 2.3.) (34). Paralel dizilimde kas lifleri, kas boyunun büyük bir kısmında birbirine paralel dizilmiştir. Kasın hem insersiyon hem de origo kısmında tendon yapıları oluşturduğu, kas liflerinin tendon bölgelerine doğru incelendiği paralel dizilim gösteren yapı fusiform olarak adlandırılırken; tendonların daha az belirgin olduğu ve kas lifinin fusiform diziliminde olan kaslara göre daha az incelmeye gösterdiği kas mimarisi de strap (kayış) olarak adlandırılmaktadır. Paralel kas fibrilleri nispeten uzun kas liflerinden oluşsa da sartorius gibi uzun bir kas bile kasın toplam uzunluğunun %90'ı uzunluktaki kas liflerinden oluşmaktadır. Buna karşı pennat tipindeki kaslarda kasın neredeyse tamamında uzanan bir ya da birden fazla tendon bulunmaktadır. Kas fibrilleri oblik olarak tendonlara uzanmaktadır. Pennat kas yapısı unipennat, bipennat ya da

multipennat olmak üzere farklı alt gruplara sahiptir. Paralel uzanan kas lifleri pennat kas liflerinden daha uzundur. Kısalma miktarı da kas lif uzunluğu ile ilişkili olduğundan paralel lifler, pennat liflere göre daha çok kısalma gösterme kapasitesi taşımaktadır (18) .



Şekil 2.3. Kas mimarisi (Kas lifleri dizilim tipleri) (19).

2.2.2. Kasın Moment Kolunun Uzunluğu

Kasın moment kolu, hareketin gerçekleştiği çizginin rotasyon merkezine olan uzaklığı olarak tanımlanır (35). Uzun moment koluna sahip bir kasın, kısa moment koluna sahip bir kasa göre aynı miktarda hareket ortaya çıkarması için daha fazla kısalması gerekir (36). Bu sebeple aynı kısalma miktarına sahip kaslar arasında kısa moment koluna sahip olan kaslarda daha çok hareket açığa çıkmaktadır. Kas; uygun hareket açıklığını oluşturabilmek için belirli bir kas lif dizilimine ve moment koluna sahip olarak dengeyi bulmalıdır (37). Dolayısıyla kaslar oluşturulan hareketin açıklığına göre farklı uzunlukta kas liflerine ve moment koluna sahiptirler. Gluteus maximus gibi geniş eklem hareket açıklığında hareket eden kasların kas lifleri uzun ve moment kolu ise kısadır (38). Brachioradialis kası ise nispeten uzun kas liflerine ancak daha uzun moment koluna sahiptir (32). Moment kolu ile lif dizilimi arasında belirli bir oran bulunmaktadır. Bu oran kasın hareket açıklığıyla birlikte oluşturulmak

istenilen kuvvete göre de şekillenir. Çünkü moment kolu ve lif dizilimi kas kuvvetini de etkileyen faktörler arasında yer alır (37).

2.3. Kas Kuvvetini Etkileyen Faktörler

Kasın büyüklüğü, kas uzunluğu, moment kolu, kontraksiyon tipleri ve hızı, motor ünite katılımı ve kas lif tipleri kas kuvvetini etkilemektedir.

2.3.1. Kasın Büyüklüğü ve Kas Kuvveti

Kas kuvveti aktin ve miyozin arasında kurulan çapraz köprülerin sayısı ile doğru orantılıdır (39, 40). Aktin ve miyozin yapılarını içeren kas lifi sayısı, kasın büyüklüğüne göre değişmektedir. Dolayısıyla kasın büyüklüğü oluşacak kuvveti etkilemektedir. Hatta kasın büyüklüğü kas kontraksiyonu ile elde edilen tensil kuvvetini belirleyen en önemli faktördür (31, 41). Ancak kasın sahip olduğu mimari, kasın boyutu ile oluşturduğu kuvvet arasındaki ilişkiyi etkilemektedir.

Kas lif sayısını belirlemek için kesit alma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden olan anatomik kesit, kasın en geniş kısmından kasa dik olarak alınan kesittir. Paralel kas liflerine sahip kaslarda bu yöntemle göreceli olarak lif sayısının yaklaşık değerine ulaşılabilir de pennat kas liflerine sahip kaslar için bu yöntem oldukça yanıltıcıdır (18). Bu tip kaslarda kas lif sayısının belirlenmesi için fizyolojik kesitler kullanılmaktadır. Fizyolojik kesit, tüm kas liflerin geçtiği bölümden alınan kesittir (30). Pennat kasların fizyolojik kesitsel alanları, anatomik kesitsel alanlarından fazladır (42). Tüm faktörler eşit olduğu durumda pennat kas lifine sahip kasların oluşturabileceği kuvvet paralel kas lifine sahip olan kaslardan daha fazladır (43).

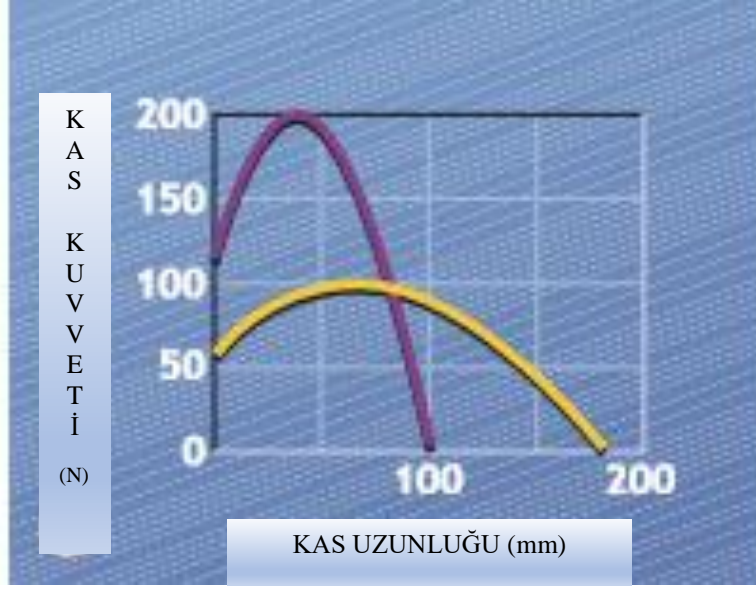
Pennat kas liflerinin tendon ile birleştiği açı pennasyon açısı olarak adlandırılıp kasın oluşturacağı kuvveti etkilemektedir (44). Kasın tamamının üreteceği tensil kuvveti kasın tendonlarına paralel olan tüm kuvvetlerin toplamı kadardır. Bu sebeple pennasyon açısı arttıkça kontraksiyon kuvvetinin oluşturacağı tensil kuvveti düşecektir. Ancak bu açı ne kadar geniş olursa fizyolojik kesitsel alandan geçen kas lif sayısı kadar fazla olacaktır. Dirençli eğitimler kas liflerinin pennasyon açısını (kasın fizyolojik

kesitsel alanını) artırmaktadır. Bu durumun kas liflerinin kesitsel alanındaki artış veya hipertofiden kaynaklandığı düşünülmektedir (42, 45).

Uzun kas lifleri daha geniş hareket açıklığı imkânı sağlamaktadır. Ancak insan vücudunun kısıtlayıcı bir alandan oluşması uzun kas liflerinin sahip olduğu kesitsel alanı sınırlamaktadır. Pennat kaslar ise oldukça geniş fizyolojik kesitsel alana sahip olup kas mimarisinin sağladığı avantaj ile daha küçük alanlara sığabilmektedir. Ancak pennat kasların göreceli olarak sahip olduğu kısa lifler onların geniş eklem hareket açıklıklarına ulaşmasını engellemektedir. Dolayısıyla kuvvetin fazla hareketin az olduğu kısımlarda pennat kaslar; kuvvetin az ama hareketin fazla olduğu kısımlarda paralel kaslar biyomekanik açıdan daha avantajlıdır (18, 44).

2.3.2 Kas Uzunluğu ve Kas Kuvveti

Aktin ve miyozin zincirleri arasındaki mesafe kas kuvvetini etkilemektedir. Sarkomerin her iki ucunda aktin miyoflamentlerinin maksimum uzunlukta bulunarak miyozin miyoflamentleri ile temas halinde olduğu durum, maksimal sayıda çarpaz köprü kurulması için en uygun şartları sağlamaktadır, dolayısıyla bu noktada açığa çıkan kuvvet en fazla olmaktadır (46, 47). Kasın bu uzunluktaki haline dinlenme sırasındaki uzunluk adı verilmektedir. Sarkomer, maksimum sayıdaki çarpaz köprüleri muhafaza ederek bir miktar kısalabilir. Ancak bu kısalmanın devam etmesi durumunda sarkomerin her iki kısmının sonunda yer alan aktin myoflamentleri kendi içinde birbirine girmeye başlamaktadır. Bu durum çarpaz köprülerin kurulması için gerekli altyapıyı etkilemekte ve oluşturulan kuvveti azaltmaktadır. Benzer şekilde kasın dinlenme pozisyonundan uzaklaşarak gerilmesi miyozin ve aktin myoflamentleri arasındaki teması azaltarak kuvvetin azalmasına neden olmaktadır (Şekil 2.4.) (18).



Mor renk: Fizyolojik kesitsel alanı fazla, kısa kas lifleri
 Sarı renk: Fizyolojik kesitsel alanı az, uzun kas lifleri

Şekil 2.4. Kas uzunluğu ve kas kuvvet ilişkisi (19).

Yapılan çalışmalarda, kasın gerime karşı oluşturduğu cevabın sarkomerdeki değişikliklerin yanı sıra kasın içerisinde yer alan nonkontraktıl komponentlerin (epimisyum, perimisyum, endomisyum vb) elastik yapılarından da etkilendiği belirtilmektedir (48, 49). Kas, kontraksiyon olmaksızın gerilmeye başladığında bir noktadan sonra karşı direnç göstermeye başlamaktadır. Bu direncin kasın içerisindeki konnektif dokudan kaynaklanan kısmı paralel elastik komponent; tendondan kaynaklanan kısım ise seri elastik komponent olarak adlandırılmaktadır. Kasın boyunun çok kısa olduğu ve pasif recoil kuvvetinin oluşturulamadığı durumlarda stimule edilen kasın az miktarda kuvvet oluşturabildiği gösterilmiştir.

Stimulasyon ile uyarılan kasta gerime karşı oluşturan gerilimin germe sürecinin ortalarına kadar arttığı kasın dinlenme uzunluğuna eşdeğer olan noktada bu artışın durduğu ya da azaldığı gösterilmiştir. Gerimin devam etmesiyle birlikte oluşturulan gerilim artmaya devam etmiştir. Kasın konnektif aktif komponenti hareket açıklığının ortalarına kadar olan süreçte baskın rol oynarken orta noktadan sonraki gerilimin sağlanmasında ana görevli kasın pasif komponentleri haline gelmektedir. Kasın genel gerilimi maksimum gerim altındayken en fazladır (18). Bu sebeple kasın gerime karşı gösterdiği cevap her bir kasın mimarisine ve içerdiği konnektif doku miktarının kontraktıl dokuya oranına bağlı olarak değişmektedir. Aynı zamanda kasın gerim ile

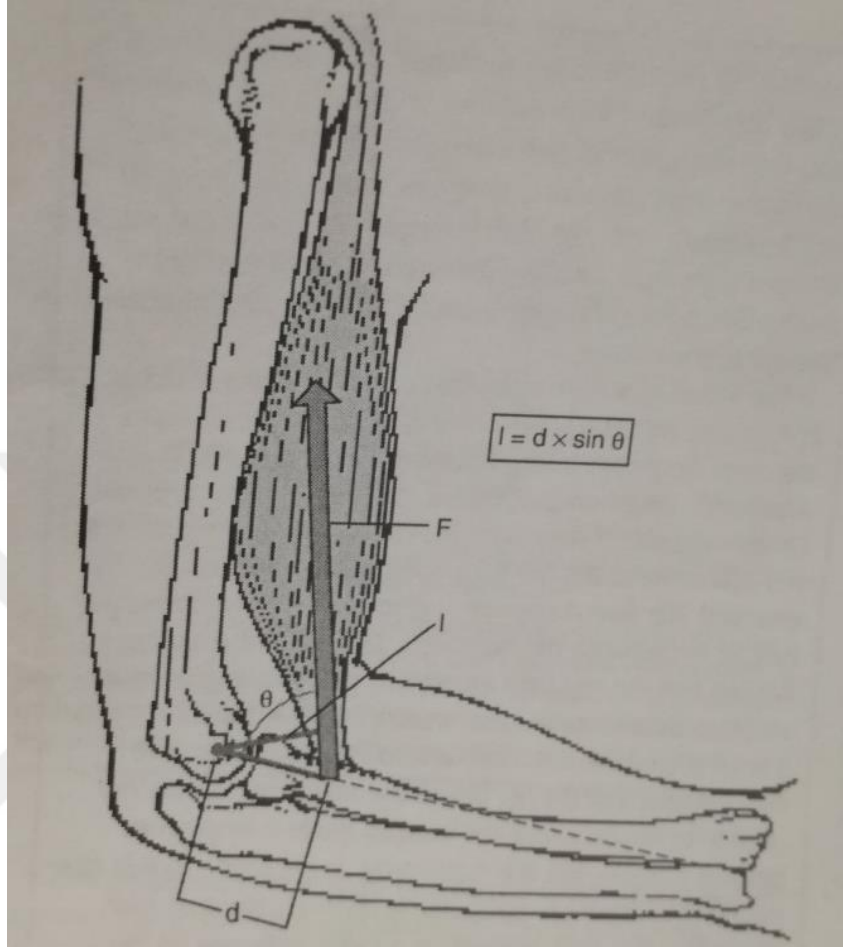
birlikte uzama ve kısalma miktarı da kasın tipine ve ekleme göre değişmektedir (49). Birden fazla eklem kat eden kas veya kas grupları tek eklem kat eden kas veya kas gruplarına göre daha fazla kısalma ve uzama gösterir (50). Yapılan çalışmalarda kasın boyunun uzatılarak ya da kısaltılarak elde edilen kuvvet değerlerinin aynı boyda oluşturulan ancak kas boyunun kısaltılıp – uzatılmadığı durumlardan daha fazla olduğu gösterilmiştir (51, 52).

Yoğun şiddetteki pek çok fiziksel aktivite de uzama sonrasında kısalma pozisyonlarında kontraksiyonların birbirini izlemesiyle oluşur (53). Bu patern içerisindeki kasın, kuvvet oluşturma sürecini optimize etmek için uzunluk- gerilim ilişkisinden yararlandığı gözlenmektedir (18).

2.3.3 Moment Kolu ve Kas Kuvveti

Kasın moment kolu, hareketin gerçekleştiği çizginin rotasyon merkezine olan uzaklığı olarak tanımlanır (35). Moment kolu artıkça kas kasılması sonucunda oluşturulabilecek moment de artmaktadır. Kasın yapışma yeri ile rotasyon merkezi arasındaki uzaklık ile uygulama açısının sinüsü moment kolunun değerini vermektedir (Şekil 2.5.). Dolayısıyla uygulama açısının 90° olması maksimum sinüs fonksiyonunu ($\sin 90^\circ = 1$) oluşturarak maksimum moment kolunun oluşturulmasını sağlar. Bu nedenle kasın üretebileceği moment eklem pozisyonuna göre değişiklik gösterir (18). Hamstring gibi bazı kasların tüm hareket açıklığı boyunca moment kolu birkaç cm'lik bir değişikliğe uğrarken fleksör digitorum profundus gibi kaslarda bu değişim minimaldir (54, 55). Hareket açıklığı boyunca hem moment kolunun hem de kasın uzunluğunun değişmesi kas kuvvetini etkilemektedir. Biceps brachii kası için; kasın kuvvet uygulama açısı dirsek tam ekstansiyonda iken sinüs fonksiyonundan ötürü minimumdur ancak bu noktada kasın gerimi maksimumdur. Bu kasın kuvvet uygulama açısının sinüs fonksiyonunun 90° olması için yaklaşık 100° 'lik bir dirsek fleksiyonu gerekmektedir (56). Dolayısıyla moment kolundan sağlanacak maksimum biyomekanik avantaj, kas geriminden sağlanabilecek maksimum biyomekanik avantaj ile çakışmaktadır. Bu sebeple biceps brachii dirsek fleksiyonun ortalarında maksimum kuvvet değerine ulaşmaktadır. Bu değere ulaşılan nokta ne moment kolu için ne de kas gerimi için optimal özellik taşımaktadır ancak kasın maksimum kuvvet

oluşturabilmesi için en ideal pozisyon budur. Moment kolunun ve kas geriminin kas kuvvetine olan relatif katkısı her bir kas için değişkenlik göstermektedir (38).



Şekil 2.5. Moment kolunun hesaplanması. l = moment kolu; θ = uygulama açısı; d = kasın yapışma yerinin rotasyon merkezine olan uzaklığı (19).

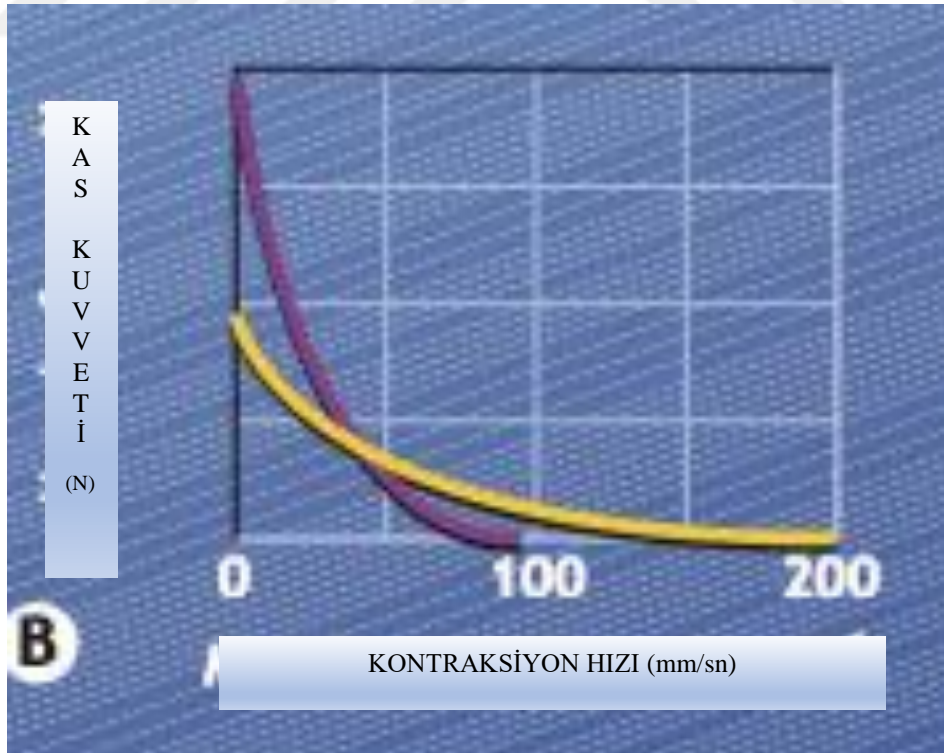
2.3.4. Kontraksiyon Tipleri ve Kas Kuvveti

Kontraksiyon sırasında kasın gözle görünür bir kısalma olmaksızın kuvvet üretmesi mümkündür. Bu tip kontraksiyonlar statik (izometrik) kontraksiyon olarak adlandırılmaktadır. Ancak pek çok spora özgü hareket ya da egzersiz vücut parçalarının hareketini gerektirmektedir. Hareketi sağlayan bu tip kontraksiyonlar dinamik (izotonik) kontraksiyonlar olarak tanımlanmaktadır. Dinamik kontraksiyonlar da kas boyunda meydana gelen değişikliklere göre kendi içinde sınıflandırılır. Kas aktivasyonunun kasın boyu kısalırken gerçekleştiği dinamik kontraksiyonlar, konsantrik kontraksiyonlar; kasın boyu uzarken gerçekleşen dinamik kontraksiyonlar

ise eksantrik kontraksiyonlar olarak adlandırılır (57). Eksantrik kontraksiyonların incelenmesi diğer tip kontraksiyonlara göre daha zordur. Ancak eksantrik kontraksiyonların konsantrik ya da izometrik kontraksiyonlardan daha fazla kuvvet açığa çıkardığını gösterilmiştir (58).

2.3.5. Kontraksiyon Hızı ve Kuvvet

Bir kasın kontraktıl hızı, belirli sürede gözlenen makroskopik değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. Gözle görülür bir değişikliğin olmadığı izometrik kontraksiyonların hızı sıfır olarak kabul edilmektedir. Buna karşın gözle görülür bir kısalmanın gerçekleştiği konsantrik kontraksiyonlar pozitif kontraktıl hıza sahiptirler. Kas kuvveti ile kontraksiyon hızı arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalar ile sonucunda kas kontraksiyon hızının arttıkça kas kuvvetinin azaldığı gösterilmiştir (Şekil 2.6.). Bu sebeple kontraksiyon hızının 0 kabul edildiği izometrik kontraksiyonlarda konsantrik kontraksiyonlara göre daha fazla kuvvet oluşur. Aynı prensip hızlı ve yavaş gerçekleşen konsantrik kontraksiyonlar için de geçerlidir (18).



Mor renk: Fizyolojik kesitsel alanı fazla, kısa kas lifleri

Sarı renk: Fizyolojik kesitsel alanı az, uzun kas lifleri

Şekil 2.6. Kontraksiyon hızı ve kas kuvveti arasındaki ilişki (19).

2.3.6. Motor Ünite Katılımı ve Kas Kuvveti

Her bir kas motor ünite adı verilen küçük birimlerden oluşur. Bu küçük birimlerde de tek bir motor nöron hücresi tarafından inerve edilen kas lifleri yer almaktadır. Kasın tamamının oluşturacağı kuvvet motor sinirdeki uyarının frekansı ve aktif motor ünite sayısı ile ilişkilidir. Motor sinirdeki düşük yoğunluktaki tek uyarın bir ya da birden fazla motor üniteyi uyarmaktadır. Uyarının şiddeti artıkça daha fazla motor ünite aktifleşmekte ve oluşturulan kuvvet artmaktadır (18, 19).

Kas fibrillerindeki depolarizasyon EMG (elektromyogram) ile ölçülmektedir. İzometrik kontraksiyon sonucu oluşan kuvvet ile EMG aktivitesi arasındaki pozitif ilişki pek çok çalışma ile belirlenmiştir (59, 60). Ancak kasın kuvvet oluştururken boyunun değiştiği durumlarda EMG aktivitesi ile olan ilişki tutarlı olmayabilir. Örneğin; eksantrik kontraksiyonlarda normalde konsantrik kontraksiyonlardan daha fazla kuvvet oluşmasına rağmen her iki kontraksiyonun EMG aktiviteleri benzer olarak belirlenmiştir. Çünkü her iki kontraksiyonda da ateşlenen motor ünite sayısı benzerdir, ancak oluşturulan kuvvet farklıdır (61). Maksimal kontraksiyon sırasında kasın içerisinde yer alan tüm motor ünitelerin katılımının sağlandığı varsayılır. Sağlıklı genç yetişkinlerde mevcut olan motor ünitelerin %98-100'ü aktive edilebilmektedir (62).

Kasın uzamış pozisyonu ya da geniş moment koluna sahip olduğu pozisyon mekanik olarak avantajlı olduğu pozisyon olarak tanımlanır. Kas bu pozisyonlarda bir moment oluşturmak için daha az motor üniteyi ateşlemeye ihtiyaç duyar. Dolayısıyla EMG aktiviteleri kasın aktivitelerini yalnızca rölatif olarak tanımlayabilir, kasın boyutu ve mekanik avantajlar ölçümleri etkilemektedir (18).

2.3.7. Kas Lif Tipi ve Kuvvet

İnsan iskelet kasının heterojen yapısı her bir kas lifinin farklı biyokimyasal, mekanik ve metabolik bileşenlerden oluşmasından kaynaklanmaktadır. Kaslar çeşitli kas lif tiplerinin farklı miktarda baskın olduğu lif tiplerinden meydana gelmektedir. Kasın içerisindeki farklı yapıdaki kas lif tiplerinin varlığı farklı mekanik ve metabolik

iş gücü talep eden sayısız aktiviteye kasın eşlik edebilmesini sağladığı için önemlidir (16). Kas lifinin kapiller mimarisi de gerekli metabolik talebin karşılanması için şekillenmektedir (63). Aynı zamanda kas lif tipinin denervasyon, hastalık, kortikosteroid, hormonlar, yaşlanma, inaktivite gibi uyaranlara karşı cevabı da lif tipine göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin hızlı kasılan tip 2 liflerinde, tip 1 liflerine kıyasla kas yıkımının olduğu kanser gibi durumlarda daha çok atrofi görüldüğü belirtilmektedir.

Kas lif tipinin sahip olduğu değişkenlerin pek çok farklı bileşenden oluşması kas liflerini tanımlamak için pek çok farklı sınıflandırmalar oluşturulmasına neden olmuştur. Bu sebeple literatürde kas lif tiplerini sınıflandırmak için pek çok farklı kriter bulunmaktadır (16). Bu sınıflandırmalar kas fibrillerinin içerdiği myoglobin maddesinin miktarının belirlediği kırmızı ya da beyaz renge göre, kontraktıl ünitelerin elektrik stimulasyona verdiği cevaplara göre, tek bir kasılma sırasındaki hıza göre (hızlı-yavaş) , sürekli aktivite sırasındaki yorgunluk düzeyine göre (çabuk yorulan-yorulmaya dirençli), belirli bir metabolik ya da enzimatik sistemin baskınlığına göre (oksidatif veya glikolitik), sarkoplazmik retikulumdaki kalsiyum salınımına göre olmak üzere farklı farklı sınıflandırmalardır. Kontraksiyonun hızı sarkoplazmik retikulum etkinliği ile yorgunluğa karşı tolerans ve oksijen kapasitesi mitokondrial etkinlik ile ilişkilendirilmektedir (16, 20, 64). Yetişkin kas iskelet sisteminde yer alan kas liflerini sınıflandırmak için sıklıkla tip I (yavaş, oksidatif, yorgunluğa dirençli), tip IIA (hızlı,oksidatif,) ve tip IIB (hızlı, glikolitik, kolay yorulan) kas lif tiplerinin yer aldığı sınıflandırma tercih edilmektedir. Hem sınıflandırma sistemi hem de kas lif tipleri kasa göre değiştiği gibi her bir insana göre de farklılık göstermektedir (65). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte tek bir kas lifinde aynı anda birden fazla miyozin ağır zinciri bulunabildiği belirlenmiştir, örneğin bazı durumlarda tip I ve IIA veya Tip IIA ve tip IIX liflerinin birlikteliği gibi. Bu hibrit kas liflerinin egzersizle, yaşlanma ve bazı patolojik durumlar ile arttığı gözlemlenmiştir (16, 20, 66). Genel olarak tip IIB kas lifi tip I ile kıyaslandığında daha fazla kuvvet oluşturur (67). Bu sebeple çoğunlukla tip IIB kas lifine sahip olan kaslar tip I kas lifine sahip olan kaslardan daha güçlüdür. Tip I kas lifleri motor sinir iletim yarıçapları, tip II kas liflerine göre daha azdır. Dolayısıyla kas kontraksiyonu sırasında ilk katılım tip I kas liflerinden gelmektedir. Tip I liflerini önce tip IIA sonra da direnç artmaya devam ederse tip IIB izler. Bunun yanı sıra kas lifleri tiplerinin kontraksiyon hızları da birbirinden farklıdır.

Tip IIB kas lifleri maksimal kuvvetlerini tip I kas liflerine göre daha hızlı kontraksiyon hızlarında oluştururlar ve Tip 1 kas liflerine kıyasla daha fazla kuvvet oluştururlar. Dolayısıyla liflerin sahip olduğu karakteristik özellikler o tip lifin çoğunlukta olduğu kaslara da yansıtacaktır. Bu sebeple postural kaslar genellikle tip I kas liflerinden oluşurken patlayıcı kuvvetin gerekli olduğu kaslar ise çoğunlukla tip IIB kas liflerinden meydana gelir (19).

2.4. Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Kas kuvvetinin değerlendirilmesi için farklı yöntemler mevcuttur. Bu Yöntemler:

2.4.1. Tensiometreler

Kas kuvvetini değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden biri tensiometrelerdir. Standardize edilmiş kablo-tension kuvvet test bataryası; tüm büyük kas gruplarının statik (izometrik) kas kuvvetini belirleyebilme potansiyeline sahiptir. Bu aletler hafif ve taşınabilirdir ayrıca aletlerin kullanımı son derece kolaydır. Belirli hareket açıklığının hemen hemen tüm açılarında ölçüm yapılmasına imkân tanınması bu aletlerin en önemli özelliklerinden birini oluşturmaktadır. Çünkü belirli bir hareketin oluşması için pek çok kas grubu birlikte çalışır. Tüm hareket açıklığı boyunca farklı açılarda yapılmış kas ölçümü bu sayede, standart ağırlık kaldırma testlerinden daha kapsamlı bilgiler sunabilmektedir (68).

2.4.2. Dinamometreler

Dinamometreler, kompresyon prensibi ile statik kas kuvvetini belirlemektedir. Dinamometre uygulanan eksternal kuvvet ile çelik yayı komprese eder, bu durum da ibrenin hareket etmesine neden olur. İbrenin belirli bir mesafe kat etmesi için gerekli kuvvet dinamometreye eksternal olarak uygulanan kas kuvvetine karşılık gelmektedir (68).

2.4.3. Bir Maksimum Tekrar

Kas kuvvetini belirlemek için kullanılan dinamik yöntemlerden biri; bir maksimum tekrarın belirlenmesidir. Bir maksimum tekrar, uygun şekilde gerçekleştirilen standart ağırlık kaldırma egzersizi sırasında bir tekrarda kaldırılan maksimal ağırlık miktarına karşılık gelmektedir. Herhangi bir kas grubunun bir maksimal tekrar değerinin belirlenmesi için değerlendiricinin tercih edeceği başlangıç ağırlığı konusunda değerlendirilen kişinin maksimal değerinden az ancak bu değere yakın bir ağırlığın miktarı ile ilgili tutarlı bir tahmin yapması gerekmektedir. Sonraki süreçte egzersiz aletine eklenecek olan ağırlık miktarı kişinin maksimum kapasitesine ulaşılan dek progresif olarak artırılır. Ağırlık artışları değerlendirilecek kas gruplarına göre değişmekle birlikte 1 ve 5 kg arasında değişir. Ağırlık artışları gerçekleştirilmeden önce bir sonraki ağırlığın kaldırılması için gerekli toparlanma imkanını değerlendirilen bireye tanımak adına 1-5 dk ara verilmektedir (68).

2.4.4. İzokinetik Değerlendirmeler

İzokinetik konsept ilk olarak 1960'lı yıllarda geliştirildi (69), 70'li yıllarda ise kullanılmaya başlandı. Ancak bu yıllarda konu ile ilgili araştırmalar oldukça azdı, dolayısıyla izokinetik cihazların potansiyelinin tamamı henüz keşfedilmiş değildi. 80'li yıllarda hem cihazların popüleritesinin hem de cihazların kullanım alanları ve işlevselliği üzerine açıklayıcı yayınların çıkması ile birlikte izokinetik sistemler, sporcuların rehabilitasyonunda ve değerlendirilmesinde kendine kalıcı ve güçlü bir yer edindi. 90'lı yıllarda bu sistem özellikle değerlendirmenin fonksiyonel olmadığına yönelik eleştirilere maruz kaldı. Sporcuların sadece diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapmadığı, dolayısıyla ölçümün fonksiyonel olmadığı düşüncesi birçok klinisyeni izokinetik cihazlardan uzaklaştırdı. Ancak ilerleyen süreçte dizin fonksiyonel testleri ile izokinetik diz kas kuvveti arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenerek bu eleştiriler amlandı (70).

İzokinetik değerlendirmede sabit bir hızda ($1^{\circ}/sn$ hızdan yaklaşık olarak $1000^{\circ}/sn$ hıza kadar) hareket açıklığına özgü bir dirençle gerçekleştirilmektedir. İzokinetik sistemler hareket açıklığına özgü direnç ile hareket açıklığının tamamında

kasa dinamik olarak maksimal yük yükleyebilen tek değerlendirme yöntemidir. Bu durum da özellikle hareket açıklığı boyunca üretilen tork miktarının iskelet kas biyomekaniğine bağlı olarak değişmesi sebebiyle önemlidir (70). İzokinetik sistemlerin farklı doğası birtakım avantajları ve limitasyonları beraberinde getirmektedir. İzokinetik cihazlar, hareket açıklığı boyunca maksimal kontraksiyon oluşturabildiğinden etkindir, uygulanan direnç kişinin uyguladığı kuvvete eşittir dolayısıyla kişi baş edemeyeceği dirençlere maruz bırakılmaz, bu sebeple güvenli bir ölçümdür. Hızlı açısal hızlarda kuvvetin oluşması için gerekli süre daha azdır ve kuvvet hız eğrisi göz önünde alındığında konsantrik izokinetik kasılmada bu açısal hızlarda ekleme düşük kompresif kuvvet uygulanır. Aynı zamanda belirli açısal hızlarda yapılan eğitimlerde sadece eğitimin verildiği açısal hızda değil, diğer açısal hızlarda da kuvvet artışı sağlanır. Ancak fonksiyonel ve sportif hareketler birbirinden farklı pek çok açısal hızda gerçekleşir. Bu sebeple kas kasılması için nöral olarak normal motor katılımının sağlanabilmesi için kasların nörofizyolojik olarak hareketin gerçekleştiği açısal hızlarda eğitilmesi önemlidir. Konsantrik izokinetik kasılmalardan sonra egzersiz sonrası hamlama ağrısı oldukça azdır. İzokinetik cihazlar geçerli, güvenilir ve objektif cihazlardır. Bu cihazlar ile maksimal ya da submaksimal seviyede eğitim sırasında bilgisayar destekli geribildirim de sağlanır. Tüm bu olumlu özelliklerin yanı sıra bu cihazlarda sadece belirlenmiş eklemleri değerlendirebilmesi, fonksiyonel olmayan hareket paternlerini içermesi, spor performansı sırasında gerçekleşen açısal hızların sadece belirli bir kısmına uygun açısal hızları içermesi, yavaş açısal hızlarda kompresif kuvvetlerin artması ve eğer proksimal ped yerleşimi ile stabilizasyon sağlanmamış ise tibial translasyonun artması gibi limitasyonlar da mevcuttur (71).

2.5. İzokinetik Test Parametrelerinin Yorumlanması

2.5.1. Agonist/ Antagonist Kas Dengesizlikleri

Spora özgü aktiviteler özellikle diz kaslarının hızlı ve birbirini takip eden konstantrik ve ekstantrik kasılmaları sayesinde meydana gelir. Tekrarlayıcı bu süreç içerisinde görev alan kaslardaki kuvvet dengesizliği spor yaralanmalarının oluşmasında önemli bir risk faktörüdür. Dolayısıyla kas kuvvet dengesizliklerinin

belirlenmesi yaralanmaların önlenmesi için kullanılabilir etkili bir strateji haline gelmektedir (72). Her spor branşı farklı spora özgü aktivitelerden oluşur ve bu aktiviteler farklı kas gruplarının primer olarak görev almasıyla meydana gelir ve farklı miktarlarda kas gücü gerektirir. Dolayısıyla oldukça farklı kas grupları içerisinde kas kuvvet dengesizliklerinin görülmesi mümkündür. Literatürde farklı spor branşlarında kas kuvvet dengesizliğini değerlendiren pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar hentbol sporcularını, voleybolcuları, basketbolcuları, futbolcuları, judo sporcuları gibi pek çok branşı içererek geniş bir spektrum oluştururlar (73, 74). Spor branşları birbirinden farklı olsa da özellikle diz ekleminde Hamstring/ Quadriceps (H/Q) oranı en sık değerlendirilen kas kuvvet dengesizliği belirteçidir. Agonist ve antagonist diz kaslarının kuvvetinin birbirine oranı olan bu ölçüm fonksiyonelliği, diz eklem stabilitesini ve quadriceps- hamstring kaslarının hıza bağımlı hareketler içerisinde dengesini belirler (72). Bu dengenin olması gereken optimal değerinin ortaya konması bu kasların görev aldığı hareketlerini bilmek ve yaralanmaların olası fizyoloji ve biyomekanik tabanın bilinmesi ile mümkündür.

Hızlı diz ekstansiyonu sırasında hareketin kontrolü sağlamak için hamstring kası gerekli eksantrik kuvveti oluşturamaz ise diz ekstansiyonu sırasında yaralanmalar görülebilir (75). Aynı zamanda konsantrik ve eksantrik kasılmaların birbirini izlediği performans sırasında hamstring kas grubunda kalça ekstansiyonu sırasında kas strainleri oluşabilir. Diz ekleminde ekstansör kas grubunun fleksör kas grubuna göre oldukça fazla kuvvet oluşturması dinamik aktiviteler sırasında tibianın femur üzerinde normal sınırlardan fazla gerçekleşen öne translasyon hareketi ile sonuçlanabilir. Bu durum da özellikle diz ekstansiyonunun son açılarında ve şiddetli quadriceps kontraksiyonları sırasında ön çapraz bağın normalden fazla makaslama kuvvetine maruz kalmasına neden olur (76). Eğer fleksör kaslar oluşan bu kuvvete karşı koymak için yeterli kuvvete sahip değilse ön çapraz bağ(ÖÇB) zarar görebilir (72).

Hamstring kas grubu özellikle de biceps femoris kası; tibianın internal rotasyonu ile birlikte gerçekleşen diz ekstansiyonu sırasında eklem stabilizörü olarak görev alır (77). Bu kas grubunun distalde ve eksternal insersiyosu; diz ekstansiyonu sırasında antagonist kas grubu olarak görev alıp tibianın internal rotasyonununun engellemesine neden olur (76). Sonuç olarak bu durum tibianın internal rotasyonu

sırasında bütünlüğü bozulmaya yatkın hale gelen ÖÇB bütünlüğünün korunmasına yardım eder (78).

İzokinetik test ile değerlendirilen konsantrik Hamstring/Quadriceps oranı sağlıklı bireylerde 0,5 ile 0,8 arasında değişir (79-81). Ölçüm yapılan açısal hız artıkça bu oran da artar yani açısal hız artıkça quadriceps ve hamstring kası daha yakın miktarlarda kuvvet oluşturur (82). Konsantrik oranın 1'e yakın olması yani quadriceps kuvvetine yakın hamstring kas kuvvetinin oluşturulabilmesi hem hamstring strainlerini hem de ÖÇB yaralanması olan bireylerde tibianın anteriolateral subluksasyonu azaltmaktadır (83, 84).

2.5.2. Dominant/ Non-dominant Taraf Kas Dengesizlikleri

İzokinetik dinamometreler agonist/ antagonist kas kuvvet dengesizliğinin yanı sıra dominant ve non-dominant taraf arasındaki kas kuvvet dengesizliğini de ortaya koyabilmektedir. Ekstremiteler arasındaki kas kuvveti farkının %10-15'den fazla olduğu durumlar bilateral kas kuvvet dengesizliği olarak adlandırılır (10).

2.6. İzokinetik Değerlendirme Sistemini Oluşturan Temel Parçalar

Dinamometre: Cihazın kasılma tipi, hız seçenekleri ve tork (döndürme momenti) ölçümünü sağlayan temel parçadır.

Koltuk ve aksesuarlar: Ekstremiteler ve gövde segmentlerinin değerlendirilmesi için kişinin oturacağı koltuk ve çeşitli eklemlerin test ve egzersizi için yerleştirilmesini sağlayan parçalardır.

Bilgisayar: İzokinetik yapılan tüm işlemlerin başlatılıp sonlandırılması, hız seçimi, hareket açıları, çeşitli değişkenlerin hesaplanması, karşılaştırılması ve oranlanması bu sistem ile yapılmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışmaya; Gençlik ve Spor Bakanlığı, Spor Genel Müdürlüğü, Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'na (Sporcu Eğitimi ve Sağlık Araştırma Merkezi) başvuran ve farklı spor branşlarıyla ilgilenen 196 sporcu dahil edildi.

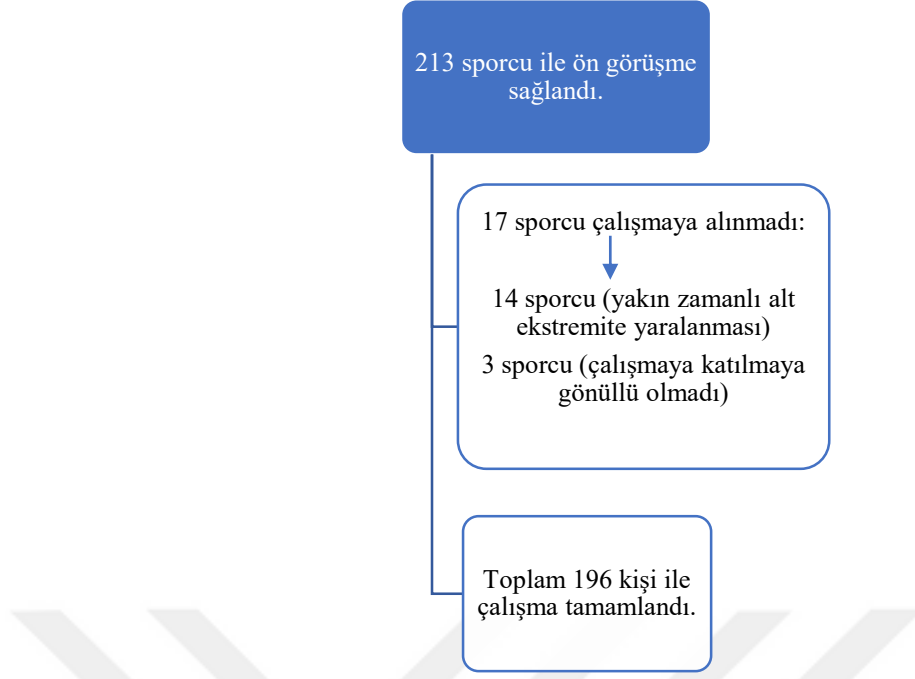
Çalışmaya alınma kriterleri:

- İzokinetik değerlendirmeyi gerçekleştirebilmek için gerekli fiziksel ve mental uygunluğa sahip olanlar
- En az 1 yıldır spor yapıyor olmak ve düzenli antrenman programlarına katılanlar
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olanlar

Çalışmaya alınmama kriterleri:

- Son 1 yıl içerisinde kalça, diz, ayak bileği ve bel yaralanması geçirenler
- Alt ekstremitte cerrahisi geçirenler
- Diz eklem hareket açıklığı kısıtlı olanlar
- Son 6 ay içerisinde diz eklemine, eklem içi enjeksiyon uygulanmış olanlar

Çalışma süresi boyunca dahil edilme kriterlerine uyan 213 sporcu ön değerlendirmeye alındı, 14 sporcu son 1 yıl içerisinde alt ekstremitte ve bel yaralanma öyküsü olduğu için, 3 sporcu ise çalışmaya katılmaya gönüllü olmadığı için çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma judo branşından 70, voleybol branşından 53, cimnastik branşından 47, atletizm branşından 12, grekoromen güreş branşından 14 kişi olmak üzere toplamda 196 sporcu ile tamamlandı (Şekil 3.1.). Kadın sporcularda menstural döngünün izokinetik kuvveti belirgin ölçüde etkilemediği gösterildiği için izokinetik değerlendirme zamanı belirlenirken menstural döngünün zamanı göz önünde bulundurulmadı (85-87). Tüm sporcular sabah saatlerinde, aynı koşullarda değerlendirildi.



Şekil 3.1. Çalışmanın akış şeması.

3.2. Örneklem Büyüklüğü ve Güç Hesaplaması

Çalışmaya dahil edilmesi gereken sporcu sayısını belirlemek için güç analizi yapıldı. Güç analizi 50 sporcudan oluşan pilot çalışmanın verileri ile tek örneklem ortalaması güven aralığı tahminine yönelik olarak gerçekleştirildi. Tekrar sayısı ortalamasının 0.05 hata, %95 güvenilirlik ve %95 güç ile en az 0.62' lik yanılma payı (margin of error, elde edilen ortalamanın evren değerinden sapma miktarı, güven aralığının maksimum genişliği) ile elde edilebilmesi için gerekli birey sayısı çalışmanın değişkenleri için tek tek hesaplandı. Her bir değişken için hesaplanan örneklem büyüklükleri 50 – 160 kişi arasında değişmekteydi. En yüksek örneklem büyüklüğü gerektiren örneklem büyüklüğü (en az 160 kişi) çalışmanın örneklem büyüklüğü olarak belirlendi (Tablo 3.1.) (88). Güç analizi sonucunda, çalışmanın %95 güç ile gerçekleştirilmesi için çalışmaya dahil edilmesi gereken sporcu sayısı en az 160 olarak belirlenmesine rağmen bu sayıya belirlenen sayının en az %10'u ilave edilerek (toplam 176 sporcu) sporcuların çalışmayı tamamlayamama ihtimaline karşı önlem alındı. Çalışma 10.05.2017 tarihinde 542/34 sayılı etik kurul kararı ile Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu tarafından onaylandı (EK1).

Tablo 3.1. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması.

Açısal Hız	Pik Tork Tekrar Sayıları	TS Ortalama	Standart Sapma	Yanılma payı	(n)
60°/sn	D-F-TS	3.64	2.50	0.71	65
	ND-F-TS	3.68	2.59	0.74	70
	D-E-TS	2.98	2.19	0.62	50
	ND-E-TS	3.44	2.43	0.69	62
180°/sn	D-F-TS	5.28	3.92	1.11	160
	ND-F-TS	4.24	2.75	0.78	79
	D-E-TS	3.88	3.27	0.93	111
	ND-E-TS	4.40	3.78	1.07	149

F: Diz fleksiyonu; E: Diz ekstansiyonu; D: Dominant; ND:Non-dominant TS: Tekrar Sayısı

3.3. Demografik bilgilerin kaydedilmesi

Alınma kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan sporcuların; yaş, boy, vücut ağırlığı ve yapılan spor türü kaydedildi.

3.4. İzokinetik Kuvvet Ölçümü

Sporcuların diz fleksiyon ve ekstansiyon kaslarının konstantrik-konsantrik izokinetik kas kuvvet ölçümleri, ISOMED 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) izokinetik dinamometre ile yapıldı. Ölçüm tekniği için İSOMED 2000 cihazının kullanım kılavuzu esas alındı.

Sporculardan;

- Değerlendirmeden önceki 48 saat içerisinde yoğun fiziksel yapmamaları,
- Değerlendirmeden önce son 3 saat içerisinde su haricinde bir şey tüketmemeleri,
- Son 24 saat içerisinde alkol, son 12 saat içerisinde kafein ya da ilaç almamaları istendi. Değerlendirme öncesi bu koşullar sağlandıktan sonra değerlendirme gerçekleştirildi.

3.4.1. İzokinetik Dinamometrenin Değerlendirme için Hazırlanması

İlk olarak program yazılımında elektronik kart indeksleme sistemi ile her sporcuya özel elektronik kartlar oluşturuldu, depolandı ve gerekli durumlarda bu karttaki bilgiler üzerinde değişiklikler gerçekleştirildi. Oluşturulan elektronik kartlara sporcunun adı, soyadı, doğum tarihi (gün, ay, yıl olarak), vücut ağırlığı, dominant taraf ve yapılan sporun ismi yer kaydedildi.

Elektronik kartların oluşturulmasından sonra diz fleksiyon- ekstansiyon kas kuvveti değerlendirme protokolü sisteme kaydedildi. Yazılım aracılığıyla değerlendirme sırasında yer çekiminin etkisi sıfırlandı. Böylelikle fleksiyon hareketine yardım eden, ekstansiyon hareketine ise engel olan yer çekiminin değerlendirmenin güvenilirliğini etkilemesi engellendi.

3.4.2. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Test Pozisyonu

Değerlendirme protokolü yazılıma eklendikten sonra sistem üzerinden daha önce elektronik kimlik kartı oluşturulmuş sporcunun kaydı açıldı. Yazılım sisteminin otomatik test pozisyonu ayarlama seçeneği aktive edildi. Sistem elektronik kimlik kartında mevcut olan antropometrik özelliklere göre tahmini olarak sporcunun oturacağı koltuğun, dinamometrenin ve gerekli aksesuarların konumunun ayarını düzenledi (Şekil 3.2.).

Örnek Diz Değerlendirme Test Pozisyonu;

Yetmiş beş kilo, 1,80 cm boyundaki birey için İSOMED 2000 cihazı kullanım kılavuzuna göre dinamometre, koltuk arkası- koltuk, adaptörler ve aksesuarlarının konumu aşağıda yer almaktadır.

Dinamometre:

Koltuk arkası: Eğim açısı: 70°

Koltuk uzunluğu: 11 cm

Koltuk: Adaptör: 3 nolu adaptör

Uzanım genişliği: 30 cm

Uzanım eni: 2 cm

Aksesuarlar:

Destek uzunluğu: 10 cm

Destek genişliği: 50 cm

İkili ped: Evet (No 4)

Lordoz yastığı, yastık: Yok

Kalça desteği: Yok



Şekil 3.2. Örnek diz değerlendirme test pozisyonu.

Cihazın sağladığı otomatik düzenlemeler üzerinden optimal pozisyonu sağlamak amacıyla her bir sporcu için gerekli modifikasyonlar gerçekleştirildi.

3.4.3. Sporcunun Değerlendirme İçin Hazırlanması

Değerlendirmeye alınmadan önce sporcular, 10-15 dk hafif tempoda koşarak kardiyovasküler olarak teste hazırlandı. Isınma süreci tamamlayan sporcu izokinetik cihazın koltuk bölümüne oturtuldu ve cihazın oluşturduğu sporcuya özgü otomatik test pozisyonu manuel olarak sporcuya göre düzenlendi:

- 1) Sporcunun oturduğu koltuk öne-arkaya, ileri-geri hareket ettirilerek ve koltuk açısı düzenlemeleri yapılarak diz fleksiyon-ekstansiyon hareketi için optimal pozisyon kişiye özel olarak belirlendi. Diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketinin rahatça gerçekleştirilmesi için oturulan koltuğun uzunluğu, koltuğun ucu ile diz arasında 2 cm olacak şekilde ayarlandı.
- 2) Dinamometreye diz eklemi değerlendirmek için kullanılan 3 numaralı diz adaptörü yerleştirildi. Dinanometre ile dizin rotasyon aksı olan femurun lateral kondili- dinomometre aşağı- yukarı hareket ettirilerek ve dinamometre açısı değiştirilerek aynı hizaya getirildi.
- 3) Diz fleksiyon-ekstansiyon kas kuvveti ölçümü 0-90° hareket açıklığı arasında gerçekleştirildi. Eklem hareket açıklığını belirlenen sınırlarda tutmak için mekanik limitler kullanıldı.
- 4) Kaldıraç kolu uzunluğu ayarlanarak uygun pozisyon bulundu.
- 5) Aksesuar ya da kompensatuar hareketlerinin pik tork değerini etkilemesini engellemek için çeşitli kemer ve kayış benzeri yapılarla sporcu stabilize edildi. Bu amaçla bel kemeri kişiye göre ayarlanarak takıldı. Her iki omuz sabitlendi (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. İzokinetik diz değerlendirme test pozisyonu.

3.4.4. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Test Protokolü

Sporcuların diz fleksiyon ve ekstansiyon kaslarının izokinetik kas kuvvet ölçümleri için 60°/sn ve 180°/sn olmak üzere iki farklı açısal hız kullanıldı (3, 89, 90). Test protokolünün ilk kısmında sporcuların hareketleri anlaması ve ısınması için 3 tekrarlı submaksimal diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yer aldı. Protokolün ikinci kısmında, 60 °/sn açısal hızda izokinetik diz kas kuvvetinin değerlendirilmesi için sporculardan 10 tekrar maksimal diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini gerçekleştirmesi istendi. Test protokolün üçüncü kısmında, sporcunun 180°/sn açısal hıza alışması için submaksimal 3 tekrarlı diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yer aldı. Protokolün son kısmında, 180 °/sn açısal hızda izokinetik diz kas kuvvetinin değerlendirilmesi için sporculardan 30 tekrar maksimal diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi gerçekleştirilmesi istenilerek test tamamlandı (Tablo 3.2.). Her sporcuya protokolün ısınma ve yeni açısal hıza alışma basamaklarından sonra 30 sn, kuvvet değerlendirme basamaklarından sonra 45 sn, her iki ekstremitte ölçümü arasında 2 dk dinlenme süresi sağlandı. Değerlendirmeler bilateral olarak gerçekleştirildi. Sporcunun önce dominant daha sonra da non-dominant ekstremitesi değerlendirildi.

Tablo 3.2. İzokinetik diz değerlendirme test protokolü.

Açısal hız	Amaç	Tekrar Sayısı
60°/sn	Isınma	3
	Kuvvet değerlendirilmesi	10
180°/sn	Yeni açısal hıza alışma	3
	Kuvvet değerlendirilmesi	30

3.4.5. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Süreci

Test pozisyonu sağlandıktan sonra değerlendirmenin içeriği ve aşamaları, bilgisayar üzerindeki görsellerin anlamı konularında sporcu bilgilendirildi, test protokolü açıklandı. Test protokolü gerçekleştirilirken her sporcu için aynı sözlü komutlar ve sözlü motivasyonlar kullanıldı. Sporculara kaldıraç kolunu yukarı doğru itmeleri ve aşağı doğru çekmeleri komutları verildi. Aynı zamanda sporculara ekran üzerindeki görseller üzerinden geribildirim sağlandı (Şekil 3.4.)



Şekil 3.4. Sporculara görsel geribildirim verilmesi.

Değerlendirme protokolü tamamlandıktan sonra sonuçlar kaydedildi ve sporculardan soğuma yapmaları istendi.

3.4.6. İzokinetik Diz Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçlarının Belirlenmesi

Test tamamlandıktan sonra yazılım sistemi üzerinden kişiye özel kayıtlara ulaşılarak dominant ve non-dominant tarafta 60 ve 180°/ sn açısız hızlarda diz fleksiyon-ekstansiyon kas kuvvet pik tork (tepe kuvvet) değerleri, pik tork/ vücut ağırlığı değerleri, pik tork değerlerinin meydana geldiği tekrar sayıları her iki ekstremitte için not edildi.

3.5. İstatistiksel Analizler

Gönüllü sporculardan alınan demografik bilgiler ve izokinetik dinometre ile ölçülen değerler bilgisayar ortamına aktarıldı. Gerekli hata kontrolleri ve düzeltmeler yapıldı. Tanımlayıcı istatistiklerin gösteriminde kategorik değişkenler (cinsiyet, branş, dominant taraf, yaş kategorisi) için sayı ve yüzde (n, %) kullanıldı. Pik tork değerlerine ulaşabilmek için yapılan tekrar sayılarının normal dağılıma uygunluğu grafiksel olarak ve Shapiro-Wilk testi ile incelendi. İncelenen hiçbir tekrar sayısının normal dağılıma uymadığı görüldü. Tekrar sayılarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler için ortanca (ÇAG – Çeyrekler Arası Genişlik) değerleri verildi. Her bir tekrar sayısına ait ortancanın %95 güven aralığını tahmin edebilmek için Bootstrap yöntemi ile 1000 tekrar yapılarak tekrar sayısı ortancası ve %95 güven aralığı tahmini hesaplandı. Kullanılan istatistik analiz

programında standart olarak yer almayan “ortancaların %95 güven aralıkları”nı tahmin etmek için IBM Statistics (SPSS) programında özel kod (syntax) yazıldı.

Cinsiyete göre tekrar sayısı ortancaları arasında farklılık olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile araştırıldı. Yaş ve branşlara göre tekrar sayısı ortancası arasındaki farklılıklar Kruskal-Wallis non-parametrik varyans analizi ile incelendi. Fark bulunduğu farkın hangi kategoriden/branştan kaynaklandığını belirlemek için Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi ile post-hoc ikili karşılaştırmalar yapıldı.

İstatistiksel analiz ve hesaplamalar için Ms-Excel 2010 ve IBM SPSS Statistics 22.0 (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY, IBM Corp.) programları kullanıldı. İstatistiksel kararlarda $p < 0.05$ anlamlı farklılığın göstergesi olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bulgular

Çalışma 127'si (%64,8) erkek ve 69'u (%35,2) kadın olmak üzere toplam 196 gönüllü sporu ile yürütüldü. Çalışmadaki sporcuların yaşları 13 – 32 aralığında değişirken yaş ortancası 17.0 (ÇAG=4.0) olarak belirlendi. Erkeklerin yaş ortancası 17.0 (ÇAG=4.0) iken kadınların yaş ortancası 16.0 (ÇAG=3.0) yıl olarak bulundu. Erkek sporcuların yaş ortancaları kadın sporculardan anlamlı miktarda daha yüksekti ($Z=2.661$; $p=0.008$).

Sporcuların boyları 1.37 – 2,05 m arasında değişirken boy ortancası 1.71 (ÇAG=0.21) m olarak ölçüldü. Erkek sporcuların boy ortancaları kadın sporculardan daha büyüktü ($Z=7.764$; $p<0.001$). Vücut ağırlıklarının 33 – 138 kg arasında değiştiği görüldü. Vücut ağırlık ortancası 66.5 (ÇAG=25.0) kg olarak hesaplandı. Erkek sporcuların daha yüksek vücut ağırlığına sahip olduğu belirlendi ($Z=7.880$; $p<0.001$). Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ile hesaplanan BKİ (Beden Kütle İndeksi) ortancası da erkek ve kadınlar arasında farklı idi ($Z=5.459$; $p<0.001$). Erkek sporcular kadın sporculardan daha büyük BKİ ortancasına sahipti. Erkek sporcular için BKİ ortancası 22.21 (ÇAG=4.18) kg/m^2 , kadın sporcular 19.66 (ÇAG=3.86) kg/m^2 (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Sporcuların demografik özellikleri.

Demografik Özellik (n=196)	Ortanca (ÇAG)	Minimum	Maksimum	Test İstatistiği	
				Z	P
Boy Uzunluğu (m)	1.71 (0.21)	1.37	2.05	7.7641	<0.001
Vücut Ağırlığı (kg)	66.5 (25.0)	33	138	7.7880	<0.001
BKİ (kg/m^2)	21.72 (4.43)	15.07	41.21	5.459	<0.001

Sporcuların 70'i (%35,7) Judo ile uğraşırken, atletizmle uğraşan sporcu sayısı 12 (%6,1) olarak belirlendi. Kadın sporcuların en çok uğraştığı spor branşı %40,6 (n=28) ile Cimnastik iken, erkek sporcuların Grekoromen güreş (n=14, %100,0) dışında en çok uğraştıkları spor branşları Judo (n=45, %35,4) ve Voleybol (n=44,

%34,6) olarak öne çıktı. Katılımcıların spor branşlarına göre cinsiyet dağılımı Tablo 4.2’de gösterildi.

Tablo 4.2. Spor branşlarına göre cinsiyet dağılımı.

Spor Branşları	Erkek n (%)	Kadın n (%)	Toplam n (%)
Judo	45 (35.4)	25 (36.2)	70 (35.7)
Voleybol	44 (34.6)	9 (13.0)	53 (27.0)
Cimnastik	19 (15.0)	28 (40.6)	47 (24.0)
Atletizm	5 (3.9)	7 (10.1)	12 (6.1)
Grekoromen Güreş	14 (11.0)	0 (0.0)	14 (7.1)
Toplam	127 (100.0)	69 (100.0)	196 (100.0)

Katılımcıların 179’u (%91,3) sağ dominant iken, 17’si (%8,7) sol dominanttı. Erkek sporcularda sol dominant oranı %12,6 (n=16), kadın sporculardan (n=1, %1,4) anlamlı miktarda yüksekti ($\chi^2=7.016$; p=0.008). Spor branşlara göre bakıldığında ise sol dominant sporcu oranı Judo ve Grekoromen güreş branşlarında diğer spor branşlarından anlamlı miktarda daha fazlaydı ($\chi^2=11.003$; p=0.017) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Spor branşlarına göre dominant tarafın dağılımı.

Spor Branşları	Sağ n (%)	Sol n (%)	Toplam n (%)
Judo	59 (84.3)	11 (15.7)	70 (100.0)
Voleybol	52 (98.1)	1 (1.9)	53 (100.0)
Cimnastik	44 (93.6)	3 (6.4)	47 (100.0)
Atletizm	12 (100.0)	0 (0.0)	12 (100.0)
Grekoromen Güreş	12 (85.7)	2 (14.3)	14 (100.0)
Toplam	179 (91.3)	17 (8.7)	196 (100.0)

Katılımcılar spor branşlarına göre MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) Branş Yaş Kategorilerine (91) göre aşağıdaki yaş sınırlarına uygun olarak sınıflara ayrıldı (Tablo 4.4.). Yaş sınıflamasında göre çalışmaya katılan sporcuların 18’i (%9,2) Yıldızlar, 111’i (%56,6) Gençler ve 67’si (%34,2) ise Yetişkinler sınıfında yer aldı. Erkek sporcuların %56,7’si (n=72), Kadın sporcuların %56,5’i (n=39) Gençler kategorisinde sınıflandı. Yıldızlar kategorisinde kadın sporcu oranı erkek sporcu oranından daha

yüksekti (sırasıyla 66.7 ve %33,3). Yetişkinler kategorisinde ise erkek sporcu oranı kadın sporcu oranından oldukça fazlaydı (sırasıyla %73,1 ve %26,9)

Tablo 4.4. MEB Spor branşlarına göre yaş kategorileri.

Spor Branşları	Yıldızlar	Gençler	Yetişkinler
Judo	12-13 yaş	14-17 yaş	≥18 yaş
Voleybol	12-14 yaş	15-18 yaş	≥19 yaş
Cimnastik	12-14 yaş	15-18 yaş	≥19 yaş
Atletizm	12-14 yaş	15-18 yaş	≥19 yaş
Grekoromen Güreş	12-13 yaş	14-17 yaş	≥18 yaş

Sporcular T.C. Sağlık Bakanlığı (92) standartlarına göre BKİ değerleri açısından kategorilere ayrıldı. Sınıflamada BKİ <18.50 kg/m² için “Zayıf”, 18.50 ≤ BKİ <25.00 kg/m² için “Normal” ve 25.00 ≤ BKİ <30.00 kg/m² için “Fazla Kilolu” olarak kategorize edildi. BKİ sınıflamasına göre katılımcı sporcuların 25’i (%12,8) “Zayıf”, 140’ı (%71,4) “Normal” ve 31’i (%15,8) ise “Fazla Kilolu” olarak belirlendi.

4.2. Diz Fleksiyon Pik Tork Tekrar Sayıları

Diz fleksiyon hareketinde pik tork değerinin olduğu tekrar sayıları dominant olan ve non-dominant tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında ölçüldü. Sonuçlar açısal hızlara göre takip eden bölümlerde incelendi.

4.2.1. Pik Tork Tekrar Sayıları: 60°/sn Açısal Hız

Dominant taraf;

Saniyede 60°’lik açısal hızda, dominant tarafta diz fleksiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 10 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 2.5 (ÇAG=3.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 2.0–3.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta diz fleksiyon pik tork değerine %95 olasılıkla en az 2, en çok 3 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayılarının 60°/sn açısal hızdaki değerleri Tablo 4.5’de gösterildi.

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 2.0 (ÇAG=3.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 3.0 (ÇAG=3.0) olarak hesaplandı. Erkek sporcuların kadın sporculardan daha az tekrarda pik tork değerine ulaşabildiği görüldü ($Z=2.101$; $p=0.036$). Yaş kategorilerine göre tekrar sayıları ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu ($p>0.05$). Sporcuların branşlarına göre tekrar sayıları ortancaları incelendiğinde ise; Cimnastik sporu ile uğraşan sporcuların Judo ($Z=3.255$; $p=0.011$) ve Atletizm ($Z=2.983$; $p=0.029$) ile uğraşan sporculardan daha az tekrar sayısı ortancasında pik tork değerine ulaştığı bunların dışındaki branşlar arasında ise tekrar sayısı ortancaları açısından fark olmadığı görüldü (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Demografik özelliklere göre $60^{\circ}/sn$ açısal hızda dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayıları

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği		
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p	
Cinsiyet						Z	p
Erkek	127	2.0 (3.0)	2.0	3.0	2.101	0.036	
Kadın	69	3.0 (3.0)	2.0	5.0			
Yaş Kategorileri						χ^2	p
Yıldızlar	18	1.5 (2.3)	1.0	2.5	4.984	0.083	
Gençler	111	3.0 (3.0)	2.0	3.0			
Yetişkinler	67	3.0 (3.0)	2.0	3.0			
Spor Branşları						χ^2	p
Judo	70	3.0 (4.0) ^a	3.1	4.4	16.967	0.002	
Voleybol	53	2.0 (3.0)	2.0	3.0			
Cimnastik	47	2.0 (3.0)	1.0	2.0			
Atletizm	12	4.5 (7.5) ^b	2.5	9.5			
Grekoromen Güreş	14	2.5 (2.3)	2.0	4.0			

a: Judo > Cimnastik ($Z=3.255$; $p=0.011$)

b: Atletizm > Cimnastik ($Z=2.983$; $p=0.029$)

Non-dominant taraf;

Saniyede 60°'lik açısal hızda, non-dominant tarafta diz fleksiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 10 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 3.0 (ÇAG=3.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 2.0–3.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 60°/sn açısal hızda non-dominant tarafta diz fleksiyon pik tork değerine %95 olasılıkla en az 2, en çok 3 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayılarının 60°/sn açısal hızdaki değerleri Tablo 4.6'de gösterildi.

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 2.0 (ÇAG=3.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 3.0 (ÇAG=4.0) olarak hesaplandı. Cinsiyete göre non-dominant tarafta pik tork değerine ulaşmak için gereken tekrar sayıları ortancaları farksızdı ($Z=0.108$; $p=0.914$). Yaş kategorilerine ve branşa göre de tekrar sayılarının ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu ($p>0.05$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Demografik özelliklere göre 60°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayıları

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	2.0 (3.0)	2.0	3.0	0.108	0.914
Kadın	69	3.0 (4.0)	3.0	4.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	3.5 (4.3)	2.0	5.0	2.053	0.358
Gençler	111	3.0 (4.0)	2.0	3.0		
Yetişkinler	67	3.0 (2.0)	2.0	3.0		
Spor Branşları						
Judo	70	3.0 (3.0)	2.0	4.0	4.566	0.335
Voleybol	53	3.0 (3.5)	2.0	3.0		
Cimnastik	47	2.0 (3.0)	2.0	3.0		
Atletizm	12	3.5 (5.8)	2.0	7.5		
Grekoromen Güreş	14	2.5 (2.3)	2.0	4.0		

4.2.2. Pik Tork Tekrar Sayıları: 180°/sn Açısal Hız

Dominant taraf;

Saniyede 180°'lik açısal hızda, dominant tarafta diz fleksiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 28 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 3.0 (ÇAG=4.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 3.0–4.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 180°/sn açısal hızda dominant taraf diz fleksiyon pik tork değerine %95 olasılıkla en az 3, en çok 4 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayılarının 180°/sn açısal hızdaki değerleri Tablo 4.7'de gösterildi.

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 3.0 (ÇAG=4.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 3.0 (ÇAG=4.5) olarak hesaplandı. Cinsiyete göre dominant tarafta pik tork değerine ulaşmak için gereken tekrar sayıları ortancaları farksızdı ($Z=0.900$; $p=0.368$). Yaş kategorilerine ve spor branşlarına göre de tekrar sayılarının ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu ($p>0.05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayıları.

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	3.0 (4.0)	3.0	4.0	0.900	0.368
Kadın	69	3.0 (4.5)	3.0	5.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	4.5 (6.0)	2.5	7.5	1.143	0.565
Gençler	111	3.0 (4.0)	3.0	4.0		
Yetişkinler	67	3.0 (2.0)	3.0	4.0		
Spor Branşları						
Judo	70	3.0 (5.0)	3.0	5.0	4.037	0.401
Voleybol	53	4.0 (5.5)	3.0	5.0		
Cimnastik	47	3.0 (3.0)	2.0	3.0		
Atletizm	12	3.0 (2.8)	2.5	5.0		
Grekoromen Güreş	14	3.5 (2.3)	3.0	4.5		

Non-dominant taraf;

Saniyede 180°'lik açısal hızda, non-dominant tarafta diz fleksiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 21 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 3.0 (ÇAG=4.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 3.0–4.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 180°/sn açısal hızda non-dominant diz fleksiyon pik tork değerine %95 olasılıkla en az 3, en çok 4 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayılarının 180°/sn açısal hızdaki değerleri Tablo 4.8'de gösterildi.

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 3.0 (ÇAG=4.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 4.0 (ÇAG=4.0) olarak hesaplandı. Cinsiyete göre dominant olmayan tarafta pik tork değerine ulaşmak için gereken tekrar sayıları ortancaları farksızdı ($Z=0.108$; $p=0.914$). Yaş kategorilerine göre de tekrar sayılarının ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu ($p>0.05$). Branşa göre tekrar sayılarının ortancaları karşılaştırıldığında Judo sporu ile uğraşanların Cimnastik ile uğraşanlardan daha fazla tekrarla pik tork değerine ulaşabildiği ($Z=3.445$; $p=0.006$), diğer branşlar arasında ise fark olmadığı ($p>0.05$) belirlendi (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz fleksiyon tekrar sayısı.

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	3.0 (4.0)	3.0	4.0	0.108	0.914
Kadın	69	4.0 (4.0)	3.0	4.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	3.0 (3.0)	2.0	4.5	1.720	0.423
Gençler	111	4.0 (4.0)	3.0	4.0		
Yetişkinler	67	3.0 (3.0)	3.0	4.0		
Spor Branşları						
Judo	70	4.0 (5.0) ^a	4.0	5.0	14.448	0.006
Voleybol	53	3.0 (4.0)	3.0	4.0		
Cimnastik	47	3.0 (2.0) ^a	2.0	3.0		
Atletizm	12	4.0 (2.8)	2.5	5.0		
Grekoromen Güreş	14	2.5 (3.3)	2.0	5.0		

a: Judo > Cimnastik ($Z=3.445$; $p=0.006$)

4.3. Diz Ekstansiyon Pik Tork Tekrar Sayıları

Diz ekstansiyon hareketinde pik tork değerinin olduğu tekrar sayıları dominant olan ve non-dominant tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında ölçüldü. Sonuçlar açısal hızlara göre takip eden bölümlerde incelendi.

4.3.1. Pik Tork Tekrar Sayıları: 60°/sn Açısal Hız

Dominant taraf;

Saniyede 60°'lik açısal hızda, dominant tarafta diz ekstansiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 10 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 2.0 (ÇAG=3.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 2.0–2.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta diz ekstansiyon pik tork değerine %95 olasılıkla 2 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayılarının 60°/sn açısal hızdaki değerleri Tablo 4.9'da gösterildi.

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 2.0 (ÇAG=3.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 1.0 (ÇAG=2.0) olarak hesaplandı. Kadın sporcuların erkek sporculardan daha az tekrarda pik tork değerine ulaşabildiği görüldü ($Z=2.101$; $p=0.036$). Yaş kategorilerine göre tekrar sayıları ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu ($p>0.05$). Sporcuların branşlarına göre tekrar sayıları ortancaları incelendiğinde ise; genel olarak en az bir branş ortancasının diğerlerinden farklı olduğu ($\chi^2=9.257$; $p=0.049$) bulunmasına karşın Bonferroni düzeltmesi ile yapılan post-hoc ikili karşılaştırmalar sonucunda farklı branş belirlenemediği için branşa göre tekrar sayısı ortancaları açısından fark olmadığı kararına varıldı (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Demografik özelliklere göre 60°/sn açısız hızda dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	2.0 (3.0)	2.0	3.0	2.101	0.036
Kadın	69	1.0 (2.0)	1.0	2.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	2.5 (3.3)	1.0	4.0	3.286	0.193
Gençler	111	2.0 (3.0)	1.0	2.0		
Yetişkinler	67	2.0 (3.0)	2.0	3.0		
Spor Branşları						
Judo	70	2.0 (4.0)	2.0	2.9	9.527	0.049
Voleybol	53	2.0 (2.0)	1.0	2.0		
Cimnastik	47	1.0 (2.0)	1.0	2.0		
Atletizm	12	3.0 (3.8)	2.5	5.0		
Grekoromen Güreş	14	3.5 (3.3)	2.5	5.0		

Non-dominant taraf;

Saniyede 60°'lik açısız hızda, non- dominant tarafta diz ekstansiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 10 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 2.0 (ÇAG=3.8) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 2.0–2.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 60°/sn açısız hızda, non dominant tarafta diz ekstansiyon pik tork değerine %95 olasılıkla 2 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayılarının 60°/sn açısız hızdaki değerleri Tablo 4.10'da gösterildi.

Tablo 4.10. Demografik özelliklere göre 60°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	2.0 (4.0)	2.0	2.0	0.108	0.914
Kadın	69	2.0 (3.5)	1.0	3.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	4.0 (6.5) ^a	2.0	7.5	6.645	0.036
Gençler	111	2.0 (3.0)	2.0	2.0		
Yetişkinler	67	2.0 (3.0)	1.0	2.0		
Spor Branşları						
Judo	70	2.0 (3.3)	2.0	2.0	4.427	0.351
Voleybol	53	2.0 (2.5)	1.0	2.0		
Cimnastik	47	2.0 (6.0)	1.0	4.9		
Atletizm	12	3.0 (1.8)	2.0	3.5		
Grekoromen Güreş	14	2.0 (3.0)	1.0	3.0		

a: Yıldızlar > Gençler (Z=2.446; p=0.043) ve Yıldızlar > Yetişkinler (Z=2.476; p=0.040)

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 2.0 (ÇAG=4.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 2.0 (ÇAG=3.5) olarak hesaplandı. Cinsiyete göre non-dominant tarafta pik tork değerine ulaşmak için gereken tekrar sayıları ortancaları benzerdi (Z=0.108; p=0.914). Yaş kategorilerine göre karşılaştırma yapıldığında Yıldızlar yaş grubunda yer alan sporcuların Gençler (Z=2.446; p=0.043) ve Yetişkinler (Z=2.476; p=0.040) kategorilerindeki sporculardan daha yüksek tekrar sayısı sonrasında pik tork değerine ulaşabildikleri belirlendi. Spor branşına göre tekrar sayılarının ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu (p>0.05) (Tablo 4. 10.).

4.3.2. Pik Tork Tekrar Sayıları: 180°/sn Açısal Hız

Dominant taraf;

Saniyede 180°'lik açısal hızda, dominant tarafta diz ekstansiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 19 tekrar olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 3.0 (ÇAG=2.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 2.0–3.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 180°/sn açısal hızda, dominant tarafta diz ekstansiyon pik tork değerine %95 olasılıkla en az 2, en çok 3 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayısının 180°/sn açısal hızdaki değerleri Tablo 4.11'de gösterildi.

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 3.0 (ÇAG=3.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 2.0 (ÇAG=2.0) olarak hesaplandı. Kadın sporcuların erkek sporculardan daha az tekrarda pik tork değerine ulaşabildiği görüldü ($Z=2.244$; $p=0.025$). Yaş kategorilerine göre tekrar sayıları ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu ($p>0.05$). Sporcuların branşlarına göre tekrar sayıları ortancaları incelendiğinde ise; Cimnastik sporu ile uğraşan sporcuların Grekoromen güreş ($Z=2.898$; $p=0.038$) ile uğraşan sporculardan daha az tekrar sayısı ortancasında pik tork değerine ulaştığı bunların dışındaki branşlar arasında ise tekrar sayısı ortancaları açısından fark olmadığı görüldü (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Demografik özelliklere göre 180°/sn açısız hızda dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	3.0 (3.0)	2.0	3.0	2.244	0.025
Kadın	69	2.0 (2.0)	2.0	3.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	2.0 (3.0)	1.5	3.5	3.631	0.163
Gençler	111	3.0 (3.0)	2.0	3.0		
Yetişkinler	67	3.0 (3.0)	2.0	3.0		
Spor Branşları						
Judo	70	3.0 (3.0)	2.0	3.0	12.226	0.016
Voleybol	53	3.0 (3.0)	2.0	4.0		
Cimnastik	47	2.0 (1.0) ^a	2.0	2.0		
Atletizm	12	2.5 (3.0)	2.0	5.0		
Grekoromen Güreş	14	4.5 (4.3) ^a	2.0	6.0		

a: Cimnastik < Grekoromen güreş ($Z=2.898$; $p=0.038$)

Saniyede 180°/sn açısız hızda, ND tarafta diz ekstansiyon hareketinin pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayıları en az 1, en çok 28 olarak gözlemlendi. Tekrar sayısı ortancası 3.0 (ÇAG=3.0) iken tekrar sayısı ortancası için %95 güven aralığı 3.0–3.0 tekrar olarak hesaplandı. Herhangi bir sporcunun 180°/sn açısız hızda non-dominant tarafta diz ekstansiyon pik tork değerine %95 olasılıkla 3 tekrarda ulaşabileceği görüldü. Demografik özelliklere göre tekrar sayısının 180°/sn açısız hızdaki değerleri Tablo 4.12’de gösterildi.

Tablo 4.12. Demografik özelliklere göre 180°/sn açısal hızda non-dominant taraf diz ekstansiyon tekrar sayıları.

Demografik Özellik	n	Ortanca (ÇAG)	95 Güven Aralığı		Test İstatistiği	
			Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Cinsiyet						
Erkek	127	4.0 (3.0)	3.0	4.0	3.613	<0.001
Kadın	69	2.0 (3.0)	2.0	3.0		
Yaş Kategorileri						
Yıldızlar	18	3.0 (3.0)	1.5	4.0	1.613	0.446
Gençler	111	3.0 (3.0)	3.0	4.0		
Yetişkinler	67	3.0 (2.0)	2.0	4.0		
Spor Branşları						
Judo	70	3.5 (4.0) ^a	3.0	4.5	11.440	0.022
Voleybol	53	3.0 (3.0)	3.0	4.0		
Cimnastik	47	2.0 (2.0) ^a	2.0	3.0		
Atletizm	12	3.5 (2.0)	2.0	4.0		
Grekoromen Güreş	14	3.0 (4.0)	2.0	5.0		

a: Judo > Cimnastik (Z=3.129; p=0.018)

Erkek sporcuların pik tork tekrar sayısı ortancaları 4.0 (ÇAG=3.0) iken, kadın sporcuların ortancaları 2.0 (ÇAG=3.0) olarak hesaplandı. Kadın sporcular dominant olmayan tarafta pik tork değerine ulaşmak erkek sporculardan daha az tekrar sayısı ortancasına sahipti (Z=3.613; p<0.001). Yaş kategorilerine göre non-dominant tekrar sayılarının ortancaları istatistiksel olarak farksız bulundu (p>0.05). Branşa göre tekrar sayıları ortancaları karşılaştırıldığında Judo sporu ile uğraşanların Cimnastik ile uğraşanlardan daha fazla tekrarla pik tork değerine ulaşabildiği (Z=3.129; p=0.018), diğer branşlar arasında ise fark olmadığı (p>0.05) belirlendi (Tablo 4.12.).

5. TARTIŞMA

Çalışmamız sporcularda 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarda diz fleksiyon ve ekstansiyon pik tork değerlerinin kaçınıcı tekrarda ortaya çıktığını ve bu tekrar sayıları üzerinde etkisi olan demografik faktörleri belirlemek amacıyla gerçekleştirildi. Çalışmamız sonucunda; sporcularda 60°/sn açısal hızda, diz fleksiyon pik tork değerlerinin 2-3 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerinin ise 2. tekrarda ortaya çıktığı belirlendi. 180°/sn açısal hız için ise pik tork tekrar sayısının diz fleksiyon hareketi için 3-4 tekrar; diz ekstansiyonu için 2-3 tekrar gerektirdiği sonucuna varıldı. Demografik özelliklerden olan yaş kategorilerinin, spor branşının ve cinsiyetin diz fleksiyon ve ekstansiyon pik tork değeri için gerekli tekrar sayılarının bazı parametrelerinde etkili olduğu belirlendi. Literatürde, bilgimiz dahilinde izokinetik değerlendirmelerde pik tork değerlerinin meydana geldiği tekrar sayılarını ve tekrar sayılarını etkileyebilecek diğer faktörleri inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle tekrar sayılarını belirlediğimiz çalışmamız literatüre kanıta dayalı katkı sağlayacaktır.

5.1. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturduğu Tekrar Sayıları

Çalışmamızda diz fleksiyon pik tork değerlerine 60°/sn açısal hızda 2-3, 180°/sn açısal hızda 3-4 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise 60°/sn açısal hızda 2 tekrarda, 180°/sn açısal hızda- 2-3 tekrarda ulaşıldığı belirlendi. Literatür incelendiğinde, tekrar sayıları ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmadı. Ancak farklı amaçlarla ve farklı popülasyonlarda gerçekleştirilen ve izokinetik sistemlerin kullanıldığı çalışmaların metodolojileri araştırıldığında, bu çalışmaların diz değerlendirme protokollerinin farklı tekrar sayılarını içerdiği görüldü. Bu çalışmalardan biri olan Ardren ve arkadaşları (93)'nın 42 profesyonel erkek futbolcuda, hamstring kas dengesizliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 60 ve 240 °/sn açısal hızlarda 3 tekrar kullanılarak diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti değerlendirildiği bildirildi. Diz fleksiyon-ekstansiyon pik tork değerinin 3 tekrar ile değerlendirildiği bir başka çalışma, Comfort ve arkadaşlarının (94) ortalama yaşı 21,67 olan elit rugby oyuncularında kuvvet ve güç karakteristiğini belirlemek için

gerçekleştirdiği çalışmadır. Bunun yanı sıra adolesan yüzücülerde yüzme ve kara eğitimlerinden oluşan kombine antrenmanların etkisini inceleyen bir başka çalışmada, izokinetik diz kas kuvveti değerlendirilmesi 3 tekrar ile gerçekleştirildiği görülmüştür (95). Literatürde bilgimiz dâhilinde, 3 tekrardan az tekrar sayısı ile yürütülen çalışma bulunamadı. Ancak tekrar sayısının 3'den fazla olduğu farklı spor branşlarında yürütülen pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan olan hentbolcularda izokinetik diz kas kuvvet profilini belirlemek için üç farklı açısal hızda (60°/sn, 180°/sn, 240°/sn) izokinetik diz kas kuvvetini değerlendiren Xaverova ve arkadaşlarının (3) çalışmasının değerlendirme protokolü 4 tekrardan oluşmaktadır. Ortalama yaşları 21,3 yıl olan 82 kadın voleybolcuda zıplama kapasitesi ve izokinetik diz kas kuvveti arasındaki ilişkinin incelendiği bir başka çalışmada, izokinetik değerlendirme sırasında voleybolculardan 5 tekrar diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi gerçekleştirmeleri istenmiştir (96). Gonzalez-Rave ve arkadaşlarının (97) elit hentbolcularda, Avila ve arkadaşlarının (98) sağlıklı bireylerde çalışmalarda da diz izokinetik değerlendirme protokollerini 5 tekrar ile yürütmüştür. Çalışmaların bazılarında ise değerlendirmelerin kaç tekrarla gerçekleştirildiği belirtilmemiştir. Örneğin, Schiltz ve arkadaşlarının (99) profesyonel basketbol oyuncularında patlayıcı kuvvet asimetrisini belirlemek için 25 basketbol oyuncusu 10 sağlıklı birey ile gerçekleştirdiği çalışmada diz izokinetik kas kuvvetini 60-240°/sn açısal hızda değerlendirilmiş, ancak tekrar sayısı bildirilmemiştir. Benzer durum Ghrari ve meslektaşlarının (89) judo sporcusunda kas kuvvet profilini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada da gözlenmiştir. Kurdak ve arkadaşlarının adolesan güreşçilerde izokinetik diz kuvvet analizi yapmak amacıyla yürüttüğü çalışma tekrar sayısı konusunda oldukça ilgi çekici bir çalışmadır (15). Bu çalışmada 450°/sn açısal hız ile 30°/sn açısal hız arasında 15 farklı açısal hızda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Açısal hızların tamamında diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi 3 tekrar ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak literatürde tekrar sayısı konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Çalışmamız sonucunda 60°/sn diz fleksiyon- ekstansiyon hareketi için 3 tekrarın, 180°/sn açısal hız için 4 tekrarın pik tork değerlerinin belirlenmesi için yeterli olduğu belirlendi. İzokinetik dinamometre kullanılarak yapılan çalışmalarda tekrar sayısı önemlidir. Yapılacak çalışmaların, çalışmamızda belirlenen tekrar sayılarından az tekrarla yürütülmesi, sporcunun maksimum pik tork değerine ulaşmadan değerlendirmenin sona ermesi ile sonuçlanabilir. Optimal değer üstünde

tekrar sayılarında gerçekleştirilen çalışmalar ise gereksiz iş yüküne sebep olmakta ve zaman kaybına yol açmaktadır. Bunun yanı sıra mümkün olan en az sayıda tekrar sayısı ile gerçekleştiren değerlendirme sporcuyla maksimal performansını gösterebilmesi konusunda teşvik edecek ve sporcuların değerlendirme sırasında oluşabileceğini düşündüğü yorgunluk ve yaralanma riski konusundaki endişelerini azaltmaya yardımcı olacaktır.

Çalışmamızda diz fleksiyon pik tork değerlerine 60°/sn açısal hızda 2-3 tekrarda ve 180°/sn açısal hızda 3-4 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise 60°/sn açısal hızda 2 tekrarda 180°/sn açısal hızda 2-3 tekrarda ulaşıldığı belirlendi. Buna göre her iki açısal hızda ve dominant, non-dominant tarafta quadriceps kas grubunun, hamstring kas grubuna kıyasla daha az tekrarda pik tork değerine ulaştığı tespit edildi. Diz ekstansiyon hareketinin primer kası olan quadriceps kas grubu, 4 farklı kasın birleşiminden oluşur. Diz fleksiyon hareketinin primer kası olan hamstring kas grubu ise 3 farklı kastan meydana gelmektedir. Her bir kasın sahip olduğu kas lif tipleri farklıdır. Aynı zamanda literatürde bu kasların her birinin sahip olduğu kas lif tiplerinin oranları konusunda da fikir birliği mevcut değildir (100, 101) . Ayrıca fiziksel aktivite ile birlikte iskelet kasının kas lif tiplerinin değişiklik gösterdiği bilinmektedir (102). Dolayısıyla hamstring ve quadriceps kas grupları arasındaki tekrar sayısı farkını, kas lif tipleriyle açıklamak net bir sonuç sunmada yetersiz kalacaktır. Tekrar sayısının hamstring ve quadriceps kas gruplarında farklı olması bu kasların kas mimarilerinin ve anatomik oluşumlarının farklı olmasından kaynaklandığı görüşündeyiz. Quadriceps kas grubunun origo ve insersiyon yapısı, bu kas grubunun tek bir kas gibi işlev görmesine imkân tanır. Fakat aynı durum hamstring kas grubu için geçerli değildir. Bu kas grubunun tüm parçalarının ateşlenme süreci, tek bir kas olarak işlev görebilen quadriceps kas grubuna göre daha uzun sürebilir. Bu durum, diz fleksiyon pik tork değerlerine daha geç tekrarlarda ulaşılmamasının nedeni olabilir.

Fonksiyonu gerçekleştiren kas tipine göre değişen tekrar sayısı, aynı zamanda da açısal hıza göre de değişmektedir. Çalışmamızda 60°/sn açısal hızda diz fleksiyon pik tork değerlerine 2-3, diz ekstansiyon pik tork değerlerine 2 tekrarda; 180°/sn açısal hızda diz fleksiyon pik tork değerlerine 3-4 tekrarda ve diz ekstansiyon pik tork değerlerine 2-3 tekrarda ulaşıldığı belirlendi. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar; açısal hız arttıkça, diz fleksiyon-ekstansiyon pik tork değerinin meydana geldiği tekrar

sayılarının da arttığı göstermektedir. Düşük açısal hızlarda pik tork değerinin temel olarak kas kuvvet değerinin göstergesi olduğu belirtilmektedir. Yüksek açısal hızlarda ise nöromusküler kontrolün süreçte daha etkin rol oynadığı bilinmektedir (103). Bu durum kontraksiyon hızı ve kas kuvveti arasındaki negatif ilişki ile de örtüşmektedir (19). Açısal hızın arttığı durumlarda (180°/sn) tekrarlayan kasılmalar ile sarkoplazmik retikulumdan sitozole daha fazla Ca⁺² iyonu salınmaktadır (merdiven etkisi –treppe-) (20). Kontraksiyonun yavaş olduğu, yavaş açısal hızlarda (60°/sn) ise kasılma süresinin uzun olması tüm motor ünitelerin daha kısa tekrarlarla aktive edilmesine neden olmuş olabilir. Bu durum açısal hız ile tekrar sayısı arasındaki ilişkinin bir açıklaması olarak düşünülebilir.

5.2. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturulduğu Tekrar Sayıları ve Cinsiyet

Son yıllarda yapılan pek çok çalışma, sporcularda cinsiyete bağlı farklılıkları ortaya koymaktadır. Kadınların spora katılımının artması spor yaralanmalarının artmasını da beraberinde getirmiştir. Bu alana ilginin artması cinsiyetler arası biyomekanik ve nöromusküler farklılıklarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır (104). Yapılan çalışmalarda ÖÇB yaralanmalarının kadınlarda erkek sporculara göre 2-8 kat daha fazla görüldüğü rapor edilmiştir. Spor branşları olarak ele alındığında güreşçilerde 4 kat, futbol ve basketbol oyuncularında 3 kat daha fazla ÖÇB yaralanmaları görülmektedir. Pek çok spor branşında diz eklem yaralanmalarının sıkça görülen ortak problemlerden biri olması nedeniyle; son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle diz eklemine olan yönelim artmıştır (105-107). Kas kuvvet değeri de cinsiyetler arasında değişmektedir. Kadınların erkeklerin yarısı kadar üst ekstremitede; 2\3'ü kadar alt ekstremitede kas kuvvetine sahip olduğu bilinmektedir (108). Çalışmamızda literatürün yönelimi ve izokinetik kas kuvvetinin cinsiyetler arasındaki farklılıkları göz önünde bulundurularak, pik tork değerlerinin oluştuğu tekrar sayılarına cinsiyete göre farklı olup olmadığına araştırıldı.

Tekrar sayıları cinsiyete göre incelendiğinde; kadın ve erkeklerde farklı tekrar sayılarında pik tork değerlerine ulaşıldığı görüldü. Altmış °/sn açısal hızda erkek sporcuların diz fleksiyon pik tork değerlerine dominant tarafta 2-3 tekrarda, non-dominant tarafta 2-3 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise dominant tarafta

2-3 tekrarda, non-dominant taraf 2 tekrarda ulaşıldığı belirlendi. Kadın sporcularda ise diz fleksiyon pik tork değerlerine dominant tarafta 2-5 tekrarda, non-dominant tarafta 3-4 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise dominant tarafta 1-2 ve non-dominant tarafta 1-3 tekrarda ulaşıldı.

180°/sn açısal hızda erkek sporcuların diz fleksiyon pik tork değerlerine dominant tarafta 3-4 ve non-dominant tarafta 3-4 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise dominant tarafta 2-3 ve non-dominant tarafta 3-4 tekrarda ulaşıldığı belirlendi. Kadın sporcularda ise diz fleksiyon pik tork değerlerine dominant tarafta 3-5 ve non-dominant tarafta 3-4 tekrarda; diz ekstansiyon pik tork değerlerine ise dominant tarafta 2-3 ve non-dominant tarafta 2-3 tekrarda ulaşıldı. Buna göre kadın sporcuların diz fleksiyon pik tork değerlerine, erkek sporcuların ise diz ekstansiyon pik tork değerlerine daha kısa tekrarlarla ulaştığı tespit edildi. Cinsiyetler arasındaki bu fark 60°/sn açısal hızda, dominant tarafta diz fleksiyon ve ekstansiyon hareketi için; 180°/sn açısal hızda ise dominant, non-dominant tarafta diz ekstansiyon hareketi için anlamlılık düzeyine ulaşmıştır.

Quadriceps ve hamstring kas gruplarının aktivasyonu cinsiyete göre değişim göstermektedir. Kadın sporcularda quadriceps aktivasyonu, bu kasın antagonist kas grubu olan hamstring kas grubu ile kıyaslandığında daha fazladır (82, 109, 110). Aynı zamanda kadın sporcuların, erkek sporculara göre daha yüksek quadriceps aktivasyon seviyesine ulaşabildiği bilinmektedir (111). Malinzak ve meslektaşlarının (109) spora özgü üç hareket sırasında diz eklem biyomekaniğini incelediği çalışma ile kadınların erkek sporculara göre daha az diz fleksiyon hareket açıklığına ve daha az hamstring aktivasyonuna sahip olduğu gösterilmiştir. Aktivasyon seviyesindeki farklılıkların yanı sıra spora özgü hareketler gerçekleştirilirken görev olan primer kas grubu da cinsiyetler arasında değişmektedir. Kadınlar dizler bükülü yere iniş hareketi sırasında diz eklemine stabilize etmek ve denge mekanizmasını kurmak için quadriceps kas grubunu tercih ederler. Erkek sporcularda ise bu hareket sırasında hamstring kas grubunun primer kas olarak görev aldığı gösterilmiştir (112). Aktivasyonun yüksek olduğu, sık kullanılan kas gruplarında maksimal motor ünite katılımının daha hızlı gerçekleşebilir. Bu durum da diz fleksiyon hareketi pik tork değerlerine erkeklerde; diz ekstansiyon hareketi pik tork değerlerine ise kadınlarda daha hızlı ulaşılabilmesini açıklayabilir.

Değerlendirmenin yapıldığı açısal hızlar tekrar sayısının cinsiyetlere göre değişimini etkilemektedir. Açısal hız arttıkça kas kuvvet değerinin azaldığı bilinmektedir (18). Buna paralel olarak çalışmamızda açısal hızın artmasıyla birlikte sporcuların pik tork değerlerine ulaşmak için daha fazla tekrar sayılarına ihtiyaç duyduğu belirlendi. Tercih ettiğimiz açısal hızlardan olan 60°/sn, maksimal kas kuvvetinin belirlenmesi için idealdir (113). Bu açısal hızda, tekrar sayısında cinsiyet üzerindeki farkın sadece dominant tarafta anlamlı olmasının sebebi spora özgü kuvvet gerektiren aktivitelerin sporcularda dominant tarafta daha fazla iş yükü oluşturması olabilir.

Açısal hızın artmasıyla birlikte kasın enduransının, değerlendirme sürecindeki etkinliği artmaktadır. Çalışmamızda yavaş açısal hızda (60°/sn) erkeklerin diz fleksiyon pik tork değerlerine kadınlara göre anlamlı ölçüde daha hızlı olduğu belirlenmişti. Ancak 180°/sn açısal hızda diz fleksiyon hareketi için bu fark anlamlılık düzeyine ulaşmadı. Kadın sporcuların, erkek sporculardan daha geç yorulduğu ve daha erken toparlandığı belirtilmektedir (114, 115). Bu durum açısal hızın arttığı (180°/sn) ölçümlerde yavaş açısal hızlara kıyasla kadınların maksimal potansiyellerini daha hızlı ulaşabilmelerine neden olmuş olabilir. Bu durum da 180°/sn açısal hızda kadınların diz fleksiyon pik tork değerlerinin erkeklere benzer tekrar sayılarında açığa çıkmasını, diz ekstansiyon pik tork değerlerinin dominant, non-dominant tarafta anlamlı ölçüde daha kısa sürede oluşturulmasını açıklayabilir.

Çalışmamızda genel popülasyon için belirlenmiş tekrar sayıları cinsiyetlere göre belirlenmiş tekrar sayılarıyla genel olarak örtüşmektedir. Ancak kadın sporcuların diz fleksiyon hareketi pik tork değeri için her iki açısal hızda da genel popülasyon için belirlenmiş tekrar sayısından fazla tekrar gerekebilmektedir. Bu sebeple sporcuların tamamını kadınların oluşturduğu ya da kadınların çoğunlukta olduğu örneklem gruplarında değerlendirilmenin 5 tekrardan oluşması önerilmektedir.

5.3. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturulduğu Tekrar Sayıları ve Yaş Kategorileri

Kas kuvveti ile yaş arasındaki ilişkinin ortaya konması için pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Diz fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvvetinin çeşitli yaş

gruplarında (<27 yaş) incelendiği çalışmalarda her iki cinsiyetteki sporcuların kas kuvvetinin yaş ile birlikte arttığı belirlenmiştir. Kas kuvvetindeki artışı kas kuvvetinin vücut ağırlığına olan oranındaki artışı da takip etmiştir (116, 117). Ergenlik döneminin kas kuvvet artışının seyri için en önemli dönemlerden biri olduğu gösterilmiştir. On iki yaşına kadar kız sporcular erkek sporculara göre daha güçlüdür. Ancak ergenlik dönemindeki testosteron artışı ile birlikte erkekler kızlara göre daha hızlı ve uzun süreli bir güçlenme dönemine girer (118). Her iki cinste 13- 14 yaşına kadar dinamik kuvvetteki değişiklikler birbirine paralel seyretmektedir, cinsiyetler arasında farklılık görülmemektedir. Ancak maturasyon ve yaş ile birlikte dinamik kuvvette meydana gelen değişiklikler kas grubuna ve kasın oluşturduğu harekete göre değişmeye başlamaktadır (119). Çalışmamızda yaşla birlikte meydana gelen kas kuvvetindeki değişimler göz önünde bulundurularak pik tork değerlerinin olduğu tekrar sayılarına yaş kategorilerine göre farklı olup olmadığına araştırıldı. Bu sebeple alınma kriterleri oluşturulurken yaşla ilgili bir sınırlandırma getirilmedi. Dönemsel, bireysel ve cinsiyete bağlı farklılıklar yaş gruplarının kas kuvvetine göre sınıflandırmasına engel olmaktadır. Bu sebeple çalışmamızda yaş kategorilerini belirlemek için spor branşlarına göre geliştirilen MEB Branş Yaş Kategorileri (91) esas alındı. Sporcular yıldızlar, gençler ve yetişkinler olarak gruplandırıldı. Çalışmamız sonucunda pik tork değerlerinin meydana geldiği tekrar sayılarının yaş kategorilerine göre sadece 60%/sn açışal hızda non-dominant tarafta diz ekstansiyon değeri için anlamlı düzeyde farklı olduğu belirlendi . Altmış %/sn açışal hızda non-dominant tarafta pik tork değerinin meydana geldiği tekrar sayısı yıldız sporcularda 2-7,5 tekrar, genç sporcularda 2 tekrar, yetişkin sporcularda 1-2 tekrar olarak değişmektedir. Buna göre çalışmamızda 60%/sn açışal hızda non-dominant tarafta yıldız sporcuların genç ve yetişkin sporculara göre daha geç maksimum diz ekstansiyon pik tork değerlerine ulaşabildikleri belirlenmiştir. Bu durumun yıldız sporcuların yaş grubu sebebiyle maturasyon sürecinde yer almasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Yaş kategorilerinin aynı zamanda cinsiyetlere ayrılarak incelenmesi özellikle de ergenlik sürecinin cinsiyetler arasındaki farklı seyri düşünüldüğünde daha spesifik sonuçlar verebilirdi. Ancak özellikle yıldızlar kategorisinde yer alan sporcuların azlığının ileri bir gruplandırma ile yapılacak analizin güvenilirliğini etkileyeceği düşünüldü. Çalışmaya dahil edilen sporcuların yalnızca %9,2'sinin yıldızlar kategorisinde yer almaktadır ve çalışmamızda yer alan sporcuların yaş ortanca

değerleri 17'dir. Bu sebeple çalışmamızda maturasyonun kas kuvveti üzerinde ve dolaylı olarak da pik tork değerlerinin meydana geldiği tekrar sayılarında genel olarak etkili olmadığı görüşündeyiz. Ergenlik öncesi dönemdeki çocuklarda maturasyonun pik tork tekrar sayısı üzerinde etkisini inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.4. Diz Fleksiyon ve Ekstansiyon Pik Tork Değerlerinin Oluşturulduğu Tekrar Sayıları ve Spor Branşları

Diz fleksiyon ve ekstansiyon pik tork değerlerinin oluşturulduğu tekrar sayıları branşlara göre incelendiğinde; cimmastik sporcuların diğer sporculardan anlamlı düzeyde farklı tekrar sayılarında pik tork değerlerine ulaştığı görüldü. Altmış %sn açısal hızda judo sporcularının dominant taraf diz fleksiyon pik tork değerlerine 3,1-4,4 tekrarda, voleybol sporcularının 2-3 tekrarda, cimmastik sporcularının 1-2 tekrarda, atletizm sporcularının 2,5-9,5 tekrarda, grekoromen güreş sporcularının ise 2-4 tekrarda ulaşabildiği belirlendi. 180°/sn açısal hızda diz fleksiyon pik tork değerlerine non-dominant tarafta; judo sporcuları 4-5 tekrarda, voleybol sporcuları 3-4 tekrarda, cimmastik sporcuları 2-3 tekrarda, atletizm sporcuları 2,5-5 tekrarda, grekoromen güreş sporcularının ise 2-5 tekrarda ulaşabildiği belirlendi. 180°/sn açısal hızda diz ekstansiyon pik tork değerlerine judo sporcularının dominant tarafta, 2-3 tekrarda non-dominant tarafta 3-4,5 tekrarda; voleybol sporcularının dominant tarafta 2-4, non-dominant tarafta 3-4 tekrarda; cimmastik sporcularının dominant tarafta 2, non-dominant tarafta 2-3 tekrarda; atletizm sporcularının dominant tarafta 2-5 non-dominant tarafta 2-4 tekrarda, grekoromen güreş sporcularının dominant tarafta 2-6, non-dominant tarafta 2-5 tekrarda ulaşabildiği belirlendi. Çalışmamızda cimmastik sporcularında; 60°/sn açısal hızda, diz fleksiyon dominant taraf pik tork değerinin atletizm ve judo sporcularından, 180°/sn açısal hızda diz fleksiyon ve ekstansiyon non-dominant taraf pik değerinin judo sporcularından, 180°/sn açısal hızda diz ekstansiyon dominant taraf pik değerinin grekoromen güreş sporcularından önce oluşturabildiği belirlendi.

Cimmastik; kuvvet, güç, çeviklik ve esneklik gerektiren kapsamlı bir spor dalıdır. Esneklik, cimmastik sporcularını diğer spor dallarıyla ilgilenen sporculardan ayıran en önemli özelliklerden birini oluşturmaktadır. Normal hareket açıklığından ötesinde spora özgü aktivitelerin gerçekleşmesi için cimmastik sporcularının çok uzun

sürelî antreman programlarına katılmaları gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca bu branşta spora başlama yaşı da özellikle kadın cimnastik sporcularında oldukça düşüktür (120). Spor yılının ve antreman sürecinin yoğunluğu cimnastik sporcuların maksimal kuvveti oluşturmak için gerekli tüm motor ünitelerinin ateşlenmesi sürecini kısaltmış olabilir, bu sebeple de cimnastik sporcuları diğer spor branşlarına kıyasla daha kısa sürede pik tork değerine ulaşmış olabilir. Bunun yanı sıra kas kuvveti aktin ve miyozin yapıları arasında kurulan çarpaz köprülerin sayısı ile ilişkilidir ve kasın optimal uzunlukta olması maksimum kas kuvvetinin oluşmasını sağladığı belirtilmektedir (18). Antreman sürecinde ve spora özgü aktivitelerde esneklik içeren pek çok hareketin Cimnastik sporcularının rutininde yer alması, daha kısa sürelerde maksimum kas kuvvetini oluşturacak kas uzunluğunu oluşturmasına neden olmuş olabilir.

Çalışmanın limitasyonları;

Pik tork ölçümünün meydana geldiği tekrar sayıları belirlenirken tüm sporcuların maksimal performanslarını test başladığı andan itibaren gösterdikleri varsayıldı. Bu amaçla tüm sporcular aynı saatlerde aynı şartlarda değerlendirildi, aynı sözel komutlar kullanıldı, sporcuların testi anladığından emin olmak için test protokolü düzenlendi, geri bildirimler kullanıldı. Ancak sporcuların bireysel farklılıkları, psikolojik durumları, algı ya da hazır bulunma düzeyleri sporcunun maksimal performansını hiç gösterememesine ya da testin başlangıcından itibaren oluşturamamasına neden olmuş olabilir.

Çalışmamızın diğer bir limitasyonu ise araştırmada kurduğumuz alt hipotezlerimizi (yaş kategorileri, branşa, cinsiyete göre tekrar sayıları) doğrulamak ya da reddetmek için kategorilere göre belirlenen alt gruplara düşen sporcu sayısının istatistiksel analiz için yeterli sayıda olmamasıdır.

Çalışmamızda sadece 60 ve 180°/sn açısal hızlar için standart tekrar sayısı belirlenmiştir. Diz fleksiyon pik tork değerlerine 60°/sn açısal hızda 2-3 tekrarda ulaşılırken 180°/sn açısal hız için pik tork değerlerine 3-4 tekrarda ulaşılabilirdiği gösterilmiştir. Diz ekstansiyon pik tork değerinin oluştuğu tekrar sayısı ise 60°/sn açısal hızda 2. tekrar; 180°/sn'de 2-3 tekrar olarak belirlendi. Açısal hız artıkça pik tork değerinin oluştuğu tekrar sayısı da artmaktadır. Ancak bu sonuçlar 60 ve 180°/sn açısal hızlar dışındaki açısal hızlarda gerçekleştirilen ölçümler için kapsayıcı

olamayabilir. Altmış ve 180 °/sn açısal hızlar izokinetik diz kas kuvvetini değerlendirmek için sıklıkla tercih edilen açısal hızlardır. Ancak farklı açısal hızların tercih edildiği pek çok çalışma da literatürde yer almaktadır. Örneğin; Xaverova ve arkadaşları (3) hentbolcularda izokinetik diz kas kuvvetini 240°/sn açısal hızda 4 tekrar ile değerlendirmiştir. Çalışmamız sonucunda 4 tekrarın 180 °/sn için yeterli bir tekrar sayısı olduğunu belirtmek mümkündür. Ancak bu değerin yeterliliği 240 °/sn açısal hız için kesin nitelik taşıyamamaktadır. Bu sebeple farklı açısal hızlarda standart tekrar sayısını belirleyen çalışmalara ihtiyaç vardır. Açısal hız ve tekrar sayısı arasındaki pozitif ilişki göz önüne alındığında, 180 °/sn ‘den yüksek açısal hızlarda (240,300 °/sn vb) en az 180 °/sn açısal hız için belirlenmiş olan 3-4 tekrarda ölçüm yapılması önerilmektedir.

Elde edilen sonuçların, literatüre katkı sağlayacağını ve bu yöndeki çalışmalara altyapı oluşturacağını düşünmekteyiz. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz tekrar sayıları ile ilgili net sonuçların, izokinetik değerlendirme sistemlerini kullanan başta fizyoterapistler olmak üzere spor bilimcilere, doktorlara ve diğer sağlık çalışanlarına yol gösterici olacağı görüşündeyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, sporcularda 60°/sn ve 180 °/sn açısal hızlarda, dominant ve non-dominant tarafta diz fleksiyon- ekstansiyon pik tork değerinin olduğu tekrar sayılarını inceleyen ilk çalışmadır. Aynı zamanda çalışmamız genel çerçevede izokinetik değerlendirmelerde pik tork değerlerinin meydana geldiği tekrar sayılarını inceleyen de ilk çalışmadır. Sporcularda 60°/sn açısal hızda, diz fleksiyon pik tork

değerlerinin 2-3 tekrarda oluşturulduğu; diz ekstansiyon pik tork değerlerinin ise 2. tekrarda oluşturulduğu belirlendi. 180o/sn açısız hız için ise pik tork tekrar sayısının diz fleksiyon hareketi için 3-4 tekrar; diz ekstansiyonu için 2-3 tekrar gerektirdiği sonucuna varıldı.

- İzokinetik diz değerlendirme protokolleri oluşturulurken bireylerin cinsiyetleri ve spor branşları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Sporcuların tamamını kadınların oluşturduğu ya da kadınların çoğunlukta olduğu örneklem gruplarında değerlendirmenin 5 tekrardan oluşması önerilmektedir.
- Çalışmamızda tekrar sayıları belirlenirken yaş, cinsiyet ve spor branşı göz önünde bulundurulmuştur. Spor yılı gibi tekrar sayılarını etkileyebilecek diğer parametrelerin incelendiği çalışmalara ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.
- Elde edilen sonuçların, literatüre katkı sağlayacağını ve bu yöndeki çalışmalara altyapı oluşturacağını düşünmekteyiz. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz bilgilerin, izokinetik değerlendirme sistemlerini kullanan başta fizyoterapistler olmak üzere spor bilimcilere, doktorlara ve diğer sağlık çalışanlarına yol gösterici olacağı görüşündeyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance, *Sports Med*, 2016, 46(10):1419-1449.
2. Jones PA, Bampouras TM. A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance, *J Strength Cond Res*, 2010, 24(6):1553-1558.

3. Xaverova Z, Dirnberger J, Lehnert M, Belka J, Wagner H, Orechovska K. Isokinetic Strength Profile of Elite Female Handball Players, *J Hum Kinet*, 2015, 49:257-266.
4. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction, *Arthroscopy*, 2011, 27(12):1697-1705.
5. Undheim MB, Cosgrave C, King E, Strike S, Marshall B, Falvey E, et al. Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation, *Br J Sports Med*, 2015, 49(20):1305-1310.
6. Zapparoli FY, Riberto M. Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review, *J Sport Rehabil*, 2016:1-20.
7. Croisier J-L, Malnati M, Reichard LB, Peretz C, Dvir Z. Quadriceps and hamstring isokinetic strength and electromyographic activity measured at different ranges of motion: a reproducibility study, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2007, 17(4):484-492.
8. Takey K, Kandil OA, Elazm SNA, editors. Isokinetic quadriceps peak torque, average power and total work at different angular knee velocities. Nat Conference of Phys Ther Cairo university; 2009.
9. Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews JR. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee 1, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1994, 20(2):60-73.
10. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation, *Int J Sports Med*, 1994, 15 Suppl 1:S11-18.
11. Kowalski C. Correlation between time to peak torque and peak torque to vertical jump in college age athletes: Master of Science Thesis, *Marshall University*, 2003.
12. Pontaga I, Zidens J. Shoulder rotator muscle dynamometry characteristics: side asymmetry and correlations with ball-throwing speed in adolescent handball players, *Journal of human kinetics*, 2014, 42:41.
13. Hadzic V, Sattler T, Veselko M, Markovic G, Dervisevic E. Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players, *Journal of athletic training*, 2014, 49(3):338-344.
14. Roos E, Ekdah C, Roos H. Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players, *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 1998, 8(5):257-264.
15. Kurdak SS, Özgünen K, Adas Ü, Zeren C, Aslangiray B, Yazıcı Z, et al. Analysis of Isokinetic Knee Extension / Flexion in Male Elite Adolescent Wrestlers, *Journal of Sports Science & Medicine*, 2005, 4(4):489-498.

16. Frontera WR, Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function, *Calcif Tissue Int*, 2015, 96(3):183-195.
17. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease, *Am J Clin Nutr*, 2006, 84(3):475-482.
18. Oatis CA. Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement. Lippincott Williams & Wilkins; 2004. p. 45-67.
19. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance. Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 366-386.
20. Hall JE, Guyton AC. Guyton and Hall Medical Fizyoloji. Saunders/Elsevier; 2011. p. 71-82.
21. Thomas GD. Functional muscle ischemia in Duchenne and Becker muscular dystrophy, *Front Physiol*, 4:1-6.
22. Hikida RS. Aging changes in satellite cells and their functions, *Curr Aging Sci*, 2011, 4(3):279-297.
23. Cress ME, Conley KE, Balding SL, Hansen-Smith F, Konczak J. Functional training: muscle structure, function, and performance in older women, *J Orthop Sports Phys Ther*, 1996, 24(1):4-10.
24. Dahl R, Larsen S, Dohmann TL, Qvortrup K, Helge JW, Dela F, et al. Three-dimensional reconstruction of the human skeletal muscle mitochondrial network as a tool to assess mitochondrial content and structural organization, *Acta Physiol (Oxf)*, 2015, 213(1):145-155.
25. Weisleder N, Brotto M, Komazaki S, Pan Z, Zhao X, Nosek T, et al. Muscle aging is associated with compromised Ca²⁺ spark signaling and segregated intracellular Ca²⁺ release, *J Cell Biol*, 2006, 174(5):639-645.
26. Treves S, Vukcevic M, Maj M, Thurnheer R, Mosca B, Zorzato F. Minor sarcoplasmic reticulum membrane components that modulate excitation-contraction coupling in striated muscles, *J Physiol*, 2009, 587(Pt 13):3071-3079.
27. Powers K, Schappacher-Tilp G, Jinha A, Leonard T, Nishikawa K, Herzog W. Titin force is enhanced in actively stretched skeletal muscle, *J Exp Biol*, 2014, 217(Pt 20):3629-3636.
28. Lieber RL, Bodine-Fowler SC. Skeletal muscle mechanics: implications for rehabilitation, *Phys Ther*, 1993, 73(12):844-856.
29. Huxley AF, Simmons RM. Proposed mechanism of force generation in striated muscle, *Nature*, 1971, 233(5321):533-538.
30. Brand PW, Beach RB, Thompson DE. Relative tension and potential excursion of muscles in the forearm and hand, *J Hand Surg Am*, 1981, 6(3):209-219.

31. Gans C. Fiber architecture and muscle function, *Exerc Sport Sci Rev*, 1982, 10:160-207.
32. Lieber RL, Jacobson MD, Fazeli BM, Abrams RA, Botte MJ. Architecture of selected muscles of the arm and forearm: anatomy and implications for tendon transfer, *J Hand Surg Am*, 1992, 17(5):787-798.
33. Zajac FE. How musculotendon architecture and joint geometry affect the capacity of muscles to move and exert force on objects: a review with application to arm and forearm tendon transfer design, *J Hand Surg Am*, 1992, 17(5):799-804.
34. Fukunaga T, Kawakami Y, Kuno S, Funato K, Fukashiro S. Muscle architecture and function in humans, *J Biomech*, 1997, 30(5):457-463.
35. Sherman MA, Seth A, Delp SL. What is a moment arm? Calculating muscle effectiveness in biomechanical models using generalized coordinates, *ASME Paper*, 2013, (V07BT10A052):10.1115.
36. Koh TJ, Herzog W. Increasing the moment arm of the tibialis anterior induces structural and functional adaptation: implications for tendon transfer, *J Biomech*, 1998, 31(7):593-599.
37. Maganaris CN, Baltzopoulos V, Tsaopoulos D. Muscle fibre length-to-moment arm ratios in the human lower limb determined in vivo, *J Biomech*, 2006, 39(9):1663-1668.
38. Hoy MG, Zajac FE, Gordon ME. A musculoskeletal model of the human lower extremity: the effect of muscle, tendon, and moment arm on the moment-angle relationship of musculotendon actuators at the hip, knee, and ankle, *J Biomech*, 1990, 23(2):157-169.
39. Aagaard P, Andersen JL. Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle, *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30(8):1217-1222.
40. Fitts RH, McDonald KS, Schluter JM. The determinants of skeletal muscle force and power: their adaptability with changes in activity pattern, *J Biomech*, 1991, 24 Suppl 1:111-122.
41. Holzbaur KR, Delp SL, Gold GE, Murray WM. Moment-generating capacity of upper limb muscles in healthy adults, *J Biomech*, 2007, 40(11):2442-2449.
42. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture, *J Physiol*, 2001, 534(Pt. 2):613-623.
43. Narici M. Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques: functional significance and applications, *J Electromyogr Kinesiol*, 1999, 9(2):97-103.

44. Ichinose Y, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T. Relationship between muscle fiber pennation and force generation capability in Olympic athletes, *Int J Sports Med*, 1998, 19(8):541-546.
45. Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles, *J Appl Physiol (1985)*, 1993, 74(6):2740-2744.
46. Gordon AM, Huxley AF, Julian FJ. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres, *J Physiol*, 1966, 184(1):170-192.
47. Rassier DE, MacIntosh BR, Herzog W. Length dependence of active force production in skeletal muscle, *J Appl Physiol (1985)*, 1999, 86(5):1445-1457.
48. Gandevia SC, McKenzie DK. Activation of human muscles at short muscle lengths during maximal static efforts, *J Physiol*, 1988, 407:599-613.
49. Gareis H, Solomonow M, Baratta R, Best R, D'Ambrosia R. The isometric length-force models of nine different skeletal muscles, *J Biomech*, 1992, 25(8):903-916.
50. Herzog W, Leonard TR, Renaud JM, Wallace J, Chaki G, Bornemisza S. Force-length properties and functional demands of cat gastrocnemius, soleus and plantaris muscles, *J Biomech*, 1992, 25(11):1329-1335.
51. Rousanoglou EN, Oskouei AE, Herzog W. Force depression following muscle shortening in sub-maximal voluntary contractions of human adductor pollicis, *J Biomech*, 2007, 40(1):1-8.
52. Herzog W, Leonard TR. The role of passive structures in force enhancement of skeletal muscles following active stretch, *J Biomech*, 2005, 38(3):409-415.
53. Mero A, Kuitunen S, Harland M, Kyrolainen H, Komi PV. Effects of muscle-tendon length on joint moment and power during sprint starts, *J Sports Sci*, 2006, 24(2):165-173.
54. Herzog W, Read LJ. Lines of action and moment arms of the major force-carrying structures crossing the human knee joint, *J Anat*, 1993, 182 (Pt 2):213-230.
55. Ketchum LD, Thompson D, Pocock G, Wallingford D. A clinical study of forces generated by the intrinsic muscles of the index finger and the extrinsic flexor and extensor muscles of the hand, *J Hand Surg Am*, 1978, 3(6):571-578.
56. Murray WM, Delp SL, Buchanan TS. Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position, *J Biomech*, 1995, 28(5):513-525.
57. Powers SK, Howley ET. Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance: McGraw-Hill Higher Education; 2009.

58. Cress NM, Peters KS, Chandler JM. Eccentric and concentric force-velocity relationships of the quadriceps feimoris muscle, *J Orthop Sports Phys Ther*, 1992, 16(2):82-86.
59. Clancy EA, Hogan N. Relating agonist-antagonist electromyograms to joint torque during isometric, quasi-isotonic, nonfatiguing contractions, *IEEE Trans Biomed Eng*, 1997, 44(10):1024-1028.
60. Vogt T, Nix WA, Pfeifer B. Relationship between electrical and mechanical properties of motor units, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1990, 53(4):331-334.
61. Rodgers KL, Berger RA. Motor-unit involvement and tension during maximum, voluntary concentric, eccentric, and isometric contractions of the elbow flexors, *Med Sci Sports*, 1974, 6(4):253-259.
62. Miller M, Holmback AM, Downham D, Lexell J. Voluntary activation and central activation failure in the knee extensors in young women and men, *Scand J Med Sci Sports*, 2006, 16(4):274-281.
63. Liu G, Mac Gabhann F, Popel AS. Effects of fiber type and size on the heterogeneity of oxygen distribution in exercising skeletal muscle, *PloS one*, 2012, 7(9):e44375.
64. Lambolely C, Murphy R, McKenna MJ, Lamb G. Sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ uptake and leak properties, and SERCA isoform expression, in type I and type II fibres of human skeletal muscle, *The Journal of physiology*, 2014, 592(6):1381-1395.
65. Schiaffino S, Reggiani C. Fiber types in mammalian skeletal muscles, *Physiological reviews*, 2011, 91(4):1447-1531.
66. Andersen JL. Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle, *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2003, 13(1):40-47.
67. Bottinelli R, Pellegrino MA, Canepari M, Rossi R, Reggiani C. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study, *J Electromyogr Kinesiol*, 1999, 9(2):87-95.
68. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance. Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 509-553.
69. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise, *Phys Ther*, 1967, 47(2):114-117.
70. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Physical Rehabilitation of the Injured Athlete. Elsevier/Saunders; 2012. p. 549.
71. Davies GJ. A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques: S & S Publishers; 1992.
72. Cheung RT, Smith AW, Wong del P. H:q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players, *J Hum Kinet*, 2012, 33:63-71.

73. Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic Hamstrings:Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes, *J Athl Train*, 2001, 36(4):378-383.
74. Andrade Mdos S, De Lira CA, Koffes Fde C, Mascarin NC, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: the influence of sport modality, gender, and angular velocity, *J Sports Sci*, 2012, 30(6):547-553.
75. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study, *Am J Sports Med*, 2008, 36(8):1469-1475.
76. Magalhaes J, Oliveira J, Ascensao A, Soares J. Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players, *J Sports Med Phys Fitness*, 2004, 44(2):119-125.
77. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Bojsen-Moller F, Dyhre-Poulsen P. Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension, *Scand J Med Sci Sports*, 2000, 10(2):58-67.
78. Meyer EG, Haut RC. Anterior cruciate ligament injury induced by internal tibial torsion or tibiofemoral compression, *J Biomech*, 2008, 41(16):3377-3383.
79. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers, *Br J Sports Med*, 1998, 32(4):309-314.
80. Clanton TO, Coupe KJ. Hamstring strains in athletes: diagnosis and treatment, *J Am Acad Orthop Surg*, 1998, 6(4):237-248.
81. Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, Ydens LR, Skipper BJ. Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study, *J Bone Joint Surg Am*, 1984, 66(5):734-740.
82. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques, *Am J Sports Med*, 1996, 24(6):765-773.
83. Li RC, Maffulli N, Hsu YC, Chan KM. Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings and functional ability of anterior cruciate deficient knees in recreational athletes, *Br J Sports Med*, 1996, 30(2):161-164.
84. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers, *Am J Sports Med*, 1997, 25(1):81-85.
85. Gur H. Concentric and eccentric isokinetic measurements in knee muscles during the menstrual cycle: a special reference to reciprocal moment ratios, *Arch Phys Med Rehabil*, 1997, 78(5):501-505.

86. Janse de Jonge XA, Boot CR, Thom JM, Ruell PA, Thompson MW. The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans, *J Physiol*, 2001, 530(Pt 1):161-166.
87. Lebrun CM, McKenzie DC, Prior JC, Taunton JE. Effects of menstrual cycle phase on athletic performance, *Med Sci Sports Exerc*, 1995, 27(3):437-444.
88. Vincent W. Statistics in Kinesiology Human Kinetics, Champaign, IL1995. p. 115-145.
89. Ghrairi M, Hammouda O, Malliaropoulos N. Muscular strength profile in Tunisian male national judo team, *Muscles Ligaments Tendons J*, 2014, 4(2):149-153.
90. Thomas AC, Villwock M, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction, *J Athl Train*, 2013, 48(5):610-620.
91. Spor Genel Müdürlüğü. 2017 - 2018 Okul Spor Faaliyetleri Branş, Yaş, Kategori Ve Isf Bilgileri Tablosu (Erkek-Kız) 2017 [Available from: [http://okulsportal.gsb.gov.tr/PortalAdmin/Uploads/OkulSportal/Documents/3.%20YA%C5%9E%20GRUPLARI%20TABLOSU/2017-2018%20E%C4%9E%C4%B0T%C4%B0M%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20YIL%20BRAN%C5%9E,%20YA%C5%9E,%20KATEGOR%C4%B0%20VE%20ISF%20B%C4%B0LG%C4%B0LER%C4%B0%20TABLO SU%20\(TASLAK\).pdf](http://okulsportal.gsb.gov.tr/PortalAdmin/Uploads/OkulSportal/Documents/3.%20YA%C5%9E%20GRUPLARI%20TABLOSU/2017-2018%20E%C4%9E%C4%B0T%C4%B0M%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20YIL%20BRAN%C5%9E,%20YA%C5%9E,%20KATEGOR%C4%B0%20VE%20ISF%20B%C4%B0LG%C4%B0LER%C4%B0%20TABLO SU%20(TASLAK).pdf)].
92. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu [Available from: <http://beslenme.gov.tr/index.php?lang=tr&page=54?CHK=af7275b083964bd7f2e3bb9f29c64828>].
93. Ardern CL, Pizzari T, Wollin MR, Webster KE. Hamstrings strength imbalance in professional football (soccer) players in Australia, *J Strength Cond Res*, 2015, 29(4):997-1002.
94. Comfort P, Graham-Smith P, Matthews MJ, Bamber C. Strength and power characteristics in English elite rugby league players, *J Strength Cond Res*, 2011, 25(5):1374-1384.
95. Dalamitros AA, Manou V, Christoulas K, Kellis S. Knee Muscles Isokinetic Evaluation after a Six-Month Regular Combined Swim and Dry-Land Strength Training Period in Adolescent Competitive Swimmers, *Journal of Human Kinetics*, 2015, 49:195-200.
96. Sattler T, Sekulic D, Esco MR, Mahmutovic I, Hadzic V. Analysis of the association between isokinetic knee strength with offensive and defensive jumping capacity in high-level female volleyball athletes, *J Sci Med Sport*, 2015, 18(5):613-618.

97. Gonzalez-Rave JM, Juarez D, Rubio-Arias JA, Clemente-Suarez VJ, Martinez-Valencia MA, Abian-Vicen J. Isokinetic leg strength and power in elite handball players, *J Hum Kinet*, 2014, 41:227-233.
98. Avila M, Brasileiro J, Salvini T. Electrical stimulation and isokinetic training: effects on strength and neuromuscular properties of healthy young adults, *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 2008, 12(6):435-440.
99. Schiltz M, Lehance C, Maquet D, Bury T, Crielaard JM, Croisier JL. Explosive strength imbalances in professional basketball players, *J Athl Train*, 2009, 44(1):39-47.
100. Evans WJ, Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition, *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 1995, 50(Special Issue):11-16.
101. Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Murray TF, Hostler DP, Crill MT, et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women, *Journal of histochemistry & cytochemistry*, 2000, 48(5):623-629.
102. Saltin B, Henriksson J, Nygaard E, Andersen P, Jansson E. Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners, *Ann N Y Acad Sci*, 1977, 301:3-29.
103. Willigenburg NW, McNally MP, Hewett TE. Quadriceps and hamstrings strength in athletes. Hamstring and quadriceps injuries in athletes: Springer; 2014. p. 15-28.
104. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females, *J Am Acad Orthop Surg*, 2013, 21(1):41-50.
105. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen, *Arthroscopy*, 2007, 23(12):1320-1325.e1326.
106. Toth AP, Cordasco FA. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete, *J Gend Specif Med*, 2001, 4(4):25-34.
107. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature, *Am J Sports Med*, 1995, 23(6):694-701.
108. Staurowsky EJ. Women and Sport: From Liberation to Celebration. Human Kinetics; 2016. p. 75-93.
109. Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, Yu B, Garrett WE. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks, *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2001, 16(5):438-445.
110. Wojtys EM, Huston LJ, Taylor PD, Bastian SD. Neuromuscular adaptations in isokinetic, isotonic, and agility training programs, *Am J Sports Med*, 1996, 24(2):187-192.

111. Zazulak BT, Ponce PL, Straub SJ, Medvecky MJ, Avedisian L, Hewett TE. Gender comparison of hip muscle activity during single-leg landing, *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005, 35(5):292-299.
112. Staurowsky EJ. *Women and Sport: From Liberation to Celebration*. Human Kinetics; 2016. p. 57-75.
113. Houweling TA, Head A, Hamzeh MA. Validity of isokinetic testing for previous hamstring injury detection in soccer players, *Isokinetics and Exercise Science*, 2009, 17(4):213-220.
114. Lanning AC, Power GA, Christie AD, Dalton BH. Influence of sex on performance fatigability of the plantar flexors following repeated maximal dynamic shortening contractions, *Appl Physiol Nutr Metab*, 2017, 42(10):1118-1121.
115. Billaut F, Bishop D. Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise, *Sports Med*, 2009, 39(4):257-278.
116. De Ste Croix M, Armstrong N, Weisman J. Concentric isokinetic leg strength in pre-teen, teenage and adult males and females, *Biology of Sport*, 1999, 16(2):75-86.
117. Ramos E, Frontera WR, Llopart A, Feliciano D. Muscle strength and hormonal levels in adolescents: gender related differences, *Int J Sports Med*, 1998, 19(8):526-531.
118. Maffulli N, King JB, Helms P. Training in elite young athletes (the Training of Young Athletes (TOYA) Study): injuries, flexibility and isometric strength, *Br J Sports Med*, 1994, 28(2):123-136.
119. De Ste Croix M. Isokinetic assessment and interpretation in paediatric populations: Why do we know relatively little?, *Isokinetics and Exercise Science*, 2012, 20(4):275-291.
120. Sands WA, McNeal JR, Penitente G, Murray SR, Nassar L, Jemni M, et al. Stretching the spines of gymnasts: a review, *Sports Medicine*, 2016, 46(3):315-327.

8. EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı



**ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ (AYBÜ)
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU (SBEK)
PROJE ONAY BELGESİ**



Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü öğrencilerinden Özge Çoban'ın, "İzokinetik Diz Değerlendirme Protokollerinin Oluşmasında 60°/saniye Ve 180°/saniye Açısız Hızlara Özel Gerekli Tekrar Sayısının Belirlenmesi" adlı araştırması değerlendirilmiştir. (Bu kısım başvuru sahibi tarafından doldurulmalıdır)

Proje etik açısından uygun bulunmuştur.

Proje etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir.

Proje etik açısından uygun bulunmamıştır.



SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU KARARI (Etik Kurul tarafından doldurulacaktır)	
Araştırma kodu (Yıl – Araştırma sıra no)	542
Başvuru formunun Etik Kurula ulaştığı tarih	20.04.2017
Etik Kurul Karar toplantı tarihi ve karar no	10.05.2017 / 34
Yer	Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Esenboğa Külliyesi
Katılımcılar	Formda imzası bulunan üyelerimiz toplantıya katılmıştır.

KURUL BAŞKANI, BAŞKAN YARDIMCISI VE ÜYELER:

		İMZA
Prof. Dr. Cem Şafak ÇUKUR	Başkan	
Doç. Dr. Musa AYGÜL	Başkan Yardımcısı	
Prof. Dr. Şükrü ÖZEN	Üye	
Prof. Dr. Ergün ERASLAN	Üye	
Prof. Dr. Metin ÖZDEMİR	Üye	
Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM	Üye	
Prof. Dr. Tekin AKDEMİR	Üye	
Doç. Dr. Rıza GÖKLER	Üye	

EK-2. Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı	: Özge Çoban
Doğum tarihi	: 07/04/1992
Doğum yeri	: Bakırköy
Medeni hali	: Bekar
Uyruğu	: Türkiye Cumhuriyeti
Adres	: Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara
Tel	: 0530-136-29-61
Faks	:
E-mail	: ozgecoban61@hotmail.com
EĞİTİM	
Lise	: Kabataş Erkek Lisesi
Lisans	: İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
Yüksek lisans	: Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı (Devam Ediyor)
YABANCI DİL BİLGİSİ	
İngilizce	: YDS (90)
Fransızca	: Az
ÜYE OLUNAN MESLEKİ KURULUŞLAR	
Türkiye Fizyoterapistler Derneği	