

T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



BACAĞ KAS KUVVETİNİN POWRLİNK VE DİNAMOMETRE
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim ÖZKAYA

Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı

Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri (Tezli) Yüksek Lisans Programı

HAZİRAN 2023

**T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**BACAĞI KAS KUVVETİNİN POWRLİNK VE DİNAMOMETRE
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İbrahim ÖZKAYA
(210008003)**

Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı

Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri (Tezli) Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Seyed Houtan SHAHIDI

HAZİRAN 2023



T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz, Beden Eğitimi ve Spor bilimleri Yüksek Lisans Programı (210008003) numaralı öğrencisi İbrahim ÖZKAYA'nın “Bacak Kas Kuvvetinin Powrlink Ve Dinamometre Kullanılarak Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulu tarafından 23/06/2023 tarihinde oluşturulan jüri tarafından Oy Birliği ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 23/06/2023

1) Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Seyed Houtan SHAHIDI

2) Jüri Üyesi: Prof. Dr. Mehmet Yavuz TAŞKIRAN

3) Jüri Üyesi: Prof. Dr. Nusret RAMAZANOĞLU

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Bacak Kas Kuvvetinin Powrlink Ve Dinamometre Kullanarak Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim (23/06/2023).

İbrahim ÖZKAYA



ÖNSÖZ

Çalışmam boyunca deneyim, katkı ve yardımlarını benden esirgemeyen danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Seyed Houtan SHAHIDI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Gerek Yüksek Lisans tez çalışmam ve gerekse eğitim hayatım boyunca desteğini ve özverisini yanımda hissettiğim Anne ve Babam'a teşekkür ederim.

Haziran 2023

İbrahim ÖZKAYA



İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|--|----------------------------------|
| ÖNSÖZ | iv |
| İÇİNDEKİLER | v |
| KISALTMALAR | vi |
| ÇİZELGE LİSTESİ | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ | viii |
| ÖZET | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Araştırmanın Konusu | 1 |
| 1.2 Araştırmanın Amacı | 4 |
| 2. LİTERATÜR | 5 |
| 2.1 Kas Kuvveti | 5 |
| 2.2 Bacak Kuvvetinin Değerlendirilmesi | 7 |
| 2.3 Kas Kasılma | 8 |
| 2.3.1 Kas kasılma türleri | 9 |
| 2.4 Kas Kasılma ve Performans | 10 |
| 2.5 Kas Kasılması ve Dayanıklılık | 10 |
| 2.6 Kas Kasılması ve Hız/Çeviklik | 10 |
| 2.7 Geçerlik ve Güvenirlik | 11 |
| 3. YÖNTEM | 12 |
| 3.1 Isınma hareketleri | 12 |
| 3.2 Antropometri | 12 |
| 3.3 İzometrik Dinamometre Kuvvet Testi..... | 13 |
| 3.4 Powrlink İzometrik Kuvvet Testi | 13 |
| 3.5 Verilerin Analizi..... | 14 |
| 4. SONUÇLAR | 15 |
| 5. TARTIŞMA | 18 |
| KAYNAKLAR | 20 |
| EKLER | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |
| ÖZGEÇMİŞ | 23 |

KISALTMALAR

| | |
|-------------|---|
| 1-RM | : One Repetition Maximum |
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| ATP | : Adenozin Trifosfat |
| BMI | : Body Mass Index |
| CM | : Santimetre |
| ICC | : Intraclass Correlation Coefficient |
| KG | : Kilogram |
| MMT | : Manual Muscle Tester |
| RIHM | : Rotterdam İçsel El Miyometresi |
| SD | : Standart Deviasyon |
| SEM | : Scanning Electron Microscopy |
| SPSS | : Statistical Package for the Social Sciences |
| SS | : Standart Sapma |
| UK | : United Kingdom |

ÇİZELGE LİSTESİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Çizelge 4.1: Tanımlayıcı İstatistikler (Ortalama \pm SS) | 15 |
| Çizelge 4.2: Takei ve Powlink Kuvvet Dinamometreleri İle Elde Edilen Maksimal İzometrik Kuvvet Testi Ölçümlerinin Değerlendirici İçi ve Kişiler Arası Güvenilirliği | 16 |



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

- Şekil 4.1:** Bacak-Sırt Kas Gücünü Değerlendirmek İçin Takei ve Powrlink Kuvvet Dinamometrelerini Aynı Anda Kullanan Deney Düzeneginin Görüntüsü 16
- Şekil 4.2:** Panel A; Takei ve Powrlink Kuvvet Dinamometreleri ile Elde Edilen Ölçümler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayısı. Panel B; Powrlink Kuvvet Dinamometresinin Test ve Tekrar Test Ölçümleri Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayısı 17

BACAK KAS KUVVETİNİN POWRLINK VE DİNAMOMETRE KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

İskelet kası kuvveti, bireyin fonksiyonel kapasitesinin önemli bir belirleyicisidir. Genç yetişkinlerde kas kuvveti atletik performansla ilişkilendirilirken, yaşlılarda daha fazla kuvvet genellikle daha iyi sağlık ve daha yüksek düzeyde bağımsız yaşam ile ilişkilendirilir. Kas kuvveti, başarılı spor performansında kilit faktörlerden biridir ve sporcularda yaralanma rehabilitasyonunun etkinliğinin önemli bir göstergesidir. Alt ekstremitte kuvvetsizliği, birçok spor veya aktivitede fonksiyonel performansı etkileyen en önemli nedenlerden biridir.

Alt ekstremitte kas kuvvetinin değerlendirilmesi, etkili eğitim veya tedavi stratejileri için hem araştırma hem de klinik ortamlarda yararlı bir sonuç ölçütüdür. Kas kuvvetinin günlük işlevler için önemi, kas kuvvetini ölçmek için güvenilir ve geçerli prosedürlerin geliştirilmesini gerektirir. Alt ekstremitte kas kuvvetini ölçmek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Genel olarak, iki tür kuvvet değerlendirmesi sıklıkla kullanılır: bir tekrarlı maksimum (1-RM) testi ve dinamometri. Bir tekrarlı maksimum test, izoinertial bir kasılma gerektirir - yani, sabit bir ağırlık istemli bir hızda kaldırılır. Dinamometri, izometrik veya izokinetik kasılma gerektirir. Uygun standardizasyon uygulandığında - örneğin, egzersize aşına olma, katılımcının konumlandırılması ve stabilizasyonu ve katılımcının talimatı ve teşviki - dinamometrinin oldukça güvenilir test sonuçları sağladığı gösterilmiştir. Yüksek güvenilirlik ve objektiflik nedeniyle, bir dinamometre (örn. Cybex veya Biodex) üzerinde gerçekleştirilen izometrik ve izokinetik pik tork ölçümleri, insanlarda iskelet kası kuvvetinin in vivo değerlendirmesi için "altın standart" olarak kabul

edilir. Bu nedenle, bu çalışmada Powrlink cihazının bacak dinamometrisinin altın standart yöntemiyle karşılaştırıldığında bacak kas kuvvetini değerlendirmek için iyi bir araç olup olmadığını belirlemek istedik. Bu nedenle, mevcut çalışmanın amacı, izometrik bacak kuvveti sonuçlarını bir valireferens olarak bacak dinamometresi ve Powrlink mobil sensör cihazı ile karşılaştırmak olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Kas kuvveti, İzometrik Kasılma, Dinamometri, Direnç Eğitimi, Geçerlilik ve Güvenirlilik*

BACAĞ KAS KUVVETİNİN POWRLINK VE DİNAMOMETRE KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ABSTRACT

Skeletal muscle strength is an important determinant of an individual's functional capacity. Whereas in young adults muscle strength has been related to athletic performance, in the elderly greater strength is generally associated with better health and a higher level of independent living. Muscle strength is one of the key factors in successful sports performance and is an important indicator of the effectiveness of injury rehabilitation in athletes. Lower limb weakness is one of the major reasons influencing functional performance in many sports or activities. Assessing lower limb muscle strength is a useful outcome measure both in research and clinical settings for effective training or treatment strategies. The importance of muscle strength for daily function requires the development of reliable and valid procedures to quantify muscle strength. Many methods are used to measure lower limb muscle strength. In general, two forms of strength assessment are frequently used: one-repetition maximum (1-RM) testing and dynamometry. One-repetition maximum testing requires an isoinertial contraction –a constant weight is lifted at a voluntary speed. Dynamometry requires either an isometric or isokinetic contraction. When appropriate standardization is applied – for example, familiarization with the exercise, positioning, and stabilization of the participant, and instruction and encouragement of the participant – dynamometry has been shown to provide highly reliable test results. Because of the high reliability and objectivity, isometric and isokinetic peak torque measurements performed on a dynamometer (e.g., Cybex or Biodex) are considered the “gold standard” for the in vivo assessment of human skeletal muscle strength. Therefore, in the present study, we wished to determine whether the Powrlink device is a good means of evaluating leg muscle strength when compared with the gold standard method of leg dynamometry. Therefore, the aim of the current study will be to compare the results of isometric leg strength with a leg dynamometer as a valid reference and Powrlink mobile sensor device.

Keywords: *Muscle Strength, Isometric Contraction, Dynamometry, Resistance Training, Validity, and Reliability*

1. GİRİŞ

1.1 Araştırmanın Konusu

Maksimum güç ölçümü genellikle tıpta tüm nöromüsküler sistemin işlevini incelemek için kullanılır. Örneğin karpal tünel sendromunda median sinirin motor fonksiyonunu ve tenar kasının atrofisini ölçmek için sıklıkla el kas kuvveti kullanılır (Austin, Brown, Nicholson, & Clark, 2022). Bir ulnar veya median sinir yaralanmasından sonra, motor iyileşmeyi incelemek için kas kuvveti kullanılabilirken Charcot Marie Tooth gibi nöromüsküler hastalıklarda, nöromüsküler sistemdeki hastalığın ilerlemesini izlemek için zaman içinde tekrarlanan el kuvveti ölçümü kullanılabilir (Coldwells, Atkinson, & Reilly, 1994). Spor bilimleri gibi bazı durumlarda, özellikle kasın gerçekte ne kadar güçlü olduğuna ilgi duyulurken, birçok klinik durumda maksimum kas kuvvetinin nöromüsküler sistemin kalitesinin bir göstergesi olarak kullanıldığına dikkat edilmelidir. Ve bu sistemin zaman içinde veya müdahale sonrasında gelişmesi (Cvečka ve diğerleri., 2022).

Nöromüsküler sistemin kapasitesini değerlendirmek için maksimum ölçüm güç tek seçenek değildir. Örneğin, hastalar için güç seviyesinin yeterli kontrolüne sahip olmak ve belirli bir görev için gereken yönde belirli bir kuvvet uygulayabilmek daha önemli olabilir (Cvečka ve diğerleri., 2022). Bu nedenle, kas fonksiyonunun bazı alternatif ölçümleri geliştirilmiştir. Örneğin, çalışmalar, hastaların güç seviyesini değiştirerek bir bilgisayar ekranında belirli kalıpları takip etme yeteneğini değerlendirirken, diğerleri, belirli güç seviyeleri oluşturmanın yanı sıra bu güç seviyelerinin yönünü kontrol etmeyi birleştiren görevler tasarladı (Cvečka ve diğerleri., 2022).

Ek olarak, bir dizi çalışma özellikle, örneğin yaşlı insanlarda veya nöromüsküler hastalığı olan hastalarda önemli olabilen nöromüsküler dayanıklılık ve yorgunluğa odaklanmıştır. Bununla birlikte, bugüne kadar kuvvet kontrolü, yorgunluk, dayanıklılık değerlendirme yöntemleri nispeten karmaşık ve zaman alıcıydı ve

maksimum kas kuvvetini ölçmekten daha az güvenilir olduğu gösterildi (Cvečka ve diğerleri., 2022). Bu nedenle, klinik uygulamada olduğu kadar araştırmada da maksimum güç ölçümü, kolayca öğretilip uygulanabildiği ve sonuçlar seanslar arasında ve akranlar arasında kolayca karşılaştırılabildiği için, genellikle nöromüsküler sistemin işleyişinin bir göstergesi olarak kullanılır (Guex, Daucourt, & Borloz, 2015). Ayrıca maksimum gücü ölçmek, bugüne kadar üzerinde çalışılan kontrol ve yorulma görevlerinden daha güvenilirdir. Yönelik bir dizi farklı teknik veya yaklaşım vardır. Maksimum gücü ölçmek (Hébert ve diğerleri., 2011). Kas gücü, hız ve direncin tüm egzersiz boyunca aynı kaldığı izokinetik olarak ölçülebilir. Ölçüm veya eklem sabit bir konumda olduğu yerde izometrik olarak. Ek olarak, Biodex gibi bazı sistemler bir eklem torkunu ölçerken, diğerleri bir nesneyi tutma veya kısırtma gibi belirli bir görev sırasındaki kuvveti veya gücü ölçer (Kato, 2022).

Maksimum gücün ölçülmesi de bu çalışmanın odak noktasıdır. Bir kişinin üretebileceği el kuvvetinin büyüklüğü günlük işleyişe uygun olmasa da, birkaç çalışma el kuvveti ile DASH gibi el aktivitesi / katılım anketleri arasında pozitif bir korelasyon olduğunu öne sürüyor (Kato, 2022). Kuvvet ve aktivite arasındaki spesifik ilişkiler, spesifik patolojiye bağlı olabilir. Örneğin, el kuvveti için, bölümümüzde Charcot-Marie-Tooth (CMT) hastalığı olan hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, el kas kuvveti ile aktiviteyi ilişkilendirdik ve intrinsek kas kuvvetinin elin ince aktiviteleri ile daha güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu bulduk ve kavrama ve bilek kuvveti, üst ekstremitte aktivitesinin daha genel bir değerlendirmesi olan DASH ile daha güçlü bir şekilde ilişkilidir (Kato, 2022). El kuvveti, uç kısırtma, tuş kısırtma, üç ayak kısırtma ve kavrama kuvveti gibi farklı kavrama fonksiyonlarını ölçen farklı aletlerle değerlendirilebilir. Bu güç ölçümleri, önemli günlük görevleri ölçtüğü için işlevsel olarak önemlidir. Bununla birlikte, aynı anda birkaç farklı parmak, eklem ve kası tutma dezavantajına sahiptirler (Kato & Yamasaki, 2009b). Geleneksel olarak uygun aletler bulunmadığından, müdahaleler genellikle belirli parmakları veya başparmağı güçlendirmeyi amaçlasa da, bireysel parmakların veya başparmağın kuvvetinin ölçülmesi genellikle günlük uygulamada yapılmaz. Bu nedenle, bu araştırma sadece kavrama ve kısırtma ölçümlerini değil, aynı zamanda bireysel parmakların veya başparmağın kuvvet ölçümlerini de kapsar (Kato & Yamasaki, 2009a).

Sporcuların performansı üzerine yapılan arařtırmalar, spor bilimleri ve egzersiz fizyolojisi alanlarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu makalede, sporcuların performansını etkileyen faktörleri inceleyeceđiz (Kozinc, Smajla, Trajković, & Šarabon, 2022).

Spor performansı, bir spor dalında en üst düzeyde performans sergileme yeteneği olarak tanımlanabilir (Kusumo, Himawanto, & Sulistiono). Bu performans, birçok faktörün bir araya gelmesiyle ortaya çıkar. Bunlar arasında genetik yatkınlık, antrenman düzeni, beslenme, uyku, psikolojik faktörler ve sporcuların yaşam tarzı gibi etkenler bulunmaktadır (Lu et ve diğerleri, 2011). Genetik yatkınlık, bir sporcuda doğal olarak bulunan fiziksel özelliklerin ve yeteneklerin bir kombinasyonudur. Örneğin, uzun boylu bir vücuda sahip olmak basketbol oyuncularını için avantajlı olabilirken, hızlı kas liflerine sahip olmak sprint atletleri için önemlidir. Genetik yatkınlık, sporcuların potansiyelini belirlerken, antrenman ve diğer faktörlerle birlikte optimize edilerek performansı artırabilir. Antrenman düzeni, sporcuların performansını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Antrenman programları, uygun bir dengeyi sağlamak için dayanıklılık, kuvvet, hız, esneklik ve teknik becerileri içermelidir (Najiah ve diğerleri, 2021). Ayrıca, antrenmanın yoğunluğu, süresi ve sıklığı da sporcuların performansını etkileyen önemli faktörlerdir. Beslenme, sporcuların enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve vücutlarının ihtiyaç duyduğu besin öğelerini sağlamak için önemlidir. Sporcuların iyi bir beslenme düzenine sahip olmaları, performanslarını artırabilir, iyileşmeyi hızlandırabilir ve sakatlanma riskini azaltabilir (Oktavian & Sugiyanto). Protein, karbonhidrat, yağ, vitaminler, mineraller ve su gibi besin öğelerinin dengeli bir şekilde alınması önemlidir. Uyku, sporcuların performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yeterli uyku, iyileşme sürecini destekler, konsantrasyonu artırır, hafızayı güçlendirir ve sakatlanma riskini azaltır. Sporcuların uyku düzenine özen göstermeleri ve yeterli uyku almaları performanslarını olumlu yönde etkileyebilir. Psikolojik faktörler de sporcuların performansını etkileyen önemli etkenler arasındadır. Motivasyon, odaklanma, stres yönetimi, özgüven ve takım çalışması gibi psikolojik beceriler, sporcuların performansını artırabilir. Kavrama ve kısırtma ölçümleri için, kavrama basıncı için Martin Vigorimeter, iyi bilinen Jamar dinamometresine benzer bir kavrama kuvveti dinamometresi ve bir kısırtma dinamometresi gibi iyi bilinen enstrümanlar kullandık ve karşılaştırdık (Stark,

Walker, Phillips, Fejer, & Beck, 2011). Bireysel parmak kuvvetini veya başparmak kuvvetini ölçmek için yeni geliştirilmiş bir alet kullandık: Rotterdam İçsel El Miyometresi (RIHM). RIHM, tek tek parmakların ve başparmağın kas gücünü ölçebilen bir cihazdır ve bu nedenle içsel kas gücünü veya örneğin bir tendon transferinden sonra başparmağın karşıtlığını doğrudan değerlendirmek için uygundur (Sung, Yi, & Shin, 2019).

1.2 Araştırmanın Amacı

Mevcut çalışmanın amaçları;

Bu nedenle, mevcut çalışmanın amacı, izokinetik dinamometre yönteminin amaçları ile karşılaştırılacaktır;

- 1) Powrlink cihazının geçerliliğini teyit etmek
- 2) Test-tekrar test yöntemiyle güvenilirliklerini değerlendirmek
- 3) Dinamometre testi ve Powrlink cihazının bacak kas kuvveti sonuçlarındaki farkı doğrulamak.

2. LİTERATÜR

2.1 Kas Kuvveti

Kas kuvveti testlerinin değerlendirilmesi, birkaç on yıldır spor ve egzersizlerin yanı sıra hareketle ilgili diğer bilimlerde kas fonksiyonunu test etmenin popüler bir şekli olmuştur (Bompa & Buzzichelli, 2015). Bu testlerin popülaritesi, ağırlıklı olarak kas fonksiyonlarının değerlendirilmesindeki bariz geçerlilikleri ve göreceli basitliklerinin yanı sıra ilgili literatürün bolluğuna dayanmaktadır. Bununla birlikte, kuvvet testlerinin yöntemleri, güvenilirliği ve dış geçerliliği sıklıkla sorgulanmıştır. Uygulanan kuvvet testlerinin sonucunu etkileyen bir dizi faktör incelenmiştir. Bu faktörlerden bazıları test edilen katılımcılarla ilgiliyken (örneğin cinsiyet, yaş, fiziksel aktivite veya vücut yapısındaki farklılıklar), diğerleri ağırlıklı olarak kasılma türü, başlangıç pozisyonu, stabilizasyon, yerçekimi düzeltmesi veya test sırası gibi çeşitli metodolojik hususlarla ilgilidir (Carfagno & Hendrix, 2014). Uluslararası İşlevsellik, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırmasına göre bir "kas gücü işlevi" olan kas kuvveti, burada belirli bir dizi test koşulu altında kasların çevreye uygulayabileceği maksimum istemli çıktı olarak tanımlanmaktadır. Kas kuvvetindeki bozulmalar, hareket kısıtlamalarına katkıda bulunabileceği ve mortalite, hastanede kalış süresi ve hastaneye yeniden yatış gibi önemli sonuçların öngörücüsü olabileceği için dikkate değerdir. Bu gerçekler ışığında, kas kuvvetini ölçmek için pratik seçeneklere ihtiyaç vardır. Manuel Kas Testi, yüzyılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır (Haff & Triplett, 2015).

Bir kas hareketinin kuvvetini belirlemek için bir uygulayıcı tarafından gözlem, palpasyon ve kuvvet uygulamasının kullanılmasını içerir. Kas kuvvetinin geçerli ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesi, kuvvet ölçümlerini içeren deneysel çalışmalar, bireylerin fitness taraması ve travma ve hastalıktan kaynaklanan kas zayıflığının varlığını ve miktarını tahmin etmek için önemlidir (Kreher & Schwartz, 2012). Son zamanlarda, bilgisayar kontrollü izokinetik dinamometrelerin kas kuvvetini doğru ve güvenilir bir şekilde ölçtüğü gösterilmiştir. Bununla birlikte, bu cihazlar çok pahalıdır ve bir bireyin kas kuvvetini 'saha' koşullarında kolayca

ölçemez, Yay yüklü dinamometreler nispeten ucuzdur ve bu nedenle laboratuvar dışında da kullanılabilir (Medicine, 2013). Bu noktadan hareketle araştırmamızda kullanacağımız dinamometre (powrlink) sahada ve laboratuvarında kullanıma uygun olmakla birlikte, literatürde güvenilirlik ve geçerliliğini yapan çalışmaya rastlanılmamıştır. Kas kuvveti testleri spor, beden eğitimi, ergonomi ve klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Tanner & Gore, 2012). Bu testlerin popülaritesi ağırlıklı olarak kas fonksiyonlarının değerlendirilmesindeki bariz geçerlilikleri ve göreceli basitliklerinin yanı sıra ilgili literatürün bolluğuna dayanmaktadır. Bununla birlikte, kuvvet testlerinin güvenilirliği ve dış geçerliliğinin yanı sıra yöntemleri de sıklıkla sorgulanmıştır. Uygulanan kuvvet testlerinin sonucunu etkileyen bir dizi faktör incelenmiştir. Bu faktörlerden bazıları test edilen katılımcılarla ilgilidir (örneğin cinsiyet, yaş, fiziksel aktivite veya vücut kompozisyonundaki farklılıklar), diğerleri ise ağırlıklı olarak kasılma türü, başlangıç pozisyonu, stabilizasyon, gravistabilizasyon veya test sırası gibi çeşitli metodolojik hususlarla ilgilidir (Wada, Ito, & Nakagawa, 2020). Kas kuvveti, belirli bir dizi koşul altında maksimal istemli kasılma sırasında geliştirilen maksimum kuvvet (N cinsinden) veya tork (Nm cinsinden) olarak tanımlanmıştır. Kas kuvvetini test etmek için çeşitli yaklaşımlar uygulanmıştır. Maksimum kas kuvveti genellikle çeşitli dinamometreler ile ölçülmüştür. Kas kuvveti, en sık uygulanan izometrik, aynı zamanda konsantrik ve eksantrik kasılma rejimleri gibi farklı kasılma rejimlerinde de kaydedilebilir (Coldwells ve diğerleri, 1994; Cvečka ve diğerleri, 2022). Sonuncular genellikle test edilen kasların kasılması için iyi kontrol edilen mekanik koşullara izin veren standart izokinetik ekipman tarafından sağlanmıştır. Maksimal kuvvet ve torka ek olarak, bazı kuvvet testleri, test edilen kasların mümkün olan en kısa sürede kuvvet veya tork uygulama yeteneğini ifade eden "kuvvet geliştirme oranını" da içerir. Kas kuvveti testleri genellikle kaydedilen kuvvet veya torkun ağırlıklı olarak tek bir kas grubunun hareketinin sonuçlarını temsil ettiği koşullar altında gerçekleştirilmiştir (Cvečka ve diğerleri, 2022). Bununla birlikte, belirli bir kinetik zincirdeki birkaç kas grubunun kasılmasına dayanan bazı testler de kas kuvveti testleri olarak kabul edilmiştir. İyi bilinen örnekler, bench-press, deadlift gibi bazı standart kaldırma görevlerinde bacak uzatma veya kaldırılan maksimum ağırlık veya atletik performans sırasında belirli zaman noktalarında uygulanan kuvvettir. Atletik kuvvet testlerinin amacı, belirli spor disiplinleri için normatif değerler sağlamak

olmuştur ('atletik profil oluşturma' olarak da adlandırılır) (Cvečka ve diğerleri, 2022; ve diğerleri, 2015).

2.2 Bacak Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Bacak kuvvetinin değerlendirilmesi açısından bu çalışma Biodex bacak dinamometresi ile El Daynamometresi (HHD) arasındaki farkı araştırmıştır. Mevcut çalışmanın sonuçları, HHD'nin ucuz, taşınması ve kullanımı kolay olduğunu göstermiştir. Ancak, birçok faktör test sonuçlarını etkilemektedir ve güvenilirliğinin çok yüksek olmadığı bilinmektedir (Hébert ve diğerleri, 2011; Katoh, 2022). Bu çalışmada, HHD'nin avantajlarına sahip ve güvenilirliği artırılmış bir test yöntemi önerilmiş ve geçerliliğini doğrulamak için izokinetik dinamometre yöntemi ile karşılaştırılmıştır. HHD özel olarak hazırlanmış bir bant kullanılarak bacağa sabitlendiğinde, değerlendiricinin tek elle tuttuğu duruma göre daha yüksek geçerlilik ve güvenilirlik gözlemlenmiştir (Katoh, 2022). Pozisyon açısından, sırtüstü pozisyonda oturma pozisyonuna göre daha yüksek geçerlilik gözlemlenmiştir. Ancak başka bir çalışmada araştırmacı HHD'yi incelemeye ve dinamometrenin geçerliliğini ve güvenilirliğini belirlemeye çalışmıştır. Sonuç olarak, araştırmacılar el tipi dinamometrenin kuvvetli bacak kaslarının kas kuvvetini ölçmek için uygun ve güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu göstermişlerdir. Diz ekstansörleri hariç, kalça ve diz kas kuvvetinin göreceli ve mutlak değerlendiriciler arası güvenilirliği iyidir. Literatürde Powrlink mobil dinamometre cihazı ile ilgili herhangi bir araştırma bulunmamaktadır (Katoh & Yamasaki, 2009a, 2009b). İzometrik kuvvet, spor uzmanlarının antrenman sonrası güçteki gelişmeleri izlemek ve hatta bir eklemden yaralanmaları kolaylaştırabilecek dengesiz gücü tanımak için kullandıkları parametrelerden biridir. Kuvvet testlerinin temel amaçlarından biri fonksiyonel hareket performansını değerlendirmektir. Bununla birlikte, kuvvet verilerinin sunulmasında olduğu gibi, kullanılan yöntemin doğru, güvenilir ve geçerli olması gerekmektedir. Önceki çalışmalarda izometrik kalça abduksiyon ve dış rotasyon kuvveti, temassız ön çapraz bağ yaralanmasını veya daha yüksek ön diz ağrısı insidansını öngören bir parametre olarak bildirilmiştir (Kozinc ve diğerleri, 2022; Kusumo ve diğerleri). Bu anlamda kuvvet dinamometreleri, kas kuvvetini ölçmek için kullanılan güvenilir ve geçerli bir ekipmandır, ancak maliyetleri ve taşınmalarının zor olması, spor profesyonellerinin çoğu için kullanımını

engellemektedir. Bunun yerine, normalde 0'dan 5'e kadar derecelendirilmiş ölçeklerle manuel kas testi (MMT) kullanılır, ancak bu aracın geçerliliği ve güvenilirliği oldukça tartışmalıdır. Pratik bir uygulama olarak, düşük maliyetli dijital dinamometre, ana ekstremiteler için izometrik kuvveti değerlendirmek üzere mükemmel eş zamanlı veriler sunmaktadır (Lu ve diğerleri, 2011; Najiah ve diğerleri, 2021; Oktavian & Sugiyanto). Spor uzmanları, bu aracın taşınabilirliği sayesinde saha koşullarında izometrik kuvveti değerlendirmek için bu yöntemi göz önünde bulundurmalı ve izometrik dinamometre tarafından sağlanan bilgileri tamamlamak için bu ölçümlerin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmalıdır. Ayrıca, bu aracın düşük maliyetli olması, onu herhangi bir spor profesyonelinin edinebileceği uygun fiyatlı bir araç haline getirmektedir. Böylece, boylamsal değerlendirmelerde grup içi değişiklikleri (örn. antrenman süreci) ve kesitsel karşılaştırmalarda gruplar arası farklılıkları (örn. farklı güç seviyelerine sahip sağlıklı katılımcılar arasında) izlemek için güvenle kullanılabilir (Stark ve diğerleri, 2011; Sung ve diğerleri, 2019).

2.3 Kas Kasılma

Kas kasılması, sarkomerler içindeki aktin ve miozin filamentlerinin etkileşimiyle gerçekleşen oldukça koordineli bir dizi olayın sonucudur. Bu bölüm, kas yapısının bir girişini sunarak, aktin ve miozin filamentlerinin düzenlenmesini ve kasılma sürecinde yer alan önemli proteinleri vurgulayacaktır (Huang et al., 2022). **Kas Kasılmasının Moleküler Olayları:** Bu bölüm, kas kasılması sırasında meydana gelen moleküler olaylara odaklanarak kayan filament teorisine odaklanacaktır. Kas kasılmasını başlatan kalsiyum iyonlarının rolünü, aktin ve miozin filamentlerindeki konformasyonel değişiklikleri ve ATP bağımlı çapraz köprü döngüsünü tartışacaktır. **Kas Kasılmasının Sinirsel Kontrolü:** Kas kasılması, sinir sistemi aracılığıyla, özellikle motor birim ve sinir-kas kavşağı aracılığıyla kontrol edilir. Bu bölüm, motor nöronların kas kasılmasını başlatmadaki rolünü, uyarı-kasılma eşleşmesi sürecini ve motor birimlerin alımı ve ateşleme paternlerinin kas kuvvet çıktısını düzenlemedeki önemini araştıracaktır (Piernicka, Błudnicka, Bojar, Kortas, & Szumilewicz, 2022). **Kas Kasılmasında Düzenleyici Faktörler:**

Vücudun spesifik taleplerini karşılamak için birkaç faktör kas kasılmasını düzenler. Bu bölüm, kas uzunluğu-gerginlik ilişkisi, lif tipi bileşimi ve kas yorgunluğu gibi

faktörlerin kas kasılması ve kuvvet üretimi üzerindeki etkisini tartışacaktır. Kas Kasılmasında Uyarılma ve Antrenman Etkileri: Kas kasılmasının farklı uyaranlara nasıl uyum sağladığını anlamak, spor performansını optimize etmek için önemlidir. Bu bölüm, kuvvet antrenmanı, dayanıklılık antrenmanı ve diğer egzersiz türlerinin kas kasılma özellikleri üzerindeki etkilerini, kas lifi boyutunda, kontraktıl protein sentezinde ve sinir-kas adaptasyonlarında meydana gelen değişiklikleri inceleyecektir (Sweeney & Hammers, 2018). Klinik İmlar ve Gelecek Yönelimler: Bu final bölümü, kas kasılması araştırmalarının klinik sonuçlarını, kas yaralanmaları ve sinir-kas bozuklukları için rehabilitasyon stratejilerini vurgulayacaktır. Ayrıca, yeni terapötik hedeflerin keşfi ve kas kasılmasını in vivo olarak çalışmak için görüntüleme tekniklerindeki ilerlemeler gibi gelecek araştırma alanlarını tartışacaktır.

2.3.1 Kas kasılma türleri

İzotonik Kas Kasılması: İzotonik kas kasılması, kasın sabit bir yük altında boyut değiştirdiği ve hareketin gerçekleştiği bir kasılma türüdür. Bu tür kas kasılması, bir nesneyi kaldırma, itme veya taşıma gibi günlük hareketlerde görülür. İzotonik kas kasılması, kasın kasılma sırasında boyutunu değiştirerek ve eklemleri hareket ettirerek gerçekleşir (Widodo, Tien, Chen, & Lai, 2022). **İzometrik Kas Kasılması:** İzometrik kas kasılması, kasın boyutunda bir değişiklik olmadan gerçekleşen bir kasılma türüdür. Bu tür kas kasılması, kasın bir dirence karşı kasılmasını içerir, ancak kasın uzunluğu değişmez. Örneđin, bir nesneyi tutma veya bir duvara itme gibi durumlarda izometrik kas kasılması gerçekleşir. **İzokinetik Kas Kasılması:** İzokinetik kas kasılması, kasın belirli bir hızda kasılması ve dirençle çalışmasıyla gerçekleşir. İzokinetik egzersizler genellikle rehabilitasyon ve spor performansını artırmak için kullanılır (Živanović, 2022). Örneđin, bir bacak ekstansiyon cihazı kullanarak bacak kaslarının çalıştırılması izokinetik kas kasılması örneğidir. **Tetanik Kas Kasılması:** Tetanik kas kasılması, kasın sürekli bir şekilde uyarıldığı ve kasılı kaldığı bir kasılma türüdür. Bu tür kas kasılması genellikle yüksek frekansta uyarılma olduğunda ortaya çıkar. Tetanik kas kasılması, kasın uzun süreli kasılma yeteneğini gösterir ve özellikle kasın güç gerektiren aktivitelerde dayanıklılığını sağlar.

2.4 Kas Kasılma ve Performans

Kas kasılmasının spor performansındaki önemini tanıttak ve optimal kas fonksiyonuna katkıda bulunan temel faktörlerin genel bir özetini sunacaktır. Kas kasılmasının kuvvet, güç ve hareket oluşturma sürecindeki rolünü vurgulayacaktır (Blazevich & Babault, 2019). Kas Kasılması Mekanizmaları: Bu bölüm, kas kasılmasının altında yatan fizyolojik mekanizmalara, kayan filament teorisi, kalsiyum iyon etkileşimleri, aktin-miozin çapraz köprü döngüsü ve ATP'nin enerji sağlamadaki rolü gibi konulara derinlemesine girecektir. Ayrıca, kas kasılmasının sinir-kas kontrolünü ve motor birimlerin koordinasyonunu tartışacaktır (Książek, Zagrodna, & Słowińska-Lisowska, 2019). Kas Kasılması ve Kuvvet: Bu bölüm, kas kasılması ile kuvvet performansı arasındaki ilişkiyi araştıracaktır. Kas lifi tiplerinin, lif alım desenlerinin ve sinir-kas adaptasyonlarının kuvvet gelişimindeki önemini tartışacaktır (Sweeney & Hammers, 2018). Ayrıca, direnç antrenmanının kas kasılması ve kuvvet kazanımları üzerindeki etkilerini inceleyecektir.

Kas Kasılması ve Güç: Güç, birçok spor aktivitesinin önemli bir bileşenidir. Bu bölüm, kas kasılmasının güç üretimi üzerindeki etkisini inceleyecek, kas lifi kompozisyonu, kuvvet geliştirme hızı ve germe-kısaltma döngüsü gibi faktörlere odaklanacaktır. Ayrıca, kas gücü çıkışını artırmak için kullanılan antrenman stratejilerini tartışacaktır.

2.5 Kas Kasılması ve Dayanıklılık

Dayanıklılık performansı, uzun bir süre boyunca sürdürülen kas kasılmasına dayanır. Bu bölüm, dayanıklılık antrenmanının yanıt olarak gerçekleşen fizyolojik adaptasyonları araştırarak, oksidatif kapasitedeki gelişmeleri, kas lifi tipi geçişlerini ve uzun süreli kas kasılmalarını sürdürmede kas glikojeninin rolünü ele alacaktır (Zhang ve diğerleri, 2020).

2.6 Kas Kasılması ve Hız/Çeviklik

Hız ve çeviklik birçok spor disiplninde önemlidir. Bu bölüm, kas kasılması ile hız/çeviklik performansı arasındaki ilişkiyi tartışacaktır. Kas lifi özellikleri, biyomekanik faktörler ve hız ve çevikliği geliştirmek için kullanılan antrenman müdahaleleri gibi konuları ele alacaktır.

2.7 Geçerlik ve Güvenilirlik

Bu bölüm, ölçümde geçerlik ve güvenilirliğin kavramlarını tanıtmakta ve doğru ve güvenilir veriler elde etmedeki önemlerini vurgulamaktadır. Araştırma ve pratik uygulamalarda geçerli ve güvenilir ölçümlerin kullanımının önemine dikkat çekmektedir (Suphinnapong, Teeranon, Teerakidpisan, Tansuthunluck, & Apinun, 2023). Geçerlik: Geçerlik, bir ölçüm aracının amaçlanan yapı veya özelliği doğru bir şekilde değerlendirebilme derecesini ifade eder. Bu bölüm, içerik geçerliliği, kriter geçerliliği, yapı geçerliliği ve eşzamanlı ve öngörülen geçerlilik gibi farklı geçerlik türlerini ele almaktadır. Geçerliği değerlendirmek için uzman değerlendirmesi, içerik analizi, korelasyon analizi ve faktör analizi gibi çeşitli yöntemler incelenmektedir. Güvenilirlik: Güvenilirlik, ölçüm sonuçlarının tutarlılık ve kararlılık derecesini ifade eder (Zugaeer & Altay, 2023). Bu bölüm, test-tekrar test güvenilirliği, iç tutarlılık güvenilirliği, gözlemci güvenilirliği ve paralel form güvenilirliği gibi farklı güvenilirlik türlerini ele almaktadır. Güvenilirliği değerlendirmek için korelasyon katsayıları, test-tekrar test analizi ve Cronbach alfa katsayısı gibi yöntemler tartışılmaktadır. Geçerlik ve Güvenilirliğin Değerlendirilmesi: Bu bölüm, ölçümde geçerlik ve güvenilirliği değerlendirmek için kullanılan yöntemler ve teknikleri ele almaktadır (Suphinnapong ve diğerleri, 2023). Faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi ve madde tepki kuramı gibi uygun istatistiksel analizlerin kullanımının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, geçerlik ve güvenilirliği sağlamak için pilot testler, uzman değerlendirmeleri ve gözlemci anlaşması değerlendirmelerinin gerekliliğine dikkat çekilmektedir. Pratik Uygulamalar: Bu bölüm, geçerlik ve güvenilirliğin ölçümdeki pratik uygulamalarını ele almaktadır. Araştırma çalışmalarında, klinik değerlendirmelerde, eğitim değerlendirmelerinde ve program değerlendirmelerinde geçerli ve güvenilir ölçümlerin kullanımının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, düşük geçerlik veya güvenilirlik değerlerine sahip ölçümlerin olası sonuçlarını ele almaktadır.

3. YÖNTEM

İstanbul Gedik Üniversitesi'nden 100 sağlıklı genç yetişkin Spor Bilimleri öğrencisi alınacaktır. Hamile olanlar, 1 ay içinde semptomları olan bacak yaralanması geçirenler, kardiyovasküler semptomları olanlar ve nöromusküler, kas-iskelet sistemi veya diğer sistemik hastalıkları olanlar çalışmaya dahil edilmeyecektir. Deneklerden testten önceki 24 saat içinde yoğun egzersiz yapmaktan kaçınmaları istenecek, ancak hafif aktivitelere izin verilecektir. Denekler bu çalışmaya bir hafta arayla iki kez katılacaktır. İzokinetik dinamometre (Takei ve Lido, Japonya) ve Powrlink sensörlü mobil kuvvet ölçüm cihazı (Köln Almanya) testlerinin üç denemesi ölçülecek ve pik kas kuvveti (birim, kg) toplanacaktır. İlk gün bir hakem tarafından üç kez izometrik bacak dinamometresi testi uygulanacak ve Powrlink sensöründen sonra mobil kuvvet ölçüm cihazı sabitlenecektir. İzokinetik dinamometre testi ve Powrlink sensörü mobil testi rastgele yapılacaktır. Kas yorgunluğunu önlemek için her ölçüm beş dakikalık aralıklarla gerçekleştirilir. Test üç kez gerçekleştirilmiş ve en yüksek değer kaydedilmiştir.

3.1 Isınma hareketleri

Hafif aerobik egzersiz ve dinamik esnemenin oluşan standart bir ısınmanın ardından katılımcı, her bir deneme arasında 1-3 dakikalık dinlenme aralıklarına izin verilen üç maksimal eforlu ardışık deneme gerçekleştirmeden önce, maksimum eforun %50, 70 ve 90'ı gibi kademeli olarak daha yüksek yoğunluklarda bir dizi izometrik (statik) kasılma gerçekleştirmelidir. Elde edilecek en yüksek kuvvet değeri daha ileri analizler için kullanılmalıdır.

3.2 Antropometri

Katılımcıların boy (cm) ve vücut ağırlıkları (kg) çıplak ayakla ve üzerlerinde sadece şort ve tişört olacak şekilde ölçülecektir. Vücut kütlesi ölçümü için elektronik tartı, boy uzunluğu için taşınabilir stadiometre (SECA, Leicester, UK) ve deri kıvrımları için (0,5 mm) kaliper (Harpender, UK) kullanılacaktır. Antropometrik ölçümler,

International Society for the Advancement of Kinanthropometry'nin (ISAK) standart protokollerini izleyerek bazal koşullarda gerçekleştirilecektir. Deri kıvrımları (skapular, trisipital, bisipital, iliak krest, supra-spinal, abdominal, uyluk ön ve orta bacak) kaliper kullanılarak ölçülecek. ap (gevşemiş kol, fleksiyonda kol, uyluk ve baldır) ve evre (humerus, stilion ve femur) ölçümleri en yakın 0,1 cm'ye kadar esnek bir antropometrik şerit bant kullanılarak yapılacaktır. BKİ, vücut kütlelerinin (kg) boyun karesine (m^2) oranı olarak hesaplanacaktır.

3.3 İzometrik Dinamometre Kuvvet Testi

Verilerin toplanmasında bacak-sırt kas kuvveti ölçüm aracı olarak Takei marka (Takei Instruments Ltd, Tokyo, Japonya) portatif dinamometre kullanılacak ve sonuçlar kg cinsinden kaydedilecektir. Dinamometre kas kuvveti uygulaması aşamasında deneklerden ayaklarını dinamometre üzerine yerleştirmeleri ve kollarını vücutlarının yanlarında, sırtları düz ve vücutları hafif önde tutmaları istenecek, bununla birlikte elleriyle kavradıkları dinamometre çubuğunu dizlerini ekstansiyona getirene kadar sırtlarını kullanmadan sadece bacaklarını kullanarak maksimum hızda çekmeleri istenecektir. Deneklerden ayaklarını dinamometre plakasına dizleri gergin bir şekilde yerleştirdikten sonra kollarını vücutlarının yanlarında, sırtları düz ve vücutları hafifçe önde olacak şekilde tuttuktan sonra elleriyle kavradıkları dinamometre çubuğunu dikey olarak, sırtlarını kullanmadan sadece bacaklarını kullanarak dizlerini maksimum ölçüde uzatana kadar yukarı çekmeleri istenecek; böylece sırt kaslarının aktivasyonu ortadan kaldırılacaktır.

3.4 Powrlink İzometrik Kuvvet Testi

İzometrik bacak kuvveti değerlendirmeleri için, Powrlink sensörü sabit bir pozisyonda tutulacak ve her değerlendirmenin başında sensöre bağlanan ankraj kayışı gergin olacaktır. Katılımcıya, sensöre uyguladıkları izometrik kas gerilimini (pozisyonu statik olarak tutarak) kas kuvvetinde daha fazla artış fark edilmeyene kadar sürekli ve kademeli olarak artırmaları ve maksimal kasılmanın en fazla 3 saniye sürmesi talimatı verilecektir. Değerlendirmelerden herhangi birinde ağrı rapor edilirse test durdurulmalıdır. Değerlendirmenin amaçlarını anlamak ve ölçüm güvenilirliğini artırmak için en az bir, en fazla üç alıştırma seansı tavsiye edilir; antrenmanlı sporcular genellikle daha az seansa ihtiyaç duyar. Test uzmanı,

tekrarlanan test seansları için kurulum ve sözlü talimatların aynı kalmasıyla birlikte aynı test koşullarının sürdürülmesini sağlamalıdır.

3.5 Verilerin Analizi

Göreceli güvenilirliği tahmin etmek için sınıf içi korelasyon katsayıları kullanılacaktır. Powlink portatif sensör kullanılarak ölçülecek pik diz eklemi tork değerlerinin geçerliliğini doğrulamak için, İsometik dinamometre testinde ölçülecek değerler eşleştirilmiş örneklem t-testi ve Pearson korelasyon analizi sonuçları ile karşılaştırılacaktır. ICC, denekler arasındaki varyansın toplam varyansa oranı olarak hesaplanacaktır. Buna göre, $ICC \geq 0.75$ değerleri mükemmel güvenilirliği göstermektedir. İstatistiksel analiz için SPSS ver. 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılacaktır.

4. SONUÇLAR

61 katılımcı incelendi (erkek; n = 41; kız: n = 20). Grubun yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi, dinamometre ve Powrlink ortalama±SS ile ilgili veriler Tablo 1'de gösterilmiştir. İzometrik bacak dinamometresi ile Powrlink ölçümleri arasında mükemmel korelasyon gözlemlendi (ICC=0.99, bkz. Tablo 2). Dinamometre ile Powrlink arasındaki korelasyon yüksekti ($r= 0.99$, $p < 0.00$; Şekil 2). Powrlink'in test-tekrar test güvenilirliğini değerlendiren Pearson korelasyonu, mükemmel güvenilirlik gösterdi (Şekil 2) ve test ile yeniden test arasında yüksek ($r= 0.95$, $p < 0.001$) bir korelasyon gösterdi (Şekil 2). Ayrıca, Powrlink test-tekrar test güvenilirliği için cinsiyetler arasındaki korelasyon yüksekti (erkek, $r = 0.96$, $p < 0.001$; kadın, $r = 0.93$, $p < 0.001$). SEM ve %SEM sırasıyla 6.4 puan ve %5.4 idi. Powrlink'in MDC95 ve %MDC95'i sırasıyla 17,8 puan ve %15,1 idi. En az 6,4 puanlık bir değişiklik, %95 güven düzeyiyle ölçülen yapıdaki gerçek bir değişikliği gösterir. Dolayısıyla, sonuçtaki değişiklikler MDC'yi aşarsa, hiçbir gerçek değişikliğin olmama olasılığı %5'ten azdır.

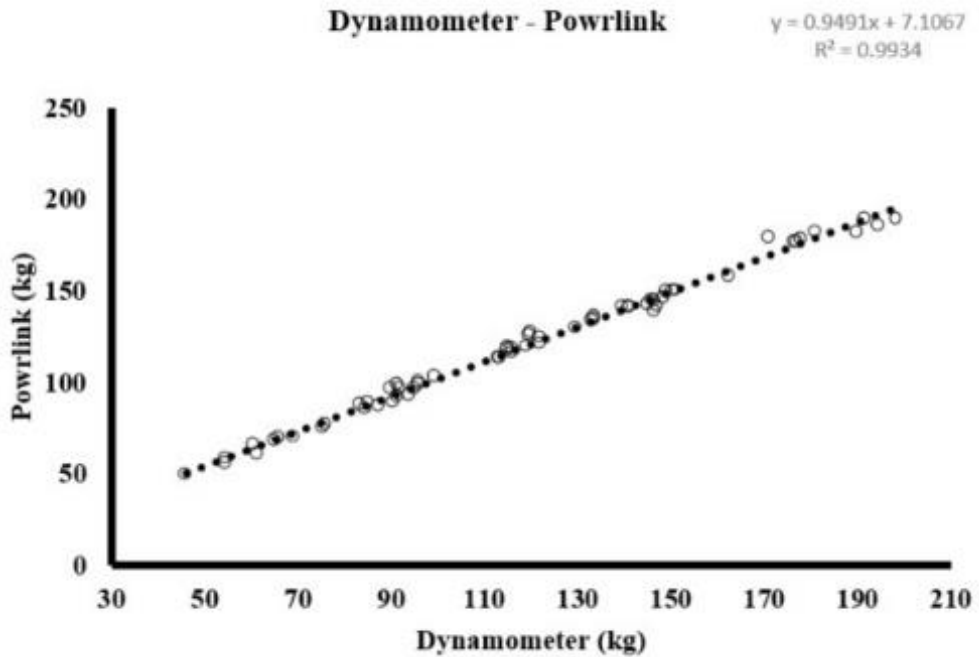
Çizelge 4.1: Tanımlayıcı İstatistikler (Ortalama ± SS)

| Variables | Mean ± SD | | |
|--------------------------|--------------|----------------|--------------|
| | Males (n=41) | Females (n=20) | Total (n=61) |
| Age (y) | 22.6 ± 4.3 | 20.8 ± 2.1 | 22 ± 3.8 |
| Weight (kg) | 78 ± 10.7 | 58 ± 7.4 | 71.7 ± 13.3 |
| Height (cm) | 176.7 ± 6.4 | 164.3 ± 7.1 | 172.6 ± 8.9 |
| BMI (kg/m ²) | 24.9 ± 3.1 | 21.7 ± 2 | 23.9 ± 3.2 |
| Dynamometer (kg) | 139.2 ± 31.8 | 79.4 ± 17 | 119.6 ± 39.5 |
| Powrlink (kg) | 139.4 ± 29.7 | 82.1 ± 17.3 | 120.6 ± 37.7 |

Çizelge 4.2: Takei ve Powrlink Kuvvet Dinamometreleri Ile Elde Edilen Maksimal İzometrik Kuvvet Testi Ölçümlerinin Değerlendirici İçi ve Kişiler Arası Güvenilirliği

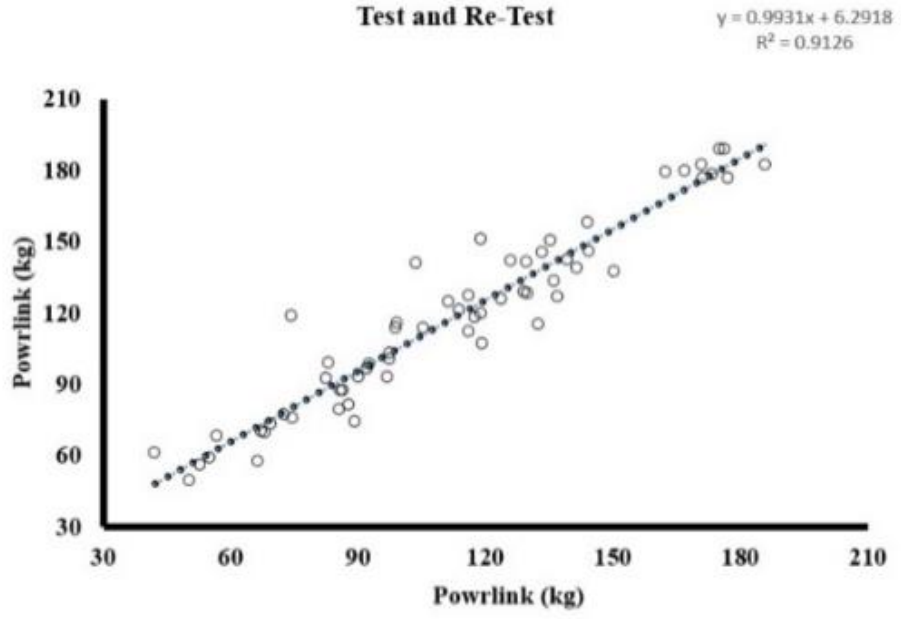
| Variables | Minimum | N Maximum | Mean | Std. E | SD | |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------------------|--------|---------|-------|
| Test | 42.2 | 185.8 | 112.282 | 4.7075 | 36.7670 | 61 |
| Retest | 49.4 | 189.2 | 117.797 | 4.8936 | 38.2203 | 61 |
| Daynamometer | 46.0 | 198.2 | 119.626 | 5.0693 | 39.5923 | 61 |
| Powrlink | 50.2 | 189.2 | 120.641 | 4.8271 | 37.7009 | 61 |
| ICC | 95% CI | | F Test with True Value 0 | | | P |
| | Lower Bound | Upper Bound | Value | df1 | df2 | |
| Test-Retest | 0.939 | 0.985 | 43.054 | 60 | 60 | 0.001 |
| Test-Retest (males) | 0.93 | 0.98 | 26.623 | 40 | 40 | 0.001 |
| Test-Retest (females) | 0.845 | 0.976 | 16.316 | 19 | 19 | 0.001 |
| Daynamometer - Powrlink | 0.996 | 0.999 | 443.251 | 60 | 60 | 0.001 |

Şekil efsaneleri:



Şekil 4.1: Bacak-Sırt Kas Gücünü Değerlendirmek İçin Takei ve Powrlink Kuvvet Dinamometrelerini Aynı Anda Kullanan Deney Düzenekinin Görüntüsü

B



Şekil 4.2: Panel A; Takei ve Powrlink Kuvvet Dinamometreleri ile Elde Edilen Ölçümler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayısı. Panel B; Powrlink Kuvvet Dinamometresinin Test ve Tekrar Test Ölçümleri Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayısı

5. TARTIŞMA

Daha önce yapılan hiçbir çalışma, Powrlink cihazı kullanılarak yapılan izometrik bacak kuvveti testinin geçerliliğini ve güvenilirliğini araştırmamıştır. Bu çalışmada Powrlink'in test-tekrar test güvenilirliğini ve geçerliliğini izometrik kuvvet dinamometresi yöntemiyle karşılaştırarak inceledik. Tüm numune için yüksek ICC ile gösterildiği gibi, Powrlink cihazının izometrik bacak kuvveti değerlendirmesi için güvenilir olduğunu bulduk (Blazevich & Babault, 2019; Coldwells et al., 1994; Cvečka et al., 2022). Düşük SEM'i gösteren elde edilen değerlerle kabul edilebilir hassasiyet gösterildi. Powrlink aynı anda bir dinamometre ile sabitlendiğinde yüksek geçerlilik ve güvenilirlik gözlemlendi. Güvenilirliği, mükemmel güvenilirliği .75 ve üzeri, orta ila iyi güvenilirliği .40 ila .75 ve zayıf güvenilirliği .40'ın altında olarak tanımlayan bir güvenilirlik ölçeği kullanarak analiz ettik. Bu referans değerlerine dayanarak, hem değerlendirici içi güvenilirlik (0.99) hem de değerlendiriciler arası güvenilirlik (0.99) için hesaplanan değerlerimiz tüm teknikler için mükemmeldi. Bu sonuçlar, diğer HHD fiksasyon çalışmalarının sonuçlarıyla benzerdir. İlerlemeyi değerlendirmek ve izlemek ve eğitime rehberlik etmek için laboratuvar ve sahada gücün değerlendirilmesi esastır. Herhangi bir güç ölçüm ekipmanının önemli bir yönü, gözlemlenen herhangi bir değişikliğin eğitim ilerlemesine atfedilebilmesi için sonuçları aynı test koşulları altında yeniden üretebilme yeteneğidir. Mevcut çalışmanın sonuçları, Powrlink taşınabilir cihazının, çalışmada incelenen her iki numune için üç denemede de benzer sonuçlar ürettiğini, çünkü yukarıdaki değerlendirmelerin hiçbirinde yanlılık olmadığını göstermektedir. Mevcut çalışmanın sınırlamaları, cihazın geçerliliğini ve güvenilirliğini yalnızca izometrik bacak kuvveti testi sırasında incelememizi içerir. Powrlink taşınabilir cihazının 0 ila 198 kg arasında bir kuvvet sınırına sahip olduğunu da belirtmek gerekir. Bu nedenle, 200 kg'dan büyük kuvvet üretimini hariç tuttuk (Cvečka et al., 2022; Guex et al., 2015; Hébert et al., 2011; Huang et al., 2022; Kato, 2022).

Gelecekteki çalışmalar, farklı kas grupları ve açıları olan farklı popülasyonları incelemelidir. Sonuç olarak, izometrik kuvveti ölçmek için bu çalışmada kullanılan

basit, taşınabilir ve ucuz yöntem yüksek geçerlilik ve güvenilirliğe sahiptir. Powrlink cihazı, yetişkin erkeklerde ve kadınlarda izometrik kas kuvvetini ölçmek için antrenman ve klinik ortamlarda kullanılabilen basit bir değerlendirme aracıdır ve kuvvet antrenmanını test etmek ve izlemek için güvenilir bir kuvvet test cihazıdır. Her iki testin de yüksek güvenilirliğe ve kabul edilebilir duyarlılığa sahip olduğu bulundu, bu da kuvvet ölçeri küçük değişiklikleri algılamak için yeterince duyarlı hale getirdi. Kas kuvveti, bir sporcu için önemli bir performans göstergesi olarak kabul edilmektedir. Sporcuların kas kuvvetini değerlendirmek amacıyla çeşitli testler kullanılmaktadır (Kato, 2022; Kato & Yamasaki, 2009a, 2009b; Kozinc et al., 2022). Ancak, bu testlerin doğruluğu, objektifliği ve geçerliliği hakkında çeşitli tartışmalar mevcuttur. Bir tartışma noktası, kas kuvveti testlerinin sporcunun gerçek performansını tam olarak yansıtmadığıdır. Bazı sporcular, kuvvet testlerinin, kas gücünü, dayanıklılığı ve potansiyeli ölçerek sporcunun gerçek performansını objektif bir şekilde değerlendirdiğini savunmaktadır. Bu görüşe göre, kuvvet testleri, sporcunun fiziksel yeteneklerini belirleyerek, antrenman programlarının etkinliğini değerlendirmek ve performansını geliştirmek için önemli bir araçtır. Ancak, diğer bir görüşe göre, kas kuvveti testleri sporcunun spesifik gereksinimlerini yeterince yansıtmamaktadır. Spor dalları arasında farklı hareketler ve kas grupları vardır ve bu testlerin sınırlı bir perspektif sunarak sporcunun tam performans potansiyelini değerlendirmede yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Örneğin, bir güç sporunda başarılı olan bir sporcu, aynı düzeyde bir performans sergileyemeyebilirken, bir dayanıklılık sporunda daha iyi bir performans gösterebilir. Bu nedenle, kas kuvveti testlerinin sporcunun spesifik spor dalında gerçekleştireceği hareketleri ve becerileri tam olarak yansıtmadığı iddia edilmektedir (Książek et al., 2019; Kusumo et al.; Lu et al., 2011; Lyu, Lee, Chang, & Chang, 2020). Kas kuvveti testlerinin değerlendirilmesi sürecinde eşitsizlik ve adalet de önemli bir tartışma noktasıdır. Bazı testler, cinsiyet, yaş veya beden tipi gibi faktörlere bağlı olarak sporcular arasında eşitsizlik yaratabilir. Bu durum, bazı sporcuların avantajlı veya dezavantajlı duruma gelmesine neden olabilir. Bu nedenle, kas kuvveti testlerinin eşitlik ve adalete uygun olarak tasarlanması ve uygulanması önemlidir.

KAYNAKLAR

- Austin, M., Brown, J., Nicholson, J., & Clark, J.** (2022). Dyno-Kinematic Leg Design for High Energy Robotic Locomotion. *Journal of Mechanisms and Robotics*, 15(3), 031001.
- Blazevich, A. J., & Babault, N.** (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C.** (2015). *Periodization training for sports, 3e: Human kinetics*.
- Carfagno, D. G., & Hendrix, J. C., 3rd.** (2014). Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice. *Current Sports Medicine Reports*, 13(1), 45-51. doi:10.1249/jsr.0000000000000027
- Coldwells, A., Atkinson, G., & Reilly, T.** (1994). Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics*, 37(1), 79-86.
- Cvečka, J., Krčmár, M., Hamar, D., Kern, H., Hofer, C., Löfler, S., & Vajda, M.** (2022). Linear Motor Driven Leg-Press Dynamometer for Testing, Training, and Rehabilitation: A Scoping Review with a Focus on the Concept of Serial Stretch Loading. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4445.
- Guex, K., Daucourt, C., & Borloz, S.** (2015). Validity and reliability of maximal-strength assessment of knee flexors and extensors using elastic bands. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(2), 151-155.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T.** (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition: Human kinetics*.
- Hébert, L. J., Maltais, D. B., Lepage, C., Saulnier, J., Crête, M., & Perron, M.** (2011). Isometric muscle strength in youth assessed by hand-held dynamometry: A feasibility, reliability, and validity study: A feasibility, reliability, and validity study. *Pediatric Physical Therapy*, 23(3), 289-299.
- Huang, Z.-H., Ma, C. Z.-H., Wang, L.-K., Wang, X.-Y., Fu, S.-N., & Zheng, Y.-P.** (2022). Real-time visual biofeedback via wearable ultrasound imaging can enhance the muscle contraction training outcome of young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 941.
- Katoh, M.** (2022). Test-retest reliability of isometric ankle plantar flexion strength measurement performed by a hand-held dynamometer considering fixation: examination of healthy young participants. *Journal of Physical Therapy Science*, 34(6), 463-466.
- Katoh, M., & Yamasaki, H.** (2009a). Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. *Journal of Physical Therapy Science*, 21(1), 37-42.
- Katoh, M., & Yamasaki, H.** (2009b). Test-retest reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer restrained by a

- belt: comparisons during and between sessions. *Journal of Physical Therapy Science*, 21(3), 239-243.
- Kozinc, Ž., Smajla, D., Trajković, N., & Šarabon, N.** (2022). Reliability of EasyForce Dynamometer for Assessment of Maximal Knee and Hip Strength, and Comparison to Rigid Isometric Dynamometers with External Fixation. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26(3), 232-244.
- Kreher, J. B., & Schwartz, J. B.** (2012). Overtraining syndrome: a practical guide. *Sports Health*, 4(2), 128-138. doi:10.1177/1941738111434406
- Książek, A., Zagrodna, A., & Słowińska-Lisowska, M.** (2019). Vitamin D, skeletal muscle function and athletic performance in athletes—A narrative review. *Nutrients*, 11(8), 1800.
- Kusumo, K. H., Himawanto, W., & Sulistiono, S.** The Methods of Uphill Sprint and Downhill Sprint Training Against 100 Meters Running Speed Viewed From the Strength of the Leg Muscles in son Athletes. *COMPETITOR: Jurnal Pendidikan Kepeleatihan Olahraga*, 14(3), 457-477.
- Lu, Y.-M., Lin, J.-H., Hsiao, S.-F., Liu, M.-F., Chen, S.-M., & Lue, Y.-J.** (2011). The relative and absolute reliability of leg muscle strength testing by a handheld dynamometer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1065-1071.
- Lyu, B.-J., Lee, C.-L., Chang, W.-D., & Chang, N.-J.** (2020). Effects of vibration rolling with and without dynamic muscle contraction on ankle range of motion, proprioception, muscle strength and agility in young adults: a crossover study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 354.
- Medicine, A. C. O. S.** (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Najiah, W. N., Lee, E. L. Y., Abd Malek, N. F., Ab Malik, Z., Chan, E. W. M., Ghazali, N., & Nadzalan, A. M.** (2021). *Relationship between Leg Dynamometer with Squat and Deadlift 1RM Score among University Athletes*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Oktavian, I. D., & Sugiyanto, R. S.** Relationship between Agility, Speed, Leg Muscle Strength, Dynamic Balance with Mawashi Geri Kick Accuracy in Karate.
- Piernicka, M., Bludnicka, M., Bojar, D., Kortas, J., & Szumilewicz, A.** (2022). Improving the Technique of Pelvic Floor Muscle Contraction in Active Nulliparous Women Attending a Structured High–Low Impact Aerobics Program—A Randomized Control Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5911.
- Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R.** (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*, 3(5), 472-479.
- Sung, K.-S., Yi, Y. G., & Shin, H.-I.** (2019). Reliability and validity of knee extensor strength measurements using a portable dynamometer anchoring system in a supine position. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 1-8.
- Suphinnapong, P., Teeranon, N., Teerakidpisan, S., Tansuthunluck, S., & Apinun, J.** (2023). Validity and reliability of the Thai version of the Achilles tendon total rupture score. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1-8.
- Sweeney, H. L., & Hammers, D. W.** (2018). Muscle contraction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 10(2), a023200.

- Tanner, R., & Gore, C.** (2012). *Physiological tests for elite athletes: Human kinetics*.
- Wada, N., Ito, K., & Nakagawa, T.** (2020). Optimal training plans on physical performance considering supercompensation. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 1-11.
- Widodo, A. F., Tien, C.-W., Chen, C.-W., & Lai, S.-C.** (2022). *Isotonic and isometric exercise interventions improve the hamstring muscles' strength and flexibility: A narrative review*. Paper presented at the Healthcare.
- Zhang, Z., Cheng, L., Zhao, J., Zhang, H., Zhao, X., Liu, Y., . . . Yan, X.** (2020). Muscle-mimetic synergistic covalent and supramolecular polymers: phototriggered formation leads to mechanical performance boost. *Journal of the American Chemical Society*, 143(2), 902-911.
- Živanović, V.** (2022). The effects of different conditioning contraction protocols of post-activation performance enhancement on variables of eccentric phases and concentric phase of vertical jumps. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(7), 1694-1707.
- Zugaer, A. A., & Altay, U. A.** (2023). Validity And Reliability of Field and Wingate Tests to Measure the Anaerobic Power of The Upper Limb Muscles. *journal of physical education*, 35(1).

ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU:

- 2015-2019 Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu , Beden Eğitimi Öğretmenliği Lisans Mezunu
- 2021-2023 İstanbul Gedik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Yüksek Lisans Devam Ediyor.

MESLEKİ DENEYİM:

- 2010-2013 Ataşehir Olimpik Spor Kulübü Lisanslı Sporcu ve Antrenör
 - Kick Boks
 - Mua Thai
 - Güreş
 - Wushu
- 2013-2015 Sakarya Budo Sporları Spor Kulübü Sporcu ve Antrenör
 - Wushu
- 2015-2019 Sivas Gençlik ve Spor Merkezi Antrenör
 - Yüzme
 - Jimnastik
- 2013-2014 Sezonu Wushu Milli Takım Sporcusu
- 2014-2015 Sezonu Wushu Milli Takım Sporcusu
- 2016-2017 Sezonu Wushu Milli Takım Sporcusu

KURS VE SERTİFİKALAR:

- 2014 Romanya Bükreş 15. Avrupa Gençler Büyükler Wushu Şampiyonası Mili Sporcu Sertifikası
- 2014 Türkiye Sakarya 1. Açık Balkan Şampiyonası Milli Sporcu Sertifikası
- 2015 Yunanistan Atina 2. Açık Balkan Şampiyonası Milli Sporcu Sertifikası
- 2017 Gürcistan Tiflis 4. Geleneksel Avrupa Şampiyonası Milli Sporcu Sertifikası