

## Genç Basketbol Oyuncularında İzometrik Orta Uyluk Çekme Testinin Güvenirliği

### Reliability of the Isometric Mid-Thigh Pull Test in Young Basketball Players

<sup>1</sup>Hüseyin ÇELİK

ORCID No: 0000-0001-8316-6468

<sup>2</sup>Caner MAVİLİ

ORCID No: 0000-0002-2651-8751

<sup>3</sup>Ekrem YILMAZ

ORCID No: 0000-0002-3645-3947

<sup>2</sup>Evrım ÜNVER

ORCID No: 0000-0002-2127-9640

<sup>4</sup>Ferhat ÖZTÜRK

ORCID No: 0000-0003-4070-8831

<sup>5</sup>Süleyman BULUT

ORCID No: 0000-0001-6831-6608

<sup>1</sup>Pınar ARPINAR AVSAR

ORCID No: 0000-0001-5318-3494

<sup>2</sup>Ş. Alpan CİNEMRE

ORCID No: 0000-0003-4955-2394

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
Spor Biyomekaniği ve Motor Kontrol ABD

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
Hareket ve Antrenman Bilimleri ABD

<sup>3</sup>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Spor Bilimleri  
Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi ABD

<sup>4</sup>Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve  
Rehabilitasyon Fakültesi, Kas İskelet Fizyoterapisi  
ve Rehabilitasyon ABD

<sup>5</sup>Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
Egzersiz Beslenme ve Metabolizma ABD

#### Yazışma Adresi

#### Corresponding Address:

Dr Öğr Üyesi Hüseyin Çelik

Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri  
Fakültesi

#### E-posta:

huseyincelik@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 26.09.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 14.06.2023

## ÖZ

Bu deneysel çalışmanın amacı genç basketbol oyuncularında izometrik orta uyluk çekme testi sırasında elde edilen maksimal kassal kuvvet değerlerinin güvenilirliğini araştırmaktır. 15 katılımcı birer hafta arayla iki seansta, izometrik orta uyluk çekme testine katıldı. Her ölçüm, taşınabilir bir kuvvet platformu üzerinde gerçekleştirildi. Ölçümler sonucunda üç farklı maksimal kassal kuvvet ölçütü hesaplandı: mutlak zirve kuvvet, normalize zirve kuvvet ve allometrik olarak ölçeklendirilmiş zirve kuvvet. Her bir ölçüt için gün içi ve günler arası dört farklı güvenilirlik istatistiği, korelasyon katsayısı, değişim katsayısı, standart ölçüm hatası ve ölçümsel olarak saptanabilir minimum değişiklik, hesaplandı. Mutlak zirve kuvvet için hem gün içi (0,96) hem de günler arası (0,91) korelasyon katsayısı değeri 0,90 üzerinde ve değişim katsayısı %10'un altındadır. Her bir ölçüt için gün içi değişim katsayısı %3,14 iken günler arası için %8,67 seviyesinde oldu. Gün için standart ölçüm hatası 62,03 N iken günler arası için 71,97 N'dur. Önerilen izometrik orta uyluk çekme testi sonuç ölçütlerinden mutlak zirve kuvvet, yüksek gün içi ve günler arası korelasyon katsayısı ve düşük standart ölçüm hatası ve değişim katsayısı seviyeleri verdi. Genç basketbol oyuncularında, izometrik orta uyluk çekme testi sırasında elde edilen mutlak zirve kuvvet, maksimal kassal kuvveti, hem akut hem de uzun süreli izleme ve antrenman etkisi bakımından değerlendirmek için kullanılabilir. Normalize ve allometrik olarak ölçeklendirilmiş zirve kuvvet ölçütleri mutlak zirve değerden türetilse bile güvenilirlikleri aynı seviyede olmayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Basketbol, Kuvvet, Test, Güvenirlik

## ABSTRACT

The aim of this experimental study is to investigate the reliability of muscular strength measures obtained during the isometric mid-thigh pull test in young basketball players. Fifteen participants took the isometric mid-thigh pull test in two sessions, one week apart. Each measurement was performed on a portable force plate. As a result of the measurements, three different measures of muscular strength were calculated: absolute peak force, normalized peak force, and allometrically scaled peak force. For each measurement, four different intra-day and inter-day reliability statistics, intraclass correlation coefficient, coefficient of variation, standard error of measurement, and minimal metrically detectable change were calculated. For the absolute peak force, both intra-day (0.96) and inter-day (0.91) intraclass correlation coefficient values were above 0.90 and the coefficient of variation was below 10%. While the intra-day coefficient of variation value for all measures was 3.14%, it was 8.67% for the inter-day measurements. The intra-day and inter-day standard error of measurement was 62.03 and 71.97 N respectively. The absolute peak force yielded high intra-day and inter-day intraclass correlation coefficient, low standard error of measurement, and low coefficient of variation levels. In young basketball players, the absolute peak force obtained during the isometric mid-thigh pull test could be used to evaluate muscular strength in terms of both acute and long-term monitoring and training effect. Normalized and allometrically scaled peak force measures may not have the same level of reliability even if they are derived from the absolute peak force.

**Keywords:** Basketball, Strength, Test, Reliability

## GİRİŞ

Hareket, egzersizin temel bileşenidir ve insan vücudunda kuvvet ve hareket üretiminde özelleşmiş iskelet kasları tarafından üretilen kassal kuvvet ile gerçekleştirilir. Maksimal kassal kuvvet ise, birlikte çalışan kas gruplarının ya da bir kas grubunun ya da tek bir kasın üretebileceği en yüksek kuvvet seviyesi olarak tanımlanır (Kenney ve diğ., 2022). Maksimal kassal kuvvet, sprint, yön değiştirme ve sıçrama gibi birçok atletik becerinin temelini oluşturmakla birlikte (Haff ve Stone, 2015; Wang ve diğ., 2016) sportif performansta yorgunluğa bağlı düşüşlere karşı da koruyucu bir etki gösterir (Gabbett, 2016). Bu yüzden sporcuların maksimal kassal kuvvet seviyelerinin ölçülmesi ve takip edilmesi antrenman planlamasına ve mevcut durumun anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Maksimal kassal kuvvet seviyelerinin ölçülmesi ve takip edilmesi için birçok test geliştirilmiştir. Bunlar arasında en yaygın olanların başında bir tekrar maksimum (1 TM) kuvveti belirlemek gelir (Comfort ve diğ., 2019; Kenney ve diğ., 2022). 1 TM, bir sporcunun tek bir eforda kaldırabileceği ya da direnç gösterebileceği maksimum ağırlık olarak tanımlanır (Kenney ve diğ., 2022). Maksimal kuvvetin elde edilmesinde, 1 TM testinin yanında, çeşitli dinamometreler (Rouis ve diğ., 2015) veya kuvvet platformları aracılığı ile dinamik ve izometrik (Haff ve diğ., 1997) testler de kullanılmaktadır (Comfort ve diğ., 2019). Son yıllarda egzersiz ve spor bilimleri alanında kuvvet platformlarının kullanımının artması nedeniyle (French ve Torres-Ronda, 2022), maksimal kassal kuvvet seviyelerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan testlerden biri de izometrik orta uyluk çekme (İng., isometric mid-thigh pull) testidir.

İzometrik orta uyluk çekme (İOUÇ) testi Haff ve diğerleri (1997) tarafından haltercilerin kuvvet-zaman eğrisini incelemek için geliştirilmiştir. Bu test, koparma ve silkme hareketleri sırasında en yüksek kuvvetin üretildiği vücut pozisyonunu yansıtmak için tasarlanmıştır. Sporcu dik durumda, dizleri hafif bükülü (yaklaşık 120-140 derece) ve iki ayağı kuvvet platformuna basarken, izometrik olarak barı iki eliyle maksimal efor ile çekerek testi gerçekleştirir (Haff ve diğ., 1997; Comfort ve diğ., 2019) (Şekil 2). Test sonucunda hem maksimal kuvvet hem de kuvvet üretim hızı yüksek doğruluk ile hesaplanabilir. İOUÇ testinden elde edilen bu maksimal kuvvet değeri birçok beceri ile ilişkilidir. Örnek olarak, 20 metre sprint hızı ve İOUÇ testinden elde edilen mutlak zirve kuvvet değeri arasında anlamlı pozitif bir ilişki ( $r=0,69$ ,  $p<0,01$ ) olduğu bildirilmiştir (Thomas ve diğ., 2015). Yine aynı çalışmada, modifiye 505 yön değiştirme testi performansı ve İOUÇ testinden elde edilen mutlak zirve kuvvet değeri arasında anlamlı pozitif bir ilişki ( $r=0.57$ ,  $p<0,05$ ) olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise, İOUÇ testinden elde edilen kuvvet değerlerinin vücut ağırlığına göre normalize edildiği durumda, aktif sıçrama testinde ölçülen sıçrama yüksekliği ve normalize zirve kuvvet arasında anlamlı pozitif bir ilişki ( $r=0.59$ ,  $p<0,05$ ) olduğu ortaya konmuştur (Nuzzo ve diğ., 2008). Rugby oyuncularını ile yapılan başka bir çalışmada ise, alt vücut maksimal kassal kuvvetin ikili mücadele becerisinde yorgunluğa bağlı azalmalara karşı koruma sağladığı gösterilmiştir (Gabbett, 2016). Maksimal kassal kuvvet sadece yukarıda ismi geçen atletik beceriler ile değil aynı zamanda yaralanma riski ile de ilişkilendirilmiştir (Suchomel ve diğ., 2016).

Düşük maksimal kassal kuvvet seviyeleri ve yaralanma riski arasında genel olarak negatif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Comfort ve diğ., 2019). Eğer bir sporcu kassal kuvvet kapasitesini önemli ölçüde arttırıp bir kuvvet rezervi (Suchomel ve diğ., 2016) oluşturabilirse, bu rezerv kritik ihtiyaç zamanlarında, sporcunun yaralanma ve yorulmaya karşı direncine katkıda bulunabilir (Comfort ve diğ., 2019). Örnek olarak, 2009 yılında erkek futbolcularda yapılan bir çalışma göstermiştir ki, kassal kuvvet seviyeleri, yaralanmaların önlenmesi için anaerobik güç kadar önemli olabilir (Lehance ve diğ., 2009; Suchomel ve diğ., 2016). Beş yıllık verilerin değerlendirildiği başka bir çalışmada ise, kadın voleybol oyuncularının en düşük yaralanma yaşadığı sezon ile kuvvet platformu vasıtasıyla gerçekleştirilen İOUÇ testinden elde edilen mutlak zirve kuvvetin, takım ortalaması bazında en yüksek çıktığı sezonun çakıştığı gözlenmiştir (Sole ve diğ., 2013; Suchomel ve diğ., 2016).

Hem kısa hem de uzun vadeli sporcu izleme ihtiyaçlarını karşılayan bir performans değerlendirme sistemi oluşturmak için güvenilir test protokolleri kritik öneme sahiptir (French ve Torres-Ronda, 2022). Sportif performansı değerlendiren spor bilimciler, kullandıkları test protokollerinin, ölçmeye çalıştıkları anlamlı performans değişimlerinden daha büyük hatalar içermediğinden emin olmalıdırlar (Kibele, 1998). Bu nedenle, oldukça hassas ölçüm yapabilen kuvvet platformları (French ve Torres-Ronda, 2022) maksimal kassal kuvvetin yüksek doğruluk ile hesaplanmasında kullanılabilir. Hassaslığın yanı sıra, test protokollerinden elde edilen veriler tekrarlanabilir ve tutarlı olmalıdır, başka bir deyişle, aynı bireylerle aynı koşullar altında birbirini izleyen birkaç gün içinde yapılan testler benzer sonuçlar vermelidir (Alpar, 2001). Bu olgu genellikle, ilk testlerden elde edilen ilk veri setinin, aynı koşullar altında başka bir zamanda aynı katılımcılardan elde edilen ikinci veri setiyle karşılaştırıldığı bir test-tekrar test yöntemi kullanılarak ölçülür. Bu yöntem ile elde edilen sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK), değişim katsayısı (DK) ve standart ölçüm hatası (SÖH) gibi güvenilirlik istatistikleri egzersiz ve spor bilimleri çalışmalarında sıklıkla rapor edilmektedir (Weir, 2005).

İOUÇ testinin güvenilirlik istatistiklerinin rapor edildiği birçok çalışma mevcuttur. Örnek olarak, futbol ve rugby branşlarındaki 14 üniversite öğrencisi (ortalama yaş  $21,0 \pm 2,4$  yıl) sporcudan mutlak zirve kuvvetin İOUÇ testi ile ölçüldüğü bir çalışmada SKK değeri 0,96; DK değeri ise %4,3 olarak hesaplanmış ve testin güvenilirlik düzeyi mükemmel olarak nitelendirilmiştir (Thomas ve diğ., 2015). Guppy ve diğerleri (2022) tarafından 20-37 yaş aralığındaki düzenli kuvvet antrenmanları yapan 14 katılımcıdan İOUÇ testi ile elde edilen mutlak zirve kuvvetin güvenilirliği, SKK ve SÖH istatistikleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, SKK değeri 0,98 ve SÖH değeri ise 68,68 N çıkmıştır. Ancak, güvenilirlik popülasyona özgü bir nitelik olduğundan, önceki çalışmaların sonuçları diğer popülasyonlara doğrudan uygulanamaz. Örneğin, genç basketbolcularda (yaş < 18 yıl) İOUÇ testinin güvenilirliği ile ilgili çalışmalar kısıtlıdır. Ayrıca, yeni teknolojik gelişmelerle birlikte saha testlerinde taşınabilir kuvvet platformları daha sık kullanılmaya başlanmıştır (Uzelac-Sciran ve diğ., 2020). Bununla birlikte, taşınabilir kuvvet platformları ile gerçekleştirilen İOUÇ testinin güvenilirliğini araştıran sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır.

Bu deneysel çalışma, taşınabilir bir kuvvet platformu kullanarak, bir grup genç erkek basketbol oyuncusundan İOUÇ testi ile elde edilen maksimal kassal kuvvetin, denemeden denemeye ve ölçüm gününden ölçüm gününe güvenilirlik hipotezini test etmektedir. Bu çalışmada yapılan deneysel ölçümlerde, katılımcılar dinlenik durumda iken üç tekrar ile İOUÇ testini gerçekleştirmiştir. Aynı deneysel ölçümler bir hafta sonra tekrarlanmıştır. Bu çalışmada, üç farklı formüle göre hesaplanan maksimal kassal kuvvetin her birinin gün içi ve günler arası güvenilirliği, SK, DK, SÖH ve ölçümsel olarak saptanabilir minimum değişiklik (ÖSMD) gibi güvenilirlik istatistikleri ile değerlendirilmiştir.

## YÖNTEM

**Katılımcılar:** Deneysel ölçümlere 15 gönüllü genç erkek basketbol oyuncusu (yaş:  $16,3 \pm 1,2$  yıl, boy:  $187,6 \pm 9,1$  cm, vücut kütlesi:  $76,9 \pm 12,2$  kg, antrenman yaşı: ortalama  $4,4$  yıl) katılmıştır. Katılımcıların test performanslarını etkileyecek herhangi bir kas-iskelet problemi bildirilmemiştir. Bu deneysel çalışma Ankara, Türkiye'de gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılar kuvvet antrenmanı konusunda en az 2 yıllık deneyime sahiptirler. Katılımcılar, veriler toplanmadan önceki 48 saat içinde herhangi bir kuvvet antrenmanı yapmamışlardır. Tüm katılımcılara çalışmaya katılmak için bilgilendirilmiş onam formu dağıtılmış, 18 yaşından küçük katılımcıların velilerinden gerekli onay alınmıştır. Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (GO 22/929, 04.10.2022) tarafından incelenmiş ve onaylanmıştır.

Örneklem büyüklüğü tahmini için deneysel ölçümlerden önce istatistiksel güç analizi yapılmıştır. Korelasyon katsayısı,  $r = 0,80$  ve güç =  $0,90$  ile ihtiyaç duyulan tahmini örneklem büyüklüğü 11 katılımcıdır (Portney ve Watkins, 2015). Çalışmaya aynı basketbol takımında yer alan ve haftada altı gün düzenli antrenman yapan 15 oyuncu katılmıştır.

İOUÇ testi ile maksimal kassal kuvvetin değerlendirildiği önceki çalışmalarda bu örneklem büyüklüğünün güvenilirlik analizi çalışmalarında kabul edilebilir güç seviyelerine ulaşmak için yeterli olabileceğine işaret edilmiştir (ör., Thomas ve diğ., 2015; Guppy ve diğ., 2022).

**Veri Toplama Araçları:** İOUÇ testi sırasında, dikey yöndeki yer tepki kuvveti (DYTK) taşınabilir bir kuvvet platformu ile kayıt edilmiştir (Kistler 9260AA, İsviçre). Örnekleme hızı 2000 Hz olarak alınmıştır. Bilgisayar yazılımı olarak arayüzü, Kistler'in kuvvet platformları için geliştirdiği MARS yazılımı kullanılmıştır. Her denemenin ham verisi aynı dizüstü bilgisayar ile alınıp, maksimal kassal kuvvet değerlerinin ve güvenilirlik istatistiklerinin hesaplanması için sonradan MATLAB ortamına aktarılmıştır.

**İşlem Yolu:** Analize dahil edilecek İOUÇ test verileri toplanmadan önce, katılımcıların test ile ilgili bilgi ve becerilerini arttırmak ve maksimal eforlarının en yüksek düzeyde uygulanabilmesini sağlamak için, katılımcılar testi ilk defa deneyimleme fırsatı buldukları bir alıştırmaya seansa tabi tutulmuşlardır. Bu alıştırmaya seansa deneysel ölçümlerden bir hafta önce gerçekleştirilmiştir. Alıştırma seansında, katılımcılara en az üç olmak üzere istedikleri kadar tekrar yapma imkanı tanınmıştır. Daha sonra, analiz için kaydedilen İOUÇ testleri aynı araştırmacılar tarafından bir hafta arayla, sirkadiyen ritimin etkilerini elimine etmek amacı ile günün aynı saatinde, sporcuların antrenman yaptığı spor salonunda, ikinci kez gerçekleştirilmiştir. Her deneysel ölçüm seansından önce sporculara ölçüm yöntemi hakkında tekrar bilgi verilip, test görsel olarak gösterildikten sonra katılımcıların aşağıdaki prosedüre uyması istenmiştir. Test prosedürü şu şekilde gerçekleştirilmiştir: (i) 'test sırasında gövdeni yaklaşık olarak dik, kalça açısı 124-150 derece arası, diz açısı 120-140 derece arası olacak şekilde tut (gonyometre ile ölçülerek), (ii) dinamik ısınma sonrası ön deneme yapabilirsin, (iii) maksimal efor ile arka arkaya üç deneme yapabilirsin ve denemeler arası dinlenme iki dakikadır, (iv) çekmeye başlarken yere doğru karşı hareket yapmamalısın (aktif sıçramada yere doğru yapılan karşı hareket gibi), (v) barı, 5 saniye boyunca olabildiğince kuvvetli ve hızlı çekmeye çalış' (Şekil 1). Katılımcılara verilecek komutlar her bir katılımcı için aynı olacak şekilde söylenmiş ve aynı şekilde uygulanmıştır (Beattie ve diğ., 2017).

Şekil 1

*Deney Düzenliğinin Önden ve Yandan Görünümü*



**Not:** Katılımcı iki ayağı kuvvet platformu üzerinde iken metal barı izometrik olarak maksimal efor ile yukarı doğru çekmeye çalışarak İOUÇ testini gerçekleştirir. Test sırasında gövde yaklaşık olarak dik, kalça açısı 124-150 derece arası, diz açısı ise 120-140 derece arasındadır.

Katılımcılar testler için aynı ayakkabıları ve benzer kıyafetleri giymişler ve testten önceki bir saat içinde su dışında herhangi bir gıda tüketmekten ve egzersiz yapmaktan kaçınmışlardır. Isınma, beş dakikalık koşu ve ardından her bir ana kas grubunun dinamik olarak gerilmesini içermektedir. İOUÇ testleri bir seansta üç tekrar olarak gerçekleştirilmiştir.

Her katılımcı her İOUÇ test seansından önce standardize edilen bir dinamik ısınma protokolünü uygulamıştır. Dinamik ısınma, beş dakikalık hafif tempoda koşu ve sporcuların alışkın olduğu hareket açıklıklarında kol ve bacak hareketlerini içermektedir. İOUÇ testi öncesi katılımcılar teste hazırlanmak için, testin yapılacağı barı, kendi belirlediği maksimal eforun %50'sinde 5 saniye, maksimal eforun %70-80 aralığında 3 saniye süreyle ve son olarak maksimal eforun %90'ında 3 saniye çekmekten oluşan bir ısınma protokolü gerçekleştirmiştir. Isınma sonrası testi başlamadan önce ve her tekrar arasında katılımcılara yaklaşık ikişer dakikalık dinlenme süreleri verilmiştir (Beattie ve diğ., 2017).

Deneysel ölçümlerde, katılımcılar üç tekrar olarak birer birer teste katılmıştır. Her iki deneysel ölçüm seansı içinde tüm katılımcılardan DYTEK zaman serileri başarıyla kaydedilmiştir.

**Verilerin Analizi:** Veri analizi aşamalarında kuvvet platformunda elde edilen DYTEK herhangi bir filtre işleminden geçmeden ham veri olarak kayıt edilmiştir. Kistler'in MARS yazılım arayüzden gerekli ayarlamalar yapılırsa, yazılım filtrelenmiş veriler de sunabilmektedir. Ancak, İOUÇ testinin veri analizi aşamalarında sıklıkla ham veriler kullanıldığı için (Guppy ve diğ., 2022), bu çalışmada da ham veriler üzerinden hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Veri analizinin iki aşamada gerçekleştirilmiştir: (i) kuvvet platformundan elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden kuvvetin global maksimum ( $DYTEK_{maks}$ ) olduğu değerin bulunması (Şekil 2), (ii)  $DYTEK_{maks}$  değerini kullanarak üç maksimal kassal kuvvet ölçütünün hesaplanması (Beattie ve diğ., 2017):

a) Mutlak zirve kuvvet:  $DYTEK_{maks}$  değerinden deneğin vücut ağırlığı (VA) çıkarılarak hesaplanmıştır. VA da kuvvet platformu vasıtasıyla ölçülmüştür. Mutlak zirve kuvvetin (MZK) birimi N'dur.

Denklem 1

$$MZK = DYTEK_{maks} - VA$$

b) Normalize zirve kuvvet: MZK değerinin vücut kütlesine (VK (kg)) bölünmesi ile hesaplanmıştır. Katılımcıların vücut kütlesi, kuvvet platformu vasıtasıyla ölçülen VA değerinin yer çekimi ivmesine bölünmesi ile hesaplanmıştır. Normalize zirve kuvvetin (NZK) birimi N/kg'dır.

Denklem 2

$$NZK = \frac{MZK}{VK}$$

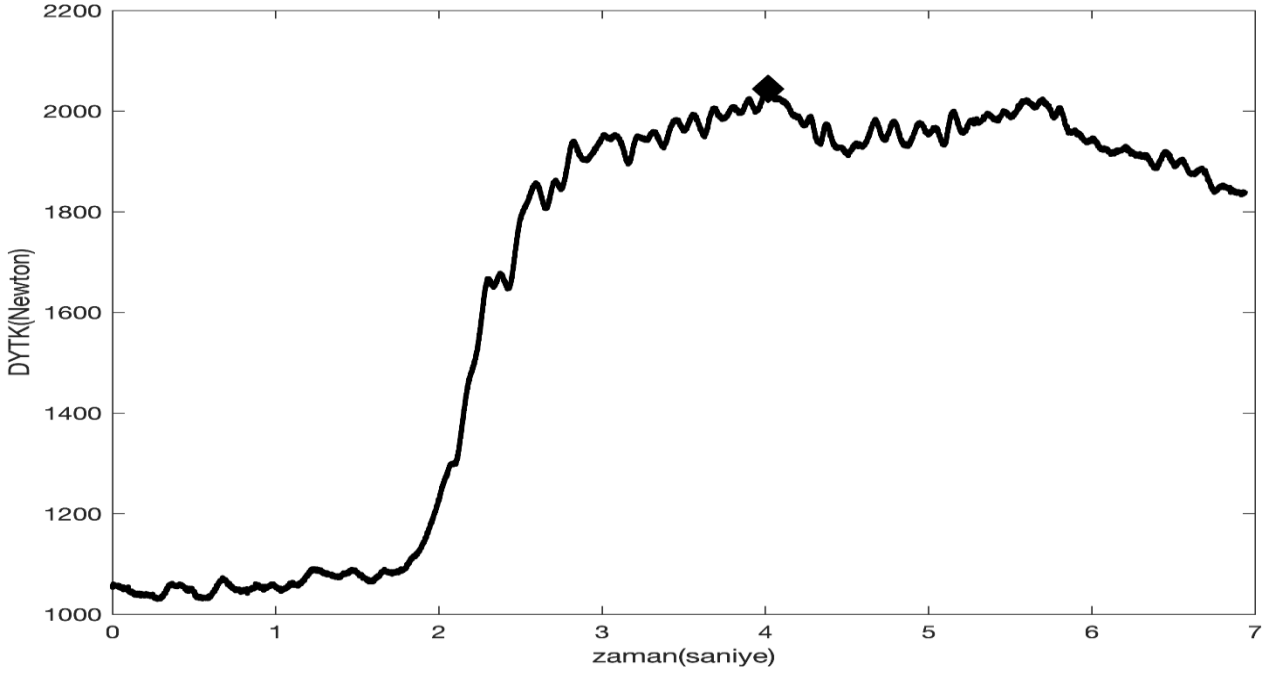
c) Allometrik olarak ölçeklendirilmiş zirve kuvvet: MZK değerini VK'sinin 0,67 üssüne bölerek hesaplanmıştır. Allometrik olarak ölçeklendirilmiş zirve kuvvetin (AZK) birimi  $N/kg^{0,67}$ 'dir.

Denklem 3

$$AZK = \frac{MZK}{VK^{0,67}}$$

Şekil 2

*Bir Katılımcıdan Bir Denemesinde Elde Edilen Örnek Bir Kuvvet-Zaman Eğrisi*



**Not:** DYTK: dikey yöndeki yer tepki kuvveti; Siyah renkte elmas işaretçi: kuvvet platformundan elde edilen kuvvet-zaman eğrisindeki global maksimum değer, DYTKmaks.

Stone ve diğerleri (2005), maksimal kassal kuvvet ile halter performansı arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında, maksimal kassal kuvvetin vücut kütlesi farklılıklarından bağımsız olarak halter performansı ile güçlü bir şekilde ilişkisi olduğunu, yine de normalize etme ya da ölçeklendirme yöntemlerinin belli ölçüde vücut kütlesi etkilerini ortadan kaldırmaya yardımcı olabileceğini ifade etmiştir. Maksimal kassal kuvvet söz konusu olunca, sıklıkla kullanılan iki normalize etme ya da ölçeklendirme yöntemi vücut kütesine göre ya da allometrik tekniktir (Comfort ve diğ., 2019). Geometrik benzerlik, insan bedeninin farklı bireylerde aynı şekle sahip olduğunu, sadece boyutlarının farklı olduğunu varsayar. Bu yüzden, insan vücudundaki tüm uzunluklar vücut boy uzunluğu (L) ile, tüm alanlar (kas fizyolojik kesit alanı gibi) L<sup>2</sup> ile ve tüm hacimler ise (vücut kütlesi gibi) L<sup>3</sup> ile orantılıdır. Allometrik ölçeklendirmede vücut kütesinin 0,67 (2/3) üssünün kullanılması arkasındaki mantık, kas kuvvetinin alan ile vücut kütesinin ise hacim ile 2/3 (L<sup>2</sup>/L<sup>3</sup>) üssü ile orantılı olacak şekilde artmasıdır (Jaric ve diğ., 2005).

**İstatistiksel Analiz:** Test-tekrar test veya günler arası güvenilirlik analizi için, İOUÇ testlerinden elde edilen ölçütlerin üç tekrar ortalama değerleri kullanılmıştır. Sistemik yanlılığın olmadığını doğrulamak için test ve tekrar test seanslarında elde edilen ölçütlerinin ortalama değerlerinin farkı üzerinde bir eşleştirilmiş örneklem t-testi yapılmıştır (Atkinson ve Nevill, 1998). Tüm istatistiksel analizler için alfa düzeyi 0,05 düzeyinde kabul edilmiştir. Denemeden denemeye veya gün içi güvenilirlik analizi için, yalnızca ikinci deneysel ölçüm seansından elde edilen ölçütlerinin tekrarları kullanılmıştır.

Görece güvenilirliği tahmin etmek için, SKK'nın iki yönlü rastgele etki modeli kullanılmıştır. (Shrout ve Fleiss, 1979; McGraw ve Wong 1996). Test-tekrar test ve denemeden denemeye korelasyonlar, SKK'nın tutarlılık formülü ile hesaplanmıştır (McGraw ve Wong, 1996; Liljequist ve diğ., 2019). Her SKK değeri için, McGraw ve Wong'da (1996) sunulan denklemler kullanılarak %95 güven aralığının (GA) alt ve üst sınırları da hesaplanmıştır. SKK, genellikle 0 ile 1 arasında bir gerçek sayıdır (Liljequist ve diğ., 2019). Munro'nun sınıflandırmasına göre, korelasyon katsayılarının gücü,

güvenirliğin derecesini tanımlamak için şu şekilde yorumlanabilir: 0,00-0,25: çok düşük korelasyon; 0,26-0,49: düşük korelasyon; 0,50-0,69: orta düzeyde korelasyon; 0,70-0,89: yüksek korelasyon ve 0,90-1,00: çok yüksek korelasyon (Carter ve Lubinsky, 2016).

Mutlak güvenilirliği tahmin etmek için üç güvenilirlik istatistiği hesaplanmıştır. Birincisi, tekrarlayan varyans analizinden elde edilen ortalama kare hatanın karekökü olarak hesaplanan SÖH idi (Atkinson ve Nevill, 1998). SÖH, sonuç ölçütlerinin birimlerinde ifade edildiği için SÖH ne kadar küçük olursa, ölçümlerin o kadar güvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Atkinson ve Nevill, 1998). İkinci mutlak güvenilirlik istatistiği ise, iki ölçüm arasında farklı olarak kabul edilebilecek ve ölçütlerin SÖH'nin %95 GA (yani  $\pm 1,96$  SÖH) olarak hesaplanan ÖSMD idi (Corriveau ve diğ., 2000). Ayrıca, temel olarak standart sapmanın (SS) verilerin ortalamasına oranı olan DK sonuç ölçümlerinin mutlak güvenilirliğini değerlendirmek için hesaplanmıştır. Bunu yapmak için, bireysel DK değerlerinden ortalama DK değeri hesaplanmıştır (Atkinson ve Nevill, 1998). Denemeden denemeye DK hesaplamaları için ikinci ve üçüncü denemeler kullanılmıştır. DK hesaplaması için aşağıdaki denklemler kullanılmıştır ( $n$ =denek sayısı,  $x_1$  ve  $x_2$ ,  $i$ 'inci katılımcı için ölçümlerdir (Shechtman, 2013)).

Denklemler 4

$$SS_i = \sqrt{\frac{(x_1 - x_2)^2}{2}}$$
$$\bar{x}_i = \frac{(x_1 + x_2)}{2}$$
$$DK_i = \frac{SS_i}{\bar{x}_i}$$
$$DK(\%) = 100 \times \frac{\sum_1^n DK_i}{n}$$

## BULGULAR

Test-tekrar test ölçümleri için İOUÇ testlerinden elde edilen maksimal kassal kuvvet ölçütlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

*İOUÇ Test ve Tekrar Test Ölçümlerinden Elde Edilen Ölçütlerin Ortalama Değerleri*

	Test ortalama (SS)	Tekrar test ortalama (SS)
MZK	1125,46 (177,51)	1016,47 (174,52)
NZK	14,68 (1,04)	13,32 (1,86)
AZK	61,30 (4,73)	55,54 (7,19)

MZK(N): mutlak zirve kuvvet; NZK: normalize zirve kuvvet (N/kg); AZK(N/kg<sup>0,67</sup>): allometrik olarak ölçeklendirilmiş kuvvet zirve kuvvet; SS: standart sapma

Maksimal kassal kuvvet ölçütlerinin gün içi ve günler arası güvenilirlik istatistikleri, yani SKK ve %95 GA (tablolardaki parantez içindeki değerler), SÖH, ÖSMD ve DK değerleri Tablo 2 ve Tablo 3'de sunulmuştur.

Eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçlarına göre, İOUÇ testlerinin herhangi bir ölçüt için test ve tekrar test ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur (her bir karşılaştırma için  $p > 0,05$ ). Bu sonuç, İOUÇ testlerinde birinci ölçüm günü ile ikinci ölçüm günü arasında herhangi bir sistematik yanlılığın olmadığını göstermektedir.

Tablo 2

*Maksimal Kassal Kuvvet Ölçütlerinin Gün İçi Güvenirlik İstatistikleri*

	SKK	SÖH	ÖSMD( $\pm$ )	%DK
MZK	0,96 (0,90 0,98)	62,03	121,58	3,14
NZK	0,92 (0,81 0,97)	0,90	1,77	3,14
AZK	0,92 (0,80 0,97)	3,63	7,11	3,14

MZK(N): mutlak zirve kuvvet; NZK: normalize zirve kuvvet (N/kg); AZK(N/kg<sup>0,67</sup>): allometrik olarak ölçeklendirilmiş kuvvet zirve kuvvet; SKK: sınıf içi korelasyon katsayısı, parantez içindeki değerler güven aralığının alt ve üst sınırları; SÖH: standart ölçüm hatası; ÖSMD: ölçümsel olarak saptanabilir minimum değişiklik; %DK: değişim katsayısı

İOUÇ testleri, Tablo 2'deki gün içi SKK değerlerine göre değerlendirildiğinde, Munro'nun sınıflandırmasına göre çok yüksek düzeyde güvenilir olarak kabul edilebilir. Gün için DK değeri ise %3,14 olarak hesaplanmıştır. MZK ölçütü için gün içi SÖH ve ÖSMD değerleri sırasıyla 62,03 N ve 121,58 N olarak hesaplanmıştır. Öte yandan, günler arası SKK değerleri incelendiğinde (Tablo 3), MZK ölçütünün SKK değeri 0,91 olduğu için çok yüksek güvenilir kabul edilebilir. Bununla beraber, NZK ve AZK için SKK değerleri sırasıyla 0,74 ve 0,73 olarak hesaplandığı için yüksek düzeyde güvenilir değildir. Günler arası DK değeri ise %8,67 olarak hesaplanmıştır. MZK ölçütü için günler arası SÖH ve ÖSMD değerleri ise sırasıyla 71,97 ve 141,07 N olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3

*Maksimal Kassal Kuvvet Ölçütlerinin Günler Arası Güvenirlik İstatistikleri*

	SKK	SÖH	ÖSMD( $\pm$ )	%DK
MZK	0,91 (0,76 0,97)	71,97	141,07	8,67
NZK	0,74 (0,24 0,91)	0,96	1,89	8,67
AZK	0,73 (0,20 0,91)	3,96	7,76	8,67

MZK(N): mutlak zirve kuvvet; NZK: normalize zirve kuvvet (N/kg); AZK(N/kg<sup>0,67</sup>): allometrik olarak ölçeklendirilmiş kuvvet zirve kuvvet; SKK: sınıf içi korelasyon katsayısı, parantez içindeki değerler güven aralığının alt ve üst sınırları; SÖH: standart ölçüm hatası; ÖSMD: ölçümsel olarak saptanabilir minimum değişiklik; %DK: değişim katsayısı

## TARTIŞMA

Bu deneysel çalışma, genç basketbol oyuncularında izometrik orta uyluk çekme testi sırasında elde edilen maksimal kassal kuvvet değerlerinin güvenilirliğini araştırmak için yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, maksimal kassal kuvvet ölçütlerinin günler arası ve gün içi SKK değerlerinin yüksek ile çok yüksek düzeyde güvenilir olduğunun kabul edilebileceğini göstermiştir. DK değeri bütün ölçümler ve ölçütler için %10'un altındadır.

Bu deneysel çalışmanın sonuçları daha önce farklı spor branşları ve yaş gruplarında yapılan İOUÇ testi maksimal kassal kuvvet güvenilirlik çalışmaları ile tutarlılık göstermektedir. İOUÇ MZK ölçütü ve günler arası güvenilirlik için, Thomas ve diğerleri (2015), 0,96 SKK değeri ve %4,30 DK değeri bildirmiştir. Guppy ve diğerleri (2022) çalışmasında ise, 0,98 SKK değeri ve 68,68 N SÖH değeri bildirilmiştir. Bu çalışma sonucunda da benzer değerler elde edilmiştir: 0,91 SKK; %8,67 DK ve 71,97 N SÖH. Bu çalışmada, Thomas ve diğerleri (2015) ve Guppy ve diğerleri (2022) çalışmalarında



SKK 0,90-1,00 arasında olduğu için çok yüksek düzeyde korelasyon ve DK %10'un altında olduğu için (Cormack ve diğ., 2008) yüksek düzeyde mutlak güvenilirlikten bahsedilebilir.

Günler arası SKK değerleri NZK ve AZK için çok benzer iken MZK ile aralarında bir seviye fark vardır. Munro'nun sınıflandırmasına göre, korelasyon katsayıları, 0,70–0,89 arasında ise yüksek korelasyon, 0,90–1,00 arasında ise çok yüksek korelasyondan bahsedilebilir (Carter ve Lubinsky, 2016). NZK ve AZK ölçütleri için günler arası SKK değerleri 0,70-0,89 bandında iken bu MZK için bir üst seviye 0,90-1,00 bandında gerçekleşmiştir. Burada MZK değeri, direkt kuvvet platformundan elde edilen DYTKmaks ve VA değerlerinin birbirinden çıkarılması ile elde edilmiştir. Oysaki NZK ve AZK değerleri sırasıyla MZK değerinin sırasıyla vücut kütlelerine ve vücut kütlelerinin 0,67 üssüne bölünerek elde edilmiştir, yani bir oranı ifade etmektedirler. Bu şekilde oranların kullanılmasının gerekçesi genellikle paydadaki değişkenin etkisini kontrol etme veya ortadan kaldırma isteğidir (Allison ve diğ., 1995). Ancak bu durumun, oran olarak ifade edilen ölçütlerin pay ve paydasına göre daha gürültülü olmasına neden olabileceği ileri sürülmüştür (Bishop ve diğ., 2021). Gürültü, bir sinyaldeki rastgeleliği artırabileceği için tekrar edilebilirliği, yani güvenilirliği düşürebilir. Bu da günler arası SKK değerleri NZK ve AZK için çok benzer iken PF ile aralarında bir seviye fark olmasını açıklamaya yardım edebilir. Gün içi güvenilirlik için ise, yukarıda bahsedilen bu durum, SKK değerlerinde bir seviye düşümüne neden olmamıştır.

Önceki öneriler ışığında, genç erkek basketbol oyuncularında İOUÇ testinden elde edilen MZK ölçütü ile elde edilen maksimal kassal kuvvet güvenilir olarak kabul edilebilir. Sağlık bilimleri alanında, farklı SKK modelleri ve bunların rapor edilmesi ile ilgili bir makale yazan Koo ve Li (2016); SKK'nın ölçümler arasındaki hem korelasyon derecesini hem de uyumu yansıtan bir indeks olduğunu ve SKK'nı değerlendirirken GA alt bandına bakmanın uygun olacağını öne sürmüştür. Yazarlara göre SKK değerinin GA alt bandı 0,75'den büyük ise iyi düzeyde bir güvenilirlikten bahsedebilir (Koo ve Li, 2016). Başka bir çalışmada ise yazarlar biyomekanik değişkenlerin rapor edildiği birçok önceki çalışma ve kendi çalışmalarında  $\leq$ %10'luk bir DK değerinin, bir değişkenin güvenilir olarak kabul etme kriteri olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir (Cormack ve diğ., 2008). Bu iki kriter birleştirildiğinde (Bishop ve diğ., 2021), İOUÇ testinden elde edilen MZK ölçütü hem gün içi hem günler arası ölçümlerde güvenilir kabul edilebilir.

Bazı sınırlamalar çalışmamızı etkilemiştir. Bu çalışmada, üç ölçüt üzerinde çalışıldı; ancak sporcuların kuvvetini değerlendirmek için kuvvet platformu vasıtasıyla daha fazla ölçüt (kuvvet üretim hızı, impuls gibi) ve test (izometrik skuat gibi) yapılabilir. Gelecekteki çalışmalar yeni ölçütler ve testler ile sporcuların kuvvet durumlarını daha zengin bir veri seti ile değerlendirebilir. Başka bir sınırlama ise, katılımcıların tamamının erkek bireylerden oluşmasıdır. Ölçümler için iş birliği sağlanan takımın bütün bireyleri erkek oyuncularından oluştuğu için bu çalışmaya kadın basketbol oyuncusu dahil edilememiştir. Gelecekte planlanacak yeni çalışmalarda hem kadın hem erkek bireylerden elde edilecek İOUÇ test sonuçları ile genç basketbol oyuncuları için güvenilirlik analizi daha geniş bir popülasyonu yansıtacak şekilde yapılabilir.

Özetle, önerilen İOUÇ sonuç ölçütlerinden MZK, yüksek gün içi ve günler arası SKK ve düşük SÖH ve DK seviyeleri vermiştir. Dolayısıyla bu sonuçlar, taşınabilir bir kuvvet platformu ile gerçekleştirilen İOUÇ testinden elde edilen MZK ölçütünün, genç basketbol oyuncularında kuvvet performansını değerlendirmek için kullanılabileceğini düşündürmektedir. Bu sayede, İOUÇ testinden elde edilen MZK ölçütü, sporcuların maksimal kassal kuvvet seviyelerini performans ve antrenman düzenlenmesi açısından kısa ve uzun süreli izlemek için kullanılabilir.

**Authors' Contribution:**

1. **Hüseyin ÇELİK:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz ve Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
2. **Caner MAVİLİ:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Veri Toplama, Eleştirel İnceleme
3. **Ekrem YILMAZ:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Veri Toplama, Eleştirel İnceleme
4. **Evrin ÜNVER:** Veri Toplama ve İşleme, Analiz
5. **Ferhat ÖZTÜRK:** Veri Toplama, Eleştirel İnceleme, Analiz
6. **Süleyman BULUT:** Veri Toplama ve İşleme, Analiz ve Yorum, Makale Yazımı
7. **Pınar ARPINAR AVŞAR:** Analiz ve Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme
8. **Alpan CİNEMRE:** Fikir ve Kavram, Tasarım, Denetleme, Analiz ve Yorum, Eleştirel İnceleme

**Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler**

**Kurum Adı:** Hacettepe Üniversitesi Üniversitesi Girişimsel

Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulu

**Tarih:** 04.10.2022

**Sayı No:** 2022 / 929

## KAYNAKÇA

1. Allison, D. B., Paultre, F., Goran, M. I., Poehlman, E. T., & Heymsfield, S. B. (1995). Statistical considerations regarding the use of ratios to adjust data. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 19(9), 644–652.
2. Alpar, R. (2001). Spor bilimlerinde uygulamalı istatistik. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
3. Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217–238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>
4. Beattie, K., Carson, B. P., Lyons, M., & Kenny, I. C. (2017). The relationship between maximal strength and reactive strength. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 548–553. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0216>
5. Bishop, C., Turner, A., Jordan, M., Harry, J., Loturco, I., Lake, J., & Comfort, P. (2021). A framework to guide practitioners for selecting metrics during the countermovement and drop jump tests. *Strength & Conditioning Journal*. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000677>
6. Carter, R. E., & Lubinsky, J. (2016). Rehabilitation research: Principles and applications (Fifth edition). Elsevier.
7. Comfort, P., Jones, P., & McMahon, J. J. (Eds.). (2019). Performance assessment in strength and conditioning. Routledge, Taylor & Francis Group.
8. Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Doyle, T. L. A. (2008). Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 131–144. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.2.131>
9. Corriveau, H., Hébert, R., Prince, F., & Raiche, M. (2000). Intrasection reliability of the “center of pressure minus center of mass” variable of postural control in the healthy elderly. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(1), 45–48. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(00\)90220-X](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(00)90220-X)
10. French, D. N., Torres Ronda, L., & National Strength & Conditioning Association (U.S.) (Eds.). (2022). NSCA’s essentials of sport science (First). Human Kinetics, Incorporated.
11. Gabbett, T. J. (2016). Influence of fatigue on tackling ability in rugby league players: role of muscular strength, endurance, and aerobic qualities. *PLOS ONE*, 11(10), e0163161. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163161>
12. Guppy, S. N., Kotani, Y., Brady, C. J., Connolly, S., Comfort, P., & Haff, G. G. (2022). The reliability and magnitude of time-dependent force-time characteristics during the isometric midhigh pull are affected by both testing protocol and analysis choices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(5), 1191–1199. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004229>
13. Haff, G. G., & Stone, M. H. (2015). Methods of developing power with special reference to football players. *Strength & Conditioning Journal*, 37(6), 2–16. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000153>
14. Haff, G. G., Stone, M., O’Byrant, H. S., Harman, E., Dinan, C., Johnson, R., & Han, K.-H. (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 269–272.
15. Jaric, S., Mirkov, D., & Markovic, G. (2005). Normalizing physical performance tests for body size: A proposal for standardization. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 467–474. <https://doi.org/10.1519/R-15064.1>
16. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). Physiology of sport and exercise (Eighth edition). Human Kinetic.
17. Kibele, A. (1998). Possibilities and limitations in the biomechanical analysis of countermovement jumps: a methodological study. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(1), 105–117. <https://doi.org/10.1123/jab.14.1.105>
18. Kittilsen, H. T., Goleva-Fjellet, S., Freberg, B. I., Nicolaisen, I., Støa, E. M., Bratland-Sanda, S., Helgerud, J., Wang, E., Sæbø, M., & Støren, Ø. (2021). Responses to maximal strength training in different age and gender groups. *Frontiers in Physiology*, 12, 636972. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.636972>
19. Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
20. Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 243–251. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00780.x>
21. Liljequist, D., Elfving, B., & Skavberg Roaldsen, K. (2019). Intraclass correlation – A discussion and demonstration of basic features. *PLOS ONE*, 14(7), e0219854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219854>
22. McGraw, K. O., & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1), 30–46. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.30>

23. **Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008).** Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 699–707. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816d5eda>
24. **Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2015).** Foundations of clinical research: Applications to practice (3rd edition, [revised]). Pearson/Prentice Hall.
25. **Rouis, M., Coudrat, L., Jaafar, H., Filiard, J.-R., Vandewalle, H., Barthelemy, Y., & Driss, T. (2015).** Assessment of isokinetic knee strength in elite young female basketball players: Correlation with vertical jump. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), 1502–1508.
26. **Shechtman, O. (2013).** The coefficient of variation as an index of measurement reliability. In S. A. R. Doi & G. M. Williams (Eds.), *Methods of Clinical Epidemiology* (pp. 39–49). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37131-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37131-8_4)
27. **Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979).** Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420–428. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>
28. **Sole, C. J., Kavanaugh, A. A., Reed, J. P., Israel, M. A., Devine, L. E., Ramsey, M. W., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2013).** The sport performance enhancement group: A five-year analysis of interdisciplinary athlete development. 28.
29. **Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J., Cardinale, M., & Newton, R. U. (2005).** Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1037–1043.
30. **Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016).** The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
31. **Thomas, C., Comfort, P., Chiang, C.-Y., & A. Jones, P. (2015).** Relationship between isometric mid-thigh pull variables and sprint and change of direction performance in collegiate athletes. *Journal of Trainology*, 4(1), 6–10. [https://doi.org/10.17338/trainology.4.1\\_6](https://doi.org/10.17338/trainology.4.1_6)
32. **Uzelac-Sciran, T., Sarabon, N., & Mikulic, P. (2020).** Effects of 8-week jump training program on sprint and jump performance and leg strength in pre- and post-peak height velocity aged boys. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 547–555.
33. **Wang, R., Hoffman, J. R., Tanigawa, S., Miramonti, A. A., La Monica, M. B., Beyer, K. S., Church, D. D., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2016).** Isometric mid-thigh pull correlates with strength, sprint, and agility performance in collegiate rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3051–3056. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001416>
34. **Weir, J. P. (2005).** Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the sem. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231. <https://doi.org/10.1519/15184.1>