

Dikey Sıçrama Yüksekliğini Ölçmede Kullanılan MyJump Lab Uygulamasının Geçerlilik ve Güvenirliğinin OptoJump ile Eş Zamanlı Olarak İncelenmesi

Investigation of the Validity and Reliability of MyJump Lab Application Used to Measure Vertical Jump Height Simultaneously with OptoJump

¹Erhan İŞIKDEMİR

ORCID No: 0000-0002-4443-2222

¹Mehmet YAVUZ

ORCID No: 0000-0001-6096-2197

²Abdullah ÇETİNDİR

ORCID No: 0000-0002-8238-820X

³Özlem KÖKLÜ

ORCID No: 0000-0001-6752-6654

¹Serkan UZLAŞIR

ORCID No: 0000-0003-1436-8706

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Nevşehir

²Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Trabzon

³Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Denizli

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Dr. Öğr. Üyesi Erhan İŞIKDEMİR

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü

E-posta: erhanisikdemir@nevsehir.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 09.12.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 02.01.2025

ÖZ

Bu araştırmanın amacı sporcuların dikey sıçrama performansını ölçmek amacıyla kullanılan MyJump Lab (MJL) uygulamasının geçerlilik ve güvenirliliğinin belirlenmesidir. Araştırmaya, amatör seviyede iki farklı branşta (futbol: 28; tenis: 12) düzenli olarak antrenman yapan 21 erkek ve 19 kadın olmak üzere toplam 40 gönüllü sporcu katılmıştır (yaş: 21,95±2,23 yıl; boy: 170,74±10,28 cm; vücut ağırlığı: 66,50±12,35 kg). Araştırma kapsamında sıçrama performansını değerlendirmek için dikey sıçrama (DS) testi kullanılmıştır. Her ölçüm öncesinde beş dakikalık standart bir ısınma protokolü uygulanmıştır. Her ölçüm için iki kez DS testi yaptırılmıştır. Ölçümler arasında iki dakikalık dinleme süresi verilmiş olup sporcuların en iyi performansı kaydedilmiştir. Bu esnada MJL uygulamasının geçerlik ve güvenirlilik analizleri için akıllı bir cep telefonuna (14 Promax, Apple, ABD) kayıtlı MJL uygulaması ve OptoJump fotoelektrik hücre sistemi (OptoJump Next, Microgate, İtalya) kullanılmıştır. Bu iki sistemde eş zamanlı olarak çalıştırılmış ve kullanılmıştır. Ölçümler 3 farklı ölçüm gününde randomize bir şekilde 24 saat arayla gerçekleştirilmiştir. İstatistik analiz yöntemlerinden, geçerliliği test etmek için ölçüt geçerliliği tekniği esas alınırken, güvenirliliği test etmek için test-tekrar test yöntemi kullanılmıştır. MJL uygulamasının güvenirlilik testi için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılırken ölçüt geçerliliğini sınamak için Pearson korelasyon katsayısı incelenmiştir. Her iki ölçme aracı arasındaki test puanlarının farklılığını tespit etmek için ilişkili örneklerde t-testi kullanılmıştır. Son olarak, MJL uygulaması için iki ölçüm yöntemi arasındaki uyumu görsel olarak değerlendirmek amacıyla DS sıçrama yüksekliği değerleri Bland-Altman tekniği ile incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre her iki uygulama için DS yüksekliği değerlerinin güvenirlilik katsayısının yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Her iki ölçüm yöntemi arasındaki farkın t-testi sonuçlarına göre anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Son olarak Bland-Altman analizi sonuçları da her iki ölçme yöntemi arasında sistematik bir hata olmadığını göstermiştir. Sonuç olarak MJL uygulaması üzerinde yapılan geçerlik analizleri, uygulamanın güvenilir ve kabul edilebilir nitelikte sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MyJump lab, OptoJump, Dikey sıçrama, Geçerlilik, Güvenirlilik

ABSTRACT

This study aims to determine the validity and reliability of the MyJump Lab (MJL) application in measuring vertical jump performance. A total of 40 volunteer athletes (age: 21,95±2,23 years; height: 170,74±10,28 cm; body weight: 66,50±12,35 kg), 21 males and 19 females, who regularly train in two different branches (football: 28; tennis: 12) at the amateur level, participated in the study. A countermovement jump (CMJ) test was utilized to evaluate jumping performance. Before each test, a standardized 5-minute warm-up protocol was applied. Two CMJ trials were conducted for each measurement, with a two-minute rest interval between trials. The best performance of the athletes was recorded. To analyze the validity and reliability of the MJL application, measurements were simultaneously recorded using the MJL app installed on a smartphone (iPhone 14 Pro Max, Apple, USA) and the OptoJump photoelectric cell system (OptoJump Next, Microgate, Italy), a validated tool. In a randomized order, measurements were carried out on three separate days at 24-hour intervals. Criterion validity was tested using Pearson's correlation coefficient, while reliability was evaluated through the test-retest method with the Intraclass Correlation Coefficient (ICC). The paired samples t-test was used to examine the differences between the test scores obtained from the two systems. Additionally, Bland-Altman analysis was conducted to visually evaluate the agreement between the CMJ height values obtained from the two methods. The findings revealed high-reliability coefficients for CMJ height values in both methods. The paired samples t-test results ($p > 0,05$) showed no significant differences between the two systems. Furthermore, the Bland-Altman analysis indicated no systematic bias between the two measurement methods. In conclusion, the validity analyses performed on the MJL application demonstrated that it provides reliable and acceptable results. Its low cost and ease of use make it a practical tool for coaches and sports scientists in assessing CMJ performance.

Keywords: MyJump lab, OptoJump, Countermovement jump, Validity, Reliability

GİRİŞ

Spor bilimciler, atletik performans antrenörleri ve sağlık ekipleri alt ekstremiteye yönelik anaerobik güç, patlayıcı kuvvet ve nöromusküler yorgunluğa ilişkin değerlendirmeleri yapmak için sıçrama testlerinden sıklıkla faydalanırlar (Loturco ve diğ., 2017). Özellikle yoğun antrenman döngüsü veya maç periyotlarında nöromusküler dengenin bozulabileceği, bu durumda performans üzerinde olumsuz bir etkisi olacağı bilinmektedir (Coutts ve diğ., 2010). Bu nedenle, sporcuların yorgunluk düzeylerinin takip edilmesinde dikey sıçrama testleri, önemli bir değerlendirme yöntemi olarak basit ve uygulanabilir bir performans testi niteliği taşımaktadır. Aynı zamanda bu testler sporcular açısından sıçrama yeteneği, bilateral güç dengesizliği (Ceroni ve diğ., 2012; Hewit ve diğ., 2012), sakatlık sonrası mevcut fiziksel durumun tespiti ve antrenman planlaması için spor bilimleri alanında sıklıkla kullanılmaktadır (Buchheit ve Spencer, 2010; Rodacki ve diğ., 2002; De Villarreal ve diğ., 2011; Taipale ve diğ., 2013). Bu amaçla dünya genelinde üst düzeyde teknolojik cihazlarla birlikte yapay zekâ destekli uygulamaların geliştirildiği görülmektedir.

Literatüre bakıldığında laboratuvar ortamlarında sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesinde kuvvet platformları ‘Altın Standart’ olarak kabul edilir (Kibele, 1998; Moir, 2008; Glatthorn ve diğ., 2011; Reeve ve Tyler, 2013; Balsalobre-Fernandez ve diğ., 2015). Ancak bu tür cihazlar her ne kadar fonksiyonel araçlar olsa da hem pahalı hem de saha koşullarına uygun olmadığı düşünülmektedir (Glatthorn ve diğ., 2011). Bu nedenle teknolojinin de gelişmesi ile kuvvet platformlarına alternatif olarak geliştirilmiş lazer odaklı sıçrama kapıları (Enoksen ve diğ., 2009; Buckthorpe ve diğ., 2012), yüksek hızda çekim yapabilen fonksiyonel kameralar ve ivme-ölçerler, altın standart olarak kabul edilen kuvvet platformları ile olan uyumları test edilerek zaman içerisinde alanda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Casartelli ve diğ., 2010; Requena ve diğ., 2012). Laboratuvarlara sınırlı erişim, ölçüm cihazlarının yüksek maliyeti, zaman ve uzmanlık gereksinimi, birçok sporcu ve fiziksel aktivite uygulayıcısının yaptığı saha değerlendirmelerini zorlaştırmaktadır. (Vanessa ve diğ., 2018).

Sıçrama matları (Kibele, 1998) ve fotosel cihazlarıyla (Glatthorn ve diğ., 2011) skuat sıçrama, dikey sıçrama ve derinlik sıçraması uygulamaları kalkış ve iniş anlarını içeren sıçrama uçuş süresini algılamakta kullanılmaktadır. Yüksek görüntü çözünürlüğü ve yüksek hızlı video kaydı yapabilen cihazların üretilmesiyle birlikte sıçrama becerisinin uygulanmasında uçuş süresi, kalkış ve iniş esnasında video karelerini belirlemektedir. Teknolojideki bu gelişmeler MJL uygulamasının ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır (Balsalobre-Fernández ve diğ., 2015). MJL uygulaması, farklı kare hızlarında (FPS) video kaydı yaparak ağır çekim videolar oluşturur ve nöromusküler performans ile sıçrama sırasında iniş-kalkış anlarını tespit ederek sıçrama yüksekliği hakkında bilgi sağlar (Acero ve diğ., 2011; Haynes ve diğ., 2019). Uygulamanın geçerlilik ve güvenirliliği daha önce Iphone 7 cihazı ile rekreasyonel olarak direnç antrenmanı ve aerobik egzersizlerine katılan rekabetçi olmayan kişilerde CMJ (Jimenez-Olmedo ve diğ., 2022), genç basketbolcularda (Kantouris ve diğ., 2021), yaşlılarda (Cruvinel-Cabral ve diğ., 2018), rekreasyonel olarak aktif spor salonuna üye kişilerde (Bogataj ve diğ., 2020), ilkökul çocuklarında (Bogataj ve diğ., 2020), üniversite öğrencileri, personel ve öğretim üyelerinde (Yingling ve diğ., 2018) uygulanmıştır. Literatürde sıçrama patlayıcılığının güvenirliliğinde erkekler ve kadınlar arasında farklılıklar olduğuna dair bulgular yer almaktadır (Hopkins ve diğ., 2001). Bu nedenle, sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesinde bireysel farklılıkların dikkate alınması önem arz etmektedir.

Söz konusu çalışmalar, MJL uygulamasının farklı iPhone modelleri kullanılarak test edildiğini göstermektedir (Jimenez-Olmedo ve diğ., 2022). Bununla birlikte, literatür taramaları, laboratuvar ortamlarında sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesinde kuvvet platformlarının “altın standart” olarak kabul edildiğini ortaya koymaktadır (Kibele, 1998; Moir, 2008). Ancak, bu cihazların saha koşullarına uygunluğu ve maliyet etkinliği konularında belirli sınırlamalar

bulunduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, gelişen teknoloji ile birlikte yüksek hızlı video analiz sistemleri ve mobil uygulamaların, saha uygulamalarında alternatif ölçüm yöntemleri olarak kullanılması mümkün hale gelmiştir (Balsalobre-Fernández ve diğ., 2015; Bogataj ve diğ., 2020). Bu yöntemlerin geçerlik ve güvenilirlik açısından altın standart sistemlerle karşılaştırılması, uygulamaların bilimsel temele dayalı olarak kullanılmasını desteklemektedir. Ancak, mevcut literatürde yer alan çalışmaların büyük bir kısmı farklı popülasyon grupları veya sınırlı cihaz modelleri kullanılarak yürütülmüştür. Bu durum, mobil uygulamaların genel kullanım alanlarının belirlenmesini kısıtlayabilir. Bunun yanı sıra, MJL uygulamasının yeni nesil mobil cihazlarda (iPhone 14 Pro Max gibi) sıçrama performansını inceleyen yetersiz sayıda araştırma bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu eksikliklerin giderilmesi adına geniş katılımcı grupları ve farklı cihaz modelleri kullanılarak yeni çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı, dikey sıçrama performansını değerlendirmek için kullanılan MJL uygulamasının OptoJump sistemi ile eş zamanlı olarak geçerlik ve güvenilirliğini incelemektir. Çalışmanın hipotezi, MJL uygulamasının dikey sıçrama ölçümlerinde OptoJump sistemi ile yüksek düzeyde bir uyum göstererek geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olacaktır. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarının, mobil cihaz tabanlı ölçüm yöntemlerinin saha uygulamalarındaki kullanımına ilişkin bilimsel kanıtlar sunacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli: Çalışmada, iki farklı ölçüm yöntemi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için ilişkisel araştırma modeli benimsenmiştir. İlişki analizi modeli temel alınarak, MJL ve OptoJump sistemleri arasındaki uyum incelenmiştir.

Araştırma Grubu: Araştırmanın örneklem grubunu amatör seviyede, iki farklı branşta (n=28 futbol; n=12 tenis), düzenli olarak haftanın 3 günü antrenman yapan 21 erkek ve 19 kadın olmak üzere 40 gönüllü sporcu (yaş: 21,95±2,23 yıl; boy: 170,74±10,28 cm; vücut ağırlığı: 66,50±12,35 kg) oluşturmaktadır. Çalışma, Helsinki Bildirgesi ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmiş ve araştırma için Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulu biriminden 2400021635 sayı ile etik kurul onayı alınmıştır. Örneklem grubunun seçimi sırasında, sporcunun haftanın en az üç günü düzenli olarak branş antrenmanına maruz kalması, son 6 aylık periyotta ise uzun süreli olarak antrenmanlara katılımını engelleyici herhangi bir sakatlık öyküsünün görülmemiş olması göz önünde bulundurulmuştur.

Veri Toplama Araçları: Araştırma kapsamında portatif boy-kilo ölçer, OptoJump Fotoelektrik Hücre Sistemi ve MyJump Lab telefon uygulaması kullanılmıştır.

Portatif boy-kilo ölçer: Katılımcıların boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları, 0,1 cm ve 0,01 kg hassasiyet sunan Seca 707 (Seca, Almanya) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

OptoJump fotoelektrik hücre sistemi: OptoJump sistemi yaklaşık 1 m arayla ve birbirine paralel olarak yerleştirilmiş iki paralel çubuktan oluşmaktadır. Çubuklar, verici ve alıcı çubuğun sürekli iletişimini sağlayan 33 optik ışık yayan LED'lerden oluşmaktadır. OptoJump, kuvvet platformuna kıyasla sıçrama yüksekliği için güçlü bir eşzamanlı geçerlilik elde etmiştir (ICC = 0,99; %95 CI (güven aralığı) = 0,97; 0,99; p < 0,001) ve saha tabanlı uygulamalarda dikey sıçrama özelliğinin değerlendirilebilmesi için güvenilir bir araç olarak kabul edilmektedir (Glatthorn ve diğ., 2011).

MyJump lab (MJL): MJL uygulaması, iPhone 14 Pro Max kullanılarak sıçrama yüksekliğini hesaplamak amacıyla uygulanmıştır. Uygulama, kullanıcıya videodan kalkış ve iniş anlarını manuel olarak seçme imkânı tanımaktadır. Bu çalışmada, iPhone 14 Pro Max cihazı yerden 20 cm yükseklikte bir esnek tripod üzerine sabitlenerek kullanılmıştır. Tripod yüksekliği test süresi boyunca sabit tutulmuş ve bu düzenleme, ayağın yerden kesildiği ve yere tekrar temas ettiği anların doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamak için kritik bir faktör olarak değerlendirilmiştir.

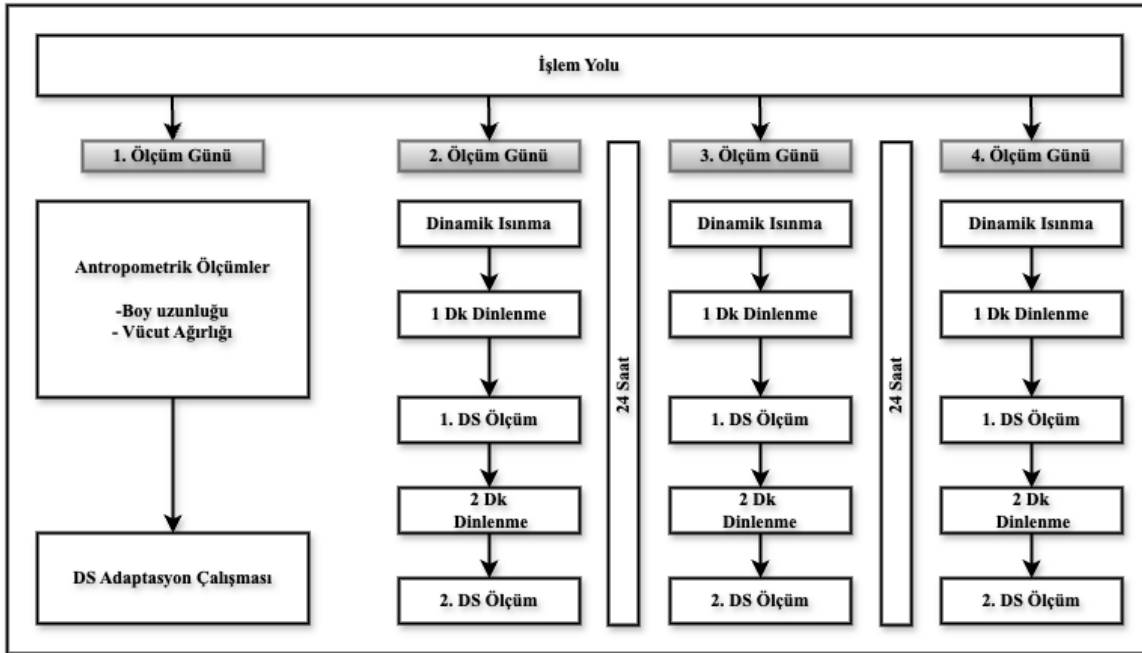
Verilerin tutarlılığını sağlamak adına, ölçümler aynı değerlendirici tarafından gerçekleştirilmiş ve tüm video kayıtları aynı cihaz kullanılarak alınmıştır. Videonun iniş ve kalkış karelerini kullanarak sıçrama yüksekliğini belirleyen uygulama, Bosco ve diğerleri (1983) tarafından ifade edilen $h = t^2 \times 1,22625$ denklemiyle sıçrama yüksekliğini ortaya çıkarır; metre cinsinden sıçrama yüksekliğini h, saniye cinsinden uçuş süresini t temsil etmektedir. Video kayıtları aynı telefonla ve profesyonel deneyimi olan araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Stanton ve diğ., 2017).

Antropometrik ölçümler: Örneklem grubuna ait boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri anatomik duruş pozisyonunda, çıplak ayakla portatif boy kilo ölçer (SECA Instruments Ltd., Hamburg, Almanya) ile standart yöntemlerle laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir (Bešlija ve diğ., 2020).

Dikey sıçrama (DS): DS başlangıç pozisyonunda, gövde düz ve dizler tamamen uzatılmış, ayaklar omuz genişliğinde açık olacak şekilde ayakta durma pozisyonunda gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların tüm sıçrama boyunca elleri belin üzerinde tutmaları istenmiştir. Aşağı doğru hızlı bir hareket yapmaları (yaklaşık 90° diz fleksiyonu) ve ardından mümkün olduğunca yükseğe sıçramak için hızlı bir yukarı doğru hareket yapmaları talimatı verilmiştir (Holsgaard-Larsen, 2006).

Şekil 1

İşlem Yolu



İşlem Yolu: Çalışmanın ilk gününde örneklem grubuna ait antropometrik ölçümler ve DS hareketine yönelik adaptasyon çalışması yapılmıştır. İkinci ölçüm gününde randomize bir şekilde sporcular önce dinamik ısınma protokolüne tabi tutulmuştur. Her katılımcı için 2 dakika ara ile iki sıçrama testi gerçekleştirilmiş ve en iyi performans kaydedilmiştir. İki sıçramadan en iyi sıçrama yüksekliği değerlendirmeye alınmıştır. Aynı protokol diğer ölçüm günlerinde yine randomize bir şekilde tekrar edilmiştir. Uygulamalar sırasında, OptoJump fotoelektrik hücre sistemi (OptoJump Next, Microgate, İtalya) kullanılarak sıçrama yüksekliği ölçülmüştür. OptoJump cihazının kalibrasyonu, ölçümlerden önce üretici talimatlarına uygun olarak yapılmış; sensör hizalamasının doğruluğu ve ışık sensörlerinin optimum çalıştığı doğrulanmıştır. Sıçramalar sırasında aynı zamanda akıllı bir cep telefonuna (14 Promax, Apple, ABD) yüklü MJL uygulaması sayesinde eş zamanlı olarak görüntü kaydı yapılmıştır. MJL uygulamasında manuel veri girişleri minimize

edilerek, ölçüm sırasında 1,5 m standart bir mesafe oluşturulmuştur. Kamera kaydı sırasında frontal düzlem tercih edilmiş ve kamera, katılımcıların ayaklarının yerden ayrılma ve temas anlarını tam dik pozisyonda gözlemleyebilecek şekilde, yerden 20 cm yükseklikteki esnek bir tripoda konumlandırılmıştır. Tüm ölçümler tamamlandıktan sonra görüntü kayıtları üzerinden sporcuların sıçrama yükseklikleri uygulama üzerinden manuel olarak belirlenmiş ve kaydedilmiştir. Tüm ölçümler için aynı yöntem tekrar edilmiştir (Şekil 1). Ayrıca ölçümler sırasında;

- o Tüm ölçümler, cihazların kullanımı noktasında daha önce eğitim almış ve kullanmış aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve ölçüm süreci standartlaştırılmıştır.
- o Ölçüm günleri arasında 24 saat ara verilmiş ve bu süre, katılımcıların yorgunluğunu önlemek için optimize edilmiştir.
- o Tüm ölçümler günün aynı saat aralığında (15:00-16:30) uygulama laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu önlemler, cihazlar arasındaki tutarlılığın sağlanmasına ve ölçüm sonuçlarının güvenilirliğine katkı sağlamıştır.

İstatistiksel Analiz: Ölçümler sırasında elde edilen verilere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen verilerin parametrik analiz tekniklerine uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüş ve verilerin analizi için parametrik test teknikleri kullanılmıştır. Geçerliliği test etmek için ölçüt geçerliği tekniği esas alınırken, güvenilirliği test etmek için test-tekrar test yöntemi kullanılmıştır. MJL uygulamasının güvenilirlik testi için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılırken, ölçüt geçerliğini sınamak için Pearson korelasyon katsayısı incelenmiştir. Her iki ölçme aracı arasındaki test puanlarının farklılığını tespit etmek için ilişkili örneklerde t-testi kullanılmıştır. Son olarak, MJL uygulaması için iki ölçüm yöntemi arasındaki uyumu görsel olarak değerlendirmek amacıyla DS yüksekliği değerleri Bland-Altman tekniği ile incelenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın bulgularına ilişkin istatistiksel sonuçlara yer verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde sporcuların sırasıyla boy, vücut ağırlığı, yaş ve beden kitle indekslerinin ortalamaları yer almaktadır.

Tablo 1

Sporculara Ait Tanımlayıcı Özellikler (n=40)

Değişkenler	\bar{x}	Sd	Min.	Maks.
Boy (cm)	170,74	10,28	144	187
Kilo (kg)	66,50	12,35	40,80	87
Yaş (yıl)	21,95	2,23	18,41	30,22
BKI (kg/m ²)	22,66	2,92	18,44	31,80

BKI: Beden Kitle İndeksi, \bar{x} : Ortalama, Sd: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.: Maksimum

Tablo 2 incelendiğinde sporculara ait MJL test uygulamalarına ilişkin test tekrar test sonuçları 1. ve 2. ölçüm ($27,43 \pm 8,19$ cm; $28,10 \pm 8,18$ cm), 2. ve 3. ölçüm ($27,43 \pm 8,19$ cm; $28,50 \pm 7,98$ cm) ile 1. ve 3. ölçüm ($28,10 \pm 8,18$ cm; $28,50 \pm 7,98$ cm) verilmiştir. Buna göre, MJL test ölçümleri arasında 1. ve 2. ölçüm (ES = -0,08; CI 95% -1,21; -0,13), 1. ve 3. ölçüm (ES = -0,13; CI 95% (-1,68; -0,47)), ve 2. ve 3. ölçüm (ES = -0,05; CI 95% (0,98; 0,99)) anlamlı

bir fark ($p > 0,05$) tespit edilememiştir. Bunun dışında tüm ölçümlerde yüksek kolerasyon katsayısı tespit edilmiştir. MJL test için kolerasyon katsayısı sırasıyla 0,99; 0,98; 0,99 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2

MJL Testlerinden Elde Edilen Ölçümlerin Test-Tekrar Test Analizi Sonuçları

İstatistik	1. ve 2. Ölçüm	1. ve 3. Ölçüm	2. ve 3. Ölçüm
DS Test (cm)	27,43 ± 8,19	27,43 ± 8,19	28,10 ± 8,18
DS T-test (cm)	28,10 ± 8,18	28,50 ± 7,98	28,50 ± 7,98
ICC (95% CI)	0,99 (0,98; 0,99)	0,98 (0,97; 0,99)	0,99 (0,98; 0,99)
SEM (cm)	1,80	1,79	1,77
ES	-0,08	-0,13	-0,05
Diff (95% CI)	-0,67 (-1,21; -0,13)	-1,08 (-1,68; -0,47)	-0,41 (-0,92; 0,11)
TE (95% CI)	1,24 (0,85; 1,62)	1,38 (0,96; 1,81)	1,17 (0,81; 1,53)
CV%	%29.31	%28.80	%28.38
SWC%	1,63	1,61	1,61

DS: Dikey Sıçrama; T-test; tekrar test, ICC; Sınıf içi kolerasyon katsayısı, CI; Güven aralığı, SEM; Ölçüm hatasının standart hatası, ES; Etki büyüklüğü, Diff; fark, TE; Tipik Hata, CV; Varyans katsayısı, SWC; En küçük anlamlı değişim

Tablo 3 incelendiğinde ise sporcuların OptoJump ve MJL testlerinden elde etmiş oldukları tüm ölçüm değerleri arasında önemsiz etki büyüklüğü (0,84 ile -1,20 arasında) ile anlamlı düzeyde bir farklılık ($p > 0,05$) olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında bütün ölçümler arasında kolerasyon bakımından OptoJump ve MJL 1. 2. ve 3. ölçüm ($r = 0,99$, $p = 0,001$) yüksek düzeyde kolerasyon katsayısı tespit edilmiştir.

Tablo 3

OptoJump ve MJL Ölçümleri Arasında Geçerlilik ve Güvenirlik Karşılaştırması

Ölçümler	OptoJump (cm)	MJL (cm)	Diff (95% CI)	ES (95% CI)	r
1. Ölçüm	27,06 ± 8,12	27,42 ± 8,19	-0,37 (-0,48; 0,25)	-1,05 (-1,16; -0,94)	0,99
2. Ölçüm	27,42 ± 8,07	28,09 ± 8,18	-0,26 (-0,35; 0,16)	-0,84 (-0,93; -0,75)	0,99
3. Ölçüm	28,16 ± 7,93	28,50 ± 7,98	-0,35 (-0,44; 0,25)	-1,20 (-1,29; -1,11)	0,99

Diff; fark, CI; Güven aralığı, ES; Etki büyüklüğü r; pearson kolerasyon katsayısı

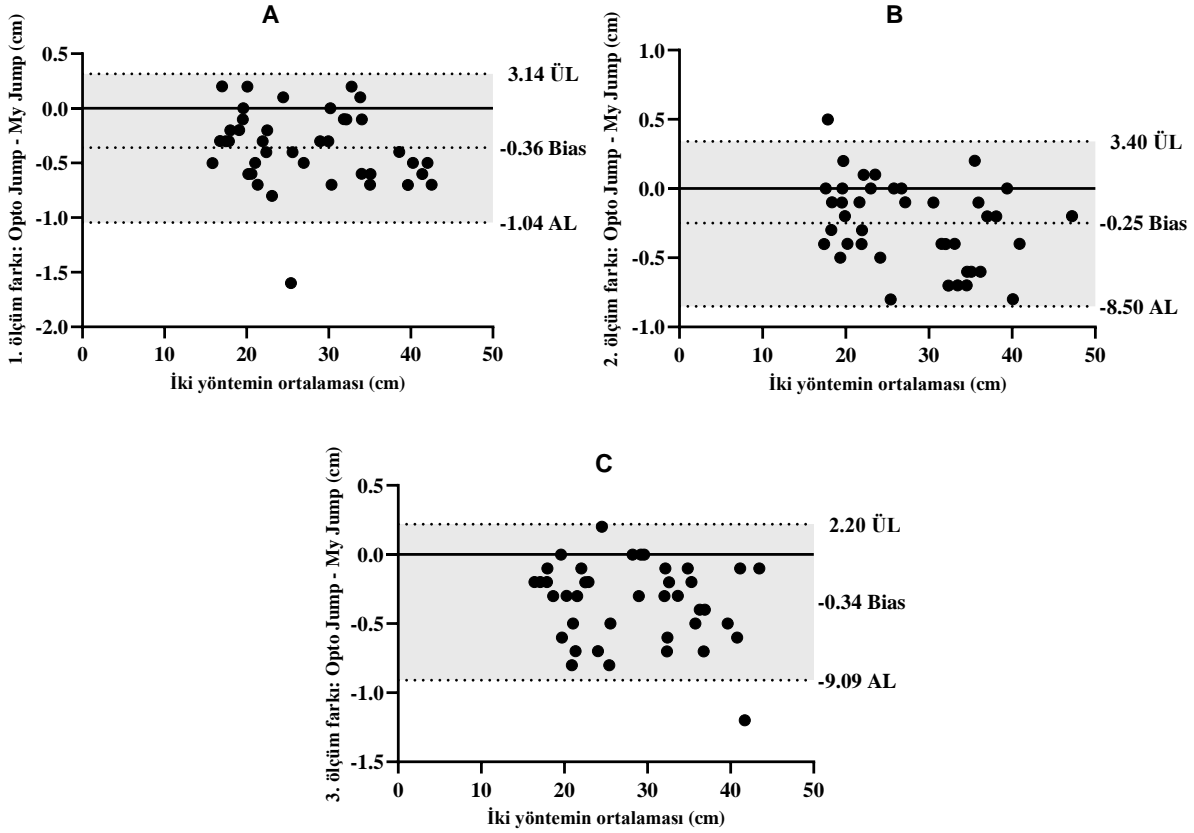
Şekil 2A, Şekil 2B ve Şekil 2C sırasıyla tüm ölçümler için OptoJump ve MJL uygulaması arasındaki uyum düzeyini göstermektedir. OptoJump ve MJL arasındaki sıçrama yüksekliği için uyum sınırlarını gösteren Bland-Altman grafiklerinde ise veri noktalarının büyük bir kısmı %95 güven aralığında olduğunu görülmektedir.

TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, MJL uygulaması ile OptoJump sistemi kullanılarak dikey sıçrama yüksekliği ölçümlerinin geçerliği ve güvenirliğini eşzamanlı olarak incelemektir. Elde edilen bulgular, MJL uygulamasının güvenilir ve geçerli bir ölçüm aracı olduğunu ve hem uygulayıcılar hem de araştırmacılar için pratik bir seçenek sunduğunu göstermektedir.

Şekil 2

OptoJump ve MJL Arasındaki Ölçümlerin Uyumunu Gösteren Bland-Altman Analizi



Kantouris ve diğerlerinin (2021) genç erkek basketbolcularda MyJump 2 uygulaması ile OptoJump sistemi arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu ($ICC = 0,99$) bildirmesi, çalışmamızdaki bulguları desteklemektedir. Benzer şekilde, Bogataj ve diğerlerinin (2020) rekreasyonel olarak aktif yetişkinlerde MyJump 2 uygulaması ve OptoJump cihazı ile yapılan ölçümler arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu ($ICC > 0,93$) ve MJL'nin güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu ifade etmeleri, çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Bunun yanı sıra, Yingling ve diğerleri (2018) MJL uygulamasının Vertec gibi saha testleriyle karşılaştırıldığında dikey sıçrama yüksekliği ve zirve güç hesaplamalarında orta ila mükemmel düzeyde güvenilirlik sağladığını ($ICC = 0,813$) rapor etmeleri, bulgularımızın literatürdeki yeri açısından önemlidir. Ancak aynı çalışmada, MyJump ve Vertec cihazları arasındaki ölçüm farklılıkları vurgulanarak, iki cihaz arasında geçiş yapmanın uygun olmadığı belirtilmiştir. Bu durum, çalışmamızda elde edilen bulgularla da desteklenmekte olup, MJL uygulamasının kullanımında dikkat edilmesi gereken metodolojik sınırlamalara işaret etmektedir.

Çalışmamızda Bland-Altman analizi, MJL uygulaması ile OptoJump sistemi arasındaki uyumu değerlendirmek için kullanılmıştır. Bland-Altman grafiklerinde ölçüm noktalarının büyük bir kısmının %95 güven aralığı içerisinde yer aldığı, dolayısıyla iki yöntem arasında genel bir uyum olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, bazı veri noktalarının güven aralığının dışında kalması, bireysel ölçüm farklılıklarının göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir. Bu farklılıkların, MJL uygulamasının manuel video kare seçimine dayalı olması ve kullanıcı kaynaklı hatalara açık olması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. İki sistem arasındaki yöntemsel farklılıklar, sıçrama yüksekliğinin hesaplanmasında kullanılan temel prensiplerin benzer olmasına rağmen, veri toplama süreçlerinde ayrılmaktadır. Bir sistem ayak teması anlarını otomatik olarak algılayan, diğer sistemde bu anlar manuel olarak kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Özellikle

yüksek sıçrama değerlerinde gözlenen artan dağılım, cihazların algılama hassasiyetlerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu durum, MJL uygulamasının saha çalışmalarında pratik bir araç olarak değerlendirilebileceğini gösterirken, cihazlar arası yöntemsel farklılıkların analizlerde dikkate alınmasının önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Montoro-Bombú ve diğerlerinin (2022) farklı cihazlarla yapılan dikey sıçrama ölçümlerinde yöntem farklılıklarının ölçüm sonuçlarına etkisini vurgulamaları, çalışmamızda MJL ve OptoJump sistemleri arasında gözlenen küçük farklılıkların olası nedenlerini açıklamaktadır. MJL uygulamasının düşük maliyeti, erişilebilirliği ve taşınabilir yapısı, saha çalışmaları ve antrenman ortamlarında pratik bir ölçüm aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu özellikler, laboratuvar ortamlarına erişimi sınırlı olan antrenörler, spor bilimciler ve araştırmacılar için önemli bir avantaj sunmaktadır. Uygulamanın video analizine dayalı manuel veri girişi gerektirmesi, bazı yöntemsel hassasiyetleri beraberinde getirmektedir. Ayağın yerden ayrılış ve temas anlarının kullanıcı tarafından belirlenmesi, ölçüm sürecinde dikkat gerektiren önemli bir aşamadır. Ancak bu manuel işlem, kullanıcıya ölçüm sürecini kontrol etme ve esnek bir şekilde değerlendirme imkânı sunarak, farklı ortam ve koşullarda uygulamanın kullanılabilirliğini artırmaktadır. Kameranın kare hızı, çözünürlüğü ve çekim açısı gibi teknik faktörler ölçüm doğruluğunu etkileyebilse de doğru ekipman seçimi ve dikkatli analizle bu etkiler minimize edilebilir. Ayrıca, MJL'nin taşınabilirliği ve düşük maliyeti, saha koşullarında hızlı ve pratik bir şekilde veri toplanmasını sağlayarak laboratuvar ortamına erişimi sınırlı kullanıcılar için önemli bir alternatif sunmaktadır. Bu uygulama, özellikle antrenman süreçlerinde, sporcuların performans takibinde ve spor bilimleri araştırmalarında zaman ve maliyet açısından verimli bir araç olarak öne çıkmaktadır. MJL'nin laboratuvar ortamında kullanılan altın standart cihazlarla kıyaslandığında bazı farklılıklar taşınması doğal olmakla birlikte, sağladığı pratik faydalar onu değerli bir ölçüm aracı haline getirmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışma, MJL uygulaması ile OptoJump sistemi arasında dikey sıçrama ölçümlerinde genel bir uyum bulunduğunu ve her iki yöntemin de geçerli ve güvenilir sonuçlar sağladığını göstermektedir. Ancak, bireysel ölçüm farklılıkları ve metodolojik sınırlamalar göz önüne alınmalı ve MJL uygulamasının kullanılacağı bağlamlar dikkatle değerlendirilmelidir. Bu bulguların literatüre katkı sağlayacağı ve gelecekteki araştırmalara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Yazar Katkısı:

1. **Erhan İŞIKDEMİR:** Fikir/Kavram, Veri Toplama, Makale Yazımı
2. **Mehmet YAVUZ:** Makale Yazımı, Veri Toplama
3. **Abdullah ÇETİNDİR:** Veri Analizi, Makale Yazımı
4. **Özlem KÖKLÜ:** Eleştirel İnceleme, Tartışma Bölümü Yazımı
5. **Serkan UZLAŞIR:** Eleştirel İnceleme, Tartışma Bölümü Yazımı

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Girişimsel Olmayan
Klinik Araştırmalar Yayın Etik Kurulu
Tarih: 21.03.2024
Sayı No: 2400021635

KAYNAKÇA

1. Acero, R.M., Del Olmo, M.F., Sanchez, J.A., Otero, X.L., Aguado, X., ve Rodríguez, F.A. (2011). Reliability of squat and countermovement jump tests in children 6 to 8 years of age. *Pediatric exercise science*, 23(1), 151–160. <https://doi.org/10.1123/pes.23.1.151>
2. Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., ve Lockey, R.A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
3. Bešlija, T., Čular, D., Kezić, A., Tomljanović, M., Ardigò, L. P., Dhabhi, W., ve Padulo, J. (2021). Height-based model for the categorization of athletes in combat sports. *European journal of sport science*, 21(4), 471–480. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1744735>
4. Bogataj, Š., Pajek, M., Andrašić, S., ve Trajković, N. (2020). Concurrent validity and reliability of my jump 2 app for measuring vertical jump height in recreationally active adults. *Applied Sciences*, 10(11), 3805.
5. Bosco, C., Luhtanen, P., ve Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273–282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
6. Buchheit, M., Spencer, M., ve Ahmaidi, S. (2010). Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *International journal of sports physiology and performance*, 5(1), 3–17.
7. Buckthorpe, M., Morris, J., ve Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 63–69. doi:10.1080/02640414.2011.624539.
8. Casartelli, N., Müller, R., ve Maffioletti, N. A. (2010). Validity and reliability of the Myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research*, 24(11), 3186–3193. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d8595c>
9. Ceroni, D., Martín, X. E., Delhumeau, C., ve Farpour Lambert, N. J. (2012). Bilateral and gender differences during single-legged vertical jump performance in healthy teenagers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 452–457. doi:10.1519/JSC.0b013e31822600c9.
10. Coutts, A. J., Reaburn, P., Piva, T. J., ve Rowsell, G. J. (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *European journal of applied physiology*, 99(3), 313–324. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0345-z>
11. Cruvinel-Cabral, R. M., Oliveira-Silva, I., Medeiros, A. R., Claudino, J. G., Jiménez-Reyes, P., ve Boulosa, D. A. (2018). The validity and reliability of the "My Jump App" for measuring jump height of the elderly. *PeerJ*, 6, e5804. <https://doi.org/10.7717/peerj.5804>
12. De Villarreal, E. S. S., Izquierdo, M. ve Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Enhancing jump performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance, and plyometric training alone. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3274-3281.
13. Enoksen, E., Tønnessen, E., ve Shalfawi, S. (2009). Validity and reliability of the newestest powertimer 300-series® testing system. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 77–84. doi:10.1080/02640410802448723.
14. Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., ve Maffioletti, N. A. (2011). Validity and reliability of OptoJump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of strength and conditioning research*, 25(2), 556–560. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d>
15. Haynes, T., Bishop, C., Antrobus, M., ve Brazier, J. (2019). The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(2), 253–258. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08195-1>
16. Hewit, J. K., Cronin, J. B., ve Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 13(4), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.12.003>
17. Holsgaard Larsen, A., Caserotti, P., Puggaard, L., ve Aagaard, P. (2007). Reproducibility and relationship of single-joint strength vs multi-joint strength and power in aging individuals. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 43–53. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00560.x>
18. Hopkins, W. G., Schabert, E. J., ve Hawley, J. A. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(3), 211–234. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131030-00005>
19. Jimenez-Olmedo, J. M., Pueo, B., Mossi, J. M., ve Villalon-Gasch, L. (2022). Reliability of My Jump 2 Derived from Crouching and Standing Observation Heights. *International journal of environmental research and public health*, 19(16), 9854. <https://doi.org/10.3390/ijerph19169854>
20. Kantouris, N., Kantouris, R., Kolokythas, I., Pagkoutos, S., Lioutas, D., Baxevanis, K., ve Ziogas, G. (2021). Validity and reliability of the My Jump 2 application for measuring the vertical jump height in young, male basketball players. *Άθληση και Κοινωνία*, 1.
21. Kibele, A. (1998). Possibilities and Limitations in the Biomechanical Analysis of Countermovement Jumps: A Methodological Study. *Journal of Applied Biomechanics*, 14(1), 105-117. Retrieved Oct 23, 2024, from <https://doi.org/10.1123/jab.14.1.105>
22. Moir, G. L. (2008). Three Different Methods of Calculating Vertical Jump Height from Force Platform Data in Men and Women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12(4), 207–218. <https://doi.org/10.1080/10913670802349766>
23. Montoro-Bombú, R., Field, A., Santos, A. C., ve Rama, L. (2022). Validity and reliability of the Output sport device for assessing drop jump

- performance. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 10, 1015526. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1015526>
24. **Reeve, T. C., ve Tyler, C. J. (2013).** The validity of the SmartJump contact mat. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1597–1601. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318269f7f1>
 25. **Requena, B., García, I., Requena, F., Saez-Saez de Villarreal, E., ve Pääsuke, M. (2012).** Reliability and validity of a wireless microelectromechanicals based system (keimove™) for measuring vertical jumping performance. *Journal of sports science & medicine*, 11(1), 115–122.
 26. **Rodacki, A. L., Fowler, N. E., ve Bennett, S. J. (2002).** Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 105–116. <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00017>
 27. **Stanton, R., Wintour, S. A., ve Kean, C. O. (2017).** Validity and intra-rater reliability of MyJump app on iPhone 6s in jump performance. *Journal of science and medicine in sport*, 20(5), 518–523. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.09.016>
 28. **Taipale, R. S., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., ve Häkkinen, K. (2013).** Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European journal of applied physiology*, 113(2), 325–335. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2440-7>
 29. **Yingling, V. R., Castro, D. A., Duong, J. T., Malpartida, F. J., Usher, J. R., ve O, J. (2018).** The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, 6, e4669. <https://doi.org/10.7717/peerj.4669>