

Geleneksel Okçular ve Okçu Olmayan Bireylerin Kuvvette Kararlılık Özelliklerinin Karşılaştırılması

Comparison of Force Steadiness Between Traditional Archers and Non-Archers

¹Murat ÇİLLİ

ORCID No: 0000-0002-9027-363X

¹Merve Nur YAŞAR

ORCID No: 0000-0003-1334-4630

¹Murat Can ÇEKEN

ORCID No: 0000-0002-7230-771X

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi
Bölümü, Sakarya

Yazışma Adresi

Corresponding Address:

Prof. Dr. Murat ÇİLLİ

Sakarya Uygulamalı Bilimler
Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,
Antrenörlük Eğitimi Bölümü

E-posta: mcilli@subu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 28.01.2025

Kabul Tarihi (Accepted): 21.03.2025

ÖZ

Kuvvet kararlılığı ve farklı gruplardaki motor fonksiyon testlerindeki performans arasındaki ilişki birçok çalışmada incelenmiş olmasına rağmen, atletik performansla olan ilişkisini inceleyen çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, geleneksel okçular ve okçuluk deneyimi olmayan bireyler arasında submaksimal izometrik kasılmalar sırasında kuvvet kararlılığını (KK) karşılaştırmaktır. Çalışma iki grup üzerinde gerçekleştirilmiştir: 65 geleneksel okçu (33 erkek, 32 kadın) ve hedef sporlarında deneyimi olmayan 65 birey (33 erkek, 32 kadın). Her iki grup da KK özelliklerini değerlendirmek ve karşılaştırmak için standartlaştırılmış testlere tabi tutulmuştur. Testlerin odak noktası biceps kas grubu olup, katılımcılar 90 derecelik dirsek açısında statik bir preacher curl hareketi yapmışlardır. Katılımcılar öncelikle maksimum istemli izometrik kasılma (MİİK) testini gerçekleştirmiş, ardından 30 saniye boyunca MİİK kuvvetlerinin %50'sini sürdürülebilmeleri gereken bir KK testi uygulanmıştır. Zaman ve kuvvet verileri, katılımcıların önünde bulunan grafiksel bir ara yüzde sunulmuş ve test boyunca hassasiyet ve tutarlılığı sağlamak için gerçek zamanlı geri bildirim verilmiştir. Her katılımcının MİK testi ve KK testi verileri analiz edilmiş ve MİK ile KK test değişkenleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, maksimum kuvvet benzer olsa da okçuların kuvvet kararlılıklarının okçuluk deneyimi olmayan bireylere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Tüm katılımcılar ve erkek katılımcılar arasındaki KK parametrelerindeki farkın anlamlı olduğu, ancak kadın katılımcılar arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Bu sonuçlar, kuvvet kararlılığının okçular için diğer kuvvet parametreleriyle birlikte önemli bir faktör olduğunu önermektedir. Farklı seviyelerdeki okçularda kuvvet kararlılığı ile performans arasındaki ilişkinin incelenmesinin değerli olduğuna inanıyoruz. Ayrıca, hedef sporlarında kuvvet kararlılığı antrenmanlarının performans üzerinde olumlu etkisi olabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet kararlılığı, Okçuluk, Geleneksel okçuluk

ABSTRACT

Although the relationship between force steadiness and performance in motor function tests for different groups has been investigated in many studies, the number of studies examining its relationship with athletic performance is very limited. Aim of the study was to compare force steadiness (FS) of traditional archers and non-archers during submaximal isometric contractions. A cross-sectional comparative study was conducted in two groups: 65 traditional archers (33 males, 32 females) and 65 individuals (33 males, 32 females) with no experience in target sports. Both groups underwent standardized tests to evaluate and compare their FS. The biceps muscle group was the focus of the tests, with participants holding a static preacher curl position at a fixed 90-degree elbow joint angle to ensure consistent and reliable measurements. Participants initially performed the maximal voluntary isometric contraction (MVIC) test, followed by a FS assessment in which they were required to sustain 50% of their MVIC force for a duration of 30 seconds. Time and force data were presented on a graphical interface positioned in front of the participants, providing real-time feedback to ensure precision and consistency throughout the test. The MVIC test and FS test data of each participant were analyzed and the MVIC and FS test variables were compared. As a result, although maximal force were similar, it has been observed that the force steadiness in archers is higher compared to non-archers. While the difference in force steadiness parameters among all participants and the male participants was found to be significant, the difference in female participants was not significant. These results suggest that force steadiness is an important factor alongside other force parameters in archers. We believe that the relationship between force steadiness and performance in archers at different levels is worth investigating. Furthermore, we think that force steadiness training in target sports could have an impact on performance.

Keywords: Force steadiness, Archery, Traditional archery

Yazar notları: Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde Sakarya Uygulamalı Bilimleri Üniversitesi Egzersiz ve Spor Bilimleri Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi imkanlarından yararlanılmıştır.

GİRİŞ

İstemli eylemler, spinal motor nöron havuzları tarafından paylaşılan sinaptik girdiler tarafından kontrol edilir. Bu sinaptik girdiler nedeniyle motor ünitelerinin deşarj sürelerindeki yavaş ortak salınımlar, submaksimal izometrik kasılmalar sırasındaki kuvvet kararlılığı (force steadiness, KK) güçlü bir şekilde ilişkilidir. Yürüme, denge, vücut salınımı ve el becerileri gibi bazı motor becerilerde uygulanan fonksiyon testlerindeki performans puanlarının KK ile orta derecede ilişkili olduğu gözlenmiştir (Enoka ve Farina, 2021). Submaksimal izometrik bir kasılmada, her ne kadar korunmaya çalışılsa da kuvveti sabit bir değerde tutmak mümkün olmaz, bunun yerine kuvvetin ortalama bir değer etrafında dalgalandığı gözlenir (De Luca ve diğ., 1982; Jones ve diğ., 2002; Laidlaw ve diğ., 2000; Tracy ve Enoka, 2002). Bu dalgalanmalar standart sapma (SD) veya varyasyon katsayısı (CV) gibi ölçütler kullanılarak değerlendirilir. Genellikle CV, kuvvetin değişim katsayısı diğer bir deyişle, kuvvet kararlılığının ölçüsünü ifade eder (Galganski ve diğ., 1993). Hem SD hem de CV'deki artışlar, azalan kuvvet kararlılığı olarak yorumlanır.

Kasılmaların minimum kuvvet dalgalanmalarıyla gerçekleştirilmesi günlük yaşam için önemlidir, çünkü azalan kuvvet kararlılığı, istemli hareketlerin hassasiyetini ve fonksiyonel yeteneği etkiler (Arvanitidis ve diğ., 2021). Bununla birlikte statik durumdaki kuvvet kararlılığının dinamik görevlerdeki performansın da öngörüsü olduğu düşünülmektedir. Seçili görevler sırasında kuvvetin değişim katsayısı, farklı birey gruplarının bir dizi işlevsel aktivitede elde ettiği performans puanları ile ilişkilidir (Enoka ve Farina, 2021). Submaksimal izometrik kasılmalar sırasında kuvvet kararlılığının motor fonksiyon testlerindeki performansla orta derecede ilişkili olduğu gözlenmiştir. Yürüyüş performansı (Almuklass ve diğ., 2018; Davis ve diğ., 2020), el becerisine ilişkin pegboard testleri (Almuklass ve diğ., 2016; Feeney ve diğ., 2018), yaşlı yetişkinlerde düşme riski (Carville ve diğ., 2007) ve dik durma sırasında postürel sallanma (Davis ve diğ., 2020; Motoki ve Shinohara, 2010) ile kuvvet kararlılığının ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Kuvvet kararlılığının farklı gruplar için motor fonksiyon testlerindeki performansla ilişkisi birçok çalışmada araştırılmakla birlikte sportif performans ile ilişkisinin incelendiği çalışma sayısı çok sınırlıdır. Sportif performansın değerlendirilmesinde kullanılan kuvvet testlerinde çoğunlukla maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık değişkenleri statik ya da dinamik durumlarda değerlendirilir. Bununla birlikte hassas kas kontrolünün önemli olduğu branşlarda, KK'nın sportif performansın önemli bileşenlerinden biri olduğunu düşünmekteyiz. Örneğin, kol kas kuvveti, kas dayanıklılığı, denge ve çekme kuvveti uzunluğu gibi okçuluk performansını etkileyecek faktörler (Lau ve diğ., 2020; Mohd Saleh ve diğ., 2022) araştırılırken KK'nın okçuluk performansı ile ilişkisi yeteri kadar araştırılmış değildir. Özellikle hedef sporlarında önemli olan hassas kas kontrolünün performans ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Michael, 2006). Olimpik okçularda yapılan çalışmada, elit grubun hem orta seviye hem de başlangıç seviyesi okçulara kıyasla tüm aşamalarda, öne arkaya ve sağa sola yönlerde, en az basınç merkezi salınımına sahip olduğunu göstermiştir (Simsek ve diğ., 2019). Öte yandan bilişsel görevlerin, düşük şiddette gerçekleştirilen izometrik kasılma sırasında, kuvvet dalgalanmalarının genliğini etkilediği bilinmektedir. Dirsek fleksör kaslarıyla maksimumun %5'inde sabit bir kasılma gerçekleştirdiğinde, bilişsel bir zorluğun kuvvet dalgalanmalarının genliğini artırdığı gözlenmiştir (Pereira ve diğ., 2019).

Karmaşık bilişsel görevler içeren ve vücut salınımının önemli olduğu hedef sporlarında diğer performans bileşenlerinin yanı sıra KK'nın performans ile ilişkisinin araştırılmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz. Bu çalışmada, geleneksel okçular ve okçu olmayan bireylerin submaksimal izometrik kasılmalar sırasında kuvvet kararlılığının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

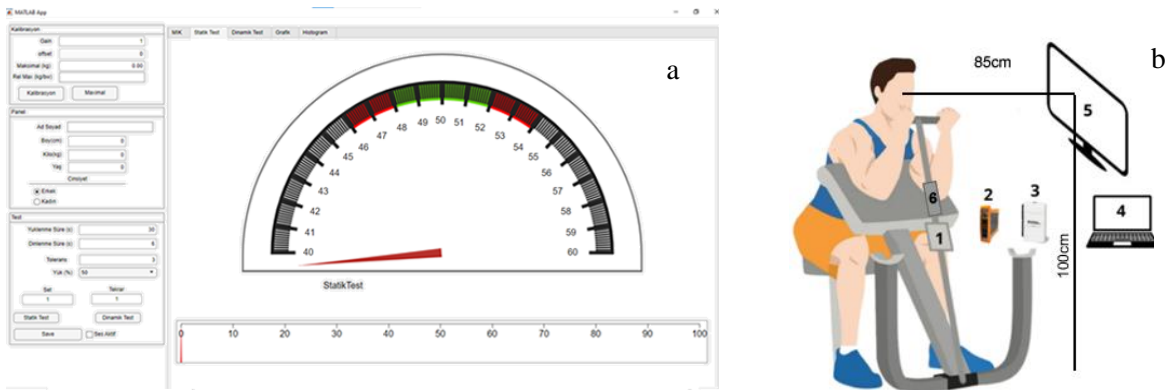
YÖNTEM

Araştırma Grubu: Araştırmada eşit sayıda katılımcıdan oluşturulan iki gruba ait ölçümler gerçekleştirilmiştir. Gruplardan biri geleneksel okçuluk branşında yarışmaya katılan 65 okçudan (33 erkek, boy: 174 ± 6.9 cm, beden ağırlığı: 76.7 ± 14.4 kg, spor yılı: 6 ± 4 yıl; 32 kadın, boy: 165.3 ± 5.7 cm, vücut ağırlığı: 60.9 ± 8.91 kg, spor yılı 4 ± 2 yıl) oluşurken diğeri ise spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören herhangi bir hedef sporu ile uğraşmayan 65 (33 erkek, boy: 177.8 ± 5.98 cm, vücut ağırlığı: 75.9 ± 10.82 kg; 32 kadın, boy: 164.9 ± 6.28 cm, vücut ağırlığı: 59.6 ± 8.97 kg) öğrenciden oluşmuştur. Araştırmaya son altı ay içerisinde herhangi bir sportif yaralanma yaşamayan katılımcılar dahil edilmiştir. Katılımcılara gönüllü onam formu imzalatılmış ve çalışma için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 13.09.2024 tarih ve 48/18 sayılı onay alınmıştır.

Araştırma Tasarımı: Maksimal kuvvet ve KK testleri için preacher curl sehpası, bir yük hücresi, sinyal yükseltici ve analog/dijital çeviriciden oluşan donanım ve bu çalışma için hazırlanan özel yazılım kullanılmıştır. Test düzeneğinde yük hücresi ve tutamak arasında iki parçadan oluşan 8 mm sonsuz diş cıvata saplama kullanılmış ve iki parça arasında yer alan ayar parçası yardımı ile dirsek eklemi 90 derece olacak şekilde uzunluk ayarlanmıştır. Yük hücresine (Kobastar, ST S Tipi Yük Hücresi, 200 kg) uygulanan kuvvet, yük hücresinde bulunan gerinim ölçerlerin elektriksel direncinde değişikliklere neden olmuş ve yük hücresine uygulanan kuvvetle doğrudan ilişkili olan direnç değişiklikleri, bir gerinim ölçer amplifikatörü (Baykon, TX20 Analog Transmitter) tarafından yükseltilmiştir. Analog sinyal analog-dijital dönüştürücü (NI USB-6210, 16-Bit, 250kS/s) tarafından 400 Hz'de örneklenmiştir. Yük hücresinin elektriksel direncinde meydana gelen değişikliklerin kg birimine dönüştürülmesinde üreticinin yazılımı kullanılmış ve serbest ağırlıklar ile test edilmiştir. Katılımcıların test sırasında eş zamanlı olarak hedef kuvveti ve uyguladıkları kuvveti görebilmeleri için Şekil 1b'de yer alan araştırma alanı tasarlanmış ve yazılan grafik ara yüzde yer alan gösterge (Şekil 1a) ile kuvvet değerleri eş zamanlı olarak sunulmuştur. Her bir katılımcıya ait kuvvet-zaman serileri veri analizleri için bir bilgisayar dosyasına kaydedilmiştir. Dijital sinyalin kaydedilmesi ve analizinde bu çalışma için MATLAB üzerinde tasarlanan ara yüz ve yazılım kullanılmıştır (The MathWorks Inc., 2023).

Şekil 1

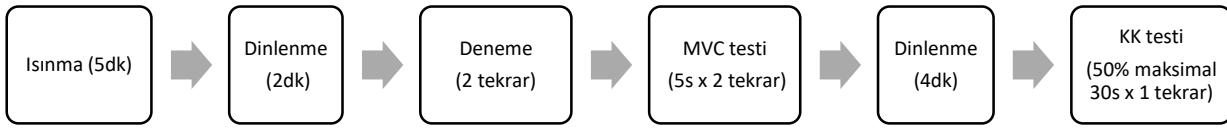
Test Düzeneği: a) Çalışma için dizayn edilen ara yüz b) Kuvvet test düzeneği 1: yük hücresi, 2: transmitter, 3: A2D çevirici, 4: bilgisayar, 5: geribildirim ekranı, 6: yükseklik ayar parçası



Verilerin Toplanması: Araştırmada katılımcılara, sırasıyla, Maksimum İstemli İzometrik Kasılma testi (MİİK) ve KK olmak üzere iki farklı test uygulanmıştır. Kuvvet testlerinde hedef kas grubu olarak biceps kas grubu seçilmiş ve katılımcılardan preacher curl hareketini 90 derece sabit dirsek eklem açısında izometrik şekilde gerçekleştirmeleri istenmiştir (Şekil 2). Direnç lastiği kullanılarak gerçekleştirilen 2 set 10 tekrar biceps curl hareketi içeren standart ısınma uygulamasının ardından katılımcılara kuvvet testleri uygulanmıştır. Test düzeneğine alışılması amacıyla gerçek ölçüm öncesinde her katılımcıdan 2 deneme uygulaması yapması istenmiştir. Geleneksel okçulardan oluşan grubun ölçümleri üniversiteler arası okçuluk müsabakasında, yarışma öncesinde gerçekleştirilmiştir. Her iki grubun ölçümleri Şekil 2’de verilen akışa göre gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2

Çalışma akış şeması



Kuvvet testleri: Isınma ve denemeler sonrasında, sırasıyla önce MİİK testi ve sonrasında ölçülen bireysel MİİK’nin %50’si ile KK testi gerçekleştirilmiştir. MİİK testinde 5 saniye süre ile ölçülen kuvvet verisindeki en yüksek değer maksimal olarak (*Maksimal Kuvvet*) değerlendirilmiştir. Maksimal kuvvet vücut ağırlığına bölünerek relatif maksimal kuvvet (*Relatif Maximal Kuvvet*) hesaplanmıştır. KK testinde ise katılımcıdan maksimalinin %50’sine denk gelen kuvveti 30 saniye boyunca koruması istenmiştir. Katılımcıların KK testinde maksimallerinin %50’sini görmeleri ve koruyabilmeleri için zaman ve kuvvet değeri katılımcının karşısında yer alan ekrandaki grafik ara yüzde yer alan göstergede sunulmuştur (Şekil 1a).

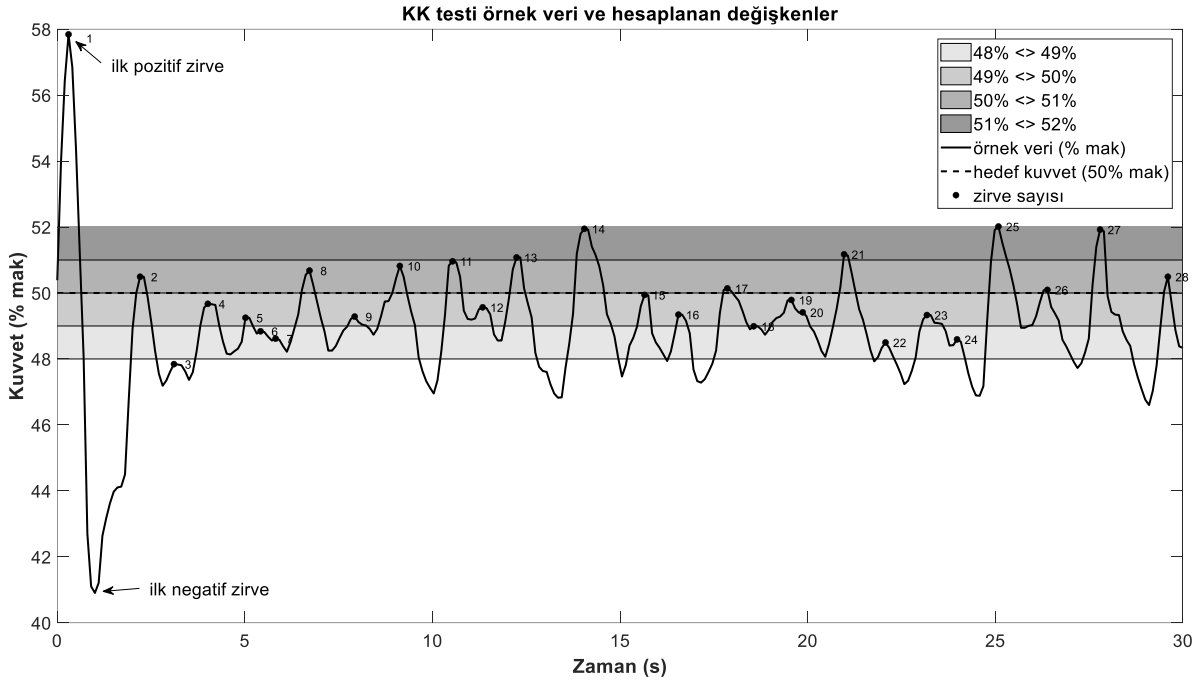
Verilerin Analizi: Her bir katılımcıya ait MİİK testi ve KK testi verilerinin hesaplanmasında ve analizinde MATLAB yazılımı kullanılmıştır (The MathWorks Inc., 2023)

KK testi verilerinin analizinde, katılımcıların testin başlangıcında hedefin üzerine çıktıkları daha sonra hedefin altına düştükleri ve bu salınımın giderek azalan bir genlikte devam ettiği gözlenmiştir. Bu davranışı değerlendirmek amacıyla KK test verisinde pozitif ve negatif zirveleri belirlemek için *find local maxima* fonksiyonu kullanılmıştır. İlk pozitif zirve ve ilk negatif zirve için kuvvet (*İlk Zirve Pozitif Kuvvet*, *İlk Zirve Negatif Kuvvet*) ve zaman (*İlk Zirve Pozitif Zaman*, *İlk Zirve Negatif Zaman*) değerleri kullanılarak ilk salınım hareketinin genliği (*Zirve Fark Kuvvet*) ve periyodu (*Zirve Fark Zaman*) hesaplanmıştır. Tüm KK testi boyunca gerçekleşen salınım hareketini değerlendirmek amacıyla zirve sayısı (*Zirve Sayısı*) belirlenmiştir. Kuvvet verisindeki dalgalanmayı değerlendirmek için tüm test verisinin ortalaması (Kuvvet ort), standart sapması (Kuvvet std) ve kuvvet kararlılığının değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan varyasyon katsayısı (*cv*) değerleri hesaplanmıştır. Bununla birlikte gezinmenin hangi bölgede gerçekleştiğini değerlendirmek amacıyla maksimalin %50’sinin ± 2 birim altında ve üstünde 4 bölge tanımlanmış ve bu bölgeler için ayrı ayrı ve toplam histogram değerleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Örnek test verisi ve kullanılan değişkenler Şekil 3’te gösterilmiştir.

Değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği One-sample Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş normal dağılım göstermedikleri belirlenmiştir. Bu nedenle bağımsız grupların karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Şekil 3

KK testi verisi için hesaplanan değişkenler (okçu grup örnek veri)

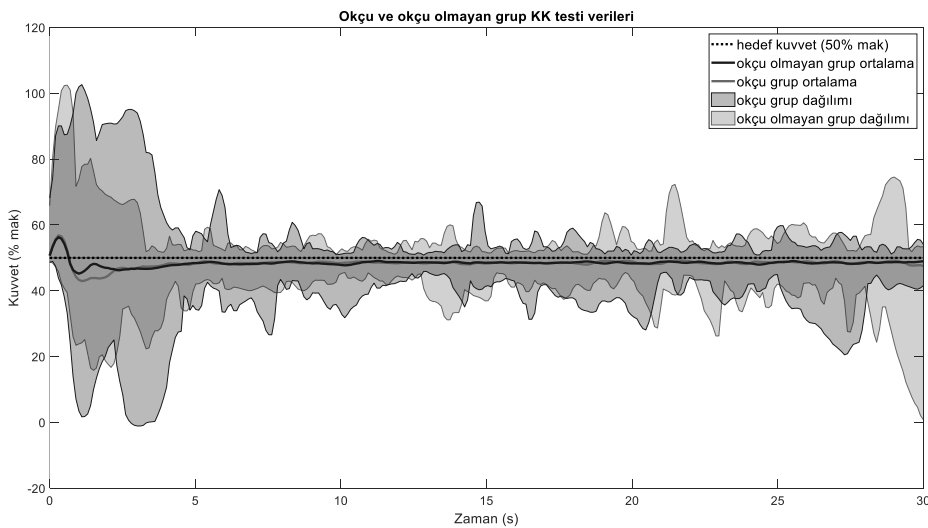


BULGULAR

Okçu ve okçu olmayan gruplara ait kuvvet testleri değerleri tüm grup, erkekler ve kadınlar olarak ayrı ayrı karşılaştırılmış ve sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Geleneksel okçular ve okçu olmayan grupta yer alan tüm katılımcılar için KK testine ait 30 saniye boyunca kuvvet değerleri dağılımı ve ortalamaları Şekil 4'te gösterilmiştir. Tüm katılımcıların KK testinin ilk 5 saniye süresince hedefi yakalamak için genellikle yukarı ve aşağı yönde salınım gösterdikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte bu salınımın genliği ve salınım süresinin okçu ve okçu olmayanlarda benzer olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4

KK testinde tüm katılımcılara ait kuvvet verileri alan grafiği



Tablo 1*Okçu ve okçu olmayan grup verilerinin karşılaştırılması (tüm katılımcılar, n=65)*

	p	z	U	Okçu olmayan grup		Okçu grup	
				ort	std	ort	std
Boy (cm)	0.514	0.653	4398	171.8	10.4	170.2	7.9
Vücut Ağırlığı (kg)	0.532	-0.624	4123	67.6	14.4	69.0	14.3
Maksimal Kuvvet (kg)	0.981	1.104	4495	71.5	17.2	71.2	23.4
Relatif Maksimal Kuvvet (kg/va)	0.274	1.942	4675	1.07	0.22	1.03	0.26
İlk Zirve Pozitif Kuvvet (% mak)	0.270	1.157	4499	60.5	12.3	58.6	10.7
İlk Zirve Negatif Kuvvet (% mak)	0.052	1.408	4558	-38.1	10.3	-41.2	12.6
İlk Zirve Pozitif Zaman (s)	0.247	-0.978	4047	0.062	0.032	0.066	0.058
İlk Zirve Negatif Zaman (s)	0.159	1.778	4638	0.191	0.068	0.185	0.087
Zirve Fark Kuvvet (% mak)	0.328	0.811	4432	98.7	15.5	99.7	17.4
Zirve Fark Zaman (s)	0.075	-0.023	4252	0.129	0.076	0.119	0.067
Zirve Sayısı (sayı)	0.417	1.094	4493	30	3	30	4
Kuvvet ort (kg)	0.097	-1.658	3901	48.2	1.19	48.4	1.24
Kuvvet std (kg)	0.071	1.807	4646	3.46	2.11	3.19	2.69
cv (%)	0.035[#]	2.109	4711	7.20	4.43	6.17	4.54
48% <> 49%	0.942	0.072	4274	29	11	29	13
49% <> 50%	0.043[#]	-2.026	3822	30	11	37	16
50% <> 51%	0.780	-0.279	4197	11	7	12	7
51% <> 52%	0.432	0.786	4427	4	3	3	2
48% <> 52%	0.026[#]	-2.230	3778	74	16	80	15

p<0.05

Tablo 1’de okçu olmayan ve okçu olan gruplara ait katılımcıların kuvvet testlerine ait değişkenler karşılaştırıldığında, fiziksel özelliklerinin benzer olduğu gözlenmiştir. Maksimal kuvvet ve relatif maksimal kuvvetlerinin de benzer olduğu gözlenmiştir. KK testine ait değişkenler incelendiğinde grupların genelde benzer değerlere sahip oldukları gözlenirken, kuvvette kararlılığın en belirgin belirteçlerinden olan cv değerinin okçu olmayan grupta beklenildiği şekilde ve anlamlı olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0.05). Yine hedef -2 ve hedef +2 aralığındaki histogram yüzde değerleri incelendiğinde, okçu olanların değerlerinin anlamlı şekilde daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2*Okçu ve okçu olmayan grup verilerinin karşılaştırılması (erkek katılımcılar, n=33)*

	p	z	U	Okçu olmayan grup		Okçu grup	
				ort	std	ort	std
Boy (cm)	0.138	1.484	1222	178.6	9.1	174.9	6.9
Vücut Ağırlığı (kg)	0.550	-0.597	1059	75.4	15.2	76.8	14.4
Maksimal Kuvvet (kg)	0.749	-0.321	1080	88.0	2.3	88.6	16.8
Relatif Maksimal Kuvvet (kg/va)	0.265	1.116	1193	1.20	0.20	1.17	0.22
İlk Zirve Pozitif Kuvvet (% mak)	0.106	1.616	1232	59.1	9.8	55.9	7.5
İlk Zirve Negatif Kuvvet (% mak)	0.012	2.514	1302	-37.9	6.9	-41.8	6.9
İlk Zirve Pozitif Zaman (s)	0.046	1.998	1256	0.061	0.025	0.050	0.018
İlk Zirve Negatif Zaman (s)	0.141	1.473	1220	0.178	0.041	0.166	0.052
Zirve Fark Kuvvet (% mak)	0.473	-0.718	1049	97.0	7.2	97.6	8.4
Zirve Fark Zaman (s)	0.085	1.725	1239	0.117	0.050	0.116	0.045
Zirve Sayısı (sayı)	0.528	0.632	1155	32	3	32	3
Kuvvet ort (kg)	0.010[#]	-2.578	904	48.2	0.85	48.6	0.62
Kuvvet std (kg)	0.010[#]	2.578	1307	2.87	1.48	2.07	1.02
cv (%)	0.001[#]	2.603	1309	5.97	3.10	4.26	2.11
48% <> 49%	0.974	-0.032	1103	31	11	31	13
49% <> 50%	0.033[#]	-2.129	939	31	11	38	13
50% <> 51%	0.184	-1.328	1002	11	7	13	8
51% <> 52%	0.274	-1.093	1020	3	3	3	2
48% <> 52%	0.008[#]	-2.655	898	76	16	85	9

p<0.05

Tablo 2’ de okçu olmayan ve okçu olan erkek katılımcıların kuvvet testlerine ait değişkenler karşılaştırıldığında, fiziksel özelliklerinin benzer olduğu gözlenmiştir. Maksimal kuvvetlerinin ve relatif maksimal kuvvetlerinin de benzer olduğu gözlenmiştir. KK testine ait değişkenler incelendiğinde grupların genelde benzer değerlere sahip oldukları

gözlenirken, KK testi 30 saniye ortalama kuvvet değerlerinin okçu grupta hedefe daha yakın olduğu ve kuvvette kararlılığın göstergelerinden biri olan cv değerinin okçu olmayan grupta beklenildiği şekilde, anlamlı olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Yine, hedefin %1 altındaki bölge ile hedef -2 ve hedef +2 aralığındaki histogram yüzde değerleri incelendiğinde, okçu olanların değerlerinin anlamlı şekilde daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 3

Okçu ve okçu olmayan grup verilerinin karşılaştırılması (kadın katılımcılar, n=32)

	p	z	U	Okçu olmayan grup		Okçu grup	
				ort	std	ort	std
Boy (cm)	0.736	-0.338	1015	164.9	6.3	165.3	5.7
Vücut Ağırlığı (kg)	0.447	-0.760	983	59.6	9.0	61.0	8.9
Maksimal Kuvvet (kg)	0.182	0.410	1071	58.1	14.8	53.3	13.7
Relatif Maksimal Kuvvet (kg/va)	0.059	0.745	1096	0.97	0.20	0.88	0.22
İlk Zirve Pozitif Kuvvet (% mak)	0.682	-0.475	1005	63.1	14.3	61.4	12.8
İlk Zirve Negatif Kuvvet (% mak)	0.456	0.608	1086	-35.6	15.0	-40.5	16.6
İlk Zirve Pozitif Zaman (s)	0.634	-0.477	1004	0.060	0.032	0.082	0.078
İlk Zirve Negatif Zaman (s)	0.543	1.226	1132	0.205	0.111	0.205	0.109
Zirve Fark Kuvvet (% mak)	0.634	-0.452	1006	98.6	21.2	101.9	23.3
Zirve Fark Zaman (s)	0.220	1.336	1140	0.145	0.108	0.123	0.084
Zirve Sayısı (sayı)	0.651	1.887	1181	28	3	28	3
Kuvvet ort (kg)	0.317	-1.000	965	47.85	1.66	48.24	1.65
Kuvvet std (kg)	0.448	0.759	1097	4.96	3.43	4.35	3.34
cv (%)	0.440	0.799	1100	10.47	7.49	9.04	6.87
48% <> 49%	0.941	0.074	1046	26	9	27	13
49% <> 50%	0.175	-1.356	939	27	12	35	19
50% <> 51%	0.712	0.369	1068	11	6	11	7
51% <> 52%	0.231	1.197	1130	4	4	3	2
48% <> 52%	0.134	-1.497	928	67	19	75	18

Tablo 3'te okçu olmayan ve okçu olan kadın katılımcıların kuvvet testlerine ait değişkenler karşılaştırıldığında, fiziksel özelliklerinin benzer olduğu gözlenmiştir. Maksimal kuvvetlerinin ve relatif maksimal kuvvetlerinin de benzer olduğu gözlenmiştir. KK testine ait değişkenler incelendiğinde grupların genelde benzer değerlere sahip oldukları ve beklenen şekilde ve tüm grup ile erkek gruplarda görüldüğü şekilde, KK testi değişkenleri arasında anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, geleneksel okçular ve okçu olmayan bireylerin submaksimal izometrik kasılmalar sırasında kuvvet kararlılığının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, gruplar arasında boy, kilo, maksimal kuvvet ve relatif kuvvet değişkenleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuç okçu ve okçu olmayan grupların benzer fiziksel özellikler ve maksimal kuvvet değerlerine sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte elit okçuların amatör okçulara kıyasla her iki kolda daha yüksek el kavrama kuvveti ve ince motor becerilere sahip oldukları gözlenir (Ganjave ve Dabholkar, 2022). Okçu olmayan grupta yer alan katılımcıların spor bilimleri fakültesi öğrencisi olmaları maksimal kuvvet açısından gruplar arasında fark olmamasında etkili olduğu düşünülmektedir. Öte yandan bu durumun, benzer maksimal kuvvete sahip olan okçu ve okçu olmayan grupların KK değişkenlerinin karşılaştırılmasına ait sonuçları daha anlamlı kılacağını düşünmekteyiz.

Her ne kadar cinsiyete bağlı bir karşılaştırılma bu çalışmada yapılmasa da KK ile ilgili çalışmalarda yaş ve cinsiyetin KK özelliklerini etkilediği gözlenmiştir. Yaşlı yetişkinlerin kuvvet cv değerinin genç yetişkinlere kıyasla daha fazla olduğu ve yine kadınların kuvvet cv değerinin erkeklerden daha fazla olduğu gözlenmiştir (Pereira ve diğ., 2018). Yine başka bir çalışmada erkeklerin kadınlardan anlamlı derecede daha kuvvetli olduğu ve tüm kuvvet seviyelerinde daha istikrarlı olduğu gözlenmiştir (Brown, 2011). Bu nedenle okçu ve okçu olmayan grupların KK değerlerinin

karşılaştırılmasında tüm katılımcılar bir arada olacak şekilde, erkekler ve kadınlar kendi içerisinde olacak şekilde ayrı ayrı analizler yapılmıştır.

Tüm katılımcılar için KK testine ait değişkenler incelendiğinde grupların genelde benzer değerlere sahip oldukları gözlenirken, kuvvette kararlılığın en belirgin belirteçlerinden olan cv değerinin okçu olmayan grupta beklenildiği şekilde ve anlamlı olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Yine hedef -2 ve hedef +2 aralığındaki histogram yüzde değerleri incelendiğinde, okçu olanların değerlerinin anlamlı şekilde daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Erkek katılımcılar karşılaştırıldığında yine benzer sonuçlar gözlenmiştir. KK testine ait değişkenler incelendiğinde grupların genelde benzer değerlere sahip oldukları gözlenirken, KK testi 30 saniye ortalama kuvvet değerlerinin okçu grupta hedefe daha yakın olduğu ve cv değerinin okçu olmayan grupta anlamlı olarak daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Yine, hedefin %1 altındaki bölge ile hedef -2 ve hedef +2 aralığındaki histogram yüzde değerleri incelendiğinde, okçu olanların değerlerinin erkek katılımcılarda anlamlı şekilde daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Kadın katılımcılara ait değerler karşılaştırıldığında, okçu ve okçu olmayan gruptaki katılımcıların fiziksel özelliklerinin ve maksimal kuvvetlerinin benzer olduğu gözlenmiştir. KK testine ait değişkenler incelendiğinde ise tüm grup ve erkek gruplardaki sonuçlara benzer olduğu, cv değerlerinin okçu olmayan grupta daha yüksek olduğu ve histogram değerlerinin okçu grupta daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ne var ki bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kadın katılımcıların yer aldığı gruptaki sonuçlarda, okçu grupta yer alan sporcuların performans düzeyinin etkili olabileceğini düşünmekteyiz. Öte yandan erkekler ve kadınların kuvvet kararlılık özelliklerinin farklı olabileceği ve özellikle erkeklerin düşük kuvvetlerde yaşadıkları kuvvet kararlılığı kaybının, kadınların yaşadıklarından biraz daha fazla olduğu gözlenmiştir (Tracy ve Enoka, 2002).

Maksimal kuvvetler benzer olmasına rağmen, okçu grupta yer alan katılımcıların kuvvet kararlılıklarının daha yüksek olması, karmaşık bilişsel görevler içeren ve vücut salınımının önemli olduğu hedef sporlarında diğer performans bileşenlerinin yanı sıra kuvvet kararlılığının performans ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda kuvvet kararlılığı genellikle yaş ve bazı hastalıklar ile ilişkili olarak araştırılmıştır. KK ile bazı motor fonksiyon testlerindeki performans puanlarının orta derecede ilişkili olduğu (Enoka ve Farina, 2021) bildirilmekle birlikte özellikle sportif performans ile ilişkisi açık değildir. Özellikle kol kas kuvveti, kas dayanıklılığı, denge ve çekme kuvveti uzunluğu gibi okçuluk performansını etkileyecek faktörler (Lau ve diğ., 2020; Mohd Saleh ve diğ., 2022) araştırılırken kuvvet kararlılığının okçuluk performans ile ilişkisi yeteri kadar araştırılmış değildir. Olimpik okçularda yapılan çalışmada, elit grubun hem orta seviye hem de başlangıç seviyesi okçulara kıyasla tüm aşamalarda en az basınç merkezi salınımına sahip olduğunu göstermiştir (Simsek ve diğ., 2019). Okçuların okçu olmayanlara kıyasla üstün bir eklem pozisyon duyusuna sahip olsalar bile, daha yüksek atış doğruluğu için hala iyileştirme potansiyelinin olduğu düşünülmektedir (Athavale ve Sidhaye-Bhadbhade, 2022). Kaslar mükemmel aktüatörler değildir ve bir uzvu veya tutulan bir nesneyi hassas şekilde sabit bir konumda tutmada zayıftırlar (Lakie, 2010). Başarılı bir atıcı olabilmek için, kuvvet kararlılığını geliştirmesinin performansı olumlu etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen bulgulara ait genel bir sonuç vermek gerekirse; okçularda kuvvet kararlılığının okçu olmayanlara kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç okçuluk performansını etkileyen birçok değişkenin yanında kuvvet kararlılığının da önemli bir etken olduğunu düşündürmektedir. Öte yandan bilişsel görevlerin düşük

şiddette izometrik kasılma sırasında kuvvet dalgalanmalarının genliğini etkilediği bilinmektedir. Özellikle dirsek fleksör kaslarıyla maksimumun %5'inde sabit bir kasılma gerçekleştiğinde, bilişsel bir zorluğun kuvvet dalgalanmalarının genliğini artırdığı gözlenmiştir (Pereira ve diğ., 2019). Tüm bu sonuçlar ve bilgiler doğrultusunda, farklı seviyedeki okçular ile gerçekleştirilecek araştırmalar ile okçulukta kuvvet kararlılığı ile performans arasındaki ilişkinin araştırılmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz. Elde edilecek bilgiler doğrultusunda kuvvet kararlılık egzersizlerinin okçuluk performansının artırılmasında kullanılabilir bir yöntem olarak yararlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Yazar Katkısı:

1. **Murat ÇİLLİ:** Fikir/Kavram, Tasarım, Denetleme, Veri Toplama ve İşleme, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme.
2. **Merve Nur YAŞAR:** Veri Toplama ve İşleme, Eleştirel İnceleme
3. **Murat Can ÇEKEN:** Veri Toplama ve İşleme, Eleştirel İnceleme

Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

Kurul Adı: Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurulu

Tarih: 12.09.2024

Sayı No: E-26428519-050.99-140769

KAYNAKÇA

1. **Almuklass, A. M., Davis, L., Hamilton, L. D., Vieira, T. M., Botter, A., ve Enoka, R. M. (2018).** Motor unit discharge characteristics and walking performance of individuals with multiple sclerosis. *Journal of Neurophysiology*, 119(4), 1273-1282. <https://doi.org/10.1152/jn.00598.2017>
2. **Almuklass, A. M., Price, R. C., Gould, J. R., ve Enoka, R. M. (2016).** Force steadiness as a predictor of time to complete a pegboard test of dexterity in young men and women. *Journal of Applied Physiology*, 120(12), 1410-1417. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01051.2015>
3. **Arvanitidis, M., Falla, D., Sanderson, A., ve Martinez-Valdes, E. (2021).** Does pain influence force steadiness? A protocol for a systematic review. *BMJ Open*, 11(1), e042525. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042525>
4. **Athavale, S., ve Sidhaye-Bhadbhade, N. (2022).** Comparison of joint position sense in competitive recurve archers and non-archers in the age group of 15-19 years old: A cross sectional study. *International Journal of Health Sciences and Research*, 12(11), 62-70. <https://doi.org/10.52403/ijhsr.20221110>
5. **Brown, R. E. (2011).** Are sex differences in force steadiness due to dissimilar motor unit activity between men and women? [Yüksek lisans tezi]. University of British Columbia. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/collections/ubctheses/24/items/1.0071725>
6. **Carville, S. F., Perry, M. C., Rutherford, O. M., Smith, I. C. H., ve Newham, D. J. (2007).** Steadiness of quadriceps contractions in young and older adults with and without a history of falling. *European Journal of Applied Physiology*, 100(5), 527-533. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0245-2>
7. **Davis, L. A., Alenazy, M. S., Almuklass, A. M., Feeney, D. F., Vieira, T., Botter, A., ve Enoka, R. M. (2020).** Force control during submaximal isometric contractions is associated with walking performance in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurophysiology*, 123(6), 2191-2200. <https://doi.org/10.1152/jn.00085.2020>
8. **Davis, L. A., Allen, S. P., Hamilton, L. D., Grabowski, A. M., ve Enoka, R. M. (2020).** Differences in postural sway among healthy adults are associated with the ability to perform steady contractions with leg muscles. *Experimental Brain Research*, 238(2), 487-497. <https://doi.org/10.1007/s00221-019-05719-4>
9. **de Luca, C. J., LeFever, R. S., McCue, M. P., ve Xenakis, A. P. (1982).** Control scheme governing concurrently active human motor units during voluntary contractions. *The Journal of Physiology*, 329(1), 129-142. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1982.sp014294>
10. **Enoka, R. M., ve Farina, D. (2021).** Force steadiness: from motor units to voluntary actions. *Physiology*, 36(2), 114-130. <https://doi.org/10.1152/physiol.00027.2020>
11. **Feeney, D. F., Mani, D., ve Enoka, R. M. (2018).** Variability in common synaptic input to motor neurons modulates both force steadiness and pegboard time in young and older adults. *The Journal of Physiology*, 596(16), 3793-3806. <https://doi.org/10.1113/JP275658>
12. **Galganski, M. E., Fuglevand, A. J., ve Enoka, R. M. (1993).** Reduced control of motor output in a human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions. *Journal of Neurophysiology*, 69(6), 2108-2115. <https://doi.org/10.1152/jn.1993.69.6.2108>
13. **Ganjave, P.D., ve Dabholkar, A.S., (2022).** Comparative analysis of upper extremity performance variables in elite and novice recurve archers: A cross-sectional observational study. *International Journal of Life Science and Pharma Research*. <https://doi.org/10.22376/ijpbs/lpr.2021.11.4.177-84>
14. **Jones, K. E., Hamilton, A. F. de C., ve Wolpert, D. M. (2002).** Sources of signal-dependent noise during isometric force production. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1533-1544. <https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1533>
15. **Laidlaw, D. H., Bilodeau, M., ve Enoka, R. M. (2000).** Steadiness is reduced and motor unit discharge is more variable in old adults. *Muscle & Nerve*, 23(4), 600-612. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4598\(200004\)23:4<600::AID-MUS20>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4598(200004)23:4<600::AID-MUS20>3.0.CO;2-D)
16. **Lakie, M. (2010).** The influence of muscle tremor on shooting performance. *Experimental Physiology*, 95(3), 441-450. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.047555>
17. **Lau, J. S., Ghafar, R., Hashim, H. A., ve Zulkifli, E. Z. (2020).** Anthropometric and physical fitness components comparison between high- and low-performance archers. *Annals of Applied Sport Science*, 8(4), 0-0. <https://doi.org/10.29252/aassjournal.897>
18. **Michael, K. (2006).** *The Oxford Dictionary of Sports Science & Medicine*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acref/9780198568506.001.0001>
19. **Mohd Saleh, M., Linoby, A., Abdul Razak, F. A., Abu Kasim, N. A., ve Mohamed Kassim, N. A. (2022).** The relationship between arm muscle strength, muscle endurance, balance and draw force length on archery performance. *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation (MJSSR)*, 18(1), 83. <https://doi.org/10.24191/mjssr.v18i1.17642>
20. **Motoki, K., ve Shinohara, M. (2010).** Steadiness in plantar flexor muscles and its relation to postural sway in young and elderly adults. *Muscle and Nerve*, 42(1), 78-87. <https://doi.org/10.1002/mus.21599>

21. **Pereira, H. M., Schlinder-DeLap, B., Keenan, K. G., Negro, F., Farina, D., Hynstrom, A. S., Nielson, K. A., ve Hunter, S. K. (2019).** Oscillations in neural drive and age-related reductions in force steadiness with a cognitive challenge. *Journal of Applied Physiology*, 126(4), 1056-1065. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00821.2018>
22. **Pereira, H. M., Schlinder-Delap, B., Nielson, K. A., ve Hunter, S. K. (2018).** Force steadiness during a cognitively challenging motor task is predicted by executive function in older adults. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01316>
23. **Simsek, D., Cerrah, A. O., Ertan, H., ve Soylu, A. R. (2019).** A comparison of the ground reaction forces of archers with different levels of expertise during the arrow shooting. *Science & Sports*, 34(2), e137-e145. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.08.008>
24. **The MathWorks Inc. (2023).** *MATLAB* (9.14.0.2337262 (R2023a)). The MathWorks Inc. <https://www.mathworks.com>
25. **Tracy, B. L., ve Enoka, R. M. (2002).** Older adults are less steady during submaximal isometric contractions with the knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 92(3), 1004-1012. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00954.2001>