





# Genç Erkeklerde Bir Tekrar Maksimal Kuvvetin Kestirilmesinde Kullanılan Formüllerin Geçerliliği

## Validity of Formulas Used for Estimation of One Repetition Maximum Strength in Young Men

 Tahir HAZIR<sup>a</sup>,  
 Ferhat ESATBEYOĞLU<sup>b</sup>,  
 Yunus Emre EKİNCİ<sup>a</sup>,  
 Ayşe KİN İŞLER<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü,  
 Hacettepe Üniversitesi  
 Spor Bilimleri Fakültesi,  
<sup>b</sup>Spor Bilimleri ve Teknolojisi ABD,  
 Hacettepe Üniversitesi  
 Sağlık Bilimleri Enstitüsü,  
 Ankara, TÜRKİYE

Received: 03 Jul 2019

Received in revised form: 08 Sep 2019

Accepted: 23 Sep 2019

Available online: 02 Oct 2019

Correspondence:

Ayşe KİN İŞLER  
 Hacettepe Üniversitesi  
 Spor Bilimleri Fakültesi,  
 Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, Ankara,  
 TÜRKİYE/TURKEY  
 ayse.kinisl@hacettepe.edu.tr

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmanın amacı, genç erkeklerde 1 tekrarlı maksimal (1TM) bench press kuvvetinin kestirilmesinde kullanılan formüllerin geçerliliğini belirlemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Yirmi yedi (yaş=22,7±2,6 yıl) genç erkeğin 1TM bench press kuvveti belirlenmiştir. Kırk sekiz saat dinlenmenin ardından, katılımcıların 1TM bench press kuvvetinin %75-90'ına karşılık gelen ağırlıklar kullanılarak yorgunluğa ulaştıkları tekrar sayıları (YTS) belirlenmiştir. Katılımcıların 1TM bench press kuvveti tekrarlı kaldırdıkları ağırlık değerleri (1TM %75-90) ve YTS kullanılarak 11'i doğrusal, 5'i üstel kestirim yapan 16 formülden kestirilmiştir. Kestirim formüllerinin geçerliliği için tekrarlı ölçümlerde ANOVA ve Lin'in uyumluluk korelasyon katsayısı ( $\rho$ ) kullanılmıştır. **Bulgular:** On altı formülden 10'undan kestirilen 1TM bench press kuvveti ve ölçülen 1TM arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Ölçülen 1TM kuvvete benzer kestirim yapan tüm formüller için uyumluluk korelasyon katsayısı  $\rho \geq 0,962$  "yüksek" bulunmuştur. 1TM kuvveti anlamlı derecede düşük ya da yüksek kestiren formüller için uyumluluk korelasyon katsayısı  $\rho$  "zayıf" ve "orta" düzeydedir. **Sonuç:** Bu çalışmanın bulguları, genç erkeklerde literatürde mevcut seçilmiş 16 formülden 10'unun 1TM kuvvetinin doğru ve geçerli bir şekilde değerlendirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bir tekrar maksimal kuvvet; yorgunluk tekrar sayısı; bench press kuvveti; kestirim formülleri

**ABSTRACT Objective:** The aim of this study was to determine the validity of the formulas used to estimate 1 repetition maximum (1RM) strength on bench press in young men. **Material and Methods:** 1RM strength of 27 young men (22.7±2.6 years) was determined in bench press. Following 48 hours rest, participants performed bench press repetitions to failure (RTF) at a load of 75-90% 1RM. Their 1RM bench press strength was estimated through 16 estimation formulas (11 linear and 5 exponential), by using a load of 75-90% of 1RM and RTF. Validity of the estimation formulas was assessed using repeated measures ANOVA and Lin's the concordance correlation coefficient ( $\rho$ ). Results revealed that actual 1RM bench press strength and estimated 1RM strength from 10 formulas out of 16 showed no significant difference. **Results:** Concordance correlation coefficient was found "high" between estimated 1RM strength from 10 formulas and actual 1RM strength ( $\rho \geq 0.962$ ). Concordance correlation coefficient  $\rho$  was "low" and "moderate" for formulas estimated 1RM "higher" and "lower". **Conclusion:** The results of this study showed that 10 of the 16 formulas available in literature can be used accurately and valid determination of 1RM strength in bench press in young men.

**Keywords:** One repetition maximum strength; repetition to fatigue; bench press strength; prediction formulas

**M**aksimal kas kuvveti, güç-kuvvet ve sprint sporlarında performansın en önemli belirleyicisidir. Bunun yanında, maksimal kuvvet hem atletik performansın geliştirilmesi hem de sağlık ve zindelik için kuvvet egzersizlerinin programlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir tekrarlı maksimal (1TM) kuvvet testi, laboratuvar ortamı

dışında serbest ağırlıklar kullanılarak kas kuvvetinin değerlendirilmesinde altın standart olarak kullanılan bir yöntemdir.<sup>1</sup> 1TM, bir bireyin bir kez kaldırabildiği en yüksek ağırlık olarak tanımlanır.<sup>2</sup> 1TM yaklaşımı doğru olarak uygulandığında güvenli bir yöntemdir ve maksimal dinamik kuvvetin doğru olarak değerlendirilmesine olanak sağlar.<sup>3</sup> Buna karşılık, kuvvet egzersizlerine yeni başlayanlarda, özellikle kadınlarda, tekrarlı olarak ağırlık kaldırılmasının isteksizlik yaratması ve sürekli olarak artan miktarda ağırlığın tekrarlı olarak kaldırılmasından kaynaklanan kassal yorgunluğun 1TM'nin doğru olarak belirlenmesini engellemesi, 1TM'nin belirlenmesi tekrar ve tekrarlar arasında 2-4 dk dinlenmeler gerektirdiğinden, bu yöntemin çok zaman alıcı olması, kuvvet egzersizlerine yeni başlayanlarda 1TM'yi belirlemek için kaldırılacak ağırlığın sürekli olarak artırılmasının sakatlanma riskini de beraberinde getirmesi gibi sakıncalı durumları da barındırmaktadır.<sup>3-6</sup> Bu nedenle, düşük ağırlıklar kullanılarak yorgunluğa ulaşana kadar tekrarlanan kaldırışların sayısından ve kaldırılan ağırlıklardan 1TM hesaplayan formüller geliştirilmiştir. Yorgunluğa ulaşana kadar kaldırılan tekrar sayısı, yorgunluk tekrar sayısı (YTS) olarak adlandırılmaktadır.<sup>7</sup> YTS ve kaldırılan ağırlık kullanılarak 1TM'nin hesaplanmasına olanak sağlayan çok sayıda formül geliştirilmiştir.<sup>2,4,7-12</sup> Bu formüller yardımcı ile 2-20 arasında değişen YTS'den ve kaldırılan ağırlıktan 1TM hesaplanmaktadır.<sup>13</sup> 1TM'yi kestiren formüllerin büyük bir çoğunluğu doğru ve hassas kestirim yapmakla beraber, bu durum formüllerin geliştirildiği popülasyonlar ile sınırlıdır. Yaş, cinsiyet, spor dalı ve bireyin antrenman durumu kestirim formüllerinin kestirim gücünü önemli ölçüde etkilemektedir.<sup>13</sup> Bunun yanında, 1TM bench press her düzeydeki sporcu, genç, yaşlı, obez ve fiziksel olarak aktif birey gibi çok değişik popülasyonda üst ekstremité maksimal dinamik kuvvetin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>14-18</sup>

Buradan hareketle, bu çalışmanın amacı, 1TM bench press kuvvetinin kestirilmesinde kullanılan formüllerin rekreatif olarak aktif erkek bireylerde geçerliliğini belirlemektir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

**Araştırma Grubu:** Bu çalışmaya, yaş aralığı 18-30 yıl olan, rekreatif olarak aktif veya takım ya da bireysel sporlarla uğraşan (12 takım sporcusu, 6 bireysel sporcu, 9 fitness), üst ekstremité sakatlık hikâyesi bulunmayan ve en az 6 aydır düzenli kuvvet egzersizleri yapan 27 erkek üniversite öğrencisi gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara araştırma protokolü ile ilgili bilgi verilmiş ve aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır. Katılımcılardan 24 saat öncesinde yüksek şiddette aktivite yapmamları, bir gece öncesinde alkol, kahve, kafeinli içecek ve bitkisel çay tüketmemeleri istenmiştir. Araştırma için Girişimsel Olmayan Klinik Etik Kurulundan izin alınmıştır (Karar No: 2019/5-10) ve araştırma Helsinki Deklarasyonu 2008 Prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

**Çalışma Dizaynı:** Araştırmaya katılan gönüllüler en az 2 gün ara ile 2 kez laboratuvara davet edilmişlerdir. Laboratuvara ilk geldiklerinde antropometrik ölçümler yapıldıktan sonra, katılımcıların bir dinamik ısınma protokolü ile ısınmaları sağlanmıştır. Daha sonra katılımcıların bench press hareketinde 1TM değerleri belirlenmiştir. Yorgunluk etkisini en aza indirmek için, katılımcılar 48 saat dinlendirildikten sonra laboratuvara tekrar davet edilmiş ve 1TM'nin %75-90'ına karşılık gelen ağırlıkta yorulana kadar bench press hareketi yaptırılarak YTS belirlenmiştir. Tüm testler son yemekten en az 3 saat sonra 15.00-17.00 saatleri arasında yapılmıştır.

**Antropometrik Ölçümler:** Boy uzunluğu duvara monte stadiyometrede (Holtain Ltd., İngiltere)±0,1 cm hata ile ölçülmüştür. Vücut ağırlığı (VA)±0,1 kg hatalı bir elektronik baskülde (Tanita, TBF401A, Japonya), vücut kompozisyonu bileşenleri [vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kitlesi (YVK)] ise ayaktan ayağa biyoelektrik impedans analizörü ile belirlenmiştir (Tanita, TBF401A, Japonya). Bunun için katılımcı, üzerindeki tüm metal eşyaları çıkardıktan sonra, çıplak ayak ile analizörün tablasındaki paslanmaz çelikten oluşan elektrotların üzerine basarak hareketsiz durmuştur. VA ve üretici firmanın kullandığı kestirim formülü aracılığı belirlenen VYY, YVK ve beden kitle indeksi

(BKİ) cihazın yazıcısından otomatik çıktı şeklinde kayıt edilmiştir.

**Bir Tekrar Maksimal Test Protokolü:** Bench press hareketinde 1TM kuvvetin belirlenmesi için 20 kg Olimpik bar (Eleiko AB, Halmstad, İsveç), Olimpik plakalar (Eleiko AB, Halmstad, İsveç) ve sehpa kullanılmıştır. Bench press hareketinde 1TM kuvvetin belirlenmesi için katılımcılara standart 1TM test protokolü uygulanmıştır.<sup>4</sup> Katılımcılar hafif ağırlıklar kullanarak alt ve üst ekstremitelere yönelik 5-10 tekrar içeren ağırlık kaldırma egzersizleri ile 10 dk ısındıktan sonra 2 dk pasif olarak dinlendirilmişlerdir. Isınma sonrasında katılımcılar dizleri yarım fleksiyonda ve ayakları yere basar pozisyonda bench sehpasına sırt üstü yattıktan sonra, bar gözlerin altında kalacak şekilde omuz hizasından daha geniş aralıkta pronasyon tutuşla başlamışlardır. Bar katılımcının göğüs hizasına yardımcı araştırmacı desteği ile yerleştirildikten sonra, katılımcı barı el bilekleri sabit ve ön kollar yere dik pozisyonda göğüs uçlarına dokunana kadar indirmiştir. Bundan sonra belde kavis oluşturmadan ve göğsü bara yaklaştırmadan barı dirsekler tam ekstansiyona gelene kadar itmiştir. 1TM bench press kuvveti belirlemek için uygulanan testi protokolü **Tablo 1**'de özetlenmiştir. Protokol, katılımcı 1 tekrar kaldırış yapamayana kadar uygulanmıştır ve katılımcının bir tekrar kaldırış yaptığı ağırlık 1TM kuvvet olarak kayıt edilmiştir. Testin her aşamasında yardımcı araştırmacı uygun bar kaldırış ve indirış hareket açısı genişliğinin sağlanması için hazır bulunmuş ve katılımcılar kaldırış sırasında sözlü olarak motive edilmiştir.

**Yorgunluk Tekrar Sayısı Protokolü:** Katılımcıların YTS'si, 1TM kuvvetinin ölçüldüğü yerde belirlenmiştir. YTS protokolü uygulanmadan önce katılımcılar 10 dk kendi belirledikleri ağırlıklarla üst ekstremitelere yönelik ısınma egzersizleri yapmışlardır. İki dk pasif dinlenme sonrasında 1TM kuvvet protokolünde bahsedilen bench press kaldırışı için gerekli olan başlangıç pozisyonunu almışlardır. Katılımcılar 1TM ağırlıklarının %75 ile 90'ına karşılık gelen aralıkta ağırlıklar kullanarak tekrarlı olarak bench press hareketini yapmışlardır. Bench press hareketinin tekrar hızı bir metronom (Wittner Taktell Piccolo, Almanya) ile belirlenmiştir. Metronomun hızı 1 Hz olarak ayarlanmıştır. Bir başka deyişle, her kaldırış 1 sn ekzantrik ve 1 sn konsantrik fazların yapılmasıyla toplamda 2 sn temposuyla gerçekleştirilmiştir. Böylece hareketin hızı 30 tekrar/dakika olarak düzenlenmiştir.<sup>19</sup> Her katılımcının bu hızda, yorgunluk ortaya çıkana kadar, mümkün olan en yüksek sayıda tekrar yapması istenmiştir. Kaldırışlar sırasında katılımcılar sözel olarak teşvik edilmişlerdir. Bench press hareketi esnasında katılımcılar barı pektoralis kasının alt sınırına dokunana kadar indirmişler ve kaldırırken kollar tam ekstansiyona gelene kadar ağırlığı yukarı itmişlerdir. 1TM'in %75'i ile %90'ına karşılık gelen ağırlığı 10 tekrardan fazla kaldıran katılımcı 5 dk dinlendirildikten sonra, 4-9 kg ağırlık eklenerek protokol tekrarlanmış ve böylece tekrar sayısının  $\leq 10$  olması sağlanmıştır.<sup>4</sup>

**Bir Tekrar Maksimalin Kestirilmesinde Kullanılan Formüller:** Çalışmada, literatürden seçilmiş

**TABLO 1:** 1TM bench press kuvvet testi protokolü.

Isınma	PD	Isınma ağırlığı	PD	+	PD	+	PD	+
		+		4-9 kg		4-9 kg		4-9 kg
		4-9 kg		2-3 tekrar		1 tekrar		1 tekrar
		3-5 tekrar						4 dk
								PD
								Başarısız kaldırışa kadar
10 dk	2 dk		2 dk		4 dk		4 dk	

PD: Pasif dinlenme; 1TM: Bir tekrarlı maksimal ağırlık.

16 ayrı formül kullanılmıştır. Bu formüllerin 11'i doğrusal (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 14 ve 16. formüller) ve 5'i üstel (6, 9, 10, 11 ve 15. formüller) fonksiyondur. Formüller aşağıda listelenmiştir.

#### 1TM'li kestiren formüller:

- 1) Adams:  $1TM (kg) = TKA / (1 - 0,02 \times YTS)^{20}$
- 2) Berger:  $1TM (kg) = TKA / (1,0261 - 0,00262 \times YTS)^{21}$
- 3) Brown:  $1TM (kg) = (YTS \times 0,0338 + 0,9849) \times TKA^{22}$
- 4) Brzycki:  $1TM (kg) = TKA / (1,0278 - 0,0278 \times YTS)^2$
- 5) Cummings ve Finn:  $1TM (kg) = 1,175 \times TKA + 0,839 \times YTS - 4,29787^{23}$
- 6) Kemmler ve ark.:  $1TM (kg) = TKA \times (0,988 + 0,0104 \times YTS + 0,0019 \times YTS^2 - 0,0000584 \times YTS^3)^{24}$
- 7) Kravitz ve ark.:  $1TM = 90,66 + (0,085 \times YTS \times TKA) + (-5,306 \times YTS)^{25}$
- 8) Lander:  $1TM (kg) = TKA / (1,013 - 0,0267 \times 123 \times YTS)^{10}$
- 9) Lombardi:  $1TM (kg) = YTS^{0,1} \times TKA^{26}$
- 10) Mayhew ve ark.:  $1TM (kg) = TKA / (0,522 + 0,419 \times e^{-0,055 \times YTS})^9$
- 11) Mayhew ve ark.:  $1TM (kg) = TKA / (1,01024 \times YTS^{-0,01036})^{27}$
- 12) Macht ve ark.:  $1TM (kg) = 1,17 \times TKA + 2,15 \times YTS + 12,31^4$
- 13) O'Connor ve ark.:  $1TM (kg) = 0,025 \times (TKA \times YTS) + TKA^{28}$
- 14) Tucker ve ark.:  $1TM (kg) = 1,139 \times TKA + 0,352 \times YTS + 0,243^{11}$
- 15) Wathen:  $1TM (kg) = TKA / (0,488 + 0,538 \times e^{-0,075 \times YTS})^{29}$
- 16) Welay:  $1TM (kg) = (YTS \times 0,0333) \times TKA + TKA^{12}$

1TM= 1 Tekrar maksimum; TKA= Tekrarlı kaldırılan ağırlık, YTS= Yorgunluk tekrar sayısı.

**Verilerin Analizi:** Çalışmanın örneklem boyutu G\*Power 3,1 programında  $\alpha=0,05$ ,  $1-\beta=0,95$  ve etki değeri=0,2 için  $n=26$  olarak hesaplanmıştır. Tanımlayıcı istatistik yöntemleri ile ortalama ve

standart sapma değerleri verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uyumları Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Ölçülen ve tüm formüllerden kestirilen 1TM değerleri için normal dağılımdan sapma önemsiz bulunmuştur ( $p>0,355$ ). Ölçülen ve formüllerden kestirilen 1TM kuvvet değerleri arasındaki doğruluk düzeyi Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayısı ( $\rho_c$ ) ile belirlenmiştir.<sup>30</sup> Lin'in korelasyon katsayısı  $\rho_c < 0,90$  "zayıf",  $0,90-0,95$  "orta",  $0,95-0,99$  "yüksek" ve  $>0,99$  "mükemmel" olarak değerlendirilmiştir.<sup>31</sup> Ölçülen ve kestirilen 1TM değerleri arasındaki farklar tekrarlı ölçümlerde ANOVA ile test edilmiştir. Verilerin küresellik varsayımına uyumu Mauchly's testi ile kontrol edilmiştir. Küresellik varsayımı yerine gelmediğinde serbestlik derecesi için Epsilon ( $\epsilon$ )  $< 0,75$  ise Greenhouse-Geisser,  $\epsilon > 0,75$  ise Huynh-Feldt düzeltilmesi uygulanmıştır.<sup>32</sup> F istatistiği anlamlı çıktığında, farklar Bonferroni post hoc testi ile belirlenmiştir. Deneme etkisinin boyutu için kısmi eta kare ( $\eta^2$ ) hesaplanmıştır. Kısmi  $\eta^2$ ;  $0,01=$  küçük,  $0,06=$  orta ve  $0,14=$  büyük etki olarak sınıflandırılmıştır.<sup>33</sup> Ölçülen (referans değer) ve kestirilen 1TM kuvvet değerleri arasındaki tutarlılık alt ve üst sınırları Bland-Altman grafikleme yöntemi ile belirlenmiştir.<sup>34</sup> Ölçülen ve kestirilen 1TM kuvvet değerlerinin farkları ile iki ölçümün ortalamaları arasında ilişki (trend) olup olmadığı Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Bland-Altman grafikleme, ölçülen 1TM kuvvet ile istatistiksel olarak benzer 1TM kuvvet kestirimi yapan formüllerle sınırlandırılmıştır. Lin'in uyumluluk (Concordance) korelasyon katsayısı excel programında hesaplanmış ve tüm istatistiksel işlemler SPSS paket programında (Ver. 22,0) yapılmış,  $0,05$  yanılma düzeyi kullanılmıştır.

## BULGULAR

Araştırma grubunun fiziksel özellikleri, 1TM kuvvet, 1TM'nin %75-90'ında TKA ve YTS Tablo 2'de gösterilmiştir.

Bench press egzersizinde ölçülen ve TKA ile YTS değerleri kullanılarak 16 formülden kestirilen 1TM kuvvet değerleri Tablo 3'te verilmiştir. On altı formülden kestirilen 1TM kuvvet ile öl-

**TABLO 2:** Araştırma grubunun fiziksel özellikleri, 1TM kuvvet, 1TM'nin %75-90'ında tekrarlı kaldırılan ağırlık ve yorgunluk tekrar sayısı.

	Min	Maks	X±SD
Yaş (yıl)	18,00	27,00	22,7 2,6
Boy (cm)	167,20	196,20	178,3±6,4
VA (kg)	60,50	107,60	80,0±10,0
BKI (kg,m <sup>2</sup> )	20,20	33,20	25,1±2,6
VYY (%)	11,20	30,90	19,5±3,8
YVK (kg)	53,70	79,20	64,1±5,5
1TM (kg)	45,00	120,00	84,4±22,5
TKA (kg)	33,75	95,00	67,5±17,0
YTS	4,00	10,00	8,0±1,9

VA: Vücut ağırlığı; BKI: Beden kitle indeksi; VYY: Vücut yağ yüzdesi; YVK: Yaşsız vücut kitlesi; 1 TM: Bir tekrarlı maksimal ağırlık; TKA: Tekrarlı kaldırılan ağırlık; YTS: Yorgunluk tekrar sayısı.

ölçülen 1TM kuvvet arasında anlamlı farklar saptanmıştır ( $F_{(1,42;36,83)}=175,3$ ,  $p=0,000$ ; kısmi  $\eta^2=0,87$ ). Altı formülden kestirilen 1TM kuvvet, ölçülen 1TM'den anlamlı derecede farklıdır

( $F_2$  için  $p=0,000$ ,  $F_6$  için  $p=0,002$ ,  $F_7$  için  $p=0,002$ ,  $F_{11}$  için  $p=0,000$ ,  $F_{12}$  için  $p=0,000$ , ve  $F_{15}$  için  $p=0,024$ ).  $F_2$ ,  $F_6$ ,  $F_{11}$ ,  $F_{14}$  formüllerinden kestirilen 1TM anlamlı derecede düşük,  $F_7$ , ve  $F_{12}$ 'den kestirilen ise anlamlı derecede yüksektir (Tablo 3). Buna karşılık 10 formülden ( $F_1$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_5$ ,  $F_8$ ,  $F_9$ ,  $F_{10}$ ,  $F_{13}$ ,  $F_{15}$ ,  $F_{16}$ ) kestirilen 1TM kuvvet ile ölçülerek belirlenen 1TM kuvvet değerleri benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Tablo 3). Formüllerden kestirilen ve ölçülen 1TM kuvvet arasındaki doğruluk derecesini gösteren uyumluluk korelasyon katsayıları ( $\rho_c$ ) Tablo 4'te verilmiştir. Ölçülen 1TM kuvvete benzer kestirim yapan tüm formüller için  $\rho_c \geq 0,962$  "yüksek" bulunmuştur (Tablo 4). Buna karşılık, ölçülen 1TM kuvveti anlamlı derecede düşük ya da yüksek kestiren formüllerden  $F_6$  ve  $F_{14}$  hariç diğerleri için  $\rho_c = 0,313-0,712$  arasında "zayıf" düzeydedir. Bununla beraber  $F_6$  ve  $F_{14}$  ölçülen 1TM kuvveti anlamlı derecede düşük kestirmiş olmasına rağmen,  $\rho_c$  değerleri "orta" düzeydedir (sırasıyla  $\rho_c=0,945$  ve  $\rho_c=0,947$ ).

**TABLO 3:** Ölçülen ve TKA ile YTS değerleri kullanılarak 16 formülden kestirilen 1 TM değerleri.

1 TM (kg)	X±SD	1TM (kg)	X±SD
Ölçülen	84,4±22,5	$F_9$ (Lombardi, 1989)	83,1±21,91
$F_1$ (Adams, 1998)	80,9±22,0	$F_{10}$ Mayhew ve ark., 1992)	85,51±22,9
$F_2$ (Berger, 1970)*	67,2±17,1	$F_{11}$ Mayhew ve ark., 2004)*	68,21±17,3
$F_3$ (Brown, 1992)	85,2±23,6	$F_{12}$ (Macht ve ark., 2016)*	108,5±21,7
$F_4$ (Brzycki, 1993)	84,7±23,9	$F_{13}$ (O'Connor ve ark., (1989)	81,3±22,0
$F_6$ (Kemmler ve ark., 2006)*	79,0±21,6	$F_{14}$ (Tucker ve ark., 2006)*	79,9±19,6
$F_7$ (Kravitz ve ark., 2003)*	95,1±12,9	$F_{15}$ (Wathen, 1994)	86,6±24,1
$F_8$ (Lander, 1985)	85,3±24,1	$F_{16}$ (Welday, 1988)	85,9±23,7

\* $p<0,003$  ölçülen 1TM'den anlamlı derecede farklıdır. 1TM: Bir tekrarlı maksimal ağırlık.

**TABLO 4:** Ölçülen ve tüm formüllerden kestirilen 1TM kuvvet değerleri arasındaki uyumluluk korelasyon katsayıları ( $\rho_c$ ).

	Ölçülen 1TM		Ölçülen 1TM
$F_1$ (Adams, 1998)	0,962	$F_{10}$ Mayhew ve ark., 1992)	0,975
$F_2$ (Berger, 1970)	0,688	$F_{11}$ Mayhew ve ark., 2004)	0,712
$F_3$ (Brown, 1992)	0,970	$F_{12}$ (Macht ve ark., 2016)	0,607
$F_4$ (Brzycki, 1993)	0,966	$F_{13}$ (O'Connor ve ark., (1989)	0,965
$F_6$ (Kemmler ve ark., 2006)	0,945	$F_{14}$ (Tucker ve ark., 2006)	0,947
$F_7$ (Kravitz ve ark., 2003)	0,712	$F_{15}$ (Wathen, 1994)	0,964
$F_8$ (Lander, 1985)	0,966	$F_{16}$ (Welday, 1988)	0,970
$F_9$ (Lombardi, 1989)	0,975		

\* $p<0,003$  ölçülen 1TM'den anlamlı derecede farklıdır. 1TM: Bir tekrarlı maksimal ağırlık.

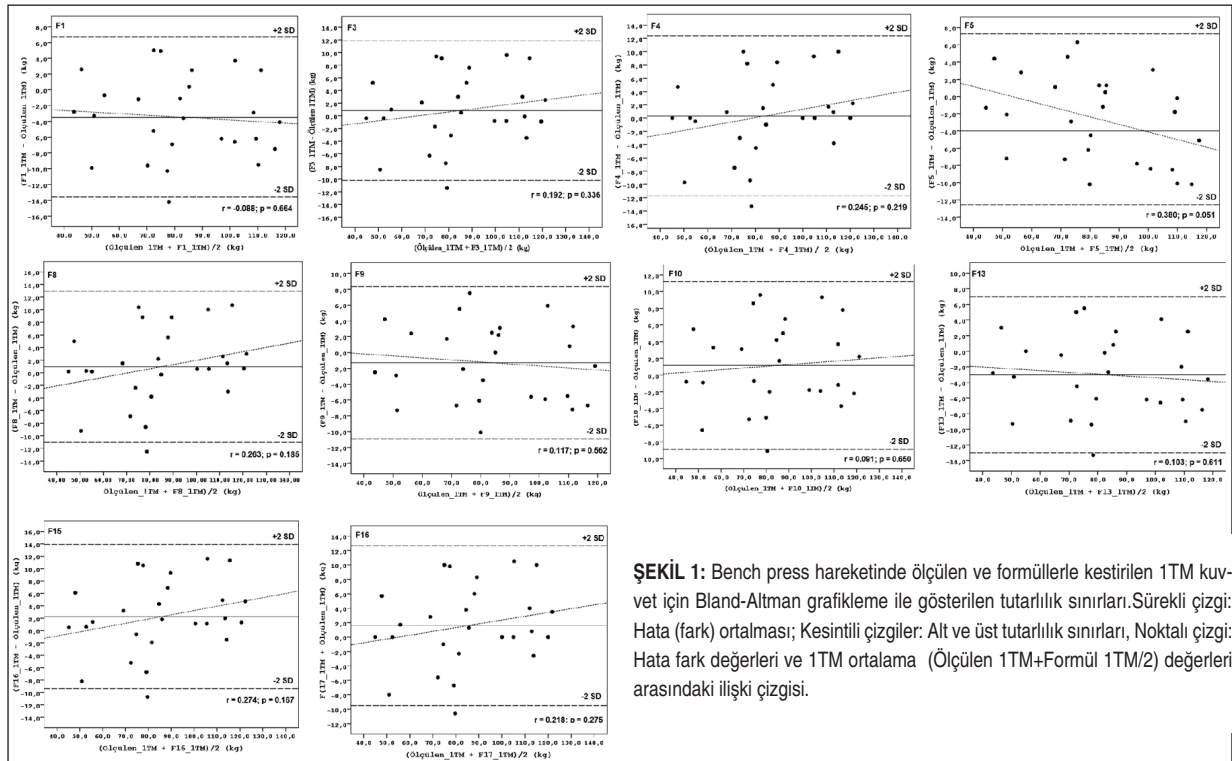
Ölçülen 1TM kuvvet değerlerine benzer kestirim yapan formüllerin ( $F_1, F_3, F_4, F_5, F_8, F_9, F_{10}, F_{13}, F_{15}, F_{16}$ ) Bland-Altman grafikleme ile tutarlılık alt ve üst sınırları Şekil 1’de gösterilmiştir. Ölçülen ve formüller ile kestirilen 1TM kuvvet değerleri arasındaki fark (hata) ortalamaları;  $F_1$  için  $-3,47$  kg,  $F_3$  için  $0,83$  kg,  $F_4$  için  $0,34$  kg,  $F_5$  için  $-2,62$  kg,  $F_8$  için  $0,95$  kg,  $F_9$  için  $-1,29$  kg,  $F_{10}$  için  $1,15$  kg,  $F_{13}$  için  $-3,01$  kg,  $F_{15}$  için  $2,24$  kg ve  $F_{16}$  için  $1,58$  kg olarak hesaplanmıştır. Bu değerler  $F_1, F_5, F_9$  ve  $F_{13}$ ’ün ölçülen 1TM ağırlığa göre düşük,  $F_3, F_4, F_8, F_{10}, F_{15}$  ve  $F_{16}$ ’nin yüksek kestirim hatasına sahip olduğunu göstermektedir. Hiçbir formülde ölçülen ve kestirilen 1TM farkları ile ortalama 1TM arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (Şekil 1). Bir başka deyişle, formüller ile kestirilen kuvvet değerlerinin hata varyansının sabit (homoscedastic) olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, ölçülen ve kestirilen 1TM ağırlık değerleri arasındaki farkların (hatanın) kaldırılan ağırlık değerlerinin boyutundan bağımsız olduğunu göstermektedir.

## TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, üst ekstremité dinamik kuvvetinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kulla-

nılan 1TM bench press kuvvetini tahmin eden formüllerin rekreasyonel olarak aktif genç erkek bireylerde geçerliliğini belirlemektir. Bu çalışmanın ana bulgusu, 1TM kuvveti kestiren 16 formülden 10’unun rekreatif olarak aktif erkek bireylerde doğru kestirim yaptığını göstermiştir.

Literatürde, submaksimal ağırlık kullanılarak maksimal YTS üzerinden 1TM kuvveti kestiren çok sayıda formül mevcuttur. Bu formüllerin 1TM kuvveti kestirim gücünün YTS  $\leq 10$  olduğunda daha yüksek olduğu saptanmıştır.<sup>7,9,35-37</sup> Bu çalışmada 1TM kuvveti kestiren 16 formülden 4’ünün ( $F_2, F_7, F_{11}$  ve  $F_{12}$ ) ölçülen 1TM kuvvete uyumluluk katsayısı  $\rho_c$ , bir başka deyişle doğruluk düzeyi düşük bulunmuştur (Tablo 4). Kestirim değerleri ölçülen 1TM kuvvete benzer olan diğer formüllerin ( $F_1, F_3, F_4, F_5, F_8, F_9, F_{10}, F_{13}, F_{15}$  ve  $F_{16}$ )  $\rho_c$  uyumluluk katsayılarının da “yüksek” kategoride olması ( $\rho_c \geq 0,962$ ) bu formüllerin rekreatif olarak aktif genç erkek popülasyonunun 1TM kuvvetini belirlemek için geçerli olduklarını gösterir. Genç erkek liseli sporcularda bu çalışmada kullanılan 16 formülden 10’unun kullanıldığı ( $F_1, F_2, F_3, F_4, F_8, F_9, F_{10}, F_{13}, F_{15}$  ve  $F_{16}$ ) benzer bir çalışmada, tüm formüller ölçülen 1TM kuvvetle yüksek ilişkili



( $r=0,96$ ) olmasına rağmen, sadece iki denklemin ( $F_4$  ve  $F_9$ ) ölçülen 1TM kuvvete benzer, diğer formüllerin yüksek veya düşük kestirim yaptığı rapor edilmiştir.<sup>27</sup> Liseli genç sporcularda Mayhew ve ark., kullandıkları formüllerin tümü  $-F_2$  hariç- bu çalışmada rekreatif olarak aktif genç erkeklerde yüksek uyum katsayısı ile beraber ölçülen 1TM kuvvete benzer kestirim yapmıştır (Tablo 3).<sup>27</sup> Benzer şekilde, kuvvet antrenmanı tecrübesi düşük kadın üniversite öğrencilerinde giderek artan şiddette haftada 3 gün 12 hafta süre ile yapılan kuvvet antrenmanları öncesinde ve sonrasında bu çalışmada kullanılan 16 formülden 13'ü ( $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_8, F_9, F_{10}, F_{13}, F_{14}, F_{15}$  ve  $F_{16}$ ) ile 1TM kuvvetin kestirildiği bir diğer çalışmada, hem antrenman öncesinde hem de antrenman sonrasında  $F_2, F_4$  ve  $F_8$  formüllerinin 1TM kuvveti kestirim değerleri ölçülenden anlamlı derecede farklı bulunmuştur.<sup>7</sup> Bu çalışmada da Mayhew ve ark.'nın çalışmalarına benzer şekilde, rekreatif olarak aktif erkek üniversite öğrencilerinde  $F_2$ 'den kestirilen 1TM kuvvet anlamlı derecede farklıdır.<sup>7</sup> Buna karşılık, kadınlarda yapılan çalışmada, bu çalışmanın aksine  $F_4$  ve  $F_8$  formüllerinin de 1TM kestirim değerleri ölçülen 1TM'den anlamlı derecede farklıdır. Ek olarak, yine bu çalışmaya karşıt olarak kadınlarda yapılan bir başka çalışmada,  $F_{14}$  formülünden kestirilen 1TM kuvvetin hem antrenman öncesi hem de antrenman sonrası ölçülen 1TM kuvvete benzer kestirim yaptığı rapor edilmiştir.<sup>7</sup> Bu bulgular bazı formüllerin 1TM kuvveti kestirim gücünün popülasyona ve cinsiyete bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, 1TM kuvvete benzer kestirim yapan ve aynı zamanda uyum katsayısı  $\rho_c$  ( $>0,95$ ) "yüksek" kategoride olan 10 formülün Bland-Altman grafikleme yöntemi ile ölçülen 1TM kuvvetle aralarındaki tutarlılık sınırları hesaplanmış ve formüllere ait hatanın ölçülen 1TM kuvvetin boyutlarına bağlı olup olmadığı (trend) analiz edilmiştir. 1TM kestiren hiçbir formülün kestirim hatası ile ölçülen 1TM kuvvetin boyutları arasında ilişki (trend) saptanmamıştır. Bu bulgu tüm formüllerde hata miktarının sabit olduğunu (homoscedastic), 1TM kuvvetin boyutlarına bağlı

olarak değişmediğini göstermektedir. Adı geçen 10 formülden kestirilen ve ölçülen 1TM kuvvet arasında en düşük fark ortalaması (hata)  $F_4$ 'de (0,34 kg), en yüksek  $F_1$ 'de (-3,47 kg) hesaplanmıştır. Bu iki formülden  $F_1$ 'in bireysel seviyede ölçülen 1TM'den yüksek,  $F_4$ 'ün düşük kestirim yaptığı söylenebilir. Buna karşılık, en düşük fark ortalaması  $F_4$  formülünde hesaplanmış olmakla beraber, tutarlılık alt ve üst sınırları en geniş aralıkta değişen formül olarak dikkati çekmiştir.  $F_9$  tutarlılık alt ve üst sınırları en dar aralıkta değişen formüldür ve bu formül ölçülen 1TM kuvvetten düşük kestirim yapan formüller içerisinde fark ortalaması (hata) en düşük, uyum katsayısı  $\rho_c$  en yüksek formüldür.

## SONUÇ

Kuvvet antrenmanlarına yeni başlayanlar için 1TM kuvvetini doğrudan değil de kestirim denklemleri kullanarak belirlemek kas ya da eklem sakatlıkları riskini en aza indirerek antrenman programının etkisini değerlendirme ve yeni antrenman stratejileri geliştirme olanağı sağlayabilir. Bu çalışmanın bulguları, rekreatif olarak aktif erkeklerde literatürde mevcut seçilmiş 16 formülden 10'unun kullanılarak 1TM kuvvetinin doğru ve geçerli bir şekilde değerlendirilmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. Özellikle  $F_9$  rekreatif olarak aktif genç erkeklerde 1TM kuvvetinin kestiriminde en uygun formül olarak dikkate alınabilir.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

**Yazar Katkıları**

**Fikir/Kavram:** Ayşe Kin İşler, Tahir Hazır; **Tasarım:** Tahir Hazır, Ferhat Esatbeyoğlu, Yunus Emre Ekinci; **Denetleme/Danışmanlık:** Tahir Hazır, Ayşe Kin İşler; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ferhat Esatbeyoğlu, Yunus Emre Ekinci;

**Analiz ve/veya Yorum:** Tahir Hazır, Ayşe Kin İşler; **Kaynak Taraması:** Tahir Hazır, Ayşe Kin İşler; **Makalenin Yazımı:** Ayşe Kin İşler, Tahir Hazır; **Eleştirel İnceleme:** Ayşe Kin İşler, Ferhat Esatbeyoğlu, Yunus Emre Ekinci; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Tahir Hazır.

**KAYNAKLAR**

- Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport.* 2009;12(3):310-6. [Crossref] [PubMed]
- Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep max from a reps-to fatigue. *Journal of Physical Education Recreation and Dance.* 1993;64(1):88-90. [Crossref]
- Mazur LJ, Yetman RJ, Risser WL. Weight-training injuries. Common injuries and preventative methods. *Sports Med.* 1993;16(1):57-63. [Crossref] [PubMed]
- Macht JW, Abel MG, Mullineaux DR, Yates JW. Development of 1RM prediction equations for bench press in moderately trained men. *J Strength Cond Res.* 2016;30(10):2901-6. [Crossref] [PubMed]
- Weir JP, Wagner LL, Housh TJ. The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *J Strength Cond Res.* 1994;8(1):58-60. [Crossref]
- Pollock ML, Carroll JF, Graves JE, Leggett SH, Braith RW, Limacher M, et al. Injuries and adherence to walk/job and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(10):1194-200. [Crossref] [PubMed]
- Mayhew JL, Johnson BD, LaMonte MJ, Lauber D, Kemmler W. Accuracy of prediction equations for determining one repetition maximum bench press in women before and after resistance training. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1570-7. [Crossref] [PubMed]
- Reynolds JM, Gordon TJ, Robergs RA. Prediction of 1 repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J Strength Cond Res.* 2006;20(3):584-92. [Crossref] [PubMed]
- Mayhew JL, Ball TE, Bowen JC. Prediction of bench press ability from submaximal repetitions before and after training. *Sports Med Train Rehabil.* 1992;3(3):195-201. [Crossref]
- Lander J. Maximum based on repetitions. *Natl Strength Cond Assoc.* 1985;6:60-1.
- Tucker JE, Pujol TJ, Elder C, Nahikian-Nelms M, Barnes JT, Langenfeld ME. One-repetition maximum prediction equation for traditional college-age novice females. *Med Sci Sport Exerc.* 2006;38(5):293. [Crossref]
- Welday J. Should you check for strength with periodic max lifts? *Scholastic Coach.* 1988;57(9):49-68.
- Mayhew JL, Prinster JL, Ware JS, Zimmer DL, Arabas JR, Bemben MG. Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *J Sports Med Phys Fitness.* 1995;35(2):108-13. [PubMed]
- Bartolomei S, Hoffman JR, Stout JR, Merni F. Effect of lower-body resistance training on upper-body strength adaptation in trained men. *J Strength Cond Res.* 2018;32(1):13-8. [Crossref] [PubMed]
- Jones MT, Martin JR, Jagim AR, Oliver JM. Effect of direct whole-body vibration on upper-body muscular power in recreational, resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2017;31(5):1371-7. [Crossref] [PubMed]
- Kvorning T, Hansen MRB, Jensen K. Strength and conditioning training by the danish national handball team before an olympic tournament. *J Strength Cond Res.* 2017;31(7):1759-65. [Crossref] [PubMed]
- Zemková E, Kyselovičová O, Jeleň M, Kováčiková Z, Ollé G, Štefániková G, et al. Upper and lower body muscle power increases after 3-month resistance training in overweight and obese men. *Am J Mens Health.* 2017;11(6):1728-38. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo JJ, Häkkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol (1985).* 2006;100(5):1647-56. [Crossref] [PubMed]
- Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. *Med Sci Sport Exerc.* 1999;31(11):1613-8. [Crossref] [PubMed]
- Adams GM. *Exercise Physiology Laboratory Manual.* 3<sup>rd</sup> ed. Boston: McGraw-Hill; 1998. p.316.
- Berger RA. Relationship between dynamic strength and dynamic endurance. *Res Q.* 1970;41(1):115-6. [Crossref] [PubMed]
- Brown HL. *Lifetime Fitness.* 3<sup>rd</sup> ed. Scottsdale AZ: Gorsceach Scarisbrick; 1992. p.130.
- Cummings B, Finn KJ. Estimation of a one repetition maximum bench press for untrained women. *J Strength Cond Res.* 1998;12(4):262-5. [Crossref]
- Kemmler WK, Lauber D, Wassermann A, Mayhew JL. Predicting maximal strength in postmenopausal women. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):838-42. [Crossref] [PubMed]
- Kravitz L, Akalan C, Nowicki K, Kinzey SJ. Prediction of 1 repetition maximum in high-school power lifters. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):167-72. [Crossref] [PubMed]
- Lombardi VP. *Beginning Weight Training: the Safe and Effective Way.* 1<sup>st</sup> ed. Dubuque, IA: WC. Brown; 1989. p.244.
- Mayhew JL, Kerkick CD, Lentz D, Ware JS, Mayhew D. Using repetitions to fatigue to predict one-repetition maximum bench press in male high school athletes. *Pediatr Exerc Sci.* 2004;16(3):265-76. [Crossref]
- O'Connor B, Simmons J, O'Shea P. *Weight Training Today.* 1<sup>st</sup> ed. St. Paul, MN: West Publishing; 1989. p.135.
- Wathen D. Load assignment. In: Baechle TR, ed. *Essentials of Strength Training and Conditioning.* 2<sup>nd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 1994. p.435-9.
- Lin LI. Assay validation using the concordance correlation coefficient. *Biometrics.* 1992;48(2):599-604. [Crossref]
- McBride GB. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient. *NIWA Client Report: HAM2005-062. NIWA Client Report;* 2005. p.14.
- Winter EM, Eston RG, Lamb KL. Statistical analyses in the physiology of exercise and kinanthropometry. *J Sports Sci.* 2001;19(10):761-75. [Crossref] [PubMed]
- Richardson JT. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review.* 2011;6(2):135-47. [Crossref]
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;327(8476):307-10. [Crossref] [PubMed]
- Hart CL, Ward TE, Mayhew JL. Anthropometric correlates of bench press performance following resistance training. *Sports Train Med Rehabil.* 1991;2(2):89-95. [Crossref]
- Kim PS, Mayhew JL, Peterson DF. A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength. *J Strength Cond Res.* 2002;16(3):440-5. [Crossref] [PubMed]
- Mayhew JL, Ball TE, Arnold MD, Arnold MD, Bowen JC. Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and women. *J Appl Sport Sci Res.* 1992;6(4):200-6. [Crossref]