

# Genç Erkek Haltercilerde Vücut Kompozisyonu Tam Skuat Bar Zirve Güç ve Dikey Sıçrama Testlerinin Koparma ve Silkmeye Toplam Performansını Tahmin Etme Gücünün İncelenmesi

## Investigating Predictive Power of Body Composition Full Squat Peak Barbell Power and Vertical Jump Tests for Snatch Clean and Jerk Total Performance in Young Male Weightlifters

İzzet İNCE<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Spor Bilimleri Bölümü,  
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Ankara, TÜRKİYE

Received: 08 Jul 2019

Received in revised form: 27 Sep 2019

Accepted: 07 Oct 2019

Available online: 16 Oct 2019

Correspondence:

İzzet İNCE  
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Spor Bilimleri Bölümü, Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
izzetince43@gmail.com

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmada, genç haltercilerde vücut kompozisyonu, tam skuat, halter barı zirve güç çıktısı ve dikey sıçrama testlerinin koparma ve silkmeye toplam performansını tahmin etme gücünün incelenmesi amaçlandı. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırmaya, gençler kategorisinde yarışmalara katılan 68 erkek halterci gönüllü olarak katıldı. Koparma ve silkmeye toplam performansı, ölçümlerden önce düzenlenen bir resmi ulusal şampiyonada sergilenen koparma ve silkmeye toplam derecesi olarak kabul edildi. Maksimum tam skuat testinde son iki başarısız deneme öncesindeki ağırlık maksimum skuat olarak değerlendirildi. Aktif sıçrama, skuat sıçrama, 40 cm derinlik sıçrama ve 30 sn çoklu sıçrama testleri alındı ve sıçrama güç değerleri Sayers ve ark. tarafından geliştirilen bir denklem kullanılarak tahmin edildi. Halter barı zirve güç çıktısı, bir tekrar maksimumun %85'ine karşılık gelen bir yükteki koparma çekişi sırasında elde edildi. İstatistiksel analizde Pearson korelasyonu ve Ridge regresyon yöntemleri uygulandı. **Bulgular:** Maksimum tam skuat ve bar zirve güç ile yarışma performansı arasında yüksek ilişki olduğu, aktif sıçrama güç ile orta ilişki olduğu saptandı (sırasıyla  $r=0,86/0,79/0,65$ ). Çoklu Ridge regresyon analizi ise bu değişkenlerin yarışma performansındaki değişimi %79 oranında açıkladığını gösterdi. **Sonuç:** Bu çalışmanın sonuçları, genç haltercilerde koparma ve silkmeye toplam performansını en iyi tahmin eden testlerin, maksimum tam skuat, bar zirve güç ve aktif sıçrama güç testleri olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Halter; olimpik halter; koparma; silkmeye; güç; kuvvet; dikey sıçrama

**ABSTRACT Objective:** The aim of this study was to investigating predictive power of body composition, full squat, barbell peak power and vertical jump tests for the total performance of competition snatch and clean and jerk total in young weightlifters. **Material and Methods:** The study included 68 male junior weightlifters. The snatch and clean and jerk total was considered as the total of snatch and clean and jerk at an official national championships held before the tests. The standard one repetition maximum full squat test was performed. Countermovement jump, squat jump, 40 cm drop jump, 30 sn multiple jump tests were taken and jump powers was estimated using an equation developed by Sayers et al. The peak power output of the barbell bar was obtained during a snatch pull at a load corresponding to 85% of a repeat maximum. Pearson correlation and Ridge regression methods were used for statistical analysis. **Results:** It was found that there was a high correlation between maximal full squat and peak barbell power and competition performance, and there was a moderate correlation with countermovement jump power ( $r=0.86/0.79/0.65$ , respectively). Multiple Ridge regression analysis showed that these variables explained the change in competition performance by 79%. **Conclusion:** The results of this study show that the best predictors of snatch and clean and jerk total performance in young weightlifters are maximal full squat, peak barbell power and countermovement jump power tests.

**Keywords:** Weightlifting; olympic weightlifting; snatch; clean and jerk; power; force; vertical jump

L iteratürde spor performansını optimize etmek için fiziksel ve fizyolojik niteliklerin değerlendirilmesinin önemi hakkında fikir birliği vardır.<sup>1</sup> Spor performansının değerlendirilmesinde laboratuvar ve saha testlerinin kullanımı yaygındır ve son yıllarda bu testlerin sayısı katlanarak artmaktadır.<sup>2</sup> Halterin yaygınlaştığı ülkeler ise uzun yıllardan beri sporcu-

ların fiziksel ve fizyolojik özelliklerini tanımlamak için test protokolleri geliştirmektedir.<sup>3,4</sup> Spora özgü test protokolleri, yetenekli kişilerin belirlenmesi, antrenman veriminin kontrol edilmesi ve performansın düzenli olarak izlenmesi açısından gerekli olduğu için oldukça önemlidir.<sup>1,5,6</sup> Bu testlerden elde edilen bilgiler, sporcuların güçlü ve zayıf yanlarını tespit etmeyi ve performanslarının zaman içinde nasıl geliştiğini izlemeyi sağlamaktadır. Laboratuvar ve saha testleri, antrenman protokolleri ve periyodizasyon modellerinin oluşturulması için de kullanılabilir.<sup>7</sup>

Halter, bir olimpiyat sporu olarak her geçen gün ilerlemeye devam etmektedir. Bunun yanı sıra son yıllarda oldukça popüler bir yaklaşım olan CrossFit antrenmanlarında, iki halter tekniği olan “koparma” ve “silkme”nin kullanılması sayesinde geniş kitleler tarafından tecrübe edilme imkânı bulmuş ve büyük bir popülerlik kazanmıştır.<sup>8,9</sup> Halter, dinamik kuvvet ve güç sporu olarak bilinmektedir. Halterde başarılı bir kaldırışın tek değişken üzerinden tahmin edilemeyeceği ve bir kaldırıştaki bar yörüngesinin, bar hızının, barın yer değiştirmesinin kuvvetlerin halter barına uygulanma davranışı veya biçiminin başarılı bir kaldırış ile yakından ilişkili olduğu rapor edilmiştir.<sup>10-14</sup> Başarılı halter performansı için gerekli kas kuvveti, kas gücü, esneklik, kinestetik farkındalık ve kaldırış tekniğinin ayırıcı kombinasyonu benzersiz bir fizyolojik profil oluşturmayı gerektirmektedir.<sup>3</sup> Halter performansı ile ilişkili olduğu düşünülen anaerobik güç, denge, sıçrama, esneklik, diz fleksör ve ekstensör kuvveti gibi birçok değişken, bazı test protokolleri üzerinden önceki çalışmalarda incelenmiştir.<sup>5,6,15-18</sup>

Her bir spor dalında sporcuların temel performans özelliklerini değerlendirmek için laboratuvar testleri kullanılsa da daha spesifik bir yaklaşımla, saha tabanlı yöntemler halter sporunun taleplerine daha uygun olabilir. Laboratuvar testleri zaman gerektirmesinden, ayrıca sporcular için laboratuvar programının her zaman uygun olmayabileceğinden dolayı sporcu ve antrenörler için oldukça sınırlıdır.<sup>19</sup> Benzer olarak çok sayıda sporcunun laboratuvar ve saha ortamında test edilmesi oldukça güçtür.<sup>20</sup> Kullanımı kolay, hızlı geri bildirim vere-

bilen araçlar yardımıyla yapılan analizlerin daha işlevsel olacağı söylenebilir.<sup>21</sup> Halterde bir konum transdüseriyle bar zirve güç çıktısının ölçümü ve yine kullanımını oldukça kolay ve ekonomik olan dikey sıçrama testleri ile yarışma performansının tahmin edilmesi bu ihtiyacı karşılayabilir. Dikey sıçrama ölçümlerinin kullanımı, nispeten az yorulmuşluğa sebep olması ve uygulamada daha az zaman alan bir fiziksel aktivite olması nedeni ile de daha işlevsel görünmektedir. Skuat egzersizleri ise geleneksel antrenman programlarında en fazla yer alan yardımcı egzersizlerdir ve skuat testi kolay uygulanabilir bir testtir.<sup>22</sup> Bu sebeplerle araştırmada, genç haltercilerde vücut kompozisyonu, bar zirve güç çıktısı ve dikey sıçrama testlerinin koparma ve silkme toplam (KST) tahmin etme gücünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### DENEYSEL YAKLAŞIM

Kesitsel bir araştırma olarak tasarlanan bu çalışmada, genç haltercilerde vücut kompozisyonu, dikey sıçrama testleri, kaldırış bar zirve gücü ile yarışma performansı arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı ve bu değişkenlerden hangilerinin yarışma performansını daha iyi tahmin ettiği sınıandı. Vücut yağ yüzdesi (YY), yağsız kütle (YK), aktif sıçrama yüksekliği (ASY), aktif sıçrama güç (ASG), skuat sıçrama (SS), skuat sıçrama güç (SSG), derinlik sıçrama yüksekliği (DS), derinlik sıçrama güç (DSG), çoklu sıçrama ortalama yüksekliği (ÇSOY), çoklu sıçrama güç (ÇSG), önden maksimum tam skuat (TS), koparma çekişi bar zirve hızı (BZH) değişkenleri bağımsız değişkenler olarak belirlendi. KST ise bağımlı değişken olarak belirlendi. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerine etkisi ve ilişkiler Regresyon analizi ve korelasyon analizi ile değerlendirildi.

### KATILIMCILAR

Araştırmaya yaş ortalamaları 16,02±0,9 yıl, boy ortalamaları 151±6,81 cm, vücut ağırlığı ortalamaları 73,78±14,77 kg olan 68 erkek halterci gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların detaylı tanımlayıcı istatistikleri [Tablo 1](#)'de görülmektedir. İki katılımcının

**TABLO 1:** Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri (n=68).

Değişkenler	( $\bar{X} \pm S$ )
Yaş (yıl)	16,02±0,9
Boy (cm)	151±6,81
Vücut ağırlığı (kg)	73,78±14,77
BKİ (kg.m <sup>-2</sup> )	24,1±3,1
Yağ yüzdesi (%)	17,67±6,8
Yağsız kütle (kg)	60,06±8,89
Koparma (kg)	83,56±16,56
Silkme (kg)	102,62±21,23
Toplam (kg)	186,18±37,01
Sinclair puanı*	246,40±45,62

\*Sinclair puanı, bir haltercinin yarışma kaldırış toplamı düzeltilmesi olarak kullanılan, tüm müsabaka sıketlerindeki sporcuların kaldırış performansını karşılaştırma imkanı veren bir polinom denklemden türetilen puandır.

BKİ: Beden kitle indeksi.

gençler veya yıldızlarda dünya şampiyonası derecesi, 5 sporcunun 15 yaş altı, yıldızlar veya gençler Avrupa şampiyonalarında derecesi, 4 sporcunun uluslararası turnuvalarda derecesi, 10 sporcunun ise Türkiye şampiyonalarında derecesi bulunmaktadır. Katılımcılar, ulusal yarışmalarda rastgele doping kontrollerine alınmaktadır. Tüm katılımcıların velisine, deneysel prosedürlerle ilgili olası riskler ve rahatsızlıklar kapsamlı bir şekilde açıklanmış ve yazılı bilgilendirilmiş onam formları imzalatılmıştır. Araştırmanın onayı ise Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan alınmıştır (13/09/2018-985).

## TEST PROTOKOLLERİ

Testler, bir resmî ulusal şampiyona sonrası, iki haftalık sürede alındı. Sporcular dört gruba ayrıldı. İlk testler antropometrik ölçümler, skuat ve dikey sıçrama testleri olarak, bar zirve güç ölçümü ise ikinci test olarak belirlendi. İlk testler pazartesi ve çarşamba günleri alınırken, ikinci testler ise salı ve perşembe günleri alındı. Testlerden bir gün önce ve devam ettiği günlerde kafein ve diğer uyarıcı maddelerin alımı kısıtlandı. Sporcuların rutin beslenme alışkanlıklarını devam ettirmeleri ve halter antrenmanı harici yorucu aktivitelerden kaçınmaları gerektiği uyarısı yapıldı. Testler esnasında sporcular, en yüksek performanslarını sergilemeleri amacıyla sözlü olarak teşvik edildi.

## BOY-VÜCUT AĞIRLIĞI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ÖLÇÜMLERİ

Katılımcıların boyları, standart prosedürler uygulanarak 0,01 cm hassasiyetinde ölçüm yapabilen taşınabilir stadiometre (Holtain Ltd. Birleşik Krallık) ile ölçüldü. Vücut ağırlıkları ve vücut kompozisyonu ise Tanita Marka analizör (BC-310, Tanita Corp., Tokyo, Japonya) ile ölçüldü.

### 1. Tekrar Maksimum Tam Skuat Testi

Katılımcılar hafif koşu, sıçramalar ve standart açma ve germe egzersizlerini içeren 10 dk'lık bir genel ısınma protokolü uyguladı. Daha sonra tahmini 1 tekrar maksimum (TM) ağırlığın %40-50'si ile 3-5 tekrarlı bir özel ısınma seti uyguladı, ardından 1TM %60-100'üne kadar 5 ila 7 ayrı deneme yaptı. Maksimal denemelerde 2 deneme başarısız olmuşsa bir önceki ağırlık maksimum tam skuat derecesi olarak kabul edildi.

### Bar Zirve Güç Çıktısının Ölçümü

Bar zirve güç çıktısı, koparma çekişi üzerinden değerlendirildi. Bar zirve güç çıktısı ölçümü için doğrusal konum transdüseri kullanıldı (Tendo Sports Machines, Trencin, Slovakya). Cihazın kablo çıkışı, yazılıma girilmesi gereken tüm değerler üreticinin kullanım kılavuzuna göre ayarlandı. Tendo Power Analyzer önceki çalışmalarda, halter kaldırışları ve türevlerinin bazı kinetik ve kinematik analizlerinde kullanılmış, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır.<sup>23-25</sup>

Katılımcılar, bar zirve güç ölçümleri öncesi hafif tempo koşu, dinamik açma germe egzersizlerini içeren 10 dk'lık genel ısınma prosedürünü uyguladı. Isınma sonrası kademeli olarak 1TM %60 koparma kaldırışına kadar kendi çalışma platformunda koparma çekişi gerçekleştirdi. Farklı bir çalışma platformunda ise Tendo Power and Speed Analyzer cihazı halter barına sabitlendi ve sırası gelen katılımcının koparma kaldırışını bir tekrar maksimumun %85'inde ağırlık takılarak ölçümler alındı. Bu araştırma grubuna benzerlik gösteren önceki çalışmalarda maksimum güç çıktılarının %80-85 aralığında gerçekleştiği raporlandığından dolayı bar zirve güç 1TM %85 üzerinden değerlendirildi.<sup>26,27</sup>

Bu iki kaldırış denemesi yapıldı ve daha yüksek değerler veri analizinde kullanıldı.

### Dikey Sıçrama Testleri

Katılımcılar, açma/germe egzersizleri, serbest sıçramalar ve son olarak 15 kg halter barıyla 2x8 tam skuat içeren standart bir ısınma gerçekleştirdi. Dikey sıçrama testleri, geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış OptoJump cihazı ile yapıldı (OptoJump Next, Microgate, Bolzano, İtalya).<sup>28</sup> Aktif sıçrama testi sırasında katılımcılardan, ellerini bellerinde tutup dizlerini tam düz pozisyonu sağlamaları, ardından dizlerini esnetmeleri ve mümkün olan en yüksek hızda dikey olarak sıçramaları istendi. Sıçramanın herhangi bir aşamasında ellerin belden ayrılması ve sıçramanın uçuş aşamasında dizlerin çekilmesi bir hata olarak kabul edildi ve test tekrarlandı. Skuat sıçrama testinin başlangıcında, katılımcılardan ellerini bel üzerinde tutmaları ve dizleri 90 derece pozisyonunda tutmaları istendi. Diz açısı bir gonyometre kullanılarak kontrol edildi. Daha sonra, dizleri bükmeden, dikey olarak sıçramaları istendi. Derinlik sıçrama testinde, katılımcılardan eller belde 40 cm yükseklikteki halter plakaları üzerinden adım atar şekilde OptoJump cihazı paralel bar aralığına düşüp duraksamadan dikey olarak sıçramaları istendi. OptoJump yazılımı reaktif kuvvet indeksi (RKİ) değerlerini derinlik sıçrama testinde vermektedir. Çoklu sıçrama testinde ise OptoJump cihazı paralel bar aralığında bulunan katılımcıdan, “başla” komutuyla beraber 30 sn boyunca, eller belde, mümkün olan en yüksek hızla ve en yükseğe durmaksızın dikey sıçramalar yapması istendi. Sıçramanın uçuş evresinde dizlerin çekilmesi, hareketler esnasında duraksamalar, OptoJump cihazı paralel bar aralığı dışına çıkılması veya paralel barların üzerine basılması hatalı hareket olarak değerlendirildi. Hatalı hareketlerde test tekrarlandı. Tüm dikey sıçrama testlerinde iki deneme yapıldı ve yüksek sonuç geçerli kabul edildi. Dikey sıçrama zirve güç değerleri ise Sayers ve ark.nın oluşturduğu aşağıda verilen eşitlik ile hesaplandı.<sup>29</sup>

### Koparma ve Silkme Toplam Performansı

KST performansı, vücut kompozisyonu ve sıçrama testleri öncesinde gerçekleştirilen bir resmî ulusal

şampiyonadaki toplam (koparma ve silkme) derece üzerinden değerlendirildi. Bir anket ile sporculardan dereceleri alındı ve internet üzerinden resmî sonuçlar teyit edildi.

### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel işlemler Statistica sürüm 12.0 yazılımı ile yapıldı ve  $p < 0,05$  anlamlı olarak kabul edildi. Verilerin normalliği Shapiro-Wilk testi kullanılarak kontrol edildi. Veriler, tanımlayıcı istatistikler kullanılarak analiz edildi ve sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma olarak özetlendi. Dikey sıçrama ve bar zirve güç testleri için iki tekrar yapıldı ve test-tekrar güvenilirliğini sağlamak için sınıf içi korelasyon katsayısı [intraclass correlation coefficient (ICC)] hesaplandı. Değişkenler arasındaki ilişkilerin analizinde Pearson'un r korelasyon testi uygulandı. Korelasyon testi sınıflaması; 0,00-0,25 çok zayıf, 0,26-0,49 zayıf, 0,50-0,69 orta, 0,70-0,89 yüksek, 0,90-1,00 çok yüksek ilişki olarak alındı. Bazı değişkenlerdeki çoklu doğrusallık problemi nedeni ile, modeldeki değişkenleri çıkarmaya gerek kalmadan alternatif bir yöntem olarak kullanılan, çoklu Ridge regresyon analizi uygulandı.<sup>30,31</sup> Çoklu regresyon etki büyüklüğü  $f^2 = R^2 / 1 - R^2$  eşitliğiyle hesaplandı. Etki büyüklüğü  $f^2 = 0,02$  küçük,  $f^2 = 0,15$  orta,  $f^2 = 0,35$  büyük etki olarak değerlendirildi.<sup>32</sup>

### BULGULAR

Dikey sıçrama ve bar zirve güç testleri test-tekrar güvenilirliği için hesaplanan ICC değerlerinin; AS için 0,89; SS için 0,83; DS için 0,82; ÇS için 0,96 ve bar zirve güç için 0,94 olduğu tespit edildi. Ölçümü alınan test sonuçlarının ortalama ve standart sapmaları ise **Tablo 2**'de görülmektedir.

Korelasyon analizi **Tablo 3**'te görüldüğü gibi; KST ile TS ( $r = 0,87$ ,  $p = ,001$ ); BZG ( $r = 0,78$ ,  $p = 0,01$ ) arasında yüksek pozitif ilişki olduğu tespit edildi. KST ile ASG ( $r = 0,69$ ,  $p = ,001$ ); ÇSG ( $r = 0,63$ ,  $p = 0,001$ ); DSG ( $r = 0,62$ ,  $p = 0,001$ ); SSG ( $r = 0,61$ ,  $p = 0,001$ ) ve YK ( $r = 0,50$ ,  $p = 0,001$ ) değişkenlerinde orta pozitif ilişki olduğu tespit edildi.

Çoklu Ridge regresyon analizi sonuçları ise (**Tablo 4**) 3 modelin anlamlı olduğunu ve TS,

**TABLO 2:** Test sonuçları.

Değişkenler	( $\bar{x}\pm s$ )
ASY (cm)	35,68 $\pm$ 7,40
SSY (cm)	30,95 $\pm$ 5,84
DSY (cm)	30,36 $\pm$ 6,73
ÇSOY (cm)	25,22 $\pm$ 5,50
RKİ	1,20 $\pm$ 0,36
ASG (W)	3453,57 $\pm$ 644,64
ÇSG (W)	2818,45 $\pm$ 651,82
SSG (W)	3166,53 $\pm$ 638,18
DSG (W)	3130,38 $\pm$ 629,56
BZG (W)	1830 $\pm$ 433,83
TS (kg)	117,56 $\pm$ 22,85

ASY: Aktif sıçrama yüksekliği; SSY: Skuat sıçrama yüksekliği; DSY: Derinlik sıçrama yüksekliği; ÇSOY: Çoklu sıçrama ortalama yüksekliği; RKİ: Reaktif kuvvet indeksi; ASG: Aktif sıçrama gücü; ÇSG: Çoklu sıçrama gücü; SSG: Skuat sıçrama yüksekliği; DSG: Derinlik sıçrama gücü; BZG: Koparma Çekişi Bar zirve gücü; TS: Tam skuat.

BZG ve ASG bağımsız değişkenlerinin girdiği modelin, KST bağımlı değişkenini %79 oranında açıkladığını gösterdi ( $p=0,30$ ,  $f^2=0,38$ ). Bu analiz sonucunda aşağıdaki regresyon denklemi elde edildi.

$$\text{Koparma ve Silkme Toplamı} = 2,556 + 0,915x_{\text{TS}} + 0,028x_{\text{BZG}} + 0,007x_{\text{ASG}}$$

## TARTIŞMA

Araştırmanın bulguları, genç haltercilerde KST'yi en iyi tahmin eden değişkenlerin TS, BZG ve ASG olduğunu göstermektedir. KST ile TS ve BZG arasında yüksek (Şekil 1, Şekil 2, Tablo 3) ve ASG arasında orta düzeyde (Tablo 3, Şekil 3) ilişki bulunmaktadır. Bu sonuçlar 1TM skuat (maksimum kuvvet) ile güç odaklı (yani dinamik patlayıcı) kaldırımlar olarak koparma ve silkme teknikleri arasındaki güçlü ilişkinin sebebinin maksimum kuvvet olduğu fikrini desteklemektedir.<sup>1,33</sup> Maksimum kuvvet ile patlayıcılık ve gücün çok yüksek bir şekilde birbirleriyle ilişkili olduğu raporlanmıştır.<sup>34</sup> Kas kasılma performansı olarak kuvvet (strength), bir kütleyi ivmelen-dirme, yani mekanik kuvvet (force) üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.<sup>17,35</sup> Kuvvet bir vektör miktarı olduğu için sıfır kuvvet üretiminden maksimum değere kadar değişen bir büyüklüğe sahip olabilir. Güç ise kuvvet ve hız ürünü olduğundan dolayı kuvvette yeterli bir artışın güç üretimini artırabileceği söylenebilir.<sup>35</sup> Dolayısıyla sonuçlar kavramsal olarak ve maksimum kuvvet ve dinamik güç ölçümleri arasında yüksek bir ilişki olduğunu raporlayan bir derleme makalesiyle ve son çalışmaların gözlemleriyle de örtüşmektedir.<sup>36-38</sup>

**TABLO 3:** Değişkenler arasındaki korelasyonlar.

	YY	YK	ASY	SSY	RKİ	ÇSY	DSY	ASG	ÇSOG	SSG	BZG	DSG	TS	KST
YY	1,00	0,35*	-0,38*	-0,37*	-0,43*	-0,34*	-0,39*	0,48*	0,56*	0,55*	0,26	0,51*	0,30	0,22
YK		1,00	-0,24	-0,19	-0,30	-0,18	-0,26	0,76*	0,82*	0,83*	0,44*	0,78*	0,41*	0,50*
ASY			1,00	0,88*	0,83*	0,75*	0,80*	0,31	0,01	0,10	0,25	0,12	0,28	0,32
SSY				1,00	0,81*	0,69*	0,76*	0,27	0,02	0,20	0,18	0,14	0,24	0,25
RKİ					1,00	0,65*	0,85*	0,12	-0,11	-0,02	0,14	0,08	0,16	0,19
ÇSOY						1,00	0,75*	0,22	0,22	0,08	0,23	0,18	0,23	0,32
DSY							1,00	0,16	0,01	0,02	0,11	0,24	0,20	0,22
ASG								1,00	0,90*	0,94*	0,60*	0,91*	0,63*	0,69*
ÇSG									1,00	0,92*	0,55*	0,92*	0,56*	0,63*
SSG										1,00	0,53*	0,92*	0,58*	0,61*
BZG											1,00	0,51*	0,67*	0,78*
DSG												1,00	0,58*	0,62*
TS													1,00	0,87*
KST														1,00

\* $p=0,001$  düzeyinde önemlidir.

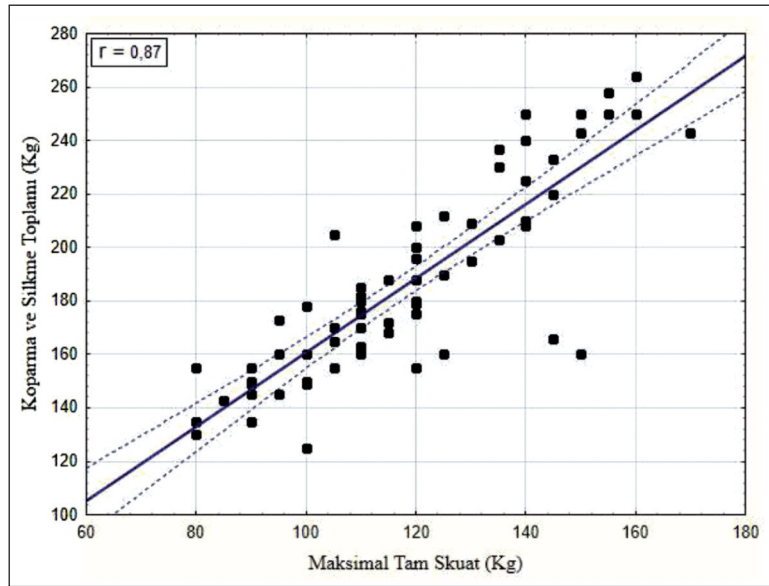
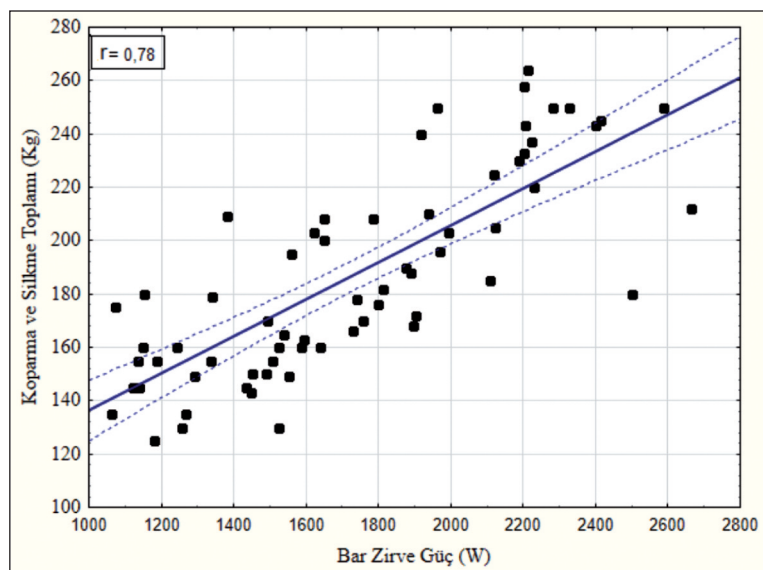
YY: Yağ yüzdesi; YK: Yağsız kütle; ASY: Aktif sıçrama yüksekliği; SSY: Skuat sıçrama yüksekliği; RKİ: Reaktif kuvvet indeksi; ÇSOY: Çoklu sıçrama ortalama yüksekliği; DSY: Derinlik sıçrama yüksekliği; ASG: Aktif sıçrama gücü; ÇSG: Çoklu sıçrama gücü; SSG: Skuat sıçrama yüksekliği; BZG: Bar zirve gücü; DSG: Derinlik sıçrama gücü; TS: Tam skuat; KST: Koparma silkme toplam.

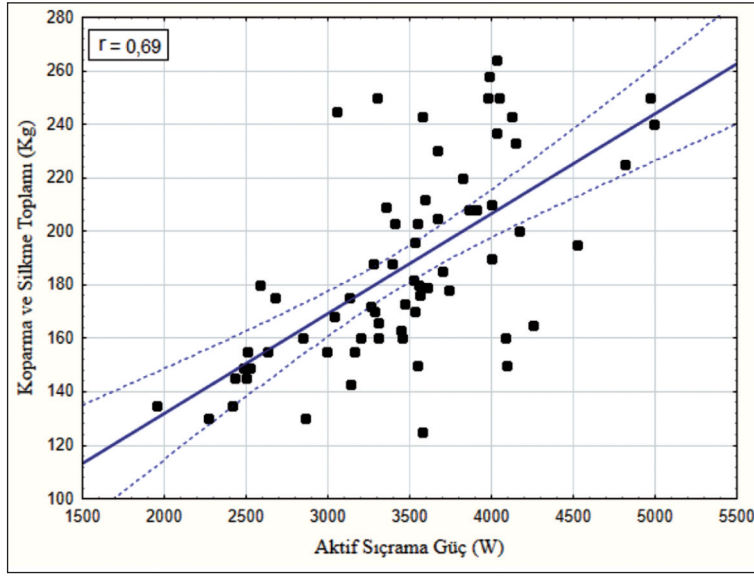
**TABLO 4:** Koparma ve silkme toplam performansı basamaklı Ridge regresyon sonucu.

Model	Değişkenler	R <sup>2</sup>	ΔR <sup>2</sup>	ΔF	P
1	TS	0,68	0,68	132,56	0,000*
2	TS, BZG	0,78	0,09	25,46	0,000*
3	TS, BZG, ASG	0,79	0,01	4,91	0,030*
4	TS, BZG, ASG, ÇSOY	0,80	0,00	2,55	0,115
5	TS, BZG, ASG, ÇSOY, YK	0,80	0,00	2,19	0,143

\*p=0,05 seviyesinde önemlidir.

TS: Tam skuat; BZG: Bar zirve gücü; ASG: Aktif sıçrama gücü; ÇSOY: Çoklu sıçrama ortalama yükkeklığı; YK: Yağsız kütle.

**ŞEKİL 1:** Maksimum tam skuat ile koparma ve silkme toplamı arasındaki ilişki**ŞEKİL 2:** Maksimum bar zirve gücü ile koparma ve silkme toplamı arasındaki ilişki.



ŞEKİL 3: Aktif sıçrama gücü ile koparma ve silkme toplamı arasındaki ilişki.

Halterde kuvvet, bir kaldırış için gerekli olduğu kadar, tolere edilebilir seviyede, hatalı yapılan kaldırışlarda vücudun ve barın hem statik hem de dinamik dengesinin korunabilmesi için gereklidir.<sup>22</sup> Halter teknikleri “koparma” ve “silkme”de en aktif kaslar çoğunlukla kuadriseps kas grubunu kapsamaktadır. Yoğun antrenmanlar sonunda en büyük adaptasyon bu kas grubunda gerçekleşmektedir.<sup>39</sup> Bununla birlikte yardımcı egzersiz olarak bir antrenman programında en fazla yer alan hareket skuat hareketidir. Skuat egzersizleri, vücut alt bölgesini kuvvetlendirmek için üstün egzersizler olarak değerlendirilmektedir.<sup>40</sup> Elit haltercilerde, zirve güç üretiminin performansını belirleyen önemli bir faktördür. Kuvvet üretiminin ise zirve güç üretimine önemli bir katkısı bulunduğu göz önüne alındığında, alt ekstremitte maksimum kuvvetinin halter başarısını etkileyen ana faktör olması beklenebilir.<sup>18,41</sup> Bu fikri destekleyen uzun bir teorik geçmiş bulunmaktadır. Özetle, belirli bir ağırlık, daha güçlü bir kişi için daha küçük bir maksimum kuvvet yüzdesini temsil edecektir. Böylece bu ağırlık daha hızlı bir hareket için daha kolay olacaktır. Maksimum kuvveti daha yüksek olan bir kişi daha büyük veya daha fazla tip II lif yüzdesine sahip olabilir. Tip II kas lifleri yüksek güç çıktıklarına katkıda bulunan birincil motor birimlerdir.<sup>42,43</sup>

Araştırmada TS'den sonraki en yüksek ilişkinin BZG ile KST arasında olduğu görülmektedir ( $r=,78$ ) (Şekil 2). Çoklu Ridge regresyon analizinde ise TS ile beraber BZG %78 oranında KST'yi açıklayabilmektedir. Halter yalnız bir kuvvet sporu değildir, teknik faktörlerden etkilenir ve çok yüksek bir zirve güç üretme yeteneğinin başarının belirleyicisi temel faktör olduğu, kuvvet-hız sporu olarak daha iyi tanımlanabilir.<sup>10,41</sup> Koparma ve silkme tekniklerinde başarılı bir kaldırış için barın ikinci çekiş aşamasında yeterli bir yükseklik kazanması gerekmektedir. Dolayısıyla bu yüksekliği üretebilecek güç çıktısının üretilmesi en kritik faktördür.<sup>22</sup> Güç, iş/zaman veya kuvvet  $\times$  hız olarak tanımlanabilir. Zirve (anlık) güç, belirli bir koşul altında kısa bir süre boyunca belirli bir harekette üretilen maksimum gücü temsil eder ve hem kuvvet hem de hız optimum değerlerde olduğunda üretilmiş olur.<sup>34,44</sup>

Haltercilerin güç performansı için dikkate alınması gereken bir diğer faktörün, harekete katılan kas hareketlerinin tipi olduğu söylenebilir. Çünkü sunulan bu araştırmada istatistiksel açıdan anlamlı olarak KST'yi en yüksek oranda (%79) açıklayan model, TS, BZG değişkenlerine ASG değişkeninin katılmasıyla oluşmaktadır. SSG, DSG, RKİ ve ÇSG değişkenleri Regresyon modeline girmemektedir. Güç agonist, antagonist ve eklem ha-

reketlerinde rol oynayan sinerjist kaslar arasındaki etkileşimlere duyarlıdır. Agonist kaslar kısa sürede büyük bir kuvvet uygulayabilmesine rağmen antagonistlerin tamamlayıcı ve eş zamanlı gevşemesi gerekmektedir.<sup>45</sup> Eklem kuvvetlerini dengelemek ve kas-eklem sertliğini artırmak için kas koaktivasyonu gereklidir.<sup>46</sup> Gerilme-kısalma döngüsü egzersizleri sırasında, alt ekstremite kaslarında daha yüksek sertlik seviyelerinin gözleendiği ve bunun depolanan ve yeniden kullanılan elastik enerji miktarı oranında performansı artırdığı gözlenmiştir.<sup>47</sup> Cronin ve ark., gerilme-kısalma döngüsü performansını statik performansla karşılaştırdıkları çalışmada, maksimum kuvvet ve güç arasındaki ilişkilerin farklı olduğunu ortaya koymuşlardır.<sup>48</sup> İlave olarak Cronin ve ark çalışmalarında, bir aktif sıçrama ile ölçülen 1TM kuvvetinin, gerilme-kısalma döngüsünün konsantrik kısmının ilk 200 ms sırasında üretilen zirve güç ile kuvvetli bir şekilde ilişkili olduğu görülmüştür.

Araştırma bulgularına göre vücut yağ yüzdesi ve halter performansı arasındaki ilişki bulunmamaktadır. Yağsız vücut kütlesiyle yarışma performansı arasındaki ilişkinin orta düzeyde olduğu görülmektedir ( $r=0,50$ ). Fakat yağsız vücut kütlesi değişkeninin girdiği Regresyon modelinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmektedir. Vücut kütesinin maksimum kuvveti ve halter performansını etkilediği konusunda çok az şüphe vardır. Fakat bununla birlikte, farklı vücut kütlelerine sahip sporcuların maksimum kuvvet ve güç özellikleri ile halter performansı arasında doğrusal bir fonksiyon olmadığı ortaya konulmuştur.<sup>33,49</sup>

## SONUÇ

Bu araştırmanın sonuçları, KST ile TS ve BZG arasında yüksek ilişki ve ASG arasında orta düzeyde bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Bununla beraber genç haltercilerde KST performansını en iyi tahmin eden testlerin, TS, BZG ve ASG olduğu görülmektedir. Genç haltercilerde TS, koparma çekişi BZG ve ASG testlerinin nispeten kolay ve az zaman gerektirmesinden dolayı geçerli bir yöntem olduğu söylenebilir. Bu testler antrenörlere, sporcuların antrenman ve yarışma performansı hakkında değerli bilgiler sağlayabilir ve sporcuların antrenman programlarına müdahale edilebilir. BZG'nin halterde ikinci çekiş kalitesini, TS'nin alt vücut kuvvetini ve ASG'nin reaktif kuvvet özelliğini temsil edebileceği gözönüne alındığında bu özelliklerin gelişimine odaklanılması faydalı olabilir.

### 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

*Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.*

## KAYNAKLAR

1. Chaabene H, Negra Y, Bouguezzi R, Capranica L, Franchini E, Prieske O, et al. Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: a systematic review with practical recommendations. *Front Physiol.* 2018;9:386. [Crossref] [PubMed] [PMC]
2. Impellizzeri FM, Marcora SM. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinical metrics. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009;4(2):269-77. [Crossref] [PubMed]
3. Fry AC, Ciroslan D, Fry MD, LeRoux CD, Schilling BK, Chiu LZ. Anthropometric and performance variables discriminating elite American junior men weightlifters. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):861-6. [Crossref] [PubMed]
4. Beckham G, Mizuguchi S, Carter C, Sato K, Ramsey M, Lamont H, et al. Relationships of isometric mid-thigh pull variables to weightlifting performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53(5):573-81. [PubMed]
5. Travis SK, Goodin JR, Beckham GK, Bazylar CD. Identifying a test to monitor weightlifting performance in competitive male and female weightlifters. *Sports (Basel).* 2018;6(2):pii: E46. [Crossref] [PubMed] [PMC]
6. Palandi J, Ducatti EZ, Poletti M, Schmitt VM, Tadiello GS, Bonetti LV. Isokinetic performance of knee extensors and flexors in male weightlifters. *J Phys Educ Sport.* 2016;16(4):1253-7.



7. Fernandez-Fernandez J, Ulbricht A, Ferrauti A. Fitness testing of tennis players: how valuable is it? *Br J Sports Med.* 2014;48(Suppl 1):i22-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
8. Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, Benko CR. Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open Access J Sports Med.* 2015;6:241-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
9. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza HS, Miranda RC, Mezêncio B, et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open.* 2018;4(1):11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
10. Stone MH, O'Bryant HS, Williams FE, Johnson RL, Pierce KC. Analysis of bar paths during the snatch in elite male weightlifters. *Strength Condit J.* 1998;20(4):30-8. [[Crossref](#)]
11. Haff GG, Whitley A, McCoy LB, O'Bryant HS, Kilgore JL, Haff EE, et al. Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):95-103. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
12. Garhammer J. Weightlifting performance and techniques of men and women. *International Conference on Weightlifting and Strength Training.* 1998. p.89-94.
13. Enoka RM. The pull in olympic weightlifting. *Med Sci Sports.* 1979;11(2):131-7. [[PubMed](#)]
14. Grieve DW. The defeat of gravity in weight lifting. *Br J Sports Med.* 1970;5(1):37-41. [[Crossref](#)] [[PMC](#)]
15. Choudhary R, Singh D, Meena TR. Estimation of weight lifters performance on the basis of anaerobic power and balance abilities: belonging to 69 kg. weight category. *International Journal of Physical Education and Sports.* 2017;2(1):20-6.
16. Kang SH, Kim CW, Kim Yi, Kim KB, Lee SS, Shin KO. Alterations of muscular strength and left and right limb balance in weightlifters after an 8-week Balance Training Program. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(7):895-900. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
17. Stone MH, Pierce KC, Sands WA, Stone ME. Weightlifting: a brief overview. *Strength and Conditioning Journal.* 2006;28(1):50-66. [[Crossref](#)]
18. Storey A, Smith HK. Unique aspects of competitive weightlifting: performance, training and physiology. *Sports Med.* 2012;42(9):769-90. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Sato K, Fleschler P, Sands W. Barbell acceleration analysis on various intensities of weightlifting. *ISBS-Conference Proceedings Archive.* 2009. Vol. 1, No. 1. [[Link](#)]
20. Ferrauti A, Kinner V, Fernandez-Fernandez J. The Hit & Turn Tennis Test: an acoustically controlled endurance test for tennis players. *J Sports Sci.* 2011;29(5):485-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. İnce İ, Çalışkan G, Ayılğan E. [Validity of android barsense software used in some biomechanical measurements of olympic weightlifting]. *Gazi Journal of Physical Education and Sport Sciences.* 23(3):171-82.
22. İnce İ, Şentürk A. Effects of plyometric and pull training on performance and selected strength characteristics of junior male weightlifter. *Physical Education of Students.* 2019;23(3):120-8. [[Crossref](#)]
23. Garnacho-Castaño MV, López-Lastra S, Maté-Muñoz JL. Reliability and validity assessment of a linear position transducer. *J Sports Sci Med.* 2015;14(1):128-36. [[PubMed](#)]
24. Jennings CL, Viljoen W, Durandt J, Lambert MI. The reliability of the FitroDyne as a measure of muscle power. *J Strength Cond Res.* 2005;19(4):859-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Erdağı K. Olimpik Halter Eğitimi ve Ağırlık Antrenmanlarında Çalışan Kas Grupları. 1. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi; 2019. p.96.
26. Kipp K, Harris C, Sabick MB. Correlations between internal and external power outputs during weightlifting exercise. *J Strength Cond Res.* 2013;27(4):1025-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Szabo AS. Some questions of biomechanical character in weightlifting. *Sport Scientific & Practical Aspects.* 2012;9(1):59-64.
28. Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer S, Stauffacher S, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res.* 2011;25(2):556-60. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(4):572-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Hoerl AE, Kennard RW. Ridge regression: biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics.* 1970;12(1):55-67. [[Crossref](#)]
31. Gryko K, Mikołajec K, Maszczyk A, Cao R, Adamczyk JG. Structural analysis of shooting performance in elite basketball players during FIBA EuroBasket 2015. *Int J Perform Anal Sport.* 2018;18(2):380-92. [[Crossref](#)]
32. Alpar R. Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenilirlik: Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle. 1. Baskı. Ankara: Detay Yayıncılık; 2010. p.420.
33. Kauhanen H, Komi PV, Häkkinen K. Standardization and validation of the body weight adjustment regression equations in Olympic weightlifting. *J Strength Cond Res.* 2002;16(1):58-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Stone MH, Sanborn K, O'Bryant HS, Hartman M, Stone ME, Proulx C, et al. Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):739-45 [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Stone MH. Position statement: explosive exercise and training. *Strength and Conditioning Journal.* 1993;15(3):7-15. [[Crossref](#)]
36. Moss B, Refsnes P, Abildgaard A, Nicolaysen K, Jensen J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75(3):193-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Stone MH, Moir G, Glaister M, Sanders R. How much strength is necessary? *Phys Ther Sport.* 2002;3(2):88-96. [[Crossref](#)]
38. Stone MH, O'Bryant HS, McCoy L, Coglianesi R, Lehmkühl M, Schilling B. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):140-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
39. Felici F, Rosponi A, Sbriccoli P, Filligoi GC, Fattorini L, Marchetti M. Linear and non-linear analysis of surface electromyograms in weightlifters. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(4):337-42. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
40. Arabatzi F, Kellis E. Olympic weightlifting training causes different knee muscle-coactivation adaptations compared with traditional weight training. *J Strength Cond Res.* 2012;26(8):2192-201. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Kauhanen H, Garhammer J, Hakkinen K. Relationships between power output, body size and snatch performance in elite weightlifters. *Proceedings of the 5th Annual Congress of the European College of Sports Science.* 2000. p.383.
42. Bottinelli R, Pellegrino MA, Canepari M, Rossi R, Reggiani C. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 1999;9(2):87-95. [[Crossref](#)]
43. Hakkinen K. Neuromuscular adaptation during strength training, ageing, detraining, and immobilization. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 1994;14:161-98.
44. Newton RU, Kraemer WJ, Häkkinen K, Humphries BJ, Murphy AJ. Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of Applied Biomechanics (JAB).* 1996;12(1):31-43. [[Crossref](#)]
45. Moritani T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *J Biomech.* 1993;26 Suppl 1:95-107. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
46. Komi PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech.* 2000;33(10):1197-206. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
47. Wilson JM, Flanagan EP. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1705-15. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
48. Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN. The role of maximal strength and load on initial power production. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(10):1763-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
49. Ford LE, Dettlerline AJ, Ho KK, Cao W. Gender- and height-related limits of muscle strength in world weightlifting champions. *J Appl Physiol (1985).* 2000;89(3):1061-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]