

TAM SQUAT HAREKETİNİN İTME EVRESİNDEKİ YÜK - GÜÇ İLİŞKİSİ*

İbrahim CAN¹, Hamit CİHAN², Erdal ARI³

¹Gümüşhane Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Gümüşhane, ²Karadeniz Teknik Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Trabzon, ³Ordu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Ordu

Geliş Tarihi:01.01.2015
Kabul Tarihi: 03.01.2016

Öz: Bu araştırmanın amacı; tam squat (SQ) hareketinin itme evresindeki yük - güç ilişkisinin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda aktif olarak spor yapan ve temel bir kuvvet düzeyine sahip 32 erkek amatör sporcu (yaş: 20.4± 1.98 yıl; boy: 179.3 ± 7.23 cm; vücut ağırlığı: 73.5 ± 9.85 kg) çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Deneklere tam squat (SQ) hareketinde bir tekrarlı maksimal (1TM) kuvvet testi yaptırıldı ve 1TM değerlerinin farklı yüzdelere (% 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve 100) karşılık gelen ağırlıklar hesaplanarak kaydedildi. Son olarak, 1TM'nin farklı yüzdelere karşılık gelen yüklerde deneklere tam SQ hareketi yaptırıldı ve itme evresindeki güç özellikleri ortalama güç (OG), ortalama itme gücü (OİG) ve zirve güç (ZG) olarak belirlendi. Verilerin değerlendirilmesinde; tanımlayıcı istatistik, korelasyon analizi ve bağımlı gruplar için tek yönlü varyans (ANOVA) analizi yapıldı. Analiz sonuçlarına göre; farklı yüklerde yapılan tam SQ hareketinin itme evresindeki OG ve ZG değerlerinin 1TM'nin % 20-70'i arasında; OİG değerlerinin ise 1TM'nin % 20-60'ı arasında kademeli bir artış gösterdiği ve daha sonra azaldığı elde edildi. OG (236,3 W) ve ZG (1382,5 W) parametreleri için maksimal güç değerine 1TM'nin % 70'inde, OİG (337,2 W) parametresi için ise 1TM'nin % 60'ında kaldırılan yüklerde elde edildiği sonucuna ulaşıldı. Ayrıca 1TM yüzdelik yük değerleri ile tam SQ hareketinin itme evresindeki OG (r = ,218; p<0.05) ve ZG (r = ,264; p<0.05) parametreleri arasında düşük düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülürken; OİG (r = ,107; p>0.05) parametresi arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak; farklı yüklerde uygulanan tam SQ hareketinin itme evresindeki maksimal güç değerine, orta yüklerde yapılan kaldırışlar esnasında ulaşılmış ve yük - güç arasında düşük olmasına rağmen en güçlü ilişki ZG parametresi ile elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tam squat, itme evresi, yük, güç

LOAD - POWER RELATIONSHIP IN THE PROPULSIVE PHASE OF FULL BACK SQUAT MOVEMENT

Abstract: The purpose of this study was to investigate the load - power relationship during propulsive phase of full back squat (SQ) movement. For this purpose, thirty-two amateur male athletes (age: 20.4± 1.98 years; height: 179.3 ± 7.23 cm; weight: 73.5 ± 9.85 kg) who were actively involved in sports and had strength at the basic level participated in the study voluntarily. Subjects were asked to perform the one repetition maximal (1RM) strength test and the loads (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 %) corresponding to different percentages of the 1RM values of were calculated. Finally, subjects performed full back SQ movement for the loads corresponding to different percentages of 1RM and the

* Bu çalışma İbrahim CAN'a ait doktora tezinin bir bölümünden özetlenmiştir ve 13. Uluslararası Spor Bilimleri Kongre'sinde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

power properties during propulsive phase was determined as mean power (MP), mean propulsive power (MPP) and peak power (PP). The descriptive statistics, correlation analysis and one-way analysis of variance (ANOVA) for dependent groups were used to evaluate the data. According to results; it was concluded that MP and PP values during propulsive phase of full back SQ movement performed for different loads demonstrate a gradual increase between 20 - 70 % of 1RM and then decreases. On the contrary, it was obtained that MPP values demonstrate a gradual increase between 20-60 % of 1RM and then decreases. It was concluded that maximal power values for MPP parameter was reached at loads lifted in 60 % of 1RM, while maximal power values for MP (236,3 W) and PP (1382,5 W) parameters were reached at loads lifted in 70 % of 1RM. Also, it was seen that there are low level, positive and statistically a significant relationship between MP ($r = ,218$; $p < 0.05$) and PP ($r = ,264$; $p < 0.05$) parameters during propulsive phase of full back SQ movement with percentage load values of 1RM, while there is no statistically significant relationship between MPP and percentage load values of 1RM ($r = ,107$; $p > 0.05$). As a result; it was concluded that maximal power values during propulsive phase of full back SQ movement applied for different loads were reached during lifting performed in the middle loads and concluded that the most powerful relationship between load - power was obtained with PP parameter although it was low.

Key words: Full backsquat, propulsive phase, load, power

GİRİŞ

Sportif performansın önemli faktörlerinden biri olarak kabul edilen güç (Newton ve ark., 1994; Cronin ve ark., 2005; Young ve ark., 2005); yapılan bir çalışmanın (iş) zamansal oranı olarak tanımlanan mekaniksel miktardır (Enoka, 1994) ve genellikle mümkün olan maksimal kuvveti üretebilme yeteneğine bağlıdır (Stone ve ark., 2003). Yani birçok sportif hareketteki performans başarısı, çoğunlukla objelere (yer, top ve sportif ekipmanlar gibi) karşı ne kadar bir güç uygulanacağına bağlıdır (Newton ve ark., 1994). Kuvvet ve güç terimleri arasında birbirleri yerine kullanılmasına rağmen, bu doğru bir yaklaşım değildir. Çünkü güç, bir zaman bileşenine sahiptir ve bu yüzden iki sporcu benzer maksimal kuvvete sahip ise daha yüksek hızda (ya da daha kısa bir zaman döneminde) kuvvetini açığa çıkartan birey, anaerobik sporlardaki performansı esnasında belirgin bir avantaja sahip olacaktır (Ratamess, 2012). Sporda verilen bir görev esnasında hareket ettirilmesi gerekli olan kütleler vücudun herhangi bir bölümünden (fırlatmada kollar, tekmede ayaklar ya da sıçramada bütün vücut gibi) rakibin vücuduna (futbolda ikili mücadele) göre çeşitlenir (Newton ve ark., 2002).

Farklı yüklerdeki ölçümler esnasında elde edilen en yüksek güç verimi, maksimal güç verimi (P_{max}) olarak adlandırılır (Baker, 2001; Newton ve ark., 2002) ve güç ya da kuvvete yönelik sporlarda mücadele eden sporcuların performanslarını belirlemedeki en önemli

mekaniksel nicelikler olduğu ileri sürülür (Newton ve ark., 1994). Baker (2001), sporcusunun P_{max} 'ını detaylı bir şekilde incelemiş ve P_{max} 'ın açık bir şekilde sporcunun kondisyonunu yansıttığını belirtmiştir. Bu nedenle, P_{max} değerinin denetlenmesi spor bilimcilerine yararlı bilgiler sağlayacaktır. Literatürde P_{max} 'ı yaratan yük sorusu çok fazla tartışma konusu olmuştur (Sanchez-Medina ve ark., 2010). İlk başlarda, maksimal izometrik kuvvet yada güç veriminin maksimize edildiği maksimal kas kasılma hızının % 30'u gibihafif yüklerle elde edilirken (Knuttgen ve ark., 2003; Marques ve ark., 2011); izoinertial koşullardaki (sabit bir dış yük) çok eklemli dinamik kas hareketleri kullanılarak yapılan sonraki araştırmalarda ise P_{max} yaratan relatif yüklerde değişkenlik (1TM'nin % 20-80 arası) bulunmuştur (Garhammer, 1993; Thomas ve ark., 1996; Newton ve ark., 1997; Izquierdo ve ark., 1999, 2002, 2004; Cronin ve ark., 2000, 2001; Siegel ve ark., 2002; Dugan ve ark., 2004; Zink ve ark., 2006; Marques ve ark., 2007; Cormie ve ark., 2007a, 2007b; Jidovtseff ve ark., 2008; Requena ve ark., 2009; Baker ve ark., 2011; Alcaraz ve ark., 2011; Garcia-Pallares ve ark., 2011, 2014; Sanchez-Medina ve ark., 2014). Bu farklılıklar genellikle çalışmalar arası metodolojik (zirve ya da ortalama güç ölçümleri, uygulanan protokoller, alt vücut güç veriminin hesaplanması için vücut kütlelerinin alınması ya da alınmaması), içeriksel veya bireyler arasındaki (deneyimsiz yada antrenmanlı) farklılıklara dayandırılmaktadır (Cronin ve ark., 2005). Ayrıca uygulanan egzersiz türüne ve ilgili kas gruplarına göre de

P_{max} yükünde farklılık olduğu elde edilmiştir (Baker, 2001; Cormie ve ark., 2007a, 2007b)

Yaygın olarak kullanılan çoğu direnç egzersizleri için yük- güç ilişkisinin detaylı bir şekilde tanımlanması; antrenman verimliliği gelişirken kuvvet ve güç kazanımlarını optimize eden kuvvetin bireysel olarak tanımlanması ve birçok sportif performans ile ilişkili relatif yüklere (% 1TM) karşı antrenmanlı ya da antrenmansız dönemin sebep olduğu sinir-kas adaptasyonlarını dönemsel olarak değerlendirmek için antrenörlere, kondisyonerlere ya da spor bilimcilerine yardımcı olacaktır (Sanchez-Medina ve ark., 2010). Bu nedenlerden dolayı çalışmanın amacı; tam squat hareketinin itme evresi esnasındaki yük - güç ilişkisinin herhangi değişkenin hangi yüklenme yoğunluğu ile ilişkili olduğunun belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Grubu

Araştırma grubunu, çalışmaya gönüllü olarak katılan ve Gümüşhane ilindeki farklı spor branşlarında (futbol, hentbol, basketbol, voleybol,

kick boks ve atletizm) mücadele eden 32 erkek amatör sporcu (yaş: 20.4 ± 1.98 yıl; boy: 179.3 ± 7.23 cm; vücut ağırlığı: 73.5 ± 9.85 kg) oluşturmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma grubunun boy ve vücut ağırlıkları, Seca 769 marka elektronik bir ölçüm aleti ile (Seca Anonim Şirketi, Hamburg, Almanya); tam SQ hareketindeki bir tekrarlı maksimal kuvvet(1TM) değerleri, sabit bir dikey düzlem olan smith makine ile (Eşjim, Eskişehir) belirlenmiştir. 1TM değerlerini smith makinede belirlemek için elektronik bir baskülde tartılarak ağırlıkları kontrol edilen serbest ağırlıklar (1, 1.25, 2.5, 5, 10, 15 ve 20 kg) kullanılmıştır. Tam SQ hareketinin itme evresi esnasındaki güç parametreleri isedirenç antrenmanındaki kuvvet ve gücü ölçen T-Force dinamik ölçüm sistemi (ErgotechMurcia, İspanya) kullanılarak elde edilmiştir. Sistem, elektro-mekanik bir donanım (hız sensörü ve ara birim), ağırlık halterine bağlanan çengel ve bu donanımı yöneten özel bir bilgisayar programını (fotograf 1) içerir (Sanchez-Medina ve ark., 2011).



Fotograf 1. T-Force dinamik ölçüm sistemi (1a) hız sensörü (1b) bilgisayara iletileri sağlayan ara birim, (1c) ağırlık halterine bağlanan çengel, (1d) sistemin yazılım programı (1e) sistemin kurulumu

Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, 2 farklı dönemde yapılmıştır. İlk dönemde, deneklerin fiziksel özellikleri ile tam SQ hareketinde 1TM kuvvet değerleri belirlenmiş ve 1TM'nin farklı yüzdelere (% 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100) karşılık gelen ağırlıklar hesaplanarak kaydedilmiştir. İkinci dönemde ise daha önce hesaplanan 1TM'nin farklı yüzdelesindeki yüklerde deneklere tam SQ hareketi yaptırılmış ve itme evreleri ortalama güç (OG), ortalama itme gücü (OİG) ve zirve güç (ZG) olarak elde edilmiştir.

Bir Tekrarlı Maksimal (1TM) Kuvvetin Elde Edilmesi

Araştırma grubunun tam SQ hareketindeki 1TM kuvvet değerleri, Beachle ve ark., (2008) tarafından tasarlanan yöntem ile elde edilmiştir (fotograf 2). Bu yöntemde;

1. Denek, 10 dk'lık genel bir ısınmadan sonra 5-10 tekrara olanak sağlayan bir yükte tekrarlar yaparak ısındırılmıştır,
2. Bir (1) dakika dinlenme verilmiştir,
3. Deneğin 1. basamakta kaldırdığı yüke 14 - 18 kg arasında bir ağırlık ilave edilerek 3-5 tekrar yapmasına olanak sağlayan ısınma yükü hesaplanmıştır,
4. İki (2) dakika dinlenme verilmiştir,
5. Deneğin 3. basamakta kullandığı yüke 14 - 18 kg arasında bir ağırlık ilave edilerek 2-3 tekrara olanak sağlayan maksimale yakın yük hesaplanmıştır,
6. Üç (3) dakika dinlenme verilmiştir,
7. Denek 7. basamaktaki ağırlığı kaldırmada başarılı olursa, yük tekrar uygun oranda artırılarak devam edilmiştir. Fakat 1TM girişiminde başarısız olursa 7 - 9 kg arasında yük azaltılarak ağırlık kaldırılmıştır,
8. Üç (3) dakika dinlenme verilmiştir,
9. Denek, uygun teknikle 1TM'yi tamamlayana kadar yük azaltılıp artırılmaya devam edilmiş ve deneğin 1TM değeri en fazla 5 denemede elde edilmiştir.



Fotograf 2. Tam squat hareketinde 1TM kuvvet değerlerinin belirlenmesi

Tam Squat Hareketinin Uygulanışı

Araştırma grubunun 1TM değerleri belirlendikten sonra tam SQ hareketinde daha önce hesaplanan farklı 1TM yüzdelesindeki ağırlık ölçümleri, Earle ve Beachle (2008) tarafından tasarlanan prosedür ile yapılmıştır. Bu

prosedürde denek, omuz genişliğinden daha geniş içe dönük bir kavrama ile halteri kavrar ve omuz arkası hizasının üstüne ağırlık halterini (yüksek bar pozisyonu) yerleştirir. Ayaklar ise omuz genişliğinden biraz daha geniştir. Denekler alçalmadaki en düşük noktaya, uylukları yere

paralel olduğunda ulaşır ve yardımcı olmadan devamlı hareket içinde ağırlık halterini kaldırır. Güvenlik için halterin her iki yanına birer yardımcı yerleştirilir. Tam SQ hareketinin uygulanması sırasında deneğin halteri indirirken nefes alması, kaldırırken ise nefes vermesi gerekir. Yapılan kaldırışlarda hafif yüklerde 3

tekrar, orta yüklerde 2 tekrar, ağır yüklerde ise 1 tekrar yaptırılmıştır. 1TM'nin farklı yüzdelerindeki kaldırışlarda hafif ve orta yükler için 2- 3 dk, ağır yükler için 3-5 dk'lık dinlenme verilmiştir. Konsantrik evre maksimal hızda, eksantrik evre ise kontrollü bir hızda yapılmıştır.



Fotograf 3. Tam squat hareketinde ortalama güç, ortalama itme gücü ve zirve gücün belirlenmesi

Verilerin Analizi

Araştırma grubunun fiziksel ve performans özellikleri ile farklı yüklerdeki tam SQ hareketinin itme evresindeki güç parametreleri (OG, OİG, ZG) tanımlayıcı istatistiklerle; güç değerlerinin yükler arasında farklılık gösterip göstermediği bağımlı gruplar için tek yönlü varyans (One-Way ANOVA) analizi ile; yük - güç arasındaki ilişki ise korelasyon analizi ile elde edilmiştir. Tüm

istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Araştırma grubunun fiziksel ve performans değerlerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri tablo 1'de, farklı yüklerde uyguladıkları tam SQ hareketinin itme evresindeki (konsantrik evre) güç parametreleri ise tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneklerin Fiziksel ve Performans Değerleri

Değişkenler	n	Ortalama (\pm SS)	Minimal	Maksimal
Yaş (Yıl)	32	20,4 \pm 1,98	18	24
Boy (cm)	32	179,3 \pm 7,23	164	191,5
Kilo (kg)	32	73,5 \pm 9,85	54,7	99,7
1TM Tam Squat Kuvvet (kg)	32	101,0 \pm 18,7	70	150

Tablo 2. Tam Squat Hareketinin İtme Evresindeki Güç Değerleri

1TM Yük (%)	n	Güç Parametreleri (W)		
		OG	OİG	ZG
20	32	125,2 ± 26,6	143,4 ± 30,2	718,2 ± 152
30	32	152,5 ± 31,6	188,3 ± 24,3	926,1 ± 244,8
40	32	197,2 ± 55,1	280,1 ± 85,1	1129,4 ± 275,8
50	32	226,8 ± 63,4	329,3 ± 131,1	1341,6 ± 393,5
60	32	232 ± 56,2	337,3 ± 99,9	1357,8 ± 391,9
70	32	236,3 ± 72,1	336,2 ± 100,5	1382,5 ± 500
80	32	212,7 ± 54	308,4 ± 100	1311,2 ± 498,3
90	32	197,7 ± 55,5	230,7 ± 65	1288,3 ± 441,7
100	32	162,1 ± 46,4	164,5 ± 59,3	1023 ± 449,7

OG: Ortalama Güç; OİG: Ortalama İtme Gücü; ZG: Zirve Güç

Tablo 2 incelendiğinde, 1TM'nin farklı yüklerinde uygulanan tam SQ hareketinde OG ve ZG değerlerinin % 20-70 arasında; OİG değerlerinin ise % 20 - 60 arasında kademeli olarak bir artış gösterdiği ve daha sonra azaldığı görülmüştür. Ayrıca maksimal güç değerlerine OG (236,3 W) ve ZG (1382,5 W) için 1TM'nin % 70'inde, OİG (337,2 W) için ise 1TM'nin % 60'ında kaldırılan yüklerde ulaşıldığı elde edilmiştir.

1TM'nin % 20 - 100'ü arasında uygulanan tam SQ hareketinin itme evresindeki OG (tablo 3), OİG (tablo 4) ve ZG (tablo 5) değerlerinin yükler arasında istatistiksel olarak bir farklılık gösterip göstermediğini araştırmak için 0.05 anlamlılık düzeyindeki bağımlı gruplar için tek yönlü ANOVA analiz sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 3. OG Değerlerinin Yükler Arasındaki ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P	Anlamlı Fark
Gruplararası	388781,27	8	48597,65	17,279	,000 *	20-40, 20-50, 20-60, 20-70, 20-80, 20-90, 30-50, 30-60, 30-70, 30-80, 50-100, 60-100, 70-100
Gruplarıçi	784681,82	279	2812,480			
Toplam	1173463,09	287				

* P<0.05

Tablo 3 incelendiğinde, tam SQ hareketinin itme evresindeki OG ($F_{8,279}$; 17,279, $p<0.05$) değerlerinin yükler arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Yani OG, değerleri, relatif yüke (% 1TM) bağlı olarak anlamlı şekilde

değişir. Farklılıkların hangi yüzdelik yük değerleri arasında olduğunu belirlemek için uygulanan ikinci seviye testi Scheffe sonuçlarına göre; 1TM'nin % 20'sindeki OG değerinin, 1TM'nin % 40, 50, 60, 70, 80 ve 90'ındaki OG değerlerinden; 1TM'nin % 30'undaki OG

değerinin, % 50, 60, 70 ve 80'indeki OG değerlerinden daha düşük ve yükler arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu belirlenmiştir. Fakat, 1TM'nin % 50, 60 ve 70'indeki OG

değerlerinin ise 1TM'nin % 100'ündeki OG değerinden daha yüksek ve yükler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur.

Tablo 4. OİG Değerlerinin Yükler Arasındaki ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P	Anlamlı Fark
Gruplararası	1536218,31	8	192027,28	26,745	,000 *	20-40, 20-50, 20-60, 20-70, 20-80, 20-90, 30-40, 30-50, 30-60, 30-70, 30-80, 40-100, 50-90, 50-100, 60-90, 60-100, 70-90, 70-100, 80-100
Gruplarıçi	2003185,12	279	7179,875			
Toplam	3539403,43	287				

* P < 0.05

Tablo 5. ZG Değerlerinin Yükler Arasındaki ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P	Anlamlı Fark
Gruplararası	1,377	8	1721477,95	11,364	,000 *	20-40, 20-50, 20-60, 20-70, 20-80, 20-90, 30-50, 30-60, 30-70,
Gruplarıçi	4,227	279	151489,856			
Toplam	5,604	287				

* P < 0.05

Tablo 4 ve 5 incelendiğinde, tam squat hareketinin itme evresindeki OİG ($F_{8,279}$; 26,745, $p < 0.05$) ve ZG ($F_{8,279}$; 11,364, $p < 0.05$) değerlerinin yükler arasında anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmüştür. Yani OİG ve ZG değerleri, relatif yüke bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Farklılıkların hangi yüzdelik yük değerleri arasında olduğunu belirlemek için uygulanan ikinci seviye testi Scheffe sonuçlarına göre; 1TM yük değerinin % 20'sindeki OİG değerinin % 40, 50, 60, 70, 80 ve 90'ındaki OİG değerlerinden; 1TM'nin % 30'undaki OİG değerinin % 40, 50, 60, 70 ve 80'indeki OİG değerlerinden daha düşük ve yükler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık 1TM'nin % 50, 60 ve 70'indeki OİG

değerlerinin, 1TM'nin % 90'ındaki OİG değerinden; 1TM'nin % 40, 50, 60, 70 ve 80'indeki OİG değerlerinin ise 1TM yükte elde edilen OİG değerinden daha yüksek ve yükler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. ZG parametresine bakıldığında, 1TM'nin % 20'sindeki ZG değerinin % 40, 50, 60, 70, 80 ve 90'ındaki ZG değerlerinden; 1TM yük değerinin % 30'undaki ZG değerinin ise 1TM'nin % 50, 60 ve 70'indeki ZG değerlerinden daha düşük ve yükler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir. Bu yükler haricinde 1TM'nin % 20 - 100'ü arasında uygulanan tam squat hareketinin itme evresindeki OG, OİG ve ZG değerleri, yükler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Tablo 6. 1TM Yüzdelerlik Yük Değerleri ve Tam SQ Hareketinin İtme Evresindeki OG, OİG ve ZG Değerleri Arasındaki İlişkiye Ait Pearson Korelasyon Sonuçları

Pearson Korelasyon		Yük (60,00 ± 27,39 W)
MP (193,61 ± 38,98 W)	r	,218 *
	p	,000
MPP (257,58 ± 77,45 W)	r	,107
	p	,070
PP (1164,23 ± 231,94 W)	r	,264 *
	p	,000

* p<0.05

Tablo 6 incelendiğinde, 1TM yüzdelerlik yük değerleri ile tam SQ hareketinin itme evresindeki OG (r = ,218) ve ZG (r = ,264) değerleri arasında düşük ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülürken (p < 0.05); OİG (r = ,107) değerleri arasında böyle bir ilişkiye rastlanmamıştır (p > 0.05). Sonuçlara göre; farklı yüklerde yapılan tam SQ hareketindeki relatif yük ve güç arasındaki en kuvvetli ilişkinin ZG parametresi ile elde edildiği görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, tam squat hareketinin itme evresi esnasındaki yük-güç ilişkisi araştırılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, Siegel ve ark.,(2002) tarafından yapılan bir çalışmada, squat hareketi için 1TM'nin % 20-90 arasındaki yük aralığında ölçülen ZG değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı ama ZG değerinin 1TM'nin % 20-60'ı arasında artış gösterdiği ve % 60-90'ı arasında azaldığı elde edilmiştir. Thomas ve ark. (1996) tarafından genç kadınlarda bacak press (LP) egzersizi kullanılarak yapılan çalışmada, ZG değerinin 1TM'nin % 34 - 68'i arası artış gösterdiği ve sonra azaldığı elde edilmiştir. Zink ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da farklı yüklerdeki SQ hareketinin itme evresindeki ZG değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. ZG değeri 1TM'nin % 20-40'ı arasındaki yüklerde artış göstermiş, % 40-80'i arasında azalmış ve % 90'ındaki yükte

ikinci bir artış göstermiştir. Yükler arasındaki ZG değerinde istatistiksel bir farklılık olmaması, öncelikle deneklerin her bir yükte yaptığı performansları arasındaki ZG verimlerindeki önemli değişimlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Ayrıca deneklerin yaptığı stratejiler ve farklı antrenman programlarının relatif yüklerde meydana gelen güç verimlerini etkilemesi muhtemeldir. Sonuçlara bakıldığında, Thomas ve ark.,(1996) ile Siegel ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçlar, bu çalışmadaki sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Izquierdo ve ark. (2002, 2004) tarafından farklı spor branşlarındaki sporcular üzerinde yapılan çalışmalarda, hentbolcu ve orta mesafe koşucuları için SQ hareketindeki P_{max} verimine 1TM'nin % 60'ındaki yükte; halterci ve bisikletçilerin ise % 45'inde ulaştıkları ve bu farklılığın yaptırılan antrenman protokollerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir. Benzer bir şekilde, Alcaraz ve ark. (2011) tarafından sprinterlerde; Requena ve ark. (2009) tarafından da yarı profesyonel futbolcularda yapılan çalışmalarda, SQ hareketinde P_{max} değerine 1TM'nin % 60'ında ulaşılmıştır. Cormie ve ark. (2007b), 1TM'nin % 56'sındaki yükte güç veriminin maksimal olduğunu ama yükler arasındaki ZG'nin önemli ölçüde farklı olmadığını ve optimal yükteki ZG'nin 1TM'nin % 42 ve 71'i arasındaki yüklerde benzer olduğunu bulmuşlardır. Zink ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, SQ hareketindeki en yüksek ZG değeri 1TM'nin %

40-50'si ile yapılan yüklerde; Siegel ve ark. (2002) ise 1TM'nin % 60'ı ile yapılan yükte elde etmişlerdir. Alcaraz (2009) tarafından sprinterlerde yapılan bir çalışmada, ZG değeri yüksek yüklerde (% 80) elde edilmiştir. Yapılan çalışmalardaki sonuçlara göre maksimalzirve güçdeğerine ulaşılan yüklerin birbirleri ile uyummadığı görülür. Bu farklılık, veri toplama tekniğindeki ve denekler arasındaki bireysel farklılıklardan kaynaklanabilir. Yinede yapılan çalışmalarda, SQ hareketindeki P_{max} değerine orta seviyede yüklerle ulaşıldığı görülür.

Farklı egzersiz teknikleri kullanılarak (benchpress, bacak press, pronebenchpull gibi) yapılan çalışmalarda, güç veriminin daha düşük yüklerde maksimize edildiğinde edilmiştir. Mayhew ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmada farklı yüklerdeki benchpress(BP) hareketinde maksimal güç değerine 1TM'nin % 40'ındaki yükte ulaşılmıştır. Benzer sonuçlar farklı araştırmalarda da elde edilmiştir. Newton ve ark. (1997), farklı yüklerde yapılan BP egzersizinde P_{max} verimine 1TM'nin %30 ve 45'inde; Mastropaolo (1992) ise % 40'ındaki yükte meydana geldiğini ama 1TM'nin % 40 - 60'ı arasındaki güç veriminin benzer olduğunelde etmişlerdir. Baker ve ark. (2011), 1TM'nin % 47-63'ü arasındaki yüklerin P_{max} için sıklıkla benzer bir etkiye sahip olduğunuileri sürmüşlerdir. Cronin ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, BP egzersizindeki P_{max} değerine 1TM'nin % 40'ındaki yüklenme yoğunluğunda ulaşılmıştır. Thomas ve ark. (1996), bacak press (LP) egzersizini kullanarak genç kadınlarınmaksimal ZG değerini 1TM'nin % 68'indeelde etmişlerdir. Bu yükün 1TM'nin % 34, 40, 45, 50, 84 ya da 89'undaki yüklerle göre istatistiki olarak daha yüksek ZG değeri yarattığı belirtilmiştir.

Sanchez-Medina ve ark. (2010) tarafından sağlıklı erkek deneklerde yapılan çalışmada BP egzersizi uygulanmış ve P_{max} yükü elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılan araştırmada mekaniksel güç veriminde maksimize edilen yükün kullanılan parametreye (OG, OİG, ZG) bağlı olduğu

belirtilmiştir. OG kullanıldığında, 1TM'nin % 40-60'ı arasındaki yüklerde istatistiksel olarak anlamlıfarklılık olmamasına rağmen 1TM'nin % 54.2'sinde uygulanan yükte güç verimi maksimale ulaşmıştır. OİG ve ZG parametreleri için P_{max} , söylenen sıraya göre 1TM'nin % 36.5 ve % 37.4'ündeki yükte elde edilmiş ve bu yükler arasında önemli farklılık olmadığı belirtilmiştir. OİG veya ZG parametreleri eklenerek hesaplanan P_{max} , OG kullanılarak elde edilenden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca OİG ve ZG için 1TM'nin % 20 ve % 55'i arasındaki yükler için güç veriminde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olmadığı belirtilmiştir. BP testlerinde direk olarak elde edilen absolut P_{max} değerleri ise OG için 453 (\pm 69 W), OİG için 568 (\pm 84 W) ve ZG için 938 (\pm 148 W) olarak elde edilmiştir.

Sanchez-Medina ve ark. (2014) tarafından yapılan bir başka çalışmada da BP ve pronebenchpull (PBP) egzersizlerindeki OG, OİG ve ZG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. OG kullanıldığında güç veriminin BP için 1TM'in % 56'sı, PBP için % 70'indeki yükte maksimale çıktığı; BP için 1TM'nin % 40-70 ve PBP için % 50-90 arasındaki yükler için güç veriminde istatistiksel olarak anlamlı olmayan farklılıklar bulunmuştur. OİG kullanıldığında, BP için 1TM'nin % 20-60, PBP için % 20- 70 arasındaki yükler için güç veriminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen, BP için 1TM'nin % 37'si, PBP için % 46'sındaki yükte güç verimi maksimale çıkmıştır. ZG kullanıldığında ise BP için 1TM'nin % 20- 65'i, PBP için % 20- 75 arasındaki yüklerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen, güç verimi BP için 1TM'nin % 37'sinde, PBP için % 41'de uygulanan yükte maksimale çıktığı elde edilmiştir. OİG veya ZG sonuç değişkenleri dikkate alınarak hesaplanan P_{max} , hem BP hem de PBP için OG kullanılarak elde edilen değerden önemli ölçüde daha düşüktür. Ayrıca BP ve PBP testlerindeki her değişken için (OG, OİG ve ZG) direk olarak elde edilen absolut P_{max} değeri önemli ölçüde birbirlerinden farklıdır.

Literatürdeki sonuçlara göre, SQ hareketinde maksimal güce orta seviye yüklerde, BP hareketinde ise daha düşük yüklerde ulaşıldığı ve bu egzersizler arasındaki P_{max} ulaşma yüklerinin değiştiği görülür. Bu farklılık, egzersizlerdeki kaldırışla ilgili olarak hareketin yapılış özelliğinden, diğer ifadeyle metodolojik sebeplerden kaynaklanabilir. Çünkü SQ ya da LP hareketleri, bir alt vücut egzersizi iken; BP ya da PBP hareketleri bir üst vücut egzersizidir. Bu varsayımımızı Garcia-Pallares ve ark. (2011) tarafından yapılan ve BP egzersizi için maksimal güç verimine 1TM'nin % 34-37, SQ için % 62-65'i arasındaki yükte ulaşıldığının ifade edildiği çalışma desteklemektedir. Literatürde, BP egzersizindeki P_{max} için düşük yüklerin elde edilmesinin bir diğer nedeni de yapılan çalışmaların çoğunda 1TM'nin % 45- 60'ı arasındaki yükün analiz edilmemesi olabilir. Ayrıca hareket mekanikleri, cinsiyet, yaş, lif tipi, kas - tendon morfolojisi, antrenman seviyesi, kassal yorgunluk, antrenman ve kuvvet deneyimi gibi koşulların da maksimal güce ulaşılan yük yüzdeliğini etkileyen parametreler olduğu ileri sürülür (Castillo ve ark., 2011). Bu araştırmadaki en önemli bulgulardan biri de tam SQ hareketinin itme evresindeki OG, OİG ve ZG değerlerinin literatürde elde edilen sonuçlarla büyük paralellik göstererek (Thomas ve ark., 1996; Siegel ve ark., 2002; Izquierdo ve ark., 2002, 2004; Alcaraz ve ark., 2011) orta yüklerde maksimale ulaşmasıdır. Buradan da güç verimini maksimale çıkartan yük aralığı olduğu sonucuna ulaşabiliriz. Bununla birlikte, yapılan çalışmalardaki gibi bu çalışmada da en yüksek OG, OİG ve ZG değerlerinin birbirinden farklı olduğu bulunmuştur.

Fernandes ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, güç ve relatif yük arasındaki en güçlü ilişkinin LP ve SQ egzersizleri için OİG ile elde edildiğini bulmuşlardır. Bu çalışmada ise OİG ve relatif yük arasında anlamlı bir ilişki elde edilmezken; OG ve ZG ile relatif yük arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Ayrıca güç ve relatif yük arasındaki en güçlü ilişkinin ZG parametresi ile elde edildiği sonucuna

ulaşmıştır. Bu sonuçlar, Dugan ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlarla büyük benzerlik gösterir. Belirtilen çalışmada OG yerine ZG kullanıldığı zaman, performans ile daha yüksek bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak; farklı yüklerde yapılan tam SQ hareketinin itme evresindeki OG ve ZG değerlerinin 1TM'nin % 20-70'i arasında; OİG değerlerinin ise 1TM'nin % 20-60'ı arasında kademeli bir artış gösterdiği ve sonra azaldığı elde edilmiştir. Ayrıca OG ve ZG parametreleri için P_{max} değerine 1TM'nin % 70'indeki yükte, OİG parametresi için 1TM'nin % 60'ında kaldırılan yükte ulaşıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Relatif yük ile tam SQ hareketinin itme evresindeki OG ve ZG parametreleri arasında düşük düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülürken; OİG parametresi arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. Yinede, güç ve relatif yük arasında düşük olmasına rağmen en güçlü ilişkinin ZG parametresi ile ulaşıldığı ve bu parametrenin performansı daha iyi yansıttığı elde edilmiştir. Bu nedenle sporcuların performans değerlendirmeleri yapılırken, ZG parametrenin dikkate alınması gerektiği ileri sürülebilir.

KAYNAKLAR

1. Alcaraz PE (2009): Kinematic, Kinetic, and Anthropometric Adaptation safter Short-Term Sled Towing Sprint Training on Experienced Athletes. Murcia: Universidad Catolica San Antonio.
2. Alcaraz PE, Romere-Arenas S, Vila H, et al. (2011): Power-Load Curve in Trained Sprinters. Journal of Strength and Conditioning Research, 25(11), 3045-3050.
3. Baker D (2001): Acute and Long-Term Power Response to Power Training: Observationson the Training of an Elite Power Athlete. National Strength and Conditioning Association, 23(1), 47-56.
4. Baker D, Nance S, Moore M (2011): The Load that Maximizes the Average

- Mechanical Power Output during Jump Squats in Power-Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 92-97.
5. Beachle TR, Earle RW, Wathen D (2008): Resistance Training. In Beachle TR, Earle RW. (Ed). *Essentials of Strength Training and Conditioning (3rdedition)* (pp. 381-412). United States: Human Kinetics.
 6. Castillo F, Valverde B, Morales A, et al. (2011): Maximum Power, Optimal Load and Optimal Power Spectrum for Power Training in Upper-Body (BenchPress): A Review. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(1), 18-27.
 7. Cormie P, McBride JM, McCaulley GO (2007a): The Influence of Body Mass on Calculation of Power during Lower-Body Resistance Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1042-1049.
 8. Cormie P, McCaulley GO, Triplett NT, et al. (2007b): Optimal Loadig for Maximal Power Output during Lower Body Resistance Exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 340-349.
 9. Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN (2000): The Role of Maximal Strength and Load on Initial Power Production. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(10), 1763-1769.
 10. Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN (2001): Developing Explosive Power: A Comparison of Technique and Training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(1), 59-70.
 11. Cronin JB.,Sleivert G (2005): Challenges in Understanding the Influence of Maximal Power Training on Improving Athletic Performance. *Sports Medicine*, 35(3), 213-234.
 12. Dugan EL, Doyle TLA, Humphries B, et al. (2004): Determiningthe Optimal Load for Jump Squats: A Review of Methods and Calculations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 668-674.
 13. Earle RW, Beachle TR (2008): Resistance Training and Spotting Techniques. In Beachle TR, Earle RW (Eds.). *Essentials of strength training and conditioning (3rdedition)* (pp. 325-376). United States: Human Kinetics.
 14. Enoka RM (1994): *Neuromechanical Basis of Kinesiology (2ndedition)*. United States: Human Kinetics.
 15. Fernandes J, Coimbra H, Carvalho J, et al. (2011): Assessment of Different Power Parameters on Squat and Leg Press: Considerations for Power Development. *Biomechanics in Sports*, 11(2), 879-882.
 16. Garhammer J (1993): A Review of PowerOutputStudies of Olympic andPowerlifting: Methodology, Performance Prediction, and Evaluation Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(2), 76-89.
 17. Garcia-Pallares J, Lopez-Gullon JM, Muriel X, et al. (2011): Physical Fitness Factorsto Predict Male Olympic Wrestling Performance. *European Journal of AppliedPhysiology*, 111(8), 1747-1758.
 18. Garcia-Pallares J, Sanchez-Medina L, Perez CE, et al. (2014): Imposing a Pause Between the Eccentric and Concentric Phases Increases the Reliability of Isoinertial Strength Assessments. *Journal of Sports Sciences*, 32(1), 1165-1175.
 19. Izquierdo M, Ibanez J, Gorostiaga EM, et al. (1999): Maximal Strength and Power Characteristics in Isometric and Dynamicactions of the Upper and Lower Extremities in Middle-Agedand Older Man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167(1), 57-68.
 20. Izquierdo M, Hakkinen K, Gonzales-Badillo JJ, et al. (2002): Effects of Long-Term Training Specificity on MaximalStrengthandPower of theUpper and

- Lower Extremities in Athletes from Different Sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87(3), 264-271.
21. Izquierdo M, Ibanez J, Hakkinen K, et al. (2004): Maximal Strength and Power, Muscle Mass, Endurance and Serum Hormones in Weightlifters and Road Cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 465-478.
 22. Jidovtseff B, Croisier J, Scimar N, et al. (2008): The Ability of Isoinertial Assessment to Monitor Specific Training Effects. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(1), 55-64.
 23. Knuttgen HG, Komi PV (2003): Basic Considerations for Exercise. In P. V. Komi (Eds.), *Strength and Power in Sport* (2nd edition) (pp. 3-8). Oxford: Blackwell Science Ltd.
 24. Marques MC, Tillaar RVD, Vescovi JD, et al. (2007): Relationship between Throwing Velocity, Muscle Power, and Bar Velocity during Bench Press in Elite Handball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(4), 414-422.
 25. Marques M.C, Gonzales-Badillo JJ (2011): Relationship Between Strength Parameters and Squat Jump Performance in Trained Athletes. *Journal Motricidade*, 7(4), 43-48.
 26. Mastropaolo JA (1992): A Test of the Maximum-Power Stimulus Theory of Strength. *European Journal of Applied Physiology*, 65(5), 415-420.
 27. Mayhew JL, Wave JS, Johns RA, et al. (1997): Changes in Upper Body Power Following Heavy Resistance Strength in College Men. *International Journal of Sports Medicine*, 18(7), 516-520.
 28. Newton RU, Kraemer JW (1994): Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength and Conditioning Association Journal*, 16(5), 20-31.
 29. Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ, et al. (1997): Influence of Load and Stretch Shortening Cycle on the Kinematics, Kinetics and Muscle Activation that Occurs during Explosive Upper Body Movements. *European Journal of Applied Physiology*, 75(4), 333-342.
 30. Newton RU, Dugan E (2002): Application of Strength Diagnosis. *Strength and Conditioning Association Journal*, 24(5), 50-59.
 31. Ratamess N (2012): *ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning*. Chine: Lippincott Williams & Wilkins.
 32. Requena B, Gonzales-Badillo JJ, Villareal ESS, et al. (2009): Functional Performance, Maximal Strength, and Power Characteristics in Isometric and Dynamic Actions of Lower Extremities in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1391-1401.
 33. Sanchez-Medina L, Perez CE, Gonzales-Badillo JJ (2010): Importance of the Propulsive Phase in Strength Assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31(2), 123-129.
 34. Sanchez-Medina L, Gonzales-Badillo JJ (2011): Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725-1734.
 35. Sanchez-Medina L, Gonzales-Badillo JJ, Perez CE, et al (2014): Velocity and Power-Load Relationship of the Bench Pull vs. Bench Press Exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 35(3), 209-216.
 36. Siegel JA, Gilders RM, Staton RS, et al. (2002): Human Muscle Power Output during Upper and Lower-Body Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 173-178.
 37. Stone MH, Sanborn K, O'Bryant HS (2003): Maximum Strength-Power-Performance Relationships in College Throwers. *Journal*

- of Strength and Conditioning Research, 17(4), 739-745.
38. Thomas M, Fiatarone MA, Fielding RA (1996): Leg Power in Young Women: Relationship to Body Composition, Strength, and Function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1321-1326.
39. Young WB, Newton RU, Doyle TL, et al. (2005): Physiological and Anthropometric Characteristics of Starters and Non-Starters and Playing Positions in Elite Australian Rules Football: A Case Study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333-345.
40. Zink AJ, Perry AC, Robertson BL (2006): Peak Power, Ground Reaction Forces, and Velocity during the Squat Exercise Performed at Different Loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 658-664.