

Geleneksel ve Drop-Set Direnç Antrenmanlarının Kas Hasarı Üzerine Etkisi*

İbrahim ERDEMİR^{1†} , Recep Fatih KAYHAN² 

¹Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Balıkesir.

²Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul.

Araştırma Makalesi

Gönderi Tarihi: 12/02/2023

Kabul Tarihi: 19/03/2023

Online Yayın Tarihi: 30/06/2023

Öz

Bu çalışmanın amacı, genç erkeklerde Geleneksel ve Drop-set ve direnç antrenman programlarının Kreatin kinaz, Kreatin kinaz miyokard bandı ve Laktat dehidrogenaz aktivitesini araştırmaktır. Araştırmaya yaş ortalaması 20.10 ± 0.74 yıl, boy uzunluğu 176.10 ± 4.72 cm, vücut ağırlığı 67.41 ± 3.09 kg, vücut yağ % 6.81 ± 4.69 ve vücut kütle indeksi 21.79 ± 1.5 kg/m² olan 10 erkek katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. 1 Tekrar Maksimum testi uygulanarak belirlenen egzersizlerin yükleri belirlendi. Katılımcılar birer hafta ara ile geleneksel (1 TM'nin %80 ile 8 tekrar 3 set) ve Drop-set (1TM'nin 4 tekrar %90, 4 tekrar %80, ve 4 tekrar %70, 2 set) antrenmanı uyguladı. Katılımcıların antrenmanlar öncesinde (ön-test) ve sonrasında (son-test) kan alınarak Kreatin Kinaz, Kreatin kinaz miyokard bandı ve laktat değerleri tespit edildi. Antrenmanların zorluk derecesini belirlemek için deneklere, Borg Skalası uygulandı. Elde edilen verilerin Normallik için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Ön- ve son-test değişkenleri için Wilcoxon testi, geleneksel set ve drop-set antrenmanı karşılaştırılmasında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Geleneksel set ve drop-set antrenmanların Kreatin kinaz, Kreatin kinaz miyokard bandı ve laktat değerlerinde ön- ve son-test arasında anlamlı ($p < 0.05$) artışlar tespit edildi. Geleneksel ve Drop-set direnç antrenmanları arasında Kreatin kinaz ($z = -0.76$, $p > 0.05$), Kreatin kinaz miyokard bandı ($z = -0.79$, $p > 0.05$) ve laktat ($z = -0.27$, $p > 0.05$) parametreleri karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Sonuç olarak drop-set ve geleneksel set direnç antrenman modellerinin eşit antrenman volümü ve ortalama eşit şiddet ile uygulandığında kas üzerinde eşit hasarı verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel set, Drop-set, Kreatin kinaz, Direnç antrenmanı, Kas hasarı

The Effect of Traditional and Drop-Set Resistance Training on Muscle Damage

Abstract

The aim of this study is to research Creatine kinase, Creatine kinase myocardial band and Lactate dehydrogenase activity of the traditional and drop-set resistance exercise program at young men. Ten male participants with a mean age of 20.10 ± 0.74 years, height 176.10 ± 4.72 cm, body weight 67.41 ± 3.09 kg, body fat % 6.81 ± 4.69 and body mass index 21.79 ± 1.5 kg/m² were included in the study. who did recreational resistance training, were included in the study. 1 Repeated Maximum test was used to decide the intensity of bench-press, shoulder press, leg press and hack squat used in the exercise. Participants applied traditional training (80% of 1 TM and 3 sets of 8 repetitions) with an interval of one week. Participants applied traditional (80% of 1 TM to 8 repetitions 3 sets) and Drop-set (4 repetitions 90% of 1TM, 80% 4 repetitions, and 70% 4 repetitions, 2 sets) trainings with a one-week interval. Creatine kinase, Creatine kinase myocardial band and lactate values were determined by taking the blood of the participants before (pre-test) and after (post-test) training. The Borg Scale was applied to the subjects to determine the difficulty level of the resistance exercises. Kolmogorov-Smirnov test was used for normality. Wilcoxon test was used for pre- and post-test variables, and Mann-Whitney U test was used for comparison of traditional set and drop-set training. Significant ($p < 0.05$) increases were detected between pre- and post-test in Creatine kinase, Creatine kinase myocardial band and lactate values of traditional set and drop-set training. Comparison of Creatine kinase ($z = -0.76$, $p > 0.05$), Creatine kinase myocardial band ($z = -0.79$, $p > 0.05$) and lactate ($z = -0.27$, $p > 0.05$) parameters between traditional and drop-set resistance training no statistically significant difference was detected. It has been determined that drop-set and traditional set resistance training models give equal damage on the muscle when applied with equal training volume and average equal intensity.

Keywords: Traditional set, Drop-set, Creatine kinase, Resistance training, Muscle damage

* Bu çalışma, birinci yazar danışmanlığında tamamlanan "Farklı kuvvet antrenmanlarının kreatin kinaz enzim aktivitesi ve kan parametrelerine etkisi" Yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

† Sorumlu Yazar: İbrahim ERDEMİR, E-posta: iboerdemir@gmail.com

GİRİŞ

Kas kütlesini ve kuvvetini artırmak için farklı kuvvet antrenman yöntemleri uygulamak etkili bir yöntem olarak kabul edilir (ACSM, 2011; Blazevich ve ark., 2007; Kraemer ve Ratamess, 2004). Antrenörler ve sporcular kas gücünü ve kas kütlesini optimal seviyeye çıkarabilmek veya bu kazanımlarını koruyabilmek için farklı antrenman sistemleri kullanırlar (Fleck ve Kraemer, 2014; Schoenfeld, 2011). Direnç antrenman sistemleri; şiddet, kapsam, sıklık, egzersizin tipi ve sırası, dinlenme aralıkları, egzersizin temposu gibi antrenman değişkenlerini vurgulayarak kas gücü ve hipertrofisini maksimum düzeye çıkarmayı hedefleyen çeşitli antrenman metotlarını kapsar (Angleri ve ark., 2017). Bu antrenman metotları birçok çalışma tarafından (Angleri ve ark., 2017; de Vasconcelos ve ark., 2021) deneysel olarak test edilerek geleneksel setler, dev setler, süper setler, pyramid, drop-set vb., olarak adlandırılmıştır.

Direnç antrenman sistemleri arasında en yaygın olanları geleneksel set ve drop-set'dir. Geleneksel sistem çoklu set sistemi olarak da bilinmektedir, aynı yükte birden fazla setten oluşur (Fleck ve Kraemer, 2014). Vücut geliştiriciler arasında popüler direnç antrenman sistemlerinden drop-set antrenman sistemi ise kas tükenmişliğine karşı yapılan setlerle karakterize edilir; başarısızlıktan sonra egzersiz yükü hemen azaltılır (Örneğin: ~%20), dinlenme aralığı verilmeden ya da kısa aralar verilerek bireylerin her sette kas yetmezliğine ek tekrarlar yapmasına izin verir (Bentes ve ark., 2012; de Vasconcelos ve ark., 2021; Fleck ve Kraemer, 2014). Kas yetmezliğine karşı yapılan setlerle, en yüksek hipertrofik potansiyele sahip olduğu gösterilen yüksek eşikli motor ünitelerin tüm spektrumunu devreye alacağı varsayılır (Schoenfeld ve Grgic, 2018a). Bu bağlamda, drop-set antrenman sisteminin her setinde gerçekleştirilen yüksek sayıda tekrar yüksek bir metabolik stres ürettiği ve total volüm artışı nedeniyle kas kütlesinde geleneksel sistemden daha fazla artışa neden olabileceği söylenmektedir (Mangine ve ark., 2015; Schoenfeld, 2013). Bunun yanında artan metabolik stres, Kreatin (Creatine) depolarının tükenmesine ve laktik asit formasyonunun artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kas metabolik streste (Kas içi ATP-CP ve Karbonhidrat depoları) artmakta ve metabolik bir kas hipertrophisine neden olmaktadır. Aynı zamanda kas hasarı ve kas yorgunluğu belirteçlerinin (Laktat, amonyak ve kreatin kinaz) artmasına neden olabilir (Gonzalez-Badillo ve ark., 2016; Moran-Navarro ve ark., 2017).

Direnç antrenman hacmi, genellikle tekrar sayısı x set sayısı x sıklık çarpımı olarak tanımlanır (McBride ve ark., 2009). Birçok araştırma çeşitli protokollerdeki direnç antrenman uygulamalarının toplam volümleri eşitlendiğinde benzer olma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Candow ve Burke, 2007; Schoenfeld ve ark., 2014; Tavares ve ark., 2017). Bununla birlikte, aynı yoğunluğu kullanan farklı direnç antrenman protokollerini karşılaştırırken, daha yüksek hacmin daha yüksek güç kazanımları ile sonuçlanabileceğini vurgulamak önemlidir (Krieger, 2009, Lasevicius ve ark., 2018; Peterson ve ark., 2005).

Farklı antrenman volümü ve değişen şiddet algısına ek olarak, farklı verimlilik oranlarına sahip direnç antrenmanı yöntemlerinin farklı metabolik ve endokrin tepkileri teşvik ettiği bilinmektedir (Hiscock ve ark., 2017; Schoenfeld, 2010; Walker ve ark., 2011). Metabolik ve endokrin tepkilerin nedeninin ise uygulanan direnç antrenmanı verimliliğinin bir sonucu olduğu öne sürülmüştür (McCaulley ve ark., 2009). Belirli bir süre içinde yüksek

volümü tamamlayan antrenman protokollerin daha büyük metabolik yanıtlar ortaya çıkardığı varsayılmıştır (Hooper ve ark., 2017). Egzersiz kaynaklı mikro kas hasarı, hücre zarının bozulması ve hücre dışı sıvı ve plazmaya sızmasıyla hücre hasara yol açar. Kreatin kinaz (KK), laktat dehidrogenaz (LDH), miyogloblin, iskelet kası mikro hasarının belirteçleri olarak yaygın şekilde kullanılmıştır (Chevion ve ark., 2003; Mougio, 2007; Pettersson ve ark., 2007). Bu enzimler ayrıca direnç antrenmanlarının adaptasyon etkinliğini ölçmek için bilimsel parametreler olarak önerilmiştir (Brancaccio ve ark., 2007, Da Silva ve ark., 2009).

Bugüne kadar yapılan kuvvet araştırmalarında geleneksel ve drop-set antrenmanlarının etkisini ortaya koyan sınırlı çalışma bulunmaktadır. Buna bağlı olarak bu araştırmada, genç erkeklerde Geleneksel ve Drop-set direnç egzersiz programının akut olarak Kreatin kinaz (KK), Kreatin kinaz miyokard bandı (KK-MB) ve Laktat dehidrogenaz (LDH) aktivitesinin incelenmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modelinde tasarlanmıştır. İlişkisel tarama modeli, iki ya da daha fazla değişken arasındaki değişimin ve bu değişimin derecesinin belirlenmesine olanak sağlar (Büyüköztürk, 2018).

Çalışma Grubu

Spor bilimleri fakültesinde okuyan ve rekreasyon amaçlı direnç antrenmanı yapan 10 erkek katılımcı çalışmaya dahil edildi. Katılımcılar çalışmaya katılmadan önce çalışma protokolü hakkında ayrıntılı bir açıklama içeren bilgilendirilmiş onam formunu okudular ve imzaladılar. Ayrıca katılımcılardan, çalışma süresi boyunca beslenme alışkanlıklarını değiştirmemeleri, kalori kısıtlamasına gitmemeleri, besin takviyeleri veya ergojenik yardımcıları vb. almamaları istendi ve bunun için sürekli olarak izlendi. Testten önceki 48 saat boyunca kafein veya ağır yorucu egzersiz çalışmasından kaçınmaları istendi.

Veri Toplama Aracı

Vücut kütle indeksi ve vücut yağ yüzdesi: Biyoelektrik empedans yöntemi ile vücut yağ yüzdesi, vücut kitle indeksi (VKİ) "Tanita BC 545 N" cihazı ile yapıldı.

Egzersiz Ekipmanı: Antrenmanlarda ve ölçümlerde profitness izotonik plakalı sistem ekipmanları, Olimpik barlar (20 kg) ve ağırlık plakaları (20, 15, 10, 7.5, 5, 2.5, ve 1 kg) kullanıldı.

Algılanan zorluk derecesi: Rating of Perceived Exertion (RPE) Borg Skalası (6-20) kişinin egzersiz toleransını izlemek için kullanılan bir göstergedir. Borg skalası katılımcının egzersiz sırasında hissettiği yorgunluğu belirlemek için kullanılır.

Kan alımı ve Biyokimyasal Analiz: Antrenmanın hemen öncesinde ve sonrasında katılımcıların her birinden alınan kan örnekleri (ön kol veninden 5 mL), analiz için EDTA'lı

tüplerde toplandı. Tüm kan örnekleri +4°C'de 4500 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra elde edilen serumlar analiz edilinceye kadar -80°C'de saklandı. Kreatin kinaz (U/L) analizleri, Roche Modüler P800 analizör (Roche Diagnostics GmbH Corp., İsviçre) kullanılarak belirlendi. CK-MB ve TSH ise Roche Cobas e-601 cihazında ölçülerek tespit edildi.

Kan laktat örnekleri antrenmanda ısınmadan hemen önce (ön-test) ve antrenmandan hemen sonra (son-test) alındı. Numune alma noktası olarak kulak memesi belirlendi. Kulak memesinden (0,5 µl kan) alınan kan doğrudan LactatScout (LSP, SensLab GmbH, Almanya) ile analiz edildi. Her numune iki kez analiz edildi ve sonraki istatistiksel analizler için ortalama hesaplandı.

Bir Tekrar Maksimum (TM) (Repetition Maximum Testing) Testi: Her egzersiz değerlendirmesinden önce katılımcılara vücut pozisyonu ve her hareketin başlama ve bitirme noktaları dahil olmak üzere uygun teknik (bench-press, leg press, hack squat ve shoulder press) öğretildi. Doğru sonuçlar elde edebilmek için test prosedürü katı bir şekilde uygulandı. Katılımcılar, tahmini maksimumlarının %40 ila %60'ında 5-10 tekrarla ısındı. Kısa bir dinlenme süresinden sonra, yük, katılımcıların tahmini maksimumunun %60 ile %80'ine yükseltildi ve 3-5 tekrar tamamlanmaya çalışıldı. Bu noktada yüke hafif ağırlıklar eklendi ve 1TM kaldırma denendi. Amaç, 3 ila 5 denemede katılımcıların 1TM'sini belirlemektir. Katılımcıların her 1TM denemelerinden önce yeterince dinlenme aralıkları (en az 3-5 dakika) verildi. Katılımcılar test sırasında en iyi performansı elde etmek için sözlü olarak cesaretlendirildi (Kramer ve Fry, 1995).

Verilerin Toplanması

Direnç Antrenmanları: Araştırmada uygulanması planlanan antrenmanlar aşağıdaki plan doğrultusunda uygulanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Direnç antrenman programları

Toplam antrenman süresi: 90dk									
Isınma									
Genel Isınma		: 15dk jogging, 10 dk stretching							
Özel Isınma		: Her hareketin öncesinde 1TM'nin %50'si ile 1 set, 15 tekrar							
Ana Bölüm									
Geleneksel Direnç Antrenmanı					Drop-Set Antrenmanı				
<i>Egzersiz</i>	<i>Isınma</i>	<i>1. set</i>	<i>2. set</i>	<i>3. set</i>	<i>Egzersiz</i>	<i>Isınma</i>	<i>1. Set</i>	<i>2. Set</i>	
	%40	%80	%80	%80		%40	%90 x %80 x %70	%90 x %80 x %70	
Bench-press	15tekrar	8TM	8TM	8TM	Bench-press	15tekrar	4TMx4TMx4TM	4TMx4TMx4TM	
Leg Press	15tekrar	8TM	8TM	8TM	Leg Press	15tekrar	4TMx4TMx4TM	4TMx4TMx4TM	
Hack Squat	15tekrar	8TM	8TM	8TM	Hack Squat	15tekrar	4TMx4TMx4TM	4TMx4TMx4TM	
Shoulder Press	15tekrar	8TM	8TM	8TM	Shoulder Press	15tekrar	4TMx4TMx4TM	4TMx4TMx4TM	
<i>Geleneksel: Egzersizler; 1TM'nin %80'i yük ile 3 set 8TM direnç egzersizi uygulandı. Antrenmanlar direnç egzersizleri ölçütlerine uygun bir şekilde yapıldı.</i>					<i>Drop-Set: Egzersizler; 1TM'nin %90'ı yük ile 4TM devamında %80'i yük ile 4TM devamında %70'i yük ile 4TM direnç egzersizi aralıksız tamamlandı. Ağırlık eksiltmelerinde katılımcıların dinlenmesine müsaade edilmemiş, ağırlık aralıksız eksiltildi.</i>				
<i>Antrenman Volümü: 1920</i>					<i>Antrenman Volümü: = 1920</i>				
<i>Toplam Dinlenme: 36dk</i>					<i>Toplam Dinlenme: 28dk</i>				
Set arası: 2 dakika / Hareketler arası: 5 dakika dinlenme					Schoenfeld & Grgic, (2018b)				
Soğuma									
15 dk jogging / 10 dk stretching									

Çalışma 6 haftalık süreci kapsadı. Katılımcılardan ilk egzersiz gününden 72 saat önce ve ölçümlerim yapıldığı haftalarda (5. ve 6. hafta) yorucu egzersizler yapmamaları istendi.

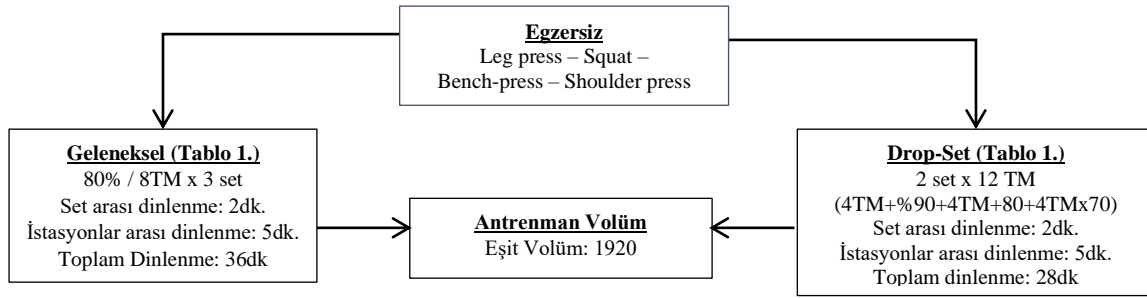
İlk 3 hafta test öncesinde katılımcılara (haftada 3 gün, 9 antrenman) belirlenen hareketlerin (bench-press, shoulder press, leg press, hack squat) anatomik adaptasyon programı uygulandı.

4. Hafta katılımcıların, vücut ağırlığı ve boy elektronik bir tartı (708 Seca, Hamburg, Almanya) ile ölçüldü. Vücut kütle indeksi (BMI) ve vücut yağ yüzdesi biyo-empedans elektrik yöntemi kullanılarak Tanita Vücut Kompozisyon Analiz Cihazı BC-418 ile ölçüldü. Daha sonra katılımcıların belirlenen hareketlerdeki 1 tekrar maksimumları (TM) belirlendi.

5. Hafta Maksimal tekrar belirlemesinden bir hafta sonra tüm denekler geleneksel direnç antrenmanı olarak 1RM ağırlıklarının (1RM) %80'i ile 8 tekrar 3 set çalıştırıldı.

6. Hafta ise drop-set direnç antrenmanı (1RM)'ın 4 tekrar %90, 4 tekrar %80, ve 4 tekrar %70 toplam 12 tekrar, 2 set çalıştırıldı.

Her iki antrenman metodunda bench press, leg press, hack squat ve shoulder press çalışmalar uygulandı. Kaldırılan toplam ağırlık her iki antrenman metodu için eşit olacak şekilde hesaplandı. Setler arasında 2 dakika, hareketler arası geçişte ise 5 dakika dinlenme aralıkları verildi. Antrenman süresi ortalama 90 dakika belirlendi.



Şekil 1. Araştırma dizaynı

Katılımcıların antrenman öncesinde (ön-test) ve sonrasında (son-test) kan alınarak CK, CK-MB, ve laktat değerleri tespit edildi. Direnç antrenmanlarının zorluk derecesini belirlemek için deneklere, Borg Skalası (Borg RPE Scale) uygulandı. Bunların yanında sadece ilk kan alımında kan ölçümlerinde TSH hormonunun biyokimyasal olaylar için düzenleyici etkisinden dolayı kandaki seviyesine bakıldı (Şekil 1).

Araştırma Etiği

Çalışma, güncel Helsinki Bildirgesi'nde belirtilen ve araştırmalarda insan deneklerin kullanımına ilişkin standartlara uygun olarak yapıldı ve aynı zamanda Uludağ Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Karar No: 2013-17/11).

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin betimleyici istatistikleri özetlendi. Normallik için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Verilerin dağılımı normal olmadığı belirlendi. Ön- ve son-test değişkenleri arasındaki farklılıkların önemliliğinin belirlenmesinde Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, geleneksel set ve drop-set antrenmanı karşılaştırılmasında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Sonuçlar %95 ve %99 güven aralığında, $p \leq 0.05$ ve $p \leq 0.01$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Araştırmamızda yer alan katılımcıların, yaş (\bar{X} =20.10, S =0.74 yıl), boy (\bar{X} =176.10, S =4.72 cm), Vücut ağırlıkları (\bar{X} =67.41, S =3.09 kg), vücut yağ % (\bar{X} =6.81, S =4.69 %), Vücut kütle indeksi (BMI) (\bar{X} =21.79, S =1.5 kg/m²) ve TSH değerleri (\bar{X} =1.41, S =0.62 mIU/L), olarak tespit edildi.

Araştırmamızda yer alan katılımcıların geleneksel ve drop-set antrenmanlarında CK, CK-MB ve laktat parametrelerinin ön- ve son-test karşılaştırması Tablo 2’de yer almaktadır.

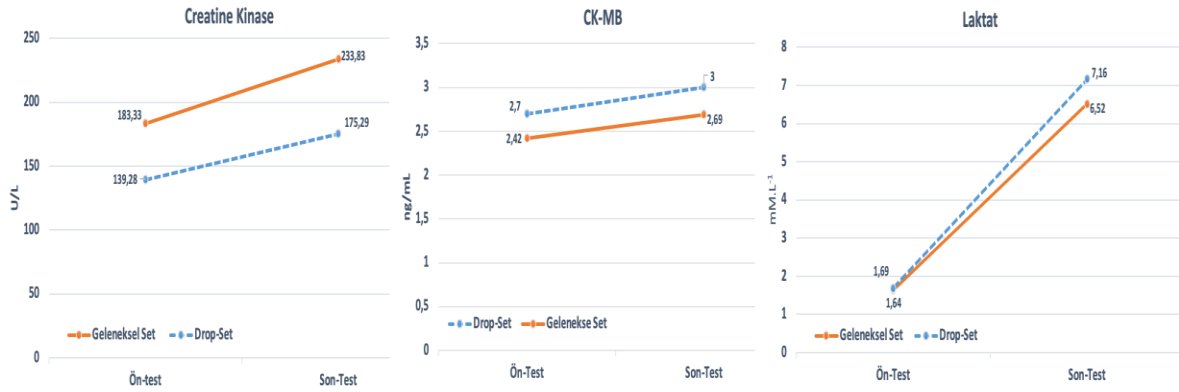
Tablo 2. Geleneksel ve drop-set ön- ve son-test CK, CK-MB ve laktat parametreleri

Parameters	Drop-Set Antrenmanı			Geleneksel Direnç Antrenmanı		
	Ön-test $\bar{X}\pm S$	Son-test $\bar{X}\pm S$	%	Ön-test $\bar{X}\pm S$	Son-test $\bar{X}\pm S$	%
CK (U/L)	139.28±40	175.29±39.35*	25.84	183.33±92.21	233.83±86.66*	27.54
CK-MB (ng/mL)	2.70±1.48	3.00±1.46*	11.11	2.42±1.39	2.69±1.76*	10.04
Laktat (mM.L ⁻¹)	1.69±0.52	7.16±1.92*	323.66	1.64±0.32	6.52±1.49*	297.56

* $p<0.05$

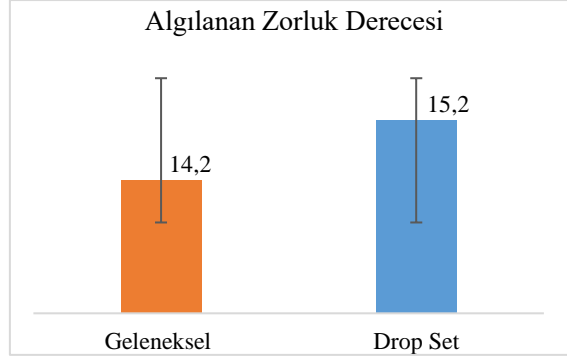
Geleneksel ve drop-set antrenmanların CK, CK-MB ve laktat değerlerinde ön- ve son-test arasında anlamlı ($p<0.05$) artışlar bulundu. CK, CK-MB ve laktat parametrelerinin drop-set ve geleneksel antrenman ön- ve son-test arasındaki değişim yüzdesel olarak da her iki antrenmandaki artış yüzdeleri birbirleri ile paralellik gösterdi (Tablo 2).

Araştırmamızda yer alan katılımcıların geleneksel ve drop-set antrenmanlarında CK, CK-MB ve laktat ortalamaları Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Geleneksel ve drop-set direnç antrenmanı CK, CK-MB ve laktat ortalamaları

Geleneksel ve Drop-set direnç antrenmanları arasındaki farklılığı tespit etmek için Mann-Whitney U testi uygulandı, CK-Kreatin kinaz ($z=-0.76$, $p>0.05$), CK-MB ($z=-0.79$, $p>0.05$) ve laktat ($z=-0.27$, $p>0.05$) parametreleri karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (Şekil 2).



Şekil 3. Geleneksel ve drop-set direnç antrenmanı algılanan zorluk derecesi (AZD)

Araştırmada yer alan katılımcıların geleneksel ve drop-set antrenmanları sonrasında algılanan zorluk dereceleri (AZD) incelendiğinde; geleneksel direnç antrenmanı sonrasında AZD, $\bar{X}= 4.20$, $S=1.69$ ve drop-set direnç antrenmanı sonrasında AZD, $\bar{X}=15.20$, $S=1.93$ olarak tespit edildi. Geleneksel ve drop-set direnç antrenmanları AZD karşılaştırmasında $z=-1.49$, $p\leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak iki antrenman arasında herhangi bir fark tespit edilmedi (Şekil 3).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Direnç egzersizi, kas dokusunda bölgesel hasarına neden olur. Eksantrik kas gerilimleri, sürekli olarak en büyük kas gerilimi ürettikleri için, iskelet kas hasarının etiolojisinde en önemli rolü oynamaktadır (Brancaccio ve ark., 2008). CK'nın üç sitoplazmik izoformunu tanımlanmıştır: CK-MM, CK-MB ve CK-BB. CK-MM, özellikle ATP tüketiminin yüksek olduğu bölgelerde, kas liflerinin çeşitli alanlarında bulunur. Daha spesifik olarak, önemli bir CK-MM fraksiyonu (%5-10) miyofibriler M-çizgisi yapısına lizin kalıntıları çiftleri ile bağlanır. CK'nın üç sitoplazmik izoformuna ek olarak, iki mitokondriyal izoenzim (sarkomerik ve sarkomerik olmayan) vardır. Dağılımları nedeniyle, farklı CK izoformları doku hasarının yeri hakkında spesifik bilgiler sağlar. Örneğin, akut miyokard enfarktüsünden sonra dolaşımdaki CK-MB yükselir (Borrayo ve ark., 2006, Koch ve ark., 2014).

Bu bilgiler araştırmamızın bulgularındaki geleneksel ve drop-set direnç antrenman modellerinin ön- ve son-testleri arasındaki CK ve CK-MB artışının temeline ışık tutacaktır. Araştırmamızın protokolünde katılımcılar her iki antrenman modelinde de eşit volümde ağırlığa maruz kaldılar. Eşit antrenman volümü geleneksel direnç antrenmanında 3 x 8TM (%80), drop-set antrenmanında 2 x 12TM (4TM (%90) + 4TM (%80) + 4TM (%70)) olarak uygulandı. Antrenmanların şiddeti ortalamada eşit gözükse de uygulamada geleneksel antrenmanda sabit şiddet yüzdesinde, fakat drop-set antrenmanında ise farklı yüzdelerde azaltarak yükleme yapılmıştır.

Direnç antrenman volümü genellikle tekrar sayısı X set sayısı X şiddetin yükün ürünü olarak tanımlanır, ancak volüm veya toplam işi belirten farklı biçimler de mevcuttur (McBride ve ark., 2009). Bu araştırma kapsamında, antrenman volümü, bir antrenman programında gerçekleştirilen toplam işi artırabilen bir faktör olarak kabul edilir. Diğer antrenman

değişkenleri ile karşılaştırıldığında egzersiz şiddetinin kas kuvvetini modüle eden baskın değişken olduğu görülür (Borde ve ark., 2015). Bununla birlikte, aynı şiddeti kullanan farklı direnç antrenman protokollerini karşılaştırırken, yüksek volümün yüksek güç kazanımlarıyla sonuçlanabileceğini vurgulamak önemlidir (Krieger, 2009; Peterson ve ark., 2005; Peterson ve ark., 2004; Rhea ve ark., 2003).

Düşük volümlü direnç antrenmanı, son zamanlarda birçok antrenörler ve araştırmacılar arasında zamandan kazanmak amacı veya antrenmanı sıkıcı kılmamak adına tercih edilmektedir (Figueiredo ve ark., 2018). Literatür, direnç antrenman volümünün kas hipertrofisi ve sağlık üzerinde ciddi faydaları olduğunu belirtmekle birlikte zararlı olabilecek seviyeleri de bilinmemektedir (Figueiredo ve ark., 2018).

CK seviyesi, egzersizin volümü ve şiddetindeki belirgin değişikliklere yanıt verir. Bu nedenle, alışılmadık ve eksantrik egzersiz türlerinden sonra CK seviyeleri önemli ölçüde artabilir. Bu CK seviyesindeki artışlar öncelikle güç ve hız-kuvvet egzersiz stresi için geçerlidir (Urhausen ve Kindermann, 2000).

Ağırlık antrenman programlarını değerlendirmek için kreatin kinaz (CK) uygulamaları kullanılabilir. CK seviyelerini uygun seviyelerde tutmak, yalnızca aşırı antrenmanı önlemekle kalmaz, aynı zamanda toparlanmayı optimize edebilir ve performansı artırabilir. Bu değerlerin, performans gelişimi veya aşırı antrenman ile sonuçlanan çalışmaların CK seviyeleri ile karşılaştırılması, programların potansiyel etkinliğini değerlendirmek için kullanılabilir (Giechaskiel, 2020).

Araştırmamızın bulguları incelendiğinde uyguladığımız geleneksel ve drop-set antrenman modellerinin ön- ve son-test sonuçları katılımcıların CK, CK-MB ve Laktat değerlerinin antrenmana bağlı etkilendiğini bize göstermektedir. Fakat direnç antrenmanında kas hasarı göstergesi kabul edilen CK, CK-MB ve Laktat değerleri arasında geleneksel direnç antrenmanı ile drop-set antrenman modeli arasında anlamlılık göstermemiştir. Uyguladığımız iki antrenman modelinin ön- ve son-test CK, CK-MB ve Laktat değerlerine bakıldığında, her iki antrenman modelinde katılımcılarda benzer artışlar tespit edilmiştir. Borg skalası algılanan zorluk derecesi sonuçları da iki antrenman arasında psikolojik olarak da farklılık olmadığını bize göstermektedir. Araştırmamızda iki antrenman modeli arasındaki farklılık Drop-set'in 2 set ve daha az sürede tamamlanması Geleneksel antrenman modelinin ise 3 set ve zaman olarak daha uzun sürede uygulanmasıdır. Yani uzun süren stabil bir şiddet ile kısa süreli süren aynı şiddet ve kapsam CK, CK-MB ve Laktat değerlerinde eşit sonuçlar ortaya koymuştur.

Çalışmamızın sınırlıklarına bakıldığında araştırmamızda akut veriler incelenebilmiştir. Bu nedenle, bu tepkileri egzersizden sonraki 24 ve 48 saat gibi daha uzun bir süre analiz etmek farklı sonuçları elde etmemizi sağlayabilir. Benzeri çalışma uzun süreli uygulanabilir. Elit sporcularda uygulanması farklı sonuçlar elde etmemizi sağlayabilir. Bunun yanında denek sayısı yüksek olan çalışmalar farklı sonuçları verebilir. Yüzeysel electromyography (EMG) benzeri araştırmada kullanıldığında CK verilerini destekleyebilir.

Sonuç olarak, drop-set ve geleneksel antrenman modelleri eşit volümler ile uygulandığında Laktat, ve CK-MB ön- ve son-test değerlerinde anlamlı artışlar tespit edildi. Fakat drop-set ve geleneksel antrenmanların kas hasarı enzim aktivitelerinin benzer olduğu

belirlendi. Aynı zamanda her iki antrenman yönteminde algılanan zorluk derecelerinde birbirleri arasında fark olmadığı, iki antrenman yönteminin zorluk seviyelerinin aynı olduğu tespit edildi.

Çıkar Çatışması: Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Araştırma Dizaynı İE, RFK; İstatistik analiz RFK, İE; Makalenin hazırlanması, İE, RFK; Verilerin Toplanması RFK, İE tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Etik Kurul İzni ile ilgili Bilgiler

Kurul Adı: Uludağ Üniversitesi Klinik Araştırmalar

Tarih: 01/10/2013

Sayı/Karar No: 2013-17/11

KAYNAKLAR

ACSM, (2011). American College of Sports Medicine position stand, quantity and quality of exercise for developing and

maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine Science Sports Exercise*, 43, 1334–1359. <https://doi.org/0.1249/mss.0b013e318213fefb>

- Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, 117(2), 359-369. <https://doi.org/0.1007/s00421-016-3529-1>
- Borrayo-Sánchez, G., Sosa-Jarero, F., Borja-Terán, B., Isordia-Salas, I., & Argüero-Sánchez, R. (2006). Qualitative determination of markers for myocardial necrosis during pre-hospital admission for acute coronary syndrome. *Cirugia Y Cirujanos*, 74(4), 231-235. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm04>
- Bentes, C. M., Simão, R., Bunker, T., Rhea, M. R., Miranda, H., Gomes, T. M., et al. (2012). Acute effects of drop-sets among different resistance training methods in upper body performance. *Journal of Human Kinetics*, 34, 105-118. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0069-6>
- Blazevich, A.J., Cannavan, D., Coleman, D.R., & Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *Journal of Applied Physiology*, 103, 1565–1575. <https://doi.org/0.1152/jappphysiol.00578.2007>
- Borde, R., Hortoba, T., Granacher, U. (2015). Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45, 1693–720. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0385-9>
- Brancaccio, P., Maffulli, N., Buonauro, R., & Limongelli, F. M. (2008). Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clinics in Sports Medicine*, 27(1), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2007.09.005>
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F.M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Medicine Bull*, 81(2), 209-230. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>
- Büyükoztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Atf İndeksi.
- Candow, D.G., & Burke, D.G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 204–207. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2007.09.005>
- Chevion, S., Moran, D.S., Heled, Y., Shani, Y., Regev, G., Abbou, B., et al. (2003). Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 5119-5123. <https://doi.org/10.1073/pnas.0831097100>
- Da Silva, D. P., Curty, V. M., Areas, J. M., Souza, S. C., Hackney, A. C., & Machado, M. (2009). Comparison of delorme with Oxford resistance training techniques: effects of training on muscle damage markers. *Biology of Sport*, 27, 77-81. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2007.09.005>
- De Vasconcelos Costa, B. D., Ferreira, M. E. C., Gantois, P., Kassiano, W., Paes, S. T., de Lima-Júnior, D., et al. (2021). Acute effect of drop-set, traditional, and pyramidal systems in resistance training on neuromuscular performance in trained adults. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 991-996. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003150>
- Figueiredo, V. C., de Salles, B. F., & Trajano, G. S. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: The Most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48, 499-505. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0793-0>
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*. Human Kinetics.
- Giechaskiel, B. (2020). A Simple creatine kinase model to predict recovery and efficiency of weight lifting programs. *Journal of Sports and Physical Education*, 7(1), 38-45. <https://doi.org/10.9790/6737-7013845>
- Gonzalez-Badillo, J.J., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Ribas, J., Lopez-Lopez, C., Mora-Custodio, R., et al. (2016). Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure. *International Journal of Sports Medicine*, 37, 295–304. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1564254>
- Hiscock, D.J., Dawson, B., Clarke, M., & Peeling, P. (2017). Can changes in resistance exercise workload influence internal load, countermovement jump performance and the endocrine response?. *Journal Sports Science*, 36(2), 191-197. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1290270>
- Hooper, D.R., Kraemer, W.J., Focht, B.C., Volek, J.S., DuPont, W.H., Caldwell, L.K., et al. (2017). Endocrinological roles for testosterone in resistance exercise responses and adaptations. *Sports Medicine*, 47, 1709-1720. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0698>

- Koch, A. J., Pereira, R., & Machado, M. (2014). The creatine kinase response to resistance exercise. *Journal Musculoskeletal Neuronal Interact*, 14(1), 68-77. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002122>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>
- Krieger, J.W. (2009). Single versus multiple sets of resistance exercise: A Meta-regression. *Strength and Conditioning Journal*, 23, 1890-901. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b370be>
- Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., et al. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Sport Science*, 18(6), 772-780. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450898>
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., Jajtner, A. R., et al. (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance trained men. *Physiological Reports*, 3(8), Article e12472. <https://doi.org/10.14814/phy2.12472>
- McBride, J.M., McCaulley, G.O., & Cormie, P. (2009). Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 106-10. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818efdfc>
- McCaulley, G.O., McBride, J.M., Cormie, P., Hudson, M.B., Nuzzo, J.L., Quindry, J.C., et al. (2009) Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 105, 695-704. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0951-z>
- Moran-Navarro, R., Perez, C.E., Mora-Rodriguez, R., de la Cruz-Sanchez, E., Gonzalez-Badillo, J.J., Sanchez-Medina, L., et al. (2017). Time course of recovery following resistance training leading or not to failure. *European Journal Sport Science*, 117, 2387-2399. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3725-7>
- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Journal Sports Medicine*, 41, 674-678. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0870-z>
- Peterson, M.D., Rhea, M.R., & Alvar, B.A. (2004). Maximizing strength development in athletes: A Meta-analysis to determine the dose- response relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 377-82. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000958>
- Peterson, M.D., Rhea, M.R., & Alvar, B.A. (2005). Applications of the dose- response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 950-958. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3725-7>
- Petterson, J., Hindorf, U., Persson, P., Bengtsson, T., Malmqvist, U., Werkström, V., et al. (2007). Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 65, 253-259. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Rhea, M.R., Alvar, B.A., Burkett, L.N. (2003). A Meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine Science Sports Exercise*, 35, 456-64. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000053727.63505.D4>
- Schoenfeld, B. (2011) The Use of specialized training techniques to maximize muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, 33, 60-65. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182221ec2>
- Schoenfeld, B., & Grgic, J. (2018a). Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal*, 40(4), 107-112. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000363>
- Schoenfeld, B., & Grgic, J. (2018b). Can drop set training enhance muscle growth?. *Strength and Conditioning Journal*, 40(6), 95-98. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000366>
- Schoenfeld, B.J. (2010) The Mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2857-2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
- Schoenfeld, B.J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine*, 43, 179-194. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0017-1>
- Schoenfeld, B.J., Contreras, B., Willardson, J.M., Fontana, F., & Tiryaki- Sonmez, G. (2014). Muscle activation during low- versus high- load resistance training in well-trained men. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 2491-2497. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2976-9>

- Tavares, L.D., de Souza, E.O., & Ugrinowitsch, C. (2017). Effects of different strength training frequencies during reduced training period on strength and muscle cross-sectional area. *European Journal Sport Science*, 17, 665–72. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1298673>
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2000). Aktuelle Marker für die Diagnostik von Überlastungszuständen in der Trainingspraxis. *The German Journal of Sports Medicine*, 51, 226–33. <https://doi.org/10.1007/s00132-021-04072-1>
- Walker, S., Taipale, R.S., Nyman, K., Kraemer, W.J., & Häkkinen, K. (2011) Neuromuscular and hormonal responses to constant and variable resistance loadings. *Medicine Science Sports Exercise*, 43, 26–33. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e71bcb>



Bu eser **Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı** ile lisanslanmıştır.