

10-12 Yaş Atlet Çocuklarda 8 Haftalık Pliometrik Antrenmanın Koşu Tekniği, İvmelenme ve Kuvvet Üzerine Etkisi

Veli Volkan GÜRSER  Sare DÜNDAR  Gizem BAŞKAYA  Mustafa ALTUNSOY 
Hacı Ahmet PEKEL 

ORJİNAL ARAŞTIRMA

Özet

Bu çalışma atletizm branşıyla ilgilenen, 10-12 (10,79±0,81 yıl) yaş atletlere uygulanan 8 haftalık pliometrik antrenmanın, atletlerin koşu tekniği, ivmelenme ve kuvvet parametreleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amacı ile yapılmıştır. Sporcular deney (n=15) ve kontrol (n=14) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubunda yer alan atletlere 8 hafta süreyle haftada 2 gün kendi antrenmanlarına ek olarak 30-35 dakikalık pliometrik antrenman yaptırılmıştır. Deney grubunun pliometrik antrenman yükleri haftalık ve kademeli olarak arttırılmıştır. Pliometri antrenmanlarında sıçramalar için engeller ve kutular kullanılmıştır. Kontrol grubundan ise kendi antrenmanlarına devam etmeleri istenmiştir. Katılımcıların antropometrik ölçümleri; kilo 37,58±8,19 (kg), boy 1,46±0,09 (cm) olarak kaydedilmiştir. Sürat değerleri 20m. sprint testi, kuvvet değerleri karşı hareket sıçraması, squat sıçrama, multiple 5 bounce test ile değerlendirilirken, 10-15 metre aralığındaki koşu adımları, çift adım uzunlukları ve 10-15 metre ivmelenmelerine dair koşu analizleri KINOVEA yazılım programı ile analiz edilmiştir. 5 metrelik alanın kalibrasyonu, elde edilen görüntülerle uygulama üzerinden yapılmıştır. Kamera çekimleri Iphone 11 marka telefon ile yapılmıştır. Koşu analizlerinde kamera çekimleri ve değerlendirmeler 2D olarak yapılmıştır. Sporcuların koşu analizleri 20 metrelik alanda gerçekleştirilmiştir. Her sporcu baskın ayakları önde olacak şekilde koşuya başlamıştır. 20 metre sprint testi saniye cinsinden kaydedilmiştir. İvmelenme bölümü olarak değerlendirilen 20 metre koşusunun 10-15 metre aralığındaki 5 metrede kinematik değişkenler analiz edilmiştir. Squat sıçrama ve karşı hareket sıçrama analizleri My Jump Lab2 uygulaması ile yapılmıştır. Sıçrama verileri santimetre cinsinden kaydedilmiştir. Multiple 5 bounce testi ise tartan pist üzerinde sporcuların sıçrama mesafelerinin metre cinsinden kaydedilen veriler üzerinden analiz edilmiştir. Katılımcıların ön testleri çalışma başlangıcından 24 ve 48 saat önce toplamda iki gün olacak şekilde, çalışma sonunda da son test ölçümleri son antrenmandan 24 ve 48 saat sonra alınmıştır. Verilerin istatistikinde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılmıştır. Pliometrik antrenman uygulamasının koşu teknik ve kuvvet parametreleri bağlamında anlamlı bir fark olup olmadığı Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Betimsel analizler için kontrol ve deney grubunun ön test değerleri Bağımsız Örneklem t Testi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel veriler değerlendirilirken anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol grubunun ön test ölçümleri arasında istatistiksel bir farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). Atletlerin pliometrik antrenman sonrasındaki ölçümlerinde kontrol ve deney grubu arasında adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, 20 metre süreleri, 10-15 metre süreleri, 10-15 metre ivmelenmeleri, karşı sıçrama ve multiple 5 bounce değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$), squat sıçramalarında pliometri grup değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre pliometrik antrenmanın küçük yaş grubu atletlerde koşu tekniğinin biyomekanik çıktılarına sınırlı derecede etkilediği ancak kuvvet çıktısı olarak belirlenmiş olan parametrelerde istatistiksel olarak pozitif yönde etki ettiği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Atletizm, Pliometrik , Adım boyu

**Öğr. Gör. Sare DÜNDAR ,Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Manyas Meslek Yüksek Okulu, Balıkesir-Türkiye, sbastanci@bandirma.edu.tr

The Effect of 8-Week Plyometric Training on Running Technique, Acceleration and Strength in 10-12 Year Old Athlete Children

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of 8-week plyometric training on running technique, acceleration and strength parameters of athletes aged 10-12 ($10,79 \pm 0,81$) years who were interested in track and field. The athletes were divided into two groups as experimental ($n=15$) and control ($n=14$). The athletes in the experimental group were given 30-35 minutes of plyometric training in addition to their own training 2 days a week for 8 weeks. The plyometric training loads of the experimental group were increased weekly and gradually. Hurdles and boxes were used for jumps in plyometric training. The control group was asked to continue their own training. Anthropometric measurements of the participants were recorded as weight $37,58 \pm 8,19$ (kg), height $1,46 \pm 0,09$ (cm). While speed values were evaluated with the 20m. sprint test, strength values were evaluated with the countermovement jump, squat jump, multiple 5 bounce test, running analysis of running strides in the range of 10-15 meters, step lengths and accelerations of 10-15 meters were analyzed with the KINOVEA software program. The calibration of the 5-meter area was made through the application with the images obtained. Camera shots were taken with an Iphone 11 phone. The pre-tests of the participants were taken 24 and 48 hours before the beginning of the study for a total of two days, and the post-test measurements were taken 24 and 48 hours after the last training at the end of the study. In running analyzes, camera shots and evaluations were made in 2D. Running analyses of the athletes were performed in a 20-meter area. Each athlete started running with their dominant foot in front. The 20-meter sprint test was recorded in seconds. Kinematic variables were analyzed in the 5-meter interval between 10-15 meters of the 20-meter run, which is considered as the acceleration section. Squat jump and countermovement jump analyses were performed with My Jump Lab2 application. Jump data were recorded in centimeters. The Multiple 5 bounce test was analyzed through the data recorded in meters of the athletes' jumping distances on the tartan track. Repeated measures analysis of variance was used in the statistics of the data. One-way Analysis of Variance (ANOVA) was used to evaluate whether there was a significant difference between plyometric training and running technique and strength parameters. For descriptive analyses, the pre-test values of the control and experimental groups were evaluated with Independent Sample t Test. The significance level was evaluated as $p < 0.05$ when statistical data were evaluated. There was no statistical difference between the pre-test measurements of the experimental and control groups ($p > 0,05$). In the measurements of the athletes after plyometric training, there was no statistically significant difference between the control and experimental groups in the step length, running stride, 20-meter times,, 10-15-meter times, 10-15-meter accelerations, counter jump and multiple 5 bounce values ($p > 0.05$), while the plyometric group values were statistically significant in squat jumps ($p < 0.05$). According to these results, it is seen that plyometric training has a limited effect on the biomechanical outputs of running technique in young age group athletes, but it has a statistically positive effect on the parameters determined as strength output.

Keywords: Athletics, Plyometric, Step length

Giriş

Pliometrik antrenman atletik performansı arttırmak için kas kasılma döngüsünü çok hızlı uygulamaya dayanan özgün bir kuvvet egzersiz metodudur (Atabek, Çolak ve Açıkada, 2010). Eksantrik fazın ardından konsantrik kasılmanın en kısa sürede sergilendiği sprint koşusunda önemli rol oynayan uzama kısılma döngüsünü (SSC) geliştirir (Lloyd, Meyers ve Oliver, 2011; Lloyd ve Oliver, 2012). SSC dönüşümlü spor dallarında kasların ürettiği güç potansiyelinin optimizasyonunu sağlayarak, sporcuların patlayıcı kuvvetlerinin artırılmasında önemli bir katkı sunar. Özellikle sporcuların daha fazla kuvvet üretimi ve ivmelenme gücü üretmesini sağladığı için yarışlar sırasında sprint performansının ve verimliliğinin artmasına yol açar (Maulder ve Trewin, 2013; Civan ve Bozkurt, 2024). Bu nedenle sıklıkla antrenörler tarafından tercih edilir. Pliometrik antrenmanların etkilerinin kapsamlı olarak araştırılması, spor bilimleri alanında ilgi çeken araştırma konusu haline gelmiştir. Çeşitli çalışmalar, bu tür antrenmanların yalnızca fiziksel yetenekleri değil, aynı zamanda teknik becerileri de geliştirme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Oxfeldt vd., 2019; Van de Hoef vd., 2019). Pliometrik antrenmanlar sporcuların hız ve güç performanslarını geliştirmede önemli bir araç olarak genel kabul görmektedir. Bu nedenle, antrenman programlarının etkin bir biçimde dahil edilmesi, sporcuların potansiyellerini maksimuma çıkarmalarına katkıda bulunmaktadır (Ross vd., 2001; Ramírez-delaCruz vd., 2022).

Pliometrik antrenmanın sprint koşu mekaniğini etkilediği mekanizmalar çeşitli ve çok yönlüdür. Temel faktörler arasında kas kasılma hızını ve gücünü en üst düzeye çıkaran merkezi sinir sistemi katılımı; yüksek hızlı hareketler sırasında kuvvet iletimini iyileştiren kas-tendon sertliğinin artırılması; ve daha kısa zemin temas süreleri ve daha uzun adım uzunlukları için kritik olan yüksek bir kuvvet uygulama oranının geliştirilmesi yer alır (Denton, 2023). Çalışmalar, yatay yer değiştirmenin pliometrik egzersizlere dahil edilmesinin, geleneksel dikey pliometrik egzersizlere kıyasla sprint sürelerinde önemli iyileştirmeler sağlayabileceğini göstermektedir (Ramírez-delaCruz vd., 2022). Pliometrik antrenmanlar biyomekanik değişimleri ortaya çıkarmaktadır (Rimmer vd., 2000). Buna göre sprint koşusunun ilk hızlanma evresi için ihtiyaç duyulan güç alt ekstremité kas kasılmaları sırasında kaslarda depo edilen elastik enerji kullanma yeteneği ve artan kuvvet üretim kapasitesi ile açıklanır (Denton, 2023). SSC gelişimi sprint tekniğinde minimum sürede maksimum kuvvet uygulamasına olanak tanıyan gelişmiş nöromusküler verimlilik ortaya çıkarır (Christou vd., 2006; Comfort, vd, 2014). Pliometrik antrenman, adım uzunluğu ve sıklığındaki değişiklikleri içeren sprint kinematiğini olumlu yönde etkiler. Pliometrik egzersiz yapan sprinterler genellikle daha uzun adımlar ve artan adım sıklığı sergilerler; bunların ikisi de daha hızlı sprint sürelerine katkıda bulunur (Uzun ve Sofuoğlu, 2023). Pliometrik egzersizler, koordinasyonu ve çevikliği iyileştirerek genel atletik performansı artırır. Bu iyileştirmeler, sprint koşusunun dinamik ve yüksek hızlı doğası için çok

önemlidir ve sporcuların yüksek hızlarda daha iyi kontrol ve form sağlamalarına olanak tanır (Lockie vd., 2014). Pliometrik egzersizlerde kullanılan SSC, sprinterlerin kas kasılmasının eksantrik fazı sırasında depolanan elastik enerjiyi daha etkili bir şekilde kullanmalarını ve yeniden kullanmalarını sağlayarak daha güçlü konsantrik kasılmalara yol açar. Ayrıca artan kuvvet üretebilme koşucuların ve hızlanma bölümlerinde başarı için hayati öneme sahiptir (Young, 2006). Sprint branşlarında performansın pek çok belirleyicisi bulunmakla beraber kinematik değişkenler koşu süresinin kısalmasında çok büyük bir rol oynamaktadır.

Spor branşları incelendiğinde pek çoğunda patlayıcı hareketlerin varlığı görülmektedir. Pliometrik çalışmalar atletlerin eksantrik kasılma ile sporcunun patlayıcı kuvvetini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Bayraktar, 2006). Kasların en kısa sürede maksimum üretebilecekleri güç çıkışını geliştirici bir metot olarak kullanılan pliometrik çalışmalar patlayıcı güç gerektiren sprint branşı atletlerinin antrenmanlarında da önemli bir yere sahip olmaktadır (Pancar vd.,2018). Çocuklar için uygulanan pliometrik antrenmanlarda yaş grubuna bağlı olarak 16-200 arası sıçrama yapıldığı görülmektedir (Johnson vd., 2011). Çocuklar için kuvvet antrenmanları ile ilgili sağlık endişlerine ilişkin tedirginliklerin aksine güncel çalışmaların çocuklara uygun olarak kurgulanacak olan kuvvet antrenmanlarının çocukların sağlık, kuvvet ve performansları üzerine etkilerinin pozitif olduğu görülmektedir (McNeely and Armstrong, 2002; Falk and Eliakim, 2003; American College of Sports Medicine, 2006; Behm et al., 2008; Granacher vd., 2011; Granacher vd., 2016; Lesinski vd., 2016) Pliometrik çalışmaların sporcularda anaerobik kuvvetleri üzerine etkisini araştıran pek çok araştırma bulunmasına rağmen, koşu tekniği üzerine etkilerinin araştırıldığı araştırmalar oldukça sınırlı kalmaktadır. (Kotzamanidis, 2006; Johnson, Salzberg ve Steveson, 2011; Fischetti vd., 2018). Pliometrik çalışmaların sprint performansındaki etkileri çelişkili olmakla beraber, pliometrinin koşu performansından ziyade dikey sıçrama yüksekliği ve gücünü geliştirebileceği yönündeki bulgulara karşın pliometrik antrenmanların direkt olarak sprint performansı üzerindeki pozitif yönlü etkileri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Pliometrik antrenmanın faydaları iyi belgelenmiş olsa da, mevcut literatürde önemli tartışmalar ve boşluklar vardır. (Ramirez-Campillo vd.,2023). Pliometrik antrenman etkisini destekleyen kanıtlara rağmen, sprint tekniğinin geliştirilmesindeki rolünü kesin olarak ortaya koyan kapsamlı bilimsel çalışmalar sınırlıdır. Bazı çalışmalar performansta önemli kazanımlar bildirirken, diğerleri ihmal edilebilir farklılıklar göstererek protokol özgüllüğü ve sporcu kondisyon seviyelerine dayalı antrenman sonuçlarındaki değişkenliğin altını çizmektedir (Georgios vd., 2009). Bu tutarsızlık, antrenman stratejilerini optimize etmek ve sprint koşusu altında yatan mekanizmaları iyi anlamak için daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir. Genel olarak, pliometrik antrenman, adım uzunluğunu ve sıklığını artıran patlayıcı egzersizleri genel egzersiz planlarına stratejik entegrasyonla

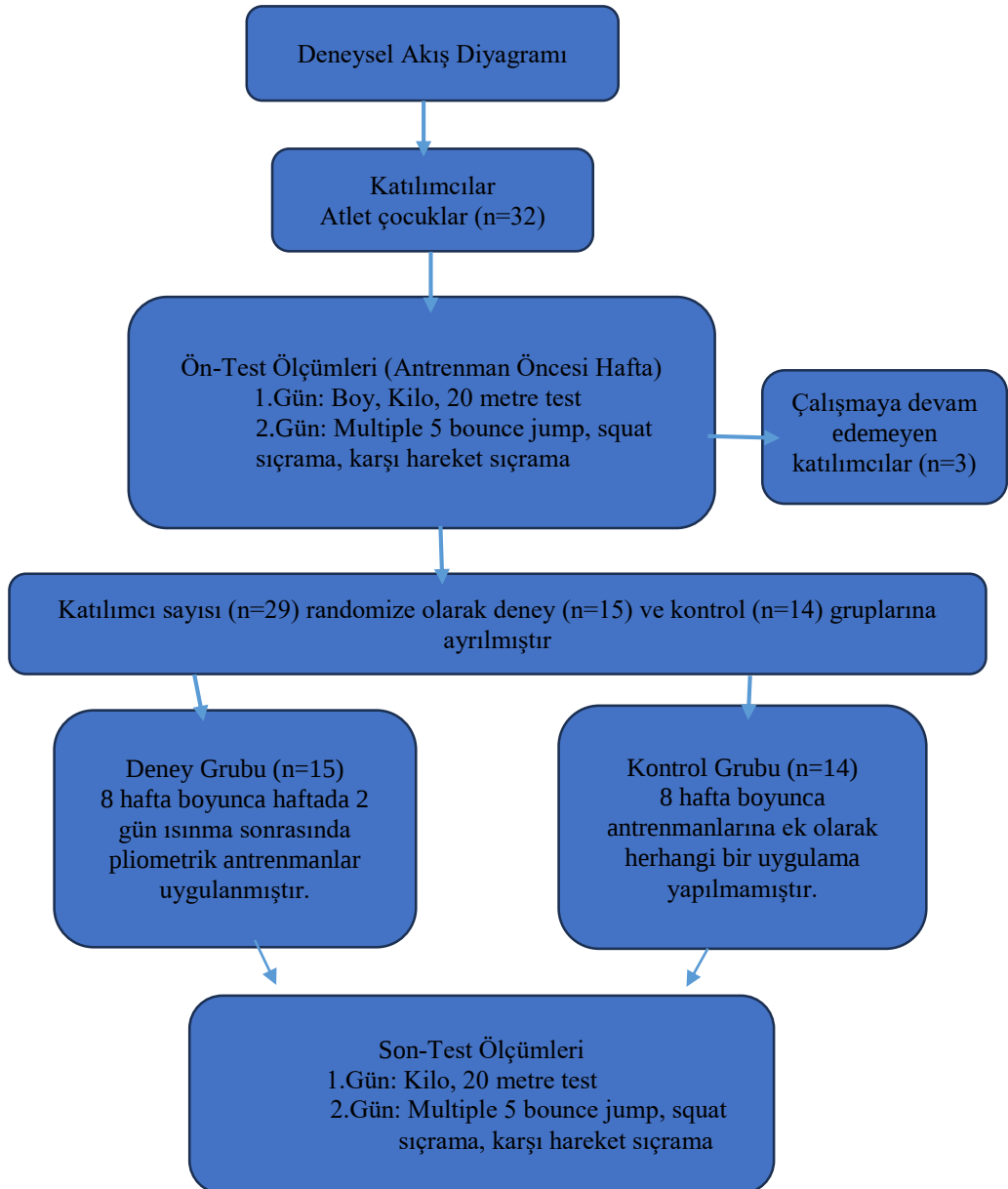
birleştirerek sprint antrenman rejimlerinin kritik bir bileşenini temsil etmektedir. Sporcular performanslarını en üst düzeye çıkarmanın yollarını aramaya devam ettikçe, pliometrik ilkelerin dikkatli bir şekilde uygulanması spor bilimi alanındaki antrenörler ve eğitmenler için önemli bir odak noktası olmaya devam etmektedir (Kons vd., 2023). Özellikle 10-12 yaş aralığında bulunan çocuklarda uygulanan pliometrik antrenmanların performansın hem kuvvet hem de çeviklik bileşenine pozitif yönde etki ettiği görölmektedir (Bogdanis vd., 2019). Bu noktadan hareketle çalışmanın amacı pliometrik antrenmanın 10-12 yaş grubu atlet çocukların koşu performansı kinematik ve seçilmiş performans parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem

Araştırmanın Modeli

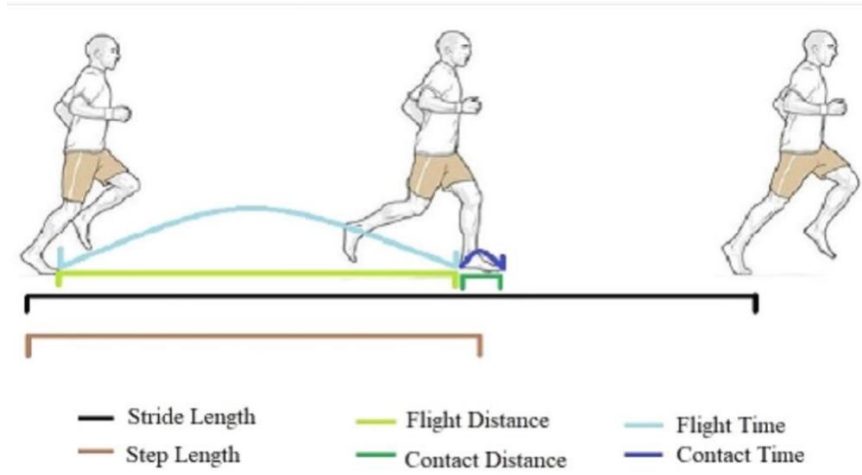
Araştırmanın deneysel olup çalışma randomize kontrollü olarak yürütölmüştür. Araştırmaya 29 sporcu katılmıştır. Sporcular atletizm branşı yapan 10-12 yaş grubu çocuklardan oluşmuştur. Deney (n=15) ve kontrol grubu (n=14) sporcunun belirlenmesinde rastgele yöntem kullanılmıştır. Rastgele yöntem Random Allocation Software 1.0 yazılımı ile yapılmış, gruplar buna göre belirlenmiştir. Kontrol grubu ve deney grubunun yapmış oldukları antrenmanlar Tablo1’de gösterilmiştir. Araştırma grubunun kilo ($37,58 \pm 8,19$) boy ($1,46 \pm 0,09$), yaş ($10,79 \pm 0,81$) değerleri kaydedilmiştir. Öğrenci ve velilerden gönüllü onam belgesi istenmiştir. Katılımcıların ön test ölçümleri programa başlamadan bir gün önce ve son test ölçümleri çalışmanın bitiminden 24 saat ve 48 saat olmak üzere alınmıştır. Artan yüklenme modeli ile antrenmanların kapsamaları haftalık olarak arttırılmıştır. Katılımcıların uyku düzeni ve diyetlerini değiştirmemeleri istenmiştir. Mevcut araştırma süresince “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” çerçevesinde hareket edilmiştir.

Şekil1. Deneyisel Akış Diyagramı



Veri Toplama Araçları

Kinematik Değerlendirmeler: 20 metre sprint performansları saniye olarak kaydedilen atletlerin 10-15 metre aralığında koşu performansları teknik olarak değerlendirilmiştir. 20 metrelik alanı yandan tamamen gören bir açı olacak şekilde 45 metre uzaklıktan atletlerin görüntüleri iPhone 11 marka telefon ile 240 frame olacak şekilde çekilmiştir. Kameranın yerden yüksekliği 1 metre olarak belirlenmiştir. Çekilen görüntülerin analizi KINOVEA yazılımında yapılmıştır. KINOVEA üzerinden atletlerin adım frekansı, adım uzunluğu ve 10-15 metreyi geçtiği süre belirlenmiştir. Adım uzunluğu için sporcuların koşu esnasında sağ ayak ile sol ayak basışına kadar olan uzunluk ölçülürken, çift adım uzunluğu / aşma uzunluğu için sporcunun sağ ayağın yere teması ile bir sonraki adımda yine sağ ayağının yere temas ettiği uzunluk ifade edilmektedir. 10-15 metre aralığındaki süre değerleri uygulamadaki kronometre ile tespit edilmiştir. Süre tespit edildikten sonra sporcuların 10-15 metre aralığındaki 5 metre içindeki ivmelenmeleri hesaplanmıştır (Miyashiro vd.,2019).



Şekil1. Kinematik ölçüm için kullanılan referanslar (Wang vd., 2023)

Performans Değerlendirmeleri : Atletlerin dikey sıçrama (Squat Jump ve Countermovement Jump) analizleri My Jump Lab uygulaması ile yapılmıştır. Multiple 5 bounce test ölçümleri mezura ile ölçülerek kaydedilmiştir. Her sıçrama için 2 deneme hakkı verilen sporcuların en iyi yapmış oldukları dereceler kaydedilerek analiz edilmiştir (Meylan ve Malatesta, 2009).

On hafta boyunca haftada 2 gün uygulanan pliometrik antrenman deney grubunun antrenmanlarına ek olarak uygulanmıştır. Kontrol grubu antrenman programına olduğu gibi devam etmiştir. Setler arasında 1-2 dk, seriler arasında 3-4 dakikalık dinlenmeler uygulanmıştır. Antrenmanlarda kademeli yük artışı uygulanmıştır. Deney grubuna uygulanan antrenman programı Tablo 1'de sunulmuştur (Chelly, Hermassi ve Shephard, 2015).

Tablo 1. Pliometrik antrenman programı

Egzersiz Grubu	Kontrol Grubu
----------------	---------------

	Egzersiz	Tekrar	Set	Egzersiz	Tekrar	Set
1. Hafta	10 m. sprint	3	3	10 m. sprint	3	3
	30 cm engel sıçraması	10	5			
2. Hafta	10 m. sprint	3	4	10 m. sprint	3	4
	30 cm engel sıçraması	10	7			
3. Hafta	20 m. sprint	3	3	20 m. sprint	3	3
	30 cm engel sıçraması	10	10			
4. Hafta	20 m. sprint	3	4	20 m. sprint	3	4
	40 cm engel sıçraması	10	5			
5. Hafta	30 m sprint	3	3	30 m sprint	3	3
	40 cm engel sıçraması	10	7			
6. Hafta	30 m sprint	3	4	30 m sprint	3	4
	40 cm engel sıçraması	10	10			
7. Hafta	40 m sprint	3	3	40 m sprint	3	3
	30 cm box jump	10	4			
8. Hafta	40 m sprint	3	4	40 m sprint	3	4
	30 cm box jump	10	4			

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde SPSS 25.0 paket program kullanılmıştır. Verilerin ortalama ve standart sapmaları betimleyici istatistikler ile hesaplanmıştır. Dağılımların normal olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile belirlenmiştir. Karıştırıcı olarak boy, kilo, kabul edildi ve tüm ölçümlerle karıştırıcılar arasındaki etkileşim, çok seviyeli karışık etkili doğrusal regresyon modeli kullanılarak değerlendirildi. Karıştırıcıların etkisini değerlendirmek için herhangi düzenleme yapılmadan basit regresyon modeli kullanıldı ve ardından regresyon katsayılarının değişip değişmediğini görmek için ilgili bağımsız değişkenleri ekleyerek sağlandı. Bağımsız değişkenler, regresyon katsayısı %10'dan fazla değişirse karıştırıcı olarak kabul edildi. Bağımlı gruplarda iki ayrı zaman noktasında elde edilen tekrarlı ölçüm sonuçları arasındaki ana etki ve ana etki grup etkileşimlerinin farka neden olduğu olmadığının belirlenmesi için normal dağılım gösterenlerde tekrarlayan yönlerde iki yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. İstatistiksel veriler değerlendirilirken anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. İhtiyaç duyulan minimum (min.) katılımcı sayısı G-Power analizi sürüm 3.1.9.6 (Dusseldorf, Almanya) ile belirlenmiş ve minimum %80 güç, 0.05 yanılma düzeyi için çift taraflı hipotez testi (effect size:0.35) işaretlenerek hesaplanmış ve katılımcı (örneklem) sayısı toplam 28 bulunmuştur. Çalışmaya dahil edilen katılımcıların antrenman gruplarının belirlenmesi için önce 2'li blok randomizasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Etki büyüklüğünü ifade eden Kısmi η^2 değerinde 0,01 düşük etki gücü, 0,06 orta etki gücü, 0,14 ve üstü yüksek etki gücü olarak değerlendirilmiştir. Etki

büyükliklerinin yorumlanması anlamlı fark tespit edildiğinde yapılmıştır. Grupların ön test son test yüzdesel değişim hesaplamaları $[(\text{son test} - \text{ön test}) / \text{ön test}] \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

Bulgular

Tablo1. Gruplara göre katılımcıların tanımlayıcı bilgileri

	Cinsiyet	n	$\bar{X}$	Ss	t	p
Karşı hareket sıçrama	Deney	15	23,26	5,71	,678	,503
	Kontrol	14	24,48	3,73		
Squat sıçrama	Deney	15	18,91	3,97	1,108	,278
	Kontrol	14	20,44	3,40		
Kilo	Deney	15	34,88	8,18	1,922	,065
	Kontrol	14	40,47	7,43		
M5B*	Deney	15	8,07	1,34	,062	,951
	Kontrol	14	8,04	1,04		
10-15 adım uzunluk	Deney	15	141,88	12,73	,304	,763
	Kontrol	14	143,27	11,79		
10-15 çift adım uzunluk	Deney	15	316,20	22,65	,815	,422
	Kontrol	14	323,76	27,23		
10-15 metre süre	Deney	15	0,72	0,09	,429	,671
	Kontrol	14	0,73	0,09		
20 metre süre	Deney	15	3,77	0,38	,493	,626
	Kontrol	14	3,71	0,20		
10-15 metre ivme	Deney	15	4,14	0,85	2,035	,208
	Kontrol	14	3,55	0,71		

*MB5:Multiple 5 Bounce, Bağımsız örneklem t testi; tüm değerler ortalama ve standart sapma ile sunulmuştur. $\bar{X}$; ortalama , ss; standart sapma, $p < 0,05$

Gruplara göre katılımcıların tamamı için tanımlayıcı bilgiler tablo 1'de verilmiştir. Tablo1.'de pliomerti grubu ve kontrol grubunun ön ölçüm demografik bilgileri farkları gösterilmektedir. Bulgular ön ölçüm kilo karşı hareket sıçrama, squat sıçrama, M5B, 10-15 adım uzunluğu, 10-15 çift adım uzunluğu, 10-15 metre süre, 20 metre süre ve 10-15 metre ivme ($p > 0,05$) gruplar arası istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir. Yaşın karıştırıcı etkisi gözlemlenmiştir. Bu nedenle herhangi bir karıştırıcı etki olmadan karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tablo 2. Kinematik ve süre değerleri

Sonuçlar	Test	Çalışma grubu (n:15) $\bar{x} \pm SD$	Kontrol grubu (n:14) $\bar{x} \pm SD$	F P ES	Zaman	Grup	Zaman $\times$ Grubu
10-15 metre adım uzunluğu	Ön test	141,88 $\pm$ 12,73	143,27 $\pm$ 11,79	F	22,888	,197	2,798
	Son test	154,73 $\pm$ 12,45	149,46 $\pm$ 14,57	P	,000**	,660	,106
				η^2	,45	,007	,094
	Ön test	316,20 $\pm$ 22,65	323,76 $\pm$ 27,23	F	25,162	,008	4,119

10-15 metre çift adım uzunluğu	Son test	345,32± 27,82	336,10± 29,00	p	,000**	,928	,052
				η^2	,482	,000	,132
10-15 metre süre	Ön test	,72± ,09	,73± ,09	F	14,955	1,312	5,989
	Son test	,66± ,06	,72± ,09	p	,001**	,262	,021*
10-15 metre ivme	Ön Test	3,57±0,73	3,429±0,68	η^2	,356	,046	,182
	Son Test	4,14±0,85	3,550±0,71	F	20,400	1,91	8,59
20 metre süre	Ön Test	3,77± ,38	3,71± ,20	P	,000**	,178	,007*
	Son Test	3,79± ,34	3,77± ,15	η^2	,430	,066	,242
	Ön Test	3,77± ,38	3,71± ,20	F	3,473	,129	,708
	Son Test	3,79± ,34	3,77± ,15	P	,073	,722	,407
				η^2	,114	,005	,026

*p<0.05; **p<0,001; SEC: İkinci; η^2 :**KISMI ETA KARE**; Veriler ortalama $\pm$ SD I olarak sunulur; 8 haftalık antrenman ile ilgili etkilerin istatistiksel anlamlılığını değerlendirmek için tekrarlanan ölçümler kullanılmıştır.

Kinematik çıktılar ve sprint geçiş süreleri için 10-15 metre adım uzunluğu, 10-15 metre çift adım uzunluğu, 10-15 metre süre, 10-15 metre ivme, 20 metre süreleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ön test ve son test için tüm istatistiksel değerlendirmeler tablo1.'de gösterilmektedir. İki farklı müdahalede tekrarlı olarak ölçülen verilerin hesaplamaları sonucunda kinematik ve sürat performansına ana etkisi anlamlı bulunmuştur. 10-15 metre adım uzunluğu (f=22,888, p=,000, η^2 =,459), 10-15 metre çift adım uzunluğu (f=25,162,p=,000, η^2 =,482), 10-15 metre süre (f=14,955, p=,001, η^2 =,356), 10-15 metre ivme (f=20,400, p=,000, η^2 =,430), 20 metre süre (f=3,473, p=,073, η^2 =,114) şeklinde hesaplanmış, böylece koşu kinematiği ve süratle ilişkili tüm ölçümlerde ana etkide zamanla bir artış olduğu görülmüştür. Grup ana etkisi kinematik ve sürate ilişkin parametrelerde anlamlı bulunamamıştır. 10-15 metre adım uzunluğu (f=,225, p=,639, η^2 =,008), 10-15 metre çift adım uzunluğu (f=,008 p=,928 η^2 =,000), 10-15 metre süre (f=1,312, p=,262, η^2 =,046), 10-15 metre ivme (f=1,91, p=,178, η^2 =,066), 20 metre süre (f=,129, p=,722, η^2 =,005). Her iki grubun gösterdikleri performans benzerdir. Zaman*grup etkisinde anlamlı bulunan parametreler bulunmaktadır. 10-15 metre adım uzunluğu (f=2,798, p=,106, η^2 =0,94) 10-15 metre çift adım uzunluğu (f=4,119 p=,052, η^2 =,132), 10-15 metre süre (f=5,989, p=,021, η^2 =,182), 10-15 metre ivme (f=8,59, p=,007, η^2 =,242), 20 metre süre (f=208, p=,407, η^2 =,026). Bulgulara göre değerlendirildiğinde zaman*grup etkileşimine göre ana etkide anlamlı fark gösteren parametreler 10-15 metre çift adım uzunluğu, 10-15 metre süre, 10-15 metre ivme olarak belirlenmiştir. 10-15 metre adımının ortalama değerleri incelendiğinde çalışma grubunda %9,05 oranında bir artış görülürken, kontrol grubunda %4,32 bir azalma, 10-15 metre çift adım uzunluğu ortalama değerleri çalışma grubunda %9,20 oranında bir artış, kontrol grubunda % 3,81 azalma, 10-15 metre süre ortalamaları %8,33 azalma, %1,36 azalma, 10-15 metre ivme ortalamalarında çalışma grubunda %16,80 artarken, kontrol grubunda %3,80 artma, 20 metre süre ortalamalarında çalışma grubunda %0,53 artış görülürken, kontrol grubunda %1,62 azalma görülmüştür. Buna göre çalışma grubunun ve kontrol grubunun zamana bağlı olarak performans değerlerinde benzer artış gösterdiği ancak kinematik ve sürat parametrelerinde gruplar arası ve zaman*grup etkisine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir.

Tablo3. Performans ön test son testte elde dedilen performans değerleri arasındaki farklı gösteren değerler

Sonuçlar	Test	Çalışma grubu (n:15) $\bar{x} \pm SD$	Kontrol grubu (n:14) $\bar{x} \pm SD$	F Sig. ES	Zaman	Grup	Zaman × Grup
Karşı Hareket Sıçrama	Ön test	23,26± 5,71	24,48± 3,73	F	6,147	,225	25,505
	Son test	26,29± 5,43	23,45± 3,40	P η2	,020* ,185	,639 ,008	,000** ,486
Squat Sıçraması	Ön Test	18,91± 3,97	22,21± 5,67	F	3,779	1,153	7,474,
	Son Test	20,44± 3,40	19,88± 2,93	P η2	,062* ,123	,044* ,003	011* ,217
Multiple5bounce	Ön Test	8,07± 1,34	8,04± 1,04	F	1,887	,407	7,486
	Son Test	8,45± 1,34	7,91± 1,05	P η2	,181 ,065	,529 ,015	,011* ,217

*p<0,05; **p<0,001; SEC: İkinci; η=KISMI ETA KARE; Veriler ortalama ± SD I olarak sunulur; 8 haftalık antrenman ile ilgili etkilerin istatistiksel anlamlılığını değerlendirmek için tekrarlanan ölçümler kullanılmıştır

Patlayıcı kuvveti değerlendirmek için üç ayrı test protokolü tercih edilmiştir. Bunlar; Karşı hareket sıçraması, Multiple 5 Bounce ve squat sıçramadır. Elde edilen ön test ve son test için tüm istatistiksel değerlendirme sonuçları tablo 2.'de gösterilmektedir. İki farklı müdahalenin sıçrama performansına etkileri protokollere göre değişkenlik göstermiştir. Karşı hareket sıçraması (f=6,147, p=,020, η2=,185), Squat sıçrama (f=3,779,p=,062, η2=,123), Multiple 5 Bounce (f=1,887, p=,181, η2=,065) şeklinde hesaplanmış, böylece patlayıcı kuvvetle ilgili olarak karşı hareket sıçraması ve squat sıçramanın ana etkinin zamanla bir artış olduğu görülürken, multiple 5 bounce üzerinde anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Grup ana etkisi patlayıcı kuvvet üzerinde sıçrama protokolleri arasında değişiklik göstermektedir. Karşı hareket sıçraması (f=,225, p=,639, η2=,008), squat sıçrama (f=1,153, p=,044, η2=,003), multiple5bounce (f=,407, p=,529, η2=,015). şeklinde hesaplanmıştır. Ana etkinin müdahaleye bağlı olarak grup karşılaştırılmasında squat sıçrama üzerinde anlamlı bir artışı görülürken, karşı hareket sıçraması ve multiple 5 bounce üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemektedir. Zaman*grup etkileşimi anlamlı bulunmuştur. Karşı hareket sıçraması (f=25,505, p=,00, η2=,486), squat sıçraması (f=7,474, p=,011, η2=,217), multiple5bounce (f=7,486, p=,011, η2=,217). Bulgulara göre patlayıcı kuvvete ilişkin tüm parametrelerin zaman*grup etkisinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Karşı hareket sıçraması ortalama sonuçları incelendiğinde çalışma grubunda değişim %13,02 artış, kontrol grubunda değişim %4,20 azalma, squat sıçraması için çalışma grubunda değişim %8,09 yönde bir artış gösterirken, kontrol grubunda %10,52 azalmıştır. multiple 5 bounce sonuçlarında çalışma grubu %4,70 artış gösterirken, kontrol grubunda %1,61 oranında bir düşüş görülmüştür. Buna göre çalışma grubunun patlayıcı kuvvet performansı

grup*zaman etkisine bağlı olarak anlamlı bir artış gözlemlenirken, kontrol grubuna göre artış çalışma grubunun lehinedir.

Tartışma ve Sonuç, Öneriler

Bu çalışmanın amacı 8 haftalık pliometrik antrenmanın atlet çocukların koşu teknikleri ve kuvvet ıktıları üzerine etkilerinin incelenmesidir. Bu çalışmanın en önemli bulgusu 10-12 yaş atletizmin sprint branşı ile ilgilenen çocukların 8 haftalık pliometrik antrenmanın kuvvet parametrelerinden squat sıçramasında anlamlı bir fark oluştururken, kinematik değerler üzerinde istatistiksel bir fark oluşturmamasıdır. Özellikle kuvvetle ilişkili olan sıçrama parametrelerinden squat sıçrama parametrelerinden elde edilen bulguların grup farkının anlamlı olarak değişim miktarı %8,09, %19 daha fazla olmasıdır. Bununla beraber kuvvet çıktıysa ilgili tüm değişkenler için çalışma grubu verilerinin yüzdesel olarak kontrol grubundan daha iyi olduğu görölmektedir. Ayrıca sonuçlar kinematik parametreler için 10-15 metre çift adım, 10-15 metre süre, 10-15 metre ivme değerlerinde çalışma grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa çalışma grubunun değerleri yüzdesel olarak kontrol grubundan çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Pliometrik antrenmanın çocuklar üzerinde çeşitli fizyolojik ve nöromüsküler adaptasyonlar yoluyla genç sporcularda patlayıcı gücü arttırmada büyük bir rol oynadığı görölmektedir (Cardiel-Sánchez vd., 2022).

Pliometrik antrenmanın triatletlerin koşu teknik ve performansı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada adım uzunluğu, adım frekansı, uçuş süresi ve yere temas sürelerinin antrenmana bağlı olarak değişkenlik gösterdiği, yere temas süreleri azalırken uçuş süresinin uzadığı görölmüştür (Spurrs, Murphy ve Watsford, 2003).

Triatletler üzerinde yapılan başka bir çalışmada benzer şekilde pliometrik antrenmanın atletlerin koşu performansına bağlı sürelerinde azalma görölmekle beraber koşunun teknik parametrelerinden koşu frekansı değerlerinde pozitif yönlü bir etkisinin olduğu görölmüştür (Özgür,2023).

Alt yapıda yarışan futbolculara uygulanan 8 haftalık pliometrik antrenmanın sporcuların anaerobik güç ile ilişkili olan dikey sıçrama, süratle ilişkili olan 10 metre, 30 metre sprint testi parametrelerinde, pliometrik antrenman yapmayan sporculara göre anlamlı düzeyde artış gözlemlenmiştir (Sayar, 2018).

Fishnetti ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada alt yapıdaki erkek atletlere uygulanan 8 haftalık pliometrik antrenmanın etkileri araştırılmıştır. Araştırma bulguları deney

grubundaki atletlerin kontrol grubundaki atletlere göre 20 metre sprint değerleri ve squat jump değerlerinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür.

Pliometrik antrenmanın, yaş ortalaması 12,5 (yıl) olan, 18 kız 17 erkek sporcunun koşu biyomekaniği ve sıçrama performansı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada antrenmanlar haftada 2 gün ve 4 hafta boyunca uygulanmıştır. Merdivende yapılan 5 farklı hareketin her hafta şiddeti ve kapsamı artırılarak atlet çocuklara uygulanmıştır. Çalışma bulguları incelendiğinde pliometrik antrenman grubunun reaktif kuvvet indeksi değerlerinde anlamlı düzeyde bir yükselme görülürken, countermovement değerlerinde anlamlı bir değişikliğe rastlanmamıştır (Cardiel- Sánchez vd., 2022).

Çalışmamızdan farklı olarak pliometrik antrenmanın sıçrama performanslarının tamamında ve sprint hızları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan çalışmaların tamamında katılımcıların adölesan ve yetişkin gruplardan oluştuğu görülmüştür (Chelly vd., 2010; Chelly vd., 2014). Çalışma grubumuzda pliometrik antrenmanların etkilerinin yetişkin atletlerdeki gibi olmamasının sebebi nöromusküler sistemin henüz istendik derecede gelişmemiş olmasından kaynaklı olabilmektedir.

Chelly ve arkadaşları, 8 haftalık pliometrik antrenmanın, atletlerin t başlangıç, ilk 5 metre ve 35-40 metre aralığındaki sprint hızları ve süreleri üzerinde pozitif etki yarattığını göstermiştir (Chelly vd., 2010). 8 haftalık alt ve üst ekstremiteler için kombinasyon olarak hazırlanmış olan pliometrik antrenmanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada sporcuların bacak kuvvet ve sıçrama yükseklik değerlerinin tamamında anlamlı derece bir artış olduğu görülmüştür (Chelly ve Denis, 2001).

12-14 yaş grubu basketbol oyuncularını üzerinde yapılmış olan bir çalışmada katılımcılar iki gruba bölünmüştür. Her iki grup da haftada iki gün olmak üzere 8 hafta boyunca pliometrik antrenman yapmıştır. İlk grup squat sıçraması yaparken, ikinci grup çoklu sıçrama çalışması yapmıştır. Araştırma sonuçlarında her iki grupta sıçrama değerleri artmış ancak gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Atılan, 2010).

Mackala ve Fostiak (2015) 14 sprinterle yapmış oldukları çalışmada 2 hafta boyunca haftanın 3 günü 90 dakikalık bir pliometrik antrenman uygulamıştır. Çalışma sonucunda atletlerin squat jump değerleri 6.57 cm artarken, CMJ değerleri 7.64 cm artmış ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Atletlerin 60 metre sprint değerlerinde 7.10 sn. ortalamadan 7.04 sn ortalamaya düşerek istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve pliometrik antrenmanın sprinterler üzerinde pozitif yönlü bir etkisinin olduğu görülmüştür. Pliometrik egzersizin sprint performansı ve kinematiklerine akut etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, egzersiz sonrası atletlerin adım uzunluğunda anlamlı düzeyde bir değişim olmamasına rağmen sprint sürelerinde çok daha iyi bir derece elde ettikleri ve adım frekanslarında artış olduğu görülmüştür (Zisi vd., 2023).

9-12 yaş grubu arasında bulunan erkek çocuklara yaptırılan pliometrik antrenmanın çocukların motor performans ve kinematik değerleri üzerinde yapılan çalışmada, pliometrik antrenmanın çocukların 50 metre performanslarındaki etki araştırılmıştır. Çalışma sonucundaki bulgular çocukların 20-30 metre, 30-40 metre ve 40-50 metre aralığındaki sprint hızlarının arttığını ve 0-10 metre, 20-30 metre ve 30-40 metre aralığındaki koşu adımlarını arttığını göstermiştir (Tottori ve Fujita, 2019).

6 haftalık pliometrik ve core egzersizlerinin bireysel ve takım sporcuların performans parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada hem takım hem de bireysel sporlarda yarışan sporcular üzerinde egzersizin dikey sıçrama, kuvvet diğer tüm parametreler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (Hançerlioğlu, 2020).

10 hafta boyunca yaş ortalaması 11,1 olan erkek çocuğa pliometrik antrenman uygulanmış ve etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda pliometrik antrenman grubunda bulunan çocukların squat jump değerleri artmıştır. Kinematik olarak değerlendirilmiş olan sprint sürelerinde ise antrenman sonrasında anlamlı değişiklikler görülmüştür (Kotzamanidis, 2006).

Literatürde çalışmamıza benzer olarak Christou ve arkadaşlarının (2006) yapmış olduğu çalışmada yapılan pliometrik çalışmaların 20-30 metre aralığındaki sprint süresi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bir başka çalışmada ise 7 haftalık pliometrik antrenmanın atletlerin 20 metre sprint performansı üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığı görülmüştür (Ramirez-Campillo vd., 2014).

Bu araştırmada atlet çocukların 8 haftalık pliometrik antrenman sonunda koşu kinematikleri ve kuvvet çıktıları arasındaki değişim incelenmiştir. Bu kapsamda kinematik parametrelerin tamamında pliometri grubu ve kontrol grubu arasında gruplar arası bir farka rastlanmazken, kuvvet parametrelerinden squat sıçrama performansının pliometri grubunda çok daha yüksek olduğu görülmüştür. İlerleyen çalışmalar için pliometri grubunun yaş ve katılımcı sayısındaki artışın sağlanması önerilebilir.

Etik Kurul İzin Bilgileri

Etik değerlendirme kurulu: Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu

Etik değerlendirme belgesinin tarihi: 05.08.2024

Etik değerlendirme belgesinin sayı numarası: 2024-174

Araştırmacıların Katkı Oranları Beyanı

Araştırmada tüm yazarlar eşit düzeyde katkı sağlamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazar/yazarların arasında bu çalışma ile ilgili herhangi bir çatışma ya da çıkar bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- American College of Sports Medicine (2006). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins Publishers.
- Atabek, H. Ç., Çolak, R., & Açıkada, C. (2010). Antrenmanın Sıçrama Performansı Üzerine Etkisinin Farklı Yaş Grubu Çocuklarda İncelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 116-124.
- Atılan, O. (2010) 12-14 Yaş Grubu Basketbol Oyuncularının Ön Çabukluk ve Sıçrama Yetilerine Farklı Kuvvet Antrenmanlarının Etkisi. Yayınlanmış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
- Bayraktar, I. (2006). Farklı Spor branşlarında pliometrik. *Ata Ofset Matbaacılık*, (s 24).
- Behm, D. G. (1988). Surgical tubing for sport and velocity specific training. *National Strength Conditioning Association*, 10, 66–70.
- Bogdanis, G. C., Donti, O., Papia, A., Donti, A., Apostolidis, N., & Sands, W. A. (2019). Effect of plyometric training on jumping, sprinting and change of direction speed in child female athletes. *Sports*, 7(5), 116.
- Cardiel-Sánchez, S., Rubio-Peiotén, A., Molina-Molina, A., Gómez, C. G. C., Almenar-Arasanz, A., Ráfales-Perucha, A., & Cartón-Llorente, A. (2022). Effects of Plyometric Training on Running Biomechanics and Jumping Ability of U14 Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10-1519.
- Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *Journal Strength Conditioning Research*, 24: 2670–2676,
- Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Shephard RJ. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *Journal Strength and Conditioning Research* 28: 1401–1410.
- Chelly SM, Denis C. (2001). Leg power and hopping stiffness: Relationship with sprint running performance. *Medicine and Science Sports Exercise*, 33: 326–333.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2015). Effects of in-season short-term plyometric training program on sprint and jump performance of young male track athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2128-2136.
- Christou M, Smilios I, Sotiropoulos K, Volaklis K, Pilianidis T, Tokmakidis SP. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 20: 783–791.
- Civan, A. H., & Bozkurt, İ. (2024). Futbolcularlarda 8 Haftalık Kor Antrenmanların Fiziksel Performans Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Sportive*, 7(2), 409-424.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performances in well-trained youth soccer players. *Journal Strength & Conditioning Research*, 28(1), 173 – 177.
- Denton, A. (2023). Lower Limb Muscle-Tendon Unit Properties in Human Locomotion (Doctoral dissertation).
- Falk, B., and Eliakim, A. (2003). Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatric Endocrinology Review*, 1, 120–127.

- Fischetti, F., Alessio, V., Cataldi, S., & Greco, G. (2018). Effects of plyometric training program on speed and explosive strength of lower limbs in young athletes. *Journal of physical education and sport*, 18(4), 2476-2482.
- Georgios, P., Athanasios, G., Charalampos, M., Dimitrios, P., Eleni, B., Vassilios, K., Ninkolaos, A., & Christos, K. (2009). The effect of chronological age and gender on the development of sprint performance during childhood and puberty. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1 – 4.
- Granacher, U., Goesele, A., Roggo, K., Wischer, T., Fischer, S., Zuerny, C., Gollhofer, A., & Kriemler, S. (2011). Effects and mechanism of strength training in children. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 357 – 364.
- Granacher, U., Lesinski, M., Busch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., et al. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: a conceptual model for long-term athlete development. *Frontiers in Physiology*. 7:164. doi: 10.3389/fphys.2016.00164
- Hançerlioğulları, B. (2020). 6 haftalık pliometrik ve core egzersizlerinin bireysel ve takım sporcularında denge faktörü üzerine etkisi (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Johnson, B. A., Salzbeg, C. L., ve Stevenson, D. A. (2011). A systematic review: plyometric training programs for young children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2623-2633.
- Kons, R. L., Orssatto, L. B., Ache-Dias, J., De Pauw, K., Meeusen, R., Trajano, G. S (2023). Effects of plyometric training on physical performance: An umbrella review. *Sports medicine-open*, 9(1), 4.
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 441-445.
- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 50(13), 781-795.
- Lloyd, R.S, & Oliver, J.L. (2012). The youth physical development model: a new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61 – 72.
- Lloyd, R.S., Meyers, R.W., & Oliver, J.L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength and Conditioning Journal*, 33(2), 23 – 32.
- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Callaghan, S. J., & Jeffriess, M. D. (2014). Effects of sprint and plyometrics training on field sport acceleration technique. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1790-1801.
- Maćkała, K., & Fostiak, M. (2015). Acute Effects of Plyometric Intervention—Performance Improvement and Related Changes in Sprinting Gait Variability. *Journal of strength and conditioning research*, 29(7), 1956-1965. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000853>
- Maulder, P. S., & Trewin, J. (2013). The effects of plyometric training on sprint performance: A review of the literature.
- McNeely, E., and Armstrong, L. (2002). Strength training for children: a review and recommendations. *Phys. Health Educ. J.* 68, 1–6.
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613
- Miyashiro, K., Nagahara, R., Yamamoto, K., & Nishijima, T. (2019). Kinematics of maximal speed sprinting with different running speed, leg length, and step characteristics. *Frontiers in sports and active living*, 1, 37.
- Oxfeldt M, Overgaard K, Hvid LG, Dalgas U. (2019) Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: a systematic review and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*.;29(10):1453–65. <https://doi.org/10.1111/sms.13487>.

- Özgür, N. (2023). Pliometrik antrenman metodunun sprint triatlonda bisiklet sonrası koşu performansına etkisi (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Pancar, Z., Biçer, M., & Özdal, M. (2018). 12–14 yaş grubu bayan hentbolculara uygulanan 8 haftalık pliometrik antrenmanların seçilmiş bazı kuvvet parametrelerine etkisi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 18-24.
- Ramirez-Campillo R, Meylan C, Alvarez C, Henriquez-Olguin C, Martinez C, Canas-Jamett R, Andrade DC, Izquierdo M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 28: 1335–1342.
- Ramirez-Campillo, R., Sortwell, A., Moran, J., Afonso, J., Clemente, F. M., Lloyd, Granacher, U. (2023). Plyometric-jump training effects on physical fitness and sport-specific performance according to maturity: a systematic review with meta-analysis. *Sports medicine-open*, 9(1), 23.
- Ramírez-delaCruz M, Bravo-Sánchez A, Esteban-García P, Jiménez F, Abián-Vicén J. (2022) Effects of Plyometric Training on Lower Body Muscle Architecture, Tendon Structure, Stiffness and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine Open*. 21;8(1):40. doi: 10.1186/s40798-022-00431-0. PMID: 35312884; PMCID: PMC8938535.
- Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. *Sports Medicine Research*, 31(6), 409 – 425.
- Sever, O., Ciğerci, A. E., Kır, R., Baykal, C., Kışalı, N., İpekoğlu, G., ve Yaman, M. (2021). Koşu Biyomekaniği. *Spor Eğitim Dergisi*, 5(1), 71-96.
- Sayar, K. E. (2018). U16 yaş amatör genç erkek futbolcularda 8 haftalık çeviklik ve pliometrik antrenmanlarının aerobik ve anaerobik güç üzerine etkisi (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Spurrs, R. W., Murphy, A. J., ve Watsford, M. L. (2003). The Effect Of Plyometric Training on Distance Running Performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89 (1), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0741-y>.
- Tottori, N., & Fujita, S. (2019). Effects of plyometric training on sprint running performance in boys aged 9–12 years. *Sports*, 7(10), 219.
- van de Hoef PA, Brauers JJ, van Smeden M, Backx FJG, Brink MS. (2019) The effects of lower-extremity plyometric training on soccer-specific outcomes in adult male soccer players: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Perform.* <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0565>.
- Uzun, A., & Sofuoğlu, H. Z. (2023). Spor ayakkabılarının gelişimi ve spordaki etkileri. *Sportive*, 6(1), 40-50.
- Wang, L., Wang, W., Li, S., & Zhang, H. (2023). Stride length mediates the correlation between movement coordination and sprint velocity. *Journal of Sports Sciences*, 41(1), 72-79.
- Young, W.B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 74 – 83.
- Zisi, M., Stavridis, I., Bogdanis, G., Terzis, G., & Paradisis, G. (2023). The Acute Effects of Plyometric Exercises on Sprint Performance and Kinematics. *Physiologia*, 3(2), 295-304.