

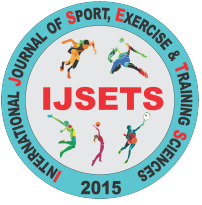


INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT, EXERCISE & TRAINING SCIENCES

ISSN: 2149-8229



VOLUME 7, ISSUE 1, MARCH 2021
ÇİLT 7 SAYI 1, Mart 2020



INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT, EXERCISE & TRAINING SCIENCES



This journal has been indexed by **DOAJ** (Directory of Open Access Journal), **Tubitak Ulakbim**, **Google Scholar**, **Eurasian Scientific Journal Index**, **Index Copernicus (ICV 2016, 69.46)**, **Turkish Citation Index**, **ASOS Index**, **Turkish Education Index**, **Academic Resource Index**, **Scientific World Indexing**, **SOBIAD**, **Cosmos Impact Factor**, **Academic Keys**, **Erih Plus**, **CrosReff**, **Root Indexing**, **Science Library Index**, **InfoBase Index (IBI Factor 2017, 2.8)**, **U.S. National Library of Medicine - National Institutes of Health**, **Electronic Journals Library**, **WorldCat**, **MIAR**, **Arastirmax Scientific Publication Index**, **Akademik Dizin (Akademik Türk Dergileri İndeksi)**, **CABI Abstracts**, **IdealOnline**, **Turk Medline**, **ROAD (Directory of Open Access Scholarly Resources)**, **BASE (Bielefeld Academic Search Engine)**, **International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF)**, and **Genamics JournalSeek**.

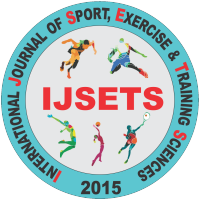
Bu dergi **DOAJ** (Directory of Open Access Journal), **Tubitak Ulakbim**, **Google Scholar**, **Eurasian Scientific Journal Index**, **Index Copernicus (ICV 2016, 69.46)**, **Turkish Citation Index**, **ASOS Index**, **Turkish Education Index**, **Academic Resource Index**, **Scientific World Indexing**, **SOBIAD**, **Cosmos Impact Factor**, **Academic Keys**, **Erih Plus**, **CrosReff**, **Root Indexing**, **Science Library Index**, **InfoBase Index (IBI Factor 2017, 2.8)**, **U.S. National Library of Medicine - National Institutes of Health**, **Electronic Journals Library**, **WorldCat**, **MIAR**, **Arastirmax Scientific Publication Index**, **Akademik Dizin (Akademik Türk Dergileri İndeksi)**, **CABI Abstracts**, **IdealOnline**, **Turk Medline**, **ROAD (Directory of Open Access Scholarly Resources)**, **BASE (Bielefeld Academic Search Engine)**, **International Innovative Journal Impact Factor (IIJIF)**, and **Genamics JournalSeek** tarafından indekslenmektedir.



IJSETS
112EL2

<http://dergipark.gov.tr/useeabd>

ISSN: 2149-8229



INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT, EXERCISE & TRAINING SCIENCES



VOLUME 7, ISSUE 1, March 2021

CILT 7, SAYI 1, Mart 2021

Owner / Sahibi

On the behalf of the International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences / Uluslararası Spor, Egzersiz & Antrenman Bilimi Dergisi adına
İbrahim ERDEMİR

Editors in Chief / Baş Editörler

PhD. R. Gül Tiryaki SÖNMEZ
PhD. İbrahim ERDEMİR

Editors / Editörler

PhD. Ahmet Şadan ÖKMEN
PhD. Brad SCHOENFELD
PhD. Bülent GÜRBÜZ
PhD. Cem KURT
PhD. Cevdet CENGİZ
PhD. İlhan ADILOĞULLARI
PhD. Mustafa Levent İNCE
PhD. Özcan SAYGIN
PhD. Ratko PAVLOVIĆ
PhD. Zafer ÇİMEN

Publishing Coordinator / Yayın Koordinatörü

Recep Fatih KAYHAN

Editing / Yazım Kontrol

Arzu SÜSLER
Sercan YILMAZ

Official Languages / Yayın Dili

English – Turkish

International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences / Uluslararası Spor, Egzersiz & Antrenman Bilimi Dergisi
Published Electronically 4 times a year / Yılda 4 kez elektronik olarak yayınlanır.

Copyright © 2015 - İbrahim ERDEMİR

IJSETS
112EL2

<http://dergipark.gov.tr/useeabd>

ISSN: 2149-8229



INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT, EXERCISE & TRAINING SCIENCES



EDITORIAL BOARD / YAYIN KURULU (2021) (ALPHABETICAL ORDER / ALFABETİK SIRA)

Abdurrahman AKTOP	<i>Akdeniz Univ. Turkey</i>	Kıvanç SEMİZ	<i>Giresun Univ., Turkey</i>
Abdussalam KANIYAN	<i>Univ. of Calicut, Kerala, Indian</i>	Kubiya ÖCAL	<i>Muğla Sıtkı Koçman Univ., Turkey</i>
Adela BADAU	<i>Univ. of Med. & Pharm. of Tirgu Murees, Romania</i>	Kürşat KARACABEY	<i>Aydın Adnan Menderes Univ. Turkey</i>
Adil Deniz DURU	<i>Marmara Univ., Turkey</i>	Levent ATALI	<i>Kocaeli Univ., Turkey</i>
A. Haktan SİVRİKAYA	<i>Balıkesir Univ., Turkey</i>	Manolya AKIN	<i>Mersin Univ., Turkey</i>
Ahmet YAPAR	<i>Çanakkale Onsekiz Mart Univ., Turkey</i>	Marko VIDNJEVIĆ	<i>Univ. of Primorska, Koper, Slovenya</i>
Aksel Çelik	<i>Dokuz Eylül Univ., Turkey</i>	Mehmet Akif ZİYAGİL	<i>Mersin Univ., Turkey</i>
Ali KIZILET	<i>Marmara Univ., Turkey</i>	Mehmet DEMİREL	<i>Kütahya Dumlupınar Univ., Turkey</i>
Ali TEKİN	<i>Bitlis Eren Univ., Turkey</i>	M. Fatih KARAHÜSEYİNOĞLU	<i>Fırat Univ., Turkey</i>
Alpay GÜVENÇ	<i>Akdeniz Univ., Turkey</i>	Mehmet YANIK	<i>Balıkesir Univ., Turkey</i>
Amin AZIMKHANI	<i>Univ. of International Imam Reza, Iran</i>	Mehmet Zeki ÖZKOL	<i>Ege Univ., Turkey</i>
Antonio DAMASIO	<i>Polytechnic Institute of Coimbra, Portugal</i>	Melike ESENTAŞ	<i>Batman Univ., Turkey</i>
Ayşegül YAPICI	<i>Pamukkale Univ., Turkey</i>	Metin ARGAN	<i>Anadolu Univ., Turkey</i>
Barış GÜROL	<i>Anadolu Univ., Turkey</i>	Müberra ÇELEBİ	<i>Abant İzzet Baysal Univ., Turkey</i>
Birgül ARSLANOĞLU	<i>Istanbul Technical Univ., Turkey</i>	Murat KANGALGİL	<i>Cumhuriyet Univ., Turkey</i>
Cem Sinan ASLAN	<i>Mehmet Akif Ersoy Univ., Turkey</i>	Murat TEKİN	<i>Karamanoğlu Mehmet Bey Univ., Turkey</i>
Deniz İnal İNCE	<i>Hacettepe Univ., Turkey</i>	Mümine SOYTÜRK	<i>Celal Bayar Univ., Turkey</i>
Eda AĞAŞCIOĞLU	<i>Çankaya Univ., Turkey</i>	Nuran Kandaz GELEN	<i>Sakarya Univ., Turkey</i>
Ekim PEKÜNLÜ	<i>Ege Univ., Turkey</i>	Oğuz ÖZBEK	<i>Ankara Univ., Turkey</i>
Ender ŞENEL	<i>Muğla Sıtkı Koçman Univ., Turkey</i>	Oya ERKUT	<i>Marmara Univ., Turkey</i>
Erdoğan ŞIKTAR	<i>Atatürk Univ., Turkey</i>	Ozan ATALAG	<i>University of Hawai'i, Hilo – USA</i>
Erhan DEVRİLMEZ	<i>Karamanoğlu Mehmet Bey Univ., Turkey</i>	Önder DAĞLIOĞLU	<i>Gaziantep Univ., Turkey</i>
Erman ÖNCÜ	<i>Karadeniz Technical Univ., Turkey</i>	Önder ŞEMŞEK	<i>Abant İzzet Baysal Univ., Turkey</i>
Ertan TÜFEKÇIOĞLU	<i>King Fahd Univ. of Pet. and Miner, Saudi Arabia</i>	Özden Tepeköylü ÖZTÜRK	<i>Pamukkale Univ., Turkey</i>
Esen Kızıldağ KALE	<i>Nişantaşı Univ., Turkey</i>	Özhan BAVLI	<i>Çanakkale Onsekiz Mart Univ., Turkey</i>
Evren Tercan KASS	<i>Akdeniz Univ., Turkey</i>	Pawel TOMASZEWSKI	<i>Józef Pilsudski Univ. of Phys. Educ., Poland</i>
Faik VURAL	<i>Ege Univ., Turkey</i>	Recep GÖRGÜLÜ	<i>Uludağ Univ., Turkey</i>
Faruk TURGAY	<i>Ege Univ., Turkey</i>	Rıdvan ÇOLAK	<i>Ardahan Univ., Turkey</i>
Fatma ÇEPIKKURT	<i>Mersin Univ., Turkey</i>	Robert C. SCHNEIDER	<i>The Coll. at Brockport, State Univ. of NY, US</i>
Fatma Saçlı UZUNÖZ	<i>Hacı Bektaş Veli Univ., Turkey</i>	Romuald STUPNICKI	<i>Józef Pilsudski Univ. of Phys. Educ., Poland</i>
Ferman KONUKMAN	<i>Qatar Univ., Doha, Qatar</i>	Rüchan İRİ	<i>Ömer Halis Demir Univ., Turkey</i>
Funda KOÇAK	<i>Ankara Univ., Turkey</i>	Sadettin KİRAZCI	<i>Middle East Technical Univ., Turkey</i>
Francisco CAMPOS	<i>Polytechnic Institute of Coimbra, Portugal</i>	Sema Alay ÖZGÜL	<i>Marmara Univ., Turkey</i>
Gabriel L. TALAGHIR	<i>"Dunărea de Jos" University of Galați, România</i>	Serap MÜNGANAY	<i>Marmara Univ., Turkey</i>
Gönül İREZ	<i>Muğla Sıtkı Koçman Univ., Turkey</i>	Serkan HACICAFEROĞLU	<i>Recep Tayyip Erdoğan Univ., Turkey</i>
Gül BALTACI	<i>Hacettepe Univ., Turkey</i>	Settar KOÇAK	<i>Middle East Technical Univ., Turkey</i>
Gülten ÖKMEN	<i>Muğla Sıtkı Koçman Univ., Turkey</i>	Sırrı Cem DİNÇ	<i>Celal Bayar Univ., Turkey</i>
Hakan SUNAY	<i>Ankara Univ., Turkey</i>	Stevo POPOVIC	<i>University of Montenegro, Montenegro</i>
Halil SAROL	<i>Kırıkkale Univ., Turkey</i>	Şahin ÖZEN	<i>Marmara Univ., Turkey</i>
Hamdi Alper GÜNGÖRMÜŞ	<i>Celal Bayar Univ., Turkey</i>	Şerife VATANSEVER	<i>Uludağ Univ., Turkey</i>
Hatice ÇAMLIYER	<i>Celal Bayar Univ., Turkey</i>	Tameka BATTLE	<i>Laguardia Community Coll., NY, US</i>
Hayriye Çakır ATABEK	<i>Anadolu Univ., Turkey</i>	Tennur Yerlisu LAPA	<i>Akdeniz Univ., Turkey</i>
Hüseyin GÜMÜŞ	<i>Mersin Univ., Turkey</i>	Tolga AKŞİT	<i>Ege Univ., Turkey</i>
Hüseyin ÜNLÜ	<i>Aksaray Univ., Turkey</i>	Turgay BİÇER	<i>Marmara Univ., Turkey</i>
İbrahim CİCİOĞLU	<i>Gazi Univ., Turkey</i>	Ümid KARLI	<i>Abant İzzet Baysal Univ., Turkey</i>
Jan GAJEWSKI	<i>Józef Pilsudski Univ. of Phys. Educ., Poland</i>	Volga Bayrakçı TUNAY	<i>Hacettepe Univ., Turkey</i>
Kadir YILDIZ	<i>Celal Bayar Univ., Turkey</i>	Yüksel SAVUCU	<i>Fırat Univ., Turkey</i>
Kemal GÖRAL	<i>Muğla Sıtkı Koçman Univ., Turkey</i>	Zekai PEHLİVAN	<i>Mersin Univ., Turkey</i>
Kerem Yıldırım ŞİMŞEK	<i>Anadolu Univ., Turkey</i>		



INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT, EXERCISE & TRAINING SCIENCES



CONTENTS

İÇİNDEKİLER

VOLUME 7, ISSUE 1, March 2021

CILT 7, SAYI 1, Mart 2021

PAGE / SAYFA

MOVEMENT & TRAINING SCIENCES

Effect of Dehydration on The Development of Endurance and Vertical Elasticity in High-level Basketball Players

Mohamed Salah Eddine BENSETTI, Kada BELKEBICHE, Abdellah MERZOUK 6–11

The Effect of Eight-Week Pyramidal Strength Training Method on Speed, Vertical Jump and Maximal Force Variables in Handball Players

Hentbolcularda Sekiz Haftalık Piramidal Kuvvet Antrenman Yönteminin Sürat, Dikey Sıçrama ve Maksimal Kuvvet Değişkenlerine Etkisi

Mehmet Hilmi GÖKMEN, Nurten DİNÇ 12–21

The Effect of Reactive Strength Index on Some Parameters of Young Football Players

Genç Futbolcularda Reaktif Kuvvet İndeksinin Bazı Parametreler Üzerine Etkisi

Recep Fatih KAYHAN, Alper ÇIKIKÇI, Ozan GÜLEZ 31–39

SPORT & HEALTH SCIENCES

Investigation of the Effect of Strength Exercise Program Applied on Unstable Grounds on Limb Symmetry Index After Anterior Cruciate Ligament Surgery of Female Athletes

Kadın Sporcularda Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Sonrası İnstabil Zeminlerde Uygulanan Kuvvet Egzersiz Programının Alt Ekstremitte Simetrisi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Ayşenur KURT, Atakan ÇAĞLAYAN, Mustafa EROL, İbrahim ERDEMİR 22–30

IJSETS
112EL2

<http://dergipark.gov.tr/useeabd>

ISSN: 2149-8229



Effect of Dehydration on The Development of Endurance and Vertical Elasticity in High-level Basketball Players

Mohamed Salah Eddine BENSETTI¹, Kada BELKEBICHE², Abdellah MERZOUK³

Abstract

Aim: The objective of this study is to observe and verify the effect of dehydration about the performance of physical abilities of endurance and vertical elasticity among high-level basketball players and compare them to the various studies that have been carried out so far and provide adequate recommendations for a dual objective, to achieve performance and preserve the athlete's health.

Methods: This study followed a quantitative descriptive research design. We performed tests and re-tests of vertical elasticity through the Squat Jump (SJ) test for the same group being normally hydrated and being dehydrated (on an empty stomach). Then, we followed up with the ½ cooper tests and re-tests for endurance evaluation for the same group being normally hydrated and being dehydrated (fasting). Comparison between the different tests during the three periods of the season.

Results: For the first set of results related to the Squat Jump throughout the three periods, we recorded a slight difference but statistically significant between the tests for the two states of hydration. The second sets of results related to the half Cooper were even more confirming and endorsing the first set of results. During the three We recorded statistically significant difference the two states of hydrations, with P value <0.001.

Conclusion: Through this study, we observed the effect of dehydration on specific physical abilities in our basketball players. It has been found that dehydration negatively affects the development of their physical abilities. This leads to the implementation of the individualization of hydration strategies.

Keywords

Hypohydration,
Fluid Balance,
Aerobic Performance,
Explosive Force

Article Info

Received:14.12.2020

Accepted:09.10.2021

Online Published:18.09.2021

DOI:10.18826/useeabd.840312

INTRODUCTION

To know the harmful effects of dehydration on athletic performance, it will be necessary to assess the effect of exercise and training sessions on the athlete's water status. According to Guezzenec, (2011), sweating could increase considerably during physical exertion to reach 4 l/h in extreme conditions. Thus, if the fluid intake does not compensate for the fluid losses, a state of dehydration appears and a decline in physical and mental performance could be observed (Sawka et al., 2007).

Knowing that high-level athletes devote a lot of time and effort to perfecting their technical movements, their physical conditions, and their tactical preparation, they must not neglect the nutritional aspect, in particular hydration and their management of the water balance which is part of their recovery and which directly influences their performance. In this context, sometimes coaches, athletes, physical trainers, are faced with incomprehensible sporting failure, it could be that poor management of the water balance could justify this failure; it can be a cause of poor performance.

Because of the significant change in the intensity and frequency of basketball playing actions, with an increase in the duration of efforts and a reduction in break times, today the sessions must be more demanding, in particular, in physical engagement, because athletes must be able to withstand harder and more extensive workloads from an athletic preparation standpoint. This intermittent aspect of basketball was further accentuated by the change in the discipline's regulations in 2001, namely the rule of 24 and 8 seconds, 4 periods of play of 10 minutes and 5 time-outs per team.

In team sports, it is recognized that the athlete has limited possibilities to hydrate. In this case, the athlete should take advantage of stoppage time to rehydrate while planning the volume to ingest on each occasion (Maughan and Shirreffs, 2010). This is the case with basketball where he has the opportunity

The role and contributions of each authors as in the section of IJSETS Writing Rules "Criteria for Authorship" is reported that: **1. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection, writing of the paper and final approval of the version to be published paper; **2. Author:** Data collection, preparation of the paper according to rules of the journal, Statistical analysis, interpretation of the data and final approval of the version to be published paper; **3. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection, Statistical analysis,

¹**Corresponding Author:** Laboratoire d'Optimisation des Programme d'Activité Physique et Sportive LABOPAPS. STAPS université Ibn Badis Mostaganem, Algeria, bensetti_s@yahoo.fr. **ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-8886-5217>

²Laboratoire d'Optimisation des Programme d'Activité Physique et Sportive LABOPAPS. STAPS université Ibn Badis Mostaganem, Algeria

³Laboratoire d'Adaptation Physiologique à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort APERE STAPS, université Jules Vernes Amiens, France

to hydrate during the 5 timeouts for each team, therefore 10 breaks during a match which can be up to 81 minutes depending (Travaillant et al., 2003).

Dehydration for basketball players is very important according to (Broad et al., 1996). It is located between 1.4 l/h and 1.6 l/h, which requires serious management by the adoption of well-defined strategies to compensate for it in training as in competition, especially with us in Algeria, where generally the climate is mild, rather warm (8 months /12).

The purpose of this article is to answer the main research question, namely whether dehydration has an impact on the development of the endurance and vertical elasticity of basketball players. Therefore, we aim to show the importance of good hydration and convey a clear message of putting in place strategies and hydric plans for the dual goal of achieving performance and preserving our athletes' health.

METHOD

Participants

Study sample: Our study was carried out on the senior male team of an Algerian National Club from the first league which consists of 20 players with the following characteristics:

Table 1: Characteristics of the sample GSP

Age (years)	23 ± 0,62
Weight (kg)	80.21 ± 8.80
Height (cm)	189 ± 6.46

Research Protocol: Our study protocol consists of evaluating and comparing the strength and special endurance of the high-level basketball player about two different states, normally hydrated and dehydrated, during three different periods of the season, therefore, tests were carried out at two days of delay, first in a normal state of hydration with the possibility of deteriorating during the test at will and second in a state of dehydration, (voluntary dehydration, restriction of deterioration 6 hours before the tests and during the test until the end of the session, (on an empty stomach).

Hypotheses: We suppose that through the physical tests carried out on a group of high-level athletes during the 3 main phases of the season (preparatory, competitive and transient) indicate to us that dehydration negatively affects the process of development of endurance capacities as well as the vertical elasticity capacities of the basketball player.

Data collection

Protocol 1. Squat Jump (SJ): Using a Squat Jump to measure non-plyometric dry elasticity, without stretching. We did a 15-minute warm-up, plus a few sets of sheathing movements followed by a 3-minute break before each test. We measure the height of the jump of each athlete "the vertical elasticity" and three repetitions were performed looking for the maximum height.

Protocol 2. The Half Cooper or the 6 Minute Test: The Half Cooper test was used to calculate the Maximal Aerobic Speed (MAS) of each athlete; it indicates the speed which is witness to the capacity of each athlete to oxygenate his muscles during the effort, it is essential to establish the intensities of the effort of the program. of training. The goal is simple, it is to try to achieve or cover the greatest distance in 6 minutes, after a warm-up of 10 to 15 minutes in slow running followed by 2 fast runs of 40 to 50 meters with return throttled on the distance to cool down, then rest for 2 minutes before starting the test. The value of the MAS corresponds to the distance travelled in meters divided by one hundred (D/100).

Statistical analysis

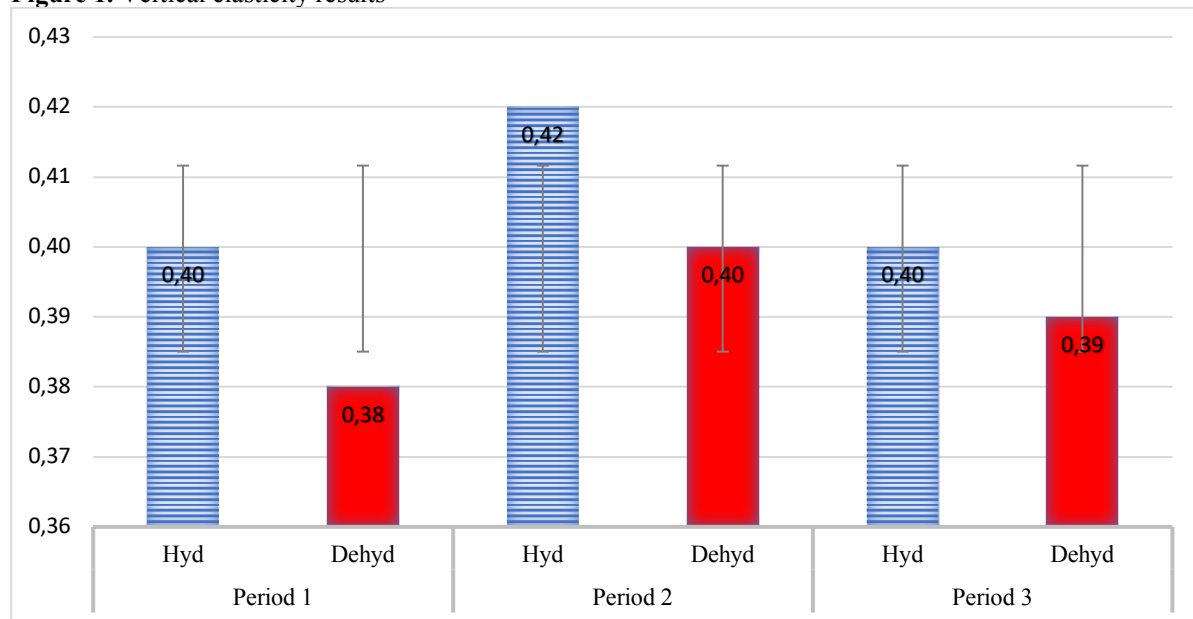
In the analysis of the data, the arithmetic mean and standard deviation values for the measurement results of each variable were calculated separately and a table was created. The significance between the measurement values of the groups was tested with the Mann Whitney-U test.

RESULTS

Comparison between the different tests during the 3 periods of the season. For the processing of the data collected, we calculated the arithmetic mean, the standard deviation, the variance and the coefficient of

variation. The arithmetic means the sum of the measured values divided by their number it determines the average value of a series of calculations. The question may arise if the result of the averages is different. This difference can be due to chance as it can be a significant fact.

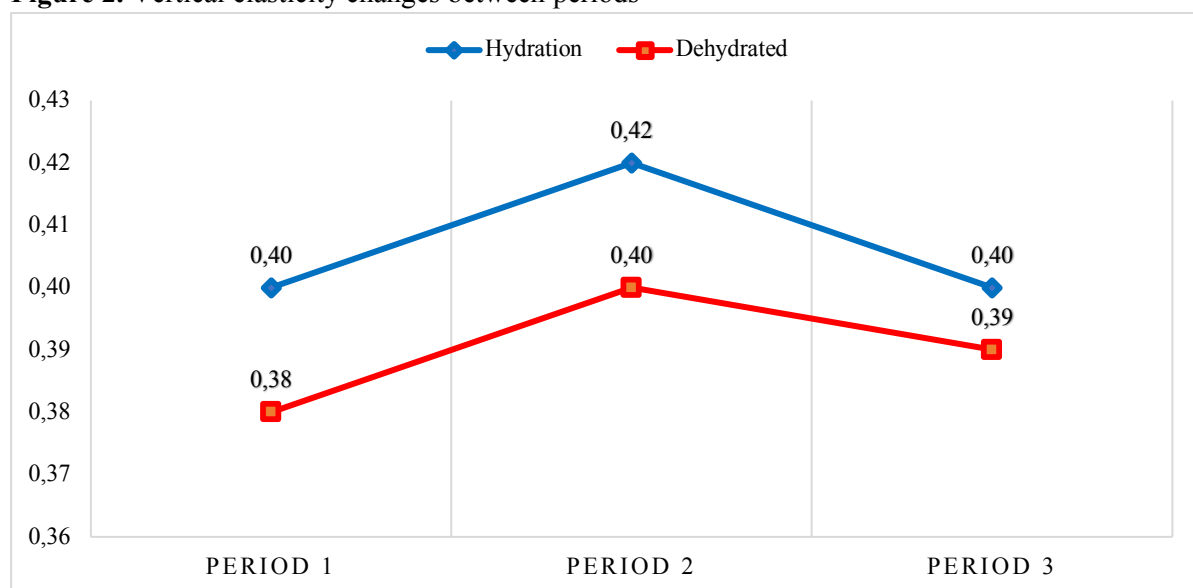
Figure 1. Vertical elasticity results



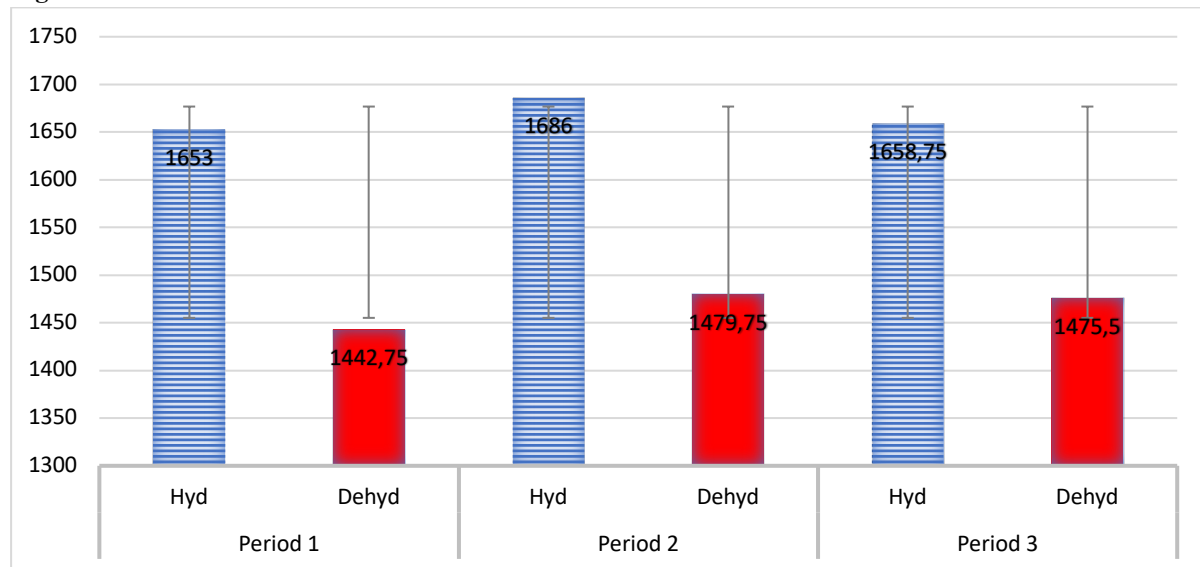
Note: Hyd: hydration condition, Dehyd: dehydrated condition-

We recorded a slight difference between the tests for the 2 states of hydration, however, we recorded an average of 0.40 cm being normally hydrated and 0.38 cm being dehydrated in period 1, an average of 0.42 cm being normally hydrated and 0.40 cm being dehydrated in period 2 and an average of 0.40 cm being normally hydrated and 0.39 cm being dehydrated in period 3. All differences are very significant ($p < 0.001$ ***).

Figure 2. Vertical elasticity changes between periods

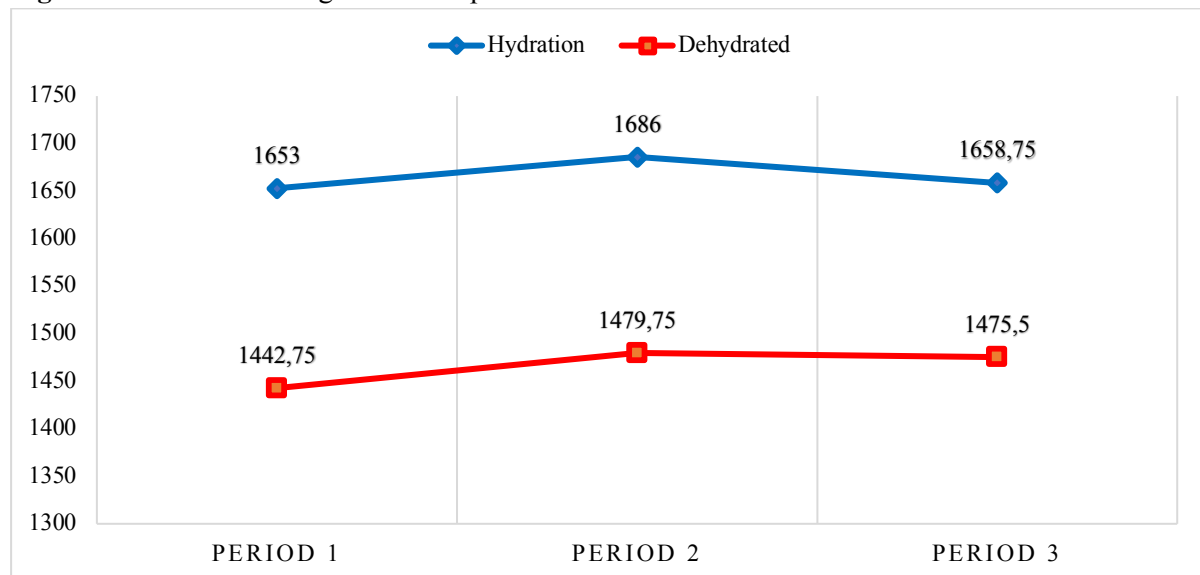


As a result of the vertical elasticity measurements, the averages of the hydration and dehydrated groups were evaluated. The change in averages between periods is revealed. It was observed that there was a change in the averages.

Figure 3. Endurance results

Note: Hyd: hydration condition, Dehyd: dehydrated condition

We recorded a difference between the results of the half cooper test (6 minutes) for the two states of hydration during the 1st period because we recorded an average of 1653 m, being normally hydrated and 1442.75 being dehydrated. During period two, we also recorded an average of 1686 m, being normally hydrated and 1479.75 m being dehydrated. Moreover, period three noted an average of 1658.75 m, being normally hydrated and 1475.5 m being dehydrated. All differences are very significant ($p < 0.001$ ***).

Figure 4. Endurance changes between periods

As a result of the endurance measurements, the averages of the hydration and dehydrated groups were evaluated. The change in averages between periods is revealed. It was observed that there was a change in the averages.

DISCUSSION

The findings of the data analysis relate the water losses and the performance of endurance capacity and strength in high-level Algerian basketball players allowing us to conduct a comparison of the present

study with other related works. Hence, the comparison will assess the place given to hydration and its effect on the development of the physical abilities specific to basketball.

The majority of authors and researchers indicate that dehydration has a negative influence on physical and intellectual performance. In this context, (Hawley et al., 1994) indicate that after 2% of water loss from our body mass, our body is only functioning at 80% of its capacity. Data from the literature generally shows that dehydration greater than or equal to 2% is detrimental to performance; however current recommendations state to drink enough fluids to limit dehydration of $\geq 2\%$. Otherwise, performance will be adversely affected. (Sawka et al., 2007; Shirreffs and Sawka, 2011).

We were therefore interested during our study to observe the effect of dehydration on different abilities first of all the elasticity which is very important in the basketball player, an essential quality in the game since we analyse the game. We found that During a basketball game, players average 100 jumps, which is a significant number and requires adequate athletic preparation.

The results of the squat jump test revealed a very significant difference between the two states of hydration with a decrease in strength performance. It is believed that the basketball player is far from having all his physical faculties, muscular and nervous when he is dehydrated. The dehydration state doesn't allow it to perform in the same way as being normally hydrated.

According to our study, dehydration has only 1.37% of the body mass. It has negatively affected the particularity of elasticity in our basketball players. Although recent research widely agrees on the decrease in performance starting at 2% of fluid loss (dehydration). Hence, this confirms our hypothesis but goes against previous studies.

For the Half Cooper test where we wanted to see the effect of dehydration on the endurance faculties of our basketball players, the results showed us a very significant difference during the 3 periods and this confirms our hypothesis knowing that we are at 1.37% dehydration only. However, Professor Goulet from Sherbrook University (Canada) considers that mild dehydration does not affect endurance performance, he has shown during a meta-analysis that during a protocol simulating the performance of the type "Against the Clock", dehydration levels of up to 4.3% CP do not adversely affect performance and drinking when thirsty would optimize performance in endurance athletes (Goulet's tests were performed on a bicycle) (Goulet, 2013). This discrepancy is due to the type of sport and activity. The subjects of the study were cyclists, and our subjects are basketball players which could affect the final results. These works are generally applied to marathon runners or cyclists. Aside from basketball, which has its specificities and its intermittent nature, it seems logical to us that the results will be different.

According to (Goulet, 2013), the impact of slight dehydration on endurance performance is presented by differentiating between two types of protocols: a) Protocol approaching the real race conditions such as "against the clock"; and b)- Further away from natural competition conditions maintaining a precise intensity as long as possible.

In both protocols, endurance performance was compared in subjects who were properly hydrated and subjects who were dehydrated by exertion. The results of this analysis show that under conditions close to reality, dehydration following exercise improves endurance performance but not significantly (+ 0.09%, $P = 0.9$) whereas, in the event of protocol further from reality, dehydration significantly reduces performance (1.91% $P / 0.05$) (Goulet, 2013).

Our findings comply with certain Goulet (2013) studies to some extent. In other words, the main finding of our study reveals that the dehydration negatively the developments of endurance confirm the results of the second protocol of Goulet (2013).

CONCLUSION

Hydration is one of the pillars of sporting success. To reach the top with high results, it should occupy a prominent place among our top athletes. However, managing and optimizing its water potential should be a major concern and a concern for all actors in the sports world, namely; athletes, coaches, doctors, physical trainers... etc.

Through this study, we observed the effect of dehydration on specific physical abilities in our basketball players. It has been found that dehydration negatively affects the development of their physical abilities as it has been mentioned sometimes through research. Knowing that the results of the tests carried out during our study are not all consistent with the data put forward by the scientific literature which agree on the idea that from dehydration of 2% that the physical capacities of an athlete are impaired. We have found that even minimal dehydration, between 1% and 2% in our basketball

players, has a negative influence on the physical performance and especially the endurance capacities of our athletes. Contrary to what we have known from the work of Cheung et al. (2015) who stated that slight dehydration (between 2% and 3%) does not affect endurance performance. These works are generally applied to marathon runners or cyclists. Aside from basketball, which has its specificities and its intermittent nature, it seems logical to us that the results will be different.

In basketball, the constraints of time and pressure are decisive, especially after the change of regulations in 2001. The new regulations such as the rule of 5-time outs, the rule of 24 seconds, the rule of 8 seconds have made the competition harder and the efforts more intense.

As a recommendation, players are encouraged to drink during timeout and stoppage time optimally and intelligently. Without the mistake of drinking large amounts of water, that could provoke a gastric discomfort which inevitably induces a poor performance.

To achieve high performance with optimum results, our basketball players must adopt an adequate, personalized, and well-studied hydration strategy. This could be achieved by knowing how to quantify their sweating rates to know the volume of water or drink needed to consume during training or in competition. They must be, always, well-hydrated in competition and training as well.

REFERENCES

- Broad, E. M., Burke, L. M., Cox, G. R., Heeley, P., & Riley, M. (1996). Bodyweight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, 6(3), 307-320.
- Cheung, S. S., McGarr, G. W., Mallette, M. M., Wallace, P. J., Watson, C. L., Kim, I. M., & Greenway, M. J. (2015). Separate and combined effects of dehydration and thirst sensation on exercise performance in the heat. *Scand J Med Sci Sports*, 25(1985):104–11.
- Goulet, E. D. (2013). Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. *British Journal of Sports Medicine*, 47(11), 679-686.
- Guezennec, C. Y. (2011). Les boissons de l'effort: bases physiologiques de leurs utilisations et composition. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(1), H46-H53.
- Hawley, J. A., Walsh, R. M., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1994). Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *International Journal of Sports Medicine*, 15(07), 392-398.
- Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2010). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 40-47.
- Sawka, M. N., Noakes, T. D. (2007). Does dehydration impair exercise performance?. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8):1209–17.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377-390.
- Shirreffs, S. M., & Sawka, M. N. (2011). Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 39-S46.
- Travaillant, G., & Cometti, G. (2003). Analyse des efforts en basket. CEP Dijon. *UFR STAPS Dijon Université de Bourgogne*, 1-21.

CITATION OF THIS ARTICLE

Bensetti, M.S.E., Belkebiche, K. & Merzouk, A. (2021). Effect of Dehydration on The Development of Endurance and Vertical Elasticity in High-level Basketball Players. *International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences - IJSETS*, 7(1), 6–11. Doi: 10.18826/usecabd.840312



Hentbolcularda Sekiz Haftalık Piramidal Kuvvet Antrenman Yönteminin Sürat, Dikey Sıçrama ve Maksimal Kuvvet Değişkenlerine Etkisi

Mehmet Hilmi GÖKMEN¹, Nurten DİNÇ²

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı hentbolculara uygulanan 8 haftalık piramidal kuvvet antrenmanının sürat, dikey sıçrama ve kuvvet üzerine etkisini incelemektir.

Materyal ve Metot: Bu araştırmaya Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi erkek hentbol takımında oynayan 17 gönüllü katılmıştır. 17 katılımcı randomize yöntem kullanılarak; antrenman (n=9) ve kontrol (n=8) olarak üzere iki gruba ayrılmıştır. Antrenman grubuna 8 hafta boyunca piramidal kuvvet antrenmanı uygulanırken, kontrol grubuna kuvvet antrenmanı programı uygulanmamıştır. Her iki test dönemi öncesinde katılımcıların boy, kilo ve beden kütle indeksi ölçümleri alınmıştır. Sekiz haftalık antrenman programı öncesi ve sonrasında sırasıyla; 1 tekrar maksimum bench press-skuat testi, dikey sıçrama testi ve 20 metre sürat testi uygulanmıştır. Tüm veriler Windows 10 işletim sistemi altında çalışan SPSS 23.0 programında analiz edilmiştir. Wilcoxon sıralı işaretler testi ve Mann-Withney U testi uygulanmıştır.

Bulgular: Analizler sonucunda, elde edilen bulgulara göre; antrenman grubunun 1 tekrar maksimum bench press ve squat testi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunurken ($p < 0.05$), kontrol grubunun sadece dikey sıçrama testinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Gruplar arası karşılaştırma yaptığımızda ise grupların ön test sonuçlarında sadece 1 tekrar maksimum bench press testinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunurken ($p < 0.05$), grupların son test sonuçlarında 1 tekrar maksimum bench press, 1 tekrar maksimum squat ve dikey sıçrama testlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Sonuç: Araştırma verilerinden elde edilen sonuçlara göre; hentbolculara uygulanan piramidal kuvvet antrenmanının olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Takım Sporları,
Kuvvet,
Piramidal Antrenman,
Fiziksel Performans

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 25.12.2020

Kabul Tarihi: 13.02.2021

Online Yayın Tarihi: 15.03.2021

DOI:10.18826/useeabd.847024

The Effect of Eight-Week Pyramidal Strength Training Method on Speed, Vertical Jump and Maximal Force Variables in Handball Players

Abstract

Aim: This aim study is to examine the effect of 8-week pyramidal strength training applied to handball players on speed, vertical jump and strength.

Methods: This study consists of 17 male handball players playing in Manisa Celal Bayar University Sport Sciences Faculty. 17 participants using randomized method; It was divided into two groups as training (n=9) and control (n=8). While pyramidal strength training was applied to the training group for 8 weeks, the strength training program was not applied to the control group. Body height, body mass and body-mass index measurements of participants were measured. During the pre and post-test 1 repetition maximum bench press and squat test, vertical jump test, and 20 meters speed tests were applied. Data analysis were performed SPSS 23.0 for Windows 10. The collecting data were analyzed with Wilcoxon signed rank test and Mann-Withney U tests.

Results: As a result of the analysis, according to the findings obtained; While a statistically significant difference was found in the 1 repetition maximum bench press and squat test results of the training group ($p < 0.05$), a statistically significant difference was found only in the vertical jump test of the control group ($p < 0.05$). When we make a comparison between the groups, there is a statistically significant difference in the pre-test results of the groups only in the 1 repetition maximum bench press test ($p < 0.05$), while there is a statistically significant difference in the post-test results of the groups in the 1-rep maximum bench press, 1 repetition maximum squat and vertical jump tests. was determined ($p < 0.05$).

Conclusion: According to the results obtained from the research data; It has been determined that pyramidal strength training applied to handball players has positive effects.

Keywords

Team Sports,
Strength,
Pyramidal Training,
Physical Performance

Article Info

Received: 25.12.2020

Accepted: 13.02.2021

Online Published: 15.03.2021

DOI:10.18826/useeabd.847024

The role and contributions of each authors as in the section of IJSETS Writing Rules "Criteria for Authorship" is reported that: **1. Author** and **2. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection, writing of the paper and final approval of the version to be published paper. Data collection, preparation of the paper according to rules of the journal, final approval of the version to be published paper;

¹**Sorumlu Yazar:** Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi. Manisa/Türkiye, mehmethilmi93@gmail.com Orcid: 0000-0002-3848-7569

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi. Manisa/Türkiye, nurten.dinc@hotmail.com Orcid: 0000-0001-9365-2574

GİRİŞ

Kuvvet antrenmanları sağlık düzeyini ve spor performansını artırmak için önemli bir antrenman bileşenidir (Naclerio ve ark. 2013). Kuvvet performansını en üst düzeye çıkarma ihtiyacı, birçok sporcu için özel bir önem taşır. Çünkü sporcular branşlarının ihtiyacına göre belli düzeyde kuvvet üretmek zorundadırlar (Schoenfeld ve ark. 2015). Daha spesifik olarak güç çıktısı, atletik yeteneklerin belirlenmesinde ve farklı spor branşlarında kimin daha başarılı olabileceğinin tahmin edilmesinde önemli bir özelliktir (Sarabia ve ark. 2017). Ayrıca kuvvet belirli hareketlerin (atma, atlama, koşma vb.) temeli olduğundan dolayı kas gücü ve kuvveti, müsabık takım sporlarında kritik öneme sahiptir. Hentbol sporunda hentbol oyuncularının maç esnasında ani hızlanma, yavaşlama ve sprint gibi motorik özellikleri art arda uygulamaları gerekmektedir (Massuca ve ark. 2014). Bu motorik özellikleri uygulayabilmek içinse elit hentbolcuların hem alt ekstremitedeki hem de üst ekstremitedeki kaslarının güçlü ve kuvvetli olması gerekmektedir (Chelly ve ark. 2010). Buna ek olarak kas gücü ve kuvvetinin teknik ve taktik becerileri sergilemenin yanında elit seviyedeki hentbol maçlarında iyi bir sonuç alabilmek için önemli olduğu bilinmektedir (Hermassi ve ark. 2011).

Antrenörler ve kondisyonerler, kas hacminde ciddi bir azalma olmadan daha yüksek yükler ile antrenman yapabilmek için bazı antrenman sistemleri önermişlerdir. Bu antrenman sistemlerinden bir tanesi de piramidal antrenman metodudur. Piramidal sistemin en göze çarpan özelliği, her basamakta yükselen dış dirence karşılık tekrar sayısındaki düşüştür. Dinlenme aralıkları ise yönetime göre çeşitlilik gösterir. Uzun bir dinlenme süresi uygulanarak farklı amaçlar içeren ikinci, üçüncü, dördüncü piramidaller uygulanabilir. Bu metod yük artarken tekrar sayısının düşmesinden dolayı, kas kütlelerinde ciddi bir kayba neden olmadan daha yüksek yoğunluklardaki yükler ile çalışma imkânı sağlamaktadır. Ek olarak piramidal antrenman metodu hem kas kuvvetinin artırılması hem de kas hipertrofisi elde etmek için anabolik bir ortam sağladığından dolayı tercih edilmektedir. Yapılan antrenman artan yük yerine azalan yük şeklinde de uygulanabilmektedir ancak bu durumda tekrar sayısı sonraki setlerde artmaktadır. Piramidal antrenman farklı varyasyonlarda kullanılabilir. Antrenman verimliliği artırmak için optimal şiddetin, tekrarların, set sayılarının ve dinlenme aralıklarının iyi ayarlanması gerekmektedir (Santos ve ark. 2018; Nazik 2018). Literatürde piramidal antrenman ile ilgili yapılmış çalışmaları incelediğimizde Ribeiro ve arkadaşlarının (2016) 65 yaş üzerindeki kadınlarla yaptıkları çalışmada piramidal antrenman metodunun kas gücünü ve hipertrofisini geliştirmede olumlu etkisi olduğunu bildirmektedir. Ayrıca Ravé ve arkadaşlarının (2018) yüzücülerle yaptıkları çalışmada 6 hafta uygulanan piramidal antrenman metodunun yüzücülerin kuvvet artışlarında aynı süreyle uygulanan spesifik kuvvet antrenmanı metoduna göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Ek olarak Cinel ve ark. (2006) voleybolcuların kuvvet gelişimleri üzerine yaptıkları çalışmada piramidal antrenman metodunun, tekrar yüklenme yöntemi metoduna göre voleybol sporcularında daha fazla kuvvet artışı sağladığı bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada Nazik ve ark. (2017) elit haltercilerle yaptıkları çalışmada piramidal kuvvet antrenmanı metodunun haltercilerde koparma, silikme, çekiş ve squat hareketlerinde daha fazla maksimal kilo kaldırma ve kol ve bacak kaslarında hipertrofi oluşumuyla birlikte çevre ve çap ölçümlerinin artmasına olumlu katkı yaptığı tespit edilmiştir. Ancak Angleri ve arkadaşlarının (2017) kuvvet sporcuları ile yaptıkları çalışmada piramidal antrenman metodunun drop set ve geleneksel kuvvet antrenman metoduna göre daha az etkili olduğu tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde piramidal kuvvet antrenmanının farklı bireylerde ve spor branşlarında kuvvet ve hipertrofi gelişiminde rol oynadığı görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı hentbolcularda sekiz haftalık piramidal kuvvet antrenman yönteminin sürat, dikey sıçrama ve maksimal kuvvet değişkenlerine etkisinin araştırılmasıdır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Katılımcılar

Araştırma Grubu: Bu araştırmaya Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi erkek hentbol takımında oynayan 17 gönüllü sporcu katılmıştır. Katılımcılar antrenman (n= 9) ve kontrol (n= 8) grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de yer almaktadır. Antrenman grubu haftada 3 gün yaptıkları hentbol antrenman programlarına ilaveten piramidal kuvvet antrenman programını uygularken, kontrol grubu sadece hentbol antrenman programına katılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce katılımcılara yapılacak çalışmalar ve testler konusunda gerekli bilgiler verilmiş ve gönüllü onam formları kendileri tarafından imzalanmıştır. Buna

ek olarak Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünden 05.12.2018 tarihli 20.478.486 nolu karar ile etik kurul onayı alınmıştır.

Tablo 1. Araştırma Grubuna Ait Tanımlayıcı İstatistikler (N=17)

Değişkenler	Antrenman Grubu (N=9) $\bar{x} \pm S.S$	Kontrol Grubu (N=8) $\bar{x} \pm S.S$
Yaş (yıl)	20,89±2,14	20,88±1,24
Boy (cm)	181,7±5,51	178,6±5,20
Vücut ağırlığı (kg)	79,37±7,21	77,21±10,7

Çalışma Dizaynı: Çalışma 8 hafta sürmüştür ve katılımcılara 8 hafta boyunca 2 farklı piramidal antrenman metodu uygulanmıştır. İnsan vücudu nörolojik ve fizyolojik olarak antrenman programlarına uyum sağlamaktadır ve bu durum kuvvet antrenmanları içinde geçerlidir. İnsan vücudu kuvvet antrenmanlarına 4 ile 6 hafta arasında uyum sağlamaktadır ve vücut kuvvet antrenmanlarına uyum sağlamaya başladığı zaman kuvvet gelişimi yavaşlamaktadır bu yüzden kuvvet antrenmanı programlarının maksimum 6 haftadan sonra değiştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Suchomel et al., 2018; Del Vecchio et al., 2019). Bu nedenle çalışmamızda iki farklı 8 haftalık kuvvet antrenmanı programı uygulanmıştır. Çalışmanın hem başında hem de sonunda katılımcılara dikey sıçrama testi, 1 tekrar maksimum (1TM) bench press testi (BP), 1TM squat testi (SQ) ve 20 metre sürat testleri yapıldı ayrıca katılımcıların antropometrik ölçümleri alındı.

Antrenman Programı

Antrenman grubundaki katılımcılara haftanın 3 günü (Pazartesi, Çarşamba, Cuma) teknik taktik antrenman uygulanırken, haftanın 2 günü (Salı ve Perşembe) ve bir antrenman seansı 1 saat 10 dk. süren piramidal kuvvet antrenmanı programı uygulandı. 1 saat 10 dk. süren programın ilk 15 dk. kısmı ısınma ve son 15 dk. bölümü soğuma programları için kullanıldı. 8 haftalık programda hareketler orta hızda yaptırıldı. İlk 4 haftalık antrenman programı set arası dinleme süresiyle birlikte toplamda 35 dk. İkinci 4 haftalık antrenman programı dinlenme süresiyle birlikte 30 dk. sürdü.

İlk 4 haftalık piramidal antrenman programı tablo 2’de, son 4 haftalık piramidal antrenman programı tablo’3 te verilmiştir.

Tablo 2. İlk 4 Haftalık Piramidal Antrenman Programı

Hareket Adı	Set Sayısı	Yüklenme Şiddeti	Tekrar Sayısı	Setler Arası Dinlenme Süresi
Machine Seated Row	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Chest Press	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Shoulder Press	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Dumbell Curl	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
T Bar Push Down	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Leg Extansion	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Leg Curl	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Seated Calf Raises	4	% 60.65.70.75	10.8.6.4	1.5 dk.
Abs Crunch	4		Maksimum Tekrar	1.5 dk.
Dumbell Side Bend	4		Maksimum Tekrar	1.5 dk.

Tablo 3. Son 4 Haftalık Piramidal Antrenman Programı

Hareket Adı	Set Sayısı	Yüklenme Şiddeti	Tekrar Sayısı	Setler Arası Dinlenme Süresi
Lat Front Down	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Flat Bench Press	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Seated Over Head Press	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Barbell Curl	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Rope Push Down	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Squat	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Standing Calf Raises	4	% 60.65.70.75	8.6.4.2	1.5 dk.
Plank	4		45 sn.	1.5 dk.
Knee Up	4		Maksimum Tekrar	1.5 dk.

Antropometrik Ölçümler: Katılımcıların kilosu, vücut kütle indeksleri (VKİ), vücut yağ oranları (VYO) ve toplam kas oranları Tanita MC 780 MA marka 0,1 kg hassasiyetli vücut kompozisyonu ölçer cihaz ile ölçüldü. Katılımcılar ölçüme dinlenik ve aç karnına katılmışlardır. Antropometrik ölçümler yalın ayak alındı.

Dikey sıçrama testi: Katılımcıların dikey sıçrama testi ölçümleri smart speed marka cihazın smart jump dikey sıçrama ölçme matı ile yapılmıştır. Katılımcılar spor kıyafetleri ve spor ayakkabıları ile sıçrama matının üzerine çıkmışlardır. Matın üzerinde sporcuların elleri belde çift ayakla matın üzerinde dizler 90° squatta hızlı bir şekilde aşağıya inerek sıçrayabildikleri kadar yukarı sıçramaları istenmiştir (Loturco et al., 2020). Her katılımcıya 2 defa sıçrama hakkı verilmiştir ve iki sıçrama hakkı arasında maksimum performansını gösterebilmesi için minimum 3 dk. dinlenme hakkı verilmiştir. Katılımcı iki sıçrama hakkını da kullandıktan sonra en iyi dikey sıçrama değeri kayıt edildi.

1 Tekrar maksimum bench press testi: Katılımcıların BP maksimal kuvvet ölçümü testi 1TM metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde herhangi bir kas grubu ya da kas grupları için katılımcının maksimal kaldırma kapasitesinin bulunması amaçlanmaktadır. Testin prosedürünü açıklamak gerekirse katılımcı ilk önce hafif kilolarla ısınır ardından düşük kilolar ile teste başlar başlangıçta set arası dinlenme aralığı ortalama 1 dk. Ancak kaldırdığı kilolar arttıkça tekrar sayısı düşer ve katılımcının dinlenme süresi 5 dk. kadar çıkar. Test katılımcı maksimum kaldırma kuvvetine erişene kadar devam eder (Akdağcık 2014).

1 Tekrar maksimum squat testi: Katılımcıların SQ maksimal kuvvet ölçümü testi 1TM metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemde herhangi bir kas grubu ya da kas grupları için katılımcının maksimal kaldırma kapasitesinin bulunması amaçlanmaktadır. Testin prosedürünü açıklamak gerekirse katılımcı ilk önce hafif kilolarla ısınır ardından düşük kilolar ile teste başlar başlangıçta set arası dinlenme aralığı ortalama 1 dk. Ancak kaldırdığı kilolar arttıkça tekrar sayısı düşer ve katılımcının dinlenme süresi 5 dk. kadar çıkar. Test katılımcı maksimum kaldırma kuvvetine erişene kadar devam eder (Akdağcık 2014).

20 Metre sürat testi: Katılımcılar spor salonunda işaretler ile 20 metre olarak belirlenmiş alanda teste katılmışlardır. Her katılımcıya iki hak verilmiştir ve katılımcının maksimum ölçümünü alabilmek için iki ölçüm arasında minimum 3 dk. dinlenme hakkı verilmiştir. Katılımcı her iki denemeyi de yaptıktan sonra en iyi koştuğu değer kayıt edilmiştir. Katılımcıların 20 metre sürat testi süre ölçümleri dijital el kronometresi ile yapıldı.

İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler, Windows 10 altında çalışan SPSS 23.0 programında yapıldı. Çalışmanın demografik bilgileri, vücut kompozisyonu ölçümleri ve uygulanan ön ve son testlerin ortalama ve standart sapmalarını hesaplamak için ve çalışmanın istatistik açıdan geçerliliği ve güvenilirliğini sağlamak için frekans analizi yapıldı. Çalışmada antrenman ve kontrol grubunun ön test ve son test sonuçlarını grupların kendi aralarında karşılaştırmak için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılırken, gruplar arasında karşılaştırma yapabilmek içinse Mann-Withney U testi kullanıldı. Çalışmamızda non parametrik test kullanmamızın nedeni toplam katılımcı sayımızın 20'nin altında olmasıdır. Çalışmanın istatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Tablo 4. Antrenman ve kontrol grubunun, Wilcoxon sıralı işaretler testi değerleri

Değişkenler	Gruplar	Ön Test $\bar{x} \pm S.S$	Son Test $\bar{x} \pm S.S$	P	Z
VKİ (kg/m ²)	Antrenman (N=9)	23,92±1,64	24,05±1,58	0.495	-0.682 ^b
	Kontrol (N=8)	24,51±2,48	24,41±2,82	0.726	-0.351 ^b
VYO (%)	Antrenman (N=9)	11,15±2,63	12,32±2,09	0.075	-1.779 ^b
	Kontrol (N=8)	11,60±3,78	12,43±4,59	0.208	-1,260 ^b
Toplam Kas Kütle (kg)	Antrenman (N=9)	67,52±4,11	66,83±5,20	0.553	-0.593 ^c
	Kontrol (N=8)	65,12±5,77	64,93±6,10	0.575	-0.561 ^b
Dikey sıçrama (cm)	Antrenman (N=9)	43,82±4,01	44,90±3,61	0.110	-1.599 ^b
	Kontrol (N=8)	40,57±7,52	37,10±7,58	0.012	-2.521 ^c
1 TM Bench Press (kg)	Antrenman (N=9)	83,89±14,0	96,11±14,0	0.005	-2.810 ^b
	Kontrol (N=8)	72,50±12,2	70,00±8,01	0.461	-0.736 ^c
1 TM Squat (kg)	Antrenman (N=9)	105,5±12,3	124,4±10,1	0.006	-2.739 ^b
	Kontrol (N=8)	106,2±14,0	103,1±15,7	0.131	-1.512 ^c

20 Metre sürat testi (sn)	Antrenman (N=9)	3,24±0,16	3,16±0,23	0.065	-1.843 ^c
	Kontrol (N=8)	3,31±0,29	3,32±0,24	0.611	-0.508 ^b

Grupların Wilcoxon sıralı işaretler test sonuçları * $p < 0,05$ VKİ: Vücut Kütle İndeksi, VYO: Vücut Yağ Oranı, SS: Standart Sapma

Grupların % değişimlerine baktığımızda antrenman grubunun sadece BP ve SQ değişiklik olduğu tespit edildi. Buna göre katılımcıların BP ön testte % 22,2'si 70, %55,6'sı 80, %11,1'i 105 ve 110 kg kaldırmıştır. BP son testte katılımcıların % 22,2'si 80, %33,3'ü 90, %22,2'si 100, %11,1'i 115 ve 120 kg kaldırmıştır. SQ ön testte katılımcıların % 11,1'i 90, %55,6'sı 100 ve %11,1'i 110,120 ve 130 kg. kaldırırken, son testte katılımcıların % 22,2'si 110 ve 120, %44,4'ü 130 ve %11,1'i 140 kg. kaldırdığı belirlendi.

Kontrol grubunda antrenman grubu gibi sadece BP ve SQ değişiklik olmuştur BP ön testte katılımcıların %12,5'i 60, %25'i 65,70,75 ve %12,5'i 100 kg. kaldırdığı bulunurken, son testte % 12,5'i 65 ve 75, %25'i 60,70 ve 80 kg. kaldırdığı bulundu. SQ ön testte %25'i 90,110,110, % 12,5'i 120 ve 130 kg. kaldırdığı belirlenirken, son testte %12,5'i 80,100,120,125, %25'i 90 ve 120 kg kaldırdıkları tespit edildi.

Tablo 5. Antrenman ve kontrol grubunun Man Withney U son test sonuçlarının karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	P	Z	U	SO	ST
Vücut ağırlığı (kg)	Antrenman (N=9)	0.564	-0.577	30.000	9.67	87.00
	Kontrol (N=8)				8.25	66.00
VKİ (kg/m²)	Antrenman (N=9)	0.847	-0.193	34.000	9.22	83.00
	Kontrol (N=8)				8.75	70.00
VYO (%)	Antrenman (N=9)	0.630	-0.481	31.000	9.56	86.00
	Kontrol (N=8)				8.38	67.00
Toplam Kas kütlesi (kg)	Antrenman (N=9)	0.531	-0.626	29.500	9.72	87.50
	Kontrol (N=8)				8.19	65.50
Dikey sıçrama (cm)	Antrenman (N=9)	0.012	-2.502	10.000	11.89	107.00
	Kontrol (N=8)				5.75	46.00
1 TM Bench press (kg)	Antrenman (N=9)	0.001	-3.306	2.000	12.78	115.00
	Kontrol (N=8)				4.75	38.00
1 TM Squat (kg)	Antrenman (N=9)	0.008	-2.639	9.000	12.00	108.00
	Kontrol (N=8)				5.63	45.00
20 Metre sürat testi (sn)	Antrenman (N=9)	0.248	-1.155	24.000	7.67	69.00
	Kontrol (N=8)				10.50	84.00

Grupların son test Mann–Whitney U-test sonuçları * $p < 0,05$ VKİ: Vücut Kütle İndeksi, VYO: Vücut Yağ Oranı, SS: Standart Sapma, SO: Sıra Ortalaması, ST: Sıra Toplamı

Bu çalışmada antrenman ve kontrol grubunun son test sonuçlarını karşılaştırdığımızda dikey sıçrama, 1 TM BP ve 1 TM SQ testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken ($p < 0,05$), kilo, VKİ, VYO, toplam kas kütlesi ve 20 metre sürat testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada hentbol branşındaki sporculara yaptırılan piramidal kuvvet antrenmanın sürat, dikey sıçrama ve maksimal kuvvet değişkenlerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda antrenman grubunun ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığından 1TM BP ve SQ değerlerinde anlamlı farklılıklar bulunurken, kontrol grubunun sadece dikey sıçrama testinde ön ve son test sonuçları arasında fark bulundu. Gruplar arası son test sonuçlarında 1TM BP, SQ ve dikey sıçramada anlamlı farklılık tespit edildi.

Yaptığımız çalışmada antrenman ve kontrol grubunun hem grup içi hemde gruplar arasında 20 metre sürat testi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi. Araştırmamızda bulduğumuz sonuç ile literatürdeki diğer çalışmaları kıyasladığımızda Shareef (2017) 16-19 yaş arası 24 erkek hentbolcuyu 2 eşit gruba ayırdı. Deney grubuna 8 hafta boyunca haftada 3 gün pliometrik antrenman yaptırırken, kontrol grubuna pliometrik antrenman yaptırmamıştır. Çalışmanın sonucunda antrenman ve kontrol grubunun 30 metre sürat değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında ön ve son test değerlerinin çalışmada bulduğumuz sonuç ile paralellik gösterdiği tespit edildi. Diğer yandan Çakır (2016) genç erkek hentbolcularda pliometrik antrenmanların izokinetik diz kuvveti, dinamik denge,

anaerobik güç, sürat ve çevikliğe etkisini araştırdığı çalışmasında yaşları 18-30 arasında değişen 14 hentbolcuyu eşit sayıda iki gruba ayırdı. 1 gruba teknik antrenmanlarının yanında 8 hafta boyunca haftada 2 gün pliometrik antrenman yaptırırken, diğer gruba sadece teknik antrenman yaptırdı. Yaptığı araştırmanın sonucunda pliometrik antrenman grubunun 30 metre sürat testi sonuçlarında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu sonuç bizim bulduğumuz sonuç ile zıtlık göstermektedir. Çakır'ın (2016) yaptığı çalışmaya ek olarak Styles ve arkadaşlarının (2015), Ronnestad ve arkadaşlarının (2008) ve Chelly ve arkadaşlarının (2010) yaptıkları çalışmalarda buldukları sonuçlarda bizim bulduğumuz sonuçlar ile zıtlık göstermektedir. Araştırmamızda 20 metre sürat performansının ön ve son testi arasında anlamlı farklılık bulamamızın nedeni olarak yaptırdığımız antrenman programının patlayıcı kuvveti değil genel kuvveti geliştirmeye yönelik olmasıdır ayrıca bizim grubumuzdaki hentbolcular amatör sporculardır. Ek olarak sürat temelde genetik yapı ile ilişkilidir. Bu çalışmada sürat performansında bir gelişme olmamasının nedeni olarak bireylerin genetik yapısındaki farklılıklar olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda antrenman grubunun dikey sıçrama testinde anlamlı bir farklılık tespit edilmezken, kontrol grubunda anlamlı farklılık tespit edildi. Gruplar arası karşılaştırmada son test sonuçlarında anlamlı farklılık bulundu. Araştırmamızda bulduğumuz sonuç ile Carvalho ve arkadaşlarının (2014) yaş ortalamaları 21 olan 20 elit erkek hentbolcuya 12 hafta boyunca pliometrik ve kuvvet antrenmanının kombine ettiği ve dikey sıçrama performansını ölçtükleri çalışmada ön ve son test arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Bu sonuç bizim bulduğumuz sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Ancak Spieszny ve Zubik'in (2018) yaş ortalaması 22 olan 28 elit erkek hentbol oyuncusu ile yaptıkları çalışmada 28 hentbolcuyu kuvvet antrenmanı grubu (n= 8), pliometrik antrenman grubu (n= 8) ve standart antrenman grubu (n= 12) olarak 3 gruba ayırmışlardır. Kuvvet antrenmanı grubuna ve pliometrik antrenman grubuna 16 hafta boyunca antrenman yaptırmışlardır. 16 haftanın sonunda kuvvet antrenmanı grubunun Counter Movement Jump (CMJ) ön ve son test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Spieszny ve Zubik'in (2018) yaptıkları çalışmaya ek olarak Cherif ve arkadaşlarının (2012), Harmandeep ve arkadaşlarının (2015) ve Pérez ve arkadaşlarının (2014) yaptıkları çalışmalar ile bizim çalışmamızın sonuçlarının paralellik göstermediği belirlendi. Dikey sıçrama çok kompleks bir insan hareketidir ve sadece kuvvetli olmak bireyin dikey sıçrama performansını arttırmaz dikey sıçrama performansını arttırmak için alt ve üst vücut arasındaki koordinasyonun iyi olması gerekmektedir, plyometrik antrenmanların düzenli bir şekilde yapılması gereklidir ayrıca hızlı kasılan kas fibril tipine sahip olan bireylerin dikey sıçrama performansları daha iyidir ve dikey sıçrama performansını etkileyen daha bir çok sebep vardır. Araştırmamızda anlamlı fark bulamamızın nedeni yukarıda saydığımız faktörlerden biri yada bir kaçının eksik olması yada gelişmemiş olmasıdır.

Araştırmamızda antrenman grubunun 1 TM BP testi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit ederken, kontrol grubunda anlamlı bir farklılık bulunamadı. Gruplar arası karşılaştırma yaptığımızda son test sonuçlarında 1TM BP testinde anlamlı farklılık tespit edildi. Çalışmada bulduğumuz sonuç ile literatürdeki diğer çalışmaların sonuçlarını karşılaştırdığımızda Hermassi ve arkadaşlarının (2015) yaş ortalaması 16-19 arasında değişen 34 elit erkek hentbolcuyu kontrol grubu (n= 10), kuvvet antrenmanı grubu (n= 12) ve sürekli teknik taktik antrenman yapan grup (n= 12) olarak 3 gruba ayırmışlardır. Bu gruplar içerisinde kuvvet antrenmanı grubuna 8 hafta boyunca haftada 3 gün kuvvet antrenmanı yaptırmışlardır. 8 haftalık kuvvet antrenmanı yapan grubun 1 TM bench press ön ve son test sonucu arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu çalışmalara ek olarak Crewther ve arkadaşlarının (2016), Hermassi ve arkadaşlarının (2010), Jones (2014) ve Speranza ve arkadaşlarının (2016) yaptıkları çalışmalarda buldukları sonuçlar bizim bulduğumuz sonuçlar ile paralellik gösterdiği tespit edildi. İncelenen çalışmalarda olumlu sonuçlar elde etmelerinin sebebi olarak sporcuların genetik yapılarının kuvvet gerektiren sporlara yatkın olması, sporcuların genç olması, yapılan kuvvet antrenmanlarının şiddetinin %80'in üzerinde olması 1 TM bench press performansı üzerinde olumlu etki yarattığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda antrenman grubunun 1 TM squat ön ve son test sonucu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken, kontrol grubunun 1 TM squat ön test ve son test sonucu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi. Gruplar arası karşılaştırmada son test sonuçlarında anlamlı farklılık bulundu. Bulduğumuz sonuç ile literatürdeki diğer çalışmaları kıyasladığımızda Hermassi ve arkadaşlarının (2011), Veliz ve arkadaşlarının (2014), Brito ve arkadaşlarının (2014) ve Winwood ve arkadaşlarının (2015) buldukları sonuçlar çalışmada bulduğumuz sonuçlar ile paralellik gösterdiği

bulundu. Olumlu sonuç bulunmasının nedeni olarak yaptırılan kuvvet antrenmanı şiddetinin %90'ın üzerinde olması ve sporcuların daha önce deadlift, back squat gibi hareketleri yaptıkları için fiziksel ve fizyolojik olarak bu hareketlere uyum sağlamış oldukları düşünülmektedir. Öte yandan Kvorning ve arkadaşlarının (2017) yaş ortalaması 29,5 olan 19 elit erkek hentbolcu ile yaptıkları çalışmada kuvvet, hipertrofi, uzun mesafe interval ve kısa mesafe interval koşusunu içeren bir antrenman programı yaptırılmışlardır. Çalışma toplamda 8 hafta sürmüştür. Çalışmanın 5 haftası kas hipertrofisini arttırmaya, 3 haftası ise kas kuvveti ve gücünü arttırmaya yönelik yaptırılmışlardır. 8 haftalık kuvvet antrenmanı yapan grubun 1 tekrar maksimum tam squat ön ve son testi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç bizim çalışmamızda bulduğumuz sonuç ile zıtlık gösterdi. Kvorning ve arkadaşlarının (2017) anlamlı farklılık elde edememesinin nedeni olarak Danimarka erkek olimpiyat takımının 2008 pekin olimpiyatları öncesi uyguladıkları yüksek yoğunluklu antrenman programları ve sezon içerisindeki müsabaka programları nedeniyle oyuncuların yorgun oldukları ve gerekli performansı gösteremedikleri düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda piramidal antrenman metodunu uygulayan antrenman grubunun ön test ve son test ölçüm sonuçlarında bench press ve squat performansında kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı fark tespit edilirken, gruplar arası karşılaştırmalarda ise piramidal antrenman metodu uygulaması sonucunda dikey sıçrama, bench press ve squat performanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçları göre kuvvet antrenmanı yapan bireylerin programlarında piramidal antrenman metoduna yer vermeleri bireylerin fiziksel performans üzerinde olumlu etki sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu araştırmadan sonraki yapılacak çalışmalarda daha fazla katılımcı sayısı ve profesyonel hentbol oynayan sporcular ile yapılması önerilebilir. Bu araştırmada herhangi bir beslenme programı uygulanmamıştır. Bundan sonraki araştırmalarda hem düzenli bir diyet programı hem de ek besin desteği verilerek daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca Süper Set, Tri Set, Giant Set, Compound Set ve Spilit Sistem gibi farklı antrenman programları uygulanarak farklı çalışmalar oluşturulabilir.

PRATİK/SAHA UYGULAMALARI

Piramidal antrenman metodu hem kas kuvvetinin artması hem de kas hipertrofisi oluşturmak için anabolik bir ortam sağladığından sporcular tarafından tercih edilmektedir. Çalışmamızın sonuçlarına göre 8 hafta boyunca teknik taktik antrenman ile birlikte uygulanan piramidal antrenman metodunun hentbol branşındaki sporcuların kuvvet gelişimine ve dikey sıçrama performanslarına olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. Ayrıca sporcuların genel maksimal kuvvetlerinde de bir artış gözlemlenmiştir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla ilgili olarak genellikle kuvvet sporcuları (halterci, power lifter vb.) ya da vücut geliştirme sporcuları tarafından kullanılan bir antrenman metodu olan piramidal antrenman metodu takım sporcularının kuvvetlerini arttırmaları için de kullanılabilir. Literatürü incelendiğinde takım sporcularına uygulanan kuvvet çalışmalarına baktığımızda genellikle klasik hale gelmiş kuvvet antrenmanı metodlarının uygulandığı görülmektedir. Piramidal antrenman metodu bu antrenman programlarına iyi bir alternatif olabilir.

TEŞEKKÜR

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi hentbol takımının antrenör Oğuzhan Pilçaya'ya ve 17 sporcuya teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Akdağcık Ümran İ. (2014). Bench press tekniğinde bir tekrarda kaldırılan maksimum ağırlığın indirekt olarak araştırılması. *International Journal of Human Sciences*. 11: 177-191.
- 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 welltrained men. *Eur J Appl Physiol*. 117: 359-369.
- Brito, J, Vasconcellos, F, Oliveira, J, Krusturup, P, Rebelo, A. (2014). Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *Journal of Human Kinetics*. 40: 121-128.

- Carvalho, A, Mourão, P, Abade, E. (2014). Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. *Journal of Human Kinetics*. 2014; 41: 125-132.
- Chelly, M.S, Ghenem, M.A, Abıd, K, Hermassi, S, Tabka, Z, Shephard, R.J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 10: 2670-2676.
- Chelly, M.S, Hermassi, S, Shephard, R.J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24: 1480-1487.
- Cherif, M, Said, M, Chaatani, S, Nejlaoui O, Gomri D, Abdallah A. (2012). The effect of a combined high-intensity plyometric and speed training program on the running and jumping ability of male handball players. *Asian Journal of Sports Medicine*. 3: 21-28.
- Cinel, Y, Yenigün, Ö, Çolak, T, Özbek, A, Yenigün, N, Çolak, E. (2006). Voleybolcularda maksimal kuvvet gelişimi için uygulanacak antrenman programı seçiminde piramidal yüklenme yöntemi ve tekrar yüklenme yöntemlerinin karşılaştırılması. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 1: 25-29.
- Crewther, B.T, Heke, T, Keogh, J.W.L. (2016). The effects of two equal-volume training protocols upon strength, body composition and salivary hormones in male rugby union players. *Biol. Sport*. 33: 111-116.
- Çakır, Z. (2016). Genç hentbolcularda pliometrik antrenmanların izokinetik diz kuvveti, dinamik denge, anaerobik güç, sürat ve çevikliğe etkisi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Danışmanı: Doç. Dr. S. Uzun). İstanbul.
- Del Vecchio, A, Casolo, A, Negro, F, Scorcelletti, M, Bazzucchi, I, Enoka, R, Felici, F, & Farina, D. (2019). The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. *Journal of Physiology*, 597(7), 1873–1887. <https://doi.org/10.1113/JP277250>
- Harmandeep, S, Satinder, K, Amita, R, Anupriya, S. (2015). Effects of six-week plyometrics on vertical jumping ability of volleyball players. *Research Journal of Physical Education Sciences*. 4: 1-4.
- Hermassi, S, Chelly M.S, Tabka, Z, Shephard, R.J, Chamari K. (2011). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25: 2424-2433.
- Hermassi S, Tillaar, R.V.D, Khlifia, R, Chelly M.S, Chamari, K. (2015). Comparison of in-season-specific resistance vs. a regular throwing training program on throwing velocity, anthropometry, and power performance in elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29: 2105-2114.
- Hermassi, S, Chelly, M.S, Fathloun, M, Shephard R.J. (2010). The effect of heavy- vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24: 2408-2418.
- Jones, M.T. (2014). Effect of compensatory acceleration training in combination with accommodating resistance on upper body strength in collegiate athletes. *Journal of Sports Medicine*. 5: 183-189.
- Kvorning, T, Hansen M.R.B, Jensen, K. (2017). Strength and conditioning training by the danish national handball team before an olympic tournament. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31: 1759-1765.
- Loturco, I, Pereira, L. A, Fílter, A, Olivares-Jabalera, J, Reis, V. P, Fernandes, V, Freitas, T. T, & Requena, B. (2020). Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biology of Sport*, 37(3), 277–283. <https://doi.org/10.5114/biolspor.2020.96271>
- Massuça, L.M, Fragooso, I, Teles, J. (2014). Attributes of top elite team-handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28: 178-186.

- Naclerio, F, Faigenbaum, A.D, Zabala, E.L, Bibao, T.P, Kang, J, Ratamess, N.A, Triplett, N.T. (2013). Effects of different resistance training volumes on strength and power in team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27: 1832-1840.
- Nazik, F.C, Kılınç, F, Salici, O, Orhan, H. (2017). Elit haltercilere uygulanan 6 haftalık yoğun piramidal ve maksimal kuvvet antrenmanlarının kas çevresi ile performanslarına etkilerinin araştırılması. *Akademik Bakış Dergisi (Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi)*. 61: 387-403.
- Nazik, N.K. (2018). Elit Haltercilerde Farklı Kuvvet Antrenman Protokollerinin Anaerobik Güce ve Vücut Kompozisyonuna Etkisi. Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Danışman: Dr. Öğretim Üyesi O. Yüksel). Kütahya.
- Pérez, J.A.T, Zmijewski, P, Jimenez, J.M.O, Jové, M.A.T, Martínez, A.C, Suárez, C.L, Andreu, E.C. (2014). Effects of whole body vibration on strength and jumping performance in volleyball and beach volleyball players. *Biology of Sport*. 3: 239-245.
- Ravé, J.M.G, Arrese, A.L, Mohino, F.G, Yustres, I, Barragán, R, Fernández, F.D.A, Juárez, D, Toledo, J.J.A. (2018). The effects of two different resisted swim training load protocols on swimming strength and performance. *Journal of Human Kinetics*. 64: 195-204.
- Ribeiro, A.S, Schoenfeld, B.J, Fleck, S.J, Pina, F.L.C, Nascimento, M.A, Cyrino, E.S. (2016). Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(7): 1888-1896.
- Rønnestad, B.R, Kvamme, N.H, Sunde, A, Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 3: 773-780.
- Santos, L.D, Ribeiro, A.S, Cavalcante, E.F, Nabuca, H.C, Antunes, M, Schoenfeld, B.J, Cyrino, E.S. (2018). Effects of modified pyramid system on muscular strength and hypertrophy in older women. *Int J Sports Med*. 39: 613–618.
- Sarabia, J.M, Ramon, M.M, Davo, J.L.H, Fernandez, J.F, Sabido, R. (2017). The effects of training with loads that maximise power output and individualised repetitions vs. traditional power training. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186601>.
- Schoenfeld, B.J, Peterson, M.D, Ogborn, D, Contreras, B, Sonmez, G.L. (2015). Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29: 2954-2963.
- Shareef, S.S.N. (2017). 16-19 Yaşlar arası hentbolcularda 8 haftalık pliometrik antrenmanın bazı motorik özelliklere etkisi. Ömer Halis Demir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Danışman: Dr. Öğretim Üyesi C. Berkan Alpay). Niğde.
- Speranza, M.J.A, Gabbett, T.J, Johnston, R.D, Sheppard, J.M. (2016). Effect of strength and power training on tackling ability in semiprofessional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2: 336-343.
- Spieszny, M, Zubik, M. (2018). Modification of strength training programs in handball players and its influence on power during the competitive period. *Journal of Human Kinetics*. 63: 149-160.
- Styles, W.J, Matthews, M.J, Comfort, P. (2015). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 6: 1534-1539.
- Suchomel, T. J, Nimphius, S, Bellon, C. R, & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Veliz, R.R, Requena, B, Arrones, L.S, Newton, R.U, Villarreal, E.S.D. (2014). Effects of 18-week in-season heavy-resistance and power training on throwing velocity, strength, jumping, and maximal sprint swim performance of elite male water polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28: 1007-1014.
- Winwood, P.W, Cronin, J.B, Posthumus, L.R, Finlayson, S.J, Gill, N.D, Keogh, J.W.L. (2015). Strongman vs. traditional resistance training effects on muscular function and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

CITATION OF THIS ARTICLE

Gökmen, N.H. & Dinç, N. (2021) The Effect of Eight-Week Pyramidal Strength Training Method on Speed, Vertical Jump and Maximal Force Variables in Handball Players. *International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences - IJSETS*, 7(1), 12-21. Doi: 10.18826/useabd.748024



Kadın Sporcularda Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Sonrası İnstabil Zeminlerde Uygulanan Kuvvet Egzersiz Programının Alt Ekstremitte Simetrisi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Ayşenur KURT¹, Atakan ÇAĞLAYAN², Mustafa EROL³, İbrahim ERDEMİR⁴

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı kadın sporcularda ön çapraz bağ cerrahisi sonrası instabil zeminlerde uygulanan kuvvet egzersiz programının alt ekstremitte simetrisi üzerindeki etkisinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmaya 121,74±3,15 gün önce hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu geçiren 18-32 yaşları arasında kadın (n:50) rekreatif sporcular katılmıştır. Katılımcılar instabil zeminlerde kuvvet antrenman programı uygulanan çalışma grubu (ÇG; n=25) ve farklı spora dönüş programları uygulayan kontrol grubu (KG; n=25) olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma grubundaki sporculara 12 hafta süresince instabil zeminlerde gerçekleştirilen bireyselleştirilmiş progresif egzersizler 90 gün süresince 48 antrenman oturumu olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubunda ki sporcular ise klasik spora dönüş programlarına devam etmişlerdir. Sporcuların ameliyatsız(A) ve sağlam (S) bacağı arasındaki simetri indeksini belirlemek üzere Tek bacak (TB), Tek bacak üçlü (TBÜ), tek bacak çapraz (TBÇ) ve 6 metre zamanlı (6MZ) sıçrama testleri antrenman programı öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır.

Bulgular: ÇG ve KG de yer alan sporcuların grup içi ön- ve son-test değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim görülmüştür (p<0,05). Her iki grubun gelişim farkları değerlendirildiğinde ise; LEFS, TB-A, TB-S, TBÜ-A, TBÜ-S, TBÇ-A ve TOTAL sıçrama skorlarında ÇG lehinde KG sporcularına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05).

Sonuç: İnstabil zemin de yapılan kuvvet egzersiz programının ÖÇB cerrahisi geçirmiş sporcuların spora dönüş evresinde hem fonksiyonel saha testleri üzerinde hem de LSI asimetrisi üzerinde olumlu etkileri vardır.

Anahtar Kelimeler

Ön Çapraz Bağ,
Kuvvet,
İnstabil,
LSI,

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 10.11.2020

Kabul Tarihi: 17.02.2021

Online Yayın Tarihi: 15.03.2021

DOI:10.18826/useeabd.824013

Investigation of the Effect of Strength Exercise Program Applied on Unstable Grounds on Limb Symmetry Index After Anterior Cruciate Ligament Surgery of Female Athletes

Abstract

Aim: The aim of this study is to examine the effect of the strength exercise program applied on unstable surfaces after anterior cruciate ligament surgery on limb symmetry index of female athletes.

Methods: Women aged between 18-32 years (n:50) undergoing anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using a hamstring autograft of 121.74±3.15 days ago participated in the study. Participants were divided into two groups as the study group (SG; n=25) who applied strength training program on unstable grounds and the control group (CG) that applied different return to sports programs. Individualized progressive exercises performed on unstable grounds during 12 weeks were applied to the athletes in the study group for a period of 90 days with 48 training sessions while the athletes in the control group will continue their classical rehabilitation programs. Single leg hop (SLH), Single leg Triple hop (STH), Single leg cross-over hop (SCH) and 6m Timed hop (6MT) tests were performed before and after the training program to determine the limb symmetry index (LSI) between the injured (I) and the noninjured (NI) legs of the athletes.

Results: When the pre- and post-test scores of the athletes were compared, a statistically significant improvement was observed in all parameters for both groups (p<0.05). When the improvement differences of both groups were evaluated; LEFS, SL-A, SL-S, STH-A, STH-S, SCH-A and TOTAL hop scores showed a statistically significant difference in favour of SG (p<0.05).

Keywords

Anterior Cruciate Ligament,
Strength,
Unstable,
LSI,

Article Info

Received: 10.11.2020

Accepted: 17.02.2021

Online Published: 15.03.2021

The role and contributions of each authors as in the section of IJSETS Writing Rules "Criteria for Authorship" is reported that: **1. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection; **2. Author:** Data collection, preparation of the paper according to rules of the journal, final approval of the version to be published paper; **3. Author:** Statistical analysis, interpretation of the data and final approval of the version to be published paper; **4. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection;

¹Corresponding Author: Faculty of Sports Sciences, Nişantaşı University, İstanbul/Turkey aysenur.kurt@rumeli.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-9221-0747

²Faculty of Sports Sciences, Nişantaşı University, İstanbul/Turkey ORCID ID: 0000-0002-9786-1311

³Boğaziçi University, İstanbul/Turkey, ORCID ID: 0000-0003-2361-6572

⁴Faculty of Sports Sciences, Balıkesir University, Balıkesir/Turkey, ORCID ID: 0000-0002-5279-6907

Conclusion: The strength exercise program, which was applied on unstable ground, has positive effects on both functional field tests and LSI asymmetry in the return to sport phase of athletes who underwent ACL surgery. DOI:10.18826/useeabd.824013

GİRİŞ

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü tüm diz ligament yaralanmalarının yaklaşık %50'sini oluşturur ve fonksiyonel defisitlere neden olduğundan sporcular için yaygın ve fiziksel olarak zayıflatıcı bir diz yaralanmasıdır (Schmitt vd. 2012). Ön çapraz bağ cerrahisi sonrasında ki rehabilitasyon sürecinde, fiziksel olarak yorucu ve zorlayıcı aktivitelere ne zaman güvenle döneleceği önemlidir. Buradaki amaç kontrollü bir ortam yaratarak rehabilitasyon programı boyunca sporculara özel hareket desenlerini öğretmek zorlayıcı aktivitelere karşı hazırlamaktır (Markatos vd. 2013; Augustsson, 2013).

Spora dönüş evresinde uygulanan programlar kas gücünü yeniden oluşturmak ve eklem hareketliliği ve nöromusküler kontrolü yeniden sağlamak amacıyla uygulanır ve çoğu zaman uzun vadede gerçekleşir (Jacopetti vd. 2016). Spora dönüş evresi ile yaralanmayı önlemek, kas gücünü yeniden oluşturmak, eklem hareketliliği, nöromusküler kontrolü yeniden kurmak ve sahaya dönüşü hızlandırmak amacıyla çeşitli antrenman programları uygulanmıştır. Bu programlar içerisinde denge, kuvvet, çeviklik, dayanıklılık, çabukluk, esneklik gibi motorik özellikleri geliştirmeyi ve yaralanmayı önlemeye yönelik fonksiyonel programlar uygulanmaktadır.

Bu programlardan biri olan nöromusküler antrenmanların bayan sporcularda ÖÇB yaralanma sıklığı üzerindeki etkisinin yanı sıra patlayıcı güç, bacak kuvveti ve dizde kontrollü dinamik yüklemeyi geliştirdiği bildirilirken (Hewett vd. 1999), denge ise dinlenme ve aktivite anında yer çekimi merkezinin değişikliklerine karşı hızlı ve postüral olarak yapılan uyum olarak tanımlanır ve dinamik postüral kontrol, dinamik durumdan statik duruma geçiş esnasında dengeyi korumayı içerir. Koşu, atlama ve iniş gibi işlevsel görevlerde kişinin dengesini korumak amaçtır. Bundan dolayı dinamik denge çalışmalarının alt ekstremite valgus değerlerini azalttığını dolayısıyla etkili bir sahaya dönüş programı için pliometrik ve dinamik denge çalışmalarının birlikte yapılması gerektiği ortaya koyulmuştur (Myer, 2006; Sandrey, 2006; Johnston vd. 2017).

Ön çapraz bağ cerrahisini takiben, azalmış quadriceps gücü (yaralanmış bacakta >15%'den fazla fark) sıçrama testlerinde azalmış sıçrama mesafesi ile ilişkilendirilir. Bu test sonucunda, ön çapraz bağ cerrahisini takiben, kuvvet eksikliklerinin spora dönüşü tam hazır olup olmama konusunda karar vermede önemli bir kriterdir (Garrison vd. 2015). Bu doğrultuda çalışmada instabil zeminlerde uygulanan kuvvet antrenman programının alt ekstremitede kuvveti üzerindeki etkisini belirlemek ve yaralanma geçiren bacak ile sağlam bacak arasındaki ekstremite simetri indeksini literatürde sıklıkla kullanılan fonksiyonel saha testleri ile ölçmek hedeflendi.

MATERYAL ve YÖNTEM

Katılımcılar

Çalışmaya 2017 Şubat – 2018 Eylül ayları arasında, 121,74±3,15 gün önce hamstring otogrefti ile ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu geçiren 18-32 yaşları arasında kadın (n:56) rekreatif sporcular (10 futbol, 14 basketbol, 12 hentbol, 16 voleybol, 4 tenis) katıldı. Katılımcılar instabil zeminlerde kuvvet antrenman programı uygulanan çalışma grubu (ÇG; n=30) ve farklı sahaya dönüş programları uygulayan kontrol grubu (KG; n=26) olarak ikiye ayrıldı. Çalışma grubundan 5 sporcu, kontrol grubundan ise 1 sporcu son testlere katılım sağlamadıkları için çalışma dışı tutuldu. ÇG ve KG oluşturan sporcular cerrahi sonrası fizik tedavi süreçleri tamamlanmış, goniometre ile ölçülen eklem hareket açıklıkları simetrik, dizlerinde ödem veya enflamasyon olmayan, tam ekstansiyona ve >120 derece fleksiyona sahip, koşu sırasında veya sonrasında dizinde ödem veya ağrısı olmayan, alt ekstremitte fonksiyonel skalası (LEFS) > 55 olan ve cerrahilerini gerçekleştiren cerrahlar tarafından fiziksel muayeneleri yapılarak spora dönüş aktiviteleri için onay alınmış hastalardan seçildi.

Antropometrik Ölçümler

Vücut ağırlığı (kg) ve Vücut kütle indeksi (VKI): Çalışmaya başlamadan önce katılımcıların uygun kıyafet (şort, tişört ve çıplak ayak) ile Tanita MC 780 cihazı üzerine çıkmaları istendi. Önce vücut ağırlıkları (kg) ardından vücut kütle indeksleri ölçüldü ve sonuçlar kaydedildi (Kayıtken vd. 2012).

Fonksiyonel Testler

Tek Bacak Sıçrama Testi: Tek bacak sıçrama testi sporcunun tek bacak ile sıçrama boyunca mümkün olduğunca aynı bacak eşiğinde sıçrayabildiği kadar uzak mesafeye sıçrar ve aynı bacakla bitirmesi istendi. Sporcuların teste başlamadan önce 2 deneme yapmasına izin verildi. Sıçradığı toplam mesafe ölçüldü ve her ekstremitte iki kez tekrar edildikten sonra en iyi skor kaydedildi. Test skorlarına göre iki bacak arasındaki fark, ekstremitte simetri indeksi (LSI) ile belirlendi (Pişirici vd. 2018).

Tek Bacak Üçlü Sıçrama Testi: Sporcu tek bacak üzerinde durur ve mümkün olduğunca en uzak mesafeye aynı bacağı ile üç ardışık sıçrama gerçekleştirir. Sıçranan toplam mesafe ölçülür ve her ekstremitte iki kez test edildikten sonra en iyi skor kaydedilir. Sporcunun hangi bacağı ile teste başladıysa o bacağı ile bitirmelidir ve dengesini iki saniye boyunca koruyabilmelidir. Test sonuçları doğrultusunda ortalamalar ekstremitte simetri indeksine göre hesaplandı (Pişirici vd. 2018).

Tek Bacakla Çapraz Sıçrama Testi: Zemin üzerinde merkezde, 15 cm genişliğinde, 6m uzunluğunda işaretlenmiş bir bant yerleştirildi. Sporcu aynı bacak üzerinde ardışık şekilde 3 kez bantı çapraz şekilde ileri doğru sıçraması istendi ve aynı bacak üzerinde iki saniye boyunca dengesini koruması istendi. Sıçranan toplam mesafe ölçülmüş ve her ekstremitte için ikişer kez denemeleri istendi, ortalamaları alındıktan sonra ekstremitte simetri indeksine göre hesaplandı. Sporcu test esnasında, ikinci ve üçüncü sıçrayışlar arasında hareket sürekliliğini sağlaması istendi. Bir saniyeden fazla durmak ve denge kaybı olması durumunda test geçersiz sayıldı (Pişirici vd. 2018).

6 Metre Zamanlı Sıçrama Testi: Sporcunun mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tek bacak üzerinde 6 metre boyunca sıçraması istendi. Sıçranan mesafenin ölçümünde ± 0.1 sn hassasiyete sahip fotosel cihazı (Sport Expert, Türkiye) kullanıldı ve iki denemenin ardından en iyi sonuç kaydedildi. Ortalamaları hesaplandıktan sonra ve ekstremitte simetri indeksine göre hesaplandı (Pişirici vd. 2018).

Ekstremitte Simetri İndeksi (LSI): LSI şu formüle göre hesaplandı; ameliyatlı bacak/sağlam bacak x 100 (Myer vd. 2011).

Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası (LEFS): 1999 yılında Binkley ve ark., Alt ekstremitte meydana gelen disfonksiyonu olan hastaların cerrahi sonrası durumlarını kolayca değerlendirebilmek için geliştirdiği 20 maddeden oluşan, her maddenin 5 sayısal değerlendirme kriteri olan, (0-80) puan aralığına sahip skala uygulandı. Elde edilen veriler kaydedildi (Citaker vd. 2016).

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS 22 programı kullanıldı. Veriler normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro Wilks testi uygulandı, veriler normal dağılım göstermediği için nonparametrik test kullanıldı. Gruplar arası farkı belirlemek için Mann Whitney U testi kullanıldı, grup içi farklılıkları belirlemek için ise Wilcoxon test uygulandı.

BULGULAR

Tablo 1. Çalışma ve Kontrol Gruplarının tanımlayıcı (Demografik) veriler.

Parametreler	Çalışma Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)	
	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$
DEMOGRAFİK VERİLER				
Yaş (yıl)	21,68 \pm 3,85		21,44 \pm 3,19	
Cerrahi Sonrası Ön-Test (gün)	122,04 \pm 3,13		121,44 \pm 2,81	
Cerrahi Sonrası Son-Test (gün)	215,28 \pm 6,07		213,96 \pm 6,69	
Boy (m)	1,70 \pm 0,05		1,67 \pm 0,07	
Ön-Test Kilo (kg)	64,04 \pm 4,91		60,84 \pm 6,54	
Son-Test Kilo (kg)	60,52 \pm 4,95		58,36 \pm 6,63	
Ön-Test Vücut Kütle İndeksi	22,04 \pm 1,50		21,74 \pm 0,80	
Son-Test Vücut Kütle İndeksi	20,82 \pm 1,53		20,84 \pm 0,91	

Tablo 2: Çalışma ve Kontrol Gruplarına ait Ön- Son-Test değerleri.

Parametreler	Çalışma Grubu (N=25)			Kontrol Grubu (N=25)		
	Min.	Max.	$\bar{X} \pm SS$	Min.	Max.	$\bar{X} \pm SS$
LEFS						
Ön-Test LEFS #	58,00	64,00	60,68 \pm 1,84	58,00	64,00	61,00 \pm 2,02
Son-Test LEFS #	64,00	74,00	69,92 \pm 2,45	61,00	76,00	69,40 \pm 3,64
LEFS GELİŞİM (%)	12,50	22,41	16,37 \pm 2,94	0,00	18,64	11,88 \pm 3,95
TB						
Ön-Test TB-A (cm)	79,00	116,00	95,80 \pm 10,11	65,00	121,00	100,56 \pm 13,09

	Son-Test TB-A (cm)	109,00	166,00	128,48±14,81	98,00	136,00	121,36±±8,95
	Ön-Test TB-S (cm)	100,00	138,00	120,96±8,99	109,00	142,00	128,12±9,68
	Son-Test TB-S (cm)	119,00	162,00	138,80±11,49	123,00	174,00	139,52±11,08
	Ön-Test TB-LSI (%)	59,85	95,87	79,43±8,32	55,56	88,97	78,40±7,43
	Son-Test TB-LSI (%)	77,86	104,49	92,47±5,62	68,90	98,55	87,25±6,71
	Ameliyatlı Bacak Gelişim (%)	16,00	79,00	34,84±15,57	6,00	51,00	22,00±12,47
	Sağlam Bacak Gelişim (%)	1,00	34,00	15,00±7,87	1,00	23,00	9,04±5,57
TBÜ	Ön-Test TBÜ-A (cm)	240,00	419,00	288,48±38,99	231,00	368,00	304,48±34,87
	Son-Test TBÜ-A (cm)	276,00	457,00	377,52±41,33	305,00	457,00	365,00±35,79
	Ön-Test TBÜ-S (cm)	320,00	424,00	377,32±27,45	311,00	427,00	390,68±28,29
	Son-Test TBÜ-S (cm)	371,00	481,00	416,32±33,03	372,00	472,00	416,56±24,31
	Ön-Test TBÜ-LSI (%)	60,20	98,82	76,43±8,00	65,07	89,71	77,87±6,00
	Son-Test TBÜ-LSI (%)	72,63	101,11	90,60±5,70	74,45	98,38	87,66±7,10
	Ameliyatlı Bacak Gelişim (%)	9,00	57,00	31,60±11,83	2,00	45,00	20,52±9,32
	Sağlam Bacak Gelişim (%)	4,00	21,00	10,56±5,09	1,00	22,00	6,92±4,73
TBC	Ön-Test TBC-A (cm)	215,00	338,00	262,16±30,34	235,00	323,00	280,40±24,87
	Son-Test TBC-A (cm)	280,00	405,00	327,80±33,72	254,00	415,00	321,08±35,56
	Ön-Test TBC-S (cm)	281,00	419,00	332,04±34,05	275,00	385,00	348,32±23,76
	Son-Test TBC-S (cm)	321,00	432,00	361,84±30,67	297,00	431,00	375,16±28,03
	Ön-Test TBC-LSI (%)	70,47	91,89	79,06±5,89	71,95	88,49	80,49±4,17
	Son-Test TBC-LSI (%)	84,92	98,39	90,52±3,74	75,20	96,29	85,49±5,36
	Ameliyatlı Bacak Gelişim (%)	11,00	52,00	25,52±8,66	-2,00	30,00	14,64±9,26
	Sağlam Bacak Gelişim (%)	1,00	17,00	9,32±4,76	0,00	17,00	7,72±3,68
6MZ	Ön-Test 6MZ-A (sn)	3,01	3,81	3,37±0,20	3,00	3,76	3,39±0,18
	Son-Test 6MZ-A (sn)	2,14	2,99	2,61±0,24	2,28	3,35	2,73±0,23
	Ön-Test 6MZ-S (sn)	2,23	2,88	2,64±0,16	2,37	2,98	2,66±0,15
	Son-Test 6MZ-S (sn)	1,96	2,56	2,35±0,15	2,12	2,79	2,39±0,17
	Ön-Test 6MZ-LSI (%)	71,99	86,42	78,15±3,75	69,01	85,58	78,66±3,88
	Son-Test 6MZ-LSI (%)	82,37	104,98	90,39±5,16	77,43	94,96	87,80±5,15
	Ameliyatlı Bacak Gelişim (%)	13,00	56,00	29,96±11,93	11,00	48,00	24,72±10,10
	Sağlam Bacak Gelişim (%)	-4,00	35,00	12,24±7,88	0,00	29,00	11,68±7,88
TOTAL	Ön-Test TOTAL-LSI (%)	68,65	87,36	78,27±4,69	72,86	85,62	78,85±3,38
	Son-Test TOTAL-LSI (%)	84,52	97,23	90,99±3,00	82,14	96,66	87,05±3,21
	TOTAL FARK %	10,00	30,00	16,44±5,69	3,00	19,00	10,60±4,16

LEFS: Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası. TB-A: Tek Bacak Sıçrama Ameliyatlı diz. TB-S: Tek Bacak Sıçrama Sağlam Diz. TBÜ-A: Tek Bacak Üçlü Sıçrama Ameliyatlı diz. TBÜ-S: Tek Bacak Üçlü Sıçrama Sağlam diz. TBC-A: Tek Bacak Çapraz Sıçrama Ameliyatlı Diz. TBC-S: Tek Bacak Çapraz Sıçrama Sağlam Diz. 6MZ-A: 6 Metre Zamanlı Sıçrama Ameliyatlı Diz. 6MZ-S: 6 Metre Zamanlı Sıçrama Sağlam Diz. LSI: Ekstremitte Simetri İndeksi.

Tablo 3: Çalışma ve Kontrol Grupların grup içi ön test ve son test karşılaştırma değerleri.

	Parametreler	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu	
		Z	p	Z	p
LEFS	Son-Test LEFS – Ön-Test LEFS #	-4,383	0,000	-4,294	0,000
TB	Son-Test TB-A – Ön-Test TB-A (cm)	-4,373	0,000	-4,376	0,000
	Son-Test TB-S – Ön-Test TB-S (cm)	-4,376	0,000	-4,375	0,000
	Son-Test TB-LSI – Ön-Test TB-LSI (%)	-4,345	0,000	-3,754	0,000
TBÜ	Son-Test TBÜ-A – Ön-Test TBÜ-A (cm)	-4,373	0,000	-4,373	0,000
	Son-Test TBÜ-S – Ön-Test TBÜ-S (cm)	-4,374	0,000	-4,374	0,000
	Son-Test TBÜ-LSI – Ön-Test TBÜ-LSI (%)	-4,319	0,000	-4,265	0,000
TBC	Son-Test TBC-A – Ön-Test TBC-A (cm)	-4,374	0,000	-4,172	0,000
	Son-Test TBC-S – Ön-Test TBC-S (cm)	-4,373	0,000	-4,346	0,000
	Son-Test TBC-LSI – Ön-Test TBC-LSI (%)	-4,319	0,000	-3,242	0,001
6MZ	Son-Test 6MZ-A – Ön-Test 6MZ-A (cm)	-4,373	0,000	-4,373	0,000
	Son-Test 6MZ-S – Ön-Test 6MZ-S (cm)	-4,321	0,000	-4,286	0,000
	Son-Test 6MZ-LSI – Ön-Test 6MZ-LSI (%)	-4,372	0,000	-4,103	0,000
TOTAL	Son-Test TOTAL – LSI-Ön-Test TOTAL-LSI (%)	-4,372	0,000	-4,372	0,000

LEFS: Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası. TB-A: Tek Bacak Sıçrama Ameliyatlı diz. TB-S: Tek Bacak Sıçrama Sağlam Diz. TBÜ-A: Tek Bacak Üçlü Sıçrama Ameliyatlı diz. TBÜ-S: Tek Bacak Üçlü Sıçrama Sağlam diz. TBC-A: Tek Bacak Çapraz Sıçrama Ameliyatlı Diz.

TBÇ-S: Tek Bacak Çapraz Sıçrama Sağlam Diz. **6MZ-A:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama Ameliyatlı Diz. **6MZ-S:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama Sağlam Diz. **LSI:** Ekstremitte Simetri İndeksi.

ÇG ve KG yer alan sporcuların grup içi ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim görüldü ($p<0,05$).

Tablo 4: Gruplar arası ön ve son testlerin gelişim yüzdelerinin karşılaştırılması.

Parametreler	Gruplar						Effect size	U	P
	Çalışma Grubu (N=25)			Kontrol Grubu (N=25)					
	$\bar{X}\pm SS$	Min.	Max.	$\bar{X}\pm SS$	Min.	Max.			
LEFS #	16,37±2,94	12,50	22,41	11,88±3,95	0,00	18,64	1,29	108	0,000*
TB-A (cm)	34,84±15,57	16,00	79,00	22,00±12,47	6,00	51,00	0,91	163	0,004*
TB-S (cm)	15,00±7,87	1,00	34,00	9,04±5,57	1,00	23,00	0,87	159	0,003*
TBÜ-A (cm)	31,60±11,83	9,00	57,00	20,52±9,32	2,00	45,00	1,03	134	0,001*
TBÜ-S (cm)	10,56±5,09	4,00	21,00	6,92±4,73	1,00	22,00	0,74	169	0,005*
TBÇ-A (cm)	25,52±8,66	11,00	52,00	14,64±9,26	-2,00	30,00	1,21	135	0,001*
TBÇ-S (cm)	9,32±4,26	1,00	17,00	7,72±3,68	0,00	17,00	0,40	242	0,167
6MZ-A (sn)	29,96±11,93	13,00	56,00	24,72±10,10	11,00	48,00	0,47	233	0,123
6MZ-S (sn)	12,24±7,88	-4,00	35,00	11,68±7,88	0,00	29,00	0,07	300	0,800
Total (%)	16,44±5,69	10,00	30,00	10,60±4,16	3,00	19,00	1,17	133	0,000*

LEFS: Alt Ekstremitte Fonksiyonel Skalası. **TB-A:** Tek Bacak Sıçrama Ameliyatlı diz. **TB-S:** Tek Bacak Sıçrama Sağlam Diz. **TBÜ-A:** Tek Bacak Üçlü Sıçrama Ameliyatlı diz. **TBÜ-S:** Tek Bacak Üçlü Sıçrama Sağlam diz. **TBÇ-A:** Tek Bacak Çapraz Sıçrama Ameliyatlı Diz. **TBÇ-S:** Tek Bacak Çapraz Sıçrama Sağlam Diz. **6MZ-A:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama Ameliyatlı Diz. **6MZ-S:** 6 Metre Zamanlı Sıçrama Sağlam Diz. **LSI:** Ekstremitte Simetri İndeksiç

Her iki grubun gelişim farkları değerlendirildiğinde; LEFS ($p=0,000$), TB-A ($p=0,004$), TB-S ($p=0,003$), TBÜ-A ($p=0,001$), TBÜ-S ($0,005$), TBÇ-A ($p=0,001$) ve TOTAL sıçrama skorlarında ($p=0,000$) ÇG lehinde KG sporcularına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken ($p<0,05$) TBÇ-S, 6MZ-S, 6MZ-A parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p>0,05$).

TARTIŞMA

Ön çapraz bağ yaralanmaları, spor aktiviteleri sırasında yaklaşık %80 oranda temas olmadan, sıçrama sonrası düşüş, ani durma ve dönme hareketleri içeren sporlarda daha fazla görülür ve tüm yaralanmaların %70-84'ünü oluşturur. ÖÇB yaralanmaları erken teşhis ve uygun tedavi yöntemlerine rağmen; artroz, iş kaybı ve yüksek mali tabloya neden olur. Günümüzde ÖÇB yaralanması geçiren sporcuların yaptıkları spor dalına güvenli dönebilmeleri için iyi bir fizik tedavi ve güçlendirmeye yönelik tedavi süreçleri önerilir (Boden vd. 2010; Fischer, 2006).

ÖÇB rehabilitasyonunda, yorucu fiziksel aktivite dönemine geri döneme süresini belirleyebilmek oldukça zordur. (Gustavson vd. 2006). Sıçrama testlerinin yönetimi basit ve işlevseldir; bu sebeple, bu testler genel olarak hem diz fonksiyonunu hem de popülasyona özgü normatif verilere ihtiyaç duymadan ÖÇB cerrahisi sonrası spora geri dönüşü hazır olduğunu değerlendirmek için kullanılır (Barber-Westin & Noyes, 2011; Noyes & Barber-Westin, 2012). Sıçrama testlerinin güvenilirliği dört ayda (Reid vd. 2007), yedi ayda (Brosky vd. 1999; Paterno & Greenberger, 1996) ve cerrahiye takiben on iki ayda yapılabileceği çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Hopper vd. 2002).

Çalışmamızda literatürden elde ettiğimiz bilgiler doğrultusunda katılımcıların ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası ortalama 4.ayda ve 7.aylarında tek bacak sıçrama testleri yapılmıştır. Buna göre çalışmamızda ÇG'de yer alan sporcuların grup içi; TB, TBÜ, TBÇ, 6MZ ve Total ön-son test LSI skorlarında sırasıyla %79,43 - %92,47; %76,43 - %90,60; %79,06 - %90,52; %78,15 - %90,39; %78,27 - %90,99 değerlerine ulaşırken, KG'de yer alan sporcuların TB, TBÜ, TBÇ, 6MZ ve Total ön-son test LSI skorlarında sırasıyla %78,40 - %87,25; %77,87 - %87,66; %80,49 - %85,49; %78,66 - %87,80; %78,85 - %87,05 değerleri bulunmuştur (Tablo 2). ÇG ve KG de yer alan sporcuların grup içi ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında her iki grupta da tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim görülmüştür ($p<0,05$) (Tablo 3).

Her iki grubun gelişim farkları değerlendirildiğinde ise; LEFS ($p=0,000$), TB-A ($p=0,004$), TB-S ($p=0,003$), TBÜ-A ($p=0,001$), TBÜ-S ($0,005$), TBÇ-A ($p=0,001$) ve TOTAL sıçrama skorlarında ($p=0,000$) ÇG lehinde KG sporcularına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken

($p<0,05$), TBC-S, 6MZ-S, 6MZ-A parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 4).

Literatürde çalışmamızda elde ettiğimiz LSI değerlerine benzer sonuçlar elde eden Gokeler ve ark., (2017) araştırmalarına ÖÇB cerrahisi uygulanan 52 hasta (38 erkek ortalama yaş 23.9±3.5 yıl; 14 kadın ortalama 21.7±3.5 yıl) katılmıştır. Hastalar cerrahiden sonra ortalama 7. ayda 3 sıçrama testini gerçekleştirmiş ve LSI değerlerini belirlemiştirlerdir. Tek bacak sıçrama ve tek bacak üçlü sıçrama testi sonuçları erkeklerde sırasıyla (156.5±23.5; 506.3±71.4), Tek bacak sıçrama ve tek bacak üçlü sıçrama testi sonuçları kadınlarda sırasıyla (131.3±13.7; 426.5±49.2) olarak tespit etmişlerdir. LSI değerleri ise kadınlarda tek bacak sıçrama ve tek bacak üçlü sıçrama testi sırasıyla (95.4; 95.9) erkeklerde sırasıyla (96.5; 97.1) bulmuşlardır (Gokeler vd. 2017).

Bir diğer çalışmada ise Reid ve ark., (2007) ÖÇB ameliyatı geçirmiş 42 hastanın (yaş: 15-45) cerrahi sonrası 16. haftasında tek bacak sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama, çapraz sıçrama ve 6 m zamanlı sıçrama LSI değerlerini sırasıyla %82.9±15.4, % 82.6±13.3, % 83.1±13.0 ve 81.7±16.3, dört sıçramanın kombinasyonundan oluşan LSI değerini ise 82.6±13.0 olarak tespit etmişlerdir. Yazarlar bu ilk ölçümlerden 2 gün ve 5 gün sonra güvenilirliği sağlamak amacıyla tekrar aynı testleri yapmışlar ve sonuçların her iki bacak içinde gelişim gösterdiğini fakat LSI değerlerinin birbirine yakın olduğunu ortaya koymuşlardır. Herhangi bir antrenman protokolü uygulamadan 6 hafta sonra yani cerrahiden 22 hafta sonra yaptıkları ölçümlerde sırasıyla %88.2±9.5, % 87.7±10.2, % 88.3±9.6 ve 89.6±9.5, dört sıçramanın kombinasyonundan oluşan LSI değerini ise 88.5±8.5 olarak tespit etmişlerdir. Yazarlar buna ek olarak LEFS değerlerini de cerrahiden sonra 16. haftada 66.0±9.9, 22. haftada ise 69.3±8.3 olarak tespit etmişlerdir (Reid vd. 2007). Yazarların ilk testlerden elde ettikleri değerler çalışmamızla örtüşürken son testlerde ölçülen değerler çalışmamızda elde ettiğimiz hem sıçrama hem de LSI değerlerinden daha az olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin çalışmamızda uyguladığımız antrenman programının etkisinin yanı sıra son testlerin cerrahiden sonra 28. hafta da (yaklaşık 7 ay) yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Spora güvenli geri dönüş için literatürde de belirtilen %90 ve üstü LSI değerlerinin cerrahiden 7. aydan sonra elde edildiği görülmektedir. Başka bir çalışmada Kınıklı ve ark., (2014) sadece hamstring otogrefti kullanılarak cerrahisi gerçekleştirilen ve yaşları çalışma grubu için (n=16) 33.87±8.19 ve kontrol grubu için (n=17) 32.64±8.21 olan 33 hasta üzerinde progresif eksentrik ve konsentrik egzersiz programı uygulamışlar ve cerrahiden 16 hafta sonra yaptıkları yatay ve dikey sıçrama testlerinde çalışma grubunun LSI değerini sırasıyla 91.14±8.6 ve 89.18±10.36, kontrol grubunun LSI değerlerini ise sırasıyla 84.58±7.4 ve 77.25±14.98 olarak belirlemiştirlerdir. Yazarlar dikey sıçrama testinde ($p=0.012$) ve yatay sıçrama testinde ($p=0.027$) istatistiksel anlamlılık tespit ederlerken diz ekstansör ve fleksör izokinetik kuvveti açısından fark bulamamışlardır ($p>0.05$) (Kınıklı vd. 2014).

Wellsandt ve ark., (2017) 70 sporcuyla yaptıkları çalışmada, cerrahiden 6 ay sonra sıçrama testleri uygulamışlar ve sadece 40 (%57,1) hastanın, kuadriseps kuvveti ve tüm tek bacaklı sıçrama testleri sonucunda %90 LSI' ya ulaşabildiğini bildirmişlerdir (Wellsandt vd. 2017). Çalışmamızda ise her ne kadar ortalama TOTAL LSI değeri spora geri dönüşte belirtilen referans değeri olan %90 seviyesini yakalamış olsa da çalışmaya katılan 8 sporcunun 4 sıçrama testinin kombinasyonundan oluşan %90 TOTAL LSI değerini sağlayamadığı görülmektedir. Çalışmamıza KG olarak katılan sporcularda ise bu sayı 20 sporcu olarak tespit edilmiştir. Testlerin her biri ayrı incelendiğinde ise ÇG ve KG için TB, TBÜ, TBC ve 6MZ testlerinde sırasıyla (6-16; 8-14; 11-18; 9-14) katılımcının %90 LSI değerine ulaşamadığı tespit edilmiştir.

Hartigan ve ark., (2010) yaşları 13-55 arasında ÖÇB cerrahisi geçirmiş 49 hastayı iki gruba ayırmışlardır. Pertürbasyon antrenmanı (n=23) ve kuvvet antrenmanı (n=26) uygulamışlar ve cerrahiden altı ay sonra, her iki grup için LSI değerlerinin en az %90 olduğunu belirlemiştirlerdir. Pertürbasyon antrenmanı uygulayan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (92.6; 93.1; 93.5; 95.2). Kuvvet antrenmanı yapan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (92.9; 95.2; 95.0; 98.2) değerlerine ulaşmışlardır. Cerrahiden on iki ay sonra, Pertürbasyon antrenmanı uygulayan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (94.9; 96.3; 95.4; 95.2), kuvvet antrenmanı yapan grubun tek bacak sıçrama, tek bacak çapraz sıçrama, tek bacak üçlü sıçrama ve 6 metre zamanlı sıçrama testi sonuçları sırasıyla (98.0; 97.7; 97.6; 100.3) sonuçlarına ulaşmışlardır (Hartigan vd. 2010).

Araştırmacıların uyguladıkları kuvvet antrenman programının çalışmamızda uyguladığımız instabil zeminlerdeki kuvvet antrenmanına benzer şekilde olumlu etki gösterdiği görülmektedir.

Abrams ve ark., (2014) geleneksel sıçrama testlerini incelemişlerdir. Sonuçta 6 metre zamanlı ve tek bacak çapraz sıçrama testlerinin sahaya dönüş için kullanılan en iyi belirleyiciler olduklarını ve sonuçların, ilk 6 ay içinde %70 oranında normal sınırlarda olduğunu, 1 yıl içinde de hemen hemen her kategoride, %90'ın altında olduğunu ifade etmişlerdir (Abrams vd. 2014). Sunulan çalışmada gerilim refleksi, tendon ve bağlar gibi kasın elastik komponentlerinin kullanılarak gerçekleştirildiği 6m zamanlı ve çapraz sıçrama gibi ardışık sıçramaları içeren ölçümlerde yeterli LSI değerlerine ulaşamadığı görülmüştür. Kaslar ve tendonların fonksiyonel olarak kuvvetlendirilmesine spor dallarında sıklıkla bu tür sıçramalar gerektiğinden, spora güvenli dönüş açısından, devam edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak literatürde yer alan birçok rehabilitasyon protokolünün kombinasyonu ile dizayn edilen instabil zemin de yapılan kuvvet egzersiz programının ÖÇB cerrahisi geçirmiş sporcuların spora dönüş evresinde hem fonksiyonel saha testleri üzerinde hem de LSI asimetrisi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir ancak çalışmamızda da belirttiğimiz gibi ÇG de yer alan tüm katılımcılar referans olarak belirtilen LSI değerlerine ulaşamamışlardır. Bu durum göz önünde bulundurularak katılımcıların spora güvenli dönüşlerinin sağlanabilmesi için antrenman programına devam etmeleri önerilmektedir. Tek bacak sıçrama testlerinin minimal ekipman ve zaman gerektirmesi ve sağlam bacağın kontrol amaçlı referans olarak kullanılması gibi avantajlarının yanı sıra saha testlerinin izokinetik testlerle birlikte klinik değerlendirmede kullanılmasının daha etkili olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abrams, G.d, Haris, J.D., Gupta, A.K., McCormick, F.M., Bush-Joseph, C.A., Verma, N.N., Cole, B.J. & Bach, J.B.R. (2014). Functional performance testing after anterior cruciate ligament reconstruction *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2(1)
- Augustsson, J. (2013). Documentation of strength training for research purposes after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, Volume 21, Issue 8, pp 1849–1855
- Baltacı, G. (2016) Diz Yaralanmalarında Rehabilitasyon, Hipokrat Kitabevi, Ankara.
- Barber-Westin, S.D. & Noyes, F.R. (2011). Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 27(12), 1697-1705.
- Boden, B.P., Sheehan, F.T., Torg, J.S. & Hewett, T.E. (2010). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg*, 18 (9), 520-527.
- Brosky, J.J.A., Nitz, A.J., Malone, T.R., Caborn, D. N., & Rayens, M. K. (1999). Intrarater reliability of selected clinical outcome measures following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(1), 39-48.
- Citaker, S., Kafa, N., Kanik, Z.H., Ugurlu, M., Kafa B. & Tuna, Z. (2016). Translation, cross-cultural adaptation and validation of the Turkish version of the Lower Extremity Functional Scale on patients with knee injuries, *Arch Orthop Trauma Surg*. 136:389–395 DOI 10.1007/s00402-015-2384-6.
- Çağlayan, A., Karahan, M., Erdem, K. & Ökmen, A.Ş. (2015). Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarını Engelleyici Antrenmanların Bayan Futbolcularda Yaralanma Sıklığı ve Fiziksel Parametreler Üzerindeki Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi*. Cilt 1, Sayı 2, 104-113.
- Fischer, D.V. (2006). Neuromuscular Training to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injury in the Female Athlete. *Strength and Conditioning Journal*, 28(5): 44-54.
- Garrison, J.C., Bothwell, J.M., Wolf, G., Aryal, S. & Thigpen, C.A. (2015). ‘Y balance test anterior reach symmetry at three month related to single leg functional performance at the time of return to sports following anterior cruciate ligament construction’. *The international journal of sports physical therapy* Vol:10 num:5 page:602

- Gokeler, A., Welling, W., Benjaminse, A., Lemmink, K., Seil, R. & Zaffagnini, S. (2017). A critical analysis of limb symmetry indices of hop tests in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A case control study, *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 103; 947–951
- Gustavson, A., Neeter, C., Thomee, P., Silbernagel, K.G, Augustsson, J., Thomee, R. & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction *Knee Surgery Sports Traumatol Arthrosc* 14:778-788
- Hartigan, E.H., Axe, M.J. & Mackler, L.S. (2010). Time Line for Noncopers to Pass Return-to-Sports Criteria After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, volume 40, number 3
- Hewett, T.E., Lindenfeld, T.N., Riccobene, J.V. & Noyes, F.R. (1999). The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 27: 699-706.
- Hopper, D.M., Goh, S.C., Wentworth, L.A., Chan, D.Y.K., Chau, J.H.W., Wootton, G.J., Strauss, G.R. & Boyle, J.J. W. (2002). Test–retest reliability of knee rating scales and functional hop tests one year following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 3(1), 10-18.
- Jacopetti, M., Pasquini, A. & Costantino, C. (2016). Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: a case control study. *Acta Biomed*;87(1):76–80.
- Jacopetti, M., Pasquini, A. & Costantino, C. (2016). Evaluation of strength muscle recovery with isokinetic, squat jump and stiffness tests in athletes with ACL reconstruction: a case control study. *Acta Biomed*;87(1):76–80.
- Johnston, W., Dolan, K., Reid, N., Coughlan, G.F. & Caulfield B. (2017). Investigating the effects of maximal anaerobic fatigue on dynamic postural control using the Y-Balance Test. *Journal of Science and Medicine in Sport* 21- 103–108
- Kayıtken, B., Yücel, S.B. & Dinç, N. (2012). ‘Benzer Şiddet Düzeyindeki Egzersizlerde Farklı Kas Katılım Modellerinin Fizyolojik Parametrelere Olan Etkileri’ *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 23 (3), 77–88.
- Kınıklı, G.I., Yüksel, I., Baltacı, G. & Atay, O.A. (2014). Hemstring Otogrefti ile Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Progresif Eksentrik ve Konsentrik Egzersiz Programının Fonksiyonel Performansa Etkisi. *Acta Orthop Traumatol* 48(3): 283-289.
- Markatos, K., Kasetta, M.K., Lалlos, S.N., Korres, D.S. & Efsthathopoulos, N. (2013). The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, Volume 23, Issue 7, pp 747–752.
- Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE., (2006), ‘Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria-Based Progression Through The Return-To-Sport Phase’. *J Orthop Sports Phys Ther.* 36:385-402.
- Myer, G.D., Ford, K.R., Paterno, M.V., Nick, T.G. & Hewett, T.E. (2008). The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med* 36:1073–1080
- Myer, G.D., Schmitt, L.C., Brent, J.L., Ford, K.R., Barber Foss, K.D., Scherer, B.J., Heidt Jr. R.S., Divine, J.G. & Hewett TE. (2011) ‘Utilization of modified NFL Combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction’ *J Orthop Sport PHYS Ther.* 41(6):377-387
- Noyes, F.R. & Barber-Westin, S.D. (2012). Sportsmetrics ACL intervention training program: Components, results. ACL Injuries in the Female Athlete: Causes, Impacts, and Conditioning Programs. Orthopedics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 275-308.
- Paterno, M.V. & Greenberger, H.B. (1996). The test-retest reliability of a one legged hop for distance in young adults with and without ACL reconstruction. *Isokinetics and Exercise Science*, 6(1), 1-6.
- Pişirici, P., Çağlayan, A., Karahan, M. & Hantes M. (2018). Return to Play in Football, On Field Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Springer, 559-567.

- Reid, A., Birmingham, T., Stratford, P., Alcock, G. & Giffin, J. (2007). Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 87: 337-349.
- Sandrey, M.A. (2006). The Comparative Effects Of A Six-Week Balance Training Program, Gluteus Medius Strength Training Program, and Combined Balance Training/Gluteus Medius Strength Training Program On Dynamic Postural Control, West Virginia.
- Schmitt, L.C., Paterno, M.V. & Hewett., T.E. (2012). The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 42:750–9.
- Wellsandt, E., Failla, M.J. & Mackler, L.S. (2017). Limb Symmetry Indexes Can Overestimate Knee Function After ACL Injury, *J Orthop Sports Phys Ther.* May; 47(5): 334–338. doi:10.2519/jospt.2017.7285.

CITATION OF THIS ARTICLE

Kurt, A., Çağlayan, A., Erol, M. & Erdemir, İ. (2021) Kadın Sporcularda Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Sonrası İnstabil Zeminlerde Uygulanan Kuvvet Egzersiz Programının Alt Ekstremitte Simetrisi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences - IJSETS*, 7(1), 22–30. Doi: 10.18826/useeabd.824013



Genç Futbolcularda Reaktif Kuvvet İndeksinin Bazı Parametreler Üzerine Etkisi

Recep Fatih KAYHAN¹, Alper ÇIKIKÇI², Ozan GÜLEZ³

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı genç sporcuların reaktif kuvvet indeksinin çeviklik, sprint ve eksantrik kullanım oranı parametreleriyle ilişkisinin belirlenmesidir. Mevcut araştırmanın reaktif kuvvet konusu açısından antrenörler, kondisyonerler ve bu alanda çalışma yapan araştırmacılar için bir farkındalık oluşturması beklenmektedir.

Materyal ve Metot: Çalışmaya 2019-2020 sezonunda Beşiktaş Futbol Takımının, U15 takımında yer alan toplam 21 futbolcu katılmıştır. Futbolcuların fiziksel parametrelerini belirlemek için boy, kilo ve vücut kitle indeksi ölçümleri kullanılırken, performans testleri olarak reaktif kuvvet indeksi-drop sıçrama testi, pro çeviklik testi ve maksimal sprint sürati-ivmelenme testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesinde SPSS 24.0 lisanslı paket programı kullanılmıştır. Veriler; aritmetik ortalama, standart sapma, minimum değer ve maksimum değer olarak sunulmuştur. Değişkenler arasındaki ilişkinin kontrolü için Pearson korelasyonu testi uygulanmıştır.

Bulgular: Genç futbolcuların reaktif kuvvet indeksi ve yön değiştirme performansları arasında ($r=0,619$; $p<0,05$) anlamlı ilişkiye rastlanırken; reaktif kuvvet ve sprint performansları arasında ($p>0,05$) anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır.

Sonuç: Bu araştırmanın bulguları genç futbolcularda, reaktif kuvvet özelliği ile çeviklik arasında yüksek ilişki olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre genç futbolcuların kuvvet ve çeviklik değerlendirmesi sürecinde reaktif kuvvet indeksi parametresinin göz önünde bulundurulması önerilebilir. Ayrıca çalışmada reaktif kuvvetin, sprint performansı bileşenleriyle ilişkili olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin hız ve çevikliğin farklı fiziksel nitelikler olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler

Reaktif kuvvet indeksi,
Futbolcu,
Çeviklik,
Antrenman,

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 11.09.2020

Kabul Tarihi: 31.10.2020

Online Yayın Tarihi: 15.12.2020

DOI:10.18826/usecabd.835723

The Effect of Reactive Strength Index on Some Parameters of Young Football Players

Abstract

Aim: The aim of this study is to determine the relationship between the reactive strength index of young athletes and the parameters of agility, sprint and eccentric usage rate. The current research is expected to raise awareness for trainers, conditioners and researchers working in this field in terms of reactive power.

Methods: A total of 21 players from the Beşiktaş Football Team's U15 team participated in the study in the 2019-2020 season. While height, weight and body mass index measurements were used to determine the physical parameters of the players, reactive strength index-drop jump test, pro agility test and maximal sprint speed-acceleration test were used as performance tests. SPSS 24.0 licensed package program was used for statistical analysis of the obtained data. Data; presented as the arithmetic mean, standard deviation, minimum value and maximum value. Pearson correlation test was used to control the relationship between variables.

Results: While a significant relationship was found between young football players' reactive strength index and their changing direction performance ($r = 0.619$; $p < 0.05$); There was no significant relationship between reactive force and sprint performances ($p > 0.05$).

Conclusion: The findings of this study show that there is a high correlation between reactive strength and agility in young football players. According to these results, it can be suggested to consider the reactive force index parameter in the strength and agility assessment process of young football players. Also, it was seen in the study that reactive force was not related to sprint performance components. This is thought to be because speed and agility are different physical qualities.

Keywords

Reactive strength index,
Football player,
Agility,
Training,

Article Info

Received: 03.07.2020

Accepted: 12.11.2020

Online Published: 15.12.2020

DOI:10.18826/usecabd.835723

The role and contributions of each authors as in the section of IJSETS Writing Rules "Criteria for Authorship" is reported that: **1. Author:** Contributions to the conception or design of the paper, data collection, writing of the paper and final approval of the version to be published paper; **2. Author:** Data collection, preparation of the paper according to rules of the journal, final approval of the version to be published paper; **3. Author:** Statistical analysis, interpretation of the data and final approval of the version to be published paper;

¹Corresponding Author: Faculty of Sports Sciences, Recep Tayyip Erdogan University, Rize/Turkey, ORCID ID: 0000-0002-1022-2892

²Faculty of Sports Sciences, Marmara University, Istanbul/Turkey, ORCID ID: 0000-0003-4740-0565

³Faculty of Sports Sciences, Marmara University, Istanbul/Turkey, ORCID ID: 0000-0001-8596-8835

GİRİŞ

Futbol dünya çapında en popüler sporlardan biridir; bir temas sporu olarak farklı yoğunluklarda çeşitli beceriler gerektirerek fiziksel uygunluğa meydan okumaktadır. Koşu baskın bir yapıda olmasıyla beraber sprintler, birebir mücadeleler, sıçramalar ve yön değişiklikleri sırasındaki patlayıcı çabalar, nöromüsküler sistemin maksimum gücü ve anaerobik gücü gerektiren önemli performans faktörleri içermektedir (Steffen ve ark., 2008). Özellikle bu tarz patlayıcı faaliyetler içeren takım sporu sporcularının, elit seviyelerde yüksek düzeyde fiziksel performans kazanmaları beklenmektedir (Lord & Campagna, 1997).

Kuvvet ve güç spor başarısının temel belirleyicileridir, ancak bu niteliklerin ne derece önemli olduğu spor etkinliğinin türüne bağlıdır (Thomas ve ark., 2015). Bu nedenle, spor performansını değerlendirmede yapılan testlerin spora özgü nitelikleri ölçmesi için sporun kapsamlı bir ihtiyaç analizi yapılmalıdır (Özbay, 2019; Özbay & Ulupinar, 2018). Sporcular performans sergilerken farklı şiddet ve sürelerde farklı kas aktivasyonunda bulunmaktadırlar. Bu esnadaki aksiyonların biri de gerilme-kısalma döngüsüdür (GKD). Gerilme-kısalma döngüsü minimum sürede kuvvet üretebilme yeteneğinin önemli bir bileşenidir. Aynı zamanda sıçrama, zıplama ve koşuda, bacak ekstensör kaslarının yere temas süresi gibi birçok spor aktivitesinde GKD önemli bir parametredir (Lord & Campagna, 1997; Nicol ve ark., 2006). GKD'nün altında yatan mekanizma ise, kaslarda meydana gelen gerilme aşamasının ardından kısalma aşamasına geçilmesidir (Nicol ve ark., 2006). Bununla beraber GKD işlevselliğini ölçmek için reaktif kuvvet indeksi (RKİ) kavramı literatürde kullanılmaktadır (Young, 1995). Bu kavramın birden çok tanımlanmasına rastlanmıştır. Bu tanımlamalardan en çok kullanılanı RKİ'nin sporcunun eksantrik kas kasılmasından sonra ani bir şekilde konsantrik kasılmaya geçebilme yeteneğidir (Young, 1995; Newton & Dugan, 2002). RKİ drop sıçramasıyla elde edilebilmektedir ve bu sıçrama genellikle havada kalınan sürenin zemine temas süresine bölünmesiyle elde edilmektedir (Newton & Dugan, 2002). Reaktif kuvvet, bir kasın eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya hızlı bir şekilde geçme yeteneği olarak da tanımlanabilir. Minimal bir sürede maksimum kuvvet geliştirme becerisi birçok spor disiplini için gereklidir. RKİ sporcuların antrenman kalitesini değerlendirmek için fonksiyonel yeterliliğin tanısal testi olarak güvenilir bir bilimsel yöntem olarak literatürde yer almaktadır (Ebben & Petushek, 2010). RKİ ayrıca, derinlik sıçramaları ve pliometrik egzersizler gibi aktiviteler sırasında kas-tendon kompleksi üzerindeki stresi izleyen bir mekanizma olarak da değerlendirilmektedir (McClymont, 2003). Yapılan bir çalışmada bireyin eksantrikten konsantrik kas kasılmasına hızla geçme yeteneği ve dinamik sıçrama aktivitesinde sporcuların patlayıcı yeteneklerini ifade ettiği belirtilmiştir (Flanagan ve ark., 2008).

Çeviklik performans gerektiren spor dallarında hızlı yön değiştirme niteliği, bütün vücudun, uyarıcı birime tepki göstererek hızlı biçimde yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Young & Farrow, 2006). Futbol doğası gereği çeviklik, sürat, güç ve kuvvet gibi fiziksel performans özelliklerinin içinde bulunduğu ve bütün bu performans niteliklerinden etkilenmekte olan üst seviyede bir performans sporudur (Jovanovic ve ark., 2010; Hazır ve ark., 2010). Çeviklik, futbol oyuncusunun yön değiştirmeli koşularını, ani hızlanma ve durma gibi hareketlerini belirleyen temel performans unsurlarındandır ve genel olarak değerlendirildiğinde elit futbolcuyu kuvvet, güç, esneklik gibi diğer saha testlerine göre daha iyi ayırt edici özelliktir (Reilly ve ark., 2000). Çeviklik, reaktif (elastik) kuvvet, konsantrik kas güç ve kuvveti ile sağ-sol bacak kuvvet dengesizlikleri gibi alt ekstremite kaslarının kalitesine etki eden unsurlardan etkilenmektedir (Shephard & Young, 2006). Yön değiştirme yeteneği takım sporları için çok önemli bir parametre olmakla beraber çeviklik içerisinde yer alan önemli bir bileşendir (Sheppard & Young, 2006). Yön değiştirme yeteneği, önceden planlı olarak hareketin doğrultusunu değiştirmesiyle beraber ivmelenme veya negatif ivmelenme şeklinde ifade edilebilir (Jones ve ark., 2009). Futbol müsabakalarındaki ivmelenme, çeviklik veya maksimal sürat gibi yüksek hızlardaki aktivitelerin performans üzerinde etkisi olduğu ortaya konulmuştur. İvmelenme saha sporlarında önemli bir içerik olarak kabul edilir ve sprintlerin ilk 10 metrelik performansı olarak tanımlanabilir (Baker & Nance, 1999; Yıldız & Ateş, 2018).

Sporcuların performans göstergelerinden olan diğer kavramlar ise anaerobik sürat rezervi, maksimal sprint sürati ve maksimal aerobik sürattir. Anaerobik sürat rezervi (ASR) genellikle, Maksimal Sprint Sürati (MSS) ile Maksimal Aerobik Sürat (MAS) arasındaki değer olarak ifade edilir ve antrenmanın şiddetini belirlemek için kullanılmaktadır (Blondel ve ark., 2001; Buchheit & Laursen, 2013). Maksimal Sprint Sürati, sporcunun 40 metrelik sprint testi esnasında 10 metrelik alanda ulaşılabildiği en yüksek hızı ifade eder ve genellikle radar hız tabancası veya fotosel ile ölçülebilmektedir

(Blondel ve ark., 2001; Al Haddad ve ark., 2015). ASR nin bir diğer bileşeni olan Maksimal Aerobik Sürat ise maksimal oksijen tüketiminde ulaşılan ve o hızda sergilenen sürat olarak literatürde yerini almıştır. Bir başka deyişle MAS sporcunun maksimal oksijen tüketiminde sergilediği en düşük hız olarak ifade edilmektedir (Billat & Andkralsztejn, 1996; Dupont ve ark., 2004; Buccheit, 2008).

Yukarıda bahsedilen kavramlar göz önüne alındığında performansı belirleyen birçok etken olduğu görülmektedir. Bu çalışmada genç futbolcuların reaktif kuvvet indeksi, çeviklik ve sürat parametreleri incelenmiştir. Antrenörler veya kondisyonerler için sporcuların performans parametrelerini belirlemek hangi düzeyde olduklarını tespit etmek ve gelecek çalışmaları planlamada kılavuz niteliği taşımaktadır. Bu bağlamda RKİ, MAS, ASR ve çeviklik performanslarının belirlenmesi ve aralarındaki ilişkilerinin ortaya konması çalışmamızın önemli olduğunu göstermektedir. Konunun önemi doğrultusunda bu çalışma reaktif kuvvet açısından antrenörler, kondisyonerler ve bu alanda çalışma yapan araştırmacılar için bir farkındalık oluşturacak ve uzun vadede başarılı, zihinsel olarak da sağlıklı sporcular yetiştirme konusunda destek sağlamakla beraber var olan çalışmalara katkıda bulunacaktır. Literatürde elit genç futbolcuların bu performans değerlerini ortaya koyan bir araştırmaya rastlanmaması da araştırmayı özgün kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı elit genç sporcuların reaktif kuvvet indeksinin diğer parametrelerle ilişkisinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Katılımcılar

Çalışmaya 2019-2020 sezonunda profesyonel takımın, U15 takımında yer alan toplam 21 futbolcu katılmıştır.

Verilerin Toplanması

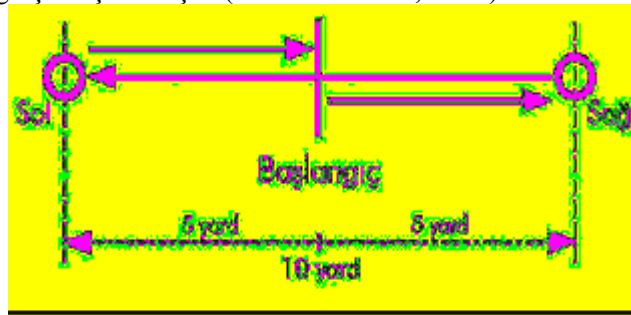
Vücut Kitle İndeksi Ölçümü

Vücut Kitle İndeksi: Boy ve vücut ağırlığı ölçüm sonuçlarından faydalanılarak $VKI = \frac{\text{Vücut Ağırlığı (kg)}}{\text{Boy Uzunluğu (m)}^2}$ formüle göre vücut kitle indeksleri hesaplandı (TEMD, 2019).

Performans Testleri

Reaktif Kuvvet İndeksi (RKİ)-Drop Sıçrama Testi (DST): Drop Sıçrama (DS) ile reaktif kuvvet indeksi belirlemek için yapılan çalışmalarda daha önceden uygulamanın geçerliliği güvenilirliği test edilmiş olan “My jump2” uygulaması kullanılmıştır. Her futbolcunun drop sıçrama performansı akıllı telefona ait 240 Hz. yüksek hızlı video çekim özelliği ile kaydedilmiştir. Drop sıçrama testi için yapılan değerlendirmeler iPhone 7 (Apple Inc., USA) marka ve model akıllı telefon ile gerçekleştirilmiştir. Test başlamadan önce futbolculara talimatlar verilmiş olup, yere düştükten hemen sonra olabildiğince kısa sürede yer teması ile en yükseğe sıçramaları gerektiği ifade edilmiştir. Bütün futbolcular 30 cm yüksekliğinde bir platformdan Drop sıçrama egzersizini gerçekleştirmiş ve tüm sıçramalarda ellerini bellerine koymaları istenmiştir. Bu ölçümlerin sonucu için “My jump2” uygulaması drop sıçrama için formül olarak “*Havada kalınan süre/zemin kontak süresi*” kullanılmıştır.

Pro Çeviklik Testi (5-10-5): Futbolcuların hazır olduklarında başlangıç pozisyonuna gitmeleri ve başla komutu verildiğinde önce 5 m sola daha sonra sağdaki kuleye maksimum hızlarında koşmaları ve etrafından dönmeleri istendi. Test öncesi her oyuncu 5 dakikalık dinamik ısınmanın ardından 5 metrelik sprintler atmış ve düşük tempoda test protokolünü uygulamışlardır. Her futbolcu iki deneme yapmış olup en yüksek çıkan sonuçları referans alınmıştır. Denemeler arası oyuncular en az 3 dakika dinlendirilmiştir. Bütün ölçümler (Fusionsports Smartspeed™ PRO fotosel, Fusion Sport, Queensland, Australia) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Harman ve ark., 2000).



Şekil 1. Pro- çeviklik testi (Bayraktar, 2013)

Her oyuncu test öncesi 5 dakikalık dinamik ısınma protokolü uygulamıştır ikişer deneme (Coşan ve ark. 2002) yapılmış ve en iyi sonuç kaydedilmiştir.

Eksantrik Kullanım Oranı: Gerilme kısalma döngüsünün etkisini belirlemek için, eksantrik kullanım oranı (EUR) aşağıdaki eşitlikle hesaplandı;

$$EUR = \text{Counter Movement Sıçrama (CMJ) Yüksekliği} / \text{Squat Sıçrama (SJ) Yüksekliği} \text{ (McGuigan ve ark., 2006).}$$

Maksimal Sprint Sürati (MSS) ve İvmelenme: MSS belirlemek için bütün fusionsports smartspeed prof Smartspeed™ PRO fotosel (Fusion Sport, Queensland, Australia) kullanılmış olup 40 metrelik alanda her 10 metrede bir kapı olacak şekilde tasarlanmıştır ve MSS değerleri en yüksek sürate ulaşılan bu 10 metrelik alanlar üzerinden belirlenmiştir. Bütün oyuncular test öncesinde 5 dakikalık dinamik ısınmanın ardından 5 metrelik düşük şiddetli çıkışlar (sprintlerde) gerçekleştirmiştir. Her oyuncu iki deneme gerçekleştirmiş olup en yüksek değeri referans alınmıştır (Coşan ve ark. 2002). İvmelenme için ise aynı testlerdeki ilk 10 metrelik sprint değerleri alınmıştır.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesinde SPSS 24.0 lisanslı paket programı kullanılmıştır. Dağılımları tespit edebilmek için tanımlayıcı analiz uygulanmıştır. Veriler; aritmetik ortalama, standart sapma, minimum değer ve maksimum değer olarak sunulmuştur. Değişkenler arasındaki ilişkinin kontrolü için Pearson korelasyonu testi uygulanmıştır. İstatistiksel sonuçlar $p < 0,05$ anlamlılık düzeylerinde değerlendirildi.

BULGULAR

Bu bölümde yapılan istatistiksel analizler tablo halinde yorumlanarak sunulmuştur. Genç futbolcuların reaktif kuvvet indeksi ve yön değiştirme performansları arasında anlamlı ilişkiye rastlanırken; reaktif kuvvet ve sprint performansları arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır.

Tablo 1. Futbolcuların tanımlayıcı özelliklerinin dağılım tablosu

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Boy (cm)	21,00	160,00	183,00	174,19	5,18
Vücut Ağırlığı (kg)	21,00	51,10	75,30	63,51	6,22
Vücut Kitle İndeksi (VKİ) (kg/m ²)	21,00	19,04	23,77	20,91	1,52

Tablo 1'e göre araştırmaya katılan 21 genç futbolcunun boyları $174,19 \pm 5,18$ cm, vücut ağırlıkları $63,51 \pm 6,22$ kg ve vücut kitle indeksleri $20,91 \pm 1,52$ kg/m² tespit edildi.

Tablo 2. Futbolcuların performans ortalamaları

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Reaktif Kuvvet İndeksi (RKİ)	21,00	0,91	2,06	1,38	0,38
Pro Çeviklik (sn)	21,00	4,70	5,29	4,96	0,17
Eksantrik Kullanım Oranı (EUR)	21,00	0,92	1,28	1,08	0,10
Sprint 0-10 m (sn)	21,00	1,63	1,89	1,77	0,06
Sprint 0-20 m (sn)	21,00	2,89	3,32	3,07	0,11
Sprint 0-40 m (sn)	21,00	4,05	4,98	4,55	0,28

Tablo 2 incelendiğinde araştırmaya katılan genç futbolcuların performans ortalamaları; Reaktif kuvvet indeksi $1,38 \pm 0,38$, Pro çeviklik $4,96 \pm 0,17$ sn, Sprint 0-10 m $1,77 \pm 0,06$ sn, Sprint 0-20 m $3,07 \pm 0,11$ sn ve Sprint 0-40 m $4,55 \pm 0,28$ sn, tespit edildi.

Tablo 3. Futbolcuların performanslarının kolerasyonu

		Çeviklik	EUR	0-10 m	0-20 m	0-40 m
RKİ	r	0,619**	0,193	0,299	0,419	-0,254
	p	0,000	0,403	0,187	0,059	0,267

Tablo 3 incelendiğinde futbolcuların RKI performansı ile futbolcuların RKI performansı ve Pro çeviklik ($r=0,619$) performansı arasında $p<0,05$ düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki tespit edildi.

TARTIŞMA

Futbol oyununun talepleri hızla artmaktadır; bu nedenle oyuncular yüksek düzeyde fiziksel kapasiteye, teknik ve taktik becerilere sahip olmalıdırlar (Asian ve ark., 2019). Bununla birlikte, profesyonel futbolda gol durumlarında hızlanma ve yön değiştirme yeteneği en sık görülen eylemdir (Faude ve ark., 2012). Gözlemlenen ivmelenmeler esas olarak dış uyaranlara (topun, rakibin, takım arkadaşının hareketi) yanıt olarak gerçekleştirilir ve genellikle öncesinde hareket yönünün değişmesi ile başlar. Bu şekilde tarif edilen bu temel futbol yeteneği, aslında çevikliğe bağlı olarak reaktif kuvveti temsil eder.

Elit genç futbolcuların reaktif kuvvet indeksinin (RKI) diğer parametrelerle ilişkinin belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada, futbolcuların RKI ile yön değiştirme yeteneği (Pro-Çeviklik) arasında $p<0,05$ düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiş olup EUR, 0-10m, 0-20m ve 0-40m sprint parametrelerinde anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Literatür incelendiğinde RKI ile yön değiştirme performansı değerlerinin birbirleriyle ilişkinin ortaya koyan sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır. İnce (2020) araştırmasında genç voleybolcuların reaktif kuvvet indekslerinin; T testi ($r=0,440$), 5 m sprint ($r=0,440$), 20 m sprint ($r=0,660$) ve smaç sıçrama ($r=0,774$) performansları arasında ilişki olduğunu tespit etmiştir. RKI ile T testi ilişkisi araştırmamızı destekleyen yöndedir. Bu araştırmanın diğer bulguları ise araştırmamızın bulguları ile farklılık göstermiştir. Bu farklılığın voleybolun futbola göre farklı gereksinimleri içerdiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mevcut çalışmadan farklı olarak daha önceki yapılan araştırmalarda, reaktif çeviklik ve yön değiştirme testleri arasında fark görülmeyen çalışmalara rastlanmıştır (Farrow ve ark., 2005; Henry ve ark., 2011, Sheppard ve ark., 2006). Matlak ve ark (2016), futbolcularda yapmış oldukları çalışmada reaktif çeviklik ve yön değiştirme testleri arasında farklılığa rastlamışlardır. Matlak ve ark (2016), çalışmasından çıkan sonucu mevcut çalışma ile benzerlik göstermesinin sebebi; sporcuların mevcut çalışmadaki gibi yön değiştirme testinde işaretlenmiş alanlardan dönüş yapmış olmalarının etkili olduğu söylenebilir. Young ve arkadaşları 15 erkek basketbol, futbol ve rugby oyuncu ile yapmış oldukları çalışmada kas gücünün yön değiştirme hızı ile arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda yön değiştirme ile reaktif kuvvet arasında ilişki saptanmış ve reaktif kuvvetin yön değiştirme hızını önemli şekilde etkilediği tespit edilmiştir (Young ve ark., 2001).

RKI ile sprint performansı ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmamızın bulguları destekleyen sonuçlara rastlanmaktadır. Young ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada 2,5 m ve 50 metre sprint zamanları ile drop sıçramadan elde ettikleri RKI verileri ile kadın ve erkek sprinterlerde bir ilişki bulamamışken, Hannesy & Kilty (2001), BDJ (Bounce Drop Jump) CMJ (Counter Movement jump) ile kadın sporcularda 30 m ve 100 m sprint arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Benzer bir şekilde Smirniotou ve ark., (2008) 10, 30, 60 ve 100 m sprint performanslarında RKI ile negatif korelasyonları erkek sprinterlerde elde etmişlerdir. Farklı çalışma grubu üzerine yapılan bir çalışmada genç tenis oyuncularında reaktif güç ile yön değiştirme arasında anlamlı bir farklılığa rastlanırken reaktif güç ile sürat arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır (Sert, 2016). İki spor dalında hızın, yön değiştirmenin önemli kazanımlar sağladığı düşünülürse bu çalışma mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Young, futbolcular ile yapmış olduğu çalışmada, futbolcuların düz sprint antrenmanlarının çeviklik üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda düz sprint antrenmanlarının yön değiştirme hızını geliştirmediği tespit edilmiştir (Young ve ark., 2002).

Bir diğer çalışmada Young ve ark., (2015) DS değerleri ile RKI arasında anlamlı ölçüde negatif korelasyon ($r = 20.645$, $p<0.05$) elde etmişlerdir. Bu verilerin ışığında reaktif kuvvetin bacak ekstansör kaslarının yön değiştirme sürati (COD) üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Yine aynı çalışmada COD değerleri RKI arasında bakılan ilişkide COD değerleri hızlı olan futbolcuların yavaş olan gruba göre daha reaktif kuvvetlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Mero ve ark., (1985) yaptıkları çalışmada ise RKI drop sıçrama ile 30 m sprint arasında anlamlı bir ilişki bulmuştur. Bu çalışma mevcut çalışmadan farklılık göstermektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çoğu takım sporunda başarılı olmak için sporcunun etkili bir şekilde hızlanma, yavaşlama, durma ve yön değiştirme yeteneği çok önemlidir (Sporis ve ark., 2010; Kutlu ve ark., 2012; Lockie ve ark., 2013). Özellikle futbol gibi aralıklı tekrar sprint gerektiren sporlar için geçerlidir. 90 dakikalık bir futbol maçında, oyuncular 600'den fazla yön değişikliği yapabilir (Bloomfield ve ark., 2007) ve farklı mesafelerde çok sayıda doğrusal sprint yapabilir. Bu yüksek yoğunluklu hız düelloları oyunun sonucu ve nihayetinde takımın başarısı için çok önemlidir (Lockie ve ark., 2013). Bu durum dikkate alındığında genç sporcuların gelişim süreçlerini planlamak için reaktif kuvvetin değerlendirmeye alınması futbol ihtiyaçlarını karşılamada kılavuz olacaktır.

Daha önce yapılan araştırmalar incelendiğinde mevcut araştırmadaki özelliklere sahip çalışma grubunu inceleyen araştırmaya raslanmamıştır. Ancak bazı RKİ ile ilişkili olan parametreler sınırlı sayıdaki çalışmaya konu olmuştur.

Çeviklik, günümüzdeki bakış açısıyla hem fiziksel hem de bilişsel birçok faktörden etkilenen sportif bir beceridir. Çevikliği ölçmede kullanılan testler, yön değiştirme sayısı ve açısı, sprint mesafesi, bir uyarana tepki içermesi, önceden planlı olup olmaması, algılama ve karar verme becerilerini içerip içermediği, hatta kullanılan enerji sistemi gibi pek çok konuda farklılık içermektedir. Reaktif kuvvet bir bireyin kaslarını eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya hızlıca geçirme kabiliyeti olarak tanımlanabilir ve "patlayıcılık" ölçüsü olarak değerlendirilebilir. Patlayıcılık, bir sporcunun maksimum kuvvet geliştirme yeteneğini tanımlayan bir koçluk terimidir. Sık sık yön değiştirmeler, sprintler, sıçramalar bir futbol karşılaşmasını oluşturan hareketler arasındadır.

Bir futbol karşılaşması süresince ani yön değiştirmeler, hızlanma ve sıçrama sıklığı göz önüne alındığında bu becerilerin oyun performans göstergesi olarak, aynı zamanda kuvvet ve kondisyon programları ile geliştirilmesi amaçlanan önemli bir performans göstergesi olarak da düşünülebilir. Bu sebeple reaktif kuvvet indeksi ile sıçrama, çeviklik ve sprint performansı arasında bir ilişki beklenilebilir. Araştırmanın sonuçları bu beklentiye paraleldir.

Dikey sıçrama yeteneği futbolda, hücumda (gol yapabilmek için / rakibin üzerinden daha büyük bir yükseklik kazanılması) ve ayrıca savunmada (rakipten önce topla buluşarak tehlikeli bölgeden topun uzaklaştırılması) rekabet avantajı sağlamaktadır (Watts ve ark., 2012). Sıçrama performansının baskın olarak sporcunun alt ekstremiter gücü ve güç yetenekleri tarafından belirlendiği açıktır. Bu nedenle, futbol sporcularında bacak gücünü ve sıçrama yüksekliğini geliştirmek için etkili bir programlamaya ihtiyaç olduğu söylenebilir. Araştırmalarda kuvvet antrenmanlarının alt bacak sertliği ve reaktif kuvvet üzerine etkili olduğu gözlenmiştir (İnce, 2019; Lloyd ve ark., 2012). Reaktif kuvvetin çeviklik üzerine olan etkisi düşünüldüğünde kuvvet antrenmanlarının çeviklik performansına da katkı sağlayacağı söylenebilir.

Bu araştırmanın bulguları elit genç futbolcularda, reaktif kuvvet özelliği ile çeviklik arasında yüksek ilişki olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre genç futbolcularda kuvvet antrenmanları planlanırken RKİ göz önünde bulundurulabilir. Ayrıca çalışmada reaktif kuvvetin, sprint performansı bileşenleriyle ilişkili olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin hız ve çevikliğin farklı fiziksel nitelikler olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu sebeple antrenman programları tasarlanırken her iki performansa da yer verilmelidir. Bütün bu bilgilerin ışığında çalışmamızın sonuçları, elit düzeydeki futbolda, mevcut yaş grupları üzerinde çalışan araştırmacılara, çalıştırıcılara ve antrenörlere antrenman planlaması hususunda yardımcı olabilecek ve ışık tutacaktır.

TEŞEKKÜR

Araştırmaya gönüllü olarak katılan Beşiktaş U15 Takımı futbolcularına, destek sağlayan Beşiktaş alt yapı antrenörlerine ve yöneticilerine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Al Haddad, H., Simpson, B. M., Buchheit, M., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2015). Peak match speed and maximal sprinting speed in youth players: effect of age and playing position. *Int. Journal Sports Physio Perf*, 10(7): 888-896.

- Asian Clemente, J. A., Requena, B., Jukic, I., Nayler, J., Hernández, A. S., Carling, C. (2019). Is physical performance a differentiating element between more or less successful football teams? *Sports Medicine*, 7, 216.
- Baker, D., & Nance, S. (1999). The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. *Journal Strength Cond Research*, 13: 230–235.
- Bayraktar, I. (2013). Elit boksörlerin çeviklik, sürat, reaksiyon ve dikey sıçrama yetileri arasındaki ilişkiler. *Akademik Bakış Dergisi*. ISSN:1694-528, X(35), 1-8.
- Billat, V. L., Andkoralsztein, J. P. (1996). Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports Medicine*, 22:90–108.
- Blondel, C., Delsart, C., & Goldfarb, F. (2001). Electron spectrometry at the μeV level and the electron affinities of Si and F. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 34(9), L281.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA premier league soccer. *Journal Sports Sciences Medicine*, 21, 63–70.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 43(10), 927-954.
- Coşan F, Demir A, Mengütay S, editör. Türk Çocuklarının Fiziki Uygunluk Normları. İstanbul: Olimpiyat Oyunları Hazırlık ve Düzenleme Kurulu Eğitim Yayınları Yayın No 1; 2002.
- Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 584-589.
- Ebben, W. P., & Petushek, E. J. (2010). Using the reactive strength index modified to evaluate plyometric performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 1983-1987.
- Farrow, D., Young, W., & Bruce, L. (2005). The development of a test of reactive agility for netball: a new methodology. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 8(1), 52-60.
- Faude, O., Koch, T., Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal Sports Sciences Medicine*, 30, 625–631.
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1677-1682.
- Hazır, T., Mahir, Ö. F., & Açıkada, C. (2010). Genç futbolcularda çeviklik ile vücut kompozisyonu ve anaerobik güç arasındaki ilişki. *Spor Bilimleri Dergisi*, 21(4), 146-153.
- Hennessy, L., & Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 326-331.
- Henry, G., Dawson, B., Lay, B., and Young, W. B. (2011). Validity of a reactive agility test for australian football. *Int Journal Sports Physiol Perform*, 6:534– 545.
- İnce, İ. (2019). Effects of split style olympic weightlifting training on leg stiffness vertical jump change of direction and sprint in collegiate volleyball players. *Universal Journal of Educational Research*, 7(1), 24-31.
- Jones, P., Bampouras, T., Marrin, K. (2009). An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *Journal Sports Medicine Phys. Fit*, 49, 97–104.
- Jovanovic, M., Sporis, G., Omrcen, D., & Fiorentini, F. (2010). Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1-8.
- Kutlu, M., Yapıcı, H., Yoncalık, O., Celik, S. (2012). Comparison of a new test for agility and skill in soccer with other agility tests. *Journal Human Kinetics*, 33, 143–150.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2012). The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2812-2819.

- Lockie, R., Shultz, A., Callaghan, S., Jeffriess, M., Berry, S. (2013). Reliability and validity of a new change-of-direction speed for field, based sports; the change-of-direction and acceleration tests (CODAT). *Journal Sports Sciences Medicine*, 12, 88-96.
- Lord, P., & Campagna, P. (1997). Drop height selection and progression in a drop jump program. *Strength and Conditioning*, 19(6), 65-69.
- Matlák, J., Tihanyi, J., & Rácz, L. (2016). Relationship between reactive agility and change of direction speed in amateur soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1547-1552.
- McClymont, D. (2003). Use of the reactive strength index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. In *Science and Football V: The proceedings of the fifth World Congress on Sports Science and Football*, Lisbon, Portugal, 408-16.
- McGuigan, M.R., Doyle, T.L., Newton, M., Edwards, D.J., Nimphius, S. & Newton, R.U. (2006) Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 992-995.
- Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Sprintte maksimum hızın biyomekanik değişkenler üzerindeki etkileri. *Uygulamalı Biyomekanik Dergisi*, 1 (3), 240-252.
- Newton, R. U., Dugan, E. (2002). Application of strength diagnosis. *Strength Cond Journal*, 385; 24(5):50-9.
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle. *Sports Medicine*, 36: 977-508 999.
- Otman, A. S., Demirel, H., & Sade, A. (1995). Tedavi Hareketlerin de Temel Değerlendirme Prensipleri. *Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları*, 16, Ankara, 14-20.
- Özbay, S. (2019). The Effects of Different Types of Strength Training for Recreational Purposes on the Body Composition and Strength Development of University Students. *Asian Journal of Education and Training*, 5(2), 381-385.
- Özbay, S., & Ulupinar, S. (2018). The Effect of Moderate-Intensity Technical Training and Resistance Training on Selected Hematological Parameters of Elite Wrestlers. *Universal Journal of Educational Research*, 6 (11), 2679-2682.
- Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.
- Sert, V. (2016). Genç tenis oyuncularında bacak gücü ve katılığı: Sürat ve çeviklik performansı ile ilişkisi. Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Sheppard, J. M., Young, W. B., Doyle, T. L. A., Sheppard, T. A., and Newton, R. U. (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal Science Medicine Sports*, 9: 342-349.
- Smirniotou, A., Katsikas, C., Paradisis, G., Argeitaki, P., Zacharogiannis, E., & Tziortzis, S. (2008). Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 447.
- Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *Journal Strength Cond. Research*, 24, 679-686.
- Steffen, K., Bakka, H. M., Myklebust, G., Bahr, R. (2008). Performance aspects of an injury prevention program: a ten-week intervention in adolescent female football players. *Scand Journal Medicine Sciences Sports*, 18:596e604.
- Taşkınalp, O., Yaprak, M., & Toksöz, İ. (1995). Erkek Futbolcuların Bazı Antropometrik Özellikleri. *Balkan Medical Journal*, 1, 45-48.
- Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2015). Reliability of the dynamic strength index in college athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 542-545.

- Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. (2019). Obezite tanı ve tedavi kılavuzu, Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, <http://temd.org.tr/kilavuzlar>. (Erişim Tarihi: 08.05.2020)
- Watts, D. G., Kelly, V. G., & Young, K. P. (2012). The efficacy of a four-week intervention of complex training on power development in elite junior volleyball players. *Journal Aust Strength Cond*, 20(2), 12-22.
- Yıldız, S., Ates, O., Gelen, E., Çirak, E., Bakici, D., Sert, V., & Kayihan, G. (2018). The Relationship between Start Speed, Acceleration and Speed Performances in Soccer. *Universal Journal of Educational Research*, 6(8), 1697-1700.
- Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Stud Athlete*, 10: 88 – 96.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 42:282-288.
- Young, W. B., Mcdowell, H. M., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315-319.
- Young, W., & Farrow, D. (2006) A review of agility: practical applications for strength and conditioning. *National Strength and Conditioning Association*. Volume 28, Number 5,24-29.

CITATION OF THIS ARTICLE

Kayhan, R.F., Çıkıcı, A. & Gülez, O. (2021). Genç Futbolcularda Reaktif Kuvvet İndeksinin Bazı Parametreler Üzerine Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz & Antrenman Bilimi Dergisi*, 7(1), 31-39. Doi: 10.18826/useeabd.835723