



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ANTRENMAN VE HAREKET ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KADIN VOLEYBOLCULARDA SETİ SETE BÖLME  
YÖNTEMİ İLE YAPILAN PLİOMETRİK  
ANTRENMANLARIN BİYOMEKANİK PARAMETRELER  
ÜZERİNE ETKİSİ

Naciye TOPRAK

Nisan 2022  
DENİZLİ

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KADIN VOLEYBOLCULARDA SETİ SETE BÖLME YÖNTEMİ  
İLE YAPILAN PLİOMETRİK ANTRENMANLARIN  
BİYOMEKANİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ**

**ANTRENMAN VE HAREKET ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Naciye TOPRAK**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet ALPTEKİN**

**Denizli, 2022**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Naciye TOPRAK

İmza :

## ÖZET

### KADIN VOLEYBOLCULARDA SETİ SETE BÖLME YÖNTEMİ İLE YAPILAN PLİOMETRİK ANTRENMANLARIN BİYOMEKANİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

Naciye TOPRAK  
Yüksek Lisans Tezi, Antrenman ve Hareket AD  
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Ahmet ALPTEKİN

Nisan 2022, 63 sayfa

Çalışmanın amacı seti sete bölme yöntemi uygulanarak yapılan pliometrik antrenmanların biyomekanik parametreler üzerine etkisinin incelenmesidir. Çalışmaya 2. lig kadınlar kategorisinde yer alan voleybol oynayan 12 kadın sporcu (Yaş:  $16,17 \pm 0,37$  yıl; Boy uzunluğu:  $171,37 \pm 5,71$  cm; Vücut ağırlığı:  $58,90 \pm 4,87$  kg) gönüllü olarak katılmıştır. Sporcular laboratuvara gelerek öncelikle antropometrik ölçümleri belirlenmiştir. Hazırlıkların tamamlanmasının ardından, hareket analizi sistemi ile senkronize ölçüm yapılarak kuvvet platformu üzerinde aktif sıçrama yaptırılmıştır. Her bir katılımcı iki sıçrama performansı sergiledi ve performanslar hesaplamalar için kayıt altına alınmıştır. Sporcular antrenmana başlamadan önce sıçrama yüksekliklerine göre kontrol ve denek grubu olarak ayrılmıştır. Kontrol grubu araştırma boyunca rutin voleybol antrenmanlarına devam etmiştir. Antrenman grubuna ise rutin antrenmanlarına ek olarak 6 hafta süresince ve haftada 2 gün pliometrik antrenman yaptırılmıştır. 6 haftalık antrenmanların sonunda tüm sporcular tekrar laboratuvara gelerek son test ölçümleri yapılmıştır. Sıçrama sırasında sporculardan kinematik ve kinetik verileri toplanmıştır. Yapılan istatistik analiz sonucunda ön test, son test antrenman ve kontrol grupları arasında diz açısı çöküş, çöküş zamanı ve toplam zaman değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak sıçrama yükseklikleri, geçiş süreleri, diz açısı çıkış, diz açısı  $F_{maksimum}$ , ayak bileği açısı çöküş, ayak bileği açısı çıkış, ayak bileği açısı  $F_{maksimum}$ ,  $F_{çöküş}$ ,  $F_{çıkış}$ ,  $F_{maksimum}$ , çıkış zamanı değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Sonuç olarak incelenen parametreler açısından antrenman ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık bulunmamasına rağmen ortalama değerlerine göre antrenman grubu gelişim göstermiştir. Buna göre bu araştırmada kullanılan seti sete bölme yönteminin pliometrik antrenmanlarda kullanılabilir bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kinetik, kinematik, kuvvet platformu, pliometrik antrenman, cluster set.

**ABSTRACT****THE EFFECT OF PLYOMETRIC TRAININGS PERFORMED WITH CLUSTER-SET ON BIOMECHANICAL PARAMETERS IN FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS**

TOPRAK, Naciye  
M.Sc. Thesis in Training and Movement  
Supervisor: Assoc. Prof. Ahmet ALPTEKİN

April 2022, 63 Pages

The purpose of this study was to examine the effect of plyometric training by applying cluster setting method on biomechanical parameters. 12 female athletes who played volleyball in the 2<sup>nd</sup> league women category (age:  $16.17 \pm 0.37$  years; height:  $171.37 \pm 5.71$  cm; body weight:  $58.90 \pm 4.87$  kg) participated voluntarily. First, anthropometric measurements of volleyball players were taken in the laboratory. Then, countermovement jump was made on the force platform working in sync with the motion analysis system. Each participant performed two jumps and the performances were recorded for calculations. Before starting the training, the athletes were divided into control and experimental groups according to their jump heights. The control group continued their routine volleyball training throughout the study. In addition to their routine training, the training group was performed plyometric training for 6 weeks and 2 days a week. Then, in addition to volleyball training, plyometric training was given to the subject group 2 days a week for 6 weeks. At the end of the 6-week training, all the athletes came back to the laboratory and the final test measurements were made. Kinematic and kinetic data were collected from the athletes during the jump. As a result of the statistical analysis, a significant difference was found between the descent knee angle, descent time and total time values between the training and control group post-test values. However, there was no significant difference between jump heights, transition times, ascent knee angle,  $F_{\text{maximum}}$  knee angle, descent ankle angle, ascent ankle angle,  $F_{\text{maximum}}$  ankle angle,  $F_{\text{descent}}$ ,  $F_{\text{ascent}}$ ,  $F_{\text{maximum}}$ , ascent time values. As a result, although there was no significant difference between the training and control groups in terms of the investigated parameters, the training group showed improvement according to the average values. Accordingly, the cluster set thought to be a method that can be used in plyometric training.

**Keywords:** Kinetics, kinematics, strength platform, plyometric training, cluster set.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans bitirme projesi olarak yapılan bu çalışmada birçok kişinin katkısı olmuştur.

Tez çalışmamın bütün aşamasında beni her konuda bilgilendiren, fikirleriyle yönlendiren, cesaretlendiren ve destekleyen danışmanım Doç. Dr. Ahmet Alptekin'e,

Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde yaptığım çalışmamda kullandığım test düzeneğinin hazırlanmasında ve verilerin toplanmasında yardımcı olan Araş. Gör. Dr. Özlem Köklü, Öğr. Gör. Eylem Çelik, İlhan Tire, Oğuzhan Derici ve Harun Türkdoğan'a,

Tez çalışmam sırasında yaptığım testlere katılan 2. Lig Kadınlar kategorisinde yer alan 12 voleybol sporcusuna ve antrenör Koray Çakal'a,

Yüksek Lisans sürecindeki bütün aşamalarımda yanımda olan canım kızlarım Ebrar ve Alya'ya, bu sıkıntılı dönemimde pozitif enerjisi ile beni motive eden ve her konuda destek olan sevgili eşim Serkan Toprak'a çok teşekkür ederim.

Hepinize minnettarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>Vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>X</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>Xi</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>X</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	4
1.2. Araştırmanın Problemleri .....	4
1.2.1. Alt Problemler .....	4
1.3. Araştırmanın Önemi .....	4
1.4. Araştırmanın Varsayımları .....	5
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	5
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>6</b>
2.1. Voleybol .....	6
2.2. Pliometrik Antrenman .....	6
2.3. Seti Sete Bölme (Cluster Set) Yöntemi.....	7
2.4. Kas Kasılması ve Kasılma Çeşitleri .....	10
2.4.1. İzometrik Kasılma.....	10
2.4.2. İzotonik Kasılma.....	10
2.4.3. İzokinetik Kasılma .....	11
2.5. Gerilme Kasılma Döngüsü .....	11
2.6. Araştırmanın Hipotezleri.....	12
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	<b>13</b>
3.1. Araştırma Grubu.....	13
3.2. Veri Toplama Araçları .....	14
3.2.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri.....	14

3.2.2. Hareket Analizi Sistemi .....	14
3.2.3. Kuvvet Platformu .....	15
3.3. Verilerin Toplanması .....	15
3.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri .....	18
3.3.2. Aktif Sıçrama Testi .....	19
3.3.3. Hareket Analizi Sistemi .....	19
3.3.4. Kuvvet platformu .....	21
3.3.5. Eşzamanlılık (Senkronizasyon) .....	23
3.4. Verilerin Analizi .....	23
3.4.1. Hareket Analizi ve Kuvvet Verisinin Analizi .....	23
3.5. İstatiksel Analizi .....	23
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>24</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>36</b>
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>41</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>47</b>
<b>9. EKLER</b>	

Ek-1: Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 2.1</b> Farklı Seti Sete Bölme Yöntemleri .....	8
<b>Şekil 2.2.</b> Geleneksel (Tradional) Set .....	8
<b>Şekil 2.3</b> Seti Sete Bölme (Cluster). .....	9
<b>Şekil 2.4.</b> Eşit İş Eşit Dinlenme Yöntemi (Equal Work To Rest Ratio).....	9
<b>Şekil 2.5.</b> Dinlenmenin Yeniden Yapılandırılması Yöntemi (Rest Redistribution). .....	9
<b>Şekil 2.6.</b> Dinlen Durakla Seti Sete Bölme Yöntemi (Rest Pause Method) .....	9
<b>Şekil 3.1.</b> Ölçüm Protokolü .....	16
<b>Şekil 3.2.</b> (a) Kuvvet platformu lokal koordinat sistemi, (b) yük ölçerlerin konum değerleri .....	22

## TABLOLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 3.1.</b> Çalışmaya katılan voleybolcuların demografik özellikleri.....	13
<b>Tablo 3.2.</b> Uygulanan antrenman programı .....	16
<b>Tablo 3.3.</b> Denek grubu için uygulanan pliometrik antrenmanlar .....	17
<b>Tablo 3.4.</b> Haftalık antrenmanda uygulanan hareketler .....	18
<b>Tablo 3.5.</b> Ölçüm öncesi uygulanan ısınma protokolü .....	18
<b>Tablo 3.6.</b> Sporcuların üzerine yerleştirilen yansıtıcı markerların yerleri ve tanımlamaları .....	20
<b>Tablo 4.1.</b> Antrenman ve kontrol grubunun yaş, boy, vücut ağırlığı ve antrenman yaşı değerleri .....	24
<b>Tablo 4.2.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki sıçrama yüksekliği ortalama değerleri .....	25
<b>Tablo 4.3.</b> Ölçüm zamanına göre sıçrama yüksekliği değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	25
<b>Tablo 4.4.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki geçiş süreleri ortalama değerleri .....	25
<b>Tablo 4.5.</b> Ölçüm zamanına göre geçiş süresi değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	26
<b>Tablo 4.6.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çöküş ortalama değerleri .....	26
<b>Tablo 4.7.</b> Ölçüm zamanına göre diz açısı çöküş değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	26
<b>Tablo 4.8.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çıkış ortalama değerleri .....	27
<b>Tablo 4.9.</b> Ölçüm zamanına göre diz açısı çıkış değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	27
<b>Tablo 4.10.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı $F_{maksimum}$ ortalama değerleri .....	28
<b>Tablo 4.11.</b> Ölçüm zamanına göre diz açısı $F_{maksimum}$ değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	28
<b>Tablo 4.12.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çöküş ortalama değerleri .....	28

<b>Tablo 4.13.</b> Ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çöküş değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	29
<b>Tablo 4.14.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çıkış ortalama değerleri .....	29
<b>Tablo 4.15.</b> Ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çıkış değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	29
<b>Tablo 4.16.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı $F_{\text{maksimum}}$ ortalama değerleri .....	30
<b>Tablo 4.17.</b> Ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı $F_{\text{maksimum}}$ değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	30
<b>Tablo 4.18.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki $F$ çöküş ortalama değerleri .....	30
<b>Tablo 4.19.</b> Ölçüm zamanına göre $F$ çöküş değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	31
<b>Tablo 4.20.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki $F$ çıkış ortalama değerleri .....	31
<b>Tablo 4.21.</b> Ölçüm zamanına göre $F$ çıkış değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	31
<b>Tablo 4.22.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki $F_{\text{maksimum}}$ ortalama değerleri .....	32
<b>Tablo 4.23.</b> Ölçüm zamanına göre $F_{\text{maksimum}}$ değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	32
<b>Tablo 4.24.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çöküş zamanı ortalama değerleri .....	32
<b>Tablo 4.25.</b> Ölçüm zamanına göre çöküş zamanı değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	33
<b>Tablo 4.26.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çıkış zamanı ortalama değerleri .....	33
<b>Tablo 4.27.</b> Ölçüm zamanına göre çıkış zamanı değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	34
<b>Tablo 4.28.</b> Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki toplam zaman ortalama değerleri .....	34
<b>Tablo 4.29.</b> Ölçüm zamanına göre toplam zaman değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları .....	34

**RESİMLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 3.1.</b> Portatif stadiometre (SECA 284, Gmbh-Almanya). ....	14
<b>Resim 3.2.</b> a) Miqus M3 Kamera, b) Senkronizasyon ünitesi, c) Kalibrasyon kiti ve çubuğu .....	15
<b>Resim 3.3.</b> Kuvvet platformu (FP 4060-10, BERTEC, A.B.D.).. ..	15
<b>Resim 3.4.</b> Kuvvet platformu bağlantıları. ....	15
<b>Resim 3.5.</b> Aktif sıçrama testi .....	19
<b>Resim 3.6.</b> Qualisys Track Manager programı ara yüzü. ....	19
<b>Resim 3.7.</b> Anatomik noktalara yerleştirilen markerlar. ....	20
<b>Resim 3.8.</b> Ölçüm düzeneğinin görüntüsü. ....	21
<b>Resim 3.9.</b> Kuvvet verisine göre belirlenen sıçrama evreleri. ....	22
<b>Resim 3.10.</b> Qualisys kamera senkronizasyon ünitesi. ....	23

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

cm .....	Santimetre
GKD .....	Gerilme Kısılma Döngüsü
gr .....	Gram
Hz .....	Hertz
kg .....	Kilogram
Kp .....	Kuvvet platformu
m .....	Metre
QTM .....	Qualisys Track Manager
s .....	Saniye
YTK .....	Yer Tepki Kuvveti

## 1. GİRİŞ

Voleybol, interval özellikli, uygun dinlenme ve maksimum yüklenmeyle kısa süreli periyotların ard arda uygulandığı bir spordur. Önemli motor becerilerinin başında dikey sıçrama, hücum ve savunma performansını etkileyen bir unsurdur. Voleybol, ani patlayıcı güç gerektiren blok, smaç ve file hareketlerini içeren tekniklerden oluşur (Kırıştı 2019). Bu teknik hareketleri geliştirmek için antrenör ve oyuncular dikey sıçrama performansını arttırmak ve yeni teknikler bulma arayışındadır. Voleybol, sürekli değişen pozisyonları ve kompleks hareketleri, dinamik ve fonksiyonel sportif becerileri içeren takım oyunudur. Sporcunun sahip olması gereken özelliklerine baktığımızda patlayıcı kuvvet, reaksiyon sürati, genel ve özel dayanıklılık, çabuk kuvvette devamlılık gibi önemli biyomotor öğeleri ön plana çıkmaktadır (Sheppard 2007). İyi bir teknik ve taktiğe sahip olan sporcular, başarı elde edebilmek için dikey sıçramanın dominant olduğu voleybol branşında anaerobik kapasite ve temel motorik özellikleri sistematik bir biçimde geliştirmeleri gerekmektedir (Tetik 2013). Sporcuların anaerobik performansının geliştirilmesi için birçok antrenman yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en başında pliometrik antrenmanlar gelmektedir. Antrenörler, pliometrik antrenmanı kuvvet ve hareketin hızını birleştirerek kas gücünü hızlandırmayı amaçlayarak, yüksek şiddetli enerji sayısında ve kalitesinde artışı hedef alarak, farklı yöntemlerle uygulanabilen antrenmanlar olarak tanımlamaktadır (Hoffman 2002). Literatürde pliometrik antrenmanlarla ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında çoğunlukla pliometrik antrenmanların patlayıcı kuvvet üzerinde olumlu etkisinin olduğunu ve anaerobik gücün kullanımında önemli bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır (Miller vd 2006). Pliometrik antrenmanlarda birden çok parametrede değişim yapılarak, anaerobik gücün gelişebileceğini ve bu değişimlerin tekrar, set ve sıçrama sayısında, dinlenme süreleri ve hareket çeşitliliği gibi parametrelerde yapılabileceği belirtilmiştir. Dikey sıçrama, kişinin sıçrayarak ulaştığı yükseklik ve durarak ulaştığı yükseklik arasındaki fark olarak tanımlanır (Okur vd 2013). Daha yükseğe sıçramak için sıçrama kuvvetinin iyi olması gerekmektedir. Sıçrama kuvveti, karmaşık hareketler içeren ve

sporçunun olabildiğince yatayda uzağa veya dikeyde yükseğe sıçraması olarak tanımlanır. Bacak kaslarının gücüne, patlayıcı kuvvetine, esnekliğine ve sıçrama tekniğine bağlıdır. Hareketin yapılışı sırasında sıçramanın iyi olması için, eklemlerin doğru açılarda fleksiyonu yapması gerekir. Kas kasılmalarının ekstansiyon sırasında maksimum değerde olması ve hareketin patlayıcı bir şekilde yapılması sıçramanın verimini artırır (Arvas vd 2006). Voleybolun özelliği gereği dikey sıçrama maç içerisinde sıklıkla yapılan bir harekettir ve genelde kuadriseps kasının kuvvetiyle ilişkilidir. (Usgu 2015). Ön kas grubu rectus letaralis, vastus letaralis, vastus intermedialis ve vastus medialis kaslarının birleşiminden meydana gelen kuadriseps femoris kası sıçrama hareketlerinde çok önemlidir ve dize ekstansiyon yaptırır (Aktuğ 2013) Üst bacağın arka uyluk kısmında yer alan hamstring kas grubu dizin kuvvetli fleksörleri ve kalçanın önemli ekstansörleridir. Bunlar semitendinosus, biceps femoris ve semimembranosus kaslarından meydana gelmektedir. Hamstring kas grubunun görevleri, kalça ekleminin ekstansiyonunu ve diz ekleminin fleksiyonunu sağlamaktadır. Öne eğilme hareketinde ve kalçadaki fleksiyonda yer çekimine karşı aktif olarak hamstring kasları destekleyici durumdadırlar. Kalça ekleminin ekstansiyonunu ve diz ekleminin fleksiyonunu sağlamak hamstring kas grubunun görevidir (Bayraktar 2008). Biyomekaniğin, performansı geliştirmesinde fiziksel yapı, tekniğin ve fizyolojik kapasitenin daha baskın olduğu spor branşlarında veya aktivitelerde daha kullanışlı olduğu düşünülmektedir (Bulgan vd 2007). Biyomekanik alanda kullanılan cihazlardan bir tanesi de kuvvet platformudur. Kuvvet platformları, basınç sensörleri sayesinde ayak basıncını algılayarak bilgisayar ortamına aktarılabilir. Ayakaltında oluşan maksimum kuvvet, maksimum gerilme, gerilme merkezi ve gerilme dağılımı gibi birçok veriyi elde edip incelemek mümkündür (Gülçimen ve Ülkü, 2008). Sıçramanın ardından yere indikten sonraki temas noktasında oluşan yer tepki kuvvetleri büyüklüğü ve bu kuvvetlerin yükleme hızları (birim zamanda uygulanan kuvvet) kuvvet platformundan elde edilen kuvvet verileri ile değerlendirilir (Yılmaz vd 2018). Geleneksel set; ard arda yapılan tekrarların, dinlenme araları ile bölünerek sürekli bir biçimde yapılması anlamına gelir. Yapılan araştırmalarda tek set ile yapılan antrenmanlar sporcuların kuvvet gelişiminde yetersiz kaldığından, çok setli antrenman programlarına yönelindiğini ve bu antrenmanların sedanter ve sporcularda gelişimin daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Uzun yıllardan beri kullanılan geleneksel setleme yöntemi uygulamalarda tekrar sayısına göre bir önceki tekrarda hızı, kuvveti ve doğru uygulamayı azalttığını bunun için setlerin tekrar sayısı ve dinlenme süresini azaltıp, set sayısının artırılmasından dolayı yeni yaklaşım olan seti sete bölme uygulanmaya başlanmıştır (Bompa 2015). Seti sete bölme yöntemi bir seti kendi içinde tekrar setlere bölme yöntemidir. Bir setin tekrarları arasında kısa dinlenme aralıklarının kullanılması teorik olarak daha iyi performans kalitesiyle sonuçlanmaktadır. Metabolik artıkların

azalması (laktik asit vb.), metabolik yorgunluğun azaltılması, sinir sisteminin dinlenik olması ve nöromüsküler yorgunluğun göreceli olarak daha az olması kas kasılma şiddetini artırır. Özellikle seti sete bölme antrenmanı, sonunda kas kasılma şiddetinin azalmasının önüne geçilmesi olarak kabul edilmektedir. Hardee vd (2012) seti sete bölme yönteminin performans üzerindeki etkilerine ilişkin varsayımsal bir model sunmuşlardır. Bu modelde, en yüksek güç çıkışı, halter hızı ve yer değiştirme gibi performans özelliklerinin, dinlenme aralıklarının kullanılmadığı geleneksel sete göre yorgunluğun azalacağını savunmuşlardır. Yaptıkları çalışmada seti sete bölme yönteminin yüksek performans kalitesine ulaşmada etkili olacağını düşünmüşlerdir. Dinlenmeden sürekli bir şekilde geleneksel set tekrarlama yapmanın, kinetik ve kinematik değişkenlerde azalmaya yol açacağı teorisini ortaya koymuştur; oysa bir seti sete bölmenin tekrarlar arasında dinlenme yapılması bu değişkenlerin korunmasına yol açacaktır. Geleneksel olarak, direnç eğitimi gerçekleştirilirken, tekrarlar sürekli bir şekilde yapılır ve bu da hızda ve dolayısıyla güç çıkışında bir düşüşe neden olur. Hız ve güç çıkışındaki düşüşe karşı koymak için bir yöntem, seti sete bölmenin kullanılmasıdır. Ayrıca seti sete yönteminin yorgunluğu azalttığını ve güç çıktısı egzersizinde çoklu set ve tekrarlar üzerindeki gücün, kuvvetin ve hızın korunmasına izin verdiğini göstermiştir. Bu çalışmalar, güç için egzersiz yaparken yorgunluk azaltma ve egzersiz performansının sürdürülmesi için seti sete bölme yönteminin önemini göstermektedir (Hardee vd 2012). Alt ekstremitenin maksimum kuvveti ve patlayıcı kas kuvveti birçok spor branşında performansı etkileyen nöromüsküler değişkenlerdir. Bu sebeple alt ekstremitenin belirlenmesi ve sporcuların antrenman programlarının bu doğrultuda hazırlanması performans artırımı yönünden büyük önem taşımaktadır (Paasuke 2001). Seti sete bölme yöntemi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Moreno vd (2014) yer reaksiyon kuvveti ile kuvvet platformu, çıkış hızı, en yüksek güç ve en yüksek sıçrama parametrelerine bakmışlardır. Literatürde seti sete bölme setleme yöntemi ile yapılan sıçrama hareketinin biyomekanik çıktılarının incelenmesi ile ilgili yapılmış çalışma bulunmamaktadır.

Bu yüzden yapılması planlanan çalışmada, sıçrama hareketinin biyomekanik çıktılarının incelenmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## 1.1. Amaç

Çalışmanın amacı; seti sete bölme yöntemi (cluster set) uygulanarak yapılan 6 haftalık pliometrik antrenmanların biyomekanik parametreler üzerine etkisinin incelenmesidir.

## 1.2. Araştırmanın Problemi

Seti sete bölme yöntemi uygulanarak yapılan 6 haftalık pliometrik antrenmanların biyomekanik parametreler üzerine fark var mıdır?

### 1.2.1. Alt problemler

1. Ön test ve son test sıçrama yükseklikleri arasında fark var mıdır?
2. Evrelere göre (çöküş, çıkış,  $F_{maksimum}$ ) ön test ve son test kuvvet (F) değerleri arasında fark var mıdır?
3. Ön test ve son test diz fleksiyon açıları arasında fark var mıdır?
4. Ön test ve son test aktif sıçrama süreleri (hareketin başlangıcı ile yerden çıkış) arasında fark var mıdır?
5. Ön test ve son test çöküş-çıkış (fleksiyon-ekstansiyon) geçiş süreleri arasında fark var mıdır?
6. Ön test ve son test ayak bileği açıları arasında fark var mıdır?

## 1.3. Araştırmanın Önemi

Geleneksel olarak, direnç eğitimi gerçekleştirilirken, tekrarlar sürekli bir şekilde yapılır ve bu da hızda ve dolayısıyla güç çıkışında bir düşüşe neden olur. Hız ve güç çıkışındaki düşüşe karşı koymak için bir yöntem, seti sete bölmenin kullanılmasıdır. Ayrıca seti sete yönteminin yorgunluğu azalttığını ve güç çıktısı egzersizinde çoklu set ve tekrarlar üzerindeki gücün, kuvvetin ve hızın korunmasına izin verdiğini göstermiştir. Bu çalışmalar, güç için egzersiz yaparken yorgunluk azaltma ve egzersiz performansının sürdürülmesi için seti sete bölme yönteminin önemini göstermektedir. Alt ekstremitenin maksimum kuvveti ve patlayıcı kas kuvveti birçok spor branşında performansı etkileyen nöromüsküler değişkenlerdir. Bu sebeple alt ekstremitenin kuvvetinin belirlenmesi ve sporcuların antrenman programlarının bu doğrultuda hazırlanması performans artırımı yönünden büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden yapılması planlanan çalışmada, sıçrama hareketinin biyomekanik çıktılarının incelenmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **1.4. Araştırmanın Varsayımları**

Araştırma sırasında yapılan ölçümler ile müsabakalar esnasında sporcuların maksimum performanslarını sergilediği varsayılmıştır.

#### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu alışma 2. Lig Kadınlar kategorisinde yer alan voleybol oynayan toplam 12 kadın lisanlı sporcu ile sınırlıdır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Voleybol

Günümüzde voleybol ilgi gören ve sevilen bir spor dalıdır. Dünyada ve Türkiye’de popülaritesi giderek artmaktadır (Kırıştı 2019). Voleybol, patlayıcı hareketleri (yani hem yatay hem de dikey yönlerde) kısa toparlanma dönemleriyle birleştiren yoğun bir anaerobik spordur. Bu sebeple, kişinin nöro-kas sisteminin olabildiğince en kısa sürede zorlanma gösterme yeteneği olarak bilinen patlayıcı güç, başarılı bir performansın temeli olarak kabul edilir. Yani çeviklik ve hız maksimum güçle bütünleştiğinde ortaya çıkan sonuç güç olarak ifade edilmektedir. Kas gücü, belirli bir kasın aynı miktarda işi daha kısa sürede veya aynı zamanda daha büyük miktarda iş üretmesini sağlar; bu koşma, sıçrama ve hızlı yön değiştirme için önemlidir. Gerçekten de çalışmalar güç ölçümleri ile dikey sıçrama performansı arasında güçlü ilişkiler olduğunu göstermiştir, gücün dikey sıçrama performansını etkilediğini öne sürmektedir. Dikey sıçrama gövde, kol ve bacaklardaki birkaç kasın koordinasyonunu gerektiren komplike bir harekettir. Beş setten oluşan bir voleybol maçında her oyuncunun 250’den fazla sıçrama yaptığı bilindiğinden, sıçrama yeteneği voleybolda yüksek performansın temel belirleyici faktörlerinden biri olarak tanımlanmıştır (Silva vd 2019).

### 2.2. Pliometrik Antrenman

Literatür incelendiğinde, pliometrik antrenmanın amacı; hem kasların ve tendonların doğal elastik bileşenlerini, hem de germe refleksini kullanarak sonraki hareketlerin gücünü arttırmaktır (Trajkoviz vd 2016). Sıçrama performansının bireyin elastik ve nöral faydalarından yararlanma yeteneğinden, iyi gelişmiş kuvvetten ve kasılma sırasında aktif kas sisteminin ekskülasyon hızından oldukça etkilendiği göz önüne alındığında, pliometrik antrenmanların sporcuların sıçrama performansına fayda sağlaması beklenmektedir (Çankaya vd 2018). Pliometrik antrenmanın iniş mekanizmalarının optimizasyonuna, eksantrik kas kontrolünde gelişmelere, diz

fleksiyonunda ve hamstring aktivitesinde artış meydana gelmesi beklenir (Bashir vd 2018). Pliometrik antrenmanın etkinliği, antrenmanın içeriğine ve antrenman süresinin uzunluğuna da bağlı olabilir (Çankaya vd 2018). Antrenman içeriği ile ilgili olarak, araştırmacıların kullanılan egzersizlerin türü, antrenman süresi, toparlanma durumu ve antrenmanın sıklığı, hacmi ve yoğunluğu gibi belirli değişkenleri tanımlaması yaygındır. Aslında, sıçrama tekniği ve hareket genliğinin veya yerle temas süresinin etkisi, gözden geçirilen çalışmaların protokollerinin hiçbirinde tanımlanmamıştır (Çimenli vd 2016).

Fizyolojik açıdan bakıldığında, bir kasılmadan önce gerilen kasın daha hızlı ve daha kuvvetli kasıldığı bilinmektedir (Bosco ve Komi, 1980). Pliometrik egzersizler 3 fazdan oluşmaktadır.

➤ **Eksantrik Yüklenme Fazı:** Bir pliometrik hareketin ilk aşaması olarak sınıflandırılabilir. Kasın elastik tamamlayıcı gerilimi sonucu kas içerisinde enerji toplanmaktadır. Daha sonrasında toplanan bu enerji konsantrik kasılma esnasında kullanılmaktadır.

➤ **Amortizasyon Fazı:** Kasın istenen yönde kuvvet vermesi için eksantrik yüklenme evresi ile konsantrik kasılma evresi arasındaki zaman aralığı olarak tanımlanmıştır. Amortizasyon evresi ne kadar kısa olursa depolanan elastik enerji miktarı artar ve verim artar.

➤ **Konsantrik Fazı:** Amortizasyon fazından sonra meydana gelir. Kas kasılmasının eksantrik fazını takiben kastaki performansı arttırması ile sonuçlanır. Yüklenme evresi sırasında gerilme refleksini başlatan kas içciklerini etkileyen hızlı bir uzama gösterir.

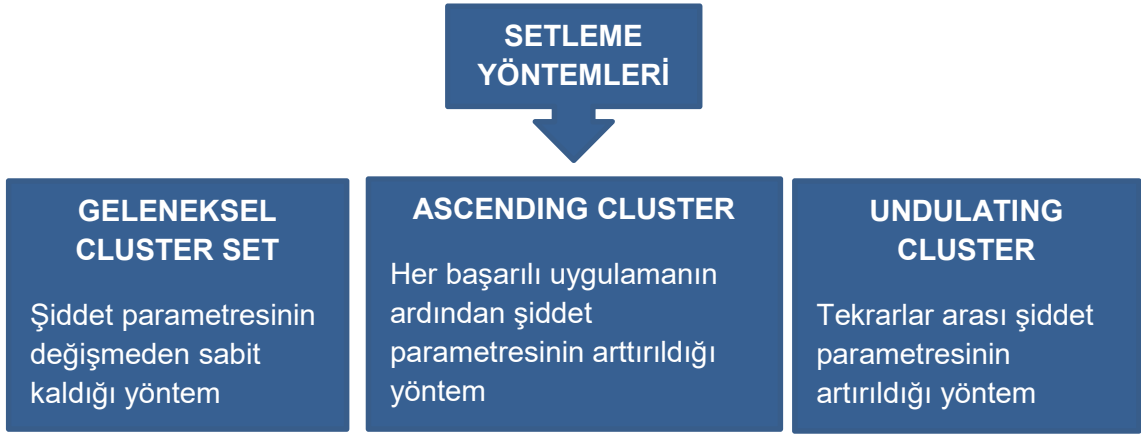
Pliometrik antrenmanların ana unsurları şunlardır:

- Kişi pliometrik antrenmanına yeni başladıysa belirli bir kuvvet seviyesinde olmasına dikkat etmelidir.
- Kasın hızlı bir şekilde yüklenmesi çalışmanın yoğunluğu ile ilişkilidir.
- Artan yüklenme, gerilme ve sıçrama miktarı giderek arttırılmalıdır.
- Süreyi alt seviyeye indirmek ve kuvveti en üst seviyeye çıkarmak gereklidir.
- Tekrar sayısı 8-10 olarak kabul edilir.
- Dinlenme süresi her set sayısı arası 1-2 dk olmalıdır.

### **2.3. Seti Sete Bölme (Cluster Set) Yöntemi**

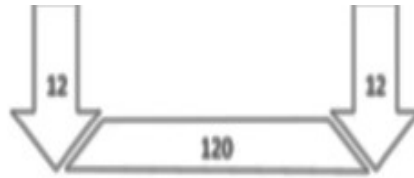
Sporcular için antrenman çeşitliliği, kişisel görevlerini daha hızlı öğrenmeleri hem de aşırı yüklenmelerden uzak durarak performanslarını daha yukarıya taşımaları ve geliştirebilmeleri açısından oldukça önemlidir (Hodges vd 2005). Antrenman çeşitliliğinde, set sayısı, tekrar sayısı, farklı hareketler gibi değişik parametrelerin kullanılabilmesi, diğer yandan son dönemde setin yapısında değişiklik yapılması da spor

uzmanları tarafından sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bu değişiklikler, setin yapısında kullanılması amaçlanan en yeni yaklaşım olan seti sete bölme yöntemidir (Haff vd 2008). SSB yöntemi; bir setin kendi içinde tekrar setlere bölünmesi ve kısa dinlenme aralığının gerçekleştirildiği bir yöntemdir. SSB setleme yönteminde tekrarlar arası kısa dinlenmelerin süresi 10-30 s'dir. Tekrarlar arasında istenilen verime ulaşmak için dinlenmenin sağlanması, bir sonraki tekrar uygulamasının daha yüksek seviyede sonuçlar vermesini sağlamaktadır (Bompa 2017). Haff vd (2008) çalışmasında SSB yönteminin üç farklı şekilde yapılabileceğini belirtmiştir. Bu yöntemler; geleneksel SSB, tekrar arası şiddet parametresinin artırıldığı SSB yöntemi (Undulating SSB), ve her başarılı uygulamanın ardından şiddet parametresinin artırıldığı yöntem (Ascending SSB) olarak tanımlanmışlardır.

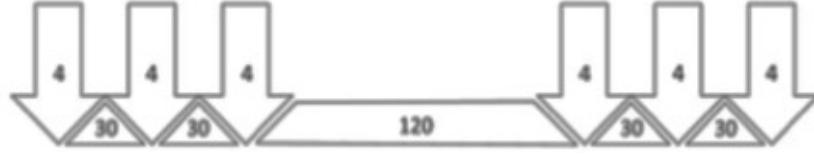


**Şekil 2.1.** Farklı Seti Sete Bölme Yöntemleri

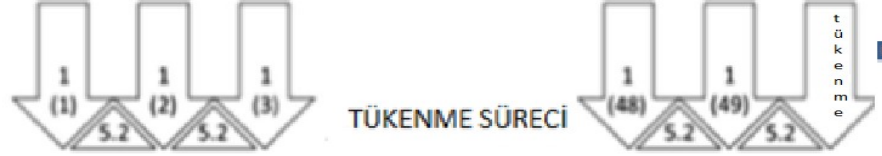
Yapılan bir derleme çalışmasında SSB yöntemi adı altında birbirinden ayrı beş değişik yöntem uygulanabileceği belirtilmiştir. Bu yöntemler aşağıda şekil ve açıklamalarıyla verilmiştir (Tufano vd 2017).



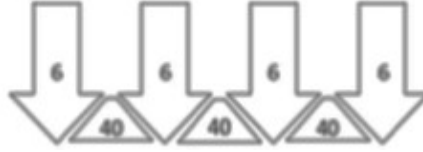
**Şekil 2.2.** Geleneksel (Traditional) Set: 2 set, 12 tekrar, setler arası 120 s dinlenme.



**Şekil 2.3.** Seti Sete Bölme Yöntemi (Cluster): 2 set, 4\*3 tekrar, set içi tekrarlar arası 30 s, setler arası 120 s dinlenme.



**Şekil 2.4.** Eşit İş Eşit Dinlenme Yöntemi (Equal Work To Rest Ratio): Geleneksel sete göre değerlendirilince;  $(\text{Toplam dinlenme zamanı}/(\text{toplam tekrar}-1))=(120/24-1))=(120/23)=5.2$ , Tekrarlar arası tükeninceye kadar 5.2 s dinlenme.



**Şekil 2.5.** Dinlenmenin Yeniden Yapılandırılması Yöntemi (Rest Redistribution): 4 set, 6 tekrar, tekrarlar arası 40 s dinlenme.



**Şekil 2.6.** Dinlen Durakla Seti Sete Bölme Yöntemi (Rest Pause Method): 2 set, setler arası 120 s, tekrarlar arası 30 s dinlenme.

Yukarıdaki şekilleri, farklı seti sete bölme yöntemlerini açıklamak gerekirse;

**A yöntem:** Geleneksel setleme yöntemidir, 2 set üzerinden belirlenmiş her set 12 tekrardan oluşurken setler arası dinlenmenin 120 s verildiği yöntemdir.

**B yöntem:** SSB (cluster setleme) yöntemi; aynı geleneksel set yöntemindeki gibi dinlenme süresi set arasında kullanılırken, bununla birlikte her seti kendi içerisinde bölerek kısa dinlenme aralığının verildiği yöntemdir. Toplam antrenman süresi arasındaki dinlenme, geleneksel setten daha fazladır. GS yönteminde 4x4x4 tekrarlar şeklinde 30 s kısa dinlenme aralıkları ile 2 set arasında 120 s dinlenme verilmesiyle toplam antrenman süresinden oluşur.

**C yöntem:** Eşit iş eşit dinlenme yöntemi (Equal work to rest ratio) adını verdiği SSB yönteminde; toplam tekrar sayısından 1 çıkarılıp dinlenme süresine bölünür. Daha sonra

her bir tekrar arası dinlenme süresini belirlenip, tekrarların tükeninceye kadar devam etmesiyle oluşan yöntemdir.

**D yöntem:** Dinlenmenin yeniden yapılandırılması yöntemidir (Rest redistribuon); Bu çalışmada uygulama olarak kullandığımız yöntemdir. Bir seti kendi içinde tekrar setlere bölüp 4 set üzerinden her setin 6 tekrardan oluştuğu tekrarlar arası 40 s dinlenmenin verildiği, toplam dinlenme süresinin 120 s olduğu cluster setleme yöntemidir. Geleneksel setleme yöntemindeki gibi antrenman ve dinlenme süresi aynı iken sadece uygulama biçimleri farklıdır.

**E yöntem:** Dinlenme durakla seti sete bölme yöntemi (Rest pause method); kuvvet antrenmanları yönünden daha kullanışlı bir yöntemdir. Tükeninceye kadar uygulanan tekrarların ardından 30 s dinlenme verilir, ilk set bu şekilde tamamlanır. 2. sete geçerken 120 s dinlenme arası verilir, 1. setteki uygulamanın aynı şekilde tükeninceye kadar tekrarların devam ettiği yöntemdir.

## **2.4. Kas Kasılması ve Kasılma Çeşitleri**

Kaslar; dış yüklenmelere göre aktivitenin yönüne ve büyüklüğüne bağlı olarak kısılabılır, aynı uzunlukta kalabilir ya da kasılma süresinde boyunda bir uzama olabilir. Yani kas kasılmaları farklı hareket gereksinimlerine, eklem yapılarının farklılıklarına ve hareketin özgünlüğüne göre değişik şekillerde oluşabilir. Bunlar; İzometrik, İzokinetik, İzotonik (konsantrik-eksantrik), Oksotonik ve Tetanik kasılmalarıdır.

### **2.4.1. İzometrik kasılma**

Kasın boyunun sabit kaldığı fakat kas geriminin arttığı bir statik kasılma tipidir. Kas kasılır ancak boyu değişmez. Dışarıdan gelen direnç merkezi sinir sisteminde kasın içerisinde üretilen kuvvetten fazla olduğundan eklem açısı ve kas boyunda değişiklik olmadan kastaki gerilim artar (Fox vd 1999).

### **2.4.2. İzotonik kasılma**

İzotonik kasılmalar iki şekilde incelenir. Konsantrik ve eksantrik kasılmalar olarak.

- **Konsantrik Kasılma:** Dinamik bir kasılma çeşididir. Kas kasılması esnasında kasın gerilimi sabittir ancak kas boyu kısa kalmaktadır. Kasların genel hareket yapısı gereğince konsantrik ve izometrik kasılmalar ard arda ve aynı anda yapılmasıyla oluşur. Bu şekilde kas gerimi ve boyu değişir, literatür bu kasılma çeşidi oksotonik kasılma olarak adlandırılır.

- **Eksantrik Kasılma:** Kas kasılma esnasında kasın gerilimi artarken aynı zamanda boyunda uzama meydana gelir. Oluşan net kuvvet kasın ürettiği kuvvetten daha fazla olur.

### 2.4.3. İzokinetik kasılma

Eklem hızı sabittir fakat eklem açıları ve açısal hızlarında farklılıklar olabilir. Bu yüzden farklı açı veya açısal hızlarda oluşan izokinetik kasımlarda kasın ürettiği kuvvet miktarında değişimler olabilir. Sabit hızda gerçekleşen bu kasılma çeşidinin meydana gelebilmesi için izokinetik dinamometrelere gereksinim vardır.

## 2.5. Gerilme Kısılma Döngüsü

Gerilme kısılma döngüsü; eksantrik bir kasılma sonrası konsantrik kasılmanın meydana gelmesiyle oluşan bir kas kasılması kombinasyonudur. GKD üç fazdan meydana gelir, bunlar eksantrik, izometrik ve konsantrik fazlardır. Eksantrik ve konsantrik hareketlerin uyumu ile doğal bir hareket formu oluşur. Yürüme, koşma ve sıçrama gibi faktörler dış kuvvetler kasın boyunun nasıl uzandığının örneğidir. Bu tür hareketlerde üç kasılma çeşidi de görülmektedir. GKD'ne yönelik egzersizler performansı arttırmak için antrenörler, sporcular ve kondisyonerler tarafından kullanılır. GKD'nün amacı, son hareketin (konsantrik fazın) daha güçlü bir şekilde meydana gelmesini sağlamasıdır (Bosco vd 1982, Hakkinen vd 1986, Hunter 1994).

GKD oluşan kas fonksiyonu eksantrik, izometrik ve konsantrik kasılma çeşidine göre oldukça farklıdır. GKD'de eksantrik ve konsantrik bölümler kassal işin bir parçasıdır, birbirini takip eder ve eksantrik faz sırasında kasın performansı konsantrik kasılma fazını etkiler. Buda kasın elastik bileşeninde olduğu kadar sinirsel girdiden de etkilenmesi beklenmektedir (Hunter 1994).

GKD verimliliği veya performansa yansması içerisinde, GKD oluşturan unsurları içeren antrenman yöntemleri ile geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin başında kuvvet antrenmanı ve sonrasında artan kuvvetin hıza aktarımında etkili bir yöntem olan pliometrik çalışmalar gelir. Yani performansta önemli rol oynayan kuvvet ve hız özellikleri geliştirilebilir. Dikey sıçramada sıçrama yüksekliği kuvvetin çıktısı ve yerde kalış süresi hızın çıktısı olarak değerlendirilir (Mavili 2021).



## 2.6. Araştırmanın Hipotezleri

1. Ön test ve son test sıçrama yükseklikleri arasında fark vardır.
2. Evrelere göre (çöküş, çıkış,  $F_{maksimum}$ ) ön test ve son test kuvvet (F) değerleri arasında fark vardır.
3. Ön test ve son test diz fleksiyon açıları arasında fark vardır.
4. Ön test ve son test aktif sıçrama süreleri (hareketin başlangıcı ile yerden çıkış) arasında fark vardır.
5. Ön test ve son test çöküş-çıkış (fleksiyon-ekstansiyon) geçiş süreleri arasında fark vardır.
6. Ön test ve son test ayak bileği açıları arasında fark vardır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmanın denek grubu, 2. Lig Kadınlar kategorisinde yer alan Voleybol oynayan toplam 12 kadın sporcu gönüllü olarak katılmıştır (Tablo 3.1.). Gönüllülerin aktif sıçrama yapabilmesine engel bir sakatlık durumunun olmaması, çalışmaya katılabilme ön şartı olarak aranmıştır. Çalışma Helsinki Deklarasyonu'na uygun şekilde hazırlanmış ve Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik kurul izni alınmıştır (19.10.2021 tarih ve 19 sayılı kurul kararı, E-60116787-020-120189).

**Tablo 3.1.** Çalışmaya katılan voleybolcuların demografik özellikleri.

(n = 12)	Ortalama	Standart sapma
Yaş (yıl)	16.17	0.37
Boy (cm)	171.37	5.71
Vücut Ağırlığı (kg)	58.90	4.87
Spor Yaşı (yıl)	6,33	0,65

Antrenör, sporcular için normal voleybol antrenmanlarını haftada 6 gün Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe, Cuma ve Cumartesi olarak planlamıştır ve Pazar günü müsabakalara çıkmışlardır. Ancak antrenman günü hava şartlarının kötü olması, salon saatlerinin uymaması v.b. durumlarda çalışmalarını gerçekleştirememişlerdir. Bu yüzden verimli olarak antrenmanlar haftada 4 gün yapılabilmektedir. Antrenör, müsabakalardan bir gün önce taktik antrenmanlarına yönelik çalışmalar yaptırmıştır.

### 3.2. Veri Toplama Araçları

#### 3.2.1. Boy ve vücut ağırlığı ölçümleri

Çalışmaya katılan voleybolcuların boy uzunlukları hassasiyeti  $\pm 0,001$  m ve vücut ağırlıkları hassasiyeti  $\pm 0,05$  kg olan stadiometre (SECA 284, Gmbh-Almanya) ile alınmıştır (Resim 3.1.).



**Resim 3.1.** Portatif stadiometre (SECA 284, Gmbh-Almanya).

#### 3.2.2. Hareket analizi sistemi

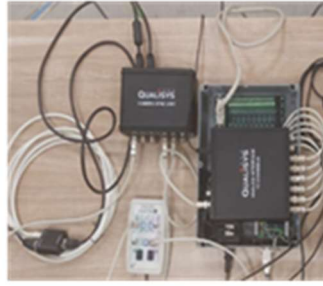
Voleybolcuların sıçrama hareket analizleri için 3 boyutları Qualisys Hareket Analizi Sistemi (QTM 10.6, İsveç) sistemi kullanılmış.

Hareket analizi sistemi şunlardır;

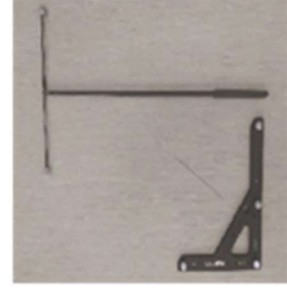
1. 5 adet yüksek hızlı kamera (240 kare/s, Qualisys MIQUS M3, İsveç) (Resim 3.2.a.).
2. Senkronizasyon ünitesi (Resim 3.2.b.).
  - a) Delsys trigger modülü (Delsys Inc., A.B.D.).
  - b) 16 kanallı Qualisys analog veri toplama ünitesi (Qualisys Inc., İsveç).
  - c) Qualisys Miqus kamera senkronizasyon ünitesi (Qualisys Inc., İsveç).
3. Kalibrasyon kiti ve T çubuğu (300 mm) (Resim 3.2.c.).
4. İş istasyonu bilgisayar.
5. Eklemlere yerleştirilen yansıtıcı işaretçiler.



a) Miqus M3



b) Senkronizasyon ünitesi



c) Kalibrasyon kiti ve çubuğu

**Resim 3.2.** a) Miqus M3 Kamera, b) Senkronizasyon ünitesi, c) Kalibrasyon kiti ve çubuğu.

### 3.2.3. Kuvvet platformu

Analog veriyi dijital veriye dönüştüren 16-bit analog sayısal dönüştürücü (AD, Advantech, A.B.D.), analog güçlendiriciden (AM6504, A.B.D.) ve bilgisayardan (Resim 3.3., 3.4.) oluşmaktadır.

Aktif sıçrama hareketinde, sporcu platform üzerinde hareketsizken yere uyguladığı kuvvet, sporcunun ağırlığına eşittir fakat zıt yönlü kuvvet uygulamaktadır. Yer in uyguladığı bu kuvvete yer tepki kuvveti (YTK) olarak adlandırılır. YTK ölçümü 0.04 m x 0.60 m x 0.10 m ebatlarındaki kuvvet platformuyla (FP 4060-10, BERTEC, A.B.D.) ölçülmüştür.



**Resim 3.3.** Kuvvet platformu (FP 4060-10, BERTEC, A.B.D.).

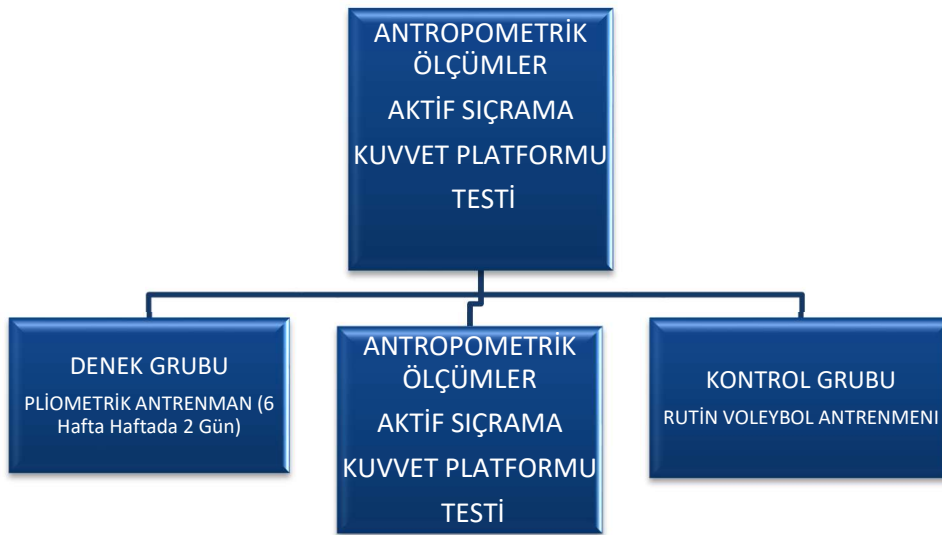


**Resim 3.4.** Kuvvet platformu bağlantıları

### 3.3. Verilerin Toplanması

Ölçümler PAÜ Spor Bilimleri Fakültesi spor salonu ve performans laboratuvarı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada, sporculara ön test ve son test ölçümleri uygulanmıştır. Sporcular laboratuvara gelerek öncelikle antropometrik

ölçümleri belirlenmiştir. Hazırlıkların tamamlanmasının ardından, hareket analizi sistemi ile senkronize ölçüm yapılarak kuvvet platformu üzerinde aktif sıçrama yaptırılmıştır. Her bir katılımcı iki sıçrama performansı sergiledi ve performanslar hesaplamalar için kayıt altına alınmıştır. Sıçrama performansı görüntülerinin kaydında deneklerin sıçrama hareketi 5 adet yüksek hızlı kamera ile yapılmıştır. Hareket görüntüleri kaydedilmeden önce vücudun önceden belirlenen 4 eklemine (kalça, diz, ayak bileği ve parmak ucu olmak üzere) ve her iki ekstremiteye yansıtıcı işaretçiler yerleştirilmiştir. Sporcular antrenmanlara başlamadan önce, sıçrama yüksekliklerine göre en yüksek derece ve en düşük derecelere bakılarak eşit şekilde kontrol grubu ve denek grubu olarak ayrılmıştır. Daha sonra denek grubuna 6 hafta boyunca haftada 2 gün voleybol antrenmanlarına ek olarak pliometrik antrenman yaptırılmıştır. Kontrol grubu ise rutin voleybol antrenmanlarına devam etmiştir. 6 haftalık antrenmanların sonunda tüm voleybolcular tekrar laboratuvara gelerek son test ölçümleri alınmıştır.



**Şekil 3.1.** Ölçüm protokolü.

**Tablo 3.2.** Uygulanan antrenman programı.

### SSB Setleme Pliometrik Grup

### 1. Hafta

Gün	Hareket Sayısı	Tekrar Sayısı	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme	Hareket Arası Dinlenme	Toplam Sıçrama
Pazartesi	4	3	8	13 s	2 dk	96
Cuma	4	3	8	13 s	2 dk	96

**SSB Setleme Pliometrik Grup****2. ve 3. Hafta**

Gün	Hareket Sayısı	Tekrar Sayısı	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme	Hareket Arası Dinlenme	Toplam Sıçrama
Pazartesi	5	3	8	13 s	2 dk	120
Cuma	5	3	8	13 s	2 dk	120

**SSB Setleme Pliometrik Grup****4. ve 5. Hafta**

Gün	Hareket Sayısı	Tekrar Sayısı	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme	Hareket Arası Dinlenme	Toplam Sıçrama
Pazartesi	6	3	8	13 s	2 dk	144
Cuma	6	3	8	13 s	2 dk	144

**SSB Setleme Pliometrik Grup****6. Hafta**

Gün	Hareket Sayısı	Tekrar Sayısı	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme	Hareket Arası Dinlenme	Toplam Sıçrama
Pazartesi	5	3	8	13 s	2 dk	120
Cuma	5	3	8	13 s	2 dk	120

**Tablo 3.3.** Denek grubu için uygulanan pliometrik antrenmanlar.

<b>1- Geniş Atlama (Broad jump)</b>	Belirlenen 1.5 m mesafeye iki tane dambel konulur ve maksimum güçle ileriye doğru sıçranır.
<b>2- Diz üstü atlama (Knee tuck jump)</b>	Dizleri karına çekerek yukarıya doğru olduğu yerde sıçrama.
<b>3- Güç sıçramaları (Power jumps)</b>	Skuat pozisyonunda kollar yukarıda sıçrayarak aynı anda kolları ve bacakları kapatma.
<b>4- Hamle alarak atlama (Jumping lunge)</b>	Harekete lunge pozisyonunda eller önde başlanır ve sıçrayarak bacak değiştirilir.
<b>5- Derinlik sıçraması (Box jump)</b>	30 cm'lik bir yükseklikten atlar ve yukarıya sıçrar.
<b>6- Sıçramalar (Pogo jumps)</b>	Dizleri kırmadan çift bacak yukarıya sıçrama
<b>7- Skuattan sıçrama (Jump pouse)</b>	Başlangıçta parmak ucuna yükselir, kollar yukarıda skuat pozisyonuna iner ve sıçrar daha sonra tekrar skuata düşer.
<b>8- Tek adım smaca giriş</b>	Tek adım alarak smaca giriş sıçraması.

**Tablo 3.4.** Haftalık antrenmanda uygulanan hareketler.

1.Hafta	2.ve 3. Hafta
1. Geniş atlama 2. Derinlik sıçraması 3. Skuattan sıçrama 4. Tek adım smaca giriş	1. Geniş atlama 2. Dizüstü atlama 3. Derinlik sıçraması 4. Skuattan sıçrama 5. Tek adım smaca giriş
4.ve 5 Hafta	6.Hafta
1. Dizüstü atlama 2. Güç sıçramaları 3. Hamle alarak atlama 4. Derinlik sıçraması 5. Sıçramalar 6. Skuattan sıçrama	1. Uzun atlama 2. Güç sıçramaları 3. Hamle alarak atlama 4. Sıçramalar 5. Tek adım smaca giriş

**Tablo 3.5.** Ölçüm öncesi uygulanan ısınma protokolü.

Egzersizler	Açıklama
<b>Jog</b>	Hafif tempo koşu
<b>Geriye koşu</b>	Geriye doğru koşma
<b>Yana kayma</b>	Yana adım alarak kayma
<b>Adım al diz çek</b>	Adım alarak ileriye doğru elleri kullanarak diz çekilir yerdeki ayak parmak ucuna yükselir
<b>Bacak geriye çek</b>	Ayakucundan tut bacağı geriye doğru çek yerdeki ayak parmak ucuna yükselir.
<b>Parmak ucunda yürüme</b>	Ayaklar parmak ucunda kollar yukarıda ileriye doğru yürüme
<b>Topukta yürüme</b>	Topukta yürüme
<b>Yana adım al diz kır</b>	Yana adım al sırayla dizi kır diğer bacağı esnet
<b>Öne adım al arkadaki bacağı esnet</b>	Öne adım alarak arkadaki bacak esnetilir
<b>Öne adım al çök</b>	Öne adım alarak dizi yere yaklaştır ve üst vücudu yanlara çevir

### 3.3.1. Boy ve vücut ağırlığı ölçümleri

Voleybolcuların boy uzunlukları anatomik duruşta, ayaklar çıplak, ayak topukları, kalça, sırt ve başın arka kısmı stadiometrenin arka kısmına temas edecek şekilde alınmıştır ve değerler metre (m) olarak kaydedilmiştir. Deneklerin vücut ağırlıkları anatomik duruş pozisyonunda, ayaklar çıplak ve üzerlerinde sadece şort varken ölçüm alınmıştır ve değerler kilogram (kg) olarak kaydedilmiştir.

### 3.3.2. Aktif sıçrama testi

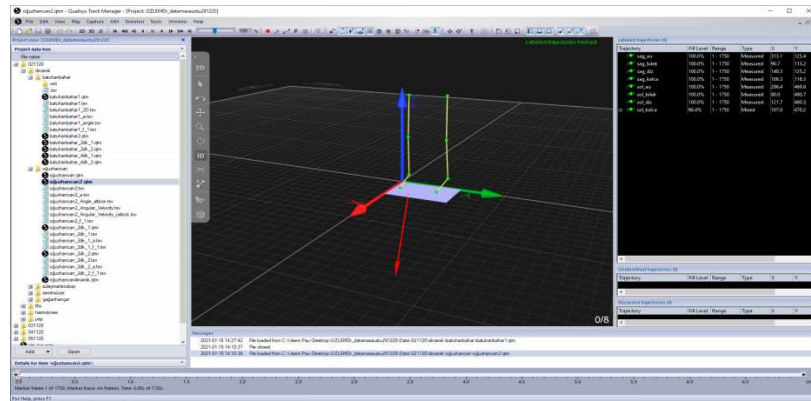
Voleybolcular, aktif sıçrama performanslarını kuvvet platformunun üzerinde bacaklar omuz genişliğinde açık eller belde olacak şekilde aktif sıçrama yapmışlardır. Sıçrama performansı iki kez tekrar ettirilmiştir ve yüksek olan değer analizlerde kullanılmıştır (Resim 3.5).



Resim 3.5. Aktif sıçrama testi.

### 3.3.3. Hareket analizi sistemi

Çalışmanın üç boyutlu kinematik analizleri, Qualisys Hareket Analizi Sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Deneklerin aktif sıçrama görüntüleri Qualisys Track Manager programı (Resim 3.6) ile kaydedilmiştir. Anatomik noktalara yerleştirilen işaretçiler ile sayısallaştırılmıştır.



Resim 3.6. Qualisys Track Manager programı ara yüzü.

Voleybolcuların aktif sıçrama görüntüleri 5 adet yüksek hızlı kamera ile (Miqus M3) 240 Hz örneklem frekansında kaydedilmiştir. Ölçüm alanının kalibrasyonu Wand kalibrasyon metodu ile dinamik olarak gerçekleştirilmiştir. Wand kalibrasyonu kuvvet platformunun üzerine, L şeklinde üzerinde markerlar olan kalibrasyon kiti yerleştirilmiştir ve referans olarak bu kit üzerindeki markerlar alınmıştır. Kalibre edilecek alanın orijini



belirlendikten sonra, T şeklinde 30 cm uzunluğunda kalibrasyon çubuğu ile tüm kameraların görebileceği alan doğrusal ve dairesel hareketlerle 45 s boyunca taranmıştır.

Yapılan bu çalışmada sporcuların her birinin değerlendirmeye alınan sağ veya sol vücut üyeleri üzerindeki anatomik noktalarına, yansıtıcı özelliğe sahip olan 12,5 mm çapındaki yüksek kaliteli süper-küresel markerlar çift taraflı bantla yapıştırılmıştır ve sporcuların hareketlerini kısıtlanmadığından emin olunmuştur. Markerların doğru noktaya yapıştırılabilmesi ve sabitlenebilmesi için sporculardan tayt giymeleri istenmiştir. Resim 3.7’de sporcuların üzerine yerleştirilen yansıtıcı markerların yerleri ve tanımlamaları verilmiştir.

Trajectory	Fill Level	Range	Type	X	Y	Z	Residual
sag_au	100.0%	1 - 1250	Measured	302.6	146.8	56.8	2.74
sag_bilek	100.0%	1 - 1250	Measured	96.8	115.8	83.9	2.99
sag_diz	100.0%	1 - 1250	Measured	133.8	118.9	531.7	2.77
sag_kalca	100.0%	1 - 1250	Measured	114.1	117.6	938.5	0.25
sol_au	100.0%	1 - 1250	Measured	296.1	478.2	60.1	2.44
sol_bilek	100.0%	1 - 1250	Measured	87.7	469.2	83.0	2.07
sol_diz	100.0%	1 - 1250	Measured	109.8	486.8	530.6	1.02
sol_kalca	100.0%	1 - 1250	Measured	107.5	470.7	947.4	2.51

**Resim 3.7.** Anatomik noktalara yerleştirilen markerlar.

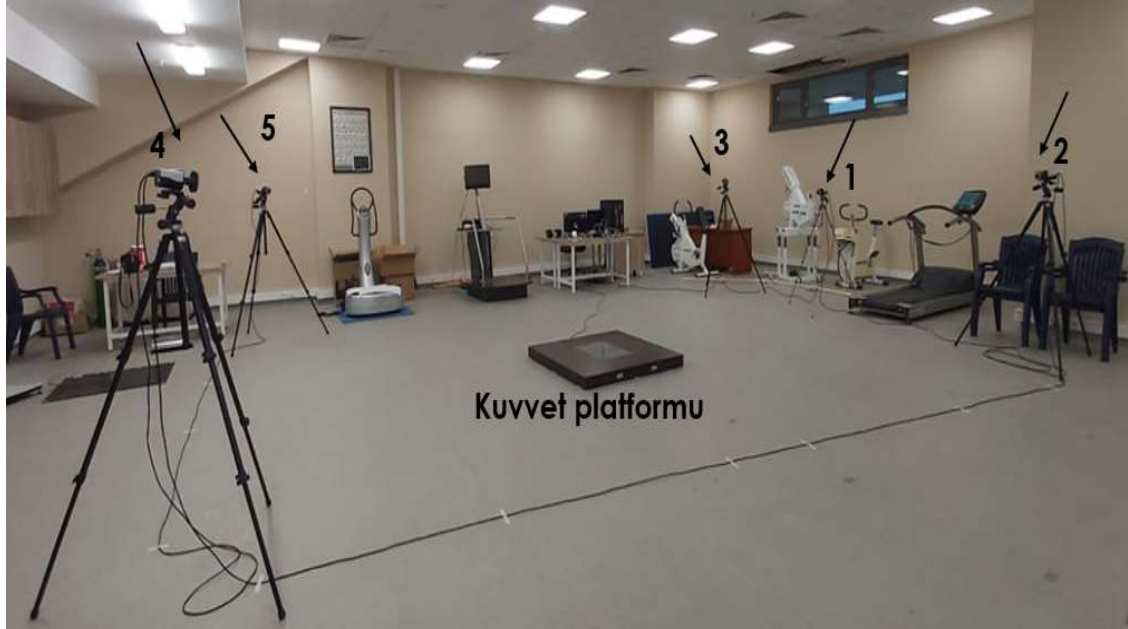
**Tablo 3.6.** Sporcuların üzerine yerleştirilen yansıtıcı markerların yerleri ve tanımlamaları.

Anatomik noktalar	Tanımlama
Sol-sağ ayakucu	Metatarsal-phalangeal eklemlere
Sol-sağ ayak bileği	Lateral malleollere
Sol-sağ diz eklemleri	Femurun lateral epikondillerine
Sol-sağ kalça eklemleri	Femurun büyük trokanterine

Bir numaralı kamera, deneğin tam karşısında olacak şekilde, iki ve üç numaralı kameralar aynı tarafta aktif sıçrama ekseninin sağ ve solunda sıçrama eksenine 45°'lik açı oluşturacak şekilde, dört ve beş numaralı kameralar ise deneğin arkasında kalacak ve sıçrama eksenine 45°'lik açı oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 3.8) 5 farklı kameranın çektiği görüntüler QTM kamera senkronizasyon ünitesiyle eşzamanlı olarak toplanmıştır.

Deneklerden ısınma performanslarının hemen ardından işaretçiler yerleştirilince kuvvet platformu üzerinde iki aktif sıçrama yapmaları istenmiştir ve kameralar aracılığıyla

kaydedilmiştir. Tüm ölçümlerin bitmesinin ardından kaydedilen görüntülerden daha yüksek aktif sıçrama yüksekliğine ait olan görüntü üç boyutlu analiz için bilgisayar programında hazırlanmıştır. Beş kamera için aynı sporcuya ait olan çekilmiş görüntüler çağırılarak markerlar tanıtılıp kayıp alanlar doldurulmuştur.

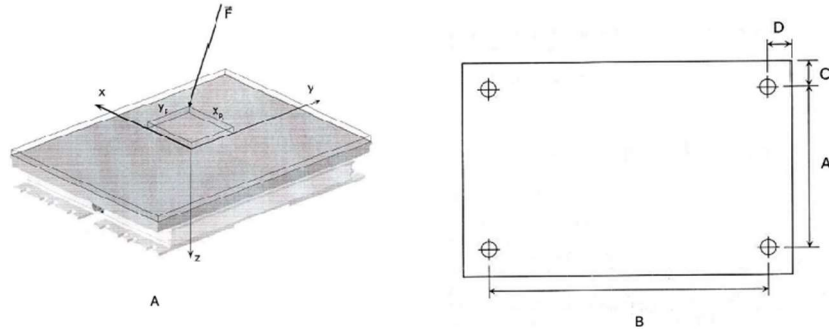


**Resim 3.8.** Ölçüm düzeneğinin görüntüsü.

### 3.3.4. Kuvvet platformu

Araştırmanın kinetik parametreleri örneklem hızı 1000 Hz olan kuvvet platformu ile gerçekleştirilmiştir (FP 4060-10, BERTEC, A.B.D.). Kuvvet platformunu lokal koordinat sistemi (Şekil 3.2.a)'de gösterilmiştir. Yer tepki kuvvetleri platformun her bir köşesinde bulunan yük ölçerler ile ölçülmektedir. Kuvvet platformu içindeki konumları ise  $A = 0.342$  m,  $B = 0.552$  m,  $C = 0.029$  m,  $D = 0.024$  m'dir.

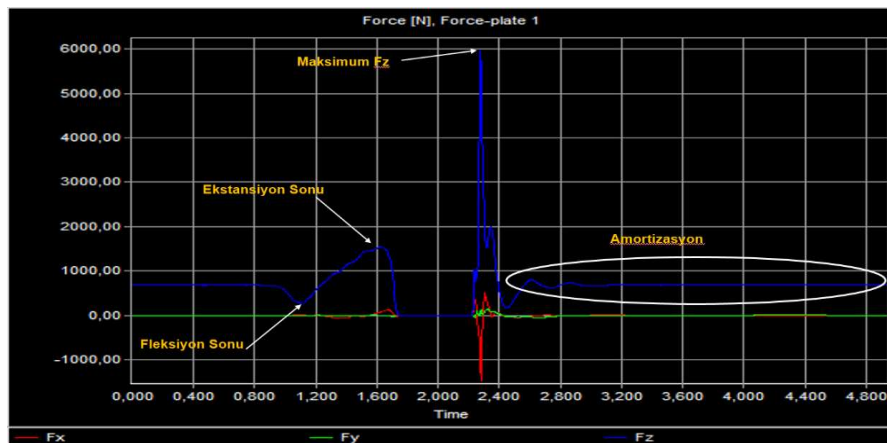
Yük ölçerler yatay ve derinlik eksenlerinde maksimum 5 kN, dikey ekseninde ise maksimum 10 kN ölçüm yapmaktadır. Her bir ölçümde yatay ( $F_x$ ), derinlik ( $F_y$ ) ve dikey ( $F_z$ ) eksenlerine ait birer kuvvet değeri elde edilmektedir (Şekil 3.2.b).



**Şekil 3.2.** (a) Kuvvet platformu lokal koordinat sistemi, (b) yük ölçerlerin konum değerleri.

Literatürde sıçrama ile ilgili yapılan çalışmalarda, sıçrama performansının kendi içinde farklı evrelere ayrılarak incelendiği görülmüştür (McMahon vd 2018, Sole vd 2018, Cormie vd 2009). Yapılan bu çalışmada sıçrama performansı, sporcuların yere uyguladıkları kuvvete göre 3 evreye ayrılmıştır.

1. Fleksiyon Sonu Evresi (sıçramaya başlama-gerilme): Harekete başladıktan sonra diz açısının en küçük değere ulaştığı kadar ki geçen süredir.
2. Ekstansiyon Sonu Evresi (sıçramaya hazırlık-kısalma): Diz açısının en küçük değere ulaşması ve havada kalma öncesi en yüksek değere ulaşınca kadar ki geçen süredir.
3. Maksimum Dikey Kuvvetin Uygulandığı Evre: Sıçrama sonrası yere düşüşteki ayak parmak ucunun yere temas ettiği maksimum kuvvetin uygulandığı andır (Resim 3.9).



**Resim 3.9.** Kuvvet verisine göre belirlenen sıçrama evreleri.

### 3.3.6. Eşzamanlılık (Senkronizasyon)

Aktif sıçrama performansına ait hareket analizi ve kuvvet platformu verileri 5 süre boyunca eşzamanlı olarak toplanmıştır. Bu iki sistemin senkronizasyonu Qualisys kamera senkronizasyon ünitesi ile sağlanmıştır (Resim 3.10). Senkronizasyon sinyali Delsys trigger modülünden eksternal olarak verilmiştir. QTM yazılımı kuvvet platformunu desteklediğinden tüm veriler aynı anda ara yüzde toplanıp, kaydedilmiştir.



**Resim 3.10.** Qualisys kamera senkronizasyon ünitesi.

## 3.4. Verilerin Analizi

### 3.4.1. Hareket analizi ve kuvvet verisinin analizi

Yapılan bu çalışmada hareket analizi ve kuvvet verileri Qualisys 2.12 Track Manager programı ile kaydedilmiştir. Sporcuların aktif sıçrama hareketi için anatomik noktalara yerleştirilen markerların sayısallaştırılması sonucu zamana bağlı konum verileri elde edilmiştir. Elde edilen kinematik verilerden aktif sıçrama yüksekliği, maksimum kuvvet, diz eklem açısı hesaplanmıştır.

## 3.5. İstatiksel Analiz

Araştırmaya katılan voleybolculardan toplanan verilerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Gruplara ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk-W testi ile analiz edilmiştir. Aktif sıçrama performansı sırasında ölçümleri alınan kinematik ve kinetik verilerinin ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı kovaryans analiz (ANCOVA) testi ile belirlenmiştir. Ölçümlerden elde edilen verilerin analizi SPSS programı ile gerçekleştirilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Voleybolcuların, hareket analizi sisteminden elde edilen üç boyutlu kinematik veriler ile kuvvet platformundan elde edilen üç boyutlu kinetik verileri ve bu verilerin istatistiksel tanımlamaları ve karşılaştırmaları tablolar halinde verilmiştir. Çalışmaya katılan voleybolcuların yaş, boy, vücut ağırlığı ve antrenman yaşı değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Antrenman ve kontrol grubunun yaş, boy, vücut ağırlığı ve antrenman yaşı değerleri.

	Grup	n	X	SS	SD	t	p
<b>Yaş (yıl)</b>	Antrenman	6	16,00	0,00	10	-1,58	0,145
	Kontrol	6	16,33	0,51			
<b>Boy (m)</b>	Antrenman	6	1,72	0,04	10	0,74	0,475
	Kontrol	6	1,69	0,07			
<b>VA (kg)</b>	Antrenman	6	60,89	1,82	10	1,41	0,188
	Kontrol	6	56,91	6,65			
<b>Antrenman Yaşı (yıl)</b>	Antrenman	6	6,16	0,75	10	-0,87	0,401
	Kontrol	6	6,50	0,54			

Yapılan istatistiksel sonuçlara göre, antrenman ve kontrol grupları arasında yaş, boy, vücut ağırlığı ve antrenman yaşı değerleri incelendiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ve gruplar homojen dağılım göstermiştir.

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol gruplarının kuvvet platformundan elde edilen sıçrama yüksekliği ortalama değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki sıçrama yüksekliği ortalama değerleri.

	N	Ön Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	27,84±4,79	28,93±3,41
<b>Kontrol</b>	6	26,23±4,83	24,05±4,63

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında sıçrama yüksekliği ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubu kontrol grubuna göre olumlu yönde artış göstermiştir. Grupların ölçüm zamanı (ön test ve son test) dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu sıçrama yüksekliği değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Ölçüm zamanına göre sıçrama yüksekliği değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>Ön Test Son Test</b>	1,788	1	1,788	0,091	0,766
<b>Gruplar</b>	<b>Antrenman Kontrol</b>	63,213	1	63,213	3,209	0,880
<b>Hata</b>		413,709	21	19,700		
<b>Toplam</b>		478,709	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre sıçrama yüksekliği ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21) = 3,209$ ,  $p > 0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki geçiş süreleri ortalama değerleri Tablo 4.4'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki geçiş süreleri ortalama değerleri.

	N	Ön Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	0,040±0,006	0,038±0,006
<b>Kontrol</b>	6	0,043±0,006	0,038±0,006

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki geçiş süreleri ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubunun geçiş süresi azalmıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu geçiş süresi değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Ölçüm zamanına göre geçiş süresi değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön Test Son Test	8,067	1	8,067	1,906	0,182
Gruplar	Antrenman Kontrol	6,000	1	6,000	0,142	0,710
Hata		0,001	21	4,232		
Toplam		0,001	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre geçiş süresi ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=0,142$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çöküş ortalama değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çöküş ortalama değerleri.

	N	Ön Test $\bar{X}\pm SS$	Son Test $\bar{X}\pm SS$
Antrenman	6	91,06±6,35	90,11±7,05
Kontrol	6	97,47±8,72	98,61±10,26

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında diz açısı çöküş ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubunun diz açısı küçülmüştür. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu diz açısı çöküş değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Ölçüm zamanına göre diz açısı çöküş değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön Test Son Test	0,056	1	0,056	0,001	0,977
Gruplar	Antrenman Kontrol	333,611	1	333,611	5,132	0,034*
Hata		1365,239	21	65,011		
Toplam		1698,906	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre diz açısı çöküş ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur,  $F(1, 21)=5,132$ ,  $p<0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çıkış ortalama değerleri Tablo 4.8'de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çıkış ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	175,35±3,30	173,45±3,29
<b>Kontrol</b>	6	172,49±0,96	174,00±2,74

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı çıkış ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman ve kontrol grubu arasında benzer değerler gözlenmiştir. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu diz açısı çıkış değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

**Tablo 4.9.** Ölçüm zamanına göre diz açısı çıkış değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>Ön Test Son Test</b>	0,230	1	0,230	0,029	0,867
<b>Gruplar</b>	<b>Antrenman Kontrol</b>	7,924	1	7,924	0,987	0,332
<b>Hata</b>		168,588	21	8,028		
<b>Toplam</b>		176,742	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre diz açısı çıkış ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=0,987$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri Tablo 4.10'da verilmiştir.



**Tablo 4.10.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri.

	N	On Test $\bar{X} \pm SS$	Son Test $\bar{X} \pm SS$
<b>Antrenman</b>	6	135,19±12,75	132,63±8,99
<b>Kontrol</b>	6	140,18±6,90	139,93±8,26

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubunun diz açısı küçülmüştür. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

**Tablo 4.11.** Ölçüm zamanına göre diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>Ön Test Son Test</b>	11,886	1	11,886	0,138	0,714
<b>Gruplar Hata</b>	<b>Antrenman Kontrol</b>	226,874	1	226,874	2,638	0,119
		1805,762	21	85,989		
<b>Toplam</b>		2044,522	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=2,638$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çöküş ortalama değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir.

**Tablo 4.12.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çöküş ortalama değerleri.

	N	On Test $\bar{X} \pm SS$	Son Test $\bar{X} \pm SS$
<b>Antrenman</b>	6	68,75±2,37	67,46±5,76
<b>Kontrol</b>	6	69,69±5,49	70,68±3,63

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çöküş ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman ve kontrol grubu arasında benzer değerler gözlenmiştir. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu ayak bileği açısı çöküş değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.13’de verilmiştir.

**Tablo 4.13.** Ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çöküş değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön Test Son Test	0,134	1	0,134	0,007	0,936
Gruplar	Antrenman Kontrol	26,021	1	26,021	1,303	0,267
Hata		419,381	21	19,971		
Toplam		445,536	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çöküş ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=1,303$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çıkış ortalama değerleri Tablo 4.14'de verilmiştir.

**Tablo 4.14.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı çıkış ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
Antrenman	6	131,54±3,25	128,47±4,31
Kontrol	6	127,48±5,13	127,47±3,41

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında ayak bileği açısı çıkış ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman ve kontrol grubu arasında benzer değerler gözlenmiştir. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu ayak bileği açısı çıkış değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.15'de verilmiştir.

**Tablo 4.15.** Ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çıkış değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön Test Son Test	14,245	1	14,245	0,854	0,366
Gruplar	Antrenman Kontrol	38,279	1	38,279	2,294	0,145
Hata		350,421	21	16,687		
Toplam		402,945	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çıkış ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=2,294$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri Tablo 4.16'da verilmiştir.

**Tablo 4.16.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri.

	N	Ön Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	78,39±4,47	75,37±6,02
<b>Kontrol</b>	6	80,59±7,81	78,77±2,22

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubunun ayak bileği açısı küçülmüştür. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.17'de verilmiştir.

**Tablo 4.17.** Ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>Ön Test Son Test</b>	35,042	1	35,042	1,199	0,286
<b>Gruplar</b>	<b>Antrenman Kontrol</b>	46,984	1	46,984	1,608	0,219
<b>Hata</b>		613,505	21	29,215		
<b>Toplam</b>		695,531	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=1,608$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki F çöküş ortalama değerleri Tablo 4.18'de verilmiştir.

**Tablo 4.18.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki F çöküş ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	1293,40±283,00	1119,34±130,41
<b>Kontrol</b>	6	1162,51±172,67	1104,59±157,18

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki F çöküş ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubu yere daha çok kuvvet uygulamıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu F

çöküş değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir.

**Tablo 4.19.** Ölçüm zamanına göre F çöküş değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön test Son test	80716,513	1	80716,513	2,178	0,155
Gruplar	Antrenman Kontrol	31816,951	1	31816,951	0,858	0,365
Hata		778372,235	21	37065,345		
Toplam		890905,700	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre F çöküş ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=0,858$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki F çıkış ortalama değerleri Tablo 4.20'de verilmiştir.

**Tablo 4.20.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki F çıkış ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
Antrenman	6	31,53±23,47	31,24±14,57
Kontrol	6	37,88±18,90	27,23±13,12

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında F çıkış ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubu ayaktaki itışı daha hızlı yapmıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu F çıkış değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.21'de verilmiştir.

**Tablo 4.21.** Ölçüm zamanına göre F çıkış değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön test Son test	179,443	1	179,443	0,569	0,459
Gruplar	Antrenman Kontrol	8,245	1	8,245	0,026	0,873
Hata		6626,960	21	315,570		
Toplam		6814,648	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre  $F$  çıkış ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=0,026$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri Tablo 4.22'de verilmiştir.

**Tablo 4.22.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	2456,08±677,70	2534,31±478,57
<b>Kontrol</b>	6	2376,68±626,85	2179,91±553,17

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubu yere daha çok kuvvet uygulamıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu  $F_{\text{maksimum}}$  değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.23'de verilmiştir.

**Tablo 4.23.** Ölçüm zamanına göre  $F_{\text{maksimum}}$  değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>Ön Test Son Test</b>	21081,569	1	21081,569	0,063	0,805
<b>Gruplar Hata</b>	<b>Antrenman Kontrol</b>	282266,069	1	282266,069	0,841	0,370
<b>Toplam</b>		7049788,784	21	335704,228		
		7353136,422	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=0,841$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çöküş zamanı ortalama değerleri Tablo 4.24'de verilmiştir.

**Tablo 4.24.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çöküş zamanı ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	1,491±0,25	1,905±051
<b>Kontrol</b>	6	1,614±039	2,236±040

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çöküş zamanı değerleri incelendiğinde, antrenman grubu çöküş zamanını kısa zamanda uygulamıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu çöküş zamanı değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.25’de verilmiştir.

**Tablo 4.25.** Ölçüm zamanına göre çöküş zamanı değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
<b>Ölçüm Zamanı</b>	<b>Ön test Son test</b>	1,612	1	1,612	10,220	0,04*
<b>Gruplar</b>	<b>Antrenman Kontrol</b>	0,309	1	0,309	1,960	0,176
<b>Hata</b>		3,312	21	0,158		
<b>Toplam</b>		5,234	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre çöküş zamanı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=1,960$ ,  $p>0,05$ . Fakat ölçüm zamanı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çıkış zamanı ortalama değerleri Tablo 4.26’da verilmiştir.

**Tablo 4.26.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki çıkış zamanı ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
<b>Antrenman</b>	6	0,265±0,031	0,268±0,045
<b>Kontrol</b>	6	0,236±0,028	0,250±0,035

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasında çıkış zamanı ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubu ayaktaki itişisi daha hızlı yapmıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu çıkış zamanı değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.27’de verilmiştir.

**Tablo 4.27.** Ölçüm zamanına göre çıkış zamanı değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön test Son test	0,000	1	0,000	0,370	0,550
Gruplar	Antrenman Kontrol	0,003	1	0,003	2,834	0,107
Hata		0,026	21	0,001		
Toplam		0,030	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre çıkış zamanı ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=2,834$ ,  $p>0,05$ .

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki toplam zaman ortalama değerleri Tablo 4.28'de verilmiştir.

**Tablo 4.28.** Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki toplam zaman ortalama değerleri.

	N	On Test X±SS	Son Test X±SS
Antrenman	6	1,756±0,250	2,174±0,515
Kontrol	6	1,850±0,374	2,486±0,421

Ön test ve son test ölçümlerine göre antrenman ve kontrol grupları arasındaki toplam zaman ortalama değerleri incelendiğinde, antrenman grubu hareketi daha kısa zamanda tamamlamıştır. Grupların ölçüm zamanı dikkate alındığında antrenman ve kontrol grubu toplam zaman değerleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 4.29'da verilmiştir.

**Tablo 4.29.** Ölçüm zamanına göre toplam zaman değerlerinin gruba göre ANCOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Ölçüm Zamanı	Ön test Son test	1,666	1	1,666	10,589	0,004*
Gruplar	Antrenman Kontrol	0,247	1	0,247	1,571	0,224
Hata		3,305	21	0,157		
Toplam		5,218	23			

ANCOVA sonuçlarına göre, antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre toplam zaman ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır,  $F(1, 21)=1,571$ ,  $p>0,05$ . Fakat ölçüm zamanı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.



## 5. TARTIŞMA

Bu çalışma sonucunda, ölçüm zamanı göz önünde bulundurulduğunda antrenman ve kontrol grubu arasında incelenen parametrelerden sıçrama yüksekliği, geçiş süreleri, diz açısı çıkış, diz açısı  $F_{maksimum}$ , ayak bileği açısı çöküş, ayak bileği açısı çıkış, ayak bileği açısı  $F_{maksimum}$ ,  $F$  çöküş,  $F$  çıkış,  $F_{maksimum}$ , çıkış zamanı değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Diz açısı çöküş, çöküş zamanı ve toplam zaman değerlerine baktığımız zaman anlamlı fark bulunmuştur. Çoğu parametrede anlamlı fark bulunamasa da antrenman grubu ve kontrol grubu ortalamalarına baktığımız zaman antrenman grubu açısından anlamlı artış meydana gelmiştir. Bunun nedeni antrenman grubu aktif sıçrama sırasında amortizasyon fazını devreye sokmadan, elastik potansiyel enerjisini daha iyi koruyarak hareketi güçlü bir şekilde meydana getirmiştir. Buda hareketi yaparken konsantrik fazın daha güçlü bir şekilde meydana gelmesini sağlamıştır. Pliometrik antrenmanlarda gerilme kısıalma döngüsü antrenman yöntemleri ile geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin başında kuvvet antrenmanı ve sonrasında artan kuvvetin hızla aktarımında etkili bir yöntemdir. Dikey sıçramada, sıçrama yüksekliği kuvvetin çıktısı ve yerde kalış süresi hızın çıktısı olarak değerlendirilir. Aktif sıçrama sırasında kontrol grubu amortizasyon fazını devreye soktuğu için bir duraklama meydana gelmiştir. Buda elastik potansiyel enerjisinin dağılmasına ve gerilme kısıalma döngüsüne dayalı olarak sıçramada bir azalmaya yol açmıştır. Birçok spor antrenörü, bir sporcunun gerilme kısıalma döngüsünün etkisini geliştirmek için pliometrik antrenmandan yararlanır. Gerilme kısıalma döngüsü fırlatma, koşma ve sıçrama gibi çoğu spor hareketinde kullanılan eksantrik ve eş merkezli hareketlerin ardışık kombinasyonu olarak tanımlanır. Verimli gerilme kısıalma döngüsü mekaniği, hareketin metabolik maliyetini azaltabilir ve güç çıkışını arttırabilir buda performansın artmasına neden olur (Turner 2015, Zatsiorsky 2006).

Seti sete bölme yöntemi yeni bir yaklaşım olmasından dolayı patlayıcı kuvvet ve çabuk kuvvet gelişimi için kısa dinlenme aralıklarının olduğu bir yöntemdir. Yani bir seti daha aralıklı dinlenme süreleri ile daha küçük çalışma birimlerine bölen çalışmaları ifade eder. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, pliometrik antrenmanlardan daha fazla yarar sağlayabilmek için çabuk kuvvet özelliğini geliştirmek önemlidir. Seti sete bölme yöntemi

sıçrama, çeviklik ve sürat performanslarını geliştirdiği düşünülmektedir. Antrenmanda en yüksek verimi elde edebilmek için set sayısı, tekrar sayısı ve dinlenme aralıkları oldukça önemlidir. Seti sete bölme yönteminde tekrarlar arası kısa dinlenme aralıklarının olması performansı olumlu yönde etkileyecektir (Haff vd 2008). Ard arda gerçekleştirilen tekrarlardan yorgunluk ortaya çıkar ve sette yer alan sonraki tekrarlar sırasında performansın kalitesi düşer. Bu durum, birikmiş yorgunluk oluşturur ve performanstaki güç gelişimini olumsuz etkiler. Bir antrenman esnasında bireysel tekrarlar veya tekrar grupları arasında aralıklı dinlenme sağlayarak, sporcu yorgunluğu akut bir şekilde hafifletebilir ve egzersiz boyunca performansın sabit kalmasını sağlayabilir. Seti sete bölme yöntemi ile yapılan pliometrik antrenmanlar incelendiğinde, dikey sıçrama performansının gelişimini akut etki olarak inceleyen bir tane çalışma bulunmuştur. Moreno vd (2014) yaptıkları bir çalışmada, seti sete bölme yöntemini iki farklı şekilde değerlendirmişlerdir. Birincisi seti sete bölme yöntemi için 30 s dinlenmeli 4x5 sıçrama, ikinci seti sete bölme yöntemi için 10 s dinlenmeli 10x2 sıçrama uygulamışlardır. Geleneksel set yönetimi için ise 90 s dinlenmeli 2x10 tane sıçrama yapmışlardır. Bu üç grubu karşılaştırırken yer reaksiyon kuvveti ile kuvvet platformu, çıkış hızı, en yüksek güç ve en yüksek sıçrama parametrelerine bakmışlardır. Sonuç olarak, baktıkları her parametre için ikinci seti sete bölme yöntemini diğer gruplara göre sıçrama yüksekliğinin ve en yüksek güç çıktısını daha fazla koruduğunu ortaya koymuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada, 19 sporcu seti sete bölme grubu ve geleneksel set grubu olmak üzere ikiye ayırmışlardır. 3 hafta boyunca karşı hareket sıçrama (countermovement jump) egzersizini uygulamaları istenmiştir. İncelenen parametre seti sete bölme yöntemi uygulanarak kuvvet ve hız üzerine etkisinin incelenmesidir. Çalışmanın sonucunda, seti sete bölme grubu hem hız hem de kuvvet çıktısında artış gösterirken, geleneksel set grubunda ise istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı fark bulunamamıştır (Artacho vd 2018). Cluster set ile ilgili kuvvet egzersizleri ve patlayıcı halter egzersizler üzerinde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Asadi ve Ramirez (2016) derinlik sıçrama egzersizlerini, 13 kolej öğrencisine 6 hafta, haftada 2 gün yaptırmışlardır. Sporcular geleneksel set grubu ile seti sete bölme grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Geleneksel set yöntemini 5x20 tekrar ve tekrarlar arası 2 dk dinlenme, seti sete bölme yöntemini 5 set 2 sıçrama 10 tekrar, tekrarlar arası 30 s dinlenme ve setler arasında 90 s dinlenme vererek uygulamışlardır. Sonuç olarak, her iki yöntemde performans olarak gelişim olurken, seti sete bölme yönteminin geleneksel set yöntemine göre sıçrama yüksekliği performansı daha fazla artış göstermiştir. Fakat çalışmanın uygulanma şekli incelendiğinde, seti sete bölme yöntemine uygun olarak planlanmadığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan iki yöntemde karşılaştırıldığında, dinlenme süreleri ve egzersiz

süreleri dikkate alınmadığından dolayı yorgunluğun patlayıcı kuvvet üzerindeki etkisi devreye girmiştir.

Yaptığımız çalışmada, planlama yaparken toplam hacim, dinlenme süreleri ve egzersiz sürelerinin eşit şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Bu önemlidir çünkü antrenörler sporcularını çalıştırırken sabit zaman ister buda protokolümüzü daha pratik hale getirir. Yaptığımız çalışmayı destekleyecek başka bir çalışma bulmak zordu. Sonuçlar ne olursa olsun, uygulanan antrenman haftası veya kullanılan değerlendirme prosedürleri, pliometrik antrenmanın gücü arttırdığını ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın planlama aşamasında, seti sete bölme yöntemi, geleneksel set yöntemi ve kontrol grubu olmak üzere 3 tane grup oluşturulmuştur. Fakat dünya genelinde etkisini gösteren salgın sebebiyle çalışma grubu bulmak oldukça zor olmuştur. Bu yüzden çalışmamızı seti sete bölme yöntemini inceleyebileceğimiz antrenman ve kontrol gruplarından oluşturduk.

Geleneksel set yöntemi ile ilgili çok fazla yapılmış çalışma bulunmaktadır. Yeni bir yaklaşım olan seti sete bölme yöntemi ile ilgili literatür incelendiğinde, geleneksel set ve seti sete bölme yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla ilgili çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların bulguları, pliometrik antrenmanların dikey sıçramayı geliştirdiği yönündedir ve seti sete bölme yönteminin katılımcıların dikey sıçrama performanslarında daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan bu çalışmalardan farklı olarak, planladığımız çalışmada geleneksel set grubuyla karşılaştırma yapamamak da antrenman grubunun kontrol grubuna göre daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Pliometrik antrenmanlarla ilgili yapılan çalışmaların bulguları incelendiğinde, pliometrik antrenmanlarla hem kasların ve tendonların doğal elastik bileşenleri hem de germe refleksi kullanılarak sonraki hareketlerin gücünü arttırdığı belirlenmiştir. (Trajkovic vd 2016). Sıçrama performansının, bireyin gerilme kısalma döngüsünü, elastik ve nöral faydalarından yararlanma yeteneğinden, iyi gelişmiş kuvvetten ve kasılma sırasında aktif kasların ekskülasyon hızından oldukça etkilendiği göz önüne alındığında, pliometrik antrenmanın sıçrama performansına fayda sağlaması beklenmektedir (Çankaya vd 2018). Yapılan pliometrik antrenmanların, iniş mekanizmalarının optimizasyonuna, eksantrik kas kontrolünde gelişmelere ve diz fleksiyonunda ve hamstring aktivitesinde artışa katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Bashir vd 2018). Kontra hareket veya derinlik sıçramalarında skuat sıçramalarına göre daha büyük artışlar olur. Böyle bir hipotez, kontra hareket ve derinlik sıçramalarının, skuat sıçramalarından daha fazla gerilme-kısalma döngüsüne bağlı olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Bir skuat sıçrama gerçekleştirirken, amortizasyon fazı sırasında bir duraklama meydana gelir, bu da elastik

potansiyel enerjinin dağılmasına ve gerilme-kısalma döngüsüne dayalı olarak güçlenme etkisinde bir azalmaya yol açar (Çimenli vd 2016).

Sporcunun üretebileceği en yüksek kuvvet ilgili kas gruplarının kasılma büyüklüğüne ve hareketin biyomekaniksel özelliğine bağlıdır (Marpurgo 1976). Kuvvet gerektiren bir fiziksel aktivite sırasında, kaslar çoğunlukla ardışık bir şekilde etkinliğe katılırlar, bu yüzden işin içinde yer alan kas grupları arasında uygun bir düzen bulunmalıdır. Yani kaslar arasında bir koordinasyon olmazsa, sporcu beklenen performansını gerçekleştiremeyecektir. Gevşeme tekniklerinin kullanımı sporcunun koordinasyon gelişimi açısından katkı sağlayacaktır (Zatsyorski 1980).

Biyomekanik; insan hareketi ile ilgilenen bilim dalından bir tanesidir ve ilgi alanına göre farklı amaçlarla kullanılmaktadır. En önemli amacı, spor sakatlıklarını önlemek ve rehabilitasyonu sağlamaktır. Diğer bir amacı da, sportif performansı arttırmaktır. Sıçrama, yürüme, atlama ve atma gibi aktivitelerde hareketi tanımlamak için kullanılan yöntemler ve terimler hareket analizi için oldukça önemlidir (Muratlı vd 2000).

Sıçrama, voleybol oyuncularının antrenman ve müsabakalarda sıklıkla kullandıkları hareketlerden biridir. Sıçrama ve fırlatma gibi motor becerileri gerçekleştirirken, aktif sıçrama ile hareketi yaparken hedef yönüne karşı bir eylem yapılır. Sıçrama yapmak için itme hareketine başlamadan önce, konsantrik olarak kasılacak olan kaslara hareket açıklığı vermek için aşağıya doğru yönelim olur ve sıçrama yüksekliği dik bir şekilde yapılır. Her iki ayağın yer ile teması kesildikten sonra ulaşılan yükseklikten sporcunun yere düşmesi sıçrama hareketinin tamamlanmasıdır. Sporcu bu hareket ile kalça, diz ve ayak bileği ekstansörlerinin eksantrik aktivasyonu ile tüm vücudunu aşağıya doğru yavaşlatmalıdır (Arvas vd 2006).

Sıçrama esnasında hız almaya (itme) ve sıçrama performansının daha iyi açığa çıkmasına olanak sağlayan, aktif ve pasif plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon hareketleridir. İtme fazının son 150 milisaniyesi sırasında diz ekstansör grup kasları tarafından kullanılmış olan kuvvetler azalmaya başlar ve hareket ayak bileğindeki aktivasyonu artırır (Van Soest vd 1985).

Birçok aktivitede olduğu gibi sıçrama hareketi sırasında da ayak bileği, diz eklemi ile birlikte önemli bir role sahiptir. Ayak bileği kas kuvveti sıçrama aktivitesini sıklıkla kullanan voleybol, hentbol gibi sporlarla uğraşan sporcuların performanslarını etkileyebilecek önemlilikte bir eklemdir. Sıçrama yeteneği doğru ve sağlam bir ayak-ayak bileği biyomekaniği ile ilişkilidir (Jerosch 2000).

Voleybolcular üzerinde yapılacak gelecekteki araştırmalar, pliometrik antrenmanın oyuncuların performansı üzerindeki farklı etkilerini analiz etmek için birden fazla farklı dikey sıçrama testi içermelidir. Dikey sıçrama testi ile antrenman programları sırasında yapılan hareketler arasındaki benzerlikler, yatay sıçramalara kıyasla daha

fazla sayıda çalışma ve daha fazla gelişmeyi açıklıyor görünmektedir. Bununla birlikte, gelecekteki çalışmalar eğitim programlarının özellikleri hakkında daha fazla bilgi sağlamalıdır. Yapılan çalışmalar, tipik pliometrik antrenman bileşeni olan gerilme-kısalma döngüsü, esnekliğin yanı sıra gücü artırmak için gerekli uyarıyı desteklediğini de göstermiştir. Bu gerçek, büyük bir kas ünitesi ateşlemesi yoluyla koordinasyon geliştirmeleri ve gerekli uzatma hareketi (eksantrik) ile doğrulanır. Bununla birlikte, voleybolcuların genel performansı için bu tür antrenmanların faydalarını daha iyi anlamak için daha fazla çalışma yapılmalıdır (Forthomme vd 2005).

## 6. SONUÇ

- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre sıçrama yüksekliği ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre geçiş süresi ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre diz açısı çöküş ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre diz açısı çıkış ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre diz açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çöküş ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı çıkış ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre ayak bileği açısı  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre  $F$  çöküş ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre  $F$  çıkış ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre  $F_{\text{maksimum}}$  ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre çöküş zamanı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fakat ölçüm zamanı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.
- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre çıkış zamanı ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

- Antrenman ve kontrol grubunun ölçüm zamanına göre toplam zaman ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fakat ölçüm zamanı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

- Aktuğ Z B. Futbolcularda İzokinetik Hamstring ve Quadriceps Kas Kuvvet Oranı İle Dikey Sıçrama ve Sürat Performans İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, **Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Konya, 2013, s.73.
- Arvas B, Elhan A, Baltacı G, Özberk N, Öner Coşkun Ö. Sıçrama aktivitesini kullanan ve kullanmayan sporcularda ayak bileği kas kuvvetlerinin karşılaştırılması. **Fizyoterapi Rehabilitasyon** 2006;17(2):78-83.
- Artacho M, Antonio J, Paulino P, Ramos G, Perez-Castilla A, Feriche B. Influence of a cluster set configuration on the adaptations to short-term power training. **Journal of Strength and Conditioning Research** 2018; 32: 930-937.
- Baker D, Newton R. Change in power output across a high-repetition set of bench throws and jump squats in highly trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2007; 21(4): 1007-1011.
- Bashir B, SulehHayyat F, Shafi S. Effect of plyometric training and combination of weight and plyometric training on selected physical fitness variables of college men volleyball players. **Online J. Multidiscip. Subj.** 2018; 12: 633–637.
- Bayraktar B. Voleybolcularda Sağ ve Sol Bacak Sıçrama Derecesi Farklılıklarına Göre Periyotlanmış Pliometrik Antrenmanın Çift Bacak Sıçrama Performansına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 2008.
- Bompa TO. Dönemleme, Antrenman Kuramı ve Yöntemleri, Tanju Bağırhan, **Spor Yayın Evi ve Kitapevi**, Ankara, 2017; s.502
- Bompa TO, Haff, GG. Dönemleme, **Spor Yayınevi ve Kitapevi**. Ankara, 2015; s.348.
- Bosco C, Komi PV. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. **Eur J Appl Physiol** 1980;45, 209-219.
- Bosco C, Tihanyi J, Komi PV, Fekete G, Apor P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. **Acta Physiol Scand.** 1982; 116(4): 343-49.
- Bulgan Ç, Meriç B, Aydın M, Özbek A. Elit ve elit altı cirit atıcılarının atış tekniklerinin 3 boyutlu doğrusal kinematik analizi. **Sportmetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi** 2007; V(2):55-62.
- Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 2009; 23(1): 177-186.



Çankaya C, Arabacı R, Kurt E, Doğan S, Erol S, Gürak AN, Korkmaz F. Examining the effects of the plyometric (jump squat) exercise on vertical jump in female volleyball players. *Eur. J. Phys. Educ. Sport Sci.* 2018; 5.

Çimenli O, Koç H, Çimenli F, Kaçoğlu C. Effect of an eight-week plyometric training on different surfaces on the jumping performance of male volleyball players. *J. Phys. Educ. Sport* 2016; 16: 162–169.

Forthomme B, Croisier J, Ciccarone G, Crielaard J, Cloes M. Factors correlated with volleyball spike velocity. *Am. J. Sports Med.* 2005; 33: 1513–1519.

Fox EL, Bowers RW, Foss MC. Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri. Çev: M. Cerit. Hakan Yaman (Eds). *Bağırhan Yayınmevi*. Ankara, 1999.

Gülçimen B, Ülkü S. İnsan Ayağı Biyomekaniğinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2008; 13(2):27-33.

Haff GG, Hobbs RT, Haff EE, Sands WA, Pierce KC, Stone M.H. Cluster training: a novel method for introducing training program variation. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 30(1): 67-76.

Hakkinen K, Komi PV, Kauhanen H. Electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscle of elite weight lifters during isometric concentric and various ssc exercises. *Int J Sports Med.* 1986; 7(3): 144-51.

Hardee JP, Lawrence MM, Zwetsloot KA, Triplett NT, Utter AC, McBride JM. Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Journal of Sports Sciences.* 2012; 31(5): 488–496.

Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am. J. Sports Med.* 1996; 24: 765–773.

Hodges NJ, Hayes S, Horn RR, Williams AM. Changes in coordination, control and outcome as a result of extended practice on a novel motor skill. *Ergonomics* 2005; 48:1672–1685.

Hoffman J. Physiological Aspects of Sport Training and Performance. *USA: Human Kinetics.* 2002.

Hunter GR. Muscle physiology. Thomas R. Baechle (Eds). Essentials of Strength Training and Conditioning. (pp 6-9) Champaign. *Human Kinetics Books.* 1994.

Jerosch J, Schoppe R. Midterm effects of ankle joint supports on sensomotor and sport-specific capabilities. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8: 252-259.

Kırıştı E. 12-14 Yaş Kız Voleybolcularda Plyometrik ve Dairesel Antrenman Çalışmalarının Sıçrama Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2019.

Mavili C. Kız Ve Erkek Çocukların Olgunlaşma Ve Antrenman Düzeylerine Göre Gerilme Kısalma Döngüsünün İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2021.

McMahon JJ, Suchomel TJ, Lake JP, Comfort P. Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. ***Strength & Conditioning Journal***. 2018; 40(4): 96-106.

Marpurgo B, In Mathewsand D, Fox EL. The physiological basis of physical education and athletics. ***Philadelphia, Saunders***.1976; 57-64.

Miller MG, Herniman JJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael TJ. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. ***Journal of Sports Science and Medicine*** 2006; 459-460.

Milić V, Nejić D, Kostić R. The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot take off jumps. ***Facta Univ. Ser. Phys. Educ. Sport***. 2008; 6: 169–179.

Moreno SD, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA. Effect of cluster sets on plyometric jump power. ***Journal of Strength and Conditioning Research***. 2014; 28(9): 2424–2428.

Muratlı S, Toroman F, Çetin E. Sportif Hareketlerin Biyomekanik Temelleri. ***Bağırzan Yayınevi***. Ankara, 2000.

Okur F, Tetik S, Koç H. Basketbolcularda dikey sıçrama performansı ile müsabaka performansı arasındaki ilişkinin incelenmesi. ***Sağlık Bilimleri Dergisi*** 2013; 22(2): 111-120.

Paasuke M, Ereline J, Gapeyava H, Hewent. Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. ***Journal of Sports Medicine and Physical Fitness***. 2001; 41: 354-361.

Sheppard J, Newton R, McGigan M. The effects of accentuated eccentric load on jump kinetics in high-performance volleyball players. ***International Journal of Sports Science and Coaching***. 2007; 2(3): 267-284.

Silva AF, Clemente FM, Lima R, Nikoladias PT, Rosemann T, Knechtle B. The effect of plyometric training in volleyball players: a systematic review. ***International Journal of Environmental Research and Public Health***. 2019; 16:29-60.

Sole CJ, Mizuguchi S, Sato K, Moir GL, Stone MH. Phase characteristics of the countermovement jump force-time curve: a comparison of athletes by jumping ability. ***The Journal of Strength & Conditioning Research***. 2018; 32(4): 1155-1165.

Tetik S, Koç MC, Atar Ö, Koç H. Basketbolcularda anaerobik güç değerinin lig başarı sıralamasına göre değerlendirilmesi. ***Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*** 2013; 4(2):13-19.

Trajkovic N, Kristicevic T, Baic M. Effects of plyometric training on sport-specific tests in female volleyball players. ***Acta Kinesiol***. 2016; 10: 20–24

Usgu S. Profesyonel Basketbol Oyuncularında Fonksiyonel Eğitimin Performansla İlişkili Fiziksel Uygunluk Parametrelerine Etkisi. Doktora Tezi, ***Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 2015, s.95

Tufano JJ, Brown LE, Haff GG. Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: a systematic review. ***Journal of Strength and Conditioning Research*** 2017; 31(3):848–867.

Turner AN, Jeffreys I. The stretch-shortening cycle: proposed mechanisms and methods for enhancement. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2010; 32(4): 87-99.

Van Soest AJ, Roebroek ME, Bobbert MF. A comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. **Med Sci Sports Exerc**. 1985; 7: 635-639

Yılmaz U, Çelik H, Avşar Arpınar P. yere iniş hareketinin kinetik analizi: voleybol oyuncularını ve sedanter katılımcıların karşılaştırması. **Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi**. 2018; 29(1):1-14.

Zatsiorsky VM, Kraemer WJ. Science and Practice of Strength Training. Champaign, IL: **Human Kinetics**. 2006.

Zatsyorski V. The development of endurance. in I. Matveyev and A. Novikov (eds.), the theory and methodology of physical education. **Moscow, Fizkulturai Sport**, 1980: 271-290.

**EKLER**

## 7. EKLER

### Ek-1: Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 05.05.2022-E.202122



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-202122  
Konu : Başvurunuz Hk.

Sayın Doç. Dr. Ahmet ALPTEKİN

İlgi : 20/04/2022 tarihli dilekçeniz. *10.125.1.110*  
*103*  
*9.05.2022*

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "Kadın Voleybolcularda Seti Sete Bölme Yöntemi ile Yapılan Pliometrük Antrenmanların Kas Aktivasyonu ve Biyomekanik Parametrelerinin Üzerine Etkisi " konulu çalışmanızda istenilen değişiklik talebiniz 26.04.2022 tarih ve 07 sayılı kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanızın adının "Kadın Voleybolcularda Seti Sete Bölme Yöntemi ile Yapılan Pliometrük Antrenmanların Biyomekanik Parametreleri Üzerine Etkisi" olarak değiştirilmesinde ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan

