

**T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BASKETBOL OYUNCULARINDA VİBRASYON
EŞLİĞİNDEKİ PLİOMETRİK EĞİTİMİN FİZİKSEL
PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ**

Uzm.Fzt. Günseli USGU

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2016

**T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BASKETBOL OYUNCULARINDA VİBRASYON
EŞLİĞİNDEKİ PLİOMETRİK EĞİTİMİN FİZİKSEL
PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ**

Uzm.Fzt. Günseli USGU

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İnci YÜKSEL**

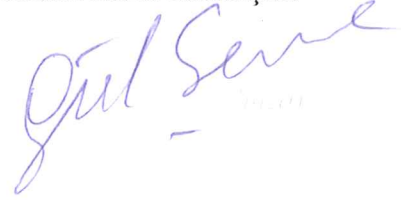
**ANKARA
2016**

Anabilim Dalı :Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
 Program :Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
 Tez Başlığı :Basketbol Oyuncularında Vibrasyon Eşliğindeki Pliometrik
 Eğitimin Fiziksel Performans Üzerine Etkisi

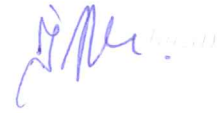
Öğrenci Adı-Soyadı :Günseli Usgu
 Savunma Sınavı Tarihi :11.08.2016

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Gül Şener
 Hacettepe Üniversitesi



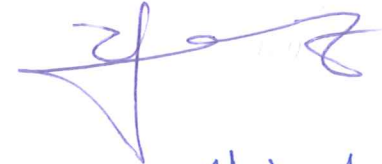
Tez danışmanı: Prof. Dr. İnci Yüksel
 Doğu Akdeniz Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Ayşe Livanelioğlu
 Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Yavuz Yakut
 Hasan Kalyoncu Üniversitesi

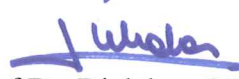


Üye: Prof. Dr. İlker Yılmaz
 Anadolu Üniversitesi



ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.


 Prof.Dr. Diclehan ORHAN
 Müdür

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişilere içtenlikle teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam süresince danışmanlığımı üstlenerek bana yol gösteren; tezin oluşmasında, içeriğinin düzenlenmesinde her türlü bilimsel katkıyı sağlayan ve manevi desteği ile her zaman yanımda olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. İnci Yüksel'e ,

Akademik hayatım boyunca paylaşmış oldukları bilgi ve deneyim ile sonsuz desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Nevin Ergun, Sayın Prof. Dr. Yavuz Yakut, Sayın Prof. Dr. Kezban Yiğiter Bayramlar'a, Sayın Prof.Dr. Gül Baltacı ve Sayın Prof.Dr.Volga Bayrakçı Tunay'a ,

Tez izleme komitesinde yer alarak akedemik bilgi ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İlker Yılmaz'a ,

Tez çalışmasının istatistiksel analizinde yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Aydın Meriç'e,

Hayatımın her döneminde bana güç veren ve beni destekleyen canım annem Resude Özdemir'e,

Tezimin her aşamasında yanımda olan ve beni destekleyen eşim Serkan Usgu'ya ,

Katılımlarından dolayı tüm sporcu ve çalışma arkadaşlarıma,
İçtenlik ile teşekkür ederim.

ÖZET

Usgu G. Basketbol Oyuncularında Vibrasyon Eşliğindeki Pliometrik Eğitimin Fiziksel Performans Üzerine Etkileri. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Doktora Tezi, Ankara, 2016. Bu çalışma, basketbol oyuncularında tüm vücut vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin, fiziksel performans parametreleri ve denge üzerine olan etkilerini ve vibrasyonun normal pliometrik eğitime ek katkı sağlayıp sağlamadığını araştırmak amacıyla planlanmıştır. Çalışmaya 24 elit basketbol oyuncusu dahil edilmiştir. Sporcular; yaş ortalaması $24 \pm 6,96$ yıl olan Çalışma Grubu ($n=12$) ve yaş ortalaması $22,45 \pm 5,22$ yıl olan Kontrol Grubu ($n=12$) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Çalışma Grubu'na rutin basketbol antrenmanı ile birlikte altı hafta süresince (2 gün/ hafta) tüm beden vibrasyon cihazı üzerinde pliometrik egzersiz eğitimi verilirken, Kontrol Grubu'na rutin basketbol antrenmanı ile birlikte benzer sürelerde, vibrasyon cihazı üzerinde ancak cihaz kapalı iken aynı pliometrik eğitim verilmiştir. Altı haftalık pliometrik eğitim öncesi ve sonrasında, her iki grup da aynı yöntemlerle değerlendirilmiştir. Olgular fiziksel özellikleri, dikey sıçrama ve yatay sıçrama testleri, bir maksimum tekrar yarım squat testi, 20 m sürat testi, T çeviklik testi, otur-uzan esneklik testi, yıldız denge testi ile değerlendirilmiştir. Altı haftalık pliometrik eğitim sonunda yapılan değerlendirmelerde, her iki grubun da tüm performans ve denge parametrelerinde eğitim öncesine göre anlamlı artış olduğu saptanmıştır (Tüm p 'ler <0.05). Vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitimin verildiği Çalışma Grubu'nda dikey sıçrama, yatay sıçrama, bir maksimum tekrar yarım squat kuvveti, sürat ve çeviklik parametrelerinde ve dengede gözlenen gelişme, Kontrol Grubu'na göre anlamlı oranda daha fazladır (Tüm p 'ler $<0,05$). Sonuçta basketbol oyuncularında vibrasyon eşliğinde verilen pliometrik eğitimin; patlayıcı kuvvet, sürat, çeviklik, esneklik ve denge gibi fiziksel performans parametrelerinde daha fazla artış sağladığı için özellikle profesyonel sporcuların antrenman programlarına dahil edilmesinde yarar olduğu görüşüne varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tüm beden vibrasyon eğitimi, pliometrik eğitim, fiziksel uygunluk, denge, basketbol.

ABSTRACT

Usgu G. The Effects of Whole Body Vibration with Plyometric Training on Physical Performance in Basketball Players. Hacettepe University, Institute of Health and Science, Physical Therapy and Rehabilitation Doctorate Thesis, Ankara, 2016. The purpose of this study was to determine whether whole body vibration with plyometric training has effect on physical performance parameters and balance also this study searched for if vibration support additional benefits to normal plyometric training. 24 elite basketball players were included in this study. The basketball players had divided into two group as 12 players with the mean age of $24 \pm 6,96$ years (Study Group) and 12 players with the mean age of $22,45 \pm 5,22$ years (Control Group). Plyometric training were applied to study group on whole body vibration platform for 6 weeks (2 days/week) with routine basketball training, in control group plyometric training were also applied on whole body vibration platform with the similar period of time but platform had been closed. All the assessments were applied before and after 6 weeks plyometric training for both groups. The subjects were assessed with physical measurement, vertical and horizontal (standing broad jump) jump tests, one-repetition maximum (1-RM) half squat strength test, 20 m speed test, T agility test, sit and reach flexibility test, star excursion balance test. At the end of six weeks of plyometric training in the evaluation, in both groups were found to be significantly increased compared to pre-training performance and balance in all parameters (all $p's < 0.05$). Development in vertical jump horizontal jump, 1-RM half-squat maximum strength, speed and agility parameters and balance was statistically significant in study group, trained by plyometric training with vibration, according to control group (all $p's < 0.05$). Concluded that, including plyometric training with vibration especially to professional athlete's work out programs can be beneficial because it provides more improvement in physical performance parameters like explosive strength, speed, agility, flexibility and balance.

Key words: Whole body vibration training, plyometric training, physical fitness, balance, basketball.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER	xi
TABLolar	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Basketbol ve Özellikleri	4
2.2. Basketbol ve Hareket Analizi	5
2.3. Performans	5
2.3.1. Performansı Etkileyen Faktörler	6
2.4. Fiziksel Uygunluk	10
2.4.1. Vücut Kompozisyonu	11
2.4.2. Kuvvet	11
2.4.3. Sürat	11
2.4.4. Çeviklik	12
2.4.5. Endurans	12
2.4.6. Koordinasyon	13
2.4.7. Esneklik	13
2.4.8. Basketbol ve Fiziksel Uygunluk	14
2.5. Tüm Beden Vibrasyon Eğitimi	14
2.6. Pliometrik Eğitim	17
3. BİREYLER ve YÖNTEM	22
3.1. Bireyler	22
3.2. Yöntem	25
3.2.1. Değerlendirme	25
3.2.2. Tüm Beden Vibrasyon Eğitimi	34

3.2.3. Plimetrik Eğitim Programı	34
3.2.4. İstatistiksel Analiz	39
4. BULGULAR	40
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	68
KAYNAKLAR	70
EKLER	
EK 1. Tez Çalışması Etik Kurul Onayı	



SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Anterior
ACSM	American College of Sports Medicine
AL	Anterolateral
AM	Anteromedial
cm	Santimetre
CMJ	Counter movement jump
diğ.	Diğerleri
DJ	Drop jump
dk	Dakika
f	Frekans
FIBA	Federation International Basketball Association
GTO	golgi tendon organı
kg	Kilogram
L	Lateral
LH	luteinize edici hormon
M	Medial
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
MT	Maksimum Tekrar
n	Olgu sayısı
NBA	National Basketball Association
NCAA	National Collage Athletic Association
Nm	Newton metre
p	Yanılma olasılığı
P	Posterior
PL	Posterolateral
PM	Posteromedial
PNF	Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon
SD	Standart sapma

SJ	Squat jump
sn	Saniye
t	Durasyon
X	Aritmetik ortalama
VJ	Dikey sıçrama
YDT	Yıldız Denge Testi
z	Mann Whitney U testi, z değeri
°	Derece
%	Yüzde

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1 Pliometrik egzersizin fazları	19
3.1 Olgu akış şeması	24
3.2. New Test Power Timer test cihazı	26
3.3. Dikey sıçramanın değerlendirilmesi	26
3.4. Yatay sıçrama testi	27
3.5. Yarım squat 1 MT kuvvet testi	28
3.6. 20 m hız testi	29
3.7. T Testi şeması	30
3.8. T Testi	31
3.9. Otur-uzan esneklik testi	32
3.10. Yıldız denge testi	33
3.11. Tüm beden vibrasyon cihazı	34
3.12. Tüm beden vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik egzersizlere birkaç örnek	38
4.1. Pliometrik eğitim sonucunda, grupların esneklik ve yatay sıçrama değerleri arasındaki farklar.	43
4.2. Eğitim süresince grupların sürat ve çeviklik parametrelerinin değişim farkları.	44
4.5. Pliometrik eğitim sonunda dominantalt ekstremite Yıldız Denge Testi değerlerindeki değişim farklarının gruplar arasında karşılaştırılması	48

TABLOLAR

	Sayfa
3.1. Olgu akış şeması	24
3.2. Isınma egzersizlerinin içeriği, süresi ve tekrar sayısı	35
3.3. Fazlara göre pliometrik egzersiz programı set sayısı, tekrarı ve süresi	36
3.4. Fazlara göre eğitim sonrası germe egzersizleri, set ve tekrar sayıları	36
4.1. Çalışma grubu ile kontrol grubuna ait fiziksel özelliklerin karşılaştırılması.	40
4.2. Pliometrik eğitim öncesi çalışma grubu ve kontrol grubuna ait test değerlerinin karşılaştırılması.	41
4.3. Pliometrik eğitim öncesi çalışma grubu ve kontrol grubuna ait Yıldız Denge Testi (YDT) test değerlerinin karşılaştırılması	41
4.4. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası esneklik ve yatay sıçrama değerlerinin grup içi karşılaştırılması	42
4.5. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası esneklik ve yatay sıçrama değerlerindeki farkın gruplar arasında karşılaştırılması	42
4.6. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası gruplara ait sürat ve çeviklik değerlerinin karşılaştırılması	43
4.7. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası sürat ve çeviklik değerlerindeki farkın gruplar arasında karşılaştırılması	44
4.8. Maksimum kas kuvveti ve patlayıcı kuvvete yönelik pliometrik eğitim öncesi ve sonrası ölçüm sonuçlarının grup içi karşılaştırılması	45
4.9. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası maksimum kas kuvveti ve patlayıcı kuvvet değerlerindeki farkın gruplar arasında karşılaştırılması	45
4.10. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası sağ alt ekstremitte Yıldız Denge Testi (YDT) değerlerinin karşılaştırılması	47
4.11. Pliometrik eğitim sonunda dominant alt ekstremitte YDT değerlerindeki değişim farklarının gruplar arasında karşılaştırılması	48

1. GİRİŞ

Basketbol, dünyada en popüler spor dallarından biri olarak kabul edilmekte, yalnızca bulunup geliştirildiği Kuzey Amerika Kıtası'nda değil tüm dünyada oynanmaktadır. Basketbol, yoğun bir antrenman ve müsabaka programı içerir. Sezon boyunca elit basketbol oyuncularını günde bir veya iki kez antrenman, haftada bir ya da iki kez maç yaparlar. Ayrıca dünya şampiyonası, olimpiik oyunlar gibi uluslar arası turnuvalarda da görev alırlar [1, 2]. Son 15 yılda basketbolda radikal değişiklikler olmuştur; hücum süresi 30 saniyeden 20 saniyeye, orta çizgiyi geçme süresi 10 saniyeden 8 saniyeye, oyun süresi 2 tane 20 dakikalık yarımından 4 tane on dakikalık çeyrekliklere bölünmüştür. Bu değişiklikler, basketbol oyuncularının fizyolojik kapasitelerini de etkilemiştir [3] .

Basketbol maçları sırasındaki aralıklı ve yüksek yoğunluklu aktivitelerin niteliği birçok araştırmacı tarafından belgelenmiştir [4-6]. Basketbolun yüksek yoğunluklu intermitant doğası ile küçük oyun alanının birleşmesi, oyuncuların ani yön değiştiren, hızlanma ve yavaşlama içeren hareketleri defalarca tekrarlamasını gerektirmektedir [4, 6, 7]. 40 dakikalık oyun süresince oyuncular çeşitli hızlarda top sürme, yana koşular gibi çeşitli hareketlerle 4500-5000 metre mesafe kat ederler [8, 9].

Tüm beden vibrasyonu, patlayıcı kuvveti ve esnekliğı arttıran bir nöromusküler eğitim yöntemidir. Tüm beden vibrasyon cihazında osilasyon karakterli olan mekaniksel uyarı, bir platform sayesinde tüm vücuda etki ederek uygulanır [10]. Sağlıklı bireylerde fiziksel performansı arttırmak için özellikle son 10 yıldır kullanılmakta olup, statik veya dinamik durumda egzersizler yapmak mümkündür. Aynı zamanda sporcularda da kuvvet, güç ve esnekliğı arttırabilen alternatif bir antrenman yöntemi olarak önerilmektedir [11-13]. Tüm vücudun mekanik vibrasyona maruz kalmasının kuvvet, sıçrama yeteneğı ve kısa mesafe süratinde gelişmeye yol açtığı belirtilmektedir [14].

Alp tipi kayakçılar ve genç kayakçılar üzerinde yapılan çalışmalarda, tüm beden vibrasyon eğitiminin fiziksel performans ve kassal kuvvet üzerine pozitif etkisinin olduğu bildirilmektedir [15, 16]. Basketbol oyuncularında tüm beden

vibrasyon eğitiminin fiziksel performans üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada squat, sıçrama ve kassal kuvvette artış bulunmuştur [14]. Kadın koşucularda tüm beden vibrasyon programı ile kassal performans ve esneklikte artış bulunmuştur [17]. Elit ritmik cimnastikçiler üzerinde tüm beden vibrasyonun kısa dönem etkileri üzerine yapılan çalışmada, esneklik ve patlayıcı kuvvet değerlerinde artış rapor edilmiştir [18].

Patlayıcı kuvvetin göstergesi olan dikey ve yatay sıçramanın, elit basketbol oyuncularında bulunması gereken önemli bir özelliktir. Pliometrik eğitimin patlayıcı kuvvet performansını ve özellikle dikey sıçrama yeteneğini arttırdığı ileri sürülmektedir [19, 20]. Pliometrik eğitim ayrıca sporcularda eklem farkındalığı, denge, kuvvet ve kondüsyonu arttıran etkili bir yöntemdir [21].

Pliometrik eğitim, yüksek şiddet içeren egzersizlerden oluşmaktadır. Bu egzersizler, kaslarda kısa zaman içerisinde patlayıcı kuvvet ve güç artışı sağlar [21-23]. Pliometrik egzersizlerde gerim - kasılma siklusundan faydalanılarak hareketin eksentrik yüklenme fazında enerji depolanır ve konsentrik fazda kas içiğinin uyarılması ile maksimum güç üretimi sağlanır [22-25]. Hızlı eksentrik hareket, gerilme refleksini uyararak daha kuvvetli konsentrik kasılma sağlar. Kas ne kadar hızlı gerilirse o kadar çok kuvvet ve güç üretir. Pliometrik egzersizler çeşitli tipte sıçrama, zıplama ve koşu aktivitelerinden oluşur [26].

Literatürde farklı branşlarda, tüm beden vibrasyon eğitimiyle birlikte yapılan statik veya dinamik egzersizlerin çeşitli performans parametreleri üzerine olan etkileri değerlendirilmiştir [17, 27-29]. Fakat tüm beden vibrasyon cihazında verilen pliometrik egzersiz eğitiminin etkisini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, basketbol oyuncularında pliometrik eğitimin tüm beden vibrasyonu eşliğinde verilmesinin, tek başına uygulanmasına göre patlayıcı kas kuvveti, sürat, çeviklik, esneklik ve denge gibi seçilmiş performans parametreleri üzerine herhangi ek bir katkı sağlayıp sağlamadığını araştırmaktır.

Çalışmanın hipotezleri;

Profesyonel basketbol oyuncularında tüm beden vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin patlayıcı kuvvet üzerindeki etkileri, vibrasyon kullanılmadan yapılan pliometrik eğitimden farklıdır.

Profesyonel basketbol oyuncularında tüm beden vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin sürat ve çeviklik üzerindeki etkileri, vibrasyon kullanılmadan yapılan pliometrik eğitimden farklıdır.

Profesyonel basketbol oyuncularında tüm beden vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin denge üzerindeki etkileri, vibrasyon kullanılmadan yapılan pliometrik eğitimden farklıdır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. BASKETBOL ve ÖZELLİKLERİ

Basketbol yaklaşık 450 m² lik alanda 5 kişilik 2 takımla oynanır [30]. Takımlar en çok 12 kişilik kadroyla çıkabilir, sınırsız oyuncu değiştirme hakkına sahiptir. Oyuncular topu sürmek ve pas atmak suretiyle karşı takımın oyuncularını ve kendi takım arkadaşları arasından geçirerek karşı sahada bulunan baş seviyesi üstündeki çemberden geçirmeye ve sayı kazanmaya çalışırlar [8]. Basketbolda oyuncular 40 dakika boyunca 4500-5000 metreyi sıçrama, yön değiştirmeli koşular, sprint gibi hızlı ve yüksek şiddetteki hareketlerle kat ederler [8, 9]. Maç boyunca bu hareketleri yapmak için hem aerobik hem de anaerobik metabolik sistemlerini kullanmalarına rağmen birincil enerji kaynağının anaerobik metabolik sistem olduğu kabul edilmektedir [8].

Oyun, her takımın rakip takım alanında bulunan 3,05 m yükseklikteki çembere top atışıyla sayı yapma esasına dayalıdır. Çember içerisinden geçen top eğer 3 sayılık atış dairesinin içinden gerçekleşmişse 2 sayı, dairenin dışından gerçekleşmişse 3 sayı, serbest atış ise 1 sayı olarak kaydedilir. 24 saniyede skor bulmak zorunda olan takımlar, topla kendi yarı sahasını 8 saniyede terk etmek zorundadır.

Oyun süresi takımların bağlı olduğu federasyonlar tarafından belirlenir. Uluslararası Basketbol Federasyonu (FIBA) 10 dakikalık 4 çeyrekte toplam 40 dakika, Amerikan Ulusal Basketbol Birliği'nde (NBA) 12 dakikalık 4 çeyrekte toplam 48 dakika, Amerikan Ulusal Kolej Sporcu Birliği "National College Athletic Assosiation" (NCAA) oyun süresini 20 dakikalık 2 yarıdan toplam 40 dakika oynanmasını uygun bulmuştur. Oyunun kuralları gereğince oyunun sıklıkla durması, oyuncuların toparlanmasına yardımcı olmakta, böylece tekrarlanan yüksek şiddetli aktivitelerin aynı kalitede yapılmasına olanak sağlamaktadır [31].

2.2. BASKETBOL VE HAREKET ANALİZİ

Basketbol, intermitant doğası gereği kısa ve uzun süreli yoğunluğu değişen aktiviteler ve bunları izleyen toparlanma dönemlerinden oluşur [5, 31, 32]. Küçük oyun alanı, basketbolcuların ani hızlanma, yavaşlama ve yön değiştirmelerini gerektirir [7, 33]. Basketbolda her iki ya da üç saniyede aktivite tipinde değişiklik (yürüyüş, jogging, koşma, sprint) yapılır. Bu değişiklikler, ortalama her 21 saniyede gerçekleşen orta ve yüksek hızdaki hızlı koşulardır [2, 3].

Topun oyunda olmadığı süre de dahil olmak üzere, toplam 5500-6500 metrelik mesafenin kat edildiği, bu mesafenin % 9'luk kısmının sabit ve % 34,1 lik bölümünün sıçramalar ve koşulardan oluştuğu, 50-60 adet yön değiştirmeli sprint, 40-60 adet maksimal sıçrama ve 90-100 spora özgü yüksek şiddetli hareketin oyun içinde gerçekleştirildiği belirtilmiştir [34-36]. Basketbol oyuncularının yüksek şiddetteki hareketleri kaliteli olarak yapmaları kuvvet, sürat ve çeviklik özelliklerinin gelişmesiyle yakından ilişkilidir [37, 38].

2.3. PERFORMANS

Sportif performans, bir atletik görevin yerine getirilmesi sırasında başarı için ortaya konulan çabaların bütünü olarak tarif edilebilir. Günümüzde sporcunun, iş üretme kabiliyeti üzerine etkili fiziksel ve psikik birçok mekanizmanın olduğu bilinmektedir. Bu yüzden sportif performansı tüm olumlu etkenlerle birlikte ve tüm olumsuz etkenlere rağmen gerçekleşen, sporcunun atletik iş üretebilme becerisi, üretim kalitesi ve kapasitesinin bileşkesi olarak kabul edilir [39]. İçsel ve dışsal faktörler, performansı olumlu ve olumsuz yönde etkileyebilir.

İçsel Faktörler: Genel anlamda insanda mevcut olan faktörlerdir. Yaş, cinsiyet, anatomik yapı, genetik, zeka, lokomotor sistemin durumu, psikolojik denge, otonom sinir sistemi, salgı bezlerinin fonksiyonları, metabolizma, enerji kullanım mekanizmaları, organ sistemlerinin durumu, allerji, nöromusküler ileti hızı, kardiyovasküler yapı bu faktörlerden birkaçıdır. İçsel faktörleri objektifleştirmek oldukça zor olduğundan performans üzerine etkilerini hesaplayabilmek ve yapılabilecek değişiklikleri tümüyle öngörebilmek neredeyse imkansızdır [39].

Dışsal Faktörler: İnsanın vücudundan ve yapısından kaynaklanmayan, dışarıdan gelen ve bu nedenle de sportif performansı dolaylı yolla, fiziksel veya psikik bileşen üzerinden etkileyen faktörlerdir. Dışsal faktörlerin birçoğunu uygun girişimlerle değiştirmek ve geliştirmek mümkündür. Sportif performansı artırmak amacı ile dışsal faktörlerde olumlu değişiklikler yapmak, daha kolay ve etkili sonuçlar meydana getirir. Sıcaklık, iklim, malzeme, seyirci, sosyal çevre, arkadaşlık, aile, tüm ekonomik bileşenler, beslenme, geçirilmiş sakatlıklar, doping, ergojenik yardım, dışarıdan gelen olumsuz sözler, saat farkı, boş zamanları değerlendirme yöntemleri, cinsellik, rol model belirleme, takdir edilme güdüsü, antrenman teknikleri, antrenman niteliği, niceliği, ısınma, esneklik, antrenör, dinlenme aralığı, soğuma, uyku düzeni ve kalitesi, başlıca dışsal etkenlerdir [39].

2.3.1 Performansı Etkileyen Faktörler

Cinsiyet: Bilindiği gibi, tüm sportif yarışmalar kadın ve erkekler için ayrı ayrı düzenlenmektedir. Kadın ve erkeğin birbirleriyle yarışmıyor veya karşılaşmıyor olmasının en büyük sebebi, vücut kompozisyonundan, kas kitlesine, hormonal düzenden, oksijen tüketimine kadar birçok fiziksel özelliklerde ciddi farkların olmasındadır [39]. Kemik yoğunluğu erkeklerde kadınlardan 1,25-1,5 kat daha yükündür. Kadınlarda ekstremiteler daha kısa, ağırlık merkezi daha aşağıda, diz eklemi valgus pozisyonuna gitme eğilimi daha fazladır. Eklem ve bağlar daha zayıftır. Bu nedenle kemik, eklem ve bağ yaralanma riski kadınlarda erkeklerden daha fazladır [40].

Kadınlarda toplam kas kitlesi, tonusu ve kuvveti daha azdır. Huston ve Wojtys tarafından yapılan bir çalışmada, kadın sporcuların quadriceps ve hamstring kas kuvvetinin ve diz fleksiyon pik tork zamanının erkek sporculara göre daha az olduğu belirtilmiştir [40-42]. Kadınlarda tendonlar daha küçük ve daha zayıf olmasına karşın kasın uzayabilme yeteneği daha fazladır bu yüzden jimnastik, buz pateni gibi dallar, kadınlar açısından avantajlıdır. Kadın kalbi, erkeğinkinden daha küçüktür. Bu nedenle aynı düzeydeki egzersiz yükünde kadınların kalp atım hacmi erkeklerinkinden daha az, kalp atım sayısı ise daha fazladır. Kadınlarda kırmızı küre sayısı ve hemoglobin miktarı düşüktür ve oksijen taşıma kapasitesi daha azdır.

Oksijen taşıma kapasitesinin az olması dayanıklılık egzersizlerinde performansı sınırlayan en önemli faktördür. Göğüs kafesi kadınlarda daha küçüktür. Akciğerlerin enine kesit alanı ve vital kapasite az iken, dinlenme solunum frekansı daha yüksektir.[40].

Yaş: Genellikle erişkinlik dönemine kadar yaş ile fiziksel ve psişik gelişim ilişki halindedir ve performansa etkisi çok büyüktür. Bu nedenledir ki genç erişkinlik dönemine kadar yarışmalar yaş grupları halinde gerçekleştirilir. Aerobik kapasite, kuvvet ve dayanıklılıkta meydana gelen değişiklikler dışında, motor becerinin de yaşla değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Erken puberte döneminde motor beceride her yıl anlamlı değişikliklerin olduğu, geç puberte döneminde ise değişimin yavaşladığı ve 16-17 yaşla birlikte motor becerinin kararlı bir yapı aldığı bilinmektedir.

6-8 yaş grubunda bulunan çocukların küçük kas gruplarında kuvvette artış meydana gelirken büyük kaslar ile küçük kaslar arasındaki koordinasyon düzeyi düşüktür. Erkeklerde maksimal kuvvet gelişimi 10-13 yaşları arasında önceki dönemlere göre düşük düzeyde iken, 13-14 yaşlarında yeniden hızlanmaya başlar. Kız çocuklarında ise maksimal kuvvet gelişimi 14 yaş dolaylarında tamamlanır. Kassal enduransın gelişimi ise kız ve erkek çocuklarda benzer düzeylerde olmaktadır. On yaşından sonra ise erkeklerin lehine bir gelişim farklılığı ortaya çıkmaktadır. Çabuk kuvvet ise maksimal kuvvet ile paralel bir gelişim göstermez. Buna göre maksimal kuvvet kızlarda 13-14 yaşlarında maksimum düzeye ulaşırken, erkeklerde maksimal kuvvet gelişimi daha uzun süre devam eder. Erkeklerde kuvvet gelişiminin yanında, sinir-kas ve endokrin sistemindeki hızlı gelişmelere bağlı olarak 13-14 yaşlarında dikey ve yatay sıçrama performansında da olumlu gelişmeler görülmektedir. Ergenlik döneminde de erkeklerin genel kuvvet düzeyleri kızlardan yüksek düzeydedir. Bunun temelinde, erkeklerde testosteron hormonunda meydana gelen artış yatmaktadır. Özellikle erkeklerde 13 yaş dönemi, testosteron salınımı ve kuvvet gelişiminin hızlı olduğu bir dönemdir [43, 44].

İlerleyen yaşla birlikte bazı atletik özelliklerde gerilemeler meydana geldiği, çalışmalarla gösterilmiştir [39].

Genetik: Genler, spor performansını etkileyen birçok yapısal ve fonksiyonel özelliğin oluşması açısından önemlidir. Göğüs genişliği, enerji kullanımı için kas enzim aktivitesi, kan basıncı, kasılma hızı, akciğerlerde hava sirkülasyonu, reaksiyon zamanı, denge, kastaki gram başına düşen mitokondri miktarı, anaerobik dayanıklılık gibi bazı özellikler üzerinde genetik faktörlerin etkisi nispeten daha az iken boy, kol uzunluğu, kas kütlesi, kas lifi yapısı, kalp büyüklüğü, akciğer büyüklük ve hacmi, dinlenme kalp hızı, kas gücü, kas dayanıklılığı, eklem esnekliği, aerobik dayanıklılık gibi özellikler, genlerden daha yüksek oranda etkilenmektedir [39].

Aerobik ve anaerobik sporlarda genetik performansı belirlemede anahtar rol oynamaktadır. Eğitim ile anaerobik performansın çok az arttığı bilinmektedir. Bunun esas nedeni kas lifi tiplerinin oluşumunun gelişimin erken fazlarında tamamlanmasıdır ve yaşam boyunca kas lifi tiplerinin oranının değişmemesidir. Bu yüzden anaerobik kapasite genel anlamda genetiksel olarak tanımlanmış gibi görünmektedir çünkü anaerobik lifler anaerobik kapasitenin başlıca tanımlayıcısıdır [45].

Sportif aktivitelerde başarılı olmanın temelinde bu kalıtsal özellikler bulunmakla birlikte, yüksek düzeyde genetik yatkınlığa sahip bireyler de uygun çalışma programına ve antrenman tekniklerine ihtiyaç duyarlar [39].

Antropometrik özellikler: Farklı spor dallarında yarışan sporcuların, birbirinden çok farklı vücut ağırlığı, boy, kas kitlesi, yağsız vücut kitlesi, yağ yüzdesine ve hatta vücut proporsiyonuna sahip olduğu ve bununla birlikte vücut kompozisyonunun performansla ilişkili olduğu bilinmektedir. Farklı spor dallarının, değişik antropometrik özelliklere sahip sporcular tarafından başarı ile gerçekleştirilebileceği bir gerçektir [39]. Basketbol, futbol, yüzme ve atletizmle uğraşan yarışmacı elit sporcular ise benzer vücut kütle indeksine sahip olmalarına rağmen birbirlerinden farklı yağsız vücut kütlelerine ve vücut yağ yüzdesine sahiptirler [46].

Basketbol oyuncularının antropometrik özellikleri incelendiğinde; pivotların boyları ve vücut ağırlıkları, forvet ve oyun kuruculardan yüksek olduğu bulunurken, Forvetlerin boy ve vücut ağırlığının da oyun kuruculardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Basketbol oyuncularının vücut yağ yüzdelerine bakıldığında ise;

pivotların ortalama vücut yağ yüzdelerinin, oyun kurucu ve forvetlerden daha yüksek olduğu bulunmuştur [47, 48].

Endokrin Sistem: Sportif aktiviteler sırasında organizma üzerinde alışılmış günlük yükler dışında bir yüklenme meydana gelmektedir. Vücudun, maruz kaldığı aşırı yüklenmeye karşı fonksiyonel cevabını hazırlayan sinir sistemi ve endokrin sistemdir ki bu sistemler ciddi ilişki ve işbirliği içinde çalışır [39].

Tükrük ve kanlarında testosteron ve bazal kortizol bakılan erkek sporcuların hormon seviyeleri ile hem performansları arasında, hem de oynadıkları mevki arasında ilişki bulunmuştur [49, 50]. Bazal kortizolü yüksek testosteronu düşük sporcuların daha yüksek aerobik kapasiteye sahip oldukları belirtilirken [49], testosteron miktarı ile kuvvet arasında da pozitif bir korelasyon olduğu gösterilmiştir [49, 51]. Kadın sporcular arasında yapılan çalışmalarda, yüksek total testosteronun, androstenedionun ve LH/FSH oranının sporcularda anabolik vücut kompozisyonuna, yüksek kemik dansitesine, yüksek maksimum oksijen tüketimine, düşük vücut yağ oranına sebep olduğu gösterilmiştir [52].

Otonom sinir sistemi: Sporcunun antrenman programına uyumu ve cevabı, antrenmanın sıklığı ve şiddeti gibi değişkenlerle birlikte ciddi olarak otonom sinir sistemi aktivasyonu ile de ilişkilidir [53]. Bu aktivasyona bağlı olarak birbirine zıt özellikler gösteren iki tip sporcu profili bulunmaktadır.

Birinci tipte kısa zamanda form tutan ve formunun zirvesinde kısa süre kalabilen, form grafiği hızlı dalgalanmalar içeren sporcular bulunmaktadır. Bu tür oyuncular genellikle genç sporcular olup belirgin sempatik aktivasyona sahiptirler. Artmış sempatik tonusu olan bu sporcuların özel antrenman programlarına tabi tutulması performans grafiği açısından önemlidir [39]. İkinci tipteki sporcular ise form tutmak için daha uzun süreye ihtiyaç duyarlar. Sportif performans değerleri birinci tipe göre çok daha yavaş yükselme eğiliminde olup, optimal performans seviyesinde uzun süre formda kalabilirler. Performanstaki gerilemeleri de ani olmaz ve yükselişteğine benzer bir eğilimle düşüş yaşarlar. Bu tip sporcular genelde erişkin sporculardır ve antrenman vagotonisine sahiptirler. Vagotonik sporcularda üstün başarı için branşa uygun antrenman programlaması yapmak uygun olacaktır [39].

İklim ve çevre şartları: Sporda performans açısından belli bir iklim şartına adapte olmanın, yani aklimatizasyonun önemi büyüktür. Bu önem, vücut için daha ağır şartlar içeren subtropikal, tropikal ve dağ iklimin hakim olduğu yerlerde daha da fazladır. Bununla birlikte, havanın neminin yüksek veya çok düşük olması, sıcaklığın çok yüksek veya çok düşük olması, hava basıncındaki ani değişiklikler ve rüzgarın olması performansı olumsuz etkilemektedir [39]. Antrenmanın yapıldığı dış koşullar da atletik performansı etkiler. Özellikle yüksek mevkide yaşayıp deniz seviyesine yakın yükseklikte antrenman yapanlarla, deniz seviyesine yakın yükseklikte yaşayan ve aynı ortamda antrenman yapan sporcuların kan tablosu karşılaştırıldığında oksijen transferinde görevli eritropoetin, hemoglobin, eritrosit ve retikulosit gibi kan hücreleri ve bileşenleri yüksek rakımda yaşayan sporcularda anlamlı derecede yüksek bulunur [54].

Psikolojik faktörler: Performans üzerine etki eden faktörlerin farklılığı ve sayılarının çokluğu, sportif performansın parametrelerinin değerlendirilmesini ve artırılmasını zorlaştırmaktadır. Zaman içinde sahada veya laboratuarda yapılan aerobik dayanıklılık ölçüm sonuçları ve kuvvet ölçüm sonuçları [55] ile karşılaşmadaki sportif performans sonuçları birbiri ile uyum içinde olmayabilir. Ölçüm ve değerlendirme genel anlamda yapıldığı andaki sonuçları verirken, karşılaşma stresi, motivasyonu ve atmosferi, psikolojik birçok faktör üzerinden sportif performansı etkileyebilir. Sporcunun artmış özgüveni, motivasyonu, inancı, başarısızlıktan kaçınma yerine başarı yönelimli olması ve düşük anksiyeteye sahip olması sportif performansı olumlu etkilemektedir [39].

2.4 FİZİKSEL UYGUNLUK

Harrison Clark tarafından fiziksel uygunluk; yorulmadan, uyanık ve istekli bir şekilde günlük işleri yapabilme kabiliyeti, boş zamanları değerlendirmede ve ansızın çıkabilecek olaylarda ortaya konan enerji şeklinde açıklanmıştır. Amerikan Tıp Birliği Egzersiz ve Fiziksel Uygunluk Komitesi ise fiziksel efora dayanabilme ve uygun cevap verebilme kapasitesi olarak tanımlamıştır. Asmussen tarafından ortaya atılan “fiziksel uygun birinden ne bekleriz” sorusuna karşılık kısa süreli, yüksek şiddetli eforları fazla yorgunluk duymaksızın yapılabilmesi diye ifade etmiştir [56].

Fiziksel uygunluk kardiovasküler, pulmoner ve kassal endurans, kas kuvveti, kas gücü, sürat, esneklik, çeviklik, denge, reaksiyon zamanı ve beden kompozisyonunu içerir. Bu nitelikler sportif performans ve sağlık bakımından farklı önemlere sahip olduklarından performansla ilişkili fiziksel uygunluk ve sağlıklı ilişkili fiziksel uygunluk olarak adlandırılmaktadır [56, 57]

2.4.1 Vücut kompozisyonu

Vücut kompozisyonu yağlı ve yağsız dokudan oluşan vücut ağırlığı yüzdesini verir. Vücudun değişik bölümlerinden alınan deri kıvrım kalınlığı, çap ve çevre ölçümleri alınarak vücut yağ yüzdesi, vücut kütle indeksi hesaplanabilir [56]. Artmış vücut yağ yüzdesi basketbol gibi takım oyuncularında hız, çeviklik, patlayıcı kuvvette limitasyonlara neden olabilir bu da fiziksel performansta düşüşe yol açar [58].

2.4.2 Kuvvet

Fizyolojik açıdan kuvvet bir kas veya kas grubunun dirence karşı koyabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle kuvvet maksimum efor sarf edilerek kısa bir zaman diliminde yapılabilen patlayıcı güç özelliği olarak ifade edilebilir [59]. Meusel'in yaptığı tanıma göre kuvvet insanın temel özelliği olup, bu özelliğin yardımı ile bir kütleyi hareket ettirir (kendi vücut ağırlığını veya bir spor aracını), bir direnci aşar ya da ona kas gücü ile karşı koyar [60].

Kuvvet; kasılma tipine göre (izometrik, izotonik, izokinetik, eksentrik), antrenman bilimine göre (maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, kuvvette devamlılık) olarak sınıflandırılabilir. Kas kuvveti; kas tipi, kontraksiyon tipi (statik veya dinamik, konsentrik veya eksentrik), kontraksiyon hızı ve eklem açısına bağlıdır [58, 59].

Basketbol; çeşitli yönlerde ani koşular, yön değiştirmeler, ikili mücadeleler, dikey sıçrama gibi patlayıcı kuvvet gerektiren aktiviteler içerir [31].

2.4.3 Sürat (hız)

Sürat, sporcunun kendisini bir yerden bir yere en yüksek hızla aktarma, hareketleri mümkün olduğu kadar büyük bir hızla yapma ve vücudu veya vücudun bir kısmını hızlı bir şekilde hareket ettirme yeteneği olarak tanımlanır [59]. Basketbolda sürat, çok önemli bir komponenttir. Tüm saha ve salon sporlarında sporcunun başarısındaki temel anahtar, kısa mesafedeki koşu hızıdır [61].

Basketbolda maç sırasında oyuncunun aniden koşmaya başlaması, hücum edebilmek için öne doğru koşması, defans için geri dönebilmesi, rebound alabilmesi, sıçraması ve durması gerekir. Maç sırasında oyuncunun tüm bu aktiviteleri doğru zamanda ve doğru teknik ile gerçekleştirebilmesi ve bu teknikten iyi verim alabilmesi, gelişmiş bir sürat yeteneğini gerektirir [62].

2.4.4 Çeviklik

Çeviklik, saha ve takım sporlarındaki başarıyı etkileyen en önemli özelliklerden biridir. Çevikliğin geleneksel tanımı hızdaki ani yön değişimidir. Yakın zamanda çeviklik, vücudun belli bir bölümünün veya tamamının bir uyarana cevap olarak hareketin hızını veya yönünü değiştirmesi olarak tanımlanmıştır [63].

Basketbolda oyuncuların maç boyunca yavaş koşular, ani çıkışlı koşular, sıçramalar, hızlanmalar, yavaşlamalar ve yön değiştirmeler yapmaları gerekir. Genellikle bu aktiviteler, topun hareketine veya karşıdaki sporcunun hareketine göre oluşan cevaplardır.

Çeviklik, dikey ya da yatay yöndeki postüral kontrol korunurken aniden durma, yön değiştirme ve hızlanmanın etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesidir [64]. Bir uyarana cevap gerektiren spor dallarının ayrılmaz bir parçası da kognitif yeteneklerdir. Yapılan spor dalına özgü ipuçlarının değerlendirilmesi için gerekli olan “okuma ve cevap verme” yeteneğinde, sporcular arasında kişisel farklılıklar bulunmaktadır [65]. Bu yüzden sporcuyu değerlendirirken, yapılan spora benzer özellik taşıyan çeviklik testlerini yapmak ideal olandır.

Basketbolda hücum, oyuncunun etrafındaki savunma oyuncularını ani bir hareketle geçebilmesi veya savunma oyuncularının benzer şekilde ani hareketle hücum oyuncularından topu çalması şeklinde olur. İyi bir çeviklik gösteren sporcunun dinamik dengeye, uzaysal farkındalığa, ritmin yanı sıra görsel işleme gibi diğer yeteneklere de sahip olması gerekir [66].

2.4.5 Endurans

Endurans, tüm organizmanın, uzun süre devam eden sportif aktivitelerde yorgunluğa karşı koyabilme ve oldukça yüksek yoğunluktaki yüklenmeleri uzun süre devam ettirebilme yeteneğidir. Dayanıklılık çeşitli şekilleriyle bütün spor türlerinde önemli rol oynar. Antrenmandaki yüklenmelere ve uzun süre devam eden dinamik

veya statik çalışmanın verdiği yorgunluğa karşı koyabilme yeteneği, sporcunun performansı için oldukça önemlidir [59].

Basketbolda hareket analizi çalışmalarında, maç sırasında basketbolcunun harcadığı aktif sürenin %15,5'ini ayakta durarak, %14,4'ünü yürüyerek, %11,6'sını yavaş koşular yaparak, %10,4'ünü normal süratte koşarak, %5,3'ünü patlayıcı koşular yaparak ve %42,8'ini basketbola özgü hareketler yaparak tamamladığı belirtilmiştir [3, 67]. Basketbol oyuncularının hareketleri düşük orta ve yüksek şiddet olarak sınıflandığında aktif oyun süresinin %56'sının düşük şiddette, %41'inin orta şiddette aktivitelerle gerçekleştirildiği gösterilmiştir [68].

2.4.6 Koordinasyon

Koordinasyon amaçlanan hareket için merkezi sinir sistemi ile kas iskelet sisteminin karşılıklı uyum içerisinde etkileşimidir. Hareket koordinasyonu piramidal ve ekstra piramidal sistemlerin fonksiyonu olarak ortaya konulmaktadır. Koordinasyon diğer bir deyişle beceri, kısa süre içerisinde zor hareketleri öğrenebilme ve değişik durumlarda amaca uygun çabuk bir şekilde tepki gösterebilme yeteneğidir [59].

Basketbol bir takım oyunudur ve bu oyunda oyuncunun hızlı hareket etmesi, sıçraması ve alt ekstremité ile üst ekstremité hareketlerini koordine ederek topu sürmesi gerekir. Sporcunun uygun şut atma, dripling ve rebound tekniklerini uygulaması, el ve ayak hareketleri arasında koordinasyon sağlaması, gözleri ile hem topu hem de rakibi takip etmesi gerekir [69]. Sportif anlamda koordinasyon istemli ve istemsiz hareketlerin uyumlu, düzenli, amaca yönelik hareket dizisi içinde uygulanmasıdır [53, 60].

2.4.7 Esneklik

Esneklik, eklem yüzeylerinin geometrisinin yanı sıra kas, tendon, ligament ve eklem kapsülü gerginliği ile ilişkilidir ve eklemdeki mümkün olan maksimum normal eklem hareketi olarak ifade edilebilir [70].

Tek bir germe egzersiz seansını takiben, diz fleksör ve ekstansör kaslarının bir maksimum tekrar kuvvetinde [71, 72], maksimal istemli kontraksiyonda [73], maksimal izometrik torkta [74], maksimal izokinetik torkta [75], dengede ve reaksiyon zamanında azalma bulunmuştur [76]. Gerilmiş kasın akut etkileri olan kuvvet ve güçteki azalma dikey sıçrama performansında da azalmaya neden olur.

Bununla birlikte bu alandaki çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Bazı çalışmalarda statik germe ve proprioseptif nöromuskuler fasilitasyon (PNF) ile germe sonucunda dikey sıçrama yüksekliğinde azalma bulunmuşken [77-81], diğer çalışmalarda statik germe ve dinamik germe sonucunda dikey sıçrama yüksekliğinde bir fark bulunamamıştır [81-84].

2.4.8 Basketbol ve Fiziksel Uygunluk

Basketbol; çok yüksek endurans, hız, çeviklik ve güç gerektiren bir spor dalıdır [85]. Elit yetişkin sporcular her maçta yaklaşık olarak 991 m (yüksek şiddette) mesafe kat ederken, yön ve hızda 50-60 adet değişim ve 40-60 adet maksimal sıçrama gerçekleştirirler [5, 34]. Ek olarak oyun süresinin %75'inde, oyuncuların kalp hızlarının maksimal kalp hızının %85'inin üzerine olduğu belirtilmiştir [5].

Basketbol gibi topla oynanan oyunlardaki sıçrama ve hızlı koşu gibi aktiviteler, maksimum efor gerektirir. Oyuncuların hızlı ve güçlü hareket edebilmeleri için fiziksel yeterlilik düzeylerinin yüksek olması gerekir. Bunun yanı sıra, uzun süren hücum ve savunma manevralarını etkili bir şekilde tamamlayabilmeleri için de aerobik ve anaerobik kapasitelerinin olması gerekir. Bu tür fiziksel özellikler, basketbolda başarı için son derece önemlidir [86].

Basketbolun yapısı, toplu ve topsuz oynanan hareketleri içerir [87]; ani koşular, yöndeki değişimler, hızlanmalar, farklı tipte sıçramalar patlayıcı kuvvet gerektirmektedir. Üst ekstremiteler ile yapılan hareketlerde de (top sürme, farklı paslar ve şutlar gibi) bu özellik geçerlidir [3]. Bunların dışında toplu ve topsuz çevikliğe, koordinasyona, anaerobik laktat ve alaktat kapasitelerine, top atış isabet hassasiyetine bağlıdır. Bu özellikler, basketbolun teknik ve taktik yapısında önemli rol oynar [88].

2.5 TÜM BEDEN VİBRASYON EĞİTİMİ

Vibrasyon osilatör hareketle karakterize, mekaniksel bir uyarandır [12]. Vibrasyonun başlıca dört ana değişkeni vardır: frekans (f), amplitüd (A), ivme (a) ve durasyon (t). Osilasyon devir sayısı frekans (Hz), osilatör hareketin maksimal yer değiştirmesi (mm) amplitüd olarak tanımlanırken, büyüklük ivme ($m \cdot s^{-2}$ veya g), durasyon ise vibrasyona maruz kalınan süre olarak tanımlanır (dakika) [89].

Tüm beden vibrasyonunun potansiyel yararlı etkileri, mekaniksel ve sinüzoidal vibrasyonların, ayaklar aracılığı ile tüm bedene iletilmesi sonucu gerçekleşir [90, 91].

İnsan vücudu yaylanma özelliği olan parçalardan oluşur. Bu sistemde tendonlar ve kaslar mekanik enerjiyi depo edip serbest bırakan yaylar gibi hareket eder. Vücut kısımlarındaki bu gerilim ve gevşemeler, doğal bir frekansa sahiptir [92]. Vibrasyon cihazlarında frekansın ayarlanması mümkündür. Cihazın frekansı ile vücudun rezonans frekansı birbiriyle eşleştiğinde, vücut daha fazla mekanik enerji depolayabilir. Vücut depolanan bu enerjiyi, pozisyon değişimleri ve kasların şok absorpsiyon özelliği ile ısıya çevirerek kontrol edilebilir [89].

Gravite kuvveti, günlük yaşam aktiviteleri ve egzersiz eğitimi süresince sağladığı mekaniksel uyarı ile kassal yapının gelişiminden sorumludur. Kuvvet ve patlayıcı kuvvet eğitim programlarında yer alan egzersizler, ani ve şiddetli gravitasyonel hızlanmalar üzerine kurulmuştur. Bu nedenle hipergravitenin stimule edildiği durumlarda, patlayıcı kas kuvvetinde artış sağlanır. Mekaniksel vibrasyonun bütün vücuda uygulanmasıyla, gravitasyonel durum değişikliklerinin sağlanması mümkündür [93].

Dört dakikalık tek seans tüm beden vibrasyon uygulamasından iki dakika sonra alt ekstremitte ekstansör grup kaslarında %3,2, dikey sıçrama performansında %2,5 oranında artış saptanmıştır. Uygulamadan 60 dakika sonra ise kuvvet değerleri başlangıç seviyesine geri dönmüştür. Tüm beden vibrasyonu haftada üç kez olmak üzere iki ile altı ay boyunca uygulandığında uzun dönemde diz ekstansör kaslarının izokinetik ve izometrik kuvvetinde, orta yoğunluktaki dirençli eğitim programındaki kuvvet artışı kadar bir artış gözlemlenmiştir [90, 91, 94].

Tüm beden vibrasyon uygulaması sonrasında büyüme hormonu ve testosteronun kan değerlerinde artış, kortizol konsantrasyonunda ise azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca 10 dakikalık tüm beden vibrasyon uygulamasından sonra sıçrama performansında belirgin artış saptanmıştır [95].

Tüm beden vibrasyon uygulaması sonucunda fiziksel performanstaki artış artmış motor ünite senkronizasyonu, refleks gerim potansiyeli, sinerjistik kas

aktivitesinde artış ve antagonist kasın inhibisyonundaki artış gibi nöral faktörlere bağlanmıştır [27, 95, 96].

Vibrasyon dalgası kas reseptörlerini ve özellikle kas içiğindeki primer sonlanmaları (Ia afferent) uyarır, bu uyarı α motor nöronları uyararak homonimus motor nöronlarda kontraksiyona neden olur ve bu da kasta tonik kontraksiyona yol açar. Bu döngü, tonik vibrasyon refleksi olarak bilinir. Homonimus motor nöronların aktivasyonunu takiben resiprokal inhibisyon yolu ile antagonist kasları inerve eden motor nöronların eksitabilitesinde azalma olur [97]. Tonik vibrasyon refleksine cevap; vibrasyonun frekansına, vücudun pozisyonuna ve kasın kontraksiyon öncesi durumuna bağlıdır. Vibrasyona maruz kalma sırasında germe refleksi ve Hoffman refleksi (H refleksi) inhibe olur. Bu durum, vibrasyon paradoksu (tonik vibrasyon refleksi uyarılırken, H refleksi ve germe refleksinin inhibe olması) olarak bilinir. Kas içiğindeki Ia afferentlerinin presinaptik inhibisyonu vibrasyonla ilgili yolların eksitasyonuna izin verirken germeye cevap veren yollarda inhibisyonu neden olur [96]. Tonik vibrasyon refleksi aynı zamanda kas içiğinin ve polisynaptik yolların aktivasyonu sayesinde kontraksiyona katılan motor ünite sayısında artışa yol açar [17]. Böylece motor nöron havuzunun daha büyük bir kısmında uyarılma sağlanır ve öncelikle daha önceden inaktif bulunan motor üniteler kontraksiyona katılmaları için aktive olur.

Tüm beden vibrasyon uygulamasında, izometrik kontraksiyon sırasında olduğu gibi proprioseptif yollar (Ia, IIa ve Ib afferentleri) kuvvetli bir şekilde uyarılır [91, 98]. Vibrasyonlar sadece kas içiklikleri tarafından değil cilt, eklem ve sekonder sonlanmalar tarafından da algılanır. Tüm bu yapılar γ sisteme uyarı yollar bu sayede primer sonlanmaların duyarlılığı arttırılır. 10-100 Hz arasında küçük amplitüdlü sinüzoidal uyarının sol işaret parmağına uygulanması ile Meissner ve Pacini afferentlerinin aktivasyonu sağlanarak kas içiği aktive edilebilmektedir. Vibrasyon uyarısı ile duyu reseptörleri aktive edilerek refleks kas kontraksiyonu sağlanır. Vibrasyona nöromuskuler cevabın modülasyonu ile sadece kas içiğinin aktivasyonu değil aynı zamanda vücudun bütün duyuusal sisteminin aktivasyonu sağlanır [97].

40 Hz'lik vibrasyon frekansında motor nöronlar senkronize hale gelir böylelikle kaslarda daha etkili bir potansiyel kuvvet oluşumu gerçekleşir [99]. İstemli kas kontraksiyonu sırasında daha önceden inaktif olan motor nöronların ateşlenmesi,

aktivitelerdeki senkronizasyonun sağlanması ve nöral yoldaki uyarıların artması, nöromotor kontrolde de artışa neden olur [99].

Tüm beden vibrasyon uygulamasının esneklik üzerine etkisi nöral dolaşım ve termoregulator faktörlerle açıklanabilir. Germe egzersizlerinde ağrı eşiği, doğal bariyer olarak görev yapar. Vibrasyon uygulaması ise ağrı eşiğini yükselterek germinin daha etkin bir biçimde yapılmasına olanak sağlar. Tüm beden vibrasyonunda, vibrasyonun kasa uygulanması sırasında ve sonrasında belirgin analjezik etki ortaya çıkmaktadır. Diğer olası mekanizma ise golgi tendon organının eksitasyonu ile kontraksiyonu inhibe edilmesini takiben kasın gevşemesidir [17].

Kasa uygulanan vibrasyon ile kan dolaşımı belirgin bir şekilde artar. Kan akımındaki artış, termal etkiye neden olur ki bu da kasın vibrasyon ile oluşan ısının daha da artmasıyla sonuçlanır. Kutaneal ve derin kan damarlarında vazodilatasyon meydana gelir [17].

Kerschman-Schindl ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada vibrasyon platformu (26 Hz, 3 mm amplitüd) üzerinde yapılan egzersizlerden sonra uyluk ve baldır kaslarındaki kan akımında ve popliteal arterdeki kan akım hızında ciddi bir artış görülmüştür. Bu akut artışın sebebi, vibrasyonun kan viskozitesini azaltarak arterden kanın geçişini hızlandırmasına dayandırılmıştır [100-102].

2.6 PLİOMETRİK EGZERSİZ EĞİTİMİ

Pliometrik egzersiz, sporcuların performansını arttırmak için kullanılan popüler egzersiz eğitimlerinden biridir [103]. Pliometrik egzersizler, kasın eksentrik kontraksiyon öncesi hızla gerilmesini takiben konsentrik kontraksiyonu esasına dayanmaktadır. Bu sıralanma, aynı zamanda “gerim - kasılma siklusu” olarak da bilinir [104, 105].

Pliometrik egzersizlerin gerim refleksi, kasın elastisitesi, GTO’lar üzerinde nöromuskuler adaptasyonlara neden olduğu bilinmektedir [106, 107]. Kasta oluşan aşırı gerilme kuvvetine karşı GTO’nun koruyucu bir fonksiyonu olduğu bilinmesine rağmen, pliometrik eğitimden sonra kasta elastik komponentlerinin daha fazla gerim kuvvetine maruz kalmasına izin verilmesinin GTO’nun desensitizasyonunun kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerim refleksi ile depolanan elastik enerji birleştiğinde, daha kuvvetli konsentrik kuvvet yaratılır. Pliometrik eğitim sonrası

kasta meydana gelen performans artışının morfolojik değişikliklerden daha çok nöral adaptasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir [106, 108, 109].

Pliometrik egzersizler, hızlı hareket ile kuvvetin birleştirilmesiyle oluşturulur. Koşma veya sıçrama hareketi sırasında temel olarak kas kontraksiyonunun iki fazı vardır. Kaslar gerim fazının arkasından da kontraksiyon fazından geçer. Pliometrik egzersiz eğitimi bu iki faz arasındaki döngü süresini kısaltmak amacıyla tasarlanmıştır. Hızlı döngü zamanı gerim ve kontraksiyon fazları arasında maksimum enerji transferini mümkün kılar. Böylece kasta depolanan elastik enerji ile tek başına konsentrik kontraksiyonun sağlayacağı kuvvetten daha fazla kuvvet üretilir [104, 105]. Gerim-kasılma siklusu, saf kuvvet ile hız arasında köprü kurarak kas tendon ünitesinin en kısa sürede maksimal kuvvet oluşturma kabiliyetini artırır [103].

Pliometrik hareketin ilk fazı, yüklenme fazı olarak sınıflandırılabilir (Şekil 2.1). Bu faz aynı zamanda eksentrik faz veya deselerasyon fazı olarak da bilinir [103]. Pliometrik egzersizlerin yüklenme fazında birincil kasların ve sinerjistik kasların kas-tendon üniteleri, kinetik enerji oluşumu ve eklem yüklenmesi sonucu gerilir. Yüklenme fazında kas tendon ünitesinin gerilmesi ve gerim-kasılma siklusunun ortaya çıkması, kuvvet ve performansta artış ile sonuçlanır [110]. Sıçrama gibi tüm vücut hareketinin değerlendirilmesinde birçok eklem harekete katıldığı ve her eklem farklı zamanlarda farklı açısal değişim içinde olduğu için yüklenme fazı tanımı değişir. Pliometrik çalışmalarda kütle merkezinin en alt seviyedeki pozisyona ulaştığı, gravite merkezinin hızı sıfıra düştüğü veya yer reaksiyon kuvvet eğrisinin ters yöne hareket etmeye başladığı an, yüklenme fazının başlangıç evresi olarak kabul edilir [103, 111].

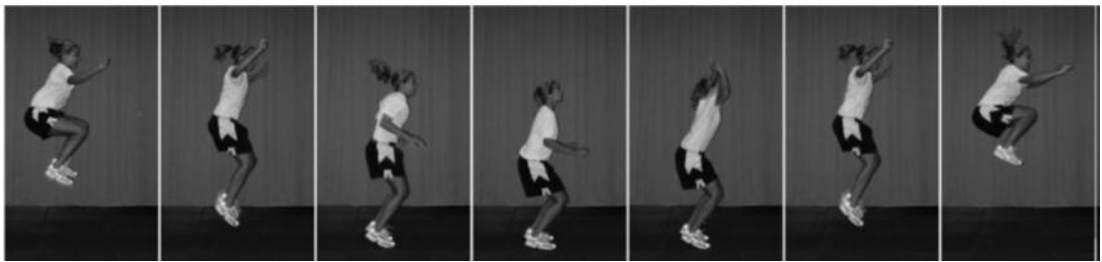
Yüklenme fazında kasın aktif gerilmesi sonucu, gerim-kasılma siklusu ile ilişkili iki mekanizma ortaya çıkar: kasın potansiyel olarak yüklenmesi ve gerim refleksi. Aktif kas gerildiğinde, aktine bağlanan çapraz köprü oranında artış, çapraz köprülerin ayrılma oranında ise azalma bulunmuştur. Kasın gerilmesi aynı zamanda kas içiğini uyarır. Kas içiğinden yollanan duyuşal uyarı, monosinaptik refleks yolla aynı kasa uyarıcı geri bildirim sağlar. Yüklenmenin oranı ve büyüklüğü, gerim refleksini ayarlar [103, 110, 112].

Gerim-kasılma siklusu ile alakalı üçüncü mekanizma, elastik özellikteki yapılarda potansiyel enerjinin depolanmasıdır. Eklem yüklenmesi sonucu elastik

komponent dizisinin bütün parçaları (aktin miyozin filamentleri ve tendon) gerildiğinde, kas tendon ünitesindeki boy değişimini ve elastik potansiyel enerjinin depolanmasını sağlayan yapının tendon olduğu bulunmuştur [112, 113]. Golgi tendon organı, tendonun gerilmesi ile uyarıldığında, medulla spinalisteki ara nöronlar aracılığı ile kasılan kasa inhibitör geri bildirim yollar [114].

Pliometrik hareketlerin ikinci fazı “*amortizasyon*” ya da iletim fazı olarak da adlandırılmaktadır (Şekil 2.1). Eklem açısı, yer reaksiyon kuvveti veya kütle merkezi yön değiştirmek üzereyken kas fasiküllerinin uzunluğunun değişmediği evredir [115]. İletim fazı pliometrik egzersizlerin tanımlayıcı fazıdır. Eğer geçiş devam etmezse gerim kasılma siklusu kaybolduğu için o aktivite artık pliometrik olarak adlandırılmaz [116]. İletim fazı 25 ms’nin üzerinde devam ettiğinde, depolanan elastik enerjide ölçülebilen bir kayıp görülmektedir [103].

Pliometrik egzersizin son fazı boşaltım fazıdır (Şekil 2.1). İletim fazından hemen sonra kas tendon ünitesinin kısalması ile gerçekleşir [117, 118]. Tek alt ekstremit eklemleri için iletim fazı, eklem açı eğrisi yönü değiştiğinde başlar ve yer reaksiyon kuvveti sıfır olduğunda biter veya kas tendon ünitesi kısaltmaya başladığında başlar ve parmak kalkışında biter. Pliometrik sıçramaların bifazik analizinde iletim fazı kütle merkezinin yukarıya doğru hareketi ile başlar yer ile temas kesildiğinde biter [103, 111].



Başlangıç Momentumu Yüklenme Amortizasyon Boşaltım Son Momentum

Şekil 2.1. Pliometrik egzersizin fazları.

2.6.1 Pliometrik Eğitimin Faydaları

Pliometrik egzersizler nöromusküler performansı arttırmak için tasarlanmış egzersizlerdir. Pliometrik egzersizler, dirençli egzersizlerin hızlı gerim-kasılma siklusunu, gravite merkezinin hem vertikal hem de horizontal yer değiştirmesini içeren dinamik bir formudur [119].

Pliometrik egzersizler, klasik rehabilitasyon egzersizleri ile spora özel aktiviteler arasında köprü kurmak için önerilmektedir. Klasik rehabilitasyon egzersizleri, kassal kuvvet ve enduransta artış sağlarken hız ve spora özgü beceri edinme konusunda katkı sağlayamaz [103].

Alt ekstremitte için pliometrik egzersizlerin temeli, atlama ve sıçrama eğitiminin uygulamasını içerir. Pliometrik egzersizler atlama, sıçrama içeren birçok sporun doğal parçasıdır. Pliometrik egzersizlerin çeşitli formları, amaca göre antrenman programına eklenebilir. Tipik pliometrik egzersizler counter movement jump (CMJ), drop jump (DJ), squat jump (SJ) egzersizlerini içerir. Bu egzersizler antrenman programına eklenebileceği gibi tek başına da kullanılabilir. Ayrıca pliometrik egzersizler az yoğun çift bacak sıçramalı egzersizlerden çok yoğun unilateral drillere kadar çeşitlendirilebilir. Alt ekstremitenin performansının dahil olduğu pliometrik egzersizlerde vücut ağırlığının kullanıldığı DJ, CMJ, alternatif bacak sıçramaları gibi çeşitli gerim-kasılma siklusu egzersizleri kullanılabilir [120].

Luebbers ve arkadaşlarının üniversite çağındaki fiziksel olarak aktif kişilerle yaptığı çalışmada, kısa dönem pliometrik eğitimin, dikey sıçrama performansında önemli artışa yol açtığı gösterilmiştir [26]. Luebbers ve arkadaşları tarafından geliştirilen protokolün iyi eğitilmiş futbolcular üzerinde uygulandığı başka bir çalışmada, dikey sıçrama performansında artış görülmüştür [121]. Khalifa ve arkadaşlarının basketbolcular üzerinde yaptığı çalışmada, ağırlık yeleği ile ve yeleksiz yapılan pliometrik eğitimin dikey sıçrama (VJ, CMJ) ve yatay sıçrama performansında artışa neden olduğu gözlemlenmiştir [20].

Bahrens ve arkadaşları tarafından, sağlıklı bireylerde pliometrik eğitimin maksimum istemli kas kontraksiyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada pliometrik eğitim sonucunda farklı kontraksiyon çeşitlerinde (izometrik, eksentrik, konsentrik) maksimum istemli kontraksiyonun arttığı bulunmuştur [122].

Asadi ve arkadaşlarının genç basketbol oyuncularını üzerinde yaptıkları çalışmanın sonucunda pliometrik eğitimin eklem farkındalığını ve postüral kontrolü artırarak alt ekstremitede oluşabilecek yaralanmaları engelleyebileceği gösterilmiştir [119].

Pliometrik egzersizler sadece eğitimin monotonluğunu kırmak için değil, aynı zamanda sporcuların kuvvet, güç ve çevikliklerini arttırmak için de kullanılabilir.

Altı haftalık pliometrik eğitimin sporcularda yerle temas süresini azaltarak çevikliği arttırdığı gösterilmiştir. Altı hafta gibi kısa bir sürede pliometrik eğitim ile çeviklikte görülen bu artışla, sezon öncesi son hazırlıklar için pliometrik eğitimin kullanılabileceği ileri sürülmüştür [104]. NBA liginde yapılan çalışmada en popüler kuvvet eğitimi egzersizlerinin olimpik liftler, squat egzersizleri ve pliometrik egzersizler olduğu belirtilmiştir. Bu tip egzersiz eğitimleri ile kuvvet, güç, çeviklik parametrelerinde artış ve koşu sırasında harcanan enerjide azalma sağlanır [123, 124].

Atletik performans parametrelerini geliştirmek için pliometrik egzersiz eğitimi genel olarak 6-15 hafta sürdürülür. Yapılan çalışmalarda pliometrik eğitim ile maksimal dikey sıçrama yüksekliğinde artış; sprint zamanında, koşu sırasında harcanan enerjide azalma bulunmuştur [109, 125-129]. Rimmer ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada pliometrik egzersiz eğitimi 40 m koşu zamanında gelişme ve yer ile temas zamanında %4,4 azalma sağlamıştır [128].

Pliometrik eğitimin üst ekstremiteler performansı üzerine etkilerini inceleyen daha az çalışma vardır. Yapılan çalışmalarda maksimal yumuşak top fırlatma mesafesinin değişmediği, sağlık topu fırlatma mesafesinde artış olduğu bulunmuştur [130, 131].

Pliometrik eğitimin eklem pozisyon hissi ve postüral kontrol üzerinde de etkisi vardır. Pliometrik eğitimden sonra hem nötral pozisyonda hem de eksternal rotasyon hareket açıklıklığının sonuna doğru aktif pozisyonlama ve pasif hareket testinde artış bulunmuştur [132]. Pliometrik eğitimle sıçrama sonrası yerle temasta kütle merkezinin stabilizasyonunda artış bulunmuştur [133].

Pliometrik egzersizler kadın sporcularda yaralanma eğilimine neden olan nöromusküler dengesizlikleri düzelttiği ve pliometrik egzersizleri içeren eğitim programlarının kadın sporcularda yaralanma riskini azalttığı birçok prospektif çalışma ile gösterilmiştir [133-137]. Hewett ve arkadaşları ile Wilkerson ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, pliometrik eğitimden sonra diz fleksiyon zirve torkunun arttığı bulunmuş, böylece quadriceps ile hamstring kas grubu arasındaki kuvvet dengesizliğinin normale döndüğü ileri sürülmüştür [125, 138].

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu çalışma, basketbol oyuncularında tüm vücut vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin, patlayıcı kas kuvveti, sürat, çeviklik, esneklik ve denge gibi fiziksel performans parametreleri üzerine olan etkilerini ve vibrasyonun normal pliometrik eğitime ek katkı sağlayıp sağlamadığını araştırmak amacıyla planlanmıştır.

GO 15/427 kayıt numaralı çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından 08.07.2015 tarihli toplantıda değerlendirilip tıbbi etik açısından uyumlu bulunmuştur (**Bkz. EK 1**).

Çalışmaya, Türk Telekom Basketbol Kulübü A Takım ve Genç Takım profesyonel oyuncuları arasından, dahil edilme kriterlerine uyan toplam 24 erkek sporcu dahil edilmiştir. Eğitim programına başlanmadan önce tüm sporcular tarafından Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulu'na uygun görülen aydınlatılmış onam formu imzalanmıştır. Türkiye Liglerinde yer alan bu iki basketbol takımının oyuncuları basit rastgele yöntemle çalışma (n=12, ortalama yaş: $22,45 \pm 5,22$ yıl) ve kontrol gruplarına (n=12, ortalama yaş: $24 \pm 6,96$ yıl) ayrılmıştır. A takım ve genç takım oyuncularından 6'şar kişi, rastgele sayılar seçen yazılım programı Research Randomizer 4.0 (Urbaniak, G. C., & Plous) kullanılarak seçilmiştir [139].

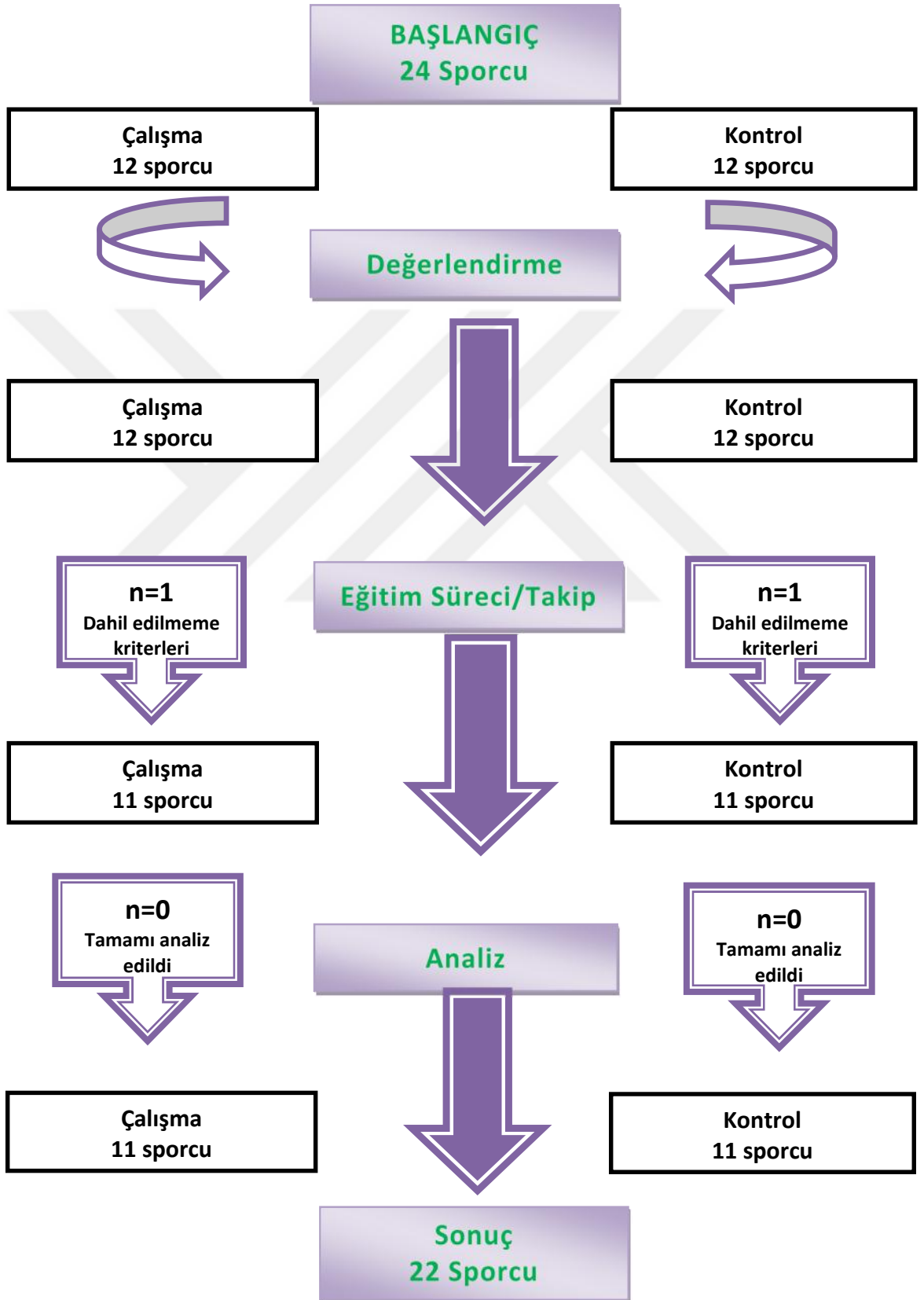
Dahil edilme kriterleri:

- Profesyonel erkek basketbol oyuncusu olmak,
- Son altı ay içerisinde ciddi bir ortopedik veya nörolojik yaralanma geçirmemiş olmak,
- Belirlenen yaş aralığında olmak.

Çalışma grubuna altı hafta süresince rutin basketbol antrenman programına ek olarak tüm beden vibrasyon cihazı üzerinde pliometrik egzersiz eğitimi verilirken, kontrol grubuna rutin basketbol antrenman programına ek olarak tüm beden vibrasyon cihazı üzerinde cihaz kapalı iken aynı pliometrik eğitim verilmiştir (**Şekil 3.1 Tüm beden vibrasyon cihazı**).

Altı haftalık eğitim süresince çalışmaya engel teşkil edebilecek sistemik, nörolojik veya diğer ciddi problemi olan sporcular ile bu süre içerisinde takımdan ayrılan sporcuların çalışma dışında bırakılması öngörülmüştür. Çalışma grubundan bir sporcu aşil tendinopatisi, kontrol grubundan da bir sporcu diz lateral kondilinde tramvatik osteokondral lezyon nedeniyle çalışmadan ayrılmıştır. Bu nedenle çalışmaya, her iki grup da 11'er sporcu ile başlanmıştır.





Şekil.3.1. Olgu akış şeması

3.2 Yöntem

3.2.1 Değerlendirme

Çalışmaya katılan sporculara aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

1. Sporcuların sosyodemografik ve fiziksel özelliklerinin kaydedilmesi
2. Saha testleri
 - Kas kuvveti
 - Sürat
 - Güç
 - Çeviklik
 - Denge

Çalışma ve kontrol grupları, altı haftalık pliometrik eğitim öncesi ve sonrasında aynı saha testleri ve fiziksel değerlendirmelerden geçirilmiştir.

Sporcuların Sosyodemografik ve Fiziksel Özellikleri

Çalışmaya dahil edilen sporculara ait aşağıdaki bilgiler kaydedilmiştir.

- Güncel bilgiler (adres, telefon, e-mail)
- Yaş (yıl)
- Boy uzunluğu (cm)
- Vücut ağırlığı (kg)

Saha Testleri

Olguların eğitim öncesi ve eğitim sonrası değerlendirme testleri aynı ortamda gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme testlerinden önce sporculara 10-15 dakikalık ısınma egzersizleri yaptırılmış, her bir test için test aralarında uygun dinlenme zamanı verilmiştir.

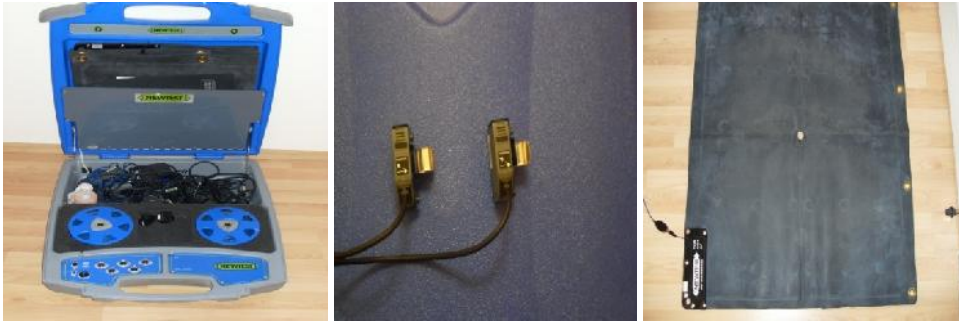
1. Kas Kuvveti Değerlendirmesi

1.1 Patlayıcı Kuvvetin Değerlendirilmesi

1.1.1 Dikey Sıçrama

Dikey sıçrama testi taşınabilir platform (Power Timer, New Test OY, FİNLAND) kullanarak ölçülmüştür (**Şekil 3.2**). Teste başlamadan önce sporculara test işlemleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Sporculardan hem deneme yapmak hem de ısınmak amacıyla 2-3 kez submaksimal düzeyde sıçramaları istenmiştir. Sporculara, test esnasında kollarını gövde yanında serbest bırakmaları ve sıçrayabildikleri kadar yükseğe sıçramaları söylenmiştir (**Şekil 3.3**). Test için üç maksimum sıçrama istenerek ortalaması alınmış ve analizlerde bu ortalama değer kullanılmıştır. Her sıçrama arasında iki dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. Dikey sıçrama performansı, sıçrama yüksekliği ve zirve torku olarak değerlendirilmiştir. Sıçrama mesafesi santimetre (cm) olarak, zirve torku newton metre (Nm) olarak kaydedilmiştir [140-142].

Dikey sıçrama testinin güvenilirlik derecesi test-tekrar test tekniği ile Cronbach değişkeniyle 0,99 olarak nitelendirilmiştir [143].



Şekil 3.2. New test power timer cihazı.

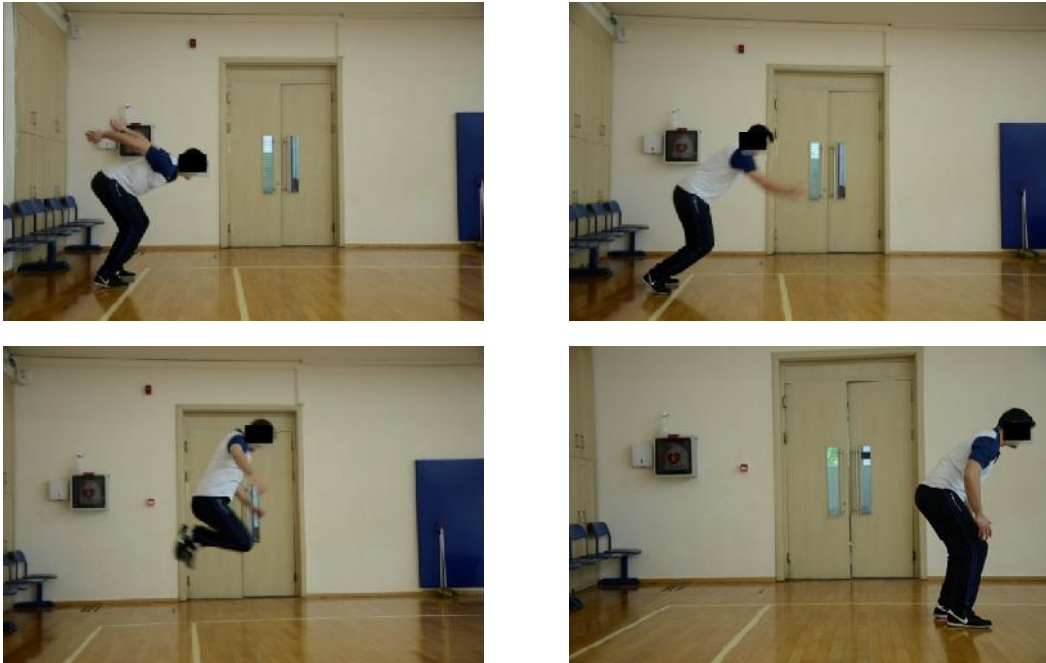


Şekil 3.3. Dikey sıçramanın değerlendirilmesi.

1.1.2 Yatay Sıçrama

Yatay sıçrama, alt ekstremite kas kuvvetini değerlendirmede kullanılan bir testtir. Pratik olması, ekipmana ihtiyaç duyulmaması, maliyetinin az olması ve kısa zamanda yapılabilmesi nedeniyle gençlerde fiziksel uygunluğun belirlenmesinde, sıklıkla kullanılır. Ölçüme başlanmadan önce test işlemi sporculara açıklanmıştır. Sporcular test öncesinde ısınma amacıyla 3-5 kez submaksimal düzeyde yatay sıçrama yapmışlardır. Test sırasında sporculardan ayaklarını omuz genişliğinde açmalarını, ayak parmak uçları çizginin gerisinde olacak şekilde durmalarını, dizlerden hafif yaylanarak kollarını serbest bırakmalarını ve zemini çok iyi ittirerek ileri doğru sıçrayabildikleri kadar uzağa sıçramaları istenmiştir (**Şekil 3.4**). Yatay sıçrama performansı değerlendirilirken ileriye doğru kat edilen mesafe ölçülmüş ve santimetre cinsinden kaydedilmiştir [144, 145]. İlk sıçramadan sonra 2 dakika ara ile ikinci ve üçüncü sıçramalar yapılmıştır. Üç sıçramadan elde edilen değerin ortalaması alınarak analiz için kullanılmıştır.

Yatay sıçrama testinin güvenilirlik kat sayısı yüksek olarak nitelendirilmiştir (0,83–0,99) [145].



Şekil 3.4. Yatay sıçrama testi.

1.2 Maksimal Kuvvetin Değerlendirilmesi

Alt ekstremité kuvveti, 1 maksimum tekrar (1 MT) yarım squat ile ölçülmüştür. 1 MT yarım squat kuvvet ölçümünde, kişinin yarım squat pozisyonunda (femur ile tibia arasındaki diz eklemler açısı 90 derecedir), halter omuzlarında iken uygun teknikte bir kez kaldırılabildiği maksimum ağırlık saptanmıştır (**Şekil 3.5**) [146, 147].

Bu testin yapılması için, 2-3-5-10-15-20 kg'lık standart ağırlıklar kullanılmıştır. Test öncesi tüm sporculara gerekli açıklamalar yapılmıştır. Test öncesinde sporcuların tahmin edilen 1MT ağırlığının %50'sini 8 kez kaldırarak ısınmalarına izin verilmiştir. Her bir sporcunun bir maksimum kuvveti tek tekrar metodu ile belirlenmiştir. 1 MT egzersiz sırasında bir defa kaldırılıp ikinci defa kaldırılamayan ağırlık performansdır. Bu metod uygulanırken her bir sporcunun kaldıracağı 1 MT ağırlığına deneme yanılma yöntemi ile ulaşılmış ve sonuç, kilogram (kg) olarak kaydedilmiştir [147, 148].

1 MT yarım squat kuvvet testi için güvenilirlik katsayısı yüksektir (ICC 0,99) [148].



Şekil 3.5. Yarım squat 1 MT kuvvet testi.

2. Süratin Değerlendirilmesi

Sporcuların hız açısından değerlendirilmelerinde 20 metre (m) hız testi kullanılmıştır. 20 m hız testi, fotosel (Power Timer, New Test OY, Finland) kullanılarak yapılmıştır. Test için 20 m aralıkla iki fotosel yerleştirilmiştir. Sporcuların 20 metreye varmadan hızlarını kesmemeleri için 25 metreye de bir huni konularak buraya kadar devam etmeleri istenmiştir. Sporcu, öndeki ayağı birinci huniyi geçmeyecek şekilde başlangıç pozisyonuna yerleştirilmiştir. Bu pozisyonun ardından verilen işaret ile birlikte sporcu çıkış yaparak 20 metredeki fotoseli geçene kadar maksimum hız ile koşmuş. Aradaki süre, sn cinsinden kaydedilmiştir (**Şekil 3.6**). Testten önce gerekli açıklamalar sporculara yapılarak, bir deneme yaptırılmıştır. Test 2 dakika ara ile 3 kez tekrarlanıp ortalama süre kaydedilmiştir [57, 149].

20 m hız testinin güvenirliği basketbol oyuncularında gösterilmiştir (ICC 0,89) [62].



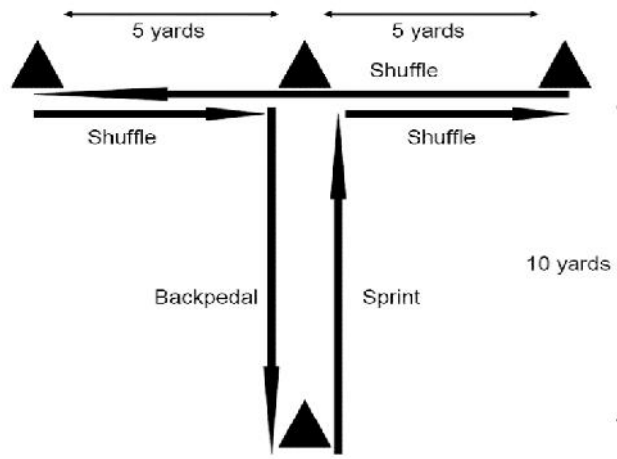
Şekil 3.6. 20 metre hız testi.

3. Çevikliğin Değerlendirilmesi

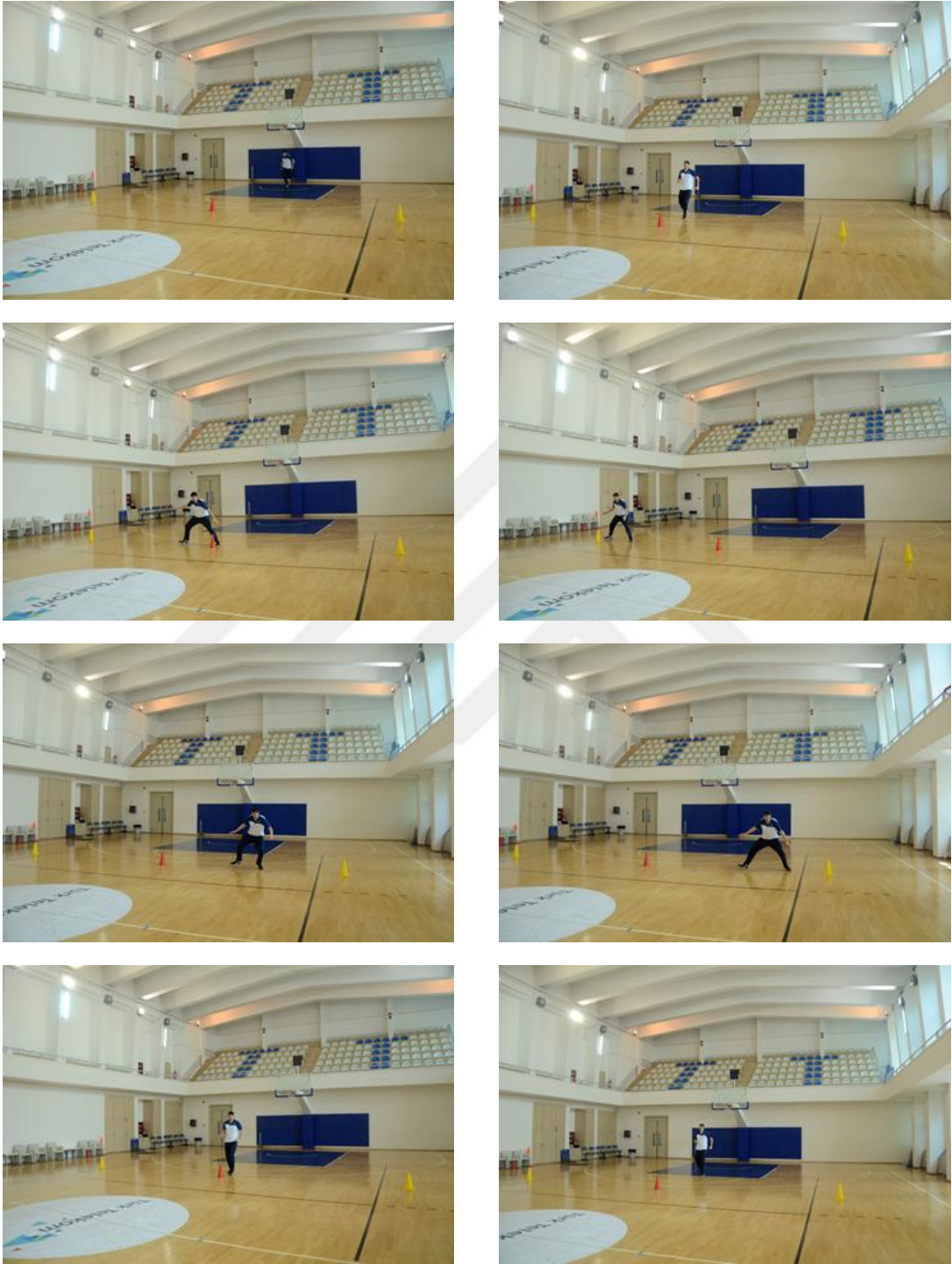
Sporcuların çeviklik düzeylerini değerlendirmek için “T Testi” kullanılmıştır. Bu testte 3 huni, aralarında 4,57 m’lik mesafe olacak şekilde aynı hizaya yerleştirilirken, 4. huni (başlangıç noktası) diğer 3 huninin ortasındaki huniye paralel bir şekilde 9,14 m geriye yerleştirilmiştir (T harfi şeklinde). Test; 9.14 m’lik mesafeyi ileriye doğru hızlı bir şekilde koşarak orta noktadaki huniye değme, sonra 4,57 m mesafeyi yan adımla koşma ve soldaki huniye değme, ardından 9,14 m mesafeyi yan adımla koşma ve sağdaki huniye değme, sonra tekrar sola doğru 4,57 m yan adımla koşma ve ortadaki huniye değme ve son olarak da 9,14 m geriye doğru koşma ve başlangıç hunisine dokunma şeklinde gerçekleştirilmiştir (**Şekil 3.7**) (**Şekil3.8**).

Sporcu başlangıç noktasında (0 metre) bacağına biri önde diğeri arkada doğrusal olarak statik ayakta duracak şekilde pozisyon almış. Sallanma ve benzeri hareketlere izin verilmemiştir. Sporcu bu pozisyonda en az 3 sn bekledikten sonra maksimum hızda koşmaya başlamış. Her bir sporcuya 3 koşu hakkı verilmiş. Koşular arasında 3 dakika dinlenme sağlanmıştır. Eğer herhangi bir sporcu test sırasında ayağını diğeri önünde çaprazlarsa veya konilere değemezse test başarısız olarak kabul edilmiş ve yeniden tekrarlanmıştır. Test üç kez yapılmıştır ve derecelerin ortalaması sn cinsinden kaydedilmiştir [150-152].

T testinin güvenilirlik katsayısı ICC 0,98 olarak belirtilmiştir [153].



Şekil 3.7. T Testi.

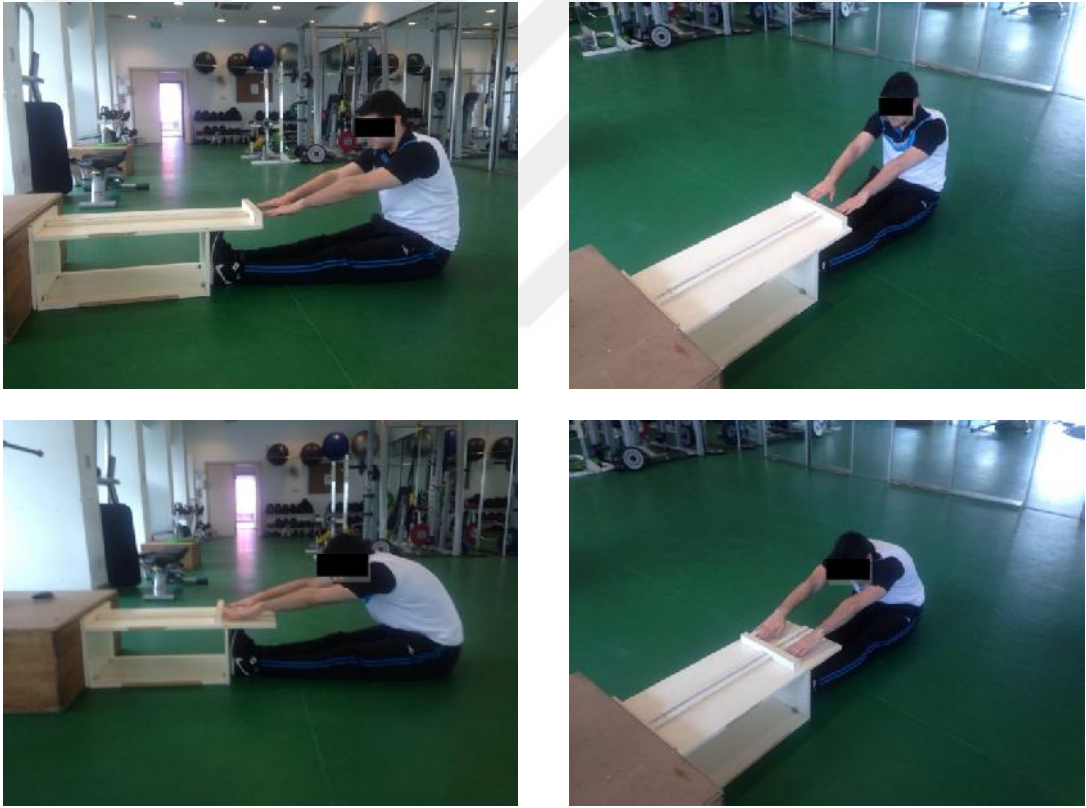


Şekil 3.8. T Testi.

4. Esnekliğin Değerlendirilmesi

Esneklik testi için otur-uzan testi uygulanmıştır. Bu test 30 cm yüksekliğinde, 45 cm genişliğinde ve 100 cm uzunluğunda özel bir araç kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Test aracının ayakların konulduğu 25 cm içerdeki kısmı “0”

referans noktası olarak alınmıştır. Referans noktasından sporcuya doğru olan kısım eksi değerleri, ters tarafa doğru olan kısım artı değerleri göstermiştir. Test aracı düz bir zemine konulmuş, ölçümler çıplak ayak ile yapılmıştır. Sporcunun ayakları bitişik olacak şekilde referans noktasına yerleştirilmiştir (**Şekil 3.9**). Sporcuya test açıklanarak iki deneme yapması istenmiştir. Test sırasında sporcunun dizlerine bastırılarak dizlerini bükmesi önlenmiştir, daha sonra sporcunun parmak uçlarıyla tahtayı iterek uzanabildiği en son noktaya kadar gelip burada 2 sn. kadar kalması istenmiş ve uzanabildiği değer cm cinsinden ölçülmüştür. Test 3 kez tekrarlanmış, sporcunun yaptığı derecelerin ortalaması kaydedilmiştir [57, 149].



Şekil 3.9. Otur-uzan esneklik testi.

5. Dengenin Değerlendirilmesi

Dengenin değerlendirilmesinde yıldız denge testi (YDT) kullanılmıştır. Yıldız denge testinde sporcu 45 derecelik açıyla birbirini kesen 120 cm'lik sekiz çizginin [anterior (A), anterolateral (AL), anteromedial (AM), posterior (P), posterolateral (PL), posteromedial (PM), medail (M) ve lateral (L)] kesişme noktasında durmuştur. Merkezde kontralateral ayakla dengeyi korurken, diğer ayakla bu sekiz çizginin her

birinde, dokunabileceği en uzak noktaya parmak ucuyla en hafif şekilde dokunup, tekrar merkeze çift ayak duruş pozisyonuna geri dönmüştür. Sporcuya, lateral ve posterolateral yönler uzanırken kontralateral ayağın arkasından uzanması söylenmiştir. Öğrenme etkisini en aza indirmek için sporcunun sekiz yönün her birine altı kez uzanmasına izin verilmiştir [154] (**Şekil 3.10**). Her yöne doğru üçer uzanma yapılmış, her uzanma sonrasında 30 sn ara verilmiş, uzanma mesafelerinin ortalamaları cm cinsinden kaydedilmiştir. Sporcu testi dominant alt ekstremitesi ile yapmış ve uzanma yönlerini saat yönü olarak ayarlanmıştır. Dominant alt ekstremiteyi belirlemek için, sıçrarken hangi bacağı kullanırsın şeklinde bir soru yöneltilerek tespit edilmiştir. Sporcunun alt ekstremitelerinin uzunluğunun sonuçları etkilememesi ve sonuçların yüzde şeklinde kaydedilebilmesi için her uzanış mesafesi alt ekstremiteler uzunluğuna bölünüp yüz ile çarpılmıştır [154, 155].

Yıldız denge testinin güvenilirlik katsayı oranları yüksektir (ICC: 0,67–0,87), (ICC: 0,81–0,96) [155, 156].



Şekil 3.10. Yıldız Denge Testi.

3.2.2 Tüm Beden Vibrasyon Eğitimi

Çalışmada tüm vücut vibrasyonu, sporculara vertikal hareket sağlayan tüm beden vibrasyon platform cihazı (Vibeplate, Nebraska, ABD) üzerinde ayakta duruş pozisyonunda verilmiştir (**Şekil 3.11**). Literatürde sporcular için spesifik bir tüm beden vibrasyon eğitim programı bulunmadığından çalışmadaki parametreler (amplitüd ve frekans) daha önceki literatür çalışmalarından örnek alınarak ayarlanmıştır [14, 157-159]. Eğitim boyunca Vibeplate cihazının amplitüdü 2 mm; frekansı ise ilk 2 hafta 25 Hz, 2-4 haftalar arası 30 Hz, 4-6 haftalar arasında ise 35 Hz olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3.11. Tüm beden vibrasyon cihazı.

3.2.3 Pliometrik Eğitim Programı

Çalışmaya dahil edilen iki grup, değerlendirmelerin ardından sezon içerisindeki rutin taktik ve kuvvet antrenmanlarına devam etmiş. Gruplar değerlendirmeden sonra normal top antrenmanlarına ek olarak altı hafta boyunca, haftada iki kere, ortalama 60 dakikadan oluşan pliometrik egzersizler ile çalıştırılmıştır. Çalışma grubundaki bireylere vibrasyon cihazı üzerinde cihaz açıkken pliometrik egzersiz eğitimi verilmiştir. Kontrol grubundaki bireylere aynı pliometrik

egzersizler vibrasyon cihazı üzerinde cihaz kapalı iken yaptırılmıştır. Tüm eğitim seansları fizyoterapist eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Her iki gruptaki bireyler eğitime aynı tip spor ayakkabısı ile katılmıştır.

Sporculardan, sıçrama hareketlerini maksimum efor ve güçle yapmaları istenmiştir. Maksimum eforlu sıçramalar sırasında sporculardan sıçramanın gücünü ve verimliliğini artırmaya konsantre olmaları ve dizi valgus pozisyonuna kaçırmamaya dikkat etmeleri istenmiştir. Egzersiz de ilerleme, dinamik ve unilateral hareketlere geçilerek sağlanmıştır [133].

Pliometrik eğitim seansları, 10 dk ısınma, ardından 35-40 dk pliometrik egzersiz programı ile devam ettirilip 5 dk soğuma ve germe egzersizleri ile sonlandırılmıştır (**Tablo 3.2**) (**Tablo 3.3**). Setler arasında 30 saniye, egzersizler arasında 2 dakika dinlenme araları verilmiştir. Pliometrik egzersiz eğitiminin şiddeti ve yoğunluğu 3 set ile başlayıp 4 sete doğru ilerlenmiştir. Set sayısı artırılırken tekrar sayısı da artırılmıştır [104, 121, 160, 161].

Tablo 3.2. Isınma egzersizlerinin içeriği, süresi ve tekrar sayısı.

Fazlar	Yavaş koşu süresi (dak)	Düz bacak sıçrama ile koşu mesafesi (m) ve tekrar sayısı	Diz çekerek koşu mesafesi (m) ve tekrar sayısı	Topuk-kalça çekerek koşu mesafesi (m) ve tekrar sayısı	Çok yönlü hamle yürüyüş mesafesi (m) ve tekrar sayısı
Faz 1	5	15 (2)	15 (2)	15 (2)	15 (2)
Faz 2	5	15 (2)	15 (2)	15 (2)	15 (2)
Faz 3	5	15 (3)	15 (3)	15 (3)	15 (3)

Pliometrik eğitim haftalara göre Faz 1 (1-2 hafta), Faz 2 (2-4 hafta), Faz 3 (4-6 hafta) olacak şekilde düzenlenmiştir.

Tablo3.3. Fazlara göre pliometrik egzersiz programı set sayısı, tekrarı ve süresi.

Egzersizler	Faz 1 (1-2 hafta)	Faz 2 (3-4 hafta)	Faz 3 (5-6 hafta)
İleriye-Geriye Sıçrama	Çift ayak 3×12	Tek ayak 3×10	-
Yana Sıçrama	Çift ayak 3×12	Tek ayak 3×10	-
Kare Sıçrama	Çift ayak 3×12	Tek ayak 3×10	-
Squat Sıçrama	3×12	4×12	4×15
Hamle Sıçrama	3×8	4×10	Alternatif ayak 3×10
Tek Bacak Çömelerek Sıçrama	-	3×8	3×10
Diz bükerek Sıçrama	-	3×8	3×10
Patlayıcı Sıçrama	-	3×12	4×12
Ritmik Sıçrama	-	-	3×12
Çoklu Kutu Sıçrama	-	-	3×10

Pliometrik egzersizlerden sonra düşük şiddetli koşu ve statik germe egzersizleri yaptırılarak soğuma periyodu ile egzersiz eğitimi tamamlanmıştır.

Germe egzersizleri abdominal kaslar, lomber ekstansörler, kalça fleksör ve rotatör kasları, iliotibial bant (ITB), hamstring, quadriceps, kalça addüktörleri ve gastrocnemius kaslarına yönelik verilmiştir (**Tablo 3.4**).

Tablo 3.4. Fazlara göre eğitim sonrası germe egzersizleri, set ve tekrar sayıları

Fazlar	Abdominal Tekrar (set)	Lumbal Ekstansör Tekrar (set)	ITB Tekrar (set)	Hamstring ve Quadriceps Tekrar (set)	Add. ve gastrocnemius Tekrar (set)
Faz 1	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)
Faz 2	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)
Faz 3	4 (1)	5 (1)	4 (1)	5 (1)	4 (1)

Pliometrik eğitimin 1. fazında, yoğunluğu ve derinliği daha az olan sıçramalar sırasında sporcunun sensorimotor kontrol kazanması hedeflenmiştir. İlerleyen fazlarda motor kontrol, endurans ve propriosepsiyon sağlanması amacıyla temel pliometrik egzersizler gösterilmiştir.

2. ve 3. fazda yoğunluğu ve şiddeti giderek artan egzersizler verilerek nşromuskşler adaptasyon ve fasilasyon amaçlanmıştır. Unilateral ve daha dinamik hareketlere geçiş yapılırken, kontralateral ekstremite hareketleri ile kombine daha fazla hız, kuvvet, gşç ve koordinasyon gerektiren hareketlere ilerlenmiştir. Egzersizler, vibrasyon frekansı dşşşkten yşkseğe doğru artırılarak yaptırılmıştır.





Şekil 3.12. Tüm beden vibrasyonu eşliğinde yapılan pliometrik egzersiz örnekleri.

3.2.4 İstatistiksel Analiz

Bireylerden elde edilen verilerin analizi Windows işletim sistemi altında çalışan SPSS 13.0 (SPSS; Inc, Chicago, IL, USA) istatistik paket programı ile yapılmıştır. Ölçülebilen veriler aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. Frekans dağılımları N (%) olarak ifade edilmiştir. Gruplarda eğitim öncesi / başlangıç ile eğitim sonrası / bitiş verilerinin karşılaştırılması parametrik koşullar sağlanmadığı için “Wilcoxon Testi” kullanılarak yapılmıştır. Değişkenlere ait sonuçlar, aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma ($X \pm SS$) şeklinde gösterilmiştir. Her iki grubun eğitim öncesi ve sonrası farklarının karşılaştırılmasında “Mann- Whitney U Testi” kullanılmıştır. Fark değişkenleri, fark $\pm$ standart sapma ($D \pm SS$) olarak ifade edilmiştir. Tüm istatistiklerdeki p anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır [162].

4.BULGULAR

Çalışma sonucunda, tüm vücut vibrasyonu eşliğinde pliometrik eğitim yaptırılan çalışma grubu ve (n=11) ve vibrasyon aleti üzerinde ancak vibrasyon kullanılmadan pliometrik eğitim verilen kontrol gruplarından (n=11) elde edilen bulgular aşağıda yer almaktadır.

4.1 Tanımlayıcı Veriler ve Değerlendirme Sonuçları

Çalışma grubundaki bireylerin (n=11) yaşları 18-32 yıl arasında değişmekte olup yaş ortalaması $22,45 \pm 5,22$ yıldır. Kontrol grubunda (n=11) ise yaş aralığı 18-32 yıl, yaş ortalaması $24 \pm 6,96$ yıldır. Çalışma ve kontrol grubundaki sporcuların yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi sonuçları aşağıda yer almaktadır (**Tablo 4.1**). İki grup, yaş ve fiziksel özellikleri (boy, kilo, vücut kütle indeksi) açısından benzerdir ($p > 0,05$).

Tablo 4.1. Çalışma grubu ile kontrol grubuna ait fiziksel özelliklerin karşılaştırılması.

Özellikler	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)		
	X $\pm$ SD	X $\pm$ SD	z	P*
Yaş (yıl)	22,45 $\pm$ 5,22	24 $\pm$ 6,96	-0,138	0,89
Boy uzunluğu (m)	1,95 $\pm$ 0,08	1,94 $\pm$ 0,08	-0,23	0,818
Ağırlık (kg)	89,45 $\pm$ 11,13	91,09 $\pm$ 9,97	-0,09	0,921
Vücut Kütle İndeksi (kg/m ²)	23,20 $\pm$ 1,80	23,86 $\pm$ 1,14	-0,699	0,485

* p =0,05; Mann Whitney U Testi.

Vibrasyon eşliğine yapılan pliometrik eğitim grubu ve kontrol grubunun pliometrik eğitim öncesi fiziksel uygunluk test değerleri **tablo 4.2** ve **tablo 4.3**'de verilmiştir. Grupların pliometrik eğitim öncesi fiziksel uygunluk test değerleri karşılaştırıldığında; kontrol grubunda dikey sıçrama mesafe değeri daha yüksek bulunurken ($p < 0,05$), diğer fiziksel uygunluk parametreleri (dikey sıçrama zirve tork, yatay sıçrama, maksimum kas kuvveti, sürat, çeviklik, denge) bakımından gruplar benzer (**tüm p'ler $> 0,05$**) bulunmuştur.

Tablo 4.2. Pliometrik eğitim öncesi çalışma grubu ve kontrol grubuna ait test değerlerinin karşılaştırılması.

Testler	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)		
	X ± SD	X ± SD	z	P*
Dikey sıçrama (cm)	39,63±6,72	45,55±6,49	-2,069	0,039
Dikey sıçrama zirve tork (Nm)	4316,14±798,22	4714,97±487,20	-1,39	0,178
Yatay sıçrama (m)	2,40±0,25	2,40±0,27	0,000	1,00
Maksimum kas kuvveti (kg)	123,64±26,75	126,36±30,34	0,23	0,818
Sürat (sn)	3,27±0,17	3,29±0,14	-0,033	0,974
Esneklik (cm)	12,64±5,80	12,58±5,45	-0,033	0,974
Çeviklik (sn)	9,91±0,33	9,79±0,45	-0,427	0,669

* p =0,05; Mann Whitney U Testi.

Tablo 4.3. Pliometrik eğitim öncesi çalışma grubu ve kontrol grubuna ait Yıldız Denge Testi (YDT) değerlerinin karşılaştırılması.

	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)		
YDT	X ± SD	X ± SD	z	P*
Anterior (cm)	91,75±6,78	92,94±8,90	0,295	0,768
Anterolateral (cm)	83,30±6,16	81,25±6,81	0,952	0,341
Lateral (cm)	73,94±10,37	72,73±10,87	0,164	0,870
Posterolateral (cm)	84,88±14,61	89,55±9,24	0,657	0,511
Posterior (cm)	97,70±11,02	97,35±11,02	0,033	0,974
Posteromedial (cm)	99,75±6,92	100,87±7,51	0,361	0,718
Medial (cm)	95,30±8,17	94,35±7,94	0,361	0,718
Anteromedial (cm)	93,75±7,63	93,16±7,42	0,361	0,718

* p =0,05; Mann Whitney U Testi.

Sporcuların eğitim öncesi ve eğitim sonrası esneklik ve dikey sıçrama değerlerinin grup içi istatistiği **Tablo 4.4**'de gösterilmiştir. Çalışma ve kontrol grubunda eğitim öncesi ve sonrası esneklik ve dikey sıçrama değerlerinde artış yönünde anlamlı fark bulunmuştur (**tüm p'ler < 0,05**).

Tablo 4.4. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası esneklik ve yatay sıçrama değerlerinin grup içi karşılaştırılması.

	Çalışma grubu (n=11)				Kontrol Grubu (n=11)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*
Esneklik (cm)	12,64±5,80	15,54±5,77	- 2,936	0,003	12,58±5,45	14,54±5,55	- 2,937	0,003
Yatay sıçrama (m)	2,40±0,25	2,61±0,18	- 2,936	0,003	2,40±0,27	2,51±0,22	- 2,848	0,004

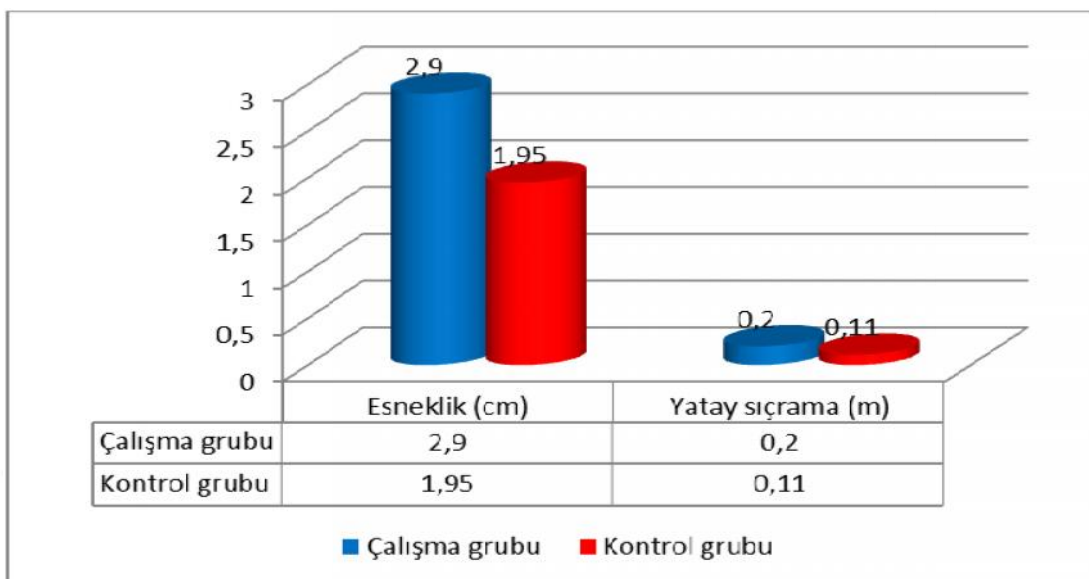
* p =0,05; Mann-Whitney U Testi.

Eğitim öncesi ve sonrasında esneklik değerlerinde meydana gelen fark açısından gruplar karşılaştırıldığında; esnekliğin çalışma grubunda kontrol grubuna göre daha fazla arttığı (**p<0,05**), yatay sıçrama mesafesi açısından ise gruplar arasında fark olmadığı (**p>0,05**) saptanmıştır (**Tablo 4.5**). Eğitim öncesi ve eğitim sonrası esneklik ve yatay sıçrama değerlerinin çalışma ve kontrol grubundaki değişim farkları **Şekil 4.1**'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası esneklik ve yatay sıçrama değerlerindeki farkın gruplar arasında karşılaştırılması.

Test	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)	z	P*
	D±SD	D±SD		
Esneklik (cm)	2,90±0,76	1,95±0,68	-2,729	0,006
Yatay sıçrama (m)	0,20±0,08	0,11±0,10	-1,876	0,061

* p =0,05; Mann-Whitney U Testi.



Şekil 4.1. Pliometrik eğitim sonucunda, grupların esneklik ve yatay sıçrama değerleri arasındaki farklar.

Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası sürat ve çeviklik (“T” testi) açısından gruplara bakıldığında, her iki grupta sürat ve “T” testi değerlerinin eğitim sonrası artış gösterdiği bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.6)

Tablo 4.6. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası gruplara ait sürat ve çeviklik değerlerinin karşılaştırılması.

Test	Çalışma Grubu (n=11)				Kontrol Grubu (n=11)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*
Sürat (sn)	3,27±0,17	3,07±0,13	- 2,941	0,003	3,29±0,14	3,16±0,10	- 2,934	0,003
T drill (sn)	9,91±0,33	9,60±0,32	- 2,936	0,003	9,79±0,45	9,65±0,44	- 2,934	0,003

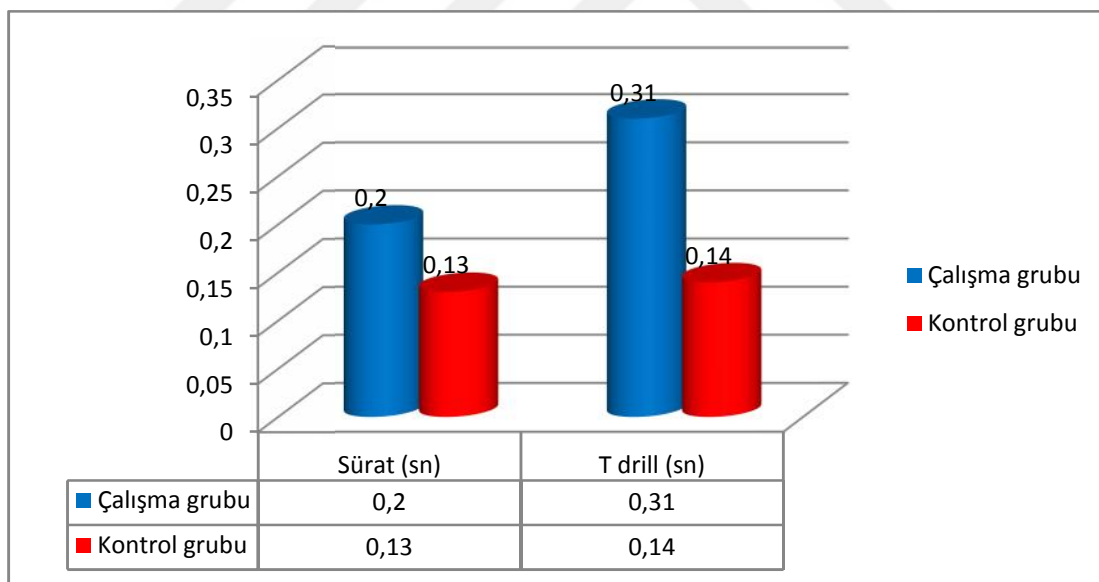
* $p = 0,05$; Mann-Whitney U Testi

Grupların pliometrik eğitim öncesi ve sonrası sürat ve çeviklik (T testi) değerlerine ait farklar, gruplar arasında karşılaştırıldığında; vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitim grubunda bu parametrelerin kontrol grubuna göre anlamlı oranda daha fazla geliştiği saptanmıştır ($p < 0.05$) (Tablo 4.7). Değişim değerleri aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 4.2).

Tablo 4.7. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası sürat ve çeviklik değerlerindeki farkın gruplar arasında karşılaştırılması.

Test	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)	z	P*
	D±SD	D±SD		
Sürat (sn)	-0,20±0,05	-0,13±0,06	-2,439	0,015
T drill (sn)	-0,31±0,09	-0,14±0,05	-3,548	0,001

* p =0,05; ; Mann-Whitney U Testi.



Şekil 4.2. Eğitim süresince grupların sürat ve çeviklik parametrelerinin değişim farkları.

Sporcuların pliometrik eğitim öncesi ve sonrası maksimum kas kuvveti, dikey sıçrama mesafesi ve dikey sıçrama zirve tork değerlerinin grup içi istatistiği **Tablo 4.8**'de verilmiştir. Maksimum squat kas kuvveti değerlerinin, her iki grupta da eğitim sonrası yükseldiği görülmüştür. Pliometrik eğitim sonrasında, dikey sıçrama mesafesi ve zirve tork değerlerinin her iki grupta da anlamlı artış gösterdiği saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.8. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası maksimum kas kuvveti ve patlayıcı kuvvet sonuçlarının grup içi karşılaştırılması.

Test	Çalışma Grubu (n=11)				Kontrol Grubu (n=11)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*
Squat 1 MT (kg)	123,64±26,75	134,09±27,28	-2,96	0,003	126,36±30,34	131,36±30,26	-2,81	0,005
Dikey sıçrama (cm)	39,63±6,72	44,46±6,31	-2,93	0,003	45,55±6,49	48,19±5,59	-2,84	0,004
Dikey sıçrama zirve tork (Nm)	4316,14±798,22	4638,15±652,40	-2,93	0,003	4714,97±487,20	4830,02±456,94	-2,31	0,021

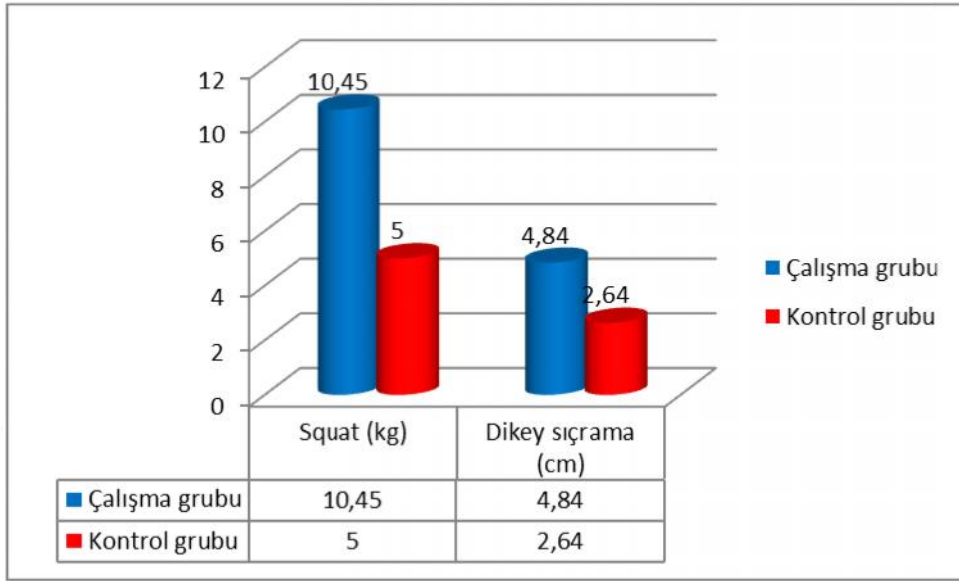
* p =0,05; Mann-Whitney U Testi

Pliometrik eğitim öncesi ve sonrasında, kas kuvvetinin göstergesi olarak ölçülen squat 1 MT ve dikey sıçrama değerlerine ait farklar gruplar arasında karşılaştırıldığında, çalışma grubuna ait sonuçların kontrol grubundan anlamlı oranda daha yüksek olduğu görülmüştür (**tüm p'ler <0,05**). (**Tablo 4.9**). Eğitim sonrası grupların gelişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir (**Şekil 4.3**, **Şekil 4.4**).

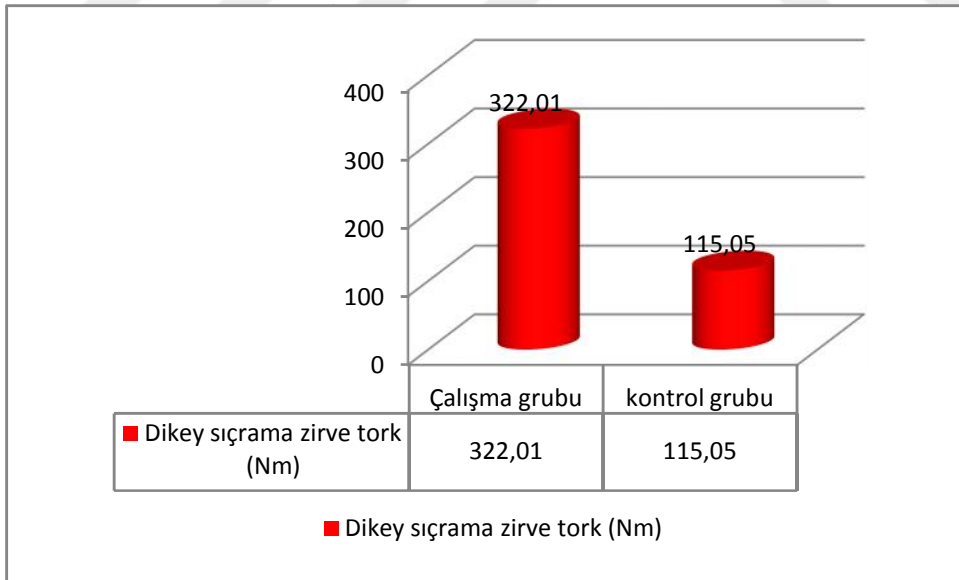
Tablo 4.9. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası maksimum kas kuvveti ve patlayıcı kuvvet değerlerindeki farkın gruplar arasında karşılaştırılması.

Test	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)	t	P*
	D±SD	D±SD		
Squat 1 MT (kg)	10,45±4,16	5±3,16	-2,799	0,005
Dikey sıçrama (cm)	4,84±1,36	2,64±1,35	-3,316	0,001
Dikey sıçrama zirve tork (Nm)	322,01±189,38	115,05±130,32	-2,331	0,002

* p =0,05; Mann-Whitney U Testi



Şekil 4.3. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası maksimum kas kuvveti (squat 1 MT) ve dikey sıçrama değerlerindeki değişim farkının gruplar arasında karşılaştırılması.



Şekil 4.4. Çalışma ve kontrol gruplarının pliometrik eğitim öncesi ve sonrası dikey sıçrama zirve tork farkları.

Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası dominant alt ekstremite Yıldız Denge Testi (YDT) sonuçları grup içinde karşılaştırıldığında, pliometrik eğitim sonunda her iki grupta da tüm yönlerdeki ölçümlerde artış olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası dominant alt ekstremite Yıldız Denge Testi (YDT) değerlerinin karşılaştırılması.

YDT	Çalışma Grubu (n=11)				Kontrol Grubu (n=11)			
	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*	Eğitim Öncesi	Eğitim Sonrası	z	P*
Anterior (cm)	91,75±6,78	96,31±6,43	- 2,937	0,003	92,94±8,90	95,25±9,00	- 2,941	0,003
Anterolateral (cm)	83,30±6,16	87,80±6,84	- 2,934	0,003	81,25±6,81	84,31±6,50	- 2,936	0,003
Lateral (cm)	73,94±10,37	78,05±10,45	- 2,937	0,003	72,73±10,87	74,95±1,01	- 2,805	0,005
Posterolateral (cm)	84,88±14,61	88,48±14,36	- 2,937	0,003	89,55±9,24	91,90±8,73	- 2,940	0,003
Posterior (cm)	97,70±11,02	100,94±10,43	- 2,847	0,004	97,35±11,02	99,88±10,32	- 2,714	0,007
Posteriomedial (cm)	99,75±6,92	103,26±6,04	- 2,937	0,003	100,87±7,51	102,95±7,54	- 2,670	0,008
Medial (cm)	95,30±8,17	99,10±7,25	- 2,936	0,003	94,35±7,94	96,68±7,57	- 2,758	0,006
Anteriomedial (cm)	93,75±7,63	97,05±7,94	- 2,934	0,003	93,16±7,42	95,21±7,22	- 2,938	0,003

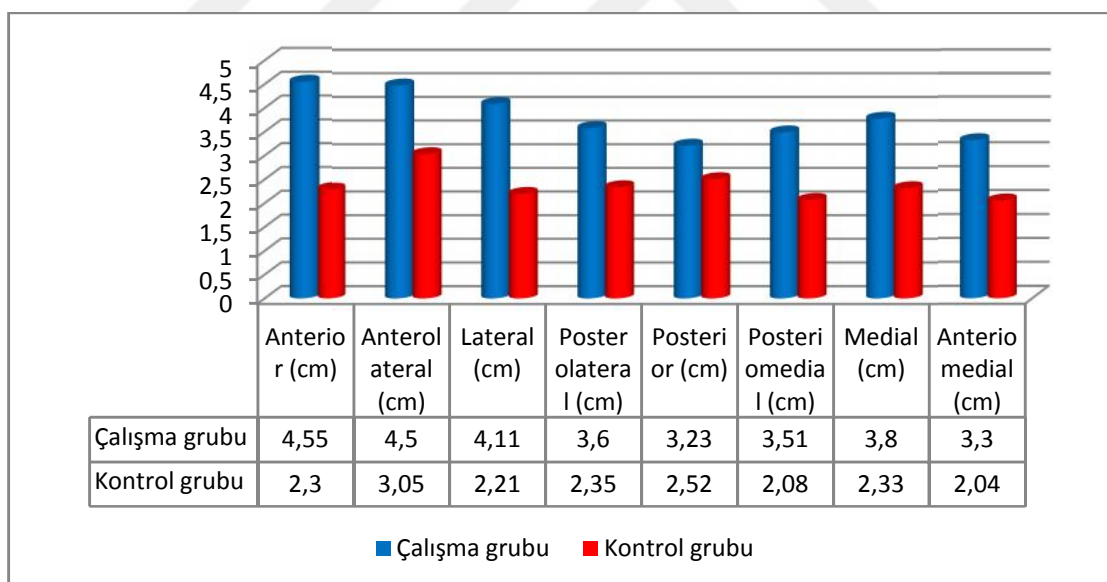
* $p = 0,05$; Wilcoxon testi

Pliometrik eğitim öncesi ve sonrası dominant alt ekstremite YDT fark değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında; posterior yönde her iki grubun gelişimi benzer bulunurken ($p > 0,05$), diğer bütün yönlerde vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitim grubunun değerlerinin, kontrol grubuna göre daha fazla arttığı saptanmıştır (tüm p 'ler $< 0,05$) (Tablo 4.11). YDT sonuçlarındaki değişim, aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 4.5).

Tablo 4.11. Pliometrik eğitim sonunda dominant alt ekstremitte YDT değerlerindeki değişim farklarının gruplar arasında karşılaştırılması.

YDT	Çalışma Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=11)		
	D±SD	D±SD	t	P*
Anterior (cm)	4,55±1,16	2,30±0,70	-3,849	< 0,001
Anterolateral (cm)	4,50±1,37	3,05±1,08	-2,465	0,014
Lateral (cm)	4,11±1,35	2,21±1,35	-2,796	0,005
Posterolateral	3,60±1,22	2,35±0,99	-2,373	0,018
Posterior (cm)	3,23±1,65	2,52±1,77	-1,480	0,139
Posteriomedial (cm)	3,51±1,18	2,08±1,49	-2,404	0,016
Medial (cm)	3,80±1,18	2,33±1,38	-2,172	0,030
Anteriomedial (cm)	3,30±1,39	2,04±0,75	-2,761	0,006

* p = 0,05; Mann-Whitney U testi kullanılarak elde edilen p değerleri.



Şekil 4.5. Pliometrik eğitim sonunda dominant alt ekstremitte Yıldız Denge Testi değerlerindeki değişim farklarının gruplar arasında karşılaştırılması.

5. TARTIŞMA

Çalışmanın sonucuna göre vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitimin fiziksel performans parametrelerinden kuvvet, sürat, çeviklik, esneklik ve denge üzerindeki etkilerinin, vibrasyonsuz pliometrik eğitimden farklı olduğu şeklinde kurulan hipotezler kabul edilmiştir. Altı haftalık pliometrik eğitim sonrası her iki grupta da incelenen tüm parametrelerde anlamlı artış olmakla birlikte, vibrasyon eşliğinde uygulanan pliometrik eğitim grubunda saptanan gelişme, posterior YDT denge test değerleri dışındaki tüm parametrelerde, çalışma grubundan anlamlı oranda daha fazla bulunmuştur.

5.1. Kuvvet

5.1.1. Patlayıcı Kuvvet

5.1.1.1. Dikey Sıçrama

Basketbolda, yüksek sportif performans seviyesi için kısa zamanda maksimum kuvvet üretebilme yeteneğinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır [31]. Sporcuların motivasyon seviyelerinin ve sportif performansın artırılması, yaralanma oranının azaltılması için patlayıcı kuvvet eğitimi, gerek sezon öncesinde gerekse sezon içinde basketbol antrenmanlarının bir parçası haline gelmiştir [163]. Patlayıcı kuvvetin geliştirilebilmesi için birçok yöntem kullanılmakta ve araştırılmaktadır. Tüm beden vibrasyonu ile birlikte yapılan egzersiz uygulamaları, son zamanlarda giderek artan oranda kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada vibrasyon eşliğinde pliometrik eğitim sonrası dikey sıçrama mesafesinde %12,1, dikey sıçrama zirve torkunda %7,4 artış gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda ise dikey sıçrama mesafesinde %5,7, dikey sıçrama zirve tokunda %2,4 artış sağlanmıştır.

Rønnestad, yaşları 21-40 yıl arasında değişen 14 rekreasyonel erkek sporcu üzerinde yaptığı bir çalışmada; haftada 3 gün 5 hafta boyunca bir gruba (n=7) vibrasyon platformu (44 Hz) üzerinde squat egzersiz eğitimi verilirken diğer gruba (n=7) normal squat egzersiz eğitimi vermiştir. Her iki grup da 1. hafta 10 MT'den 3 set, 2. ve 3. haftada 8 MT'den 4 set, son 2 hafta ise 6 MT'den 4 set olacak şekilde egzersiz rutinini tamamlamıştır. Dikey sıçrama mesafesi ve alt ekstremité kuvveti

için 1MT squat testi kullanılmıştır. Eğitim sonrasında dikey sıçrama mesafesinde %8,7 artış gözlemlenmiştir [164]. Çalışmamızda vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim sonrası dikey sıçrama mesafesindeki artışın Ronnestad'ın yaptığı araştırmadaki artıştan daha fazla oranda olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi pliometrik eğitimin dikey sıçrama mesafesine sağladığı ek katkıdan dolayı olabileceğini düşünmekteyiz.

Genç kayakçılarda tüm beden vibrasyon eğitiminin kuvvet ve postüral kontrol üzerine olan etkilerini araştırmak için yapılan bir çalışmada, eğitim grubuna haftada 3 gün 6 hafta boyunca vibrasyon platformu üzerinde squat, derin squat, bacaklar açık squat, tek bacak squat, parmak ucu yükselme, kayak hareketleri, platforma sıçrama ve hafif sıçrama egzersizleri yaptırılırken, kontrol grubuna aynı egzersizler vibrasyon platformu üzerinde cihaz kapalı iken yaptırılmıştır. Eğitim grubunda eğitim yoğunluğundaki artış, amplitüdün 2'den 4 mm'ye, frekansın ise 24 Hz'den 28 Hz'e yükseltilmesiyle ve egzersizlerin tekrar sayısının arttırılmasıyla sağlanmıştır. Kontrol grubunda ise sadece tekrar sayısı arttırılmıştır. Patlayıcı kuvvet yüksek kutu testi (30cm lik kutu kullanılmış) ile değerlendirilmiştir. Her iki grupta da 6 haftalık eğitim sonrasında ayak bileği ve diz kaslarının izokinetik kuvvetinde ve patlayıcı kuvvette artış bulunmuştur. Eğitim grubundaki patlayıcı kuvvet artışının kontrol grubuna göre %25 oranında daha fazla olduğu saptanmıştır [15]. Bu çalışmada patlayıcı kuvvetin değerlendirilmesi, yukarıdaki çalışmadan farklı olarak dikey sıçrama testi ile yapılmıştır. Değerlendirme yöntemleri farklı olsa da her iki çalışmada da patlayıcı kuvvette artış gözlemlenmiştir.

Tüm beden vibrasyon eğitiminin (35 Hz, 4mm'de uygulanan) performans parametreleri üzerine etkilerini araştırmak için 26 kadın sporcu üzerinde yapılan çalışmada; 8 hafta, haftanın 3 günü, statik pozisyonda (tek bacak üzerinde yarım squat pozisyonu) 5-10 dakika arasında durarak egzersiz eğitimi verilmiştir. Eğitim sonunda performanslar dikey sıçrama, izokinetik horizontal leg press, otur uzan testi ile değerlendirilmiştir. Dikey sıçramada mesafesinde % 9,6'lık artış gözlemlenirken; izokinetik leg press'in zirve kuvvetinde %12,6'lık, total işte ise %11,2'lik artış bulunmuştur [17]. Kadın sporcular üzerine yapılan çalışma da çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Elit ritmik cimnastikçiler (n=11) üzerinde yapılan bir çalışmada; vibrasyon eğitiminin esneklik, patlayıcı kuvvet ve postüral kontrol parametreleri üzerine olan akut etkileri incelenmiştir. Tüm beden vibrasyon cihazı (30 Hz, 2mm) üzerinde yapılan 5 farklı egzersizin hemen sonrasında ve 15 dakika sonrasında değerlendirmeler yapılmış ve sonuçta tüm beden vibrasyon eğitimi ile dikey sıçrama yüksekliğinde % 9,52 ve % 9,73' lük artış sağlandığı görülmüştür [18]. Çalışmamızda vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitimin 6 haftalık etkilerine bakılmış olsa da ritmik cimnastikçiler üzerinde yapılan çalışmayla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Balerinlerde sekiz haftalık tüm beden vibrasyon eğitiminin dikey sıçrama yeteneği ve seçilen ağırlıklarda (50,70,100 kg) diz ekstansör kuvvet performansı (leg press) üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, sporculara vibrasyon cihazı üzerinde 40 sn'lik 5 set halinde, aralarda 60 sn'lik pasif dinlenmeler verilerek yarım squat pozisyonunda yaklaşık 100° diz fleksiyonu yaptırılmıştır. Eğitim sonunda dikey sıçrama mesafesinde % 6,3'lük bir artış, seçilen ağırlıklardaki ortalama güç ve kuvvette, ve ayrıca hızda artış bulunmuştur [29]. Balerinlerle yapılan yukarıda bahsettiğimiz araştırma bulguları bu çalışmada elde edilen dikey sıçramadaki gelişmeyi destekler niteliktedir.

Tüm beden vibrasyon eğitimi sonrasında kuvvet ve güçteki artışın; vibrasyon eğitimi sırasındaki artmış nöromusküler aktivasyondan kaynaklandığı ve bunun da kuvvet eğitiminin neden olduğu adaptasyonlara benzer olduğu şeklinde bir teori ortaya atılmıştır [90, 91, 95].

Pliometrik egzersizler, gerim-kasılma siklusu olarak da bilinen, eksentrik kasılma öncesi kasın hızlıca gerilmesini takiben konsentrik olarak kasılmasından oluşur [104, 105]. Pliometrik egzersizler hareketin hızı ile kuvveti birbirine bağlayan bir egzersiz çeşididir. Hızlı siklus süresi sayesinde gerim ile kasılma fazları arasında maksimum enerji transferi sağlanırken, kasta depolanan maksimum elastik enerji yalnızca konsentrik kontraksiyon sırasında üretilen kuvvetten daha fazla kuvvet üretebilmek için kullanılır [104, 105]. Bu nedenle pliometrik egzersiz eğitimi sadece kuvveti arttırmak için değil aynı zamanda hız ve çevikliği arttırmak için de kullanılan bir egzersiz çeşididir. Yukarıda anlatılan pliometrik egzersiz eğitiminin etkilerinden dolayı çalışmamızda vibrasyon eşliğinde yapılan egzersiz çeşidi olarak seçilmiştir.

20 kadın voleybol oyuncusunda pliometrik eğitimin alt ve üst ekstremitelerine performansına olan etkisini araştıran bir çalışmada patlayıcı kuvvet, dikey sıçrama testi ve 1,5 kg sağlık topu / voleybol topu fırlatma ile değerlendirilmiştir. Haftada 2 gün, 8 hafta boyunca voleybol oyuncularına çeşitli sıçrama ve top atma şeklinde pliometrik egzersiz eğitimi uygulanmıştır. Eğitim sonunda dikey sıçrama mesafesinde % 20,1'lik artış sağlandığı bulunmuştur [165].

Shaji ve İsha, pliometrik eğitimin dikey sıçrama mesafesi ve çeviklik üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; 4 hafta boyunca haftada 2 gün eğitim verilmiş ve değerlendirmeler her hafta yapılmıştır. Pliometrik eğitim grubunda dikey sıçrama mesafesinde %7,9'luk artış gözlemlenmiştir. İlk hafta sıçrama mesafesinde %1,2'lik azalma; ikinci hafta %5,8'lik, üçüncü hafta %8,9'luk artış, dördüncü hafta ise 7,9'luk artış sağlanmıştır [105]. Sahji ve İsha'nın yaptığı araştırmanın sonucundaki bulgular bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir.

Pliometrik egzersizlerin GTO eksitasyon seviyesinde artışa neden olduğu, bu artışın kasın gerilmesi sırasındaki ek yüklenmelere karşı toleransını arttırdığı bilinmektedir [166, 167]. Altı haftalık pliometrik eğitim sonrası, sporcularda kontraksiyona katılan motor ünite sayısında artış, kasta kullanılmak için depolanan elastik enerjinin daha verimli kullanılmaya başladığı görülmüştür [132].

Bu çalışmanın bulguları, literatürdeki diğer araştırmalarla desteklenmekle kalmayıp, aynı zamanda vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin patlayıcı kuvvet gelişiminde diğer çalışmaların sonuçlarına oranla daha etkili olduğunu da göstermiştir.

5.1.1.2. Yatay Sıçrama

Bu çalışmada vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim sonrasında yatay sıçrama mesafesinde %8,75'lik artış görülürken, kontrol grubundaki artış %4,5'oranındadır.

Vertikal, horizontal, kombine vertikal-horizontal pliometrik eğitimin genç futbolcularda patlayıcı kuvvet, endurans ve denge üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada patlayıcı kuvvet; dikey sıçrama ve yatay sıçrama testleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Yatay sıçrama testinde en büyük artış %24,2 ile horizontal

pliometrik grubunda görülmüş, kombine horizontal-vertikal pliometrik eğitim grubunda ise artış %19 düzeyinde kalmıştır. Dikey sıçrama testinde kontrol grubu hariç tüm grupların performansında artış olurken kombine vertikal-horizontal pliometrik eğitim grubu %12,5 artış ile en iyi gelişmeyi göstermiştir [168].

Asadi'nin basketbol oyuncularında pliometrik eğitimin güç ve çeviklik parametreleri üzerine etkilerini inceleyen çalışmasında; 6 hafta boyunca haftada 2 gün yapılan pliometrik eğitimde; yatay sıçrama mesafesi 214.82 ± 9.20 cm'den 235.11 ± 8.42 cm'ye artış göstermiş, artış oranı %9.4 olarak bulunmuştur [23]. Asadi'nin yaptığı çalışmadaki yatay sıçrama mesafesindeki artış bu çalışmadaki bulguları destekler niteliktedir.

Basketbol, voleybol, futbol gibi çok yönlü spor dallarında kullanılan birçok hareket vertikal, horizontal, lateral yönlerdeki kuvvetlerin bileşiminden oluşur [169, 170]. Nöromusküler sistemi geliştiren ve ekstra nöral yolları aktive eden pliometrik eğitim, kuvvetin geliştirilmesinde esastır [171]. Farklı hareket paternleri ile maksimum kas gücüne etki ederek, yüksek hareket hızında çalışabilmeyi olası kılar [172-174]. Eksentrik yüklenme, segmental koordinasyon, eklem açısı ve eklem açısal hızının özgünlüğü gibi birçok faktöre bağlıdır.

Literatürde yer alan birçok çalışmada, çeşitli pliometrik egzersiz programlarının, sporcuların sıçrama performansını artırdığı rapor edilmektedir. Bu çalışmaların bazılarında, egzersiz eğitim programlarının tek başına değil, bileşik şekilde kullanılmasının, motor performans parametrelerinde belirgin artış sağladığı ileri sürülmektedir [163, 175]. Bu çalışmada da aynı görüşten yola çıkılarak pliometrik egzersizler tüm beden vibrasyon uygulaması ile kombine edilmiştir. Vibrasyon eşliğinde yapılan bir pliometrik eğitimin etkilerini araştıran bir çalışmaya daha önce rastlanmamış olması, bu çalışmayı özgün kılmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda sıçrama performansında elde edilen artış, nöromusküler kontrolde artmaya (GTO eksitasyonu, motor ünite sayısı) ve adaptasyonlara bağlanabilir. Egzersiz eğitimine cevap olarak meydana gelen adaptasyonların ilk fazında nöral faktörlerdeki artış ön plana çıkarken kasın morfolojik yapısındaki değişikliklerin ortaya çıkması birkaç ay ile bir yıl arasında zaman alır. Tüm beden vibrasyon eğitimi de biyolojik adaptasyonlardan nöromusküler aktivasyonu arttırarak benzer bir mekanizma ile etki sağlamaktadır. Dikey sıçrama sırasındaki gerim-kasılma

siklusunda kuvvet üretiminin; gerim refleksinin uyarılması ve bunun da Ia affarentlerini uyarması ile sağlandığı bilinmektedir. Tüm beden vibrasyon eğitiminde duyuşal reseptörlerin ve affarent yolların uyarılması ile gerim refleksi daha etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Tüm beden vibrasyon eğitimindeki kassal aktivitenin temeli olan duyuşal uyarılar, gerim-kasılma siklusunun uyarılması ve dikey sıçramadaki artışın sağlanmasında çok önemli rol oynamaktadır [91, 176, 177].

Vücut ağırlığı ile yapılan vertikal ve horizontal yöndeki patlayıcı kuvvet egzersizleri farklı nöromuskuler özelliklere sahiptir. Örneğin gerim kasılma siklusunun dikey sıçramada, yatay sıçramaya göre fazla katkı sağlamasının nedeni, vertikal yüklenme süresince muskulo-tendinöz yapının, gerim sırasında fazla yüklenmeye maruz kalarak konsentrik fazda kullanılan elastik enerjinin daha çok depolanması şeklinde açıklanmaktadır [169, 178]. Bu çalışmada yatay sıçrama mesafesindeki artışın daha az oluşu, yukarıdaki mekanizma ile ilişkilendirilebilir.

5.1.2. Maksimal Kuvvet

Bu çalışmada vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitim sonrasında elde edilen alt ekstremite maksimal kuvvetindeki artışın, çalışma grubunda %8,45, kontrol grubunda ise %3,95 olduğu bulunmuştur.

Annino ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, sekiz haftalık tüm beden vibrasyon eğitiminin seçilen ağırlıklarda diz ekstansör kuvvet performansı (50,70,100 kg; leg press) ve dikey sıçrama yeteneği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada balerinler, 8 hafta boyunca haftada 3 gün; 40 sn süreli 5 set halinde, aralarda verilen 60 sn'lik pasif dinlenmelerle yarım squat pozisyonunda (yaklaşık 100 diz fleksiyonu), ayaklar ve dizler eksternal rotasyonda olacak şekilde vibrasyon cihazı üzerinde durmuşlardır. Olgular horizontal leg press cihazında diz fleksiyon açısı 90°de standardize edildikten sonra 50, 70, 100 kg'lık ağırlıklarla yorulana kadar dinamik leg press egzersizi yapmışlardır. Eğitim sonunda seçilen ağırlıklarda ortalama hız, ortalama güç, ortalama kuvvette %2,25 ile %25,9 arasında artış bulunmuştur [29].

Rønnestad'ın yaşları 21-40 yıl arasında değişen 14 rekreasyonel erkek sporcu üzerinde yaptığı bir çalışmada; 5 hafta boyunca haftada 3 gün olmak üzere bir gruba vibrasyon platformu (44 Hz) üzerinde squat egzersiz eğitimi verilirken diğer gruba

normal squat egzersiz eğitimi vermiştir. Her iki grup da 1. hafta 10 MT'dan 3 set, 2. ve 3. haftada 8 MT'dan 4 set, son 2 hafta ise 6 MT'dan 4 set olacak şekilde egzersiz eğitimi almışlardır. Eğitimin sonuçları, dikey sıçrama mesafesi ve alt ekstremitte kuvveti ile değerlendirilmiştir. Alt ekstremitte kuvveti ise 1MT squat testi ile değerlendirilmiştir. Eğitim sonrasında alt ekstremitte kuvvetinde %31,5 artış [164] sağlanırken, bu gelişme çalışmamızda elde ettiğimiz kuvvet artışı destekler niteliktedir.

Tüm beden vibrasyon eğitiminin (35 Hz, 4mm) performans parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmak için 26 kadın sporcuda yapılan çalışmada; statik pozisyonda (yarım squat pozisyonu, tek bacak üzerinde yarım squat pozisyonunda durma) 5-10 dakika durarak 8 hafta süresince haftada 3 gün egzersiz eğitimi verilmiştir. Eğitim sonunda performanslar dikey sıçrama, izokinetik horizontal leg press, otur uzan testi ile değerlendirilmiştir. İzokinetik leg press'in zirve kuvvetinde %12,6'lık, total işte %11,2'lik artış bulunmuştur [17]. Bu çalışmada da, vibrasyon eşliğinde yapılan egzersiz eğitiminin maksimal kuvveti, normal egzersiz eğitime göre daha fazla attırdığı bulunmuştur.

Yukarıdaki araştırmalardan anlaşılabileceği gibi çeşitli vibrasyon frekanslarında yapılan egzersizlerin alt ekstremitte kassal kuvvet gelişiminde çalışmamızda olduğu gibi artış gözlenmiş, sonuçların çalışmamızı destekler nitelikte olduğu görülmüştür.

Yapılan araştırmaların hepsinde kuvvet gelişimi fiziksel olarak değerlendirilmiş ve saha içi performans testleri kullanılmıştır. Literatürde vibrasyon eşliğindeki egzersizlerin insan kasındaki yapısal özelliklere olan etkilerini laboratuvar ortamında inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Hayvanlar üzerine yapılan çalışmada ise vibrasyon uygulaması tip 1 kas liflerinde hipertrofi, tip 2 kas liflerinde ise hem hipertrofi hem de hiperplaziye neden olmuştur [92, 179].

Kuvvette meydana gelen artışın çeşitli faktörlere bağlı olduğu söylenebilir. Tüm beden vibrasyon eğitimi, geleneksel kuvvet egzersizlerine benzer bir fizyolojik etkiyle motor ünite aktivasyonunu artırıp senkronizasyonu geliştirmiş, sinerjist kaslarda eksitasyon oluşturmuş, antagonist kaslarda oluşan ko-aktivasyonu azaltmış olabilir [29]. Vibrasyon aynı zamanda duyuşal uyarılar aracılığı ile tip Ia, IIa, Ib geniş çaplı motor nöronları aktive ederek, refleks kas kontraksiyonunu

başlatmaktadır. Bu kas kontraksiyonlarının kuvvet oluşumundaki rolü; istemli kasılmaları arttıracak potansiyeli sağlamaktadır [180-182].

Bu çalışmada, kinetik hareketler sırasında ekstremitelere daha fazla duyuşal girdinin sağlanması ve merkezi sinir sisteminin kassal aktivasyondaki becerisinin artması; nöromuskuler koordinasyon ve aktivasyonun gelişmesine, aynı zamanda maksimal kuvvetin artmasına yol açmış olabilir.

5.2.Sürat

Sürat ölçen test değerlerinde vibrasyon eşliğinde pliometrik eğitim verilen grupta % 6,11'lik azalma meydana gelmiştir. Kontrol grubundaki azalma ise %3,95 oranındadır. Her iki eğitim grubunda da sporcunun hızında artış meydana gelmekle birlikte, vibrasyon eşliğinde uygulanan pliometrik eğitim, sporcunun hızında daha fazla bir artış sağlamıştır.

Kas sertliği, kasın boyunun uzamasına gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Artmış kas sertliği kuvvetin hızlı bir şekilde iletilmesi veya yüksek oranda kuvvet üretimi gerektiren hareketler için avantaj sağladığı düşünülmektedir. Sporcular kısa sprintler, pliometrik ve güç gerektiren hareketler yaptığında artmış kas sertliğinden fayda sağlarlar [183].

Paradisis ve Zacharogiannis'in yaptığı çalışmada 6 haftalık, haftada 3 gün, 16-30 dakika süren vibrasyon eğitiminin (30 Hz, 2,5 mm) sprint kinematiği ve patlayıcı kuvvet performansı üzerine olan etkileri koşu zamanı, koşu hızı, adım uzunluğu ve adım sayısı ve 60 m sprint test ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler 10m, 20m, 40m, 50m, 60m'de yapılmıştır. Egzersiz eğitim programı yarım squat (90°lik diz açısı ile), 120°lik diz açısıyla dizler hafif fleksiyonda ayakta durma, tek bacak üzerinde 120°lik diz açısıyla ayakta durma egzersizlerinden oluşturulmuştur. 6 haftalık eğitimin sonunda 10 m'de %4,3'lük, 20m'de %3'lük, 50 m'de %2,1'lik son olarak 60 m'de %2,1'lik hız artışı gözlemlenmiştir [176]. Paradisis ve Zacharogiannis'in araştırmasında elde ettiği sonuçlar bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer niteliktedir.

Rittweger ve arkadaşları tarafından tüm beden vibrasyon eğitiminin akut etkilerini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmanın sonucunda; vibrasyon eşliğindeki squat egzersizinde izometrik kontraksiyon sırasında vastus lateralis

kasının EMG ortalama frekansı ve patellar refleks amplitüdünün normal squat egzersizine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir [184]. Bu bulgular; merkezi sinir sisteminin uyarılabilirliğindeki ve hızlı kasılan kas liflerinin kontraksiyona katılımlarındaki artışı göstermektedir. Sonuç olarak, tüm beden vibrasyon eğitiminin hızlı kasılan kas lifleri için özgün eğitim sağlayarak yüksek hızdaki hareketlere önemli katkı sağladığı kanısına varılmıştır [17, 100, 176, 184]. Bu çalışmada da vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitim sonrası hız testleri ile saptanan gelişmenin, merkezi sinir sisteminin uyarılması ve hızlı kasılan kas liflerinin kontraksiyona katılımındaki artıştan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Pliometrik eğitimin, alt ekstremiteler performansı parametrelerinden sürat ve dikey sıçrama mesafesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaya, yaşları 18-22 yıl arasında değişen 18 kadın sporcu dahil edilmiştir. Olgulara haftada 2 gün, 6 hafta boyunca 20-30 dakika süren pliometrik eğitim verilmiştir. Sürat 40 yard'lık mekik koşu testi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda, çalışma grubunda süratte %2,9'luk bir artış gözlemlenmiştir [109]. Bu çalışma, kadın sporcular üzerine yapılan yukarıdaki çalışma ile süratteki artış yönüyle benzerdir.

Vibrasyon eğitiminde oluşan kontraksiyon, istemli kontraksiyondan farklıdır. Vibrasyon eğitiminde motor ünitelerin uyarılma eşiğinin daha düşük olması, hızlı kasılan liflerin kısa süre içerisinde aktive edilmesini sağlar. Bu özelliği nedeniyle, vibrasyon eğitimi daha etkili bir eğitim şeklidir. Optimal motor nöron aktivitesi ve hızlı kasılan kas liflerinin uyarılması gibi iki önemli faktörle sprint becerisini geliştiren vibrasyon, bu yönüyle giderek daha çok ilgi çekmeye başlamıştır [91, 100, 176, 184].

5.3. Çeviklik

Çeviklik, hareket sırasında hızlı yön değişimlerinde vücudun pozisyonunu kontrol edebilme ve o pozisyonu devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanabilir [185]. Hareket sırasında postural kontrolün ve dengenin artması ile çeviklik artabilir. Pliometrik egzersizler aracılığı ile güç ve gücün verimliliğindeki artış çeviklik becerisini etkileyebilir [104, 105]. Pliometrik hareketler genellikle durma, başlama,

patlayıcı anlamda yön değiştirme hareketlerini içerir. Bu hareket komponentlerinin çevikliğin geliştirilmesine yardımcı olacağı düşünölmektedir [104].

Bu çalışmada vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim grubunun çeviklik test sürelerinde %3,12’lik azalma ile “T” testini daha kısa zamanda tamamlayarak çevikliklerini geliştirdikleri gözlemlenirken, kontrol grubunun ise sadece %1,43’lük azalma sağladığı gözlemlenmiştir.

8 haftalık pliometrik eğitimin 25 genç futbolcu üzerine etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada, eğitim grubundaki (n=14) sporcuların çevikliklerinin değerlendirildiği 10 m zigzag koşu test süresinde % 9,6’lık azalma sağlanmış ve çeviklikte artış gözlemlenmiştir [170]. Futbolcular üzerine yapılan araştırma bu çalışmadaki bulguları destekler niteliktedir.

Pliometrik eğitimin çeviklik üzerine etkisini değerlendirmek için 28 sağlıklı sporcu üzerinde haftada 2 gün, 6 hafta boyunca şiddeti ve tekrarları giderek artan zıplama ve sıçramalardan oluşan pliometrik egzersizler uygulanmış, çevikliğin değerlendirilmesinde “T” testi ve İllinois testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan çeviklik testlerinde süre bazında “T” test süresinde %4,86’lık, İllinois test süresinde ise %2,93’lük azalma sağlanmış ve çevikliğin arttığı görölmüştür [104]. Bu çalışmanın sonuçları da benzer şekilde çeviklikteki artışı vurgulamaktadır.

Asadi tarafından yapılan, 20 basketbol oyuncusunda 6 haftalık pliometrik eğitimin çeviklik ve güç parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, dikey sıçrama, yatay sıçrama ve derin sıçrama (45 cm’lik kutudan) egzersizlerinin etkileri, “T” testi ve İllinois testi ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonunda eğitim grubunun “T” test süresinde % 8,6’lık, İllinois test süresinde ise % 7,1’lik azalma görölmüş ve çevikliğin arttığı saptanmıştır [23]. Bu çalışmanın sonuçları da Asadi’nin çalışması ile paralel şekilde, pliometrik eğitim ile sporcularda çevikliğin arttığını göstermiştir.

Çeviklikteki artış; eklem proprioseptörlerinin, golgi tendon organının (GTO) ve kas iğciğinin nöral adaptasyonu ve nöromuskuler koşullandırma yolu ile motor programlanmanın yeniden yapılması gibi faktörlere bağlıdır [104, 186, 187]. Pliometrik eğitim programı ile sağlanan alt ekstremitedeki eksentrik kuvvet artışı, çeviklik performansında da artışa neden olur. Hareketin yönünü değiştirebilmek için kuvvet ve güç gibi kassal faktörlerde artış gereklidir. Kuvvet ve gücün çeviklik ile

yüksek oranda ilişkili olduğu belirtilmiştir [23, 188]. Aynı zamanda, nöral adaptasyon ve motor ünite katılımındaki artış, çeviklik test sonuçlarında da iyileşmeye neden olan diğer faktörlerdir [23, 107]. Bu yönüyle bakıldığında, pliometrik eğitimin, tüm vücut vibrasyonu ile birlikte yapıldığında, tek başına yapılan pliometrik eğitimden daha fazla bir kazanım sağlayabileceği düşünülmüştür. Bu etki birkaç faktöre bağlı olabilir: Tüm beden vibrasyon eğitimi ile dirençli kuvvet egzersizlerinin kassal performans üzerine olan etkileri, benzer fizyolojik etkiye sahiptir [15, 91, 102, 189, 190]. İskelet kaslarının maruz kaldığı mekanik vibrasyon, tonik uyarım etkisi yaratarak kas uzunluğunda az miktarda bir değişime neden olur. Başka bir deyişle kas içiğinin aktivasyonu ve Ia afferentleri tarafından iletilen nöral impulsların artması sonucunda, tonik vibrasyon refleksi oluşur [190-192]. Aynı zamanda bu refleks mekanizması, daha fazla motor nöronun aktive olmasına ve polisinaptik yolların artmasına neden olur [28].

Eklem proprioseptörleri, GTO ve kas içiğinin uyarılmasıyla kassal kuvvet ve güçte artış meydana geldiği bilinmektedir [181]. Bu çalışmada sporcuların çevikliğinin gelişmesi, vibrasyon eşliğindeki pliometrik egzersiz eğitimi sonrasında kazanılan kassal kuvvet ve nöromusküler kontroldeki artışa bağlanabilir.

5.4. Esneklik

Bu çalışmada, vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim alan grubun esneklik değerlerinde %22,9'luk artış meydana gelirken, sadece pliometrik eğitim alan kontrollerde bu artış %15,5 düzeyinde kalmıştır.

Cochrane ve arkadaşları, 18 sağlıklı elit kadın çim hokeyi oyuncusuna tüm beden vibrasyon cihazı (26 Hz frekansı, 6mm amplitüd) üzerinde egzersiz yaptırmış ve sonrasında esnekliği otur- uzan testi ile değerlendirmiştir. Çalışmanın sonunda, esneklikte %8,2'lik bir artış oluğu bildirilmiştir [28]. Bu çalışmada da vibrasyon eşliğinde yapılan egzersizlerin benzer şekilde esneklikte artış sağladığı görülmüş ve egzersiz seçiminin esneklikteki gelişim oranlarını etkileyebileceği kanısına varılmıştır.

İssurin ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, 28 sağlıklı erkek sporcuya üç hafta boyunca, tüm beden vibrasyon cihazı kullanılarak (frekans 44 Hz, amplitüd 3mm) üst ekstremité kuvvet, alt ekstremité esneklik egzersiz eğitimi

verilmiştir. Eğitim sonrasında esneklik otur-uzan testi ile değerlendirilmiştir. Esneklik değerleri; eğitim grubunda eğitim öncesinde $10,90 \pm 5,55$ cm eğitim sonrasında $15,65 \pm 4,41$ cm iken, kontrol grubunda eğitim öncesi $11,06 \pm 5,53$ cm eğitim sonrası $13,16 \pm 5,16$ cm olarak bulunmuştur. Vibrasyon eşliğindeki germe egzersizlerinin normal germe egzersizlerine göre daha fazla artış sağladığı görülmüştür [99]. Bu çalışmada da benzer şekilde esneklikte, vibrasyon eğitimi ile elde edilen kazanımlar daha fazladır.

Fagnani ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada; tüm beden vibrasyon cihazı (frekans 35 Hz, amplitüd 3mm) üzerinde haftanın 3 günü 8 hafta boyunca 10-15 dakika 2 statik egzersizden oluşan eğitim verilmiştir. Çalışmaya 28 kadın sporcu dahil edilmiştir. Çalışma sonunda, eğitim grubunda (n=13) kontrol grubuna (n=11) göre otur-uzan test performansında %13'lük artış gözlemlenmiş ve esnekliğin arttığı belirlenmiştir [17].

Despina ve arkadaşlarının çalışmasında, elit ritmik jimnastikçilerde tüm beden vibrasyon eğitimiyle (30 Hz, 2mm) yaptırılan eksentrik ve konsentrik squat egzersizlerin akut etkileri araştırılmıştır. Sporcular egzersizleri vibrasyon eşliğinde ve vibrasyon olmadan 2 farklı günde yapmışlardır. Veriler uygulama öncesi, uygulamadan 1dk sonra ve 15 dk sonra kaydedilmiştir. Otur-uzan testi ile değerlendirilen esneklikte; vibrasyon eşliğinde egzersiz grubundaki sporcularda (n=11) %3,64'lük artış gözlenmiştir. Vibrasyon olmadan yapılan egzersizlerde ise esneklikte bir artış saptanmamıştır [18].

Zyl ve arkadaşları tarafından, yaşları 8-10 yıl arasında değişen 52 jimnastikçide yapılan bir çalışmada, vibrasyon eğitiminin esneklik üzerine akut etkisi değerlendirilmiştir. Olgular kontrol grubu, statik germe grubu (10 dakika), vibrasyon eşliğinde statik germe (10 dak, 30 Hz) grubu ve statik germe egzersizi (10 dakika) sonrasında vibrasyon uygulaması grubu (30 sn, 30 Hz) olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Esneklik "*forward split*" testi ile değerlendirilmiştir. Esneklik değerlerindeki artış; statik germe grubunda % 15,7, vibrasyon grubunda % 39,3, germe egzersizi sonrası vibrasyon uygulamasında ise % 13,3 olarak saptanmıştır. Esneklikte en fazla artış, vibrasyon eşliğindeki statik germe grubunda sağlanmıştır [193]. Jimnastikçilerde yapılan yukarıdaki araştırmalarda olduğu gibi çalışmamızda da vibrasyon eğitimi ile esneklikte daha fazla bir artış meydana gelmiştir.

Çalışmalarda esneklikteki artış miktarının farklı olması, çalışılan sporcu popülasyonlarının benzer olmamasına ve vibrasyon cihazında kullanılan amplitüd ve frekansların farklı olmasına bağlanabilir.

Bu çalışmada eğitim grubundaki sporcuların esnekliklerindeki artışın nedeni, tüm beden vibrasyon eğitiminin nöral, dolaşımsal ve termoregulator mekanizma üzerine olan etkileri ile açıklanabilir. Ağrı eşiğinin, germe egzersizleri için nötral bir bariyer olduğu bilinmektedir. Kasa vibrasyon uygulanması sırasında ve sonrasında tüm beden vibrasyonunun analjezik etki gösterdiği belirtilmiştir [99]. Başka bir nöromuskuler faktör ise GTO'nun uyarılması, kontraksiyonların inhibe olması ve takiben kasın gevşemesidir [16, 17].

Vibrasyonun uygulanması ile sistemik veya lokal kan dolaşımı ciddi bir şekilde artar. Kas liflerinin vibrasyonundan kaynaklanan ısı oluşumu ile artış gösteren kan akımı, termal etki yaratarak kutaneal ve derin kan damarlarında vazodilatasyon yaratır [17, 194]. Bunların yanı sıra artan nöromuskuler aktivasyon ve adaptasyon, enzimatik aktivitenin ve doku vizkozitesinin azalmasına neden olabilir. Bu çalışmada basketbolcularda esnekliğin artmış olması, vibrasyonun yukarıda bahsedilen etkileri ile açıklanabilir.

5.5. Denge

Bu çalışmada vibrasyon eşliğinde pliometrik eğitim grubunun dominant alt ekstremitte YDT değerlerinde tüm yönlerde %5,5-3,31 arasında, kontrol grubun ise %3,76-1,93 arasında değişen miktarlarda anlamlı artış meydana gelmiştir. Vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim grubunun YDT değerlerinde (posterior yön hariç) meydana gelen artış, kontrol grubununkine göre anlamlı oranda daha fazladır.

Unilateral fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan dansçılar ile yapılan bir çalışmada; 6 hafta boyunca haftada 2 gün tüm beden vibrasyon cihazı (30-40 Hz, 4mm) üzerinde yapılan dinamik egzersizler (10-14 dakika) sonrasında denge ve kas fonksiyonu (denge, kuvvet, EMG aktiviteleri) değerlendirilmiştir. Denge; YDT ile ve platform üzerinde tek ayak üzerinde (dominant) değerlendirilmiştir. YDT'nin sonuçlarına göre dengede, anterior (%6,2), anterolateral (%15,9), anteromedial (%4,9), medial (%8,49) yönlerde artış gözlemlenmiştir [185]. Bu çalışmada da

benzer şekilde, vibrasyon eşliğindeki pliometrik egzersiz eğitimi sonrasında YDT test sonuçları, dengenin geliştiğini göstermiştir. Ayak bileği instabilitesi olan dansçılarda vibrasyon eşliğindeki egzersiz eğitimi sonrasındaki denge artışının bu çalışmada elde edilenden daha fazla olmasının nedeni, dansçılarda azalmış olan propriosepsiyon ve dengenin, vibrasyon eğitimine daha iyi cevap vermesi ile açıklanabilir.

Basketbol oyuncularında haftada 2 gün olmak üzere 6 hafta boyunca verilen pliometrik eğitimin (50 dakika) denge parametresi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, yıldız denge testi (YDT) kullanılmıştır. Eğitim sonunda posteromedial ve posterolateral yönler hariç tüm yönlerde artış gözlemlenmiştir. Dengedeki artış oranı, anterior yönde % 4,91, anteromedial yönde % 6,03, anterolateral yönde % 4,37, medial yönde % 3,79, lateral yönde % 4,05, posterior yönde % 3,67'dir [119]. Her iki çalışmada da eğitim verilen bireyler benzerdir ve dengeyi değerlendirmek için aynı test protokolü kullanılmıştır. Bu çalışmada dengede posterior yönde, diğer çalışmada ise posteromedial ve posterolateral yönlerde artış gözlemlenmemiştir. Bunun sebebi, her iki çalışmanın da egzersiz protokolünde posterior yönde yapılan hareketlerin bulunmaması olabilir.

Yaşları 24-33 yıl arasında değişen 16 sağlıklı yetişkinde, 4 dakikalık vibrasyon eşliğindeki egzersiz eğitiminin kas performansı ve denge üzerindeki akut etkilerini değerlendiren bir çalışmada, vibrasyondan 10 dakika önce ve 2 ila 60 dakika sonra denge ve performans testleri (kavrama kuvveti, alt ekstremitte izometrik ekstansiyon kuvveti, dikey sıçrama, çeviklik, tandem yürüyüş) yapılmıştır. Kontrol ve eğitim grubunun egzersiz programı hafif squat, dizler hafif fleksiyonda rahat pozisyonda ayakta durma, hafif sıçramalar, alternatif olarak bir bacadan diğerine ağırlık aktarma, topuklar üzerinde dik durma hareketlerinden oluşturulmuştur. Denge her iki ayak yerde dik duruş pozisyonunda, gözler açık, eller gövde yanında olacak şekilde, postüral salınım platformu üzerinde değerlendirilmiştir. Vibrasyon eşliğindeki egzersiz uygulamasından 2 dakika sonra yapılan değerlendirmede, stabilite platformundaki skorda net % 15,7'lik artış gözlemlenirken, 60 dakika sonraki değerlendirmede herhangi bir değişim olmadığı görülmüştür [186]. Sağlıklı bireylerde yapılan yukarıdaki çalışmada araştırılan, vibrasyonun akut etkisidir. Bu çalışmada ise 6 haftalık vibrasyon eşliğindeki eğitimin etkilerine bakılmıştır. Bu

çalışmada, gerek vibrasyon eşliğindeki pliometrik egzersiz grubunda, gerekse kontrol grubunda meydana gelen denge artışı, altı haftalık pliometrik eğitimin kümülatif etkisine bağlanabilir.

Tüm beden vibrasyon uygulaması eşliğinde yapılan egzersizlerin denge kontrolü, dikey sıçrama performansı ve kassal endurans üzerine etkilerini incelemek için yapılan diğer bir çalışmada, çalışma grubuna vibrasyon eşliğinde 4 hafta süreyle, haftanın 3 günü, 2 set halinde 20 dk süreli egzersiz yaptırılmıştır. Kontrol grubuna ise aynı egzersizler vibrasyon olmadan yaptırılmıştır. Sonuç ölçümlerinde denge, kuvvet platformunda tek ayak üzerinde durma pozisyonunda, basınç merkezi değişimi (COP) ölçülerek değerlendirilmiştir. Denge kontrolünde vibrasyon grubunda total COP yer değiştirme miktarında %13'lük, mediolateral COP'da %16'lık, anteroposterior COP'da % 15'lik azalma sağlanmıştır. Dikey sıçrama mesafesinde her iki grupta da artış gözlemlenmezken, kassal enduransta, vibrasyon grubunda maksimal yorgunluğa ulaşma süresinde %36 oranında artış meydana gelmiştir [187]. Bu çalışmada vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim sonucunda, dikey sıçrama performansında yukarıdaki çalışmadan farklı olarak artış meydana gelmesinin nedeni muhtemelen bu çalışmada kullanılan pliometrik eğitimin patlayıcı özellikte olmasıdır. Her iki çalışmada da benzer şekilde, vibrasyon eğitimi, dengede artışa yol açmıştır. Dengedeki artış, literatürde belirtildiği gibi, tüm beden vibrasyon eğitimine cevap olarak nöromusküler aktivasyondaki genel artışa ve alt ekstremité fleksör ve ekstansör kas ko-aktivasyondaki artışa bağlı olabilir [188].

Ön çapraz bağ tamiri (kemik- patellar tendon-kemik grefti ile) yapılan erkek sporcular üzerinde yapılan bir çalışmada, 12 haftalık fizyoterapi uygulamasından sonra eğitim (n=12) ve kontrol (n=11) grupları oluşturulmuştur. Eğitim grubuna 1 ay boyunca haftada 3 gün tüm beden vibrasyon eğitimi (powerplate, 30-50 Hz, 2,5 ve 5mm amplitüd) eşliğinde statik ve dinamik egzersiz eğitimi verilirken, kontrol grubuna kuvvet egzersizleri, proprioseptif eğitim ve germe egzersizleri verilmiştir. Eğitim öncesi ve sonrasında, tüm sporcularda postüral stabilite ve diz eklem pozisyon hissi değerlendirilmiştir. Eğitim sonrası tüm beden vibrasyonu uygulanan grubun postüral stabilitesinde gözler açık olarak anteroposterior yönde %45, medilateral yönde %35 ve tüm yönlerde %47 oranında; gözler kapalı olarak ise anteroposterior yönde %31, mediolateral %35 ve tüm yönlerde %31 oranında anlamlı

bir artış gözlemlenmiştir [189]. Bu çalışmada denge sadece gözler açık değerlendirilmiş ve sonuçlar, yukarıdaki çalışma ile benzerlik göstermiştir. Vibrasyon eşliğinde yapılan dinamik egzersizlerdeki denge artışının diğer egzersizlerdekine göre daha fazla olması, vibrasyonun postüral kontrol üzerindeki somatosensoriyel etkisinin daha fazla olmasından kaynaklanabilir [190].

Çalışma grubunda dengede daha fazla artış olması, tüm beden vibrasyon eğitimi sonrasında kuvvet üretme kapasitesinin artması [191, 192], motor ünitelerin uyarılması ve sinerjistik kasların ko-kontraksiyonundaki artış ile açıklanabilir [190]. Bu doğrultuda eğitim sonrası artmış motor kapasite [193, 194] ve kuvvet [191, 192], dengedeki gelişim ile yakından ilişkilidir [187]. Vibrasyon sayesinde nöromusküler kontroldeki artışın yanı sıra, eklem çevresindeki yumuşak doku gerginliğinin artması ile [195, 196] ayak bileği ve diz eklemlerindeki stabilitenin arttığı; bu sayede postüral kontrolün de geliştiği, çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir [185, 187, 189, 197, 198]. Bu çalışmada vibrasyonun pliometrik egzersizle birleştirilmesi, yukarıdaki mekanizmalar sayesinde dengedeki gelişmeyi daha da pekiştirmiştir. Vibrasyon, ayak tabanında yer alan proprioseptörlerin (merkel, meissner, ruffini gibi) uyarılmasını sağlar [189, 190]. Ayrıca proprioseptörlerin uyarılması ile gerim refleksi ve kuteneal refleksler devreye girer ve böylece kassal kuvvette artış gözlemlenir. Tüm beden vibrasyon eğitiminin kassal kuvvet, motor ünite ateşleme senkronizasyonundaki artış ve sinerjistik kasların ko-kontraksiyonundaki artış üzerine olan pozitif etkisi sayesinde hastalar daha iyi denge kontrol stratejileri oluştururlar [96, 189, 199]. Tekrarlanan bu uyarılar ile postüral kontrol stratejilerinin tekrar ayarlanması, postüral stabilitede artış ile sonuçlanır [189, 190].

6 haftalık vertikal, horizontal, kombine vertikal-horizontal pliometrik eğitimin genç futbolcularda denge, patlayıcı kuvvet, kassal endurans, sürat ve çeviklik üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; denge, elektronik platform üzerinde ayakta dik duruş pozisyonunda anterior-posterior ve medial-lateral yönlerde değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda tüm gruplarda anterior-posterior yönde denge artışı kaydedilmiştir. Yazarlar anterior-posterior yönlerde denge artışı gözlemlenirken, medial-lateral yönde gelişim olmamasının nedenini; tüm gruplarda verilen pliometrik egzersizlerin doğasının anterior-posterior yönlü olmasına bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir [168].

Pliometrik egzersizler, hızlı gerim-kasılma siklusunu içeren direnç eğitiminin dinamik bir formudur. Bu egzersizlerde gravite merkezi, hem horizontal hem de vertikal yönlerde yer değiştirir. Pliometrik egzersizler, dinamik doğası gereği postüral kontrol ve denge üzerinde etki oluşturur [119]. Pliometrik eğitimin sağladığı periferik ve santral adaptasyonlar, eklem pozisyon ve hareket hissinde artış ile sonuçlanmaktadır. Pliometrik egzersizler sırasında diz eklemi içindeki hareketin son derecelerinde, eklem mekanoreseptörlerindeki tekrarlı uyarılar ile periferik adaptasyonların geliştiği gösterilmiştir [119]. Ayrıca, kas ve tendonun eksentrik yüklenmesi sırasında meydana gelen uzunluk/gerim değişimleri, kas içiği ve GTO'daki adaptasyonları uyarmaktadır. Kasın boyundaki değişikliklerle kas içiğinde gerim duyarlılığının artması, GTO'nın desensitizasyonu ile gerçekleşmektedir. Kas içiği sisteminin duyarlılığının artması ile merkezi sinir sistemine eklem pozisyonu ile ilgili affarent katkı artmaktadır [119]. Bu çalışmada pliometrik eğitim ile denge performansında meydana gelen artışın, alt ekstremite kaslarındaki ko-kontraksiyonun [200] veya propriosepsiyonun gelişmesinden [201] kaynaklandığı düşünülebilir.

Bu çalışmanın sonucunda, çalışma ve kontrol gruplarının posterior YDT değerlerindeki artış miktarı benzer bulunmuştur. Bunun bir nedeni olarak, pliometrik eğitimde verilen egzersizlerin daha çok anterior, medial ve lateral yönlerde olması gösterilebilir. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda da benzer şekilde YDT'nin posterior, posteomedial ve posterolateral yönlerdeki değerlerinde artış görülmüştür [119, 175, 185]. Programa posterior yönde denge geliştirici egzersizlerin eklenmesiyle sonucun değişip değişmediği araştırılmalıdır. Vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim grubunda, YDT'nin diğer tüm yönlerinde daha fazla artış meydana gelmesi, vibrasyonun dengeyi geliştirmede etkin olduğunun bir göstergesidir.

5.6. Çalışmanın Limitasyonları

1. Çalışmada, fiziksel uygunluk parametrelerinin değerlendirilmesinde daha objektif verilerin elde edilebileceği gelişmiş ölçüm cihazları kullanılamamıştır. Bununla birlikte, ucuz olması ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle seçilen testlerin de güvenilirlik çalışmaları mevcuttur.

2. Değerlendirmelere kassal enduransın da eklenmesi, araştırmadan elde edilen sonuçların daha kapsamlı olmasını sağlayabilirdi.

5.7. Çalışmanın Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Alanına Katkıları

Bu çalışma, profesyonel basketbol oyuncularında vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik egzersiz eğitiminin, alt ekstremité performans parametrelerinde, tek başına uygulanan pliometrik eğitimden daha fazla artışa yol açtığını gösterilmiştir. Literatürde vibrasyon eğitiminin ve pliometrik eğitimin ayrı ayrı alt ekstremité performans parametreleri üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcut olmakla birlikte, her iki eğitimin birlikte profesyonel basketbol oyuncularında performans parametrelerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu özelliği ile çalışma, ilgili literatüre yeni bir katkı sağlamıştır.

Gerek alt ekstremité yaralanmaları sonrasındaki rehabilitasyon programlarının ileri dönemlerinde, gerekse antrenman programları içerisinde sporcuların performanslarını arttırmada, alternatif egzersizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada vibrasyon eşliğinde uygulanan eğitim ile elde edilen performans artışı, tüm beden vibrasyon uygulamalarının antrenman programlarına dahil edilmesiyle oluşacak yararları açıkça göstermektedir.

Bugünkü bilgilere göre, literatürde sporculara yönelik, tüm beden vibrasyon eğitimi için geliştirilmiş bir program (amplitüd ve frekans açısından) yoktur. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda, vibrasyon eğitim programında sporculara özgü parametrelerin belirlenmesinde bu çalışmada kullanılan vibrasyon parametrelerinin yardımcı olacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmanın sonuçları aşağıda belirtilmiştir;

1. Vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim sonrasında dikey sıçrama mesafesi ve zirve tork değerlerinde çalışma grubu, kontrol grubuna göre daha fazla artış gösterirken, yatay sıçrama mesafesindeki artışın her iki grupta da aynı olduğu bulunmuştur. Vibrasyon eşliğindeki pliometrik eğitim, patlayıcı kuvvetin artırılması için sporcuların antrenman programlarına dahil edilebilir.
2. Vibrasyon eşliğinde pliometrik eğitim alan grupta alt ekstremitte maksimal kuvvet artışının daha fazla olduğu bulunmuştur. Maksimal kuvvette artış sağlamak için sağlıklı bireylerde ve sporcularda vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik egzersiz eğitim programı etkili bir yöntemdir.
3. Her iki grupta da pliometrik egzersiz eğitimi sonrası yapılan testlerde süratin gelişmiş olduğu bulunmakla birlikte, vibrasyon eşliğinde egzersiz yapan çalışma grubundaki artışın daha fazla olduğu bulunmuştur.
4. Çeviklik, en çok vibrasyon eşliğinde pliometrik eğitim alan grupta artış göstermiştir. Vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitim, özellikle rehabilitasyon programlarının spora dönüş evresinde veya sporcularda gerek sezon öncesi gerekse sezon içerisinde hız ve çevikliğin artırılmasında güvenilir olarak kullanılabilir bir egzersiz eğitimidir.
5. Çalışma grubunda vibrasyon eşliğindeki pliometrik egzersiz eğitimi sonrasında esneklikte, kontrol grubuna göre daha fazla artış saptanmıştır. Vibrasyon eşliğindeki pliometrik egzersizler, esnekliğin artırılmasında etkili bir eğitim programı olarak kullanılabilir.

6. Dominant alt ekstremite YDT değerlerinde; posterior yönde her iki grupta benzer miktarda artış saptanırken, diğer tüm yönlerdeki artış, çalışma grubu lehinedir. Pliometrik egzersiz programı içerisine posterior yönde yapılan egzersizlerin alınmamış olması bu sonucu doğurmuş olabilir. Ancak yine de her iki grubun posterior YDT değerlerinde belli bir artışın olması, neden vibrasyonun bu yönde fark yaratmadığını tam olarak açıklayamamaktadır. Bunun için ileri bir çalışmada posterior yönde ağırlıklı egzersizler verilerek gruplar karşılaştırılabilir.

Güncel antrenman teknikleri ve fiziksel uygunluk sektöründeki gelişmeler ile sporcu performansının arttırılmasına yönelik çalışmalar, spor dünyasında giderek önem kazanmaktadır. Vibrasyon eşliğinde yapılan pliometrik eğitimin, performans parametrelerinin iyileştirilmesine katkı sağlayan yararlı bir yöntem olduğu sonucunu vurgulayan bu çalışma, sporcuların performans geliştirme arayışlarına yeni bir bakış açısı getirebilir.

KAYNAKLAR

1. Lidor, R., Blumenstein, B., Tenenbaum, G. (2007). Periodization and planning of psychological preparation in individual and team sports. *Psychology of sport training. Oxford: Meyer & Meyer Sport*, 137-61.
2. Ziv, G., Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568.
3. Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British journal of sports medicine*, 41(2), 69-75.
4. Abdelkrim, N. B., Castagna, C., El Fazaa, S., El Ati, J. (2010). The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2652-2662.
5. McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.
6. Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341-347.
7. Scanlan, A., Humphries, B., Tucker, P. S., Dalbo, V. (2014). The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *Journal of sports sciences*, 32(4), 367-374.
8. Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(3), 425-432.
9. Crisafulli, A., Melis, F., Tocco, F., Laconi, P. (2002). External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(4), 409.
10. Kurt, C., Pekünlü, E. (2015). Acute effect of whole body vibration on isometric strength, squat jump, and flexibility in well-trained combat athletes. *Biology of sport*, 32(2), 115.
11. Preatoni, E., Colombo, A., Verga, M., Galvani, C., Faina, M., Rodano, R., ve diğerleri. (2012). The effects of whole-body vibration in isolation or combined with strength training in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2495-2506.
12. Cardinale, M., Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31(1), 3-7.

13. Cardinale, M., Lim, J. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(3), 621-624.
14. Colson, S. S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F., Legros, P. (2010). Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 999-1006.
15. Mahieu, N. N., Witvrouw, E., Van de Voorde, D., Michilsens, D. (2006). Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training. *Journal of athletic training*, 41(3), 286.
16. Mester, J., Spitzenfeil, P., Schwarzer, J., Seifriz, F. (1999). Biological reaction to vibration-implications for sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3), 211-226.
17. Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F., Di Salvo, V. (2006). The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85(12), 956-962.
18. Despina, T., George, D., George, T., Sotiris, P., George, K., Maria, R., Stavros, K. (2014). Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human movement science*, 33, 149-158.
19. Hoffman, J. R., Fry, A. C., Howard, R., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (1991). Strength, Speed and Endurance Changes During the Course of a Division I Basketball Season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(3), 144-149.
20. Khelifa, R., Aouadi, R., Hermassi, S., Chelly, M. S., Jlid, M. C., Hbacha, H., Castagna, C. (2010). Effects of a plyometric training program with and without added load on jumping ability in basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 2955-2961.
21. Arazi, H., Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of human sport & exercise*, 6(1), 101-111.
22. Arazi, H., Coetzee, B., Asadi, A. (2012). Comparative effect of land and aquatic based plyometric training on the jumping ability and agility of young basketball players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 34(2), 1-14.
23. Asadi, A. (2013). Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Sport Sciences for Health*, 9(3), 133-137.
24. Mirzaei, B., Asghar Norasteh, A., Saez de Villarreal, E., Asadi, A. (2014). Effects of six weeks of depth jump vs. Countermovement jump training on sand on muscle soreness and performance. *Kineziologija*, 46(1), 97-108.

25. Mirzaei, B., Norasteh, A. A., Asadi, A. (2013). Neuromuscular adaptations to plyometric training: depth jump vs. countermovement jump on sand. *Sport Sciences for Health*, 9(3), 145-149.
26. Luebbbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J., Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 704-709.
27. Bullock, N., Martin, D. T., Ross, A., Rosemond, C. D., Jordan, M. J., Marino, F. E. (2008). Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1371-1374.
28. Cochrane, D. J., Stannard, S. R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(11), 860-865.
29. Annino, G., Padua, E., Castagna, C., Di Salvo, V., Minichella, S., Tsarpela, O., ve diğerleri. (2007). Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1072-1076.
30. Sampaio, J., Abrantes, C., Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small-sided games. *Revista de Psicologia del Deporte*, 18(3), 463-467.
31. Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., McKenna, M. J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
32. te Wierike, S. C., de Jong, M. C., Tromp, E. J., Vuijk, P. J., Lemmink, K. A., Malina, R. M., Visscher, C. (2014). Development of repeated sprint ability in talented youth basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 928-934.
33. Abdelkrim, N. B., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.
34. Janeira, M. A., Maia, J. (1998). Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coaching and Sport Science Journal*, 3, 26-30.
35. Boone, J., & Bourgois, J. (2013). Morphological and physiological profile of elite basketball players in Belgium. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 630-638.
36. Balčiūnas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., Sampaio, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 163-170.

37. Meckel, Y., Casorla, T., Eliakim, A. (2009). The Influence of Basketball Dribbling on Repeated Sprints. *International Journal of Coaching Science*, 3(2).
38. Castagna, C., Abt, G., Manzi, V., Annino, G., Padua, E., D'Ottavio, S. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 923-929.
39. Bayraktar, B., Kurtoğlu, M. (2009). Sporda Performans, Etkili Faktörler, Değerlendirilmesi ve Artırılması. *Klinik Gelişim*, 22(1), 16-24.
40. Ergen, E. (2002). Egzersiz fizyolojisi: ders kitabı. Ankara: Nobel.
41. Huston, L. J., Wojtys, E. M. (1996). Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(4), 427-436.
42. Greene, J. J., McGuine, T. A., Levenson, G., Best, T. M. (1998). Anthropometric and performance measures for high school basketball players. *Journal of Athletic Training*, 33(3), 229.
43. Muratlı, S. (2007). Antrenman bilimi yaklaşımıyla çocuk ve spor. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, Geliştirilmiş ve Düzeltilmiş.
44. Eniseler, N. (2009). Çocuk ve Gençlerde Futbol Antrenmanı. İstanbul: TFF FGM Futbol Eğitim Yayınları.
45. Powers, S. (2014). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. Newyork: McGraw-Hill Higher Education.
46. Watts, P. B., Joubert, L., Lish, A. K., Mast, J. D., Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 420-424.
47. Pazarözyurt, İ. (2008). *Elit bayan basketbolcularda antropometrik özellikler, dikey sıçrama ve omurga esnekliğinin mevkilere göre incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
48. Sallet, P., Perrier, D., Ferret, J. M., Vitelli, V., Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 291.
49. Bosco, C., Tihanyit, J., Viru, A. (1996). Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clinical Physiology*, 16(3), 317-322.
50. Hansen, L., Bangsbo, J., Twisk, J., Klausen, K. (1999). Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1141-1147.

51. Rico-Sanz, J., Frontera, W. R., Rivera, M. A., Rivera-Brown, A., Mole, P. A., Meredith, C. N. (1996). Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 85-91.
52. Rickenlund, A., Carlström, K., Jörn Ekblom, B., Brismar, T. B., Von Schoultz, B., Hirschberg, A. L. (2003). Hyperandrogenicity is an alternative mechanism underlying oligomenorrhea or amenorrhea in female athletes and may improve physical performance. *Fertility and Sterility*, 79(4), 947-955.
53. Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
54. Dehnert, C., Hutler, M., Liu, Y., Menold, E., Netzer, C., Schick, R., ve diğerleri. (2002). Erythropoiesis and performance after two weeks of living high and training low in well trained triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 23(8), 561-566.
55. Morriss, C. J., Tolfrey, K., & Coppack, R. J. (2001). Effects of short-term isokinetic training on standing long-jump performance in untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(4), 498-502.
56. Ergun, N., Baltacı, G. (1997). Spor yaralanmalarında fizyoterapi ve rehabilitasyon prensipleri. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları.
57. Özer, K. (2001). Fiziksel uygunluk. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
58. Stapff, A. (2000). Protocols for the physiological assessment of basketball players. *Physiological Tests for Elite Athletes pp123-130, Australian Sports Commission, Champaign IL, Human Kinetics*.
59. Günay, M., Yüce, A. İ. (2008). Futbol antrenmanının bilimsel temelleri. Ankara: Gazi Kitabevi.
60. Sevim, Y. (2010). Antrenman Bilgisi (3. Baskı). Ankara: Pelin Ofset Tipo Matbaacılık.
61. Shalfawi, S. A., Sabbah, A., Kailani, G., Tønnessen, E., Enoksen, E. (2011). The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: a field-test approach. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(11), 3088-3092.
62. Erculj, F., Blas, M., Bracic, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.

63. Sheppard, J. M., Young, W. B., Doyle, T. L. A., Sheppard, T. A., Newton, R. U. (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 342-349.
64. Verstegen, M., Marcello, B. (2001). Agility and coordination. *High Performance Sports Conditioning*, 140-141.
65. Farrow, D., Young, W., & Bruce, L. (2005). The development of a test of reactive agility for netball: a new methodology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(1), 52-60.
66. Ellis, L., Gastin, P., Lawrence, S., Savage, B., Buckeridge, A., Stapff, A., (2000). Protocols for the physiological assessment of team sport players. *Physiological Tests for Elite Athletes*, 128-144.
67. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.
68. Bishop, D. C., Wright, C. (2006). A time-motion analysis of professional basketball to determine the relationship between three activity profiles: high, medium and low intensity and the length of the time spent on court. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 130-139.
69. Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F., Capranica, L. (2011). Inter-limb coordination, strength, jump, and sprint performances following a youth men's basketball game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 135-142.
70. Stamford, B. (1984) Flexibility and stretching. *Physician Sportsmed*, 1984. 12(2): 171.
71. Kokkonen, J., Nelson, A. G., Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(4), 411-415.
72. Nelson, A. G., Kokkonen, J. (2001). Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(4), 415-419.
73. Fowles, J. R., Sale, D. G., MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1179-1188.
74. Nelson, A. G., Allen, J. D., Cornwell, A., Kokkonen, J. (2001). Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(1), 68-70.
75. Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W., Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 236-241.

76. Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F., Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1397-1402.
77. Cornwell, A., Nelson, A. G., Heise, G. D., Sidaway, B. (2001). Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 40(4), 307-324.
78. Faigenbaum, A. D., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B., Hoorens, K. (2005). Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 376-381.
79. Wallmann, H. W., Mercer, J. A., & McWhorter, J. W. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 684-688.
80. Young, W., Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(3), 273-279.
81. Church, J. B., Wiggins, M. S., Moode, F. M., Crist, R. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 332-336.
82. Knudson, D., Bennett, K., Corn, R. O. D., Leick, D., Smith, C. (2001). Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 98-101.
83. Power, K., Behm, D., Cahill, F. A. R. R. E. L. L., Carroll, M., Young, W. A. R. R. E. N. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1389-1396.
84. Unick, J., Kieffer, H. S., Cheesman, W., Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 206-212.
85. Siegler, J., Gaskill, S., Ruby, B. (2003). Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10-week, in-season, intermittent, high-intensity training protocol. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 379-387.
86. Tsunawake, N., Tahara, Y., Moji, K., Muraki, S., Minowa, K., Yukawa, K. (2003). Body composition and physical fitness of female volleyball and basketball players of the Japan inter-high school championship teams. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 22(4), 195-201.
87. Erčulj, F., Bračič, M. (2009). Differences in the level of development of basic motor abilities between young foreign and Slovenian female basketball players. *Kinesiology Slovenica*, 15(1), 24-32.

88. Erčulj, F., Dežman, B., Vučković, G. (2003). Differences between playing positions in some motor abilities tests of young female basketball players. *Kinesiology*, 41(2), 203-211.
89. Cochrane, D. J. (2011). The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 19-30.
90. Abercromby, A. F., Amonette, W. E., Layne, C. S., McFarlin, B. K., Hinman, M. R., Paloski, W. H. (2007). Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(9), 1642.
91. Delecluse, C., Roelants, M., Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(6), 1033-1041.
92. Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 877-904.
93. Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi, J., Von Duvillard, S., Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on the mechanical behaviour of skeletal muscle. *Biol Sport*, 153, 157-64.
94. Verschueren, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 1-5.
95. Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., ve diğerleri. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*, 81(6), 449-454.
96. Jordan, M. J., Norris, S. R., Smith, D. J., Herzog, W. (2005). Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 459-466.
97. Cardinale, M., Lim, J. (2003). The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Medicina Dello Sport*, 56(4), 287-292.
98. Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.
99. Issurin, V. B., Liebermann, D. G., & Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *Journal of Sports Sciences*, 12(6), 561-566.
100. Rittweger, J., Beller, G., Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*, 20(2), 134-142.

101. Kerschman-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical Physiology*, 21(3), 377-382.
102. Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K. A., Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *International Journal of Sports Medicine*, 23(6), 428-432.
103. Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 308-319.
104. Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(3), 459-465.
105. Shaji, J., Isha, S. (2009). Comparative analysis of plyometric training program and dynamic stretching on vertical jump and agility in male collegiate basketball player. *Al Ame en J Med Sci*, 2(1), 36-46.
106. Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(5), 225-239.
107. Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics*. Kaliforniya: Human Kinetics.
108. Hutton, R. S., Atwater, S. W. (1992). Acute and chronic adaptations of muscle proprioceptors in response to increased use. *Sports Medicine*, 14(6), 406-421.
109. Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 24-31.
110. Rassier, D. E., Herzog, W. (2005). Force enhancement and relaxation rates after stretch of activated muscle fibres. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 272(1562), 475-480.
111. Kurokawa, S., Fukunaga, T., Nagano, A., Fukashiro, S. (2003). Interaction between fascicles and tendinous structures during counter movement jumping investigated in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), 2306-2314.
112. Roberts, T. J. (2002). The integrated function of muscles and tendons during locomotion. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133(4), 1087-1099.
113. Roberts, T. J., Marsh, R. L., Weyand, P. G., Taylor, C. R. (1997). Muscular force in running turkeys: the economy of minimizing work. *Science*, 275(5303), 1113-1115.

114. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (Eds.). (2000). *Principles of neural science*. New York: McGraw-hill.
115. Fukunaga, T., Kawakami, Y., Muraoka, T., Kanehisa, H. (2002). Muscle and tendon relations in humans. In *Sensorimotor Control of Movement and Posture* (pp. 501-505). Newyork: Springer US.
116. Siff, M. C. (2003). Supertraining. *Denver, Colorado*: Supertraining Institute.
117. Ishikawa, M., Komi, P. V., Grey, M. J., Lepola, V., Bruggemann, G. P. (2005). Muscle-tendon interaction and elastic energy usage in human walking. *Journal of Applied Physiology*, 99(2), 603-608.
118. Ishikawa, M., Niemelä, E., Komi, P. V. (2005). Interaction between fascicle and tendinous tissues in short-contact stretch-shortening cycle exercise with varying eccentric intensities. *Journal of Applied Physiology*, 99(1), 217-223.
119. Asadi, A., de Villarreal, E. S., Arazi, H. (2015). The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1870-1875.
120. De Villarreal, E. S. S., Requena, B., Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522.
121. Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 543-549.
122. Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., ve diğerleri. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 170-176.
123. Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N. B., Laurencelle, L., Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
124. Simenz, C. J., Dugan, C. A., Ebben, W. P. (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 495-504.
125. Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., Noyes, F. R. (1996). Decreased impact forces and increased hamstrings torques in female athletes with plyometric training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(5), 54.
126. Newton, R. U., Kraemer, W. J., Haekkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 323-330.

127. Toumi, H., Best, T. M., Martin, A., F'guyer, S., Poumarat, G. (2004). Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, 25(5), 391-398.
128. Rimmer, E., Sleivert, G. (2000). Effects of a Plyometrics Intervention Program on Sprint Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
129. Spurrs, R. W., Murphy, A. J., Watsford, M. L. (2003). The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), 1-7.
130. Vossen, J. F., Kramer, J. E., Burke, D. G., Vossen, D. P. (2000). Comparison of Dynamic Push-Up Training and Plyometric Push-Up Training on Upper-Body Power and Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 248-253.
131. Heiderscheit, B. C., McLean, K. P., Davies, G. J. (1996). The effects of isokinetic versus plyometric training on the shoulder internal rotators. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 23(2), 125-133.
132. Swanik, K. A., Lephart, S. M., Swanik, C. B., Lephart, S. P., Stone, D. A., Fu, F. H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 11(6), 579-586.
133. Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 345-353.
134. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 330(7489), 449.
135. Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., ve diğçerleri. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125(9), 614-621.
136. Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjøberg, A., Olsen, O. E., Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71-78.
137. Myer, G. D., Ford, K. R., McLean, S. G., Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 445-455.

138. Wilkerson, G. B., Colston, M. A., Short, N. I., Neal, K. L., Hoewischer, P. E., Pixley, J. J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *Journal of Athletic Training*, 39(1), 17-23.
139. Urbaniak, G. C., Plous, S. "Research Randomizer (Version 4.0)[Computer software]. Retrieved on June 22, 2013." (2013).
140. Moir, G. L. (2008). Three different methods of calculating vertical jump height from force platform data in men and women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12(4), 207-218.
141. Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 556-560.
142. Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282.
143. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
144. Singh, T. N., Nongdren, R. K. (2014). Explosive Strength through Standing Broad Jump and Vertical Jump Test between Inter-College Level Volleyball and Basketball Players. *EDUCATION*, 1(2).
145. Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Artero, E. G., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Sjöström, M., Ruiz, J. R. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817.
146. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277.
147. Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G. T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M., Laursen, P. B. (2008). Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1037-1045.
148. Bogdanis, G. C., Papaspyrou, A., Souglis, A. G., Theos, A., Sotiropoulos, A., Maridaki, M. (2011). Effects of two different half-squat training programs on fatigue during repeated cycling sprints in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1849-1856.
149. Özkara, A. (2002). *Futbolda Testler*. Ankara: İlksan Matbaacılık.

150. Delestrat, A. ve Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
151. Semenick, D. (1990). Tests and Measurements; The T-test. *Strength & Conditioning Journal*, 12(1), 36-37.
152. Holmberg, P. M. (2010). Preseason preparatory training for a division III women's college basketball team. *Strength & Conditioning Journal*, 32(6), 42-54.
153. Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M. ve Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 443-450.
154. Gribble, P. A. ve Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 7(2), 89-100.
155. Hertel, J., Miller, S. J. ve Denegar, C. R. (2010). Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *JSR*, 9(2).
156. Kinzey, S. J. ve Armstrong, C. W. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(5), 356-360.
157. Luo, J., McNamara, B. ve Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35(1), 23-41.
158. Nordlund, M. M. ve Thorstensson, A. (2007). Strength training effects of whole-body vibration?. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(1), 12-17.
159. Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 918-920.
160. Piper, T. J. Ve Erdmann, L.D. (1998). A 4-Step Plyometric Program. *Strength & Conditioning Journal*, 20(6), 72-73.
161. Miller, M. G., Berry, D. C., Bullard, S. ve Gilders, R. (2002). Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(4), 268-283.
162. Sümbüloğlu K. ve Sümbüloğlu V., (1989) *Biyoistatistik*, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara., 150-66.
163. Santos, E. J. ve Janeira, M. A. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 903-909.

164. Rønnestad, B. R. (2004). Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 839-845.
165. Pereira, A., Costa, A. M., Santos, P., Figueiredo, T. ve João, P. V. (2015). Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. *Medicina*, 51(2), 126-131.
166. Sharma, D. ve Multani, N. K. (2012). Effectiveness of Plyometric Training in the Improvement of Sports Specific Skills of Basketball Players. *Indian Journal*, 6(1).
167. Witzke, K. A. ve Snow, C. M. (2000). Effects of polymetric jump training on bone mass in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1051-1057.
168. Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M. ve diğerleri. (2015). Effect of Vertical, Horizontal, and Combined Plyometric Training on Explosive, Balance, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
169. Kawamori, N., Nosaka, K. ve Newton, R. U. (2013). Relationships between ground reaction impulse and sprint acceleration performance in team sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 568-573.
170. Meylan, C. ve Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613.
171. Linnamo, V., Newton, R. U., Häkkinen, K., Komi, P. V. ve diğerleri. (2000). Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(6), 417-424.
172. Diallo, O., Dore, E., Duche, P. ve Van Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 342.
173. Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J., Hughes, M. ve Manson, S. (2014). An evidence-based model of power development in youth soccer. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 9(5), 1241-1264.
174. Michailidis, Y., Fatouros, I. G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A. ve diğerleri. (2013). Plyometrics trainability in preadolescent soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 38-49.
175. Andrejić, O. (2012). The effects of a plyometric and strength training program on the fitness performance in young basketball players. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 10(3), 221-229.

176. Paradisis, G. ve Zacharogiannis, E. (2007). Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, (6), 44-49.
177. Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197-1206.
178. Maulder, P. ve Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 74-82.
179. Xie, L., Rubin, C. ve Judex, S. (2008). Enhancement of the adolescent murine musculoskeletal system using low-level mechanical vibrations. *Journal of Applied Physiology*, 104(4), 1056-1062.
180. Kossev, A., Siggelkow, S., Kapels, H. H., Dengler, R. ve Rollnik, J. D. (2001). Crossed effects of muscle vibration on motor-evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, 112(3), 453-456.
181. Siggelkow, S., Kossev, A., Schubert, M., Kappels, H. H., Wolf, W. ve Dengler, R. (1999). Modulation of motor evoked potentials by muscle vibration: the role of vibration frequency. *Muscle & Nerve*, 22(11), 1544-1548.
182. Mileva, K. A., Naleem, A. A., Biswas, S. K., Marwood, S. I. M. O. N. ve Bowtell, J. L. (2006). Acute effects of a vibration-like stimulus during knee extension exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(7), 1317.
183. Wilcock, I. M., Whatman, C., Harris, N. ve Keogh, J. W. (2009). Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 593-603.
184. Rittweger, J., Mutschelknauss, M. ve Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 23(2), 81-86.
185. Cloak, R., Nevill, A. M., Clarke, F., Day, S. ve Wyon, M. A. (2010). Vibration training improves balance in unstable ankles. *International Journal of Sports Medicine*, 31(12), 894.
186. Torvinen, S., Kannus, P., Siev nen, H., J rvinen, T. A., Pasanen, M. ve di erleri (2002). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 22(2), 145-152.
187. Ritzmann, R., Kramer, A., Bernhardt, S. ve Gollhofer, A. (2014). Whole body vibration training-improving balance control and muscle endurance. *PloS one*, 9(2), e89905.

188. Ritzmann, R., Kramer, A., Gollhofer, A. ve Taube, W. (2013). The effect of whole body vibration on the H-reflex, the stretch reflex, and the short-latency response during hopping. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(3), 331-339
189. Moezy, A., Olyaei, G., Hadian, M., Razi, M., ve Faghihzadeh, S. (2008). A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 42(5), 373-385.
190. Schuhfried, O., Mittermaier, C., Jovanovic, T., Pieber, K. ve Paternostro-Sluga, T. (2005). Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 19(8), 834-842.
191. Adams, J. B., Edwards, D., Serviette, D., Bedient, A. M., Huntsman, E., Jacobs, K. A. (2009). Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 237-245.
192. Bazett-Jones, D. M., Finch, H. W. ve Dugan, E. L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(1), 144-150.
193. Amano, H., Nakata, K., Mae, T., Kohda, H., Shimomura, K., Satoh, M. ve Yoshikawa, H. (2011). Effects of whole body vibration training on dynamic balance in healthy adult volunteers. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 334-334.
194. Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A. L. Ve Boonen, S. (2007). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait & Posture*, 26(2), 309-316.
195. Siu, P. M., Tam, B. T., Chow, D. H., Guo, J. Y., ve ark. (2010). Immediate effects of 2 different whole-body vibration frequencies on muscle peak torque and stiffness. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(10), 1608-1615.
196. Melnyk, M., Kofler, B., Faist, M., Hodapp, M., ve Gollhofer, A. (2008). Effect of a whole-body vibration session on knee stability. *International Journal of Sports Medicine*, 29(10), 839.
197. Pollock, R. D., Woledge, R. C., Mills, K. R., Martin, F. C. ve Newham, D. J. (2010). Muscle activity and acceleration during whole body vibration: effect of frequency and amplitude. *Clinical Biomechanics*, 25(8), 840-846.
198. Melnyk, M., Schloz, C., Schmitt, S., ve Gollhofer, A. (2009). Neuromuscular ankle joint stabilisation after 4-weeks WBV training. *International Journal Sports Medicine*, 30(6), 461-466.

199. Van Nes, I. J., Geurts, A. C., Hendricks, H. T. ve Duysens, J. (2004). Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: preliminary evidence. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83(11), 867-873.
200. Lloyd, D. G. (2001). Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(11), 645-654.
201. Hewett, T. E., Paterno, M. V., ve Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 402, 76-94.





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

Sayı : 16969557-941

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 26.08.2015 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2015/17
Proje No : GO 15/427 (Değerlendirme Tarihi: 08.07.2015)
Karar No : GO 15/427 – 02

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. İnci YÜKSEL'in sorumlu araştırmacı olduğu, Uzm. Fzt. Günseli USGU'nun tezi olan GO 15/427 kayıt numaralı ve **"Basketbol Oyuncularında Vibrasyon Eşliğindeki Pliometrık Eğitimin Fiziksel Performans Üzerine Etkileri"** başlıklı proje önerisi araştırmının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, idari izinlerin tamamlanması kaydı ile etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) | 9 Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye) | 10. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye) | 11. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye) | 12. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye) | 13 Prof. Dr Leyla Dinç (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 14. Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ali Düzova (Üye) | 15. Av. Meltem Onurlu (Üye) |
| 8. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) | |

ASLI GİBİDİR

Bilgisayar İşletmeni
Tülay ATAC
Hacettepe Üniversitesi
Etik Kurullar Sekreteri

