

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

**GENÇ BASKETBOLCULARDA PLİYOMETRİK
ANTRENMANLARIN ANAEROBİK
PERFORMANS VE DİKEY SIÇRAMA
YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİ**

İsa SAĞIROĞLU

SPOR FİZYOLOJİSİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR – 2008

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

**GENÇ BASKETBOLCULARDA PLİYOMETRİK
ANTRENMANLARIN ANAEROBİK
PERFORMANS VE DİKEY SIÇRAMA
YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİ**

SPOR FİZYOLOJİSİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsa SAĞIROĞLU

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. M. İlgı ŞEMİN

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Fizyoloji Anabilim Dalı, Spor Fizyolojisi Yüksek Lisans öğrencisi **İsa SAĞIROĞLU** tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan **Genç Basketbolcularda Pliyometrik Antrenmanların Anaerobik Performans ve Dikey Sıçrama Yüksekliğine Etkisi** isimli tez Fizyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiş ve onaylanmıştır.

Tez Savunma Tarihi : 13/06/2008

Prof. Dr. M. İlgi ŞEMİN
BAŞKAN

Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN

ÜYE

Prof. Dr. Elif AKALIN

ÜYE

İÇİNDEKİLER

| | |
|------------------------------------------------------------|-----|
| TABLO LİSTESİ..... | i |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | ii |
| KISALTMALAR..... | iii |
| TEŞEKKÜR..... | iv |
| ÖZET..... | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ..... | 3 |
| 1.1. Problem..... | 3 |
| 1.2. Alt Problemler..... | 4 |
| 1.3. Çalışmanın Amacı..... | 4 |
| 1.4. Çalışmanın Önemi..... | 5 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 6 |
| 2.1. Kas Fizyolojisi..... | 6 |
| 2.1.1. İskelet Kası..... | 6 |
| 2.1.1.1. Sarkolemma..... | 7 |
| 2.1.1.2. Miyofibriller, Aktin ve Miyozin İplikçikleri..... | 7 |
| 2.1.1.2.1. Miyofibriller..... | 7 |
| 2.1.1.2.2. Miyozin İplikçigi..... | 7 |
| 2.1.1.2.3. Aktin İplikçigi..... | 8 |
| 2.1.1.3 Sarkoplazma..... | 9 |
| 2.1.1.4 Sarkoplazmik Retikulum ve T-Tübülleri..... | 9 |
| 2.1.2. İskelet Kas Kasılması..... | 10 |
| 2.1.2.1. Motor Sinirler ve Motor Üniteler..... | 10 |
| 2.1.2.2. Uyarılma-Kasılma İlişkisi..... | 10 |
| 2.1.2.3. Kas Kasılmasında Kayan Filamentler Kuramı..... | 12 |
| 2.1.3. İskelet Kası Kasılma Tipleri..... | 12 |
| 2.1.3.1. İzometrik Kasılma..... | 13 |
| 2.1.3.2. İzotonik Kasılma..... | 13 |
| 2.1.4. İskelet Kasının Duyu Organları..... | 13 |
| 2.1.4.1. Kas içcikleri..... | 13 |
| 2.1.4.2. Golgi Tendon Organı..... | 15 |
| 2.1.5. Gerim Refleksi (Miyotatik refleksi)..... | 16 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.5.1. Safhalı Gerim Refleksi..... | 17 |
| 2.1.5.2. Vurgulu Gerim Refleksi..... | 17 |
| 2.1.6. Ters Gerim Refleksi (Ters Miyotatik Refleks)..... | 17 |
| 2.2. Pliyometrik Antrenman..... | 18 |
| 2.2.1. Çabuk Kuvvet Antrenmanı | 19 |
| 2.2.2. Pliyometrik Antrenmanın Anatomik ve Mekanik Özellikleri | 20 |
| 2.2.3. Plyometrik Egzersizin Fizyolojisi..... | 23 |
| 2.2.4. Pliyometrik Antrenmanın Yöntemsel İlkeleri..... | 24 |
| 2.2.5 Pliyometrik Antrenman Programının Tasarımı..... | 25 |
| 2.2.5.1. Pliyometrik Antrenmana Başlamadan Önce | |
| Bilinmesi Gerekenler..... | 26 |
| 2.2.5.2. Sıçramaların Sınıflandırılması..... | 27 |
| 2.2.5.2.1. Yerinde Sıçramalar (<i>Jumps-in-place</i>)..... | 27 |
| 2.2.5.2.2. Durarak Sıçramalar (<i>Standing Jumps</i>)..... | 28 |
| 2.2.5.2.3. Çoklu Sıçramalar ve Atlamalar | |
| (<i>Multiple Hops and Jumps</i>)..... | 28 |
| 2.2.5.2.4. Sekmeler (<i>Boundings</i>)..... | 28 |
| 2.2.5.2.5. Kutu Alıştırmaları (<i>Box Drills</i>)..... | 28 |
| 2.2.5.2.6. Derinlik Sıçramaları (<i>Drop Jumps</i>)..... | 28 |
| 2.2.5.3. Pliyometrik Egzersizin Değişkenleri..... | 29 |
| 2.2.5.3.1. Pliyometrik Egzersizin Şiddeti..... | 29 |
| 2.2.5.3.2. Pliyometrik Antrenmanın Kapsamı..... | 29 |
| 2.2.5.3.3. Pliyometrik Antrenmanın Sıklığı..... | 30 |
| 2.2.5.3.4. Pliyometrik Antrenmanda Toparlanma..... | 31 |
| 2.2.5.4. Pliyometrik Egzersiz Tarafından Geliştirilen Beceriler.... | 31 |
| 2.3. Basketbol Tanımı ve Fizyolojisi..... | 32 |
| 2.3.1. Basketbol Oyunu..... | 32 |
| 2.3.2. Basketbol Oyun Sahası..... | 32 |
| 2.3.3. Oyuncu Pozisyonları..... | 32 |
| 2.3.4. Basketbol İçin Fiziksel Uygunluk..... | 32 |
| 2.3.5. Basketbolda Enerji Sistemleri..... | 33 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM..... | 34 |
| 3.1. Araştırma Modeli..... | 34 |
| 3.2. Araştırma Grubu..... | 34 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması..... | 34 |
| 3.3.1. Boy, Ağırlık ve Vücut Yağ Oranı Ölçümü..... | 35 |
| 3.3.2. Otur – Uzan (<i>Sit and Reach</i>) Esneklik Testi..... | 36 |
| 3.3.3. Dikey Sıçrama Ölçümü..... | 37 |
| 3.3.4. Wingate Anaerobik Güç ve Kapasite Testi..... | 37 |
| 3.3.5. Denge Ölçümü..... | 38 |
| 3.3.6. İzokinetik Güç Ölçümü..... | 39 |
| 3.4. Antrenman Protokolleri..... | 40 |
| 3.4.1. Pliyometrik Antrenmanın Uygulanması..... | 40 |
| 3.5. Veri Analizi | 41 |
| 4. BULGULAR..... | 42 |
| 5. TARTIŞMA..... | 53 |
| 5.1. Pliyometrik Antrenmanın Dikey Sıçrama Yüksekliği Üzerindeki Etkileri...54 | |
| 5.2. Pliyometrik Antrenmanın Anaerobik Güç ve Kapasite Üzerindeki Etkisi...55 | |
| 5.3. Pliyometrik Antrenmanların Esneklik Üzerindeki Etkileri.....56 | |
| 5.4. Pliyometrik Antrenmanların Bacak Kuvveti Üzerindeki Etkileri.....57 | |
| 5.5. Pliyometrik Antrenmanların Denge Üzerindeki Etkileri.....59 | |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 60 |
| 7. KAYNAKLAR | 61 |
| 8. EKLER..... | 64 |
| EK 1. Gönüllü Sporcu Bilgilendirme Formu..... | 64 |
| EK 2. Etik Kurul Raporu..... | 66 |

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Pliyometrik antrenman için sezonlara göre sıçrama sayısı

Tablo 2: Pliyometrik egzersiz tarafından geliştirilen beceriler

Tablo 3: Sporcuların bazı fiziksel özelliklerine ait değerler

Tablo 4: Dikey sıçrama yüksekliklerine ait değerler

Tablo 5: Wingate anaerobik güç testine ait ortalama değerler

Tablo 6: Otur-uzan esneklik testi sonuçları

Tablo 7: Dominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork değerleri

Tablo 8: Dominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork değerleri

Tablo 9: Nondominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork değerleri

Tablo 10: Nondominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork değerleri

Tablo 11: SportKat denge ölçümüne ait değerler

SEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Uzunluk Ölçümü

Şekil 2: Ağırlık ve Vücut Yağ Oranı Ölçümü

Şekil 3: Otur – Uzan Esneklik Testi

Şekil 4: Dikey Sıçrama Ölçümü

Şekil 5: Wingate Anaerobik Güç Testi

Şekil 6: Denge Testi

Şekil 7: İzokinetik Güç Ölçümü

Şekil 8: Drop Jump

Şekil 9: Dikey sıçrama yüksekliklerine ait değerler

Şekil 10: Wingate anaerobik güç testine ait pik güç değerleri

Şekil 11: Wingate anaerobik güç testine ait ortalama güç değerleri

Şekil 12: Dominant bacak izokinetik pik tork 60°/sn diz fleksiyon ölçüm değerleri

Şekil 13: Dominant bacak izokinetik pik tork 60°/sn diz ekstansiyon ölçüm değerleri

Şekil 14: Dominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

Şekil 15: Dominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz ekstansiyon ölçüm değerleri

Şekil 16: Nondominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

Şekil 17: Nondominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

Şekil 18: Nondominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

Şekil 19: Nondominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz ekstansiyon ölçüm değerleri

KISALTMALAR

| | | |
|--------------|----------|----------------------------------------------------------|
| ATP | : | Adenozin Trifosfat |
| ADP | : | Adenozin Difosfat |
| RYR | : | Riyanodin Reseptörü |
| DHPR | : | Dihidropiridin Reseptörü |
| SERCA | : | Sarkoplazmik Endoplazmik Retikulum Kalsiyum ATPaz |
| SSS | : | Santral Sinir Sistemi |
| pp | : | Pik Güç |
| mp | : | Ortalama Güç |

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sırasında ve tezimin oluşumunda bilgi, tecrübesi ve motive edici desteği ile her zaman bana yol gösteren danışman hocam Sayın, Prof. Dr. M. İlgi ŞEMİN' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tüm sorularıma yanıt veren ve tezimin her aşamasında bana destek olan Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji A.D. öğretim üyeleri Sayın, Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN' e, Sayın Prof. Dr. Ş. Cem BEDİZ' e ve Sayın Prof. Dr. Osman AÇIKGÖZ' e içtenlikle teşekkür ederim. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon A.D.' nın tüm imkanlarını bana sunan, tez savunmamın juri üyeliğini kabul eden Sayın Prof. Dr. Elif AKALIN ile Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon A.D.' ndaki ölçümlerim sırasında bana yardım eden Sayın Dr. Ebru ŞAHİN başta olmak üzere tüm görevlilere teşekkür ederim. Bütün katkılarından dolayı Vestel Spor Kulübü Alt Yapı Koordinatörü Sayın Cenk DUMLUPINAR' a ve araştırmama gönüllü olarak katılan, tüm gayretlerini ortaya koyan Vestel Spor Kulübü Genç Erkek Basketbol Takımı oyuncularına ve antrenörlerine teşekkür ederim. Tezimin her aşamasında yanımda olan Sayın Ayşegül KIZILLAR' a ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

İsa SAĞIROĞLU

ÖZET

GENÇ BASKETBOLCULARDA PLİYOMETRİK ANTRENMANLARIN ANAEROBİK PERFORMANS VE DİKEY SIÇRAMA YÜKSEKLİĞİNE ETKİSİ

İsa SAĞIROĞLU

Bu araştırmanın amacı, yarışma sezonu içerisinde iki farklı antrenman sıklığında yapılan pliyo-metrik egzersizinin dikey sıçrama yüksekliği, anaerobik kapasite ve bacak kuvveti değerleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu nedenle Vestel Spor Kulübü' nün yaşları 15 ile 17 arasında değişen genç erkek basketbol takımı oyuncuları çalışmaya alınmıştır. Toplam 18 sporcu tarafsız ve eşit sayıda (n=6) iki deney ve bir kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

Deney gruplarından biri haftada bir gün diğeri ise haftada üç gün süreyle rutin basketbol antrenmanını takiben *drop jump* pliyo-metrik egzersizi uygulamış ve ardından gerdirme egzersizi yaparak çalışmayı tamamlamıştır. Kontrol grubu ise rutin basketbol antrenmanı sonrası gerdirme egzersizini yaparak çalışmayı sonlandırmıştır. Çalışma sekiz hafta boyunca devam etmiştir.

Sekiz haftalık egzersiz öncesinde ve sonrasında ölçümler yapılmıştır. Dikey sıçrama yüksekliği statik jump test yöntemiyle belirlenmiştir. Anaerobik güç ve kapasite *Wingate* anaerobik test ile kaydedilmiştir. Esneklik otur-uzan esneklik testi ile bulunmuştur. Bacak kuvveti izokinetik kuvvet testi yapılarak elde edilmiştir. Denge ölçümü *SporKat* denge ölçüm prosedürü ile değerlendirilmiştir.

Çalışmada üç grup arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar, *KruskalWallis* test yöntemine göre bağımlı değişkenlerin ortalama değerleri alınarak hesaplanmış ve bağımlı değişkenlerin anlamlı etkileri için *Mann-Whitney U* testi ile *Wilcoxon* Eşleştirilmiş İki Örnek testi yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak tespit edilmiştir.

Çalışmalar sonunda pliyo-metrik egzersiz gruplarının dikey sıçrama, anaerobik güç ve kapasite ile bacak kuvveti değerleri çalışmalar öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı gelişme göstermiştir ($p<0,05$). Haftada üç gün pliyo-metrik egzersiz yapan grup kontrol grubu ve haftada bir gün pliyo-metrik egzersiz yapan gruba göre dikey sıçrama, anaerobik güç ve kapasite ile bacak kuvveti değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış sağlamıştır ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Pliyo-metrik antrenman, dikey sıçrama yüksekliği, anaerobik performans, izokinetik bacak kuvveti, esneklik, denge.

ABSTRACT

EFFECT OF PLYOMETRIC TRAINING ON VERTICAL JUMP HIGHT AND ANAEROBIC PERFORMANCE IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS

İsa SAĞIROĞLU

The purpose of this study was to determine the effects of plyometric training, in two different training frequency, within competition season on vertical jump performance, anaerobic capability and leg force values. 15-17 years old young male basketball players of Vestel Sport Club participated to this training. A total of 18 basketball players has been divided into three groups as unbiased and in equal number (n=6): two experimental and one control group.

One of the experimental groups applied the drop jump plyometric exercise following the routine basketball training, once a week, while the other group had done three times a week, and then the training had been completed with a stretching exercise. The study of the control group had been completed with the stretching exercise after the routine basketball training. The training had continued 8 weeks.

Some measurements were taken before and after 8 weeks training session. Vertical jump height had been determined by using the static jump test method. Anaerobic power and capacity had been recorded by the Wingate anaerobic test. Flexibility had measured by using a sit and reach flexibility test. Leg force had obtained by using isokinetic force test. Balance measurement had been evaluated by using the SporKat balance measurement procedure.

Statistical comparisons among three groups in this study were calculated by taking mean values of dependent variables, and Mann-Whitney U test and Wilcoxon signed rank test had been used for significance effects of dependent variables. Significance level has been determined as $p < 0,05$.

At the end of the training, it has been observed that the values of the vertical jump, anaerobic power and capacity and also leg force values of plyometric exercise groups has shown statistically significant improvements ($p < 0,05$). A statistically significant increase in the values of vertical jump, anaerobic power and capacity and leg force ($p < 0,05$) has been provided for the experimental group doing the plyometric exercise one day in a week as compared with the control group.

Key Words: Plyometric training, vertical jump height, anaerobic performance, isokinetic leg power, flexibility, balance.

1. GİRİŞ ve AMAC

İnsanoğlu geçmişten günümüze kadar daha hızlı koşmak, daha yükseğe sıçramak ve bir cismi mümkün olduğu kadar uzağa atmak için birçok çalışma şekli geliştirmiştir (1). Bu istekleri yerine getirebilmek için çabuk kuvveti geliştirmek gereklidir. Çabuk kuvvet bir cisme ya da vücuda yüksek momentum kazandırmak için hızlı bir şekilde kuvvet uygulama yeteneğidir. Çabuk kuvveti geliştiren en etkili yöntemlerden biri de pliyometrik egzersizleri kapsayan antrenmanlardır (2,3). Bir hareket meydana getirmek için kuvveti ve hareketin hızını birleştirmeyi hedef alan çalışmalara pliyometrik alıştırmalar adı verilir (2,4). Pliyometrik çalışmalar gerilme refleksi ile patlayıcı tepki yaratmak için kullanılan bütün alıştırmaları kapsar (5,6). İskelet kasında ilk önce eksantrik kasılma, sonrasında konsantrik kasılma gerçekleşir (4). Bu olay eksantrik kasılma ile iskelet kasının önce gerilmesi ve ardından gerilme sırasında depolanan elastik enerjinin konsantrik kasılma ile boşaltılmasıyla meydana gelir. Böylece iskelet kası daha kuvvetli ve hızlı bir kasılma yapar (1).

Günümüzde basketbol antrenman programlarında pliyometrik antrenmanlar yer almaktadır (7,8,9) ve hiç şüphesizdir ki basketbolda başarıya etki eden, fiziksel performansı geliştirmede vazgeçilmez antrenman yöntemlerinden biridir (10). Ancak pliyometrik antrenmanların basketbol antrenmanlarının içindeki yeri tartışma konusu olmuştur. Yıllık antrenman programlarında sezon öncesi dönemde önemli ölçüde yer alırken, sezon içinde yok denecek kadar az yer almaktadır (8). Alt ve üst ekstremiteler kaslarını güçlendirmek, maksimal kuvveti, çabuk kuvveti, anaerobik gücü ve dikey sıçrama performansını artırmak basketbolda istenilen en önemli fiziksel performans unsurlarıdır ve pliyometrik antrenmanların bu unsurların tümünü çok iyi bir şekilde geliştirdiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. (2,4,6,11,12,13,14). Bu yararları göz önünde tutulduğunda pliyometrik antrenmanların yarışma sezonunda basketbol antrenmanlarının içindeki yeri ve sıklığının ne olması gerektiği büyük önem taşımaktadır ve ne yazık ki literatürde bu konu hakkında yapılan çalışma çok azdır.

1.1. Problem

Genç erkek basketbolcularda yarışma sezonunda haftada 1 ve 3 gün yapılan drop jump pliyometrik antrenmanının dikey sıçrama yüksekliği, anaerobik performans ve bazı fiziksel ve fizyolojik değerlere etkisi nedir?

1.2. Alt Problemler

- 1.2.1. 8 hafta süreyle haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenmanın performansa etkisi nedir?
- 1.2.1.1. Dikey sıçrama yüksekliği üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.1.2. Anaerobik performans üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.1.3. Esneklik üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.1.4. Bacak gücü üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.1.5. Denge üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.2. 8 hafta süreyle haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanın performansa etkisi nedir?
- 1.2.2.1. Dikey sıçrama yüksekliği üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.2.2. Anaerobik performans üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.2.3. Esneklik üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.2.4. Bacak gücü üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.2.5. Denge üzerinde etkisi var mıdır?
- 1.2.3. Haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan grup, haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan grup ve kontrol grubu arasında fark var mıdır?
- 1.2.3.1. Dikey sıçrama yüksekliği açısından fark var mıdır?
- 1.2.3.2. Anaerobik performans değerleri açısından fark var mıdır?
- 1.2.3.3. Esneklik değerleri açısından fark var mıdır?
- 1.2.3.4. Bacak gücü değerleri açısından fark var mıdır?
- 1.2.3.5. Denge değerleri açısından fark var mıdır?

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışma ile yarışma sezonu içinde genç basketbolcularda haftada 1 gün ve 3 gün, rutin basketbol antrenmanı sonrası yapılan 4 set 10 tekrarlık *drop jump* plyometrik çalışmasının sporcuların dikey sıçrama yüksekliği, anaerobik performansı ve bazı fiziksel, fizyolojik parametrelere olan etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

1.2. Çalışmanın Önemi

Literatürde genç basketbolcularda özellikle yarışma dönemi içerisinde plyometrik antrenmanların sıklığının ne olması gerektiği ve bu antrenmanların sporcuların fiziksel ve fizyolojik parametrelerine etkisi ile ilgili çalışmaların çok az olması ve antrenörlerin plyometrik antrenman sıklığını belirlemede farklılıklar göstermesinden dolayı, “Genç Basketbolcularda Plyometrik Antrenmanların Anaerobik Performans ve Dikey Sıçrama Yüksekliğine Etkisi” adlı çalışmanın bu alanda etkili bir araştırma olacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kas Fizyolojisi

Kas hücreleri kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çeviren hücrelerdir. Kas hücreleri adenozin trifosfattaki (ATP) enerjiyi kullanarak iş yapar. Bu işler çeşitli formlarda (hareket, kan pompalama veya peristaltizm gibi) gerçekleştiğinden çeşitli yapıda kaslar oluşmuştur. Bu kas tipleri iskelet kasları, kalp kası ve düz kaslardır (15). İnsan vücudunun yaklaşık %40' ı iskelet kası, %10' u düz kas ve kalp kasından meydana gelir (16).

İskelet kası istemli olarak merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilir. Duruş, konuşma, hareket ve solunum gibi çok sayıda eylemde rol oynar. İskelet kas hücrelerindeki aktin ve miyozin molekülleri iskelet kasına çizgili görünümünü verir. Kalp kası çizgili kas olmasına rağmen intrinsik pacemaker tarafından istemsiz olarak çalıştırılır ve otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir. Düz kas ise; iskelet ve kalp kasında bulunan çizgilerden yoksun olup, istemsiz kontrol altındadır. Her üç kas tipinde de aktin ve miyozin liflerinin karşılıklı ilişkileri sonucu güç oluşur ve bu işlemde hücre içi kalsiyum miktarının artışına gereksinim duyulmaktadır. (15)

2.1.1 İskelet Kası

Bütün iskelet kasları çok sayıda kas lifi denilen hücrelerden oluşur (15). Bu kas liflerinin çapı 10-80 mikrometre arasında değişir. Her bir kas lifi daha küçük alt birimlerden oluşur. Çoğu kasta lifler bütün kas boyunca uzanırlar; %2'si haricinde, her kas lifi orta bölgesinde sonlanan tek bir sinir ucu tarafından inerve edilir (16).

Her bir kas lifi endomisyum denilen bir bağ doku tabakası ile kaplıdır. Bu kas lifleri daha sonra fasiküller halinde gruplanır ve perimisyum denilen başka bir bağ dokusu ile çevrelenir. Perimisyum içinde kan damarları ve sinirler tek tek kas liflerine giderler. Sonuçta fasiküller bir araya gelerek kası meydana getiriler. Epimisyum adı verilen ve kası kaplayan bağ dokusu kılıfı kası iskelete bağlar (15).

Her iskelet kası lifi miyofibril denilen filamentler demetini kapsar, bunlar hücrenin bir ucundan öteki ucuna uzanırlar. Hücrenin belirgin çizgili görünümü miyofibrillerin tekrarlanan yapısından oluşur (15).

2.1.1.1. Sarkolemma

Sarkolemma kas lifi hücresinin membranıdır. Sarkolemma, plazma membranı adı verilen gerçek hücre membranı ile birçok ince kollajen lif içeren bir polisakkarid tabakasından oluşan dış kılıftan meydana gelir. Kas lifinin ucunda, sarkolemma'nın yüzey tabakası bir tendon lifiyle birleşir. Sonrasında tendon lifleri kas tendonunu oluşturmak üzere demetler halinde bir araya gelir ve kemiğe yapışırlar (16).

2.1.1.2. Miyofibriller, Aktin ve Miyozin İplikçikleri

Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında miyofibril içerir. Her miyofibrilde yan yana uzanan yaklaşık 1500 miyozin iplikçığı ile 3000 aktin iplikçığı bulunur. Bunlar kas kasılmasından sorumlu olan büyük polimerize proteinlerden oluşur (16).

2.1.1.2.1. Miyofibriller

Miyofibril uzunlamasına olarak sarkomerlere ayrılır. Sarkomer Z-çizgisi olarak adlandırılan iki koyu çizgi arasındadır ve iskelet kasında kasılan üniteleri oluşturur. Bir sarkomerin ortalama uzunluğu 2 mikrometredir. Z-çizgisinin her iki ucunda I bandı denilen açık renkli bir bant vardır ve ince filamentleri bulundurur (15). I bandı polarize ışığa izotropik olduklarından I bandı adını alır (16). Sarkomer içindeki iki I bandı arasındaki bölge A bandı ismini alır ve genellikle miyozin proteininden oluşan kalın filamentleri bulundurmaktadır. Aktin filamentleri Z-çizgisinden sarkomerin merkezine doğru ilerleyerek kalın filamentlerin bir bölümünü geçer. A bandının sonundaki koyu alan bu kalın ve ince filamentlerin birbirine girdiği bölgeyi gösterir (15). A bandı polarize ışığa anizotropik olduğundan A bandı adını alır (16). Sarkomerin ortasında H bandı adı verilen açık renkli bir bölge bulunur. Bu bölüm A bandının miyozin filamentleri içeren ve ince filamentleri içermeyen bölgesidir. Bu şekilde ince aktin filamentleri Z-çizgisinden H bandının kenarına kadar uzanır ve A bandındaki kalın filamentlerin bir kısmını da geçer. M-çizgisi olarak isimlendirilen bir koyu çizgi sarkomerin merkezini gösterir ve sarkomerde bulunan kalın filamentlerin aynı hizada dizilişlerinin organizasyonu için önemli olan proteinleri içerir (15).

2.1.1.2.2. Miyozin İplikçığı

Miyozin iplikçığı her birinin ağırlığı 480.000 olan birçok miyozin molekülünden meydana gelmiştir. Miyozin molekülü her birinin molekül ağırlığı 200.000 kadar olan iki ağır

zincir ile molekül ağırlıkları 20.000 olan dört hafif zincir olmak üzere altı polipeptit zincirden meydana gelir. İki ağır zincir bir çift sarmal oluşturmak üzere birbiri etrafına spiral olarak sarılır. Miyozin molekülünün bu sarmalına kuyruk adı verilir. Bu zincirlerden her birinin bir ucu karşılıklı olarak kıvrılarak miyozin başı denilen globuler polipeptit yapıyı oluşturur. Bu sebeple, çift sarmal miyozin molekülünün bir ucunda iki serbest baş bulunur. İki tanesi birer başa ait olmak üzere, dört hafif zincir de miyozin başının kısımlarıdır. Bu hafif zincirler kas kasılması sırasında başın fonksiyonunu kontrol etmeye yardım eder (16).

Miyozin iplikçığı iki yüz veya daha fazla miyozin molekülünden oluşmuştur. Miyozin molekülünün kuyrukları demet halinde toplanarak iplikçığın gövdesini meydana getirir. Her miyozin molekülünün gövde kısmı başla beraber yana doğru uzanır ve başı vücuttan uzatan bir kol oluşturur. Dışarı doğru uzanan kollar ve başlara birlikte çapraz köprü adı verilir. Her çapraz köprünün menteşe adı verilen, biri başın miyozin filamentinden ayrıldığı, diğeri iki başın kolla birleştiği yer olmak üzere iki noktası bükülebilir. Bu menteşeli kollar, başların hem miyozin filamentinin gövdesinden dışarı doğru uzaklaşmasını, hem de gövdeye doğru yaklaştırılmasını sağlamaktadır. Her miyozin filamentinin toplam uzunluğu aynı olup, aşağı yukarı 1,6 mikrometredir. Miyozin filamentinin tam ortasında, ortalama 0,2 mikrometrelik bir mesafede çapraz köprübaşları yoktur, çünkü menteşeli kollar miyozin filamentinin ortasından iki ucuna doğru uzanmaktadır (16).

Miyozin filamentini kendi çevresinde döner ve her çapraz köprü seti ve önceki setten 120 derece aksiyal olarak yer değiştirir. Bu olay çapraz köprülerin iplikçığın etrafında her yönde uzamasını sağlamaktadır (16).

Miyozin başının kas kasılması için temel olan diğeri bir özelliği ATPaz enzimi olarak fonksiyon göstermesidir. Bu özellik başın ATP' yi yıkmasını ve ATP' nin yüksek enerjili fosfat bağlarından elde edilen enerjiyi kasılma işlemini yapabilmek için kullanmasını sağlar (16).

2.1.1.2.3. Aktin İplikçığı

Aktin filamentini üç protein bileşeninden oluşmuş bir yapıdadır. Bunlar aktin, tropomiyozin ve troponindir. Aktin filamentinin bel kemiği çift-sarmal F aktin protein molekülüdür. İki iplik miyozin molekülündeki yapıya benzer şekilde sarmal yaparlar (16).

Çift F aktin sarmalındaki ipliklerin her biri, molekül ağırlığı 42.000 kadar olan polimerize G aktin moleküllerinden meydana gelmiştir. Her bir G aktin molekülüne bir ADP

molekölü bağlanmıştır. Bu ADP moleküllerinin, kas kasılması esnasında aktin iplikçiklerinin miyozin iplikçiklerinin çapraz köprüleriyle etkileştiği aktif bölgeler olduğu tahmin edilmektedir. Çift sarmalın iki F aktin ipliği üzerindeki aktif alanları, aktin filamenti boyunca ortalama her 2,7 nanometrede bir aktif alan bulunacak şekilde zikzak biçiminde yerleşmiştir. Her aktin filamenti aşağı yukarı 1 mikrometre uzunluğundadır. (16)

Aktin filamentleri tropomiyozin adı verilen farklı bir proteini de bulundurur. Her tropomiyozin molekülünün molekül ağırlığı 70.000 ve uzunluğu 40 nanometredir. Bu moleküller F aktin sarmalının etrafına spiral olarak sarılmıştır. Dinlenme esnasında tropomiyozin molekülleri aktin filamentlerinin aktif alanını kapatır, bu sebeple aktin ile miyozin arasında kasılmaya neden olacak çekime engel olur. (16)

Tropomiyozin molekülünün bir ucuna tutunmuş troponin denilen bir protein daha bulunur. Troponin gerçekte, her biri kas kasılmasının kontrolünde özgül bir rol alan zayıf bağlı üç protein alt biriminden oluşmuş bir yapıdır. Bunlardan Troponin I aktin için, Troponin T tropomiyozin için, Troponin C ise kalsiyum iyonları için kuvvetli afiniteye sahiptir. Bu yapının tropomiyozini aktine bağladığı düşünülür (16).

2.1.1.3 Sarkoplazma

Her bir kas lifinin miyofibrilleri kas lifi içinde yan yana asılı haldedir. Miyofibriller arası boşluklar sarkoplazma adı verilen intraselüler sıvı ile doludur. Sarkoplazma sıvısı yüksek miktarda potasyum, magnezyum, fosfat ve protein yapıda enzimler içerir. Ayrıca miyofibrillere paralel olarak çok miktarda mitokondri bulunur. Mitokondri tarafından üretilen adenosin trifosfat (ATP) kasılabilir miyofibrillere büyük miktarda enerji sağlar (16).

2.1.1.4 Sarkoplazmik Retikulum ve T-Tübülleri

Sarkoplazma içinde bulunan endoplazmik retikuluma kas lifinde sarkoplazmik retikulum denir. Retikulum kas kasılmasının kontrolünde oldukça önemli role sahiptir, kas liflerinin çok hızlı kasılan tiplerinde çok miktarda sarkoplazmik retikulum bulunur (16). Sarkoplazmik retikulum intraselüler membran sistemidir ve kalsiyumun depolanmasında rol oynar (15).

Sarkolemmanın içe doğru yaptığı kıvrımlara T-tübülleri adı verilir ve bunlar A bandının sonunun kenarından kas lifinin içine doğru geçer. Sarkoplazmik retikulum ve T-tübülleri farklı membran sistemleridir. Sarkoplazmik retikulum bir hücre içi sistem iken T-

tübülleri ekstraselluler boşluk ile bağlantılıdır. T-tübülleri ile sarkoplazmik retikulum arasını bir boşluk ayırır. T-tübüllerine en yakın sarkoplazmik retikulum alanı terminal sisternadır. Terminal sisterna iskelet kası kontraksiyonu için önemli olan bir kalsiyum salgılanma yeridir. Sarkoplazmik retikulumun uzunlamasına olan bölümü terminal sisterna ile devam eder ve sarkomer boyunca uzanır. Sarkoplazmik retikulumun bu alanı sarkoplazmik retikulum içinde kalsiyumun tekrar birikimi ve kasın gevşemesi için kritik olan kalsiyum pompa proteinlerini (ATPaz) yüksek yoğunlukta içerir (15).

2.1.2. İskelet Kas Kasılması

2.1.2.1. Motor Sinirler ve Motor Üniteler

İskelet kasları merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilir. Her iskelet kası bir alfa-motor nöron tarafından inerve edilir. Alfa-motor nöronların hücre gövdeleri medulla spinalisin ventral boynuzunda yer alır. Motor aksonları ventral kök yoluyla çıkarlar ve karışık periferik sinirlerle kaslara ulaşırlar. Kaslarda motor sinirler kollara ayrılır ve her kol tek bir kas lifini innerve eder. Özelleşmiş kolinerjik sinapslar nöromüsküler bağlantıları yapar ve nöromüsküler iletim bir aksiyon potansiyeli oluşturur (15).

Bir motor ünite, bir motor sinir ve bu sinirle innerve olan tüm kas liflerinden oluşur. Motor ünite fonksiyonel kasılan ünitedir. Zira motor sinir uyarıldığında bir motor ünite içerisindeki tüm kas hücreleri aynı anda kasılırlar. Alfa motor nöronun kas ile oluşturduğu nöromüsküler bağlantı son plak olarak isimlendirilir. Nöromüsküler bağlantı noktasında salgılanan asetilkolin kas lifinde aksiyon potansiyelini başlatır (15).

2.1.2.2. Uyarılma-Kasılma İlişkisi

Bir kas lifinde sarkolemma boyunca ve sonra T-tübüllerinden aşağıya doğru bir aksiyon potansiyeli iletildiğinde sarkoplazmik retikulumdan miyoplazma içine kalsiyum salgılanır. Salınım, hücre içi kalsiyum konsantrasyonunu artırarak aktin-miyozin etkileşmesini ve kasılmayı başlatır. Hücre içi kalsiyum artışı için zaman süresi, aksiyon potansiyeli ve güç gelişimi ile ilişkilidir. Hücre içi kalsiyum artışı aksiyon potansiyelinden az sonra başlar ve hemen hemen 20 milisaniyede zirve yapar. Hücre içindeki bu kalsiyum artışı sarsı denilen kasılmayı başlatır. Hücre içi kalsiyum artışı, T-tübüllerindeki proteinler ve komşu sarkoplazmik retikulumdaki etkileşim sonucu gerçekleşir. T-tübülü ile iki terminal sisternadan

oluşan yapıya triyad (üçlü yapı) adı verilir. T-tübülü ile terminal sisterna arasındaki açıklığı protein köprüleri kapatır. Bu köprü proteinlere ayak denilir. Bu ayaklar terminal sisterna membranındaki kalsiyum salgı kanallarından ve aksiyon potansiyeline tepki olarak hücre içi kalsiyum artışından sorumludurlar (15).

Kanala rıyanodin bağlandığından, bunlara rıyanodin reseptörü (RYR) adı verilir. Gerçekte sarkoplazmik retikulum membranı içinde sadece çok küçük miktarda RYR molekülü gömülü olarak bulunur. RYR molekülünün çoğunluğu terminal sisterna ile T-tübülü arasındaki boşluğu doldurur (15).

T-tübül membranında RYR' nin dihidropiridin reseptörü (DHPR) denilen bir proteinle etkileşime girdiği düşünülür. DHPR L-tipi voltaj kapılı kalsiyum kanalıdır ve beş alt ünitesi bulunur. Bu alt ünitelerden birisi kanal blokerlerinden dihidropiridin sınıfını bağlar ve sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salgısını oluşturmak için T-tübülünde aksiyon potansiyeli meydana gelmesi önemli gibi görünmektedir. Bununla beraber DHPR boyunca hücre içine kalsiyum girişi sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salgılanmasının başlatılması için gereklidir. Aslında iskelet kası ekstraselüler kalsiyum yokluğunda veya kalsiyum iletmeyen mutasyona uğramış DHPR ile kasılamaz. Aksiyon potansiyelinin aşağıya T-tübülüne geçmesi DHPR de onaylayıcı bir değişimle sonuçlanır ve DHPR deki bu protein-protein etkileşim değişimi RYR yi açarak terminal sistemadan miyoplazma içine kalsiyum salgılatır (15).

RYR nin yakınında yer alan diğer iki protein triadin ve kalsekestrin' dir. Triadin RYR ile DHPR arasındaki etkileşimde rol oynayabilir. Diğer taraftan kalsekestrin terminal sisternanın lümeninde yer alan düşük afiniteli bir kalsiyum bağlayan proteindir. Kalsiyumun yüksek konsantrasyonda depo edilmesini sağlayarak, RYR açık olduğunda kalsiyumun sarkoplazmik retikulumdan miyoplazma içine akışını kolaylaştıran uygun bir konsantrasyon gradyanı temin eder (15).

Hücre içi kalsiyum tekrar sarkoplazmik retikulum tarafından geri alındığında iskelet kasları gevşer. Sarkoplazmik retikulumun içerisine kalsiyumun alınışı kalsiyum pompasının aktivitesi ile gerçekleşir. Bu pompa iskelet kaslarına özgü değildir ve endoplazmik retikulum bulunan hücrelerde mevcuttur. Bu sebeple ismi Sarkoplazmik Endoplazmik Retikulum Kalsiyum ATPaz' dan gelen SERCA' dir. SERCA sarkoplazmik retikulumda en fazla miktarda bulunan proteindir. Hidrolize olan her ATP molekülü için lümene iki molekül kalsiyum taşır. Bu şekilde bir sarsı kontraksiyonu sırasındaki kalsiyum geçişi RYR yoluyla

terminal sisternadan kalsiyum salgılanması ve SERCA vasıtasıyla sarkoplazmik retikuluma geri alınması şeklindedir. Terminal sisternadaki kalsekstrin varlığı salgılanma bölgesine büyük miktarda kalsiyum depolanmasını kolaylaştırır (15).

2.1.2.3.Kas Kasılmasında Kayan Filamentler Kuramı

Sarkoplazmik retikulumdan salgılanan kalsiyum troponin C' ye bağlanır. Troponin C kalsiyum ile bağlanınca tropomiyozin molekülünün aktin iplikçığının aralığına doğru hareketine yardımcı olur. Tropomiyozinin bu hareketi aktin iplikçığındeki miyozin bağlanma alanını açığa çıkarır ve çapraz köprü oluşumuna imkan verir (15).

Miyozin ve aktinin bağlanması, miyozin molekülündeki ATP bağımlı değişiklikler ile aktin iplikçığının sarkomerin merkezine doğru hareketine neden olur. Böylece sarkomerin uzunluğu azalır, dolayısıyla kas lifi kasılır. Miyozinin güç meydana getirdiği ve sarkomeri kısalttığı mekanizmanın toplu halde çapraz köprü döngüsü adı verilen dört temel adımda meydana geldiği tahmin edilmektedir.

1. adım: Dinlenme esnasında miyozin ATP' yi kısmen hidrolize eder.

2. adım: Sarkoplazmik retikulumun terminal sisternasından salgılanan kalsiyum troponin C' ye bağlanır ve sonuçta aktin iplikçığındeki tropomiyozinin hareketi aktindeki miyozin bağlanma bölgesinin açığa çıkmasını sağlar. Bu olay daha sonra enerji alan miyozin başının alttaki aktine bağlanmasına imkan verir.

3. adım: Miyozin dişli etkisi denilen uygun bir değişikliğe girer ve aktin iplikçığını sarkomerin merkezine doğru çeker.

4. adım: Miyozinden aktin için ATP ve Pi serbestlenerek aktin iplikçığından miyozin için salgılanma ile sonuçlanır. Miyozin sonra kısmen ATP' nin enerjisinin bir kısmını kullanarak hidrolize ederek başın tekrar dikilmesini sağlar ve istirahat durumuna döner (15).

Bu çapraz köprü döngü mekanizmasına kayan filament teorisi adı verilir, çünkü miyozin çapraz köprüsü ince aktin filamentini sarkomerin merkezine doğru çekerek ince filamentin kalın filamentine geçiş belirgin kayışı ile sonuçlanır (15).

2.1.3. İskelet Kası Kasılma Tipleri

Kas kasılma tipleri üzerine farklı yaklaşımlar vardır. Bazıları statik kasılma olarak izometrik kasılmalar, dinamik kasılma için izotonik ve izokinetik kasılmalardan söz ederek

her üç kasılma tipinin de özellik olarak konsantrik ya da eksantrik şekilde meydana gelebileceğini ifade ederken, başkaları yalnızca dinamik kasılmaların konsantrik ve eksantrik şeklinde yapılabileceğini iddia ederler. Genel bir sınıflandırma; statik kasılmalar izometrik, dinamik kasılmalar izotonik ve izokinetik kasılmalardır şeklinde yapılabilir (17).

2.1.3.1. İzometrik Kasılma

İzo (iso)= sabit, eşit veya aynı, metrik ise uzunluk ifade eder. Statik bir kasılma türüdür. Kasta herhangi bir uzunluk değişimi olmaksızın, kasın tonusunda artış meydana gelen kasılma tipleridir. Kısaca, kasın uzunluğu sabit kalırken tonusu artmaktadır (17).

2.1.3.2. İzotonik Kasılma

İzo sabit, tonik ise gerilim anlamındadır. İzotonik kasımlarda kas uzunluğu değişir tonusu ise sabit kalır. İzotonik kasılmalar dinamik kasılma türüdür. Genellikle konsantrik kasılmalar anlamında kullanılırlar da hem konsantrik hem de eksantrik kasılmalar şeklinde sınıflandırılırlar. İzotonik kasılmalar ile mekanik bir iş yapılır ve hareket meydana gelir (17).

Konsantrik kasılma esnasında kasın tonusu sabit kalırken kasın uzunluğunda kısalma meydana gelmektedir. Bir ağırlığın bir yerden bir yere kaldırılması konsantrik kasılma ile gerçekleşir. Sonuçta bir iş yapılır ve hareket sağlanmış olur (17).

Eksantrik kasılma sırasında kasın tonusu sabit kalır ve konsantrik kasılmanın tersine kasın boyunda uzama meydana gelir. Sonuçta negatif bir iş gerçekleşir (17).

2.1.4. İskelet Kasının Duyu Organları

2.1.4.1. Kas iğcikleri

Kasın içinde bulunan, iğcik şeklinde (füsiform), kapsüllü duyu reseptörleridir. Fonksiyonları: buldukları kasın uzunluk değişikliklerini belirlemektir (18).

Kasların uzunluğu yaptıkları eklem hareketlerine bağlıdır. Santral sinir sistemi (SSS) kas iğciklerinden gelen bilgiyi vücut pozisyonunun belirlenmesinde kullanmaktadır (18).

Her kas iğciğinin üç kısmı vardır.

1. Orta kısımları (ekvatoryal bölge) kontraktil olmayan, özelleşmiş intrafuzal kas lifleri

2. İntrafuzal liflerin orta kısımlarından kalkan büyük çaplı, miyelinli duysal sonlanmalar
3. İntrafuzal liflerin kontraktıl olan kutup bölgelerini innerve eden küçük çaplı, miyelinli motor sonlanmalar

İntrafuzal lifler gerildiğinde (kas iğciği yüklendiğinde) duysal sonlanmalar da gerilir ve ateşleme oranları artar. Kas iğcikleri ektrafuzal liflere paralel yerleştikleri için, tüm kasın uzunluk değışiklikleri kas iğciğine aynen yansır. Böylece, bir kas gerildiğinde, kas iğciklerindeki duysal sonlanmalarda aktivite artışı olur. Kas kasıldığında ise iğciklerin yükü ve dolayısıyla aktivitesi azalır (18).

İntrafuzal kas liflerinin motor innervasyonu: Küçük çaplı gamma motor nöronların uyarısı ile intrafuzal liflerin kasılması tüm kasın kontraktıl gücüne katkıda bulunmaz. Gamma efferent deşarj, intrafuzal liflerin polar bölgelerini kasar ve kontraktıl olmayan ekvatoryal bölge, iki ucundaki kontraktıl polar bölgeler kasıldığı için, gerilir. Bu durumda orta bölgedeki duysal sonlanmalar uyarılmaya daha duyarlı hale gelirler. Dolayısıyla, gamma motor nöronlar iğcik duyarlılığını düzenler (18).

Kas iğciklerinin yapısal ve fonksiyonel davranışı oldukça karmaşıktır. Kas gerildiğinde uzunluk değışiminde iki safha vardır:

- Dinamik dönem: uzunluk değışmektedir.
- Statik dönem (*steady state*): kas yeni bir uzunlukta sabitlenmiştir. İğcik afferentleri bu durumları ayrı ayrı bildirirler.

İki çeşit kas iğciği vardır:

1. Çekirdek kese lifleri
 - a. Dinamik
 - b. Statik
2. Çekirdek zincir lifleri

Duysal sonlanmalar iki çeşittir. Her iğcikte bir primer sonlanma ve değışen sayıda (sekiz taneye kadar) sekonder sonlanma bulunur. Primer sonlanma (1a) iğciğin orta bölgesini spiral şeklinde sarar, sekonder sonlanmalar (II), statik özellikte olan intrafuzal çekirdek kese ve çekirdek zincir liflerinde, orta bölgeye komşu kısımlarda bulunurlar (18).

Gamma motor nöronlar da statik ve dinamik olmak üzere iki çeşittir. Dinamik olanlar dinamik çekirdek kese lifleri, statik olanlar statik çekirdek çantalı ve çekirdek zincirli lifleri innerve ederler (18).

Yapıdaki bu dualite fonksiyona da yansır. Hem primer hem sekonder sonlanmaların tonik deşarjı, kasın sabit bir uzunlukta tutulduğunu bildirir. Buna ek olarak, primer sonlanmalar gerilimin hızındaki değişimlere çok duyarlı oldukları için, hareketlerin hızı hakkında bilgi iletirler. Küçük değişikliklere duyarlı oldukları için, primer sonlanmalar kasların uzunluğundaki ani ve beklenmeyen değişiklikler hakkında hızlı bir şekilde bilgi sağlarlar ve bu sayede anında gerekli düzeltmelerin yapılması mümkün olur (18).

Dinamik gamma motor nöronlar primer sonlanmaların dinamik duyarlılığını artırdıkları halde, sekonder sonlanmaları etkilemezler. Statik gamma motor nöronlardaki aktivite artışı, hem primer, hem sekonder sonlanmalarda tonik aktivite düzeyini artırır, primer sonlanmaların dinamik duyarlılığını azaltır ve kasın gerilmesi sonlandığı anda primer sonlanmaların aniden "susması"nı önler. Böylece, SSS bağımsız olarak, kas içciklerinin duysal liflerinde dinamik ve statik duyarlılığı ayarlayabilmektedir (18).

2.1.4.2. Golgi Tendon Organı

Kas lifleri ile tendon arasında yer alan duyu reseptörleridir. İskelet kası liflerine seri bağlanmışlardır. Yaklaşık 1 mm uzunluğunda ve 0.1 mm çapında ince, kapsüllü reseptörlerdir (18).

Her tendon organından bir tek grup Ib aksonu kalkar. Bu duysal lif kapsüle girince miyelinini kaybeder ve birçok dala ayrılır; bu dalların her biri bağ dokusundan oluşan, adeta örülmüş görünümdeki fasiküllerin arasına dağılır. Tendon organının gerilmesi kollajen liflerini düzleştirir, böylece arada kalan duysal sonlanmalara bir basınç uygulanmış olur ve ateşleme oluşur. Serbest sinir uçları kollajen lif demetlerinin arasında yaygın olarak dağılmış olduğu için tendon organlarına uygulanan en küçük bir gerilme sinir sonlanmalarını deforme eder (18).

Kas içcikleri kasın uzunluğundaki değişikliklere duyarlı olduğu halde, tendon organları kasın gerilimindeki değişikliklere daha fazla duyarlıdır. Tendon organı için en etkin uyarıcı reseptörün bağlı bulunduğu kas liflerinin kasılmasıdır. Tendon organları normal hareketler sırasında uyarılmaktadırlar. Bu durum parmaklarını hareket ettiren insanlarda veya yürüyen kedilerde gösterilmiştir (18).

Daha sınırlandırılmış durumlarda yapılan çalışmalar, tendon organlarındaki aktivitenin ortalama düzeyinin kasılan bir kasta oluşan toplam kuvveti oldukça iyi yansıttığını göstermiştir. Ateşleme frekansı ile kuvvet arasındaki bu yakın ilişki, tendon organlarının sürekli olarak kasılan kasta oluşan kuvveti ölçtüğünün kanıtıdır (18).

Tendon organı afferent liflerinin uyarılması, homonim kas motor nöronlarında disinaptik veya trisinaptik bağlantılarla, inhibisyon oluştururlar (otojenik inhibisyon). Ib liflerinin etkileri oldukça karmaşıktır, çünkü bu etkilerde devreye giren ara nöronlar aynı zamanda kas içciklerinden Ia lifleri ile, kutan reseptörlerden düşük eşikli liflerle ve çeşitli inen yollardan hem eksitatör, hem inhibitör sinyaller alırlar. Ayrıca, Ib lifleri farklı eklemlerde kasları innerve eden motor nöronlarla da yaygın bağlantılar kurarlar. Bu nedenle, tendon organlarından gelen afferent liflerin tüm ekstremitenin hareketlerini düzenleyen refleks ağlarının bir kısmı olduğu düşünülür (18).

Önceleri Golgi tendon organlarının koruyucu bir fonksiyonları olduğu, kası yüksek gerilimlerdeki kasılmalardan korudukları düşünülüyordu; çünkü sadece bu koşullarda uyarıldıkları kabul edilmekteydi. Ancak bugün, Golgi tendon organlarının kas gerilimindeki çok küçük değişiklikler sırasında da uyarıldıklarını biliyoruz. Buna göre, Golgi tendon organları kasın kontraksiyon derecesi ile ilgili bilgi sağlamaktadır. Tendon organlarından, kutan reseptörlerden ve eklem reseptörlerinden gelen afferent girdilerin, motor nöronları inhibe edecek olan ara nöronlara konverjansı sayesinde ince kontrol gerektiren hareketler sırasında (çok narin ve kırılğan bir objeyi tutarken olduğu gibi) kas geriliminin hassasiyetle spinal düzeyden kontrolü mümkün olabilir. Ekstremitte tutulacak olan objeye temas ettiği an, bu reseptörlerden gelen girdilerin bileşkesi Ib inhibitör ara nöronlarını uyarır ve uygun şekilde kavramayı sağlamak üzere kas kontraksiyonunun seviyesini azaltır (18).

2.1.5. Gerim Refleksi (Miyotatik refleksi)

Gerim refleksi beden duruşunun devam ettirilmesi için gerekli olan önemli bir reflekstir. Safhalı gerim refleksi ve vurgulu gerim refleksi olmak üzere iki tip gerim refleksi vardır. Safhalı gerim refleksi kas içciğinin birincil sonlanmalarıyla, vurgulu (tonik) gerim refleksi hem birincil hem de ikincil sonlanmaları ile meydana gelir (15).

2.1.5.1. Safhalı Gerim Refleksi

Örneğin, rektus femoris kasında bulunan kas içiğinden gelen Grup Ia aferent lifi, omurilik gri cevherine girdiği anda dallanır. Bazı dallar doğrudan (monosinaptik olarak) bacağı dizden ekstansiyonunu sağlayan rektus femoris kasına giden alfa motor nöron üzerinde (ve M. vastus intermedius gibi sinerjistler üzerinde) sonlanır. Grup Ia lifler alfa motor nöronlarda monosinaptik uyarım meydana getirirler. Oluşturulan bu uyarım yeteri kadar güçlüyse, motor nöronların boşalımı kas kasılmasına neden olur (15).

Grup Ia liflerinin diğer dalları bir ara nöron (Ia baskılayıcı ara nöron) üzerinde sonlanır. Bu baskılayıcı ara nöronlar, rektus femoris kasının antagonisti olan ve dizi bükme semitendinöz kası innerve eder. Ia baskılayıcı ara nörondaki etkinlik, antagonist kasa gelen motor nöronları engeller (15).

Gerim refleksi yayının düzeni, bir alfa motor nöron setinin aktive olmasını ve bu sırada ters çalışan bir başka setin engellenmesini garanti altına alır. Bu düzenlemeye resiprokal donanım adı verilir (15).

2.1.5.2. Vurgulu Gerim Refleksi

Vurgulu gerim refleksi eklem pasif olarak bükülmesi sonucu meydana gelir. Refleks devresi, ilgili reseptörlerin hem grup Ia hem de grup II aferentlerini içermesi dışında, safhalı gerim refleksinin devresi ile aynıdır ve tek kavşaklı (monosinaptik) bir reflekstir. Vurgulu gerim refleksi, bükme karşı bir eklem gösterdiği direnç olarak tanımlanan kas tonusuna katkı sağlar. Ancak asıl önemi beden duruşuna sağladığı katkıdır. Ayakta durma anında bacak eklemleri, düşmeyi önleyecek bir pozisyonu sürdürmek durumundadırlar. Hafif bir fleksiyon ya da ekstansiyon hareketi, harekete karşı koyması gereken kaslarda bir gerim refleksi oluşturur ve böylece ayakta dik duruş pozisyonuna yardımcı olur (15).

2.1.6. Ters Gerim Refleksi (Ters Miyotatik Refleks)

Golgi tendon organlarının etkinleşmesi gerim refleksine ters gibi görülen bir refleks etkiye sahiptir. Bu etkiye ters miyotatik refleks denir. Örneğin, rektus femoris kasında yerleşmiş olan golgi tendon organı reseptörlerinden kalkan aferent lif omuriliğe girince dallanır ve ara nöronlar üzerinde sonlanır. Alfa motor nöron üzerinde tek kavşaklı bağlantılar yoktur. Daha çok, golgi tendon organı yolları rektus femoris kasına gelen alfa motor nöronları

baskılayan ara nöronlar ve antagonist hamstring kasına gelen alfa motor nöronları uyaran ara nöronlar ile bağlantılıdır. Bu şekildeki ters miyotatik refleks düzeni gerim refleksine zıttır. Bununla birlikte refleksin işlevi gerim refleksi ile tamamlanır. Golgi tendon organı bulunduğu tendondaki kuvveti izler. Eğer “hazır ol” pozisyonunda ayakta dururken rektus femoris kası yorulmaya başlarsa, patellar tendondaki kuvvet azalır. Kuvvetteki bu azalma golgi tendon organının aktivitesini azaltır. Bu reseptörler normal koşullarda rektus femoris kasına gelen alfa motor nöronları engellediklerinden, golgi tendon organı aktivitesindeki azalma alfa motor nöronların uyarılabilirliğini yükseltir ve kuvveti artırır. Bu şekilde hem kas içiği hem de golgi tendon organı aferentlerini ilgilendiren eş güdümlü refleks değişiklik meydana gelir ve bu rektus femoris kasının daha güçlü kasılmasına ve beden duruşunun sürdürülmesine neden olur (15).

2.2.Pliyometrik Antrenman

Pliyometrik egzersizler, patlayıcı gücü geliştiren çalışmalardır. Aynı zamanda tüm atletik performansta önemli bir unsurdur. Birçok spor dalında antrenörler ve sporcular tarafından performansı en üst seviyeye getirmek amacıyla antrenman planlarının önemli bir faktörü olarak pliyometrik alıştırmalar kullanılmaktadır (19).

“Pliyometrik” terimi bileşik bir kelimedir. Yunanca’da “daha fazla” anlamına gelen “pleion” ile “ölçmek” anlamına gelen “metric” kelimelerinden meydana gelmiştir. Bu nedenle “plyometrik” sözcüğü daha fazla gelişmek anlamına gelir (1,19).

Pliyometrik alıştırmalar yeni değildir, ancak, yararları bilimsel olarak son 40 yıldır araştırılmaktadır. İlk araştırmalardan birkaçı 1960’lı yıllarda Verkhoshanski tarafından gerçekleştirilmiştir. Verkhoshanski, çeşitli pliyometrik hareketlerin, sporcunun patlayıcı gücündeki artışa etkisi üzerine deneyler yapmış ve bütün sinir-kas dizgesinde ve özellikle kasılma hızında gelişmeler olduğunu öne sürmüştür. 1970 ve 1980’ lerde, özellikle Finlandiya’da ve İtalya’da, ABD’de ve Almanya’da çoğu araştırmacı pliyometrik egzersizin fizyolojik yararlarını ortaya koymuştur (1,19,4).

Temel kuvvet antrenmanlarının, birçok spor hareketinin patlayıcı bölümünün gelişimi için yeterli olduğu düşünülüyordu. Oysaki geleneksel kuvvet antrenman programları bu konuda yetersizdir. Pliyometrik alıştırmalar bu gereksinimi karşılamaktadır. Patlayıcı-tepme kuvvetini geliştiren alıştırmaları içeren antrenman programlarını uygulayarak patlayıcı güç artırılabilir (1,4).

1980'lerde Russ Polhemus, Ed Burkhard ve birkaç araştırmacı pliyometrik egzersiz ve ağırlık antrenmanlarının kombinasyonunun, fiziksel performans gelişimi için ağırlık çalışmalarının tek başına kullanılmasından daha etkili olduğunu kanıtladı. İyi kombine edilmiş bir programlamayla gücün, hızın artırılabilceği ve sakatlıkların önlenebileceği ifade edildi (19,4).

Pliometrik alıştırmalar, eksantrik kasılma ve sonrasında, konsantrik kasılma içeren tüm sporlarda uygulanabilir. Yapılan spor patlayıcı-tepmeli bir hareket ya da kendi vücut kütlelerinin en üst düzeyde hızlanmasını gerektiriyorsa, sporcu pliyometrik antrenmanlardan yararlanabilir. Bu spor dallarından bazıları basketbol, voleybol, yüksek atlama, futbol, kısa mesafe koşu, artistik patinaj, kayakla atlamadır (1,19).

Pliometrik alıştırmalar hem eğlencelidir, hem de antrenörün antrenmanda çeşitliliği sağlamasına katkıda bulunur. Ayrıca pliyometrik antrenmanlar sağlam bir ağırlık antrenmanı altyapısı gerektirmektedir (1,4)

2.2.1. Çabuk Kuvvet Antrenmanı

Çabuk kuvvet; vücudu ya da bir bölümünü veya bir cisimi mümkün olan en yüksek hızla yer değiştirmek için gerekli olan kuvvettir (20).

Maksimum kasılma, tepki süresi ve çabuk kuvvet gerektiren eylemleri en kısa sürede ve en çok sayıda yapabilme becerisi çoğu sporda sporcuların en önemli özellikleridir. Ayrıca bunlar sporcuların yüksek verim göstermelerinde başlıca etkenlerdir (1,20).

Son birkaç yılda pliyometrik alıştırmalar geleneksel çabuk kuvvet antrenmanı yöntemlerine eklenmiştir. Ancak bilimsel kanıtlar göz ardı edilmesi ve eksikliği nedeniyle bu yöntemler genellikle yanlış uygulanmaktadır. Bu da çoğunlukla yaralanmalar ya da sakatlıklarla sonuçlanan fizyolojik yetersizliklere neden olabilir (1,4).

Çabuk kuvvet antrenman programları genellikle yıl boyunca benzer yükleme ve tekrar sayısıyla belirli bir düzeyi izlemekte ve genellikle de sürekli olarak yüklemenin şiddetini artırma ve dönemleme (yıllık planın antrenman evrelerine, değişik biçimlerde kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanları yerleştirme) gerekliliği ilkesi göz ardı edilmektedir (1).

Çabuk kuvvet, uzatılan kasın büyük kasılmalar gösterdiği ve kırışteki gerilimi arttırdığı, gerilme-kısalma biçimindeki kasılmalarda üretilir. Bu da daha ekonomik ve etkili bir eksantrik evrenin oluşmasını sağlar. Kasın gerilmesi sırasında sıçrama eylemleri istemli

kasılmalardan daha fazla hareketlenme sağlar. Bu kırışteki gerilimi arttırır ve konsantrik evrede oluşan sinir uyarımı ile kuvvetli bir itme gerçekteşir (1,4,21).

Gerilme-kısalma döngüsünde ortaya konulan çabuk kuvvet verimi, sinir sistemini çoğu diğer antrenman biçimlerinden daha fazla uygulamaya soğan, bağımsız bir motor özelliktir. Çoğu antrenman programında göz ardı edilmiş bilimsel bir gerçekte olan sinir sisteminin antrenman yüklenmesine uyumu da oldukça önemlidir. Çünkü sinir sistemi yavaş ya da hızlı kasılğan (kontraktıl) uyarıcıya çok duyarlı bir biçimde tepki verir (1,4,21).

Çabuk kuvvet alıştırmaları gibi yüksek şiddetli antrenmanları, daha fazla sinir donanımının çabuk harekete geçmesini, çoğu motor birimlerin ve ilgili kas liflerinin uygulamaya girmesini ve motor sinirlerin iletim hızında artışı sağlar. Sinir donanımının niteliğinin artırılması, çabuk kuvvetin gelişmesinde önemli bir ilerleme sağlayacaktır (1).

Pliyometrik alıştırmalar, sinir-kas yapısını ya da kasın esnek ve kasılğan parçasına yüklenen konsantrik ve eksantrik eylemi geliştirir. Kas lifinin esnek yapısı, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolamasını sağlar. Sonra bu enerji konsantrik kasılmada kinetik enerji olarak ortaya çıkar (1,4,21).

Bu enerji hızlı ve patlayıcı bir hareketin gerçekteşmesini sağlar. Gerilme refleksinin amacına tam olarak ulaşmasını sağlamak için, kas zorlayarak gerilmelidir; kas içiğinin harekete geçme sıklığında hızla artışa neden olan, gerilme hızına da önem verilmelidir. Bu sonuç çeşitli pliyometrik alıştırmalar ile özellikle kasaların kullanıldığı derinlik sıçramalarıyla elde edilebilir (1,21)

Çok sayıda yazar, derinlik sıçramalarının, dikey sıçramalarda istatistiksel olarak belirgin bir artışa neden olduğunu belirtmiştir. Bunun anlamı ise çabuk kuvvet düzeyinde bir artış demektir. Bazı spor hareketlerini incelerken çabukluk-çabuk kuvvet alıştırmalarında temas evresinin oldukça kısa olduğu görülmektedir. Bununla karşılaştırıldığında, ağırlık antrenmanının belirgin özelliği hareket sırasında gerçekteşen kassal uzamaların çok daha yavaş olmasıdır. Eğer uzatmaya karşı büyük bir direnç varsa süre daha da uzun olur (1).

2.2.2. Pliyometrik Antrenmanın Anatomik ve Mekanik Özellikleri

Pliyometrik alıştırmaya açısından omurga vücuda denge ve vücut ağırlığı için destek veren ve en önemlisi bütün sekmeler ve sıçramalarda sarsıntı emme görevi gören bir düzenektir. Bu inanılmaz düzenek, çoğu etkili işlevin odak noktasıdır. Omurganın zemine yakın yeri vücudun ağırlık merkezidir (1,4).

Bacakların kuvveti vücudu havaya fırlatırken bu kuvvetin vücudun eylemsizliğinin ve yerçekiminin üstesinden gelmesi gerekir. Bu kuvvet vücudun ağırlığına bağlı olduğundan, yerçekimini yenmek ve dolayısıyla sporcunun daha yükseğe sıçraması için gerekli olan kuvveti sadece kuvvet ve çabuk kuvvet antrenmanları artırabilir. Bu kuvvet, dizin ekstansiyonu ve ayak bileğinin plantar fleksiyonu anında hızlı kasılmasıyla ve kolların kuvvetli bir biçimde savrulmasıyla oluşur (1,4). Bacak kasları ne kadar hızlı kasılırsa yere karşı üretilen kuvvet de o kadar büyük olur. Bundan önce bu kuvveti oluşturma hazırlığında kalçalar, diz ve bilek bükülmeli ve bunu kuvvetli bacak kasılması izlemelidir (1).

Eklem bükülme anında gerçekleşen çökme derinliği bacakların kuvvetine bağlıdır. Ne kadar çok çökülür ise, bacak kaslarının kasılması için gereken kuvvet o derece büyük olacaktır. Çökme mekanik bir zorunluluktur. Çünkü kasları gerilme konumuna sokarak daha fazla ivme kazandırır ve bunun sonucunda sporcu yerden çok daha fazla yukarıya doğru sıçrar. Daha etkili olması için çökme derinliği bacakların kuvvetiyle orantılı olmalıdır. Çökme çok olursa kasılma yavaş gerçekleşir ve böylece sıçrama daha az olur (1,4). Tamamen düzgün ve dengeli bir plyometrik alıştırmayı yapmak için teknik ve sıçrama uygulama sırasında düzgün bir kuvvet kullanımı gereklidir. İki ayak da yerden kesilirken, vücudun iki tarafının da düzgün hareket etmesi için zemini itiş aynı anda ve eşit kuvvet uygulayarak yapılmalıdır. Oysaki tek ayak sıçramada ağırlık merkezi ters dizi öne çekerek ve sıçrama bacağıyla aynı tarafta olan kolu savurarak, sıçrama bacağı düzeyine getirilir. Bu kol hareketi diz çekme hareketini dengeleyecek ve sonuç olarak sıçrama bacağının neden olacağı döngüsel eylemleri engelleyecektir (1,4).

Dizi kuvvetli bir biçimde öne savurma yukarıya doğru bir etki yaratır ve savrulan kolla birlikte sıçramaya kuvvet kazandırır. Yatay yönde uygulanan plyometrik alıştırmalarda, kol dinamik olarak öne; amaç dikey yönde yükseklik olduğunda da yukarıya doğru savrulur (4).

Plyometrik alıştırmadaki bir hareket mekanik olarak ilgili kasın merkezinde bulunan gerilme refleksine bağlıdır. Gerilme refleksinin temel amacı kas gerilme derecesini denetlemek, böylece herhangi bir kas lifinin gerilmesini engellemektir. Ters durumda kas lifleri yırtılabilir. Bir sporcu yerden yukarı doğru sıçradığında, bütün vücut kütlelerini yerden yukarı atmak için büyük bir kuvvet harcar. Yerden kopmak için vücut esnek olmalı ve ekstremitelerini çok hızlı uzatmalı ve bükülmelidir. Bir plyometrik alıştırmayın niteliği, hareket için gerekli olan kuvvet düzeyine ulaşmak için gerçekleştirilen bedensel etkinlikteki hız düzeyine bağlıdır (1,21).

Mekanik olarak sıçrama bacağı yere indiğinde sporcu ağırlık merkezini yere yaklaştırmalıdır. Böylece aşağı doğru bir hız oluşur. Bu “sarsıntı (şok) emme evresi” bütün hareketlerin önemli bir parçasıdır. Çünkü sporcu farklı bir yöne sıçramaya bu evrede hazırlanır. Uzun bir “sarsıntı emme evresi” çabuk kuvvet yitimine neden olur. Bu düşük çabuk kuvvet üretimine örnek olarak, sıçrama bacağı düzgün basmayan bir uzun atlama sporcusu verilebilir. Bu biçimde gerçekleştirilen eylem sporcunun istenmeyen öne rotasyon durumunu ortaya çıkartır ve bu durum dikey ve yatay hızda bir azalmaya neden olur (1,19,21).

Sıçrama hareketi yapan bir sporcu daha kısa ve daha hızlı bir sarsıntı emme evresi için çalışmalıdır. Bu evre ne kadar kısa olursa, konsantrik kas kasılması da o kadar çabuk kuvvetle gerçekleştirilir. Bu eylem, herhangi bir gerilme hareketi sırasında kasın esnek bölümlerinde depolanmış bütün enerjinin geri kazanılmasına ve kullanılmasına bağlıdır (1,21).

Tüm atlama sporcularının öncelikle ağırlık merkezini yere yaklaştırmaları gerekir. Bu da aşağı doğru bir hız yaratır. Daha sonra sporcu aşağı doğru olan harekete (sarsıntı emme evresi) karşı koyacak kuvvet üretmelidir. Bunu yapmasının nedeni, yukarı itme evresi için hazırlanmaktır. Mekanik açıdan sıçramaya bakıldığında, kuvvetin, kütle ile ivmenin çarpımına eşit olduğu unutulmamalıdır (1).

Vücudu daha hızlı yavaşlatmak için daha fazla kuvvet gerekir. Bu da daha kısa bir sarsıntı emme evresi demektir. Eğer bir sporcu sarsıntı emme süresini kısaltmak istiyorsa, daha büyük bir ortalama kuvvet düzeyine gereksinimi vardır. Eğer sporcu bu kuvveti üretemezse, daha uzun ve daha az etkili bir sarsıntı emme evresi oluşur. Bu da konsantrik kasılmanın zayıflamasına bağlı olarak yatay hızda azalmaya neden olur (1,4,19).

Sıçrama yeteneğini en üst düzeye getirmek için sporcu bütün vücudunu etkili bir biçimde kullanmalıdır. Sarsıntı emme evresinden sonra ekstremitelerin, örneğin kolların, yukarı doğru ivmesi, sıçrama bacağındaki dikey kuvvetin artmasını sağlar. Örneğin bir üç adım atlama sporcusu sekme sırasında ağırlık merkezini yere yaklaştırmak için vücut ağırlığının elli katı kadar fazla bir kuvvet uygulayabilmelidir. Üç adımcı ile karşılaştırıldığında uzun atlama sporcusu, sıçramanın hemen öncesinde vücudunu daha kolay harekete geçirebilir. Etkili bir sıçrama için sporcu yeri itiş sırasında büyük bir kuvvet uygulamalı ve daha kısa ve daha hızlı bir sarsıntı emme evresi gerçekleştirmelidir. Sıçramanın bu evresine yönelik antrenman yapmak zordur. Çünkü çok az geleneksel alıştırmalar bu amaç için kullanılabilir. Çoğu atlama sporcusu sıçramalarının yerden kopma evresi için geleneksel

ağırlık antrenmanları uygular (örneğin; squat çalışması). Bu biçimdeki ağırlık antrenmanları bacağı geren kaslara fazla yüklenir ve zamanla yeterli bir kuvvet antrenmanı temeli sağlar. Sadece ağırlık antrenmanı yapmanın temel sorunu şudur; ağırlığı fazla olan bir squat kaldırışı, kasların esnek özelliklerini uygulamaya sokacak kadar hızlı olamaz. Benzer olarak böyle bir kaldırış tek bir eklem hareketiyle sınırlıdır. Tek ayak ile sıçrama ise birçok eklem hareketini içerir. Oysaki çift bacak ile yapılan sıçrama alıştırmaları etkili bir yerden kopma çalışması olarak kullanılabilir ve böylece sporcunun genel sıçrama becerisini geliştirebilir. Çift bacak ile sıçrama alıştırmaları birçok eklem hareketini içerir ve ilgili kasın esnekliğinin gelişmesini sağlar (1).

2.2.3. Pliyometrik Egzersizin Fizyolojisi

Pliyometrik terimi sonradan kullanılmış bir terimdir. Daha önceleri İtalya'da, İsveç'te ve Sovyetler Birliği'nde yapılan çalışmalarda pliometrik teriminin yerine Gerilme-kısalma döngüsü çalışmaları adı verilirdi (4).

Fizyolojik araştırmalarla desteklenen pliometrik ya da kas dokusunun gerilme-kısalma döngüsü pek çok yazar tarafından incelenmiştir. Yazarların birçoğu iki önemli faktör üzerinde hemfikirdir. İlki; tendon, kas liflerini oluşturan ve çapraz köprüleri yapan aktin ve miyozini barındıran kasın elastik yapısını oluşturan bileşenler, diğeri ise; kasın ön geriminde ve refleks uzaması için kasın hızlıca gerilmesinde rol oynayan proprioseptörlerdir (4,21).

Kas elastikiyeti, gerilme-kısalma döngüsünün neden konsantrik kasılmadan daha fazla güç üretebildiğinin anlaşılmasında önemli bir faktördür. Kasın hızlıca uzaması oluşan gerimi depolar, böylece kas içerisinde elastik enerji depolanmasını sağlar. Buna kauçuk bir lastik örnek verilebilir. Kauçuk lastik gerildiğinde eski uzunluğuna geri dönme eğilimi gösterir (4,21).

Gerilme refleksi, gerilme-kısalma döngüsünün ayrılmaz bir parçasıdır. Bu reflekse genel bir örnek olarak, doktorların bir çekiçle diz kapağının altına vurması ve dizin hızlıca ekstansiyon hareketini yapması verilebilir. Çekiçle vurmak quadriceps tendonunun gerilmesine neden olur. Quadriceps kası tarafından hissedilen bu gerilmeye yanıt olarak quadriceps kas grubu kasılır (4).

Diğer refleksler miyotatik reflekslerden daha yavaştır. Bunun nedeni farklı kanallardan santral sinir sistemine (SSS) iletilmeleridir. Gerilme-kısalma döngüsünde meydana gelen miyotatik reflekste oluşabilecek en küçük bir gecikme diğer kasılma çeşitlerinde oluşabilecek

etkilerden çok daha önemlidir. Bu da atma, atlama ya da kısa mesafe sprint koşularındaki performansı olumsuz etkiler (4).

Sportif performansta kasılmanın süresinin yanında kasılma kuvveti de önemlidir. Pliyometrik çalışmanın ardından miyotatik refleks zamanı ve kasılma kuvvetinde değişiklikler oluşur. Hızlıca gerilen veya uzayan kas, gerilmeden sonra daha büyük konsantrik güç üretir (1,4,21).

2.2.4. Pliyometrik Antrenmanın Yöntemsel İlkeleri

Pliyometrik antrenmanın başarılı uygulanmasında etkili birçok yöntemsel etmen vardır. Bunların arasında yüklenme ve dinlenme aralıkları çok önemlidir. Yıllar alan iyi bir kuvvet antrenmanı altyapısının, pliyometrik antrenmanın ilerleyişinde daha hızlı yol almaya yardım edeceği bilinmelidir. Bu deneyim sakatlığın engellenmesinde de önemli bir etmendir. Kuvvet antrenman programları sadece bacak ve kol kaslarına değil, benzer olarak 'ana' kasları (karın kasları, alt sırt kasları ve omurga kas sistemi) kuvvetlendirmeye de yönelik olmalıdır. Bu kas grupları (kalçalar ve omurga), pliyometrik alıştırmalarda sarsıntı emme görevi görürler. Bu nedenle, sporcuları, özellikle genç olanları, bir pliyometrik alıştırmaya hazırlarken, antrenör vücudun ana bölümlerinden başlamalı, eller ve ayaklara doğru gelmelidir. Diğer bir deyişle; bacakları ve kolları kuvvetlendirmeden önce, bunların arasında bir bağ ve destek olan omurgaya yönelmelidir. Bu aşamada, düşük bir dirence karşı sırt gerilmesi, yanlara eğilme, kalça bükülmesi ve gerilmesi gibi alıştırmalar kullanılır (1).

İyi bir kuvvet temeli oluşturma ve sarsıntı emici özellikleri geliştirme söz konusu olduğunda, çocukları pliyometrik alıştırmalarla tanıştırmamanın yararları göz ardı edilmemelidir. Bunun için bu alıştırmaların yıllarca sürmesi ve gelişim düzeyi ilkesine önem verilmesi gerekir. Sağlıklı bir antrenman ilerleyişi, çocuklara, öncelikle birkaç yıl, örneğin 14 ve 16 yaşları arasında düşük şiddetli pliyometrik alıştırmaya uygulanmasıyla gerçekleşir. Ancak bundan sonra küçük sporcular zorlayıcı şiddetteki sıçramalarla tanışmalıdır (1,4).

Uzun süreli gelişim yılları boyunca, okullardaki öğretmenler ve spor kulüplerindeki antrenörler, genç sporculara doğru pliyometrik alıştırmaya tekniklerini öğretmelidir. Örneğin; üç adım sıçramada uygulanan 'piston' ve 'adım alma' pliyometrik antrenmanın temelidir (1).

Pliyometrik alıştırmadan önce geliştirilmesi gereken kuvvet düzeyi yoruma açıktır, bazı yazarlar vücut ağırlığının iki katı yükü yarım squat yapabilmenin bunun için bir ölçüt olduğunu söylemektedir. Ancak, antrenman zemini, giyilecek malzeme, pliyometrik

alıştırmalar sırasında ek ağırlık alınıp–alınmaması da (ağırlık yeleği, bilek ve bel kemerleri) tartışmaya açık konulardır (1).

Yaralanmalardan kaygılanan sporcular için kullanılan zemin yumuşak olmalıdır. Diğer bir deyişle; alıştırmalar açık havada çim ya da yumuşak zeminde, kapalı ortamda ise yumuşak zeminde yapılmalıdır (1,4).

Bu önlem her ne kadar yeni başlayanlara uygun olsa da, yumuşak zeminin gerilme refleksini bastırduğu unutulmamalıdır. Ancak, sinir-kas dizgesinin çalışma niteliği sağlam altyapısı olan sporculara sert zemin önerilir. Yaralanmaların engellenmesinde tek önemli etmen antrenman zemini değildir. Yıllar süren antrenmanlarda oldukça düzenli yönetsel bir gelişimi izlemek de önemlidir (1,4).

Spor ayakkabıları da bir tartışma konusudur. Bu konuda iki değişik yaklaşım vardır; Doğu Avrupa ve Kuzey Amerika yaklaşımı. Avrupalı sporcular gençler de dâhil çoğu alıştırmayı çıplak ayak yaparlar. Çimde ve kumda çıplak ayak koşarlar, atlarlar ve oynarlar. Doğu Avrupalı doktorlara göre; çıplak ayak, ayakkabı ya da plaster desteği olmadan, ayak bağlarını ve kirişlerini daha iyi geliştirir. Bu yolla yaralanma olasılığı daha düşük olur. Kuzey Amerikalılar ise her zaman spor ayakkabısı giyerler. Çoğu durumlarda, bileklerini sarmadan spor yapmazlar. Oysaki Avrupalılara göre; plaster yapay bir destektir ve bağların, kirişlerin ve bilek ekleminin doğal biçimde kuvvetlenmesini engeller. En azından, geleneksel Kuzey Amerika yaklaşımı, pliyometrik alıştırmalarda iyi bir taban ve bilek desteği ile ayakkabı giyilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Pliyometrik alıştırmalarda ağırlıklı bilek ve bel kemerleri kullanılmamalıdır. Çünkü bunlar (yumuşak zeminde olduğu gibi) sinir – kas dizgesinin çabuk kuvvet becerisini düşürür ve sinir-kas sisteminin çalışmasını engeller. Bu biçimde ek yüklenmeler kuvvette artışı sağlarken, sıçrama ve çabuk kuvvet etkisinin hızını yavaşlatır (1,4).

2.2.5 Pliyometrik Antrenman Programının Tasarımı

İlk bilinmesi gereken pliyometrik antrenmanın sakatlık için büyük risk taşımasıdır. Çünkü drillerin uygulandığı alan iskelet-kas sistemine büyük bir kuvvet uygular. Diğer antrenman tipleriyle karşılaştırıldığında, pliyometrik antrenmanın sakatlık riskinin daha fazla olduğu söylenebilir. Dahası, birlikte pliyometrik antrenmana başlamadan önce yeterli kuvvet düzeyine sahip olunmalıdır. Ancak bu önerilerin yapılan çalışmalarla desteklenmediği bilinmeli ve bu sebepten de pliyometrik antrenmanların özellikle de düşük şiddetteki

alıştırmaların daha koruyucu olduğu anlaşılmalıdır. Daha karmaşık pliyo-metrik driller için bu öneriler daha fazla dikkate alınmalıdır (örneğin 50 cm' den fazla yüksekliklerden derinlik sıçraması) (2).

2.2.5.1. Pliyo-metrik Antrenmana Başlamadan Önce Bilinmesi Gerekenler

Bompa (2001) ve Chu (1998)'ya göre aşağıda verilen önerilere uyulması durumunda pliyo-metrik antrenmanlardan daha çok verim alınacak ve aynı zamanda sakatlanma riski azalacaktır.

- Pliyo-metrik antrenmana başlamadan önce iyi bir kuvvet temeli sağlanmalıdır.
- Kaliteli bir antrenör olmadıkça, pliyo-metrik antrenmanlar 16 yaşın altında kimseye önerilmez. Özellikle de çok şiddetli pliyo-metrik alıştırmalar yapılmamalıdır.
- Uygun ısınma ve uygun soğuma önemlidir ve kesinlikle yapılmalıdır. 10 dk hafif koşu temposuyla koşmak ve diz çekme egzersizleri yapılmasının ardından 5–10 dk stretching hareketlerine yer verilmelidir. Alt sırt (bel) bölgesi ısındırılması unutulmamalıdır.
- Pliyo-metrik antrenmanlar çime benzer yumuşak yüzeylerde veya sentetik koşu pistinde yapılır.
- Pliyo-metrik egzersizlerde kullanılan ayakkabılar, sıçramada oluşan şoku azaltacak nitelikte olmalıdır.
- Haftada 2 pliyo-metrik çalışma yeterli olup maksimum 3 kez yapılır.
- Setler arasında en azından 3-5 dakika dinlenme verilmelidir.
- Uygun driller yapmak için sporcu motor becerilere sahip olmalıdır. Eğer sporcu kötü performans sergilerse drill durdurulmalıdır.
- Her zaman basit drillerle başlanılmalıdır.
- Sporcu drilleri %100 çaba ile yaptığında en iyi antrenman sonuçlarını yakalayacaktır.
- Yerde kalma süresi 0,17 sn civarında olmalıdır.
- Birbirini izleyen ardışık egzersizler arasında 1–2 dakika dinlenme verilmelidir.
- Drillerin yoğunluğuna ve sporcunun durumuna göre tekrar sayısı belirlenir.
- Aynı gün içerisinde pliyo-metrik drillerle birlikte ağırlık antrenmanı yapılmamalıdır.
- Her set 6 – 8 saniyeden daha uzun olmamalıdır.

- Setler arasında tam toparlanma oluşturulmalıdır.
- Basit egzersizlerle başlanıp daha sonra yoğun ve karmaşık hareketlere doğru gidilmelidir.
- Tekniğin bozulmaması için yorgunluktan önce bırakılmalıdır.
- Pliyometrik egzersizlerle birlikte esneklik çalışmaları mutlaka yapılmalıdır.
- Pliyometrik egzersizlerde giderek artan yüklenme prensibine mutlaka uyulması gerekir.
- Her zaman doğru teknik uygulanmalıdır.
- Pliyometrik çalışmalar antrenman programlarının parçalarıyla bir bütün oluşturmalıdır.
- İlk antrenmanın büyük bir bölümünün atletleri bilgilendirmek için kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.
- Eğer pliometrik alıştırmalarda kasa kullanılıyorsa, kasalar sabit ve yüzeyi kaygan olmamalıdır.
- Pliyometrik düşüncenin, nefes kesilinceye kadar çalışma yapmak olmadığı unutulmamalıdır.
- Müsabakadan en az 4-5 gün önce pliometrik egzersizlerin tamamlanmış olması gerekir.

2.2.5.2. Sıçramaların Sınıflandırılması

2.2.5.2.1. Yerinde Sıçramalar (*Jumps-in-place*)

Yerinde sıçramalar, tam olarak sıçramaya başladığınız aynı nokta üzerinde sıçramalarınızı bitirmektir. Bu egzersizler diğer sıçrama sınıflarına nispeten daha az şiddetlidir. Bu alıştırmalar özellikle yukarıya doğru sıçramalar için gerekli olan kısa sarsıntı emme evresini (amortisman) geliştirmeyi sağlar. Bu sıçramalar bazı yazarlar tarafından nokta üzerinde sıçramalar diye de adlandırılırlar (4,19).

2.2.5.2.2. Durarak Sıçramalar (*Standing Jumps*)

Durarak sıçramalar (bu yatay da olabilir dikey de) bir kere en yüksek eforla yapılan sıçramalardır. Bu egzersizler birkaç kez tekrar edilebilir ancak her sıçrama arasında tam dinlenmeye izin verilmelidir. Sıçramaya genelde ayaklar omuz genişliğinde açık ve sporcu kendisini hazır hissettiği anda başlanır (4,19).

2.2.5.2.3. Çoklu Sıçramalar ve Atlamalar (*Multiple Hops and Jumps*)

Çoklu sekmeler ve sıçramalar, yerinde sıçramalar ve durarak sıçramaları kombine bir şekilde uygulama becerisini geliştiren sıçramalardır. Maksimal çabayla yapılan bir sıçramadan sonra bir dahaki sıçrama için de maksimum bir çaba gereklidir. Bu egzersizler aletsiz de yapılabilir ya da varsa engeller kullanılarak da çalışmak mümkündür. Çoklu sekmeler ve sıçramalar egzersizinin ileri düzeydeki antrenman formunda ise kutu drilleri uygulanmaktadır. Çoklu sekmeler ve sıçrama alıştırmaları 30 metreden az mesafeler içinde yapılmalıdır (4,19).

2.2.5.2.4. Sekmeler (*Boundings*)

Sekme egzersizleri uzun adım alma döngüsünün yanında normal koşu adımının abartılmış bir şekilde dizi yukarıya doğru çekerek yapıldığı egzersizlerdir. Bu egzersizler adım uzunluğunu ve adım sıklığını geliştirmek için kullanılır. Genellikle sekme egzersizleri 30 metreden daha fazla olan mesafelerde uygulanır (4,19).

2.2.5.2.5. Kutu Alıştırmaları (*Box Drills*)

Kutu alıştırmaları çoklu sıçramalar ve atlamalar ile derinlik sıçramalarının kombine bir şekilde uygulandığı bir alıştırmadır. Bu alıştırmalar kasaların yüksekliğine bağlı olarak, çok düşük şiddetli veya çok aşırı şiddetli yapılabilir. Bu alıştırmaları başarılı bir şekilde yapabilmek için yatay ve dikey bileşenleri birleştirmek gerekmektedir (4,19).

2.2.5.2.6. Derinlik Sıçramaları (*Drop Jumps*)

Derinlik sıçramalarında sporcu kendi vücut ağırlığını kullanır ve yerçekimini yenmek için yere karşı kuvvet uygular. Derinlik sıçramaları kutunun üzerinden atlanacak yere doğru adım alarak aşağıya indikten sonra tekrar aynı kutunun üzerine sıçrayarak çıkmayı

dener. Bu egzersiz sarsıntı emme evresinin (amortisman) zamanını kısaltır ve bu çalışmalarda anahtar şudur; yere dokun ve git (4,19).

Derinlik Sıçramalarında Yüksekliğin Belirlenmesi: Öncelikli olarak sporcunun olduğu yerde, squat pozisyonunda adım almadan çıkabildiği kadar yukarı sıçraması istenir ve sonra sporcunun ulaştığı yükseklik belirlenir. Daha sonra sporcu 45 cm' lik kasadan aşağı atlar ve tekrar çıkabildiği kadar yükseğe sıçrayarak ilk denemede elde ettiği skora ulaşmaya çalışır. Eğer aynı skora başarılı bir şekilde ulaşırsa daha yüksek bir kasaya geçer ve yeni kasanın yüksekliği bir öncekinden 15 cm yüksek olur. Yeni kasa yüksekliğinde işlem tekrarlanır. Bu sayede sporcunun derinlik sıçraması için maksimum yüksekliği saptanır. Ancak sporcu 45 cm' lik ilk yükseklikte başarısız olursa, bu durum sporcunun kassal gücünün yetersiz olduğunun ve derinlik sıçramasına henüz hazır olmadığını bir göstergesi olur (4,19).

2.2.5.3. Pliyometrik Egzersizin Değişkenleri

2.2.5.3.1. Pliyometrik Egzersizin Şiddeti

Ağırılık antrenmanlarında şiddet kaldırılan ağırlıkla kontrol edilir. Ancak pliyometrik çalışmalarda, uygulanan egzersizin şiddeti, egzersizin tipine göre belirlenir. Çünkü birçok pliyometrik alıştırmayı, sporcu kendi vücut ağırlığını kullanarak yapar ve bu yüzden de alıştırmaların kompleks olup olmaması alıştırmaların şiddetini belirler (2).

Pliyometrik alıştırmalara başlarken, düşük stres yaratabilecek olan sıçramalı koşular (skipping) ile başlanır, daha sonra ise alternatif çift ayakla sıçramalar yapılır (4). Sonrasında çift ayak bileğiyle yapılan sıçramadan başlayarak orta şiddetli dizleri yukarıya doğru kaldırarak yapılan sıçramalara geçilir (2).

Pliyometrik egzersizinin şiddeti artırılmak isteniyorsa; az miktarda ek ağırlık almak (2), derinlik sıçraması için sıçrama platformunu yükseltmek veya yatayda yapılan sıçramalarda sıçrama mesafesini arttırmak egzersizin şiddetini artıracaktır (4).

2.2.5.3.2. Pliyometrik Antrenmanın Kapsamı

Kapsam bir antrenman oturumunda ya da döngüsünde uygulanan toplam iş miktarıdır. Pliyometrik antrenmanlarda ise kapsam sıklıkla ayakların yerle kontak yapma sayısı ölçülerek belirlenmektedir. Örneğin; durarak üç adım atlama üç ayrı bölümü kapsar ve ayağın üç kez yerle kontak kurması sonucunda toplam 3 kez sıçranmış olunur. Bir pliyometrik antrenmanı

hazırlarken farklı şiddetlerdeki sıçramaları kullanmak tavsiye edilir. Tablo 1’ de başlangıç, orta düzey ve ileri düzey egzersizler verilmiştir. Sezon öncesinde yeni başlayan bir sporcu bir antrenman oturumunda düşük şiddetli 60–100 sıçrama yapmalıdır. Orta düzeydeki bir sporcu düşük şiddetli 100–150 sıçrama yapmalıdır. İleri düzeydeki bir sporcu ise bir oturumda düşük şiddetten orta şiddete doğru 150–250 sıçrama yapmalıdır (2).

Sekme çalışmalarının (*bounding*) kapsamı en iyi mesafe yardımıyla ölçülür. Hazırlık evresinde her tekrar 30 metrelik mesafeler içinde yapılmalıdır. Ancak sezon içerisinde ve sporcunun yeteneğini geliştirmek için bu mesafe her tekrarda 100 metreye kadar arttırılmalıdır (4).

Tablo 1. Pliyometrik antrenman için sezonlara göre sıçrama sayısı

| | SEVİYE | | | |
|----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|
| | Başlangıç | Orta | İleri | Şiddet |
| Geçiş Evresi | 60 – 10 | 100 – 150 | 120 – 200 | Düşük-Orta |
| Sezon Öncesi | 10 – 250 | 150 – 300 | 150 – 450 | Orta-Yüksek |
| Sezon İçinde | Spor Türüne Bağlı | | | Orta |
| Yarışma Sezonu | Dinlenme | | | Orta-Yüksek |

2.2.5.3.3. Pliyometrik Antrenmanın Sıklığı

Yükleme sıklığı, belirli bir antrenman türünün ne kadar aralarla uygulandığını belirtir. Yüklem sıklığında, organizmanın antrenmanı takiben, kendisini tekrar yenileyip, bir sonraki yüklem için hazır duruma gelmesi söz konusudur. Birçok deneyim ve Avrupalıların yazdıklarına göre yoğun bir antrenmandan sonra tam dinlenme için 48–72 saat aralığında dinlenmek gerekir. Ancak sıçramalı koşular (*skipping*) gibi stres düzeyi az olan alıştırılardan sonra aynı süreyi kullanarak dinlenme yapmamıza gerek yoktur. Başlangıç düzeyindeki sporcular için pliometrik antrenmanlar arasında en az 48 saat olmalıdır. Eğer sporcu tam olarak toparlanmamış ise egzersiz uyarılarına (yerle kontak, mesafe, yükseklik) maksimum cevap veremeyecektir. Bu da atletik gelişim için çok az verim sağlayan bir antrenmanla sonuçlanır (4).

2.2.5.3.4. Pliyometrik Antrenmanda Toparlanma

Toparlanma pliyometrik antrenmanın kas dayanıklılığını veya gücü geliştirmesindeki anahtar değişkendir. Güç antrenmanları için setler arasında uzun dinlenme periyodu (45 sn – 60 sn) maksimum toparlanmaya izin verir. Pliyometrik antrenmanda egzersizin şiddetine bağlı olarak 1:5’ den 1:10’ a kadar yüklenme dinlenme oranı vermek gerekir. Bu yüzden 10 saniyede tamamlanan bir setten sonra toparlanmak için 50 ila 100 saniye arasında dinlenmeye izin verilmelidir. Çünkü pliyometrik antrenman anaerobik bir aktivitedir. Kısa toparlanma süreleri (10 sn ile 15 sn) maksimum toparlanmak için yeterli bir süre değildir (4).

2.2.5.4. Pliyometrik Egzersiz Tarafından Geliştirilen Beceriler

Pliyometrik antrenman hemen hemen birçok spor dalında kullanılabilir bir antrenman formudur. Pliyometrik antrenmanlardan, bir hareketin herhangi bir evresinde de olsa yararlanılmaktadır. Genellikle çabuk kuvvete ihtiyacı olan sporcularda kullanılmasıyla bilinen bu antrenman formu, orta ve uzun mesafe dayanıklılık koşucularının faydalanabileceği bir antrenman formudur. Özellikle de 800 metre, 1500 metre, 3000 metre ve 5000 metre gibi hem aerobik/anaerobik dayanıklılık hem de süratin önemli olduğu koşullarda startla birlikte yarışmada avantaj sağlayacak bir pozisyon sağlamak için yapılan sprintler ve özellikle de yarışın son 100–150 metrelik bölümünde yarışı kazanmak için yapılması gereken sprintler ve bu sprintlere cevap verebilmek için pliyometrik antrenmanlar kullanılabilir (2). Aşağıda Tablo 2’de pliyometrik antrenmanın geliştirdiği beceriler verilmiştir.

Tablo 2. Pliyometrik egzersiz tarafından geliştirilen beceriler

| Beceriler | Yerinde Sıçramalar | Durarak Atlamalar | Çoklu Sıçramalar | Kutu Alıştırmaları | Sekmeler | Derinlik Sıçraması |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------|--------------------|
| Standart Hızı | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| İvmeleme | | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Yön Değişikliği | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Dikey sıçrama | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Yatay Sıçrama | | ✓ | ✓ | ✓ | | |

2.3. Basketbol Tanımı ve Fizyolojisi

2.3.1. Basketbol Oyunu

Basketbol, beşer kişiden oluşan iki takım arasında oynanır. Her takımın amacı rakibin sepetine sayı yapmak ve diğer takımın sayı yapmasını engellemeye çalışmaktır. Oyun; hakemler, masa görevlileri ve teknik gözlemci tarafından kontrol edilir. Oyun süresinin sonunda daha fazla sayı yapmış olan takım, maçın galibidir (22).

2.3.2. Basketbol Oyun Sahası

Oyun sahası düz, sert yüzeyli, sınır çizgilerinin iç tarafından ölçüldüğünde 28 m uzunluğunda, 15 m genişliğinde ve engellerden uzak olmalıdır. Ulusal federasyonlar en az 26 m uzunluk ve 14 m genişliğindeki sahalara kendi organize ettiği maçlar için onay yetkisine sahiptir. Tüm çizgiler aynı renkte (tercihen beyaz), 5 cm genişliğinde ve net şekilde görülebilir olmalıdır. Oyun sahası dip çizgiler (oyun sahasının kısa tarafı) ve kenar çizgiler ile (oyun sahasının uzun tarafı) sınırlandırılmıştır. Bu çizgiler oyun sahasına dahil değildir (22).

2.3.3. Oyuncu Pozisyonları

Basketbolda taktik ve kurallar sonucu 3 oyuncu pozisyonu oluşmuştur. Bunlar, her biri oyunda belirli özelliklere sahip olan *guard* (oyun kurucu), *center* (pivot) ve *forward*' dır. *Center*, pota çevresinde oynar, hücum ve savunma *rebound*' larını almak için daha çok bedenini kullanır. *Guard*, oyun organizasyonunda önemli rol oynar ve genellikle potadan uzaktır. *Forward*, hücumda *guard*' ların yardımıyla desteklenir ve savunmada *center*' lara yardımcıdır (23).

2.3.4. Basketbol İçin Fiziksel Uygunluk

Sporda, geliştirilmiş yetiler bir şampiyonu sahadaki diğer oyuncularından ayırır. Basketbolda oyuncu ne kadar iyi *dripling* yapabilir, basket ya da pas atabilir ise başarılı olma şansı o kadar artar. Ancak oyuncunun kondisyonel yetileri zayıf ise, basketbola özgü özel becerileri en alt düzeyde geçerlidir. Dündar (2004)' a göre basketbolda gerekli bazı fiziksel uygulamalar şunlardır;

- Dolaşım-solunum sistemi
- Kas g¼c¼
- Kas dayanıklılığı
- Esneklik
- V¼cut kompozisyonu

2.3.5. Basketbolda Enerji Sistemleri

Basketbolun yaklaşık olarak %20' si aerobik, %80' i ise anaerobiktir. Ancak, tek tek oyunculara ilişkin kesin enerji harcama oranını birçok faktör etkilemektedir. Örneğin, bazı oyuncular “açılmak için” sürekli olarak hareket ederlerken, diğerleri bir *post-up* pozisyonu için “kavga edebilirler”. Bazı oyuncular topu içeri gönderirken, diğerleri içeri kısa mesafe koşusu ile girerler. Basketbolun yüksek seviyede bir anaerobik oyun olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Örneğin, periyod boyunca 10 dakikanın tamamını oynayan bir oyuncu izlendiğinde, hareket halinin dinlenme haline oranının 1:1 ya da daha az olduğu görülür. Ancak maç boyunca olan *time-out* ve molalar, devre araları boyunca ATP depoları tekrar dolar (7,9,10).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Genç erkek basketbolcularda plyometrik antrenmanların dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik performansa etkisinin incelendiği bu araştırma, kontrol grubu, haftada 1 gün plyometrik antrenman grubu ve haftada 3 gün plyometrik antrenman grubu olmak üzere üç gruptan oluşturuldu. Araştırmaya katılan denekler yansız ve rasgele üç gruba dağıtıldı. Araştırma için plyometrik antrenman programı oluşturuldu. Deneklerin araştırma öncesi ve sonrası bazı fiziksel, fizyolojik testlere alınması planlandı.

3.2. Araştırma Grubu

Bu çalışmanın evrenini Vestel Spor Kulübü'nün (2006–2007 sezonu) genç erkek basketbol takımında yer alan 20 sporcu oluşturdu. Araştırmaya katılan sporcular ile bir toplantı yapıldı ve deneklerin yapılacak olan araştırma hakkında bilgi sahibi olmaları sağlandı. Daha sonra çalışmaya katılan deneklerden gönüllü olduklarını belirten gönüllü bilgilendirme formunu okuyarak imzalamaları sağlandı. Araştırma sırasında, çeşitli nedenlerden dolayı iki sporcunun çalışmaya devam edememesi sebebiyle, deneklerin toplam sayısı 18 kişiye düştü. Araştırmaya katılan 18 erkek sporcu, rasgele yansız olarak üç gruba ayrıldı. 1. grup, kontrol grubu (n= 6), 2. grup, haftada 1 gün plyometrik antrenman grubu (n= 6), 3. grup ise haftada 3 gün plyometrik antrenman grubu (n= 6) olarak belirlendi.

Çalışmaya katılan denekler; kontrol grubunun (1. grup) yaş ortalaması $16,16 \pm 0,98$ yıl, boy ortalaması $187,33 \pm 4,5$ cm, vücut ağırlıkları ortalaması $79,83 \pm 12,81$ kg' dır. Haftada 1 gün plyometrik antrenman grubunun (2. grup) yaş ortalaması $15,66 \pm 0,81$ yıl, boy ortalaması $184,83 \pm 14,03$ cm, vücut ağırlıkları ortalaması $72,01 \pm 15,84$ kg' dır. Haftada 3 gün plyometrik antrenman grubunun (3. grup) yaş ortalaması $16,16 \pm 0,98$ yıl, boy ortalaması $186,83 \pm 12,60$ cm, vücut ağırlıklar ortalaması $69,90 \pm 11,39$ kg' dır. Çalışmaya katılan 18 sporcunun toplam yaş ortalaması $15,77 \pm 0,87$ yıl, boy ortalaması $186,33 \pm 10,57$ cm, vücut ağırlıkları ortalaması $73,91 \pm 13,40$ kg' dır.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Bu çalışmada deneklere ait ön test ve son test verileri 8 haftalık antrenman periyoduna başlamadan önceki üç gün içinde ve antrenman periyodunun bitimini takip eden

üç gün süresince, farklı günlerde iki oturumda gerçekleştirildi. İlk oturumda sporcuların boy, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı, otur uzan esneklik testi, dikey sıçrama yüksekliği, Wingate anaerobik güç test değerleri kaydedildi. Diğer oturumda sporcuların, denge ve izokinetik bacak gücü değerleri saptandı. Sporculara ait ön test ve son test ölçümlerinin tümü sıcaklığı sabit tutulan bir laboratuarda 13.30 ile 16.30 saatleri arasında yapıldı.

Sporcuların,

- Testlerden en geç 3 saat önce yemek yemeleri,
- Testler öncesi hiçbir ilaç, çay, kahve gibi uyarıcılar ve sigara kullanmamaları,
- Testlerden önce zorlayıcı fiziksel aktivitelerden kaçınmaları,
- Testlere müsabaka şort ve formaları ile katılmaları sağlandı.

Aşağıda bu araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve test protokolleri ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

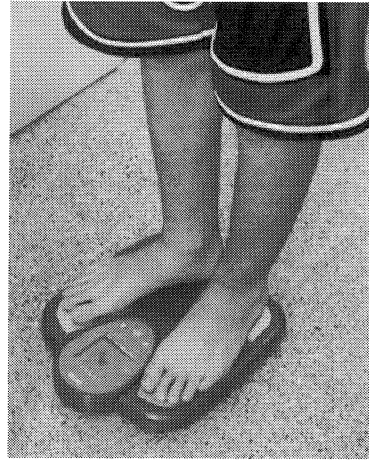
3.3.1. Boy, Ağırlık ve Vücut Yağ Oranı Ölçümü

Araştırmada sporcuların boyları şekil 1’ de gösterildiği gibi duvara monte edilmiş bir metal metre ile ağırlık ve vücut yağ oranı ise şekil 3’ de gösterildiği gibi Tanita marka BF 556 model biyoelektrik empedans aracı kullanılarak ölçüldü. Tanita marka araçla vücut yağ oranı ölçümü, vücuda düşük frekanslı (50 kHz) bir elektrik akımı verilerek, empedansın ölçülmesi şeklinde gerçekleşir. Vücut suyundaki elektrolitler iyi bir elektriksel geçirgendir. Vücut suyundaki yoğunluğun yüksek olması, elektrik akımının daha az dirençle karşılaşılarak geçmesine yol açar. Yağ hücreleri elektrik akımını hemen hemen iletmediğinden yağ dokusu daha yüksek bir dirence sahiptir. Yoğunluk farkına göre cihaz kişinin vücut yağ oranını belirler (24).

Katılımcıların boy uzunlukları; topuktan başın en üst noktasına kadar olan vücut yüksekliği olarak ölçüldü. Ölçüm esnasında sporcuların; çıplak ayakla, ayakları kapalı, başlarının arkası, sırt ve topuklarının ölçüm aletine bitişik durumda tutulmasına, derin bir nefes aldıktan sonra yüksek boya ulaşma esnasında ölçümün yapılmasına dikkat edildi. Ağırlık ve vücut yağ oranı ölçümlerinde ise; sporcuların üzerinde yalnız şort ve tişört şeklinde takım formaları varken çıplak ayakla ölçüm yapıldı.



Şekil 1. Uzunluk Ölçümü



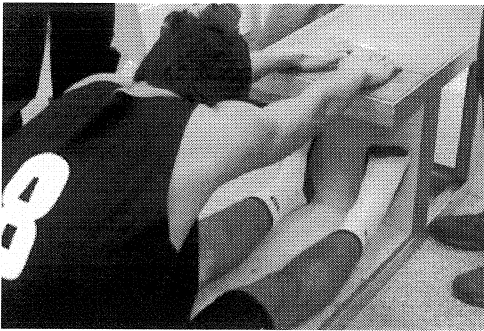
Şekil 2. Ağırlık ve Vücut Yağ Oranı Ölçümü

3.3.2. Otur – Uzan (*Sit and Reach*) Esneklik Testi

Çalışmaya katılan sporcuların esneklik ölçümleri otur – uzan testi kullanılarak yapıldı.

Test sehпасının özellikleri: Uzunluk 35 cm, genişlik 45 cm, yükseklik 32 cm' dir. Sehpanın üst yüzey ölçüleri: Uzunluk 55 cm, genişlik 45 cm. Üst yüzey, ayakların dayandığı yüzeyden 15 cm daha dışarıdadır. -15 / +35 cm' lik ölçüm cetveli, üst yüzeyde 1'er cm' lik paralel çizgi aralıklarıyla belirlendi.

Şekil 4'de gösterildiği gibi sporcular yere oturdu ve çıplak ayak tabanlarını düz bir şekilde test sehпасına dayadı. Gövdelerinden (bel ve kalça) ileri doğru eğilmiş ve dizlerini bükmeden elleri vücutlarının önünde olacak şekilde uzanabildikleri kadar öne doğru uzandı. Bu şekilde en uzak noktada durmaya çalıştı. Bu arada testi yapanın değerleri doğru okuyabilmesi için sporcular 1-2 saniye öne ya da geriye esnemedi bekledi. Test yapan kişi, sporcunun yanında durdu ve dizlerinin bükülmesini engelledi. Test iki defa tekrarlandı ve yüksek olan değer santimetre (cm) olarak kayıt edildi (25).

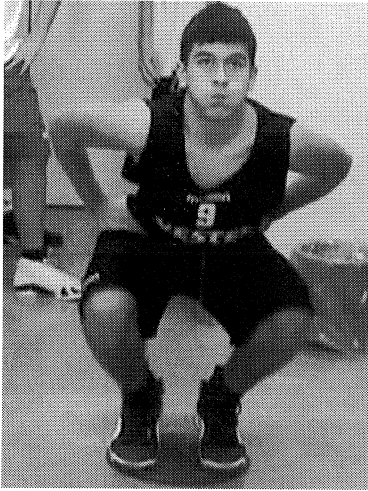


Şekil 3. Otur – Uzan Esneklik Testi

3.3.3. Dikey Sıçrama Ölçümü

Test protokolüne başlamadan önce sporculara test protokolü hakkında bilgi verildi ve sporcuların test aracına uyum sağlamaları için deneme yapmaları sağlandı.

Dikey sıçrama yüksekliği Takei marka dijital *vertical jump meter* kullanılarak ölçüldü. *Jump meter* dijital göstergeli bir kemer ile sporcuların ayaklarıyla basacakları ve üzerinde sıçrayacakları bir aparattan oluşur. Şekil 5’de gösterildiği gibi dijital göstergeli kemer sporcunun karın hizasına gelecek şekilde takıldı. Sporcu ayaklarıyla üzerinde sıçrama yapacağı aparatın üzerine bastırıldı, önce dik dururken, kemer ile sıçrama aparatı arasındaki ipin gerginliği kontrol edildi. Daha sonra sporcu, diz eklemi 90 derece, elleri belinde olacak şekilde pozisyon aldı ve mümkün olduğu kadar yükseğe sıçradı. Kemerde bulunan dijital göstergedeki sonuç santimetre (cm) olarak kayıt edildi. Toplam üç sıçrama yaptırıldı, en iyi olan sonuç maksimum sıçrama yüksekliği olarak kaydedildi (14).



Şekil 4. Dikey Sıçrama Ölçümü

3.3.4. Wingate Anaerobik Güç ve Kapasite Testi

Wingate anaerobik güç ve kapasite testi Monark 839E bisiklet ergometresinde yapıldı. Sporcular 5 dakika yüksüz pedal çevirerek ısındı ve ısınmanın sonunda 5 sn’ lik iki sprint denemesi yaptı. Sporcular hazır olduğunda çevirebilecekleri en yüksek hızda pedal çevirmeleri istendi ve 4 sn içinde pedal hızını 100 devir/dakikaya çıkardıklarında vücut ağırlığının kilogramı başına 75 g’ dan hesaplanan yük bilgisayar tarafından bisiklete uygulandı. Şekil 6’da gösterildiği gibi denekler bu yükün oluşturduğu dirence karşı 30 sn süre ile yüksek hızda pedal çevirmeye çalıştı. Pedal hızını yüksek tutmaları için denekler sözlü

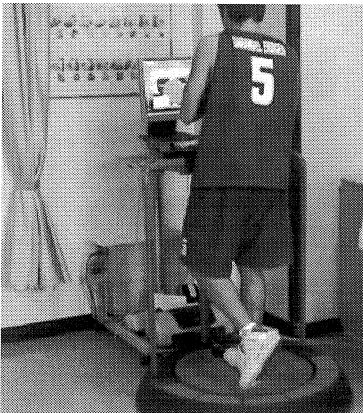
olarak cesaretlendirildi. Test sırasındaki güç parametrelerine ait bilgi data bağlantısıyla bilgisayardaki yazılım programına aktarıldı. Tüm güç parametreleri bilgisayar yazılım programı tarafından hesaplandı. 30 saniyedeki en yüksek güç pik güç (pp), 30 saniyedeki ortalama güç ise ortalama güç (mp) olarak belirlendi.



Şekil 5. Wingate Anaerobik Güç Testi

3.3.5. Denge Ölçümü

Denge ölçümü için daha önce geçerliliği çalışmalarla gösterilmiş olan SportKAT (Kineshetic Ability Trainer) cihazı kullanıldı. Her sporcuya bir statik ve bir dinamik test yapıldı. Bir test üç ölçümden oluştu. Testler arasında 1 dakikalık dinlenme periyodu konuldu. Şekil 7’de gösterildiği gibi her iki test de tek ayak (dominant taraf) üzerinde, kollar çapraz omuzlarda ve diğer bacak 20° fleksiyonda olacak şekilde uygulandı. Statik test sırasında sporcudan ekrandaki sabit noktada; öne, arkaya, sağa, sola doğru dengesini sağlamaya çalışarak durması istendi. Dinamik test sırasında ise sporcudan ekranda saat yönünde 360° dönen kursörü dengesini koruyarak takip etmesi istendi. Her iki ölçümde de sonuçlar BI (Balance Index) ile skorlandı (26).



Şekil 6. Denge Testi

3.3.6. İzokinetik Güç Ölçümü

İzokinetik test öncesi her sporcu ısınma programına alındı. Çalışmaya katılan sporcular ilk olarak koşu bandında 7 dakika 6,5 km/saat hızda %1 eğimde koşular, daha sonra 3 dakika kendi istekleri doğrultusunda germe egzersizi yaparak ısınma programını tamamladılar. Isınma programını tamamlayan sporcular teker teker izokinetik dinamometreye alındılar.

Çalışmaya katılan tüm sporcuların her iki diz izokinetik konsantrik kuvvet ölçümleri 60° ve 240° / saniye' lik hızlarda Cybex norm computerize izokinetik dinamometrede değerlendirildi.(Cybex International, Inc. Ronkonkoma, NewYork, USA)

Şekil 7'de gösterildiği gibi sporcular izokinetik dinamometreye bel desteği ve diz açıları 90° olacak şekilde oturdular. Sporcular göğüs seviyesinde çapraz pozisyonda kemerler ile alete sabitlendi ve test sırasında kolları ile destek aldılar. Uyluk, pelvis ve gövde de bantlar yardımıyla sabitlendi. Ayarlanabilir kuvvet kolu ayağa lateral malleolün proksimalinden bir ped ve band yardımıyla sıkıca bağlandı. Kuvvet kolunun rotasyon aksı lateral femoral kondilin tam lateraline denk gelecek şekilde ayarlandı. Fleksiyon ve ekstansiyon açıları (100° - 80°) ayarlandıktan sonra yerçekiminin kuvvet üzerine etkilerini ortadan kaldırmak için 45° de (0° = diz tam ekstansiyonda) düzeltme işlemleri bilgisayar tarafından hesaplanarak sporcular maksimal izokinetik test için hazırlandı.

İzokinetik güç ölçümleri 60°/saniye' lik açısal hızda 3 denemeyi takiben 5 maksimal kasılma ve 240°/saniye' lik açısal hızda 3 denemeyi takiben 25 maksimal tekrar yapıldı. Her test hızı arasında 20 saniye dinlenme verildi. İlk önce dominant bacak sonra diğeri ölçüldü. İki ölçüm arasında 5 dakika dinlenme verildi. Sporcular testlere maksimal katılımı sağlamak için sözlü olarak cesaretlendirildiler (27).

Kas kuvveti özelliği olarak pik tork parametresi değerlendirildi.



Şekil 7. İzokinetik Güç Ölçümü

3.4. Antrenman Protokolleri

Çalışmaya katılan tüm sporcuların ön testleri tamamlandıktan sonra yapacakları plyometrik egzersiz hakkında bilgi verildi ve hareketin uygulanış tekniği açıklandı.

Tüm sporcular 8 hafta süresince kapalı spor salonu ortamında rutin basketbol antrenmanını uyguladılar. Plyometrik egzersiz rutin basketbol antrenmanını takiben yapıldı ve ortalama 20 dakika sürdü. Kontrol grubu (1. grup) rutin basketbol antrenmanı sonrası yaklaşık 10 dakika süren gerdirme egzersizini uyguladıktan sonra antrenmanı tamamladı. Haftada 1 gün plyometrik antrenman grubu (2. grup), hafta ortası 1 gün rutin basketbol antrenmanı sonrası plyometrik egzersiz yapıp ardından yaklaşık 10 dakika süren germe egzersizini de tamamlayarak antrenmanı sonlandırdı. Haftada 3 gün plyometrik antrenman grubu (3. grup) ise hafta başı, hafta ortası ve hafta sonu rutin basketbol antrenmanını takiben plyometrik egzersiz yaparak 10 dakika süren gerdirme egzersizini de tamamlayarak antrenmanı bitirdi.

3.4.1. Plyometrik Antrenmanın Uygulanması

Plyometrik antrenman grupları *drop jump* olarak bilinen sıçrama egzersizini uyguladı. Bu egzersizde sporcu kasanın üzerinden aşağıya doğru atlar, yere indiği anda mümkün olduğu kadar hızlı ve yükseğe sıçrar. Sporcu kasadan düşerken ve sıçrarken elleri belinde sabittir (Şekil 8). Egzersiz 4 set 10 tekrar şeklinde yaptı. Setler arası 2 dakika dinlenme aralığı verildi. Kasa yüksekliği 50 santimetre olarak belirlendi. Haftada 1 gün plyometrik antrenman grubu haftalık toplam 40 *drop jump*, haftada 3 gün plyometrik antrenman grubu haftalık toplam 120 *drop jump* yaptı.



Şekil 8. *Drop Jump*

3.5. Veri Analizi

Araştırmada verilerin analizinde betimsel istatistik, grupların ön test ve son test değerleri arasındaki farklarda *Wilcoxon* Eşleştirilmiş İki Örnek Testi, gruplar arası karşılaştırmalarda ikiden fazla grup olduğu için *Kruskal-Wallis* Testi yapıldı. Hangi gruplar arasında farkın olduğunu belirlemek için ise *Mann-Whitney U* istatistiksel test teknikleri kullanıldı.

Bu çalışmada anlamlılık düzeyi çalışmanın başında $p<0.05$ olarak belirlendi ve analizler *Windows* için SPSS 11 paket programında yapıldı.

Bu araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakóltesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu' nun 08 şubat 2007 tarih ve 05/04/2007 no.lu toplantısında 19/2007 protokol numarasıyla “yapılması etik açıdan uygundur” raporu alındıktan sonra yapıldı (Ek 2).

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan sporcuların fiziksel özellikleri Tablo 3’de gösterilmiş olup antrenman öncesi ve sonrasına ait değerler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 3. Sporcuların bazı fiziksel özelliklerine ait değerler

| Gruplar | Boy (cm) | | Ağırlık (kg) | | VYO (%) | |
|---------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|
| | Öncesi | Sonrası | Öncesi | Sonrası | Öncesi | Sonrası |
| 1. Grup | 187,33±4,50 | 187,83±4,40 | 79,83±12,81 | 80,53±11,91 | 14,98±6,44 | 14,75±5,93 |
| 2. Grup | 184,83±14,03 | 185,66±13,55 | 72,01±15,84 | 72,81±15,29 | 13,18±4,63 | 13,56±4,58 |
| 3. Grup | 186,83±12,60 | 187,66±12,06 | 69,90±11,39 | 70,73±11,41 | 10,93±6,62 | 11,21±5,91 |

Çalışmaya katılan sporcuların dikey sıçrama yüksekliklerine ait ortalama değerler Tablo 4’de ve şekil 9’ da gösterilmiştir. 2. grup ve 3. grupta plyometrik antrenmanlar sonrası dikey sıçrama yüksekliklerinde anlamlı fark saptanmıştır. Ayrıca, grupların antrenman öncesi ve sonrası değerlerinin farkları karşılaştırıldığında 3. grupta, 1. ve 2. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek, 2. grupta da, 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark belirlenmiştir.

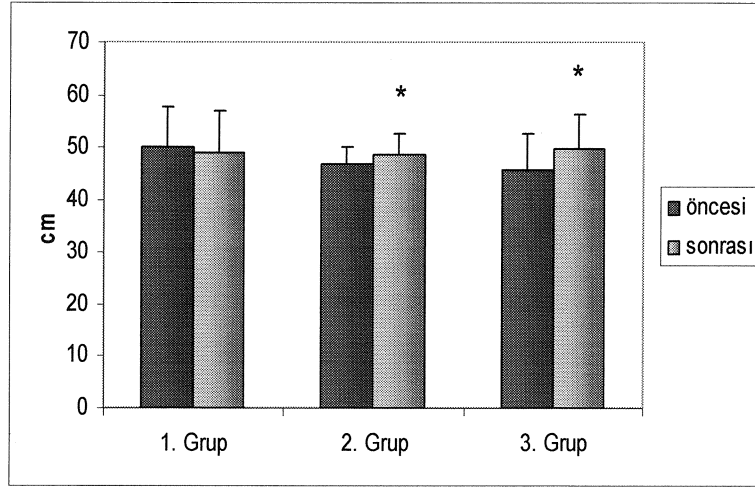
Tablo 4. Dikey sıçrama yüksekliklerine ait değerler

| Gruplar | Dikey Sıçrama Yüksekliği (cm) | | |
|---------|-------------------------------|-------------|------------|
| | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. grup | 50,16±7,70 | 49±7,87 | -1,16±1,72 |
| 2. grup | 46,83±3,31 | 48,83±3,86* | 2±1,95♦ |
| 3. grup | 45,66±7,14 | 49,66±6,68* | 4±1,95♠ |

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark (p<0,05)

♦ 1. gruba göre anlamlı fark (p<0,05)

♠ 1. ve 2. gruba göre anlamlı fark (p<0,05)



Şekil 9. Dikey sıçrama yüksekliklerine ait değerler

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

Sporcuların antrenmanlar öncesi ve sonrası Wingate anaerobik güç testine ait sonuçları içeren ortalama değerler tablo 5’de, şekil 10’da ve şekil 11’de gösterilmiş olup, 2. grup ve 3. grupların pik güç (pp) ve ortalama güç (mp) değerlerinde plyometrik antrenmanlar sonrası anlamlı fark saptanmıştır. Ayrıca, grupların antrenman öncesi ve sonrası pik güç ve ortalama güç değerlerinin farkları karşılaştırıldığında 3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek, 2. grupta da 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark belirlenmiştir.

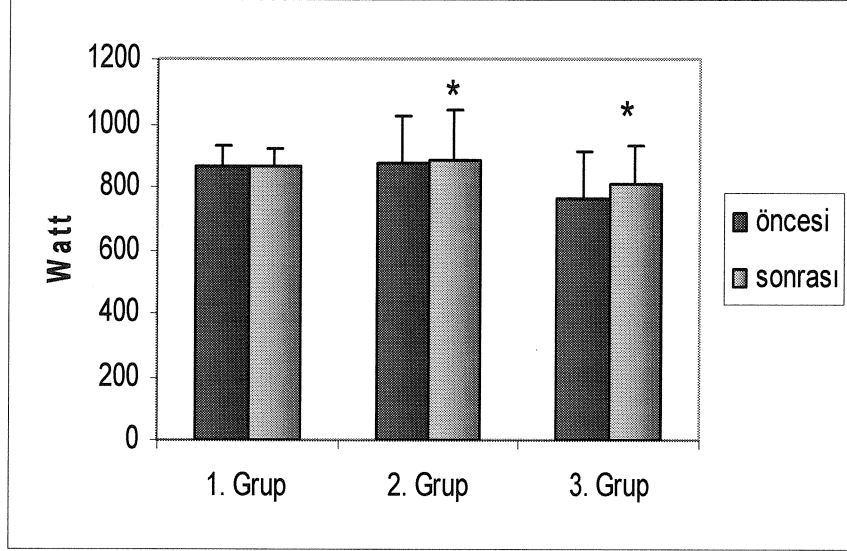
Tablo 5. Wingate anaerobik güç testine ait ortalama değerler

| Gruplar | Wingate Anaerobik Test | | | | | |
|----------------|------------------------|----------------|--------------|---------------------|----------------|-------------|
| | Pik Güç (watt) | | | Ortalama Güç (watt) | | |
| | Öncesi | Sonrası | Fark | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. Grup | 866±64,36 | 865,33±55,96 | -0,66±11,43 | 568,90±59,18 | 537,77±82,38 | -3,62±9,30 |
| 2. Grup | 871,50±149,61 | 884,66±152,67* | 13,16±5,87♦ | 524,94±77,15 | 540,44±104,13* | 12,83±8,66♦ |
| 3. Grup | 766,83±145,29 | 805±123,27* | 38,16±12,44♠ | 515,33±101,87 | 542,11±79,17* | 25,11±4,80♠ |

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

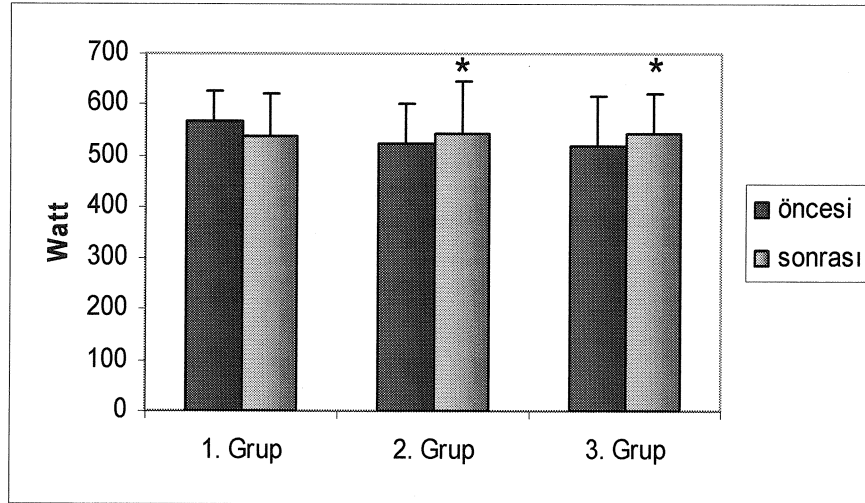
♦ 1. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

♠ 1. ve 2. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 10. Wingate anaerobik güç testine ait pik güç değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 11. Wingate anaerobik güç testine ait ortalama güç değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

Çalışmaya katılan sporcuların antrenmanlar öncesi ve sonrası otur-uzan esneklik testi sonuçlarına ait ortalama değerler tablo 6'da gösterilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda yalnız 2. grup ve 3. gruplarda pliometrik antrenman sonrasında anlamlı artış saptanmıştır.

Tablo 6. Otur-uzan esneklik testi sonuçları

| Gruplar | Otur – Uzan Esneklik Testi (cm) | | |
|---------|------------------------------------|------------|-----------|
| | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. grup | 8,50±6,37 | 9,33±6,08 | 0,83±0,75 |
| 2. grup | 3±8,09 | 4,33±8,09* | 1,33±0,81 |
| 3. grup | 3,33±5,27 | 5±4,73* | 1,66±1,03 |

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

Sporcuların çalışmalar öncesi ve sonrası yapılan izokinetik bacak gücü ölçüm sonuçlarına ait ortalama değerler aşağıda sırasıyla tablo 7 ve şekil 12-13, tablo 8 ve şekil 14-15, tablo 9 ve şekil 16-17 ile tablo 10 ve şekil 18-19'da gösterilmiştir. 2. grup ve 3. grupta pliometrik antrenmanlar sonrası 60°/sn ve 240°/sn hızlarda yapılan dominant ve nondominant bacakta izokinetik diz fleksiyon ve diz ekstansiyon pik tork değerlerinde anlamlı fark saptanmıştır.

Grupların antrenman öncesi ve sonrası dominant bacak 60°/sn diz fleksiyon pik tork değerlerinin farkları karşılaştırıldığında 3. grupta, 1. gruptan anlamlı olarak daha yüksek fark belirlenmiştir. Dominant bacak 60°/sn diz ekstansiyon pik tork değerlerinin farkı karşılaştırıldığında da 3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek, 2. grupta da 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark saptanmıştır.

Grupların antrenman öncesi ve sonrası dominant bacak 240°/sn diz fleksiyon pik tork değerlerinin farkları karşılaştırıldığında 3. grupta, 1. ve 2. gruptan anlamlı olarak daha yüksek, 2. grupta da 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark belirlenmiştir. Dominant bacak 240°/sn diz ekstansiyon pik tork değerlerinin farkı karşılaştırıldığında da 3. grupta 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark saptanmıştır.

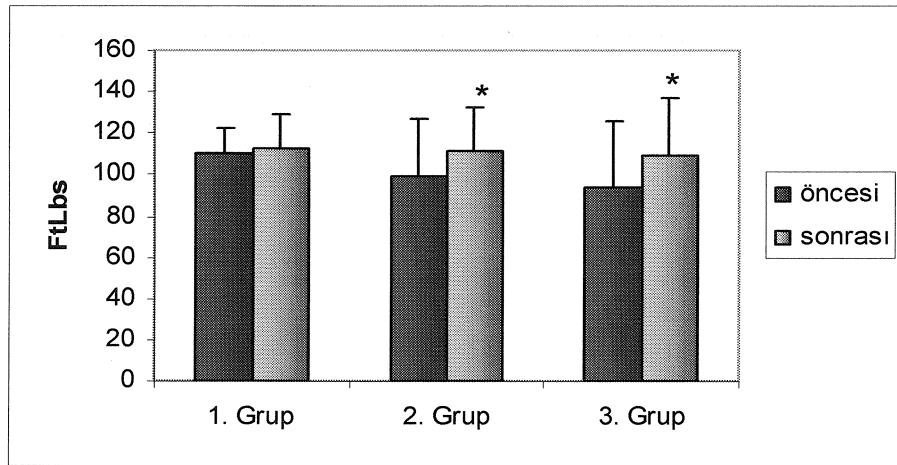
Tablo 7. Dominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork değerleri

| Gruplar | İzokinetik Pik Tork Ölçümü (FtLbs) | | | | | |
|----------------|------------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------------------|---------------|-------------|
| | Diz Fleksiyon 60°/sn (dominant bacak) | | | Diz Ekstansiyon 60°/sn (dominant bacak) | | |
| | Öncesi | Sonrası | Fark | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. Grup | 109,83±13,01 | 112,33±16,61 | 2,50±3,88 | 163,33±9,87 | 167,83±15,58 | 4,50±8,40 |
| 2. Grup | 99,50±27,79 | 112±20,89* | 12,50±11,07 | 176,33±50,26 | 187,50±46,44* | 11,16±6,36♦ |
| 3. Grup | 93,83±32,02 | 109±27,84* | 15,16±8,88♦ | 141,83±49,89 | 162±43,75* | 20,16±7,13♠ |

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

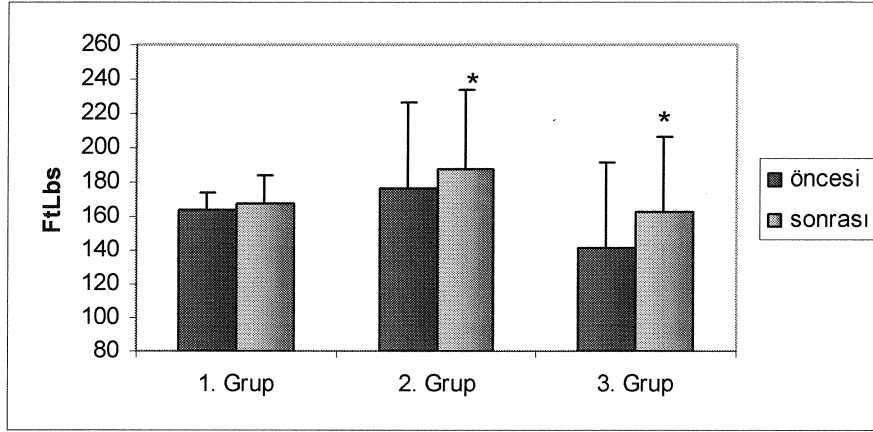
♦ 1. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

♠ 1. ve 2. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 12. Dominant bacak izokinetik pik tork 60°/sn diz fleksiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 13. Dominant bacak izokinetik pik tork 60°/sn diz ekstansiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p<0,05$)

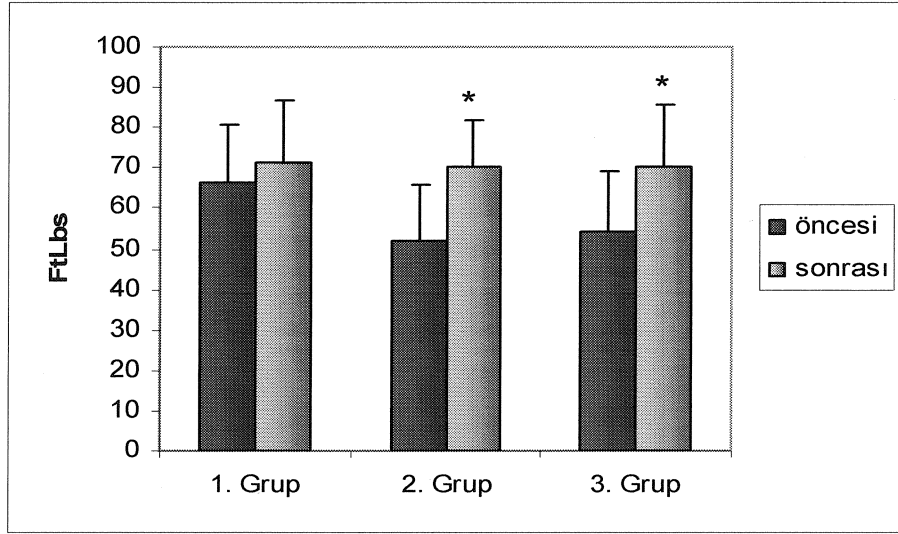
Tablo 8. Dominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork değerleri

| Gruplar | İzokinetik Pik Tork Ölçümü (FtLbs) | | | | | |
|----------------|----------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------------------|--------------|-------------|
| | Diz Fleksiyon 240°/sn (dominant bacak) | | | Diz Ekstansiyon 240°/sn (dominant bacak) | | |
| | Öncesi | Sonrası | Fark | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. Grup | 66,50±14,39 | 71,16±15,84 | 4,66±5,98 | 89,83±15,18 | 94,66±10,32 | 4,83±5,84 |
| 2. Grup | 52,16±13,79 | 70±11,72* | 17,83±10,41♦ | 85,16±24,75 | 97,16±24,44* | 12±6,38 |
| 3. Grup | 54±15,16 | 70±15,74* | 16±7,21♠ | 79±26,08 | 95,66±27,67* | 16,66±3,93♦ |

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p<0,05$)

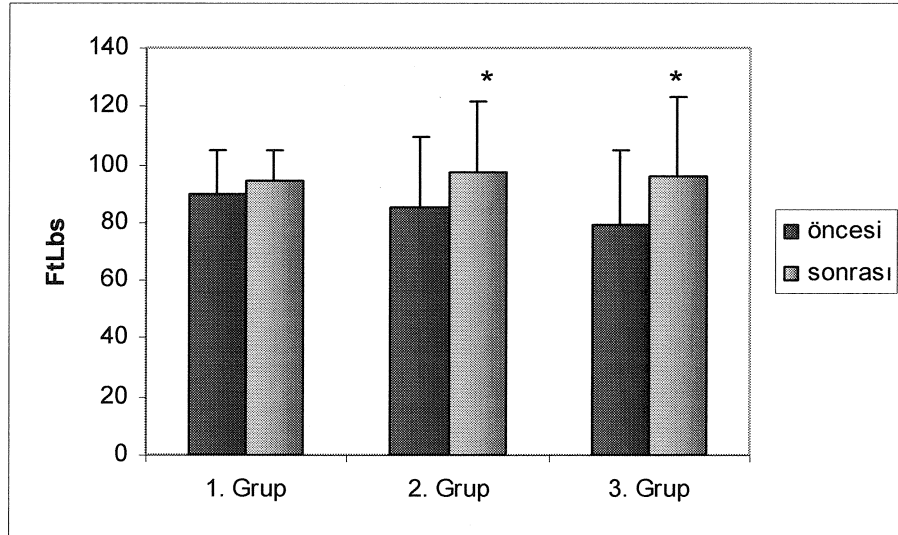
♦ 1. gruba göre anlamlı fark ($p<0,05$)

♠ 1. ve 2. gruba göre anlamlı fark ($p<0,05$)



Şekil 14. Dominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p<0,05$)



Şekil 15. Dominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz ekstansiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p<0,05$)

Grupların antrenman öncesi ve sonrası nondominant bacak 60°/sn diz fleksiyon pik tork değerlerinin farkları karşılaştırıldığında 3. grupta, 1. ve 2. gruptan anlamlı olarak daha yüksek, 2. grupta da 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark belirlenmiştir. Nondominant bacak 60°/sn diz ekstansiyon pik tork değerlerinin farkı karşılaştırıldığında da

3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek, 2. grupta 1. gruba göre anlamlı olarak daha yüksek fark saptanmıştır.

Grupların antrenman öncesi ve sonrası nondominant bacak 240°/sn diz fleksiyon pik tork değerlerinin farkları karşılaştırıldığında 3. grupta, 1. gruptan anlamlı olarak daha yüksek fark belirlenmiştir. Nondominant bacak 240°/sn diz ekstansiyon pik tork değerlerinin farkı arasında ise anlamlı olarak fark saptanamamıştır.

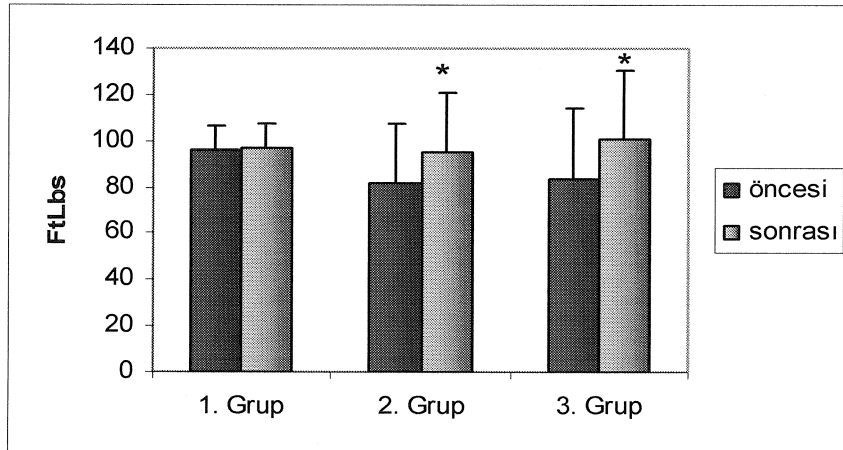
Tablo 9. Nondominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork değerleri

| Gruplar | İzokinetik Pik Tork Ölçümü (FtLbs) | | | | | |
|----------------|---------------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------------------------------|---------------|-----------|
| | Diz Fleksiyon 60°/sn (nondominant bacak) | | | Diz Ekstansiyon 60°/sn (nondominant bacak) | | |
| | Öncesi | Sonrası | Fark | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. Grup | 96±10,21 | 96,50±10,72 | 0,50±2,66 | 159,66±16,21 | 160,83±15,22 | 1,16±7,83 |
| 2. Grup | 81,16±25,93 | 95±25,25* | 13,83±5,41♦ | 160,16±46,43 | 172,16±45,38* | 12±3,57♦ |
| 3. Grup | 83,66±30,21 | 100,33±30,25* | 15,66±5,04♣ | 123,33±43,24 | 148,33±43,55* | 25±6,48♣ |

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

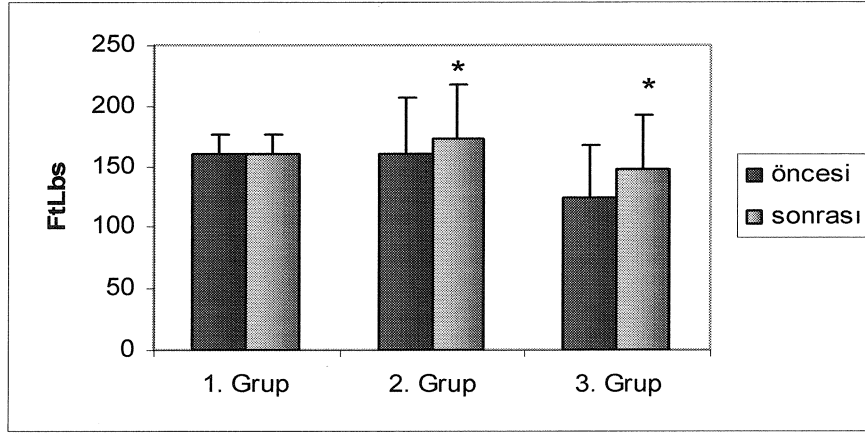
♦ 1. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

♣ 1. ve 2. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 16. Nondominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 17. Nondominant bacak 60°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

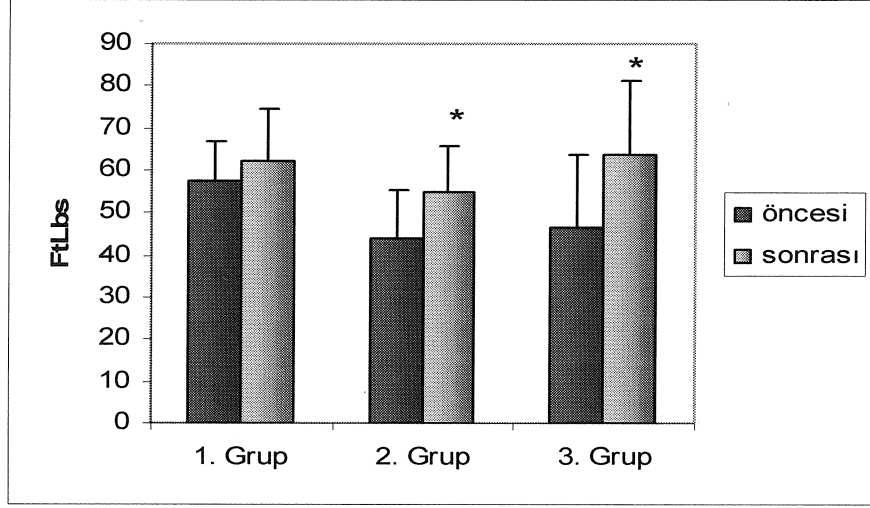
* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

Tablo 10. Nondominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork değerleri

| Gruplar | İzokinetik Pik Tork Ölçümü (FtLbs) | | | | | |
|---------|-------------------------------------------|--------------|-----------|---------------------------------------------|--------------|------------|
| | Diz Fleksiyon 240°/sn (nondominant bacak) | | | Diz Ekstansiyon 240°/sn (nondominant bacak) | | |
| | Öncesi | Sonrası | Fark | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. Grup | 57,50±9,04 | 61,83±12,60 | 4,33±9,09 | 83,66±12,62 | 87,83±11,95 | 4,16±3,42 |
| 2. Grup | 44±11,34 | 55±10,48* | 11±2 | 78,50±21,02 | 88,33±22,98* | 9,83±10,16 |
| 3. Grup | 46,66±16,99 | 63,66±17,32* | 17±6,16♦ | 75,66±28,42 | 89,66±24,91* | 14±5,93 |

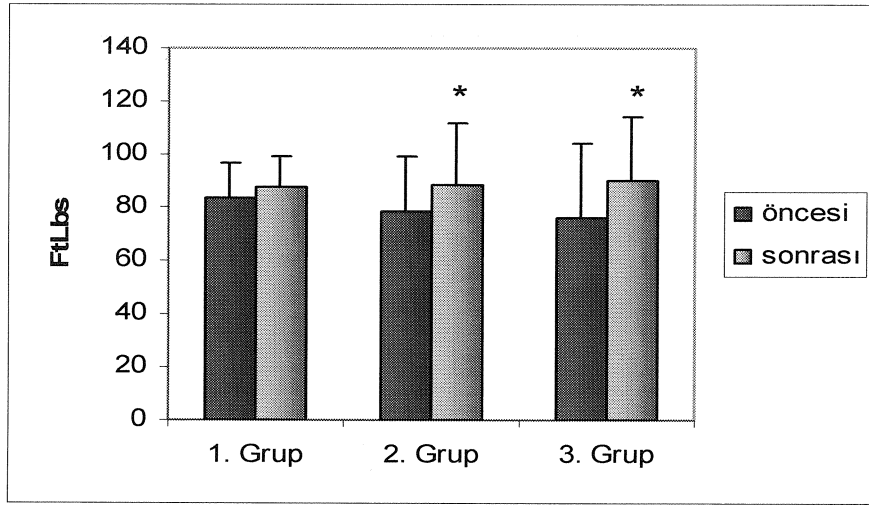
* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p < 0,05$)

♦ 1. gruba göre anlamlı fark ($p < 0,05$)



Şekil 18. Nondominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz fleksiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p<0,05$)



Şekil 19. Nondominant bacak 240°/sn izokinetik pik tork diz ekstansiyon ölçüm değerleri

* Antrenman öncesine göre anlamlı fark ($p<0,05$)

Çalışmaya katılan sporcuların antrenmanlar öncesi ve sonrası denge ölçümlerine ait sonuçları içeren ortalama değerler Tablo 11'de gösterilmiştir. Antrenmanlar öncesi ve sonrasına ait değerler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 11. SportKat denge ölçümüne ait değerler

| Gruplar | Denge Ölçümü | | | | | |
|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| | Statik | | | Dinamik | | |
| | Öncesi | Sonrası | Fark | Öncesi | Sonrası | Fark |
| 1. Grup | 495,33±133,22 | 481,33±118,50 | -14±36,56 | 1046,33±74,20 | 1039,50±56,01 | -6,83±50,44 |
| 2. Grup | 503,16±251,64 | 484,33±231,02 | -18,83±51,82 | 999±130,82 | 988,83±114,81 | -10,16±60,20 |
| 3. Grup | 409,66±107,24 | 407,33±113,08 | -2,33±14,43 | 957,83±148,40 | 943,66±120,13 | -14,16±35,78 |

5.TARTIŞMA

Pliyometrik antrenmanlar, patlayıcı gücü geliştiren çalışmalardır. Aynı zamanda tüm atletik performansta önemli bir unsurdur. Birçok spor dalında antrenörler ve sporcular tarafından performansı en üst seviyeye getirmek amacıyla antrenman planlarının önemli bir faktörü olarak kullanılmaktadır (19).

Bu çalışmada Vestel Spor Kulübü Genç Erkek Basketbol Takımı oyuncularının yarışma sezonu içerisinde aynı basketbol antrenmanına katılan sporculardan oluşturulan gruplar üzerinde pliyometrik egzersizlerin farklı antrenman sıklığında uygulanmasının oyuncuların bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerine etkileri değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Antrenmanlar öncesi ölçüm sonuçlarının değerlendirmesinde gruplar arasında hiçbir parametrede istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. Bu durum ölçülen değişkenler açısından grupların başlangıçta standart olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca bu sonuçtan, her bir parametrenin diğerine ek etkisinin olmayacağı da düşünülebilir.

Çalışmada 1. grubun ağırlık ortalaması $79,83 \pm 12,81$ kg iken, antrenmanlar sonrasında $80,53 \pm 11,91$ kg olmuştur, 2. grubun ağırlık ortalaması ise $72,01 \pm 15,84$ kg iken antrenmanlar sonrasında $72,81 \pm 15,84$ kg olarak ölçülmüştür. 3. grubun ağırlık ortalaması da $69,90 \pm 11,39$ kg iken antrenmanlar sonrası $70,73 \pm 11,41$ kg olmuştur. 8 hafta süresince pliyometrik antrenman yapan her iki denek grubunda ve sadece rutin basketbol antrenmanı yapan kontrol grubunda (1. grup) vücut ağırlıklarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). 1. grubun vücut yağ oranı ilk ölçümde $14,98 \pm 6,44$ %, son ölçümde $14,75 \pm 5,93$ % olarak tespit edilmiştir. 2. grubun vücut yağ oranı ise pliyometrik antrenmanlar öncesi yapılan ölçümde $13,18 \pm 4,63$ % iken antrenmanlar sonrası yapılan ölçümde $13,56 \pm 4,58$ % olmuştur. 3. grubun vücut yağ oranı da $10,93 \pm 6,62$ % iken $11,21 \pm 5,91$ % olarak değişmiştir. Tüm grupların pliyometrik antrenmanlar öncesi ve sonrası vücut yağ oranlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Elde ettiğimiz bu sonuçlar 8 hafta süreyle uyguladığımız pliyometrik antrenmanın vücut yağ oranı üzerinde bir değişime neden olmadığını ortaya koymaktadır.

5.1. Pliyo­metrik Antrenmanın Dikey Sıçrama Yüksekliği Üzerindeki Etkileri

Araştırmada, kontrol grubunun (1. grup) dikey sıçrama yüksekliği, ilk ölçümlerde 50,16±7,70 cm iken son ölçümlerde 49±7,87 cm olmuştur. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). 8 hafta süreyle haftada 1 gün pliyo­metrik antrenman yapan 2. grupta antrenmanlar öncesi yapılan ölçümlerde dikey sıçrama yüksekliği 46,83±3,31 cm iken, antrenmanlar sonrası yapılan ölçümlerde 48,83±3,86 cm olarak belirlenmiştir. 8 hafta süreyle haftada 3 gün pliyo­metrik antrenman yapan 3. grupta antrenman öncesi 45,66±7,14 cm olan dikey sıçrama yüksekliği antrenmanlar sonrasında 49,66±6,68 cm' ye yükselmiştir. Her iki pliyo­metrik antrenman grubunun da antrenmanlar öncesi ve sonrası değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında grupların dikey sıçrama yüksekliklerinde anlamlı artışın meydana geldiği görülmüştür ($p<0,05$). Grupların çalışma öncesi ve sonrası yapılan dikey sıçrama ölçümlerinin farkları karşılaştırıldığına 3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı gelişim tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca 2. grupta da 1. gruba göre anlamlı bir artışın meydana geldiği görülmüştür ($p<0,05$).

Matavulj ve arkadaşları 15–16 yaş grubu erkek basketbolcularda yaptıkları çalışmada pliyo­metrik antrenmanlar sonucu 50 cm kasadan derinlik sıçraması yapan basketbolcuların dikey sıçrama yüksekliğinde 4,8 cm'lik artış tespit ederken, 100 cm kasadan derinlik sıçraması yapan basketbolcularda 5,6 cm artış gözlemlenmişlerdir (14).

Diallo ve arkadaşları 12–13 yaşları arasında 20 erkek sporcuya 10 hafta süresince yaptırdıkları çeşitli pliyo­metrik egzersizler sonucunda, sıçrama yapan grubun dikey sıçrama yüksekliğinde artış belirlemişlerdir (13).

Kotzamanidis ise 10–11 yaş grubu sporcu olmayan çocuklarda yaptığı çalışmada pliyo­metrik antrenmanlar sonrası çocukların dikey sıçrama yüksekliklerinde anlamlı olarak artış meydana geldiğini belirtmiştir (28).

Chimera ve arkadaşları da pliyo­metrik antrenmanlar sonrasında deney grubunun dikey sıçrama yüksekliğinin %5,8 oranında geliştiğini ifade etmiştir (29).

Brown ve arkadaşları liseli erkek basketbol oyuncularını arasında yaptığı çalışmada pliyo­metrik antrenmanlar sonrasında deneklerin dikey sıçrama yüksekliklerinde 7,3 cm'lik artış tespit etmişlerdir (30).

Luebbers ve arkadaşları fiziksel olarak aktif liseli erkeklerde yaptıkları çalışmada 4 haftalık pliyo­metrik antrenman grubunda dikey sıçrama yüksekliğinin düştüğünü ancak 7

haftalık plyometrik antrenman grubunda dikey sıçrama yüksekliğinin ilk ölçüme göre arttığını ortaya koymuştur (31).

Al-Ahmad yapmış olduğu bir çalışmada 14–18 yaş liseli basketbolcuların 6 haftalık plyometrik antrenmanlar sonrasında dikey sıçrama yüksekliği değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir artışın meydana geldiğini tespit etmiştir (32).

Küçük farklılıklar olmasına rağmen yapılan bu çalışmanın dikey sıçrama yüksekliği üzerindeki etkisi literatürle benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada da 8 hafta süreyle yapılan plyometrik antrenmanların dikey sıçrama yüksekliğini anlamlı olarak artırdığı bulunmuştur. Diğer çalışmalardan farklı olarak haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanın, 1 gün yapılan plyometrik antrenmandan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Dikey sıçrama yüksekliğindeki bu gelişimin alt ekstremitte kaslarında kısa zamanda yüksek kuvvet uygulama becerisinin gelişmesi sonucu olduğu düşünülebilir.

5.2. Plyometrik Antrenmanın Anaerobik Güç ve Kapasite Üzerindeki Etkisi

Bu çalışmada, Wingate anaerobik testi ile belirlenen pik güç değeri kontrol grubunda çalışma öncesi ölçümde $866 \pm 64,36$ watt, çalışma sonrası ölçümde ise $865,33 \pm 55,96$ watt olarak belirlenmiştir. Ortalama güç değeri ise ilk ölçümde $568,90 \pm 59,18$ watt iken son ölçümde $537,77 \pm 82,38$ watt olmuştur. Kontrol grubundaki son ölçümler ilk ölçümlere göre istatistiksel açıdan anlamlı fark meydana getirmemiştir ($p > 0,05$). 8 hafta süreyle haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan 2. grupta pik güç değeri $871,50 \pm 149,61$ watt iken $884,66 \pm 152,67$ watt'a yükselmiştir. Ortalama güç değeri ise $524,94 \pm 77,15$ watt iken $540,44 \pm 104,13$ watt'a çıkmıştır. 8 hafta süreyle haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan 3. grupta ise pik güç değeri çalışma öncesi ölçümde $766,83 \pm 145,29$ watt' dan çalışma sonrası ölçümde $805 \pm 123,27$ watt'a, ortalama güç ise $515,33 \pm 101,87$ watt iken $542,11 \pm 79,17$ watt'a yükselmiştir. 2. ve 3. grupta plyometrik antrenmanlar sonrası meydana gelen bu artışlar antrenman öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca, grupların gelişimsel farkları karşılaştırıldığında 3. grupta meydana gelen artış 1.ve 2. gruba göre istatistiksel açıdan anlamlıdır. Bunun yanı sıra 2. gruptaki artış 1. gruba göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Luebbers ve arkadaşları fiziksel olarak aktif liseli erkekler üzerinde yaptıkları araştırmada plyometrik antrenman yapan gruplarda anaerobik gücün kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olarak artış gösterdiğini belirtmişlerdir(1).

Duda plyometrik antrenmanlar sonrasında voleybol ve basketbolcularda anaerobik güçte önemli artışlar elde edildiğini belirtmiştir(33).

Gür, genç erkek futbolcularda yaptığı çalışmada plyometrik antrenman grubunda anaerobik gücün anlamlı olarak artış gösterdiğini tespit etmiştir(34).

Dögüşcü, bayan voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmasında plyometrik antrenmanlar sonucunda denek grubunun anaerobik güç verilerinde artış meydana geldiğini öne sürmüştür (35).

Sonuçlar incelendiğinde elde edilen bulgular literatürle uyumaktadır. Bilindiği gibi plyometrik alıştırmalar hızlı bir patlayıcı hareketin gelişmesini sağlayan antrenman formudur (1) bu sebepten yapılan plyometrik antrenmanın anaerobik güç ve kapasiteyi anlamlı olarak artırdığını söyleyebiliriz. Ayrıca, bu çalışmada haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanın anaerobik güç ve kapasite üzerindeki etkisinin haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenmandan daha fazla olduğunu tespit edilmiştir. Bunun nedeni plyometrik antrenmanın sıklığının anaerobik güç gelişimindeki etkisi olarak görülebilir.

5.3. Plyometrik Antrenmanların Esneklik Üzerindeki Etkileri

Araştırmada grupların otur-uzan esneklik testi değerlerine baktığımızda, kontrol grubu olan 1. grupta ilk ölçümde $8,50 \pm 6,37$ cm iken son ölçümde $9,33 \pm 6,08$ cm olmuştur. 8 hafta süreyle haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan 2. grupta ilk ölçüm $3 \pm 8,09$ cm iken son ölçüm $4,33 \pm 8,09$ cm olarak belirlenmiştir. 8 hafta süreyle haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan 3. grubun ilk ölçümü ise $3,33 \pm 5,27$ cm iken son ölçümde $5 \pm 4,73$ cm olarak tespit edilmiştir. Grupların ilk ve son ölçümleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında 2. ve 3. grupta antrenman sonrası ölçümlerin antrenman öncesine göre anlamlı olarak arttığı belirlenmiştir ($p < 0,05$). Kontrol grubu olan 1. grupta ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişim bulunmamıştır ($p > 0,05$). Grupların antrenmanlar öncesi ve sonrası yapılan ölçümlerinde meydana gelen değişim farklarında da istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Sözbir, aktif spor yapan 32 erkek öğrenci üzerinde yaptığı çalışmada farklı germe egzersizleri ile birlikte yapılan plyometrik antrenmanlar sonucunda esneklik değerlerinde anlamlı değişim tespit edememiştir(36).

Sonuç olarak bizim yaptığımız bu çalışmada plyometrik antrenman yapan grupların antrenman öncesi esneklik değerleri ile antrenman sonrası esneklik değerleri karşılaştırıldığında anlamlı bir artış gözlenirken kontrol grubunda anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Bunun yanı sıra grupların gelişmeleri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle plyometrik antrenmanın esneklik üzerine sınırlı bir etkisinin oluşunu söyleyebiliriz. Bu sınırlı etkinin de plyometrik antrenmandan sonra yapılan germe egzersizi sonucu oluştuğu düşünülebilir.

5.4. Plyometrik Antrenmanların Bacak Kuvveti Üzerindeki Etkileri

Grupların plyometrik antrenmanlar öncesi ve sonrasında yapılan izokinetik pik tork ölçümlerinde dominant bacak 60°/sn diz fleksiyon değerleri 1. grup olan kontrol grubunda anlamlı olarak bir değişim göstermemiştir ($p>0,05$). 8 hafta süreyle haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan 2. grupta ve 8 hafta süreyle haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan 3. grupta antrenmanlar öncesine göre antrenmanlar sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Grupların değişim farkları karşılaştırıldığında sadece 3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı artışın olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca, dominant bacak 60°/sn diz ekstansiyon değerleri de 1. grupta anlamlı bir değişim göstermezken ($p>0,05$), 2. ve 3. grupta antrenmanlar öncesine göre istatistiksel olarak artış meydana gelmiştir ($p<0,05$). Grupların değişim farklarına bakıldığında 2. ve 3. grubun 1. gruba göre anlamlı olarak artış gösterdiği ve 3. grubunda 2. gruba göre anlamlı artış sergilediği belirlenmiştir ($p<0,05$). Grupların nondominant bacak hem 60°/sn diz fleksiyon hem de 60°/sn diz ekstansiyon antrenman öncesi değerlerini antrenman sonrası değerleri ile istatistiksel olarak karşılaştırdığımızda her ikisinde de 2. ve 3. gruplarda anlamlı artış saptanırken ($p<0,05$), 1. grupta anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Antrenmanlar öncesi ve sonrası ölçüm farkları karşılaştırıldığında ise yine her ikisinde de 3. grup 1. ve 2. gruptan anlamlı olarak daha fazla artış sergilerken 2. grupta 1. gruba göre anlamlı olarak artış meydana getirmiştir ($p<0,05$). Sonuç olarak yapılan plyometrik antrenmanın hem dominant hem de nondominant bacakta 60°/sn diz fleksiyon ve 60°/sn diz ekstansiyon izokinetik pik tork değerlerinde artış meydana getirdiğini ve haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanın

haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenmandan daha fazla etkili olduğunu ifade edebiliriz. Fakat haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenmanında kontrol grubundan anlamlı olarak daha fazla etkili olduğunu söyleyebiliriz. Bu etkinin plyometrik antrenmanın sıklığı ile ilişkisi olduğu düşünülebilir.

Bu araştırmada, tüm grupların dominant bacak 240°/sn diz fleksiyon izokinetik pik tork antrenman öncesi ve sonrası ölçüm sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında 1. grupta anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$), 2. ve 3. grupta anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca, grupların ilk ve son ölçümleri arasındaki farklar incelendiğinde 3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı fark oluşurken, 2. grupta da 1. gruba göre anlamlı fark meydana geldiği gözlenmiştir ($p<0,05$). Grupların dominant bacak 240°/sn diz ekstansiyon izokinetik pik tork antrenman öncesi ve sonrası ölçüm sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında ise yine kontrol grubu olan 1. grupta anlamlı fark görülmezken ($p>0,05$), plyometrik antrenman grupları olan 2. ve 3. gruplarda anlamlı artışın olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun yanı sıra grupların ilk ve son ölçüm farkları karşılaştırıldığında sadece 3. grupta 1. ve 2. gruba göre anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0,05$). Elde edilen sonuçları incelediğimizde bu çalışmada yapılan plyometrik antrenmanın izokinetik pik tork değerleri üzerinde etkili olduğu ve haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanın haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenmandan daha fazla gelişime neden olduğunu söyleyebiliriz. Nondominant bacak 240°/sn diz fleksiyon ve 240°/sn diz ekstansiyon izokinetik pik tork ilk ve son ölçümlerini istatistiksel olarak karşılaştırdığımızda 2. ve 3. gruplarda anlamlı bir artış bulurken ($p<0,05$) 1. grupta anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca tüm grupların izokinetik pik tork ilk ve son ölçüm değişim farklarına bakıldığında sadece 240°/sn diz fleksiyon izokinetik pik tork değerinde 1. ve 2. gruba göre anlamlı artış meydana geldiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu sonuçları değerlendirdiğimizde haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanın kontrol grubu ve haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenmandan izokinetik pik tork üzerinde daha etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Wilson ve arkadaşları antrenmanlı 41 erkek üzerinde yaptıkları çalışmada plyometrik egzersiz yapan grupta alt ekstremitte eksantrik kuvvet üretim değerlerinde anlamlı bir artış tespit etmiştir(37).

Toumi ve arkadaşları ise plyometrik antrenman yapan, yaşları 17–24 arasında olan 22 erkek hentbolcu üzerindeki araştırmalarında maksimal izometrik kuvvetin ve maksimal konsantrik gücün artışını bildirmişlerdir(38).

Matavulj ve arkadaşları 15–16 yaş arasında basketbolcularda plyometrik antrenmanlar sonrasında kalça ekstansörleri ve diz ekstansörlerinin kuvvet gelişim oranının geliştiğini tespit etmişlerdir(14).

Literatürü incelediğimizde plyometrik çalışmaların bacak kuvveti üzerine pozitif etkilerinin olduğu görülmektedir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da literatürle benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bacak pik tork değerlerindeki elde ettiğimiz bu gelişimin nedeni miyotatik refleks zamanındaki iyileşme ve kasılma kuvvetindeki gelişmeler olduğu söylenebilir.

5.5. Plyometrik Antrenmanların Denge Üzerindeki Etkileri

Araştırmada yapılan çalışmalar öncesi ve sonrası denge ölçümlerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı farka rastlanmamıştır. Bunun seçilen plyometrik egzersizin türünden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (2).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genç erkek basketbolcularda yarışma sezonu içerisinde rutin basketbol antrenmanını takiben haftada 1 ve 3 gün olarak farklı sıklıklarda yapılan *drop jump* plyometrik egzersizinin sporcularda dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik performans ile bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerini araştırdığımız bu çalışmanın sonuçları aşağıda sunulmuştur.

1. 8 hafta süreyle haftada 1 gün yapılan plyometrik antrenman dikey sıçrama yüksekliğini, anaerobik güç değerlerini, esnekliği ve sınırlı da olsa izokinetik bacak gücü değerlerini artırırken, denge üzerinde değişim göstermemiştir.

2. 8 hafta süreyle haftada 3 gün yapılan plyometrik antrenmanlar dikey sıçrama yüksekliği, anaerobik güç değerleri, esneklik ve izokinetik bacak gücü değerlerinde artış sağlarken, denge üzerinde bir değişime neden olmamıştır.

3. Plyometrik antrenmanın sıklığının artması dikey sıçrama yüksekliğinde, anaerobik güç değerlerinde, izokinetik bacak gücü değerlerinde anlamlı artışlar sağlarken, esneklik ve denge üzerinde anlamlı bir değişim meydana getirmemiştir.

Hazırlık evresinde olduğu gibi yarışma sezonu içinde de plyometrik alıştırmalara antrenman programlarında yer vermek gereklidir.

Plyometrik antrenmanlar her iki antrenman sıklığında da yapılabilir. Ancak daha iyi dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik performans isteniyorsa antrenman sıklığı haftada 3 gün olarak tercih edilebilir.

Grupların denek sayıları artırılarak ve araştırma daha uzun bir zaman periyoduna yayılarak çalışmanın istatistiksel açıdan daha anlamlı olması sağlanabilir.

Biz bu çalışmada *drop jump* plyometrik egzersizi yaptırdık farklı plyometrik egzersizleri kullanarak ya da plyometrik antrenmanın kapsam ve yoğunluğunda değişiklikler yaparak yeni bir çalışma yapılabilir.

Sadece basketbol oyuncularını üzerinde yapılan bu çalışma voleybol, futbol gibi farklı spor dallarında ve farklı yaş kategorideki sporcularda da uygulanabilir.

15. Berne RM, Levy MN, Stantion BA. Fizyoloji. (Çeviri: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği). Ankara, Öncü Basımevi, 2008
16. Guyton A.C, Hall J.E. Tıbbi Fizyoloji (Çeviri Editörü: Çavusoglu H, Yegen B.Ç). Onbirinci Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2007
17. Günay M, Cicioglu İ. Spor Fizyolojisi. Birinci Baskı, Ankara, Gazi Kitabevi, 2001
18. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell JM. Principles of neural science fourth edition, USA: McGraw-Hill, 2000
19. Radcliffe JC, Farentinos C. High Powered Plyometrics. USA: Hman Kinetics, 1999.
20. Karatosun H. Anternmanın Fizyolojik Temelleri. Isparta, Tuğra Ofset, 2004
21. Lundin P, Berg W. A review of plyometric training. National Strength and Conditioning Association Journal, 1991; 13(6): 22-30
22. www.tbf.org.tr
23. Sallet P, Perrier D, Ferret JM, VitelliV, Baverel G. Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. J Sports Med Phys Fitness. 2005 Sep;45(3):291-4.
24. Tanita Corporation. Illinois, USA. Tanita BF-555, BF-556 Body Fat Monitor Instruction Manuel.
25. Tamer K. Sporda Fiziksel – Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, İkinci Baskı, Ankara: Bağırhan Yayınmevi, 2000.
26. Arslan Y. Diz osteoartriti olan hastalarda balans/koordinasyon ve propriosepsiyon egzersizlerinin etkinliği. Dokuz Eylül Üniversitesi – Tıpta Uzmanlık Tezi, 2004
27. Pündük Z. Sirkadyan Tipin İzokinetik Diz Ölçüm Güvenirliliğine Etkisi. Uludağ Üniversitesi – Doktora Tezi, 2003
28. Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaiakovou G, Patikas D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. J Strength Cond Res, 2005; May; 19(2): 369-75
29. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. J Athl Train, 2004; Mar; 39(1): 24-31.

30. Brown ME. , Mayhew JI. Boleach LW. Effect of plyometric training on jump performance in high school basketball players. The Journal Of Sports Med. And Physical Fitness 1986; Mar; 26(1) : 1-4
31. Luebbbers PE, Potteiger JA, Hulver MW, Thyfault JP, Carper MJ, Lockwood RH. Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. J Strength Cond Res. 2003 Nov;17(4):704-9.
32. Al-Ahmad, A. The effects of plyometrics on selected physiological fitness parameters associated with high school basketball player. The Florida State Universty 125. Dissertation Abstaicts International. 1990; 51. (2) 446-456
33. Duda, M. Plyometrics. A Legitimate Form of Power Training. The Physician and Sport Medicine. 1988; 16: 213-218
34. Gür E. Özel düzenlenmiş pliyometrik antrenmanların genç futbolcuların anaerobik güç performanslarına etkisi. Fırat Üniversitesi – Yüksek Lisans Tezi, 2001
35. Döğüşçü M. Bayan voleybolcularda kombine kuvvet antrenmanı ile pliyometrik antrenman programlarının dikey sıçrama kuvvetine etkisi. Gazi Üniversitesi – Doktora Tezi, 1999
36. Sözbir K. Farklı germe egzersizleriyle yapılan pliyometrik antrenmanın emg değerleri ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi – Yüksek Lisans Tezi, 2006
37. Wilson GJ, Murphy AJ, Giorgi A: Weight and plyometric training: effects on eccentric and concentric force production. Can J Appl Physiol. 1996 Aug;21(4):301-15.
38. Toumi H, Best TM, Martin A, Poumarat G. Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. Med Sci Sports Exerc. 2004 Sep;36(9):1580-8.

EK 1.

GÖNÜLLÜ SPORCU BİLGİLENDİRME FORMU

Plyometrik egzersizler yıllardır sporcular ve antrenörler tarafından sıçrama performansını geliştirmek için kullanılan en popüler egzersizler arasındadır. Pliometrik egzersizler özellikle basketbol ve voleybol olmak üzere birçok spor branşında sıçrama performansını artırmak ve sportif başarıyı en üst düzeye çıkarmak için antrenman programlarına dahil edilir.

Bu çalışmada genç basketbolcularda yarışma sezonu içinde yapılan pliometrik egzersizlerin sıçrama yüksekliği ve anaerobik kapasiteye etkisini araştırmayı amaçladık.

Antrenmanlar tam olarak 8 hafta sürecektir. Egzersizler haftada 3 gün, rutin basketbol antrenmanı sonrası, bounce drop jump olarak bilinen kasa üzerinden düşüş sonrası olabildiğince hızlı ve yükseğe sıçrama şeklinde yapılacaktır. Toplam çalışma 30 dakikada bitirilecektir. Egzersizlere başlamadan önce ve 8 haftalık antrenman periyodundan hemen sonra performans ölçümleri yapılacaktır. Bu ölçümler; dikey sıçrama yüksekliği, esneklik ölçümleri, wingate testi, bacak gücü ve denge ölçümleridir. Bu çalışma sırasında uygulanacak testlerin ve araştırma ile ilgili gerçekleştirilecek diğer işlemlerin masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

Gönüllü sporcu bu çalışmaya katılmayı ret etme ya da araştırma başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahiptir. Bu çalışmaya katılmanız veya başladıktan sonra herhangi bir safhasında ayrılmanız daha sonraki sportif yaşamınızı etkilemeyecektir. Araştırmacı da gönüllü sporcunun kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu çalışmada yer aldığınız süre içerisinde kayıtlarınızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine açık olacaktır. Hassas olabileceğiniz kişisel bilgileriniz yalnızca araştırma amacıyla toplanacak ve işlenecektir. Çalışma verileri herhangi bir yayın ve raporda kullanılırken bu yayında isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılamayacaktır.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Sporcunun

Sporcu velisi veya vasisinin

Adı :

Adı :

Soyadı :

Soyadı :

Tarih :

Tarih :

İmza :

İmza :

**Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş
Görevlisinin**

Adı :

Soyadı :

Tarih :

İmza :

Araştırma Yapan Araştırmacının

Adı :

Soyadı :

Tel :


Tarih :

İmza :

EK 2.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK VE LABORATUVAR ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

Tarih ve Sayı: 09.02.2007/ 62

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>Etik Kurul Üyeleri</u> Prof.Dr.Taner ÇAMSARI Prof.Dr.Tunç ALKIN Doç.Dr.M.Hakan ÖZDEMİR Doç.Dr.Ayça Arzu SAYINER Doç.Dr.Vesile ÖZTÜRK Doç.Dr.Mustafa SEÇİL Doç.Dr.Murat DUMAN Doç.Dr.Güven ASLAN Yard.Doç.Dr.Murat ÖRMEN Öğr.Gör.Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN ...nus Karşlı</p> <p><u>Etik Kurul Başkanı</u> Prof.Dr.Taner ÇAMSARI</p> <p><u>Etik Kurul Sekreteri</u> Hatice İĞÇİ</p> | <p>DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,</p> <p>Etik Kurulumuzun 08 Şubat 2007 tarih ve 05/04/2007 no.lu toplantısında 19/2007 Protokol numaralı Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Yüksek Lisans program öğrencilerinden İsa SAĞIROĞLU'nun sorumlu olduğu "Genç basketbolcularda plyometrik antrenmanların anaerobik kapasite ve dikey sıçrama performansına etkisi" isimli projenin uygulanmasında etik açıdan sakınca yoktur.</p> <p>Katılanların oy birliği ile karar verilmiştir.</p> <p>Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.</p> <p> Prof. Dr. Taner ÇAMSARI Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurul Başkanı</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tel: 0232 412 22 54