

T.C
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ PROGRAMI

FARKLI GERME EGZERSİZLERİYLE YAPILAN PLYOMETRİK
ANTRENMANIN EMG DEĞERLERİ VE BAZI FİZYOLOJİK
PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kerim SÖZBİR

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. R. Gül Tiryaki SÖNMEZ

EYLÜL – 2006
BOLU

T.C
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI GERME EGZERSİZLERİYLE YAPILAN PLYOMETRİK
ANTRENMANIN EMG DEĞERLERİ VE BAZI FİZYOLOJİK
PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kerim SÖZBİR

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. R. Gül Tiryaki SÖNMEZ

EYLÜL – 2006
BOLU

Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

Doç. Dr. Murat S. DÖŞOĞLU

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Gül Tiryaki SÖNMEZ

Ana Bilim Dalı Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması,düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Prof. Dr. Gül Tiryaki SÖNMEZ

Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1- Prof. Dr. Gül Tiryaki SÖNMEZ.

2- Yrd Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR

3- Doç. Dr. Nebil YILDIZ

Merhum Dedem Ezel SÖZBİR

ve

**Merhum Babam Latif
SÖZBİR'e**

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tezimin ortaya çıkmasında tecrübesi, anlayışlı ve motive edici tutumu ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gül Tiryaki SÖNMEZ'e içtenlikle teşekkür ederim. Tez savunmamın jüri üyeliğini kabul ederek, tezimin her aşamasında bana dönütler veren ve beni motive ederek inanılmaz derecede destek olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR'a ve araştırma boyunca A.İ.B.Ü Tıp Fakültesinin bütün imkanlarını sunan ve bana her konuda yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Nebil YILDIZ'a teşekkür ederim. Yolumu kaybettiğim anlarda bana yol gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Birol YALÇIN'a, bıkıp usanmadan sorularıma cevap veren Sayın Öğr. Gör. Şerife ÖZEN'e, verilerin toplanması sırasındaki yardımlarından dolayı Sayın Araş. Gör. Kutlu AYDIN'a, ayrıca araştırmama gönüllü olarak katılan A.İ.B.Ü Atletizm erkek takımında bulunan öğrencilere teşekkür ederim. Tezimin hazırlanmasında bana dualarıyla katkıda bulunan annem Nazmiye SÖZBİR'e, ablam Ubeyda YALÇIN'a, canım kardeşim Derya SÖZBİR'e ve çok uzaklarda olsa da hep yanımda olan Sevde Ceren KAYA'ya sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Kerim SÖZBİR

ÖZET

FARKLI GERME EGZERSİZLERİYLE YAPILAN PLYOMETRİK ANTRENMANIN EMG VE BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

SÖZBİR, Kerim

Yüksek Lisans, Antrenörlük Eğitimi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül Tiryaki SÖNMEZ

Eylül-2006, 185 sayfa

Bu çalışmanın amacı, iki farklı germe egzersizleriyle yapılan plyometrik antrenmanın esneklik, dikey sıçrama performansı, bacak kuvveti değerleri ve root mean square değerleri üzerindeki kronik etkilerini incelemektir. Bu amaçla, yaşları 19-25 arasında değişen 32 sağlıklı birey çalışmaya alınmış ve yansız olarak iki deney ve bir kontrol grubuna ayrılmıştır (PNF grubu n=12, statik germe grubu n=11, kontrol grubu n=9).

Her iki germe grubu da lattissimus dorsi ve her iki alt ekstremitenin gluteus maximus, hamstring, quadriceps ve triceps surae kas gruplarına yönelik 6 hafta boyunca, haftada 3 gün kas-gevşet PNF germe ve statik germe egzersizi yaptıktan sonra plyometrik antrenmanı uygulamışlardır. Kontrol grubu, egzersiz programına katılmamıştır.

Ölçümler, 6 haftalık egzersiz programı öncesinde ve sonrasında yapılmıştır. Hamstring kaslarının esnekliği, otur-eriş testiyle belirlenmiştir. Dikey sıçrama performansı statik jump test prosedürü kullanılarak değerlendirilmiştir. Bacak kuvveti değerleri leg and back dinamometresi kullanılarak belirlenmiş ve root mean square değerleri ise yüzeysel elektrot yöntemi ile EMG kullanılarak vastus lateralis ve vastus medialis kaslarından kaydedilmiştir.

Üç grup arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar, KruskalWallis test prosedürüne göre bağımlı değişkenlerin (esneklik, dikey sıçrama performansı, bacak kuvveti ve root mean square değerleri) ortalama değerleri alınarak yapılmış, ayrıca bağımlı değişkenlerin anlamlı etkileri için Mann-Whitney U testi ile Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek testi kullanılmış ve anlamlılık seviyesi $p \leq 0.05$ olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmanın sonunda her iki deney grubunun da esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti değerleri ve aynı zamanda vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri ön testten son testte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Plyometrik antrenman, esneklik, dikey sıçrama performansı, bacak kuvveti, root mean square.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF TWO DIFFERENT STRETCHING EXERCISES TOGETHER WITH PLYOMETRIC TRAINING ON EMG VALUES AND SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS

SOZBİR, Kerim

MS, Education of Training

Adviser: Prof. Dr. R. Gul Tiryaki SONMEZ,

September-2006, 185 pages

The purpose of this study was to examine the chronic effects of two different stretching exercises with plyometric training on flexibility, vertical jump performances, knee extensor strength and root mean square values. Thirty two volunteered subjects, ranging in age from 19 to 25 years, were randomly assigned to one of three groups (Contract-Relax PNF group n=12, static stretch group n=11, control group n=9).

Latissimus dorsi muscle and gluteus maximus, hamstring, quadriceps and triceps surae muscles in both legs were stretched by contract-relax PNF stretching and static stretching 3 days per week for 6 weeks. Third group, which is a control group did not do any stretching.

All measurements were taken before and after 6 weeks of exercise program. Flexibility of the hamstring muscles was determined by sit and reach test protocol. Vertical jump performances were assessed by using static jump test procedure. Leg strength performances were assessed by using leg and back dynamometer. Root mean square values were recorded from vastus lateralis and vastus medialis muscles by surface electrode method.

For statistical analysis among three groups, Kruskal-Wallis test procedures were performed with the averaged values of the dependent variables (flexibility, vertical jump performance, knee extensor strength and root mean square values). When there was significant main effect differences, those differences were further analyzed by Mann-Whitney U Test and Wilcoxon Signed Ranks Test and the alpha level was set at $p \leq 0.05$.

The results of the study indicated that both of type of stretching exercises significantly improved hamstrings flexibility, vertical jump performance, leg extensor strength values ($p < 0.05$). Also, the root mean square values of vastus lateralis and vastus medialis were significantly improved from pretest to posttest.

Key Words: Plyometric training, flexibility, vertical jump performances, knee extensor strength, root mean square values.

İÇİNDEKİLER

İTHAF.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar.....	xiii
ŞEKİLLER.....	xiv
KISALTMALAR.....	xv

BÖLÜM I

GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	8
1.2. Alt Problem.....	8
1.3. Çalışmanın Amacı.....	9
1.4. Çalışmanın Önemi.....	9
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	10
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	10
1.7. Tanımlar.....	11

BÖLÜM II

KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR.....	13
2.1. KAS FİZYOLOJİSİ.....	13
2.1.1. İskelet Kasları.....	14
2.1.2. Kas Kasılması.....	14
2.1.3. Kaslarda Ağız ve Antagonizm.....	15
2.1.4. Kasın Kasılma Şekilleri.....	16

2.1.5. Kasın Duyu Organları.....	17
2.1.5.1. Kas İğciği.....	18
2.1.5.2. Golgi Tendon Organı.....	19
2.1.5.3. Eklem Reseptörleri.....	19
2.1.6. Gerilme Refleksi.....	19
2.1.7. Gerilme Refleksinin Bileşenleri.....	20
2.1.8. Uzatma Reaksiyonu.....	21
2.2. PLYOMETRİK ANTRENMAN.....	22
2.2.1. Çabuk Kuvvet Antrenmanı.....	24
2.2.2. Plyometrik Antrenmanın Anatomik ve Mekanik Özellikleri.....	25
2.2.3. Plyometriğin Fizyoloji.....	28
2.2.4. Plyometrik Antrenmanın Yöntemsel İlkeleri.....	29
2.2.5. Plyometrik Antrenman Programının Dizaynı.....	31
2.2.5.1. Plyometrik Antrenmana Başlamadan Önce	
Bilinmesi Gerekenler.....	31
2.2.5.2. Sıçramaların Sınıflandırılması.....	33
2.2.5.2.1. Yerinde Sıçramalar (<i>Jumps-in-place</i>).....	33
2.2.5.2.2. Durarak Sıçramalar (<i>Standing Jumps</i>).....	33
2.2.5.2.3. Çoklu Sıçramalar ve Atlamalar	
(<i>Multiple Hops and Jumps</i>).....	33
2.2.5.2.4. Sekmeler (<i>Bounding</i>).....	34
2.2.5.2.5. Kutu Alıştırmaları (<i>Box Drills</i>).....	34
2.2.5.2.6. Derinlik Sıçramaları (<i>Drop Jumps</i>).....	34
2.2.5.3. Plyometrik Egzersizin Değişkenleri.....	35
2.2.5.3.1. Plyometrik Antrenmanın Şiddeti.....	35
2.2.5.3.2. Plyometrik Antrenmanın Kapsamı.....	36
2.2.5.3.3. Plyometrik Antrenmanın Sıklığı.....	37
2.2.5.3.4. Plyometrik Antrenmanda Toparlanma.....	38
2.2.5.4. Plyometrik Egzersiz Tarafından Geliştirilen Beceriler.....	38

2.3. Esneklik.....	39
2.3.1. Esneklik Türleri.....	39
2.3.2. Esnekliği Sınırlayan Faktörler.....	40
2.3.3. Germe Teknikleri.....	41
2.3.3.1. Yavaş Statik Germe.....	41
2.3.3.2. Balistik Germe.....	42
2.3.3.3. PNF Germe.....	43
2.3.4. Esnekliğin Süresi, Sayımı ve Tekrar.....	45
2.3.5. Esneklik ve Zaman.....	46
2.4. Elektromiyografi (EMG).....	46
2.4.1. Motor Ünite ve Çizgili Kas Liflerinin Anatomofizyolojik Özellikleri.....	47
2.4.2. Kas Lifinin ve Motor Ünitelerin Elektrofizyolojisi.....	47
2.4.3. Tek Sinir Lifinde Eksitasyon ve Aksiyon Potansiyeli.....	48
2.4.4. Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli.....	51
2.4.5. Yüzeysel Elektromiyografi.....	51
2.4.6. Elektromiyografik Sinyalleri Verdiği Bilgiler.....	51
2.4.6.1. Elektromiyografik Sinyallerin Zaman ile İlişkisi.....	51
2.4.6.2. Elektromiyografik Sinyallerin Kuvvet ile İlişkisi.....	52
2.4.6.3. Elektromiyografik Sinyallerin Yorgunluk ile İlişkisi.....	52
2.4.7. Elektromiyografide Power Spectrum Analizi.....	53
2.4.8. EMG Demodülasyonu.....	54
2.4.9. Root Mean Square.....	54
LİTERATÜR.....	56

BÖLÜM III

YÖNTEM.....	82
3.1. Araştırma Modeli.....	82
3.2. Araştırma Grubu.....	83
3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması.....	83
3.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümü.....	84
3.3.2. Esneklik Ölçümü.....	84
3.3.3. Dikey Sıçrama Ölçümü.....	85
3.3.4. Bacak Kuvveti Ölçümü.....	85
3.3.5. Root Mean Square Değerlerinin Ölçümü.....	86
3.4. Antrenman Protokolleri.....	86
3.4.1 Germe Egzersizlerin Uygulanması.....	87
3.4.1.1. Kas-Gevşet PNF Germe Tekniğinin Uygulanışı.....	87
3.4.1.1.1. Lattisimus Dorsi Kası.....	88
3.4.1.1.2. Gluteus Maximus Kası.....	88
3.4.1.1.3. Quadriceps Kas Grubu.....	89
3.4.1.1.4. Hamstring Kas Grubu.....	90
3.4.1.1.5. Triceps Suare Kas Grubu.....	91
3.4.1.2. Statik Germe Tekniğinin Uygulanışı.....	91
3.4.1.2.1. Lattisimus Dorsi Kası.....	92
3.4.1.2.2. Gluteus Maximus Kası.....	92
3.4.1.2.3. Quadriceps Kas Grubu.....	93
3.4.1.2.4. Hamstring Kas Grubu.....	94
3.4.1.2.5. Triceps Suare Kas Grubu.....	94
3.4.2. Plyometrik Antrenmanın Uygulanması.....	95
3.5. Veri Analizi.....	97

BÖLÜM IV

4. BULGULAR.....	98
------------------	----

BÖLÜM V

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLERİ.....	122
--------------------------------------	-----

5.1. Kas-Gevşet PNF Germe Egzersizi ile Yapılan Plyometrik

Antrenmanın Etkileri.....	122
---------------------------	-----

5.1.1. PNF germe ve plyometrik antrenmanın esneklik

üzerindeki etkileri.....	122
--------------------------	-----

5.1.2. PNF germe ve plyometrik antrenmanın dikey sıçrama

üzerindeki etkileri.....	123
--------------------------	-----

5.1.3. PNF germe ve plyometrik antrenmanın bacak kuvveti

üzerindeki etkileri.....	127
--------------------------	-----

5.1.4. PNF germe ve plyometrik antrenmanın vastus lateralis

ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri

üzerindeki etkileri.....	132
--------------------------	-----

5.2. Statik Germe Egzersizi ile Yapılan Plyometrik Antrenmanın Etkileri.....

5.2.1. Statik germe ve plyometrik antrenmanın esneklik

üzerindeki etkileri.....	141
--------------------------	-----

5.2.2. Statik germe ve plyometrik antrenmanın dikey sıçrama

üzerindeki etkileri.....	143
--------------------------	-----

5.2.3. Statik germe ve plyometrik antrenmanın bacak kuvveti

üzerindeki etkileri.....	145
--------------------------	-----

5.2.4. Statik germe ve plyometrik antrenmanın vastus lateralis

ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri

üzerindeki etkileri.....	147
--------------------------	-----

5.3. Farklı Germe Egzersizleri ile Yapılan Plyometrik Antrenmanın

Gruplar Üzerine Etkileri.....	150
-------------------------------	-----

5.3.1. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik

antrenmanın esneklik üzerinde fark var mıdır?	150
---	-----

5.3.2. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama üzerinde fark var mıdır?	153
5.3.3. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın bacak kuvveti üzerinde fark var mıdır?	155
5.3.4. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri üzerindeki etkileri.....	157
5.4. Sonuçlar.....	161
5.5. Öneriler.....	162
5.5.1. Antrenör ve Topluma Yönelik Öneriler.....	162
5.5.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	163
6. KAYNAKÇALAR.....	164
7. EKLER.....	177

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1. Plyometrik Antrenman İçin Sezonlara Göre Sıçrama Sayısı.....	37
Tablo 2.2. Plyometrik Egzersiz Tarafında Geliştirilen Beceriler.....	39
Tablo 2.3. Germe tekniklerinin karşılaştırılması.....	45
Tablo 2.4. EMG sinyal bilgi içeriğini etkileyen faktörler.....	53
Tablo 3.1. Plyometrik Antrenman Planı.....	96
Tablo 4.1 Deneklerin fiziksel özellikleri (yaş,boy,ağırlık).....	98
Tablo 4.2. Grupların ön-test değerlerinin karşılaştırılması.....	101
Tablo 4.3. Grupların ön-test esneklik değerlerinin karşılaştırması.....	102
Tablo 4.4. Grupların ön-test bacak kuvveti değerlerinin karşılaştırması.....	103
Tablo 4.5. Grupların Eeneklik ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	105
Tablo 4.6. Grupların statik jump ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	106
Tablo 4.7. Grupların bacak kuvveti ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	107
Tablo 4.8. Grupların son test ön-test farklarının karşılaştırılması.....	109
Tablo 4.9. Grupların statik jump son test ön-test farklarının karşılaştırması.....	110
Tablo 4.10. Grupların bacak kuvveti son test ön-test farklarının karşılaştırması....	111
Tablo 4.11. Deneklerin ön-test root mean square (RMS) değerleri.....	113
Tablo 4.12. Grupların VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerinin ön-test farklarının karşılaştırması	115
Tablo 4.13. Grupların VL kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	116
Tablo 4.14. Grupların VM kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	117
Tablo 4.15. Grupların VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerinin son-test farklarının karşılaştırması	119
Tablo 4.16. Grupların son-test VL kasına ait RMS değerlerinin karşılaştırması....	120
Tablo 4.17. Grupların son-test VM kasına ait RMS değerlerinin karşılaştırması....	121

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Plyometrik Antrenman egzersizleri için şiddet skalası.....	36
Şekil 4.1. Grupların Yaş Ortalamaları.....	99
Şekil 4.2. Grupların Vücut Ağırlık Ortalamaları.	99
Şekil 4.3. Grupların Boy Ortalamaları.	100
Şekil 4.4. Grupların ön-test esneklik skorları.....	103
Şekil 4.5. Grupların ön-test bacak kuvvetleri skorları.....	104
Şekil 4.6. Grupların ön-test son-test esneklik farkları.....	106
Şekil 4.7. Grupların ön-test son-test statik jump farkları.....	107
Şekil 4.8. Grupların ön-test son-test bacak kuvveti farkları.....	108
Şekil 4.9. Grupların statik jump son-test ön-test farkları skorları.....	111
Şekil 4.10. Grupların Bacak kuvveti son-test ön-test farkları skorları.....	112
Şekil 4.11. Grupların ön-test VL kasına ait RMS değerleri.....	114
Şekil 4.12. Grupların ön-test VM kasına ait RMS değerleri.	114
Şekil 4.13. Grupların ön-test son-test vastus lateralis RMS değerleri.....	117
Şekil 4.14. Grupların ön-test son-test vastus medialis RMS değerleri.....	118
Şekil 4.15. Grupların son-test VL kasına ait RMS değerleri.....	120
Şekil 4.16. Grupların son-test VM kasına ait RMS değerleri.....	121

KISALTMALAR

EMG	: Electromyografi
IEMG	: Integrated Electromyografi
Sn	: Saniye
Cm	: Santimetre
Kg	: Kilogram
RMS	: Root Mean Square
PNF	: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation
Dk	: Dakika
Hz	: Hertz
SJ	: Squat Jump
CMJ	: Countermovement Jump
DJ	: Drop Jump
RM	: repeat maximum
ms	: Milisaniye
r	: Pearson Korelasyonu
VM	: Vastus Lateralis
VL	: Vastus Medialis
ENMG	: Elektronöromyografi
mV	: milivolt
msn	: milisaniye
PSA	: Power Spectrum Analiz
MÜP	: Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli
ACR-PNF	: Agonist kas-gevşet PNF
CR-PNF	: Kas-gevşet PNF
SS	: Statik germe

BÖLÜM I

GİRİŞ

Günümüzde toplumun büyük çoğunluğu herhangi bir şekilde sporla ilgilenmektedir. Kimileri sportif faaliyetleri sadece gazete ve televizyondan takip etmekte, kimileri stadyum ve salonlara giderek sportif müsabakaları seyretmekte, kimileri de aktif olarak spor yapmaktadır. İnsanların birçoğu hayatı daha sağlıklı yaşayabilmek için sportif aktiviteler yaparken, bazıları da sporu elit düzeyde yaparak maddi kazanç sağlamak amacı ile yapmaktadırlar. Sebep ne olursa olsun insanoğlu, fiziksel performansı ile ilişkili olarak çabukluk, denge, koordinasyon, güç ve sürat gibi parametrelerini geliştirmek için çaba sarf eder.

Fiziksel performansı arttırmanın önemli hedeflerinden olan kardiyorespiratör fonksiyonlar, vücut kompozisyonu, kassal kuvvet, dayanıklılık ve esneklik gibi yeteneklerin gelişim sürecinde birbirlerini etkiledikleri düşünülmektedir (Hahn ve Payne, 2003; Howley ve Franks, 1997). Yapılan sporun ihtiyaçlarına göre belirlenen özel fiziksel gelişimi de sağlamak ve geliştirmek fiziksel performans açısından çok önemlidir. Bu amacın yerine getirilmesi şunların sonucunda olacaktır; salt ve göreceli kuvvetin, kas kütlelerinin ve hareketliliğin gelişimi; spor dalının gereği olarak belirli bir kuvvet (çabuk kuvvet ya da kassal dayanıklılık) gelişimi; hareket ve tepki süresinin geliştirilmesi gerekmektedir (Bompa, 2001) ve birçok spor dalı için antrenman metotlarının ayrılmaz bir parçası olan kuvvet ve güç artırımı herkes tarafından bilinmesi gereken bir noktadır (Keogh, 2004).

Kuvvet antrenmanı, sportif performansı arttırmak için uygulanması gereken en temel antrenmanlardan bir tanesidir. Ancak kuvvet antrenmanı, sportif performansını arttırmak isteyen sporcuların dışında oldukça yaşlı sedanter bireylerin fiziksel fonksiyonlarını arttırmak için de kullanılmaktadır (Fatouros ve ark., 2005).

Kısaca kuvvet, direnç uygulayabilme veya dirence karşı koyabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Kuvveti geliştirmek, sporcunun verimini yükseltmeye

alışan herkesin öncelikli konusu olmalıdır. Birçok yapay kuvvet gelişimi aracı, sadece belirli spora uygun özel becerilerin uygulanmasına göre 8-12 kat daha fazla kuvvet artırımını sağlamaktadır (rneğin; bir voleybol oyuncusunun, sma için sıçrama yeteneği geliştirilmek isteniyorsa; bir voleybol antrenmanı sırasında birçok sma uygulaması yerine, ağırlık çalışması uygulaması ile daha hızlı bir gelişme sağlanacaktır). Bu nedenle kuvvet antrenmanı, sporcuyu “yaratma” süreci içindeki en önemli özelliklerden birisi olarak değerlendirilmelidir (Pangrazi, 2004; Hoffman, 2002; Hoffman ve ark., 1992; Anderson ve ark., 1991; Bomp, 2001; Komi, 1992).

Eski zamanlardan beri sporcular, daha hızlı koşmalarını, daha yükseğe sıçramalarını ve bir nesneyi olanaklı olduğu kadar uzağa atmalarını sağlamak için birçok yöntem denemişlerdir (Bomp, 2001; Aydoğ ve ark., 2000). Bu amaçları gerçekleştirmek için çabuk kuvvet gereklidir. abuk kuvvet, vcoda ya da nesneye yüksek momentum kazandırmak için hızlı biçimde kuvvet uygulama becerisidir. Çok kuvvetli olan bir sporcu yeterince çabuk kuvvet düzeyine sahip olmayabilir. Bunun nedeni kuvveti kullanma hızının düşük olmasıdır. Kuvvet ancak özel çabuk kuvvet antrenmanı yöntemleriyle çabuk kuvvete dönüştürülebilir (Hoffman, 2002; Bomp, 2001). Bu yöntemlerin en etkililerinden biri de plyometrik alıştırmalar içeren antrenmanlardır (Hoffman, 2002; Baechle ve Earle, 2000; Sharkey, 1997; Bomp, 2001; Komi, 1992).

Plyometrik alıştırmalar, bir hareket gerçekleştirmek için kuvveti ve hareketin hızını birleştirmeyi amaçlayan çalışmalardır (Bomp, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Komi, 1992). Spor için gerekli olan g; kuvvet ve hız üretimiyle meydana gelir. Plyometrik, g üzerinde oldukça başarılı bir antrenman formudur (Hoffman, 2002; Baechle ve Earle, 2000; Kibele, 1999; Chu, 1998; Sharkey, 1997; Wagner ve Kocak, 1997). Bu terim, genellikle sıçrama alıştırmaları ve derinlik sıçramaları için kullanılır. Ancak plyometrik, gerilme refleksi ile patlayıcı tepki yaratmak için kullanılan bütün alıştırmaları içerir. Kasın kasılmadan önce hızlıca gerilmesinden dolayı kasta elastik enerji depolanmasını geliştirerek avantaj sağlar (Howard, 2004; Diallo ve ark., 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Wagner ve Kocak, 1997; Wilmore ve Costill, 1988; Komi, 1992; Wilmore ve Costill, 1988). Kasta, öncelikle eksantrik kasılma, daha sonra konsantrik kasılma oluşur

(Amiridis ve ark., 1997; Strojnik ve Komi, 1998; Chu, 1998; Wagner ve Kocak, 1997; Howard, 2004). Fizyolojik açıdan; kasılmadan önce gerilen bir kasın, daha kuvvetli ve hızlı olarak kasıldığı ortaya konmuştur (Chu, 1998; Wagner ve Kocak, 1997; Bompa, 2001; Howard, 2004). Örneğin; herhangi bir sporda, yerden kopma için ağırlık merkezini yere yaklaştırarak, ya da topa vurmada önce ayağımızı geriye doğru savurarak, sporcu ilgili kasında bir gerilim yaratır (Bompa, 2001; Chu, 1998) ve bu gerilim, daha kuvvetli bir kasılmanın gerçekleşmesini sağlar (Howard, 2004; Bompa, 2001; Chu, 1998).

Gerçek anlamda plyometrik sözcüğü ilk olarak Amerikalı atletizm antrenörü olan Fred Wilt tarafından 1975 yılında kullanılmıştır. Latin kökenli olan “plyo + metrics” kelimelerinden meydana gelmiş bir kelime olan plyometriğin anlamı “ölçülebilir artış” demektir (Howard, 2004; Chu, 1998; Bompa, 2001). Bu antrenman metodu ilk kez Yuri Verkhoshansky tarafından 1960’lı yıllarda Rus Atletizm takımının çalışmalarında (Howard, 2004) ve 1960’lı yılların sonunda Avrupa’nın doğu bloğunda bulunan ülke sporcuları (atletler, cimnastikçiler ve halterciler) tarafından çok fazla uygulanmış (Hoffman, 2002) ve o yıllarda atletlerin başarıları olmalarının ilk nedenlerinden bir tanesi olarak da plyometrik çalışmalar gösterilmiştir (Howard, 2004). Plyometrik çalışmaların yararlarını gören Amerikalı atletizm antrenörleri çok kısa bir zaman sonra çalıştırdıkları atlayıcıların, atıcıların, kısa mesafe koşucuların (Howard, 2004; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Sharkey, 1997) ve haltercilerin antrenman programları içerisine plyometrik çalışmaları da almışlardır (Howard, 2004). Çok geçmeden plyometrik çalışmaların diğer spor dallarında da (voleybol, basketbol ve futbol) uygulanabilir bir antrenman formu olduğu görülmeye başlamıştır (Howard, 2004; Hoffman, 2002). Ve hatta o yıllarda uzun mesafe kayak sporcuları bile performanslarını arttırmak için plyometrik çalışmaları kullanmışlardır (Sharkey, 1997).

Plyometrik egzersizler gerilme-kısalma döngülü egzersizler olarak ta isimlendirilirler (Howard, 2004; Hoffman, 2002; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Wagner ve Kocak, 1997; Strojnik ve Komi, 1998) ve sıklıkla alt ve üst ekstremiteler kaslarını güçlendirmek, maksimal kuvveti, çabuk kuvveti, anaerobik gücü ve dikey sıçrama performansını artırmak için kullanılır (Lephart ve ark., 2006; Tricoli ve ark.,

2005; Ishikawa ve ark., 2005; Bieze, 2004; Ishikawa ve Komi, 2004; Lees ve ark., 2004; Hoffman, 2002; Rodacki ve ark., 2002; Ebben, 2002; Diallo ve ark., 2001; Matavulj ve ark., 2001; Witzke ve Snow, 2000; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Kibele, 1999).

Spor hekimleri, bilim adamları ve antrenörler herhangi bir antrenmanın ayrılmaz parçaları olarak bilinen aerobik dayanıklılık, kuvvet antrenmanı ve esneklik üzerine birçok çalışma yapmışlar (Russell, 2004) ve bu üç biyomotor yetenek arasında oldukça düzenli yönetsel bir ilişki olduğunu bulmuşlardır (Bompa, 2001) ve bu yeteneklerin gelişim sürecinde birbirlerini etkiledikleri düşünülmektedir.

Esneklik, sporcunun rehabilitasyon sürecinde ve sakatlığı önlemede anahtar bir öğedir (Spernoga, 2001; Kubo ve ark., 2001). Germe egzersizlerin (stretching) genel sağlığı geliştirdiği (Spernoga, 2001), yarışma ve rekreasyonel faaliyetlerden önce sporcuları aktiviteye fizyolojik olarak hazırladığı (Donatelle, 2006; Nelson, 2004; Ioannis ve ark., 2005; Kubo ve ark., 2002), müsabaka sırasında oluşabilecek sakatlanmaları azalttığı veya önlediği (Donatelle, 2006; Ioannis ve ark., 2005; Gremion, 2005; Decostar, 2004; Nelson, 2004; McNeal ve Sands, 2003; Grieco, 2002; Kubo ve ark., 2002; Spernoga, 2001; Feland ve ark., 2001a; Feland ve ark., 2001b; Kubo ve ark., 2001; Pope ve ark., 2000; Shrier, 2000; Hartig ve Henderson, 1999; Roberts ve Wilson, 1999; Miller, 1999; Sharkey, 1997; Handel ve ark., 1997; Gleim ve McHugh, 1997; Wessel ve Wan, 1994), kas ağrısını oluşturan semptomları azalttığı veya ağrı eğişini yükselttiği (Andersen, 2005; Ioannis ve ark., 2005; Kubo ve ark., 2002; Grieco, 2002), sportif performansı ve esnekliği geliştirdiği birçok çalışmada belirtilmiştir (Nordez, 2006; Zakas ve ark., 2006; Vergeer ve Roberts, 2006; Van den, 2006; Donatelle, 2006; Sands ve Ark., 2006; Ioannis ve ark., 2005; Andersen, 2005; Wallmann ve ark., 2005; Gremion, 2005; Decoster ve ark., 2004; Nelson, 2004; McNeal ve Sands, 2003; Young ve Behm, 2003; Kubo ve ark., 2002; Heyward, 2002; Grieco, 2002; Cornwell ve ark., 2002; Graham ve ark., 2001; Spernoga, 2001; Kubo ve ark., 2001; Feland ve ark., 2001a; Feland ve ark., 2001b; Bompa, 2001; Depino ve ark., 2000; Shrier, 2000; Roberts ve Wilson, 1999; Miller, 1999; Eldin ve ark., 1999; Chu, 1998; Sharkey, 1997; Handel ve ark., 1997; Gleim ve McHugh, 1997).

Bununla birlikte plyometrik çalışmalarda sporcu yerçekimine karşı kendi vücut ağırlığını kaldırır (Hoffman, 2002; Chu, 1998; Bompa, 2001) ve yere düştüğünde ise kas ve iskelet sistemine (özellikle vücudun bel, diz ve ayak bileği eklemlerine) aşırı derecede baskı uygulanır (Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Antrenman öncesinde yapılan germe egzersizlerinin, antrenman sırasında oluşabilecek sakatlık riskini azalttığı bilinen bir gerçektir (Gremion, 2005; Ioannis ve ark., 2005; Nelson, 2004; McNeal ve Sands, 2003; Decostar ve ark., 2004; Grieco, 2002; Hoffman, 2002; Kubo ve ark., 2002; Spernoga, 2001; Feland ve ark., 2001b; Kubo ve ark., 2001; Roberts ve Wilson, 1999; Sharkey, 1997; Gleim ve McHugh, 1997). Bu yüzden de plyometrik çalışmalar öncesinde germe egzersizleri sporcu sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Esneklik, literatürde aynı anlamı ifade eden değişik cümlelerle tanımlanmıştır. Genel olarak statik ya da dinamik olan esneklik, eklem ya da eklem serilerine özgüdür ve bir eklem normal ve tam hareket genişliğinde serbestçe hareket etme yeteneğidir (Donatelle, 2006; Ioannis ve ark., 2005; Nelson, 2004; Kaya, 2004; Pangrazi, 2004; Decoster ve ark., 2004; Alters ve Schiff, 2003; Hoffman, 2002; Heyward, 2002; Cornwell ve ark., 2002; Graham ve ark., 2001; Edlin, 1999; Roberts ve Wilson, 1999; Kirchner ve Fishburne, 1998; Sharkey, 1997; Docherty, 1996). Kasların etrafı dayanaklıklıklı bağ dokularıyla kaplıdır ve bu bağ dokusu, eklem kapsülleri, ligament ve tendonlar hareket genişliğini (range of motion: R.O.M) sınırlayan ana nedenlerdir (Donatelle, 2006; Decoster ve ark., 2004; Hoffman, 2002; Heyward, 2002; Graham ve ark., 2001; Sharkey, 1997; Docherty, 1996). Bu yüzden bütün germe egzersizlerinde önce ısınma yapılmalıdır. Isınma sayesinde artan kas içi ısı, bağ dokunun ve eklem hareketliliğini artırır ve bu durum her germe egzersizinde istenilen en büyük hareket genişliğine ulaşılmasına izin verir (Hoffman, 2002).

Esnekliği ya da hareket genişliğini artıran değişik germe teknikleri mevcuttur. En çok kullanılan germe teknikleri; statik, balistik ve PNF (proprioceptive neuromuscular facilitation)'dir. Germe tekniklerinin üçü de hareket genişliğini arttırmaktadır (Donatelle, 2006; Ioannis ve ark., 2005; Nelson, 2004; Spernoga, 2001; Heyward, 2002; Hoffman, 2002; Roberts ve Wilson, 1999; Gleim

ve McHugh, 1997). Ancak yapılan araştırmalar hangi tekniğin kesin olarak daha faydalı olduğunu göstermemektedir. Bu üç germe egzersizlerinden balistik germe tekniği literatüre göre germe egzersizleri arasında çok seyrek olarak kullanılır. Bununla birlikte kas geriminin hızlıca artması üzerine miyotatik reklefste artar ve bu kas incinmesine yada doku zedelenmesine neden olduğundan dolayı (Ioannis ve ark., 2005) germe egzersizlerinde en çok statik ve PNF germe teknikleri önerilir (Donatelle, 2006; Alters ve Schiff, 2003; Hoffman, 2002; Nelson, 2004).

Plyometrik çalışmalarda eksantrik kasılmadan sonra yapılan konsantrik kasılma kuvvetini arttırmak amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmaların birçoğunda araştırmacılar kas kuvvetindeki değişimleri ölçmek için alan testleriyle birlikte laboratuvar testlerini de kullanmaktadır.

Laboratuvar testlerinden bir tanesi olan elektromyografi (EMG) kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemeleri ve kas incelemelerini içeren testler bütünü anlamına gelmektedir. Elektronöromyografi olarak da adlandırılır (ENMG). Sinir iletimleri incelemesi çok düşük voltajlı elektriksel uyarımlarla yapılarak temelde sinir üzerinde elektrik yayılım hızını ölçme işlemdir. Böylece hareket ve duyu sinirlerinin işlevlerini yapıp yapmadığı herhangi bir vücut bölümünde fonksiyonlarında kayıp olup olmadığı anlaşılır (Ertekin, 2006; Soderberg, 1992).

Yüzeysel elektromiyografi (surface electromyography-sEMG) nörofizyoloji, kinesiyojoloji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli bir araçtır. Biyomekanik ve kinesiyojoloji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır. Nörofizyolojide ise sEMG sıklıkla kas dokusunun anatomik özelliklerini, kasların uyarılma alanlarını veya fibril uzunluğunu, tek bir motor unite aksiyon potansiyelinin iletim hızı gibi nörolojik özelliklerini analiz etmek için kullanılır (Staudenmann ve ark., 2005; Olliver ve ark., 2005; Rahnama ve ark., 2005; Davranche ve ark., 2005; Lloyd ve Besier, 2003; Potvin ve ark., 1996).

EMG ile elde edilen veriler genel olarak 3 kategoriye ayrılarak bizlere bu kategoriler hakkında bilgi verirler. EMG genel olarak; Anatomi ile ilişkili hareketler ve EMG'nin zamana ait görünüşü arasındaki ilişki, kas yorgunluğu ile EMG arasındaki ilişki ve son olarak da kuvvet üretimi ile EMG arasındaki ilişki hakkında bize bilgi verir (Soderberg, 1992; Rahnama ve ark., 2005; Toumi ve ark., 2004).

Root mean square değerleri ise; kaç tane motor ünite uyarıldığına, motor ünite uyarılma hızına, motor ünite alanına, süresine ve elektriksel uyarıların ilerleme hızına, elektrotların konma yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlı olarak, kasların kuvvet üretme özelliği hakkında bilgi veren EMG ölçüm metodlarından bir tanesidir. Kuvvet ve RMS değerleri arasında doğrusal bir ilişki vardır (Kellis ve ark., 2003; Soderberg, 1992). Kasların kuvvet üretimi arttıkça RMS değerleri de artmaktadır (Soderberg, 1992).

Spor bilimlerindeki yeni çalışmalar ve teknolojiye hızlı gelişmelerle birlikte araştırmacılar ve antrenörler sporcuların fiziksel performanslarını arttırmak için bu çalışmalardan ve teknolojiye üst düzeyde faydalanmaya çalışmaktadırlar. Birçok araştırmacı sporcularının performansını daha fazla artırmak için performansa olumlu yönde etkileri bilinen antrenman yöntemlerini birleştirerek sporcularına uygulamaktadırlar. Literatüre bakıldığında plyometrik antrenmanlar ile en çok kombine edilen antrenman yöntemi direnç antrenmanlarıdır. Buna karşılık antrenman sırasında sakatlık riskini azalttığı bilinen germe egzersizlerinin, yanlış uygulandığında sakatlık riski fazla olan plyometrik antrenmanlar ile kombine edilerek uygulanan çalışmaların literatürde yok denecek kadar az olması şaşırtıcıdır.

Bu nedenle yaptığımız çalışmanın; iki farklı germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın esneklik, dikey sıçrama, bacak kuvveti ve *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri üzerindeki kronik etkilerini sergileyerek, araştırmacılara ve antrenörlere sporcularının fiziksel performanslarını arttırılmasında katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

1.1. Problem

Araştırmanın alanını; erkek atletlerde iki farklı germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın EMG ve bazı fiziksel ve fizyolojik değerlerinin incelenmesi oluşturmaktadır.

1.2. Alt Problemler

1.2.1. 6 hafta süreyle kas-gevşet PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın;

1. Esneklik üzerinde etkisi var mıdır?
2. Dikey sıçrama performansı üzerinde etkisi var mıdır?
3. Bacak kuvveti üzerinde etkisi var mıdır?
4. *Vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde etkisi var mıdır?
5. *Vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde etkisi var mıdır?

1.2.2. 6 hafta süreyle statik germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın;

1. Esneklik üzerinde etkisi var mıdır?
2. Dikey sıçrama performansı üzerinde etkisi var mıdır?
3. Bacak kuvveti üzerinde etkisi var mıdır?
4. *Vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde etkisi var mıdır?
5. *Vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde etkisi var mıdır?

1.2.3. Kas-gevşet PNF germe, Statik germe ve kontrol grubu arasında;

1. Esneklik değerleri açısından fark var mıdır?
2. Dikey sıçrama performansı açısından fark var mıdır?
3. Bacak kuvveti açısından fark var mıdır?
4. *Vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından fark var mıdır?
5. *Vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından fark var mıdır?

1.3. Çalışmanın Amacı:

Bu çalışmada, 6 hafta süre ile *lattissimus dorsi*, *gluteus maximus*, hamstring, *quadriceps* ve *triceps surae* kas gruplarına yönelik uygulanan kas-gevşet PNF germe ve statik germe tekniklerinden oluşan iki farklı germe egzersiz programı ile yapılan plyometrik antrenmanın, sportif performans ve fiziksel aktivite için önemli olduğu düşünülen esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti değerleri ile *root mean square* değerleri üzerindeki kronik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.4. Çalışmanın Önemi:

Literatürde plyometrik antrenmanın ve germe egzersizlerin EMG değerlerine ve fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi ile ilgili birçok çalışma mevcut olmasına ve plyometrik antrenmanlar öncesinde özellikle germe egzersizlerinin önemi bilinmesine rağmen plyometrik antrenmanlar öncesinde farklı germe egzersizi yaparak, bu germe egzersizlerinin plyometrik antrenman etkilerini ne oranda değiştirdiği ile ilgili çalışmaların yok denecek kadar az olmasından dolayı, “iki farklı germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın kas *root mean square* değerlerine ve bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi” adlı çalışmanın bu alanda öncü bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

1.5 Araştırmanın Varsayımları:

1. Sporcuların maksimum performans göstermeleri için motive edileceğinden ve germe egzersizleri yardımcı yapılacağından (germelerde ağrı sınırına ulaşılacaktır), çalışmaya katılan deneklerin uygulanacak 6 haftalık antrenman programında istemli ve üst düzeyde performans sergileyecekleri varsayılmıştır.
2. Sporcuların 6 haftalık plyometrik antrenman programında istemli ve üst düzeyde performans sergileyecekleri varsayılmıştır.
3. New-test 1000 aleti ve matının deneklerin havada kalış sürelerini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.
4. Takei marka back and leg dinamometresinin kontrol edildikten sonra bacak kuvvetini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.
5. Nicolet viking select 4 kanallı emg-ep cihazı kontrol edildikten sonra *root mean square* değerlerini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.
6. Araştırmada kontrol altına alamadığımız, fiziksel ve fizyolojik parametrelere ve *root mean square* değerleri üzerinde etkisi olan değişkenlerin, örneklemde bulunan her bireyi aynı şekilde etkilediği varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmaya katılan denekler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi atletizm erkek takımı ile sınırlıdır.
2. Germe uygulamaları 6 haftalık süre (haftada 3 gün, günde 3 tekrardan oluşan tek set) ile sınırlıdır.
3. Germe egzersizleri Lattisimus dorsi ve her iki alt ekstremitenin gluteus maximus, quadriceps, hamstring ve triceps surae kas grupları ile sınırlıdır.
4. Plyometrik antrenmanlar 6 haftalık süre (haftada 3 gün, 1.hafta günde 140 sıçrama, 2. hafta günde 160 sıçrama, 3.hafta günde 180 sıçrama, 4.hafta günde 160 sıçrama, 5.hafta günde 180 sıçrama, 6.hafta günde 200 sıçramadan oluşan toplam 2 set) ile sınırlıdır.
5. Bu çalışma Nicolet Viking Select 4 kanallı EMG-EP cihazıyla dominant bacağın vastus lateralis ve vastus medialis kasından alınan *root mean square* değerleri ölçümüyle sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Statik germe: Bir kas ya da kas grubunun gerilebildiği son noktaya kadar gerdirilmesi ve bu pozisyonun belli bir süre devam ettirilmesi (Donatelle, 2006; Hoffman, 2002; Alters ve Schiff, 2003; Heyward, 2002).

İşlevsel Tanım: Gövde ve kalça fleksiyonuna, kalça hiperekstansiyonuna, diz eklemin ekstansiyona, ayak bileği ekleminin de dorsal fleksiyona pasif olarak getirilerek *lattissimus dorsi*, *gluteus maximus*, *quadriceps*, *hamstring* ve *triceps surae* kas gruplarının gerilebildiği son noktaya kadar gerdirilmesi (ağrı sınırına kadar) ve bu germenin belirlenen süre miktarınca (30sn.) sürdürülmesi.

Kas-gevşet PNF germe: Bir kas grubunun pasif olarak gerdirilip, sonra gerilmiş pozisyonda iken dirence karşı konsantrik olarak kasılması ve daha sonra hareket genişliğinin sınırına ulaşıncaya kadar tekrar pasif olarak gerdirilmesi (Donatelle, 2006; Hoffman, 2002; Alters ve Schiff, 2003; Heyward, 2002).

İşlevsel Tanım: Katılımcıların gövde ve kalça fleksiyonuna, kalça hiperekstansiyonuna, diz ekleminin ekstansiyona, ayak bileği ekleminin de dorsal fleksiyona pasif olarak getirilerek *lattissimus dorsi*, *gluteus maximus*, *quadriceps*, *hamstring* ve *triceps surae* kas gruplarının gerdirilmesi (10sn.), ardından aktif konsantrik kasılma yapıldıktan sonra (5sn.) hareket genişliği sınırına kadar tekrar gerdirilerek belirlenen süre miktarınca (15sn.) sürdürülmesi.

Hareket genişliği: Bir eklem ya da eklem grubunun normal ve tam hareket genişliğinde serbestçe hareket etme yeteneği (Donatelle, 2006; Nelson, 2004; Kaya, 2004; Decoster, 2004; Alters ve Schiff, 2003; Hoffman, 2002; Graham ve ark., 2001; Edlin, 1999; Heyward, 2002; Roberts ve Wilson, 1999; Sharkey, 1997).

İşlevsel Tanım: Katılımcıların germe tekniklerinin etkisiyle, otur uzan testinde elde edilen en uzak mesafe.

Dikey sıçrama performansı: Atlama ve sıçrama hareketlerini içeren aktivitelerde alt ekstremitenin sergilediği patlayıcı kuvvet yeteneği (Bompa, 2001; Chu, 1998; Hoffman, 2002).

İşlevsel Tanım: Dikey sıçrama testinde, diz ekstansör kaslarının ve ayak bileği plantar fleksiyonu kaslarının elastik (kuvvet ve çarpma etkisindeki kasların germeye olan toleransı) ve patlayıcı kuvvet (alt ekstremitelerin patlayıcı güç üretme ve sıçrama yeteneği) sergileyebilme yeteneği.

Bacak Kuvveti: Alt ekstremitte kaslarının kuvvet uygulama yeteneği (Pangrazi, 2004).

İşlevsel Tanım: Katılımcıların diz ekstansör kaslarının kasılmasıyla *back and leg* dinamometresindeki ibrenin maksimum değere ulaşması.

BÖLÜM II

KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR

Plyometrik alıştırmlar, bir hareket gerçekleştirmek için kuvveti ve hareketin hızını birleştirmeyi amaçlayan alıştırmlardır (Chu, 1998; Bompa, 2001). Spor için gerekli olan güç; kuvvet ve hız üretimiyle meydana gelir. Plyometrik, güç üzerinde oldukça başarılı bir antrenman formudur (Sharkey, 1997; Wagner ve Kocak, 1997). Güç birçok spor dalında performansın en önemli anahtarlarından bir tanesidir ve hemen hemen her spor dalında uygulanabilecek bir antrenman metodudur. Plyometrik çalışmalar kasta öncelikle eksantrik kasılma, daha sonra konsantrik kasılma oluşan hareketleri içermektedir (Amiridis ve ark, 1997; Strojnik ve Komi, 1998; Chu, 1998; Wagner ve Kocak, 1997; Howard, 2004).

Bununla birlikte plyometrik çalışmalarda sporcu yerçekimine karşı kendi vücut ağırlığını kaldırır (Hoffman, 2002; Chu, 1998; Bompa, 2001) ve yere düştüğünde ise kas ve iskelet sistemine (özellikle vücudun bel, diz ve ayak bileği eklemlerine) aşırı derecede baskın uygulanır (Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Antrenman öncesinde yapılan germe egzersizleri, antrenman sırasında oluşabilecek sakatlık riskini azalttığı bilinen bir gerçektir (Gremion, 2005; Decostar ve ark., 2004; Grieco, 2002; Hoffman, 2002; Kubo ve ark., 2002; Spennoga, 2001; Kubo ve ark, 2001; Sharkey, 1997). Bu yüzden de plyometrik çalışmalar öncesinde germe egzersizleri sporcu sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Plyometrik ve germe egzersizlerini daha iyi anlayabilmemiz için kas fizyolojisini bilmemiz gerekir.

2.1. KAS FİZYOLOJİSİ

Kaslar ve kemikler birlikte vücudun iskelet-kas sistemini oluştururlar. Kemikler, vücut için yapısal desteği ve vücut postürünü, kaslar ise yürümek, koşmak, çığnemek kan dolaşımı ve bütün vücudun hareketi kasların hareketine bağlıdır (Solomon, 1997). Kaslar, tendonlar aracılığı ile kemikleri hareket ettirir. Kemikler,

tendonlar ve ligamentler tek başlarına vücudu hareket ettirme yeteneğine sahip değildir ve kaslar bu noktada devreye girerek geçerli kinetik enerjiyi sağlarlar (Weineck, 1998; Fox, 1990).

Kas genel olarak 3 tipe ayrılır; iskelet kası, kalp kası ve düz kas (Wilmore ve Costill, 1994; Ganong, 1995; Fox, 1990; Hole, 1990; Weineck, 1998; Solomon, 1997).

2.1.1. İskelet Kasları

İskelet kası birbirinden bağımsız kas liflerinden oluşmaktadır. Bu kas liflerine, aynı nöronların sinir sisteminin yapı taşları olması gibi iskelet sisteminin yapı taşı da denilebilir. Birçok iskelet kası tendonlarda başlayıp biter ve kas lifleri iki tendon ucu arasında birbirine paralel olarak uzanır. Bu paralel uzantı sayesinde kas liflerinin kasılması ile güçleri birbirine eklenmiş olur. Her bir kas lifi uzun, silindirik, birden çok çekirdek içeren tek bir kas hücresinden oluşmuştur. Kas hücresinin zarına sarkolemma adı verilir (Ganong, 1995; Hole, 1990). Her bir kas epimisyum adı verilen bağ dokusu ile sınırlıdır. Kas lifleri bir araya gelerek meydana getirdikleri kas demetlerine fasikül denir. Fasikülü saran bağ dokusuna da perimisyum ismi verilir. Sonunda demetlerin oluşturduğu kas lifleri dış taraftan bir bağ dokusu ile çevrilir bu da endomisyum adını alır. Epimisyum, perimisyum ve endomisyum birbirlerinin devamıdır. Bağ dokusunun kalınlaşarak meydana getirdiği epimisyum uzantısına tendon ya da kiriş denir ve kas bu tendon vasıtasıyla kemiğe tutunur (Sönmez, 2002; Weineck, 1998; Solomon, 1997; Ganong, 1995; Hole, 1990; Fox, 1990).

2.1.2. Kas Kasılması

“Bir motor sinirden çıkan sinir uyarısı, kas hücresine (motor son-plağına) ulaştığında asetilkolin (ach) adı verilen (sinir uçlarından salgılanan ve uyarıların diğer dokuya geçmesini sağlayan kimyasal madde) nörotransmitter serbest bırakılır ve bu uyarı kas lifinin sarkolemmasında depolarizasyon (aksiyon potansiyelleri) oluşumuna neden olur. Bu uyarılar T-tübülleri yardımıyla kas lifi boyunca hızlı bir şekilde yayılır ve yolları üzerinde bulunan sarkoplazmik retikulumun

veziküllerindeki Ca^{++} un serbest bırakılmasını sağlarlar. Serbest bırakılan Ca^{++} iyonları aktin filamentleri üzerindeki troponin moleküllerine bağlanırlar. Bu durum aktin filamentlerinin aktive edilmesiyle sonuçlanır. Aktin filamentinin aktive edilmesi, hem troponin hem de tropomiyozinin uygun şekilde çalışmasını sağlayan Ca^{++} iyonunun bir fonksiyonudur. Aniden, ancak bilinmeyen bir şekilde, “yüklenmemiş” ATP-çapraz köprü bileşimi, “yüklenmiş” ATP-çapraz köprü bileşimi haline gelir. Bütün bu olaylar aktin ve miyozin filamentlerinin birleşmesi ile sonuçlanır ve buna akto-miyozin kompleksi denir. Akto-miyozinin oluşumu, miyozin filamentinin üzerinde bulunan miyozin ATPaz enzimini aktive eder. Miyozin ATPaz, ATP’nin parçalanarak büyük miktarda enerji açığa çıkarmasına ADP ve Pi (serbest fosfat)’a dönüşmesine neden olur. Bu sırada açığa çıkan enerji çapraz köprülerin, aktin filamentlerinin miyozin filamentleri üzerinden sarkomerin merkezine doğru kaymasını sağlar. Böylece kasta gerilim meydana gelir ve kas boyu kısalır. Bir saniyelik bir kasılma sırasında tek bir miyozin çapraz köprüsü, aktin filamentinin aktif kısmı ile yüzlerce kez birleşip ayrılabilir. Bunu yapabilmek için miyozin çapraz köprüsünün yeniden yüklenmesi gerekir. Yeniden yüklemenin gerçekleşebilmesi için ilk adım, aktin ve miyozin çapraz köprüsü arasındaki bağlantının koparılmasıdır. Bu bağlantı miyozin çapraz köprüsünün yeni bir ATP molekülü ile yeniden yüklenmesiyle kesilir. Yeni bir ATP yüklendikten sonra, miyozin çapraz köprüsü ile aktin filamentinin aktif kısmı arasındaki bağlantı bozulur; miyozin çapraz köprüsü aktinden kurtulur. Böylece hem çapraz köprü, hem de aktin’in aktif kısmı yeni bir bağlantı için serbest kalır”(Sönmez, 2002:112)

2.1.3. Kaslarda Agonizm ve Antagonizm

Kasın kemiğe tutunma yerlerindeki sabit noktaya origin (başlangıç), hareketli noktaya ise insersio (sonlanış) denir. Bir kasın origin ve insersio yeri

bilindiğinde, yaptığı kasılmanın etkisi tahmin edilebilir. Ancak bu bilgiye sahip olmak, kasılmanın sonucu hakkında yalnızca genel bir fikir verebilir.

Agonist Kaslar: Bu kaslar hareketin oluşumunda görev alırlar ve kasılma ile bir eklemdeki normal genişlikteki harekete neden olurlar. İlk hareketi başlatan agonistler, her şeyden önce hareketin üretiminden sorumludurlar.

Antagonistler Kaslar: Agonistler tarafından üretilen harekete karşı hareket ederler ve başlangıç pozisyonuna dönülmesinden sorumludurlar.

Sinerjistler Kaslar: Agonistler gibi bir ekleme aynı yönde etki yapan kaslardır. Hareketin istenen düzeyde gerçekleşmesi için agonistler tarafından üretilen ekstra hareketi durdurduğundan “nötralizör” olarak da tanımlanırlar (Solomon, 1997; Wilmore, 1994)

2.1.4. Kasın Kasılma Şekilleri

Kas kasılması, kasılma elementlerinin boylarının kısalmasını gerektirmekte ancak kaslar kasılma elementleri ile seri bağlanmış elastik ve visküz yapılar içerdiği için kasın boyunda önemli bir kısalma olmadan da kas kasılması görülebilmektedir.

İzometrik kasılma: Kas boyunun sabit kaldığı bir kasılmadır. İzometrik; eşit, metrik; uzunluk demektir. Bu tür kas kasılmasında kasın boyu sabit kalırken, tonusu (gerimi) artmaktadır.

İzotonik kasılma: Bu kasılma şeklinde kasın boyu değişirken, gerimi sabit kalmaktadır. Burada izometrik; eşit, tonik; gerim demektir. Bu kas çalışmasında kas boyu kısalır (konsantrik) ve uzar (eksantrik). Dinamik kas kasılması da denir. Hareketin hızı değişebilir. İzotonik kasılmada, tüm hareket genişliği içinde sabit bir hız ve maksimal gerimin sağlandığı bir kas çalışması görülür. Bu durumda hız sabit kalır ve kaslara binen yük değişir. İzotonik kasılma; konsantrik ve eksantrik kasılma olarak iki bölüme ayrılır.

Konsantrik kasılma: Dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu (gerimi) sabit kalırken boyu kısalmaktadır. Yani kısalarak bir çalışmadır. Bir ağırlığın yerden yukarıya kaldırılması, bu kasılma türüne basit bir örnektir. Kas boyu değiştiği için konsantrik kasılma da bir izotonik kasılma şeklidir (Ganong, 1995).

Eksantrik kasılma: Eksantrik kas çalışması sırasında kasın boyu uzar. Örnekleme gerekirse; barfıkste kendini yukarı çeken kişinin yer çekimi etkisiyle bir

süre sonra aşağıya sarkmaya başlamasında biceps kası açılarak (boyu uzayarak) çalışır. Yani eksantrik kasılma, uzayarak bir kas çalışmasıdır ve kasın boyu değiştiği için izotonik bir kasılma şekli olduğunu da söyleyebiliriz. Eksantrik kasılma için bilim dünyasında iki ayrı görüş vardır. Genelde egzersiz fizyologları, eksantrik kasılmayı bir izotonik kasılma olarak değerlendirmezler. Onlara göre kasılma olabilmesi için kayan filamanlar teorisine göre, kasın boyunun kısılması gerekmektedir. Egzersiz fizyologları böyle düşünürken, spor bilimcileri de bunun tersini düşünmektedir. Spor bilimcilere göre de kasın boyu değiştiği için, bu kasılma da izotonik bir kasılma şeklidir. Bu çalışmalarda daha hızlı bir kuvvet gelişimi sağlanır. Kas uzunluğunun arttığı bu kasılmada bir yüke direnç gösterme vardır (bir ağırlığı yavaş ve kontrollü bir biçimde aşağı indirmek)

İzokinetik Kasılma: Özel aletlerle sağlanır. Mini-Gym veya Cybex aletleri değişik açılarda, sabit bir hız ile izokinetik kasılma yaptırabilen aletlerdir. Bu hareketin meydana geldiği bir kasılmadır. Çünkü kas kasılması ile üretilen gerim kas üzerindeki yükü geçmez. Bir nesneyi başarılı bir şekilde itme ya da çekmede kaslar kullanılırken oluşur (Kaya, 2004).

2.1.5. Kasın Duyu Organları

Kas, ligament ve eklemlerdeki özelleşmiş duyu reseptörleri, uzama, gerilme ve basınca karşı duyarlıdırlar. Proprioseptör olarak bilinen bu duyu organları kas dinamiği ve ekstremite hareketleri hakkındaki bilgileri hızlı bir şekilde MSS'ne gönderir ve böylece MSS de olarak vücut kısımlarının çevremize göre pozisyonunu algılamamızı sağlar. Proprioseptörlerin yardımıyla hareketlerimizi daha yumuşak tarzda ve koordineli yaparız. Ayrıca normal vücut postürü ve kas tonusunun sağlanmasında da yardımcı olurlar. Yerçekiminin etkisiyle alt çenenin aşağı doğru düşmesi, başın öne düşmesi ve dizlerin bükülmesi vücudun boşluktaki (uzaydaki) pozisyonu ile ilgili bilgileri ileten antigravite kasları tarafından dengelenerek engellenir.

Kinestetik duyuyu alan üç önemli kas duyu organı vardır. Bunlar **kas içiği, golgi tendon organı** ve **eklem reseptörleri** olarak adlandırılır“ (Sönmez, 2002).

2.1.5.1. Kas İğciği

“Kas iğciği, kas liflerinin gerilme ve uzunluk değişimleri hakkında bilgi verirler. Kasta en fazla bulunan proprioseptördür. Bu organ herhangi bir dirence karşı koymak için kasılması gereken motor ünite sayısının belirlenmesinde kasa yardımcı olur. Gerilme ne kadar çok ise, yük de o kadar fazladır. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan motor ünite sayısı da o kadar çok olacaktır. Kas iğciği postürün kontrol edilmesinde ve istemli hareketlerin gerçekleşmesinde önemli rol oynar” (Sönmez, 2002:135).

Kas İğciğinin Yapısı: *“Kas iğciği etrafına bir duyu sinirinin spiral şekilde sarıldığı, çevresinde bir kapsül bulunan değişikliğe uğramış birkaç kas lifinden başka bir şey değildir. Bu adapte olmuş kas hücrelerine intrafuzal lifler denir. Böylece normal, düzenli kas liflerinden (ekstrafuzal lifler) ayrılırlar. İğciğin orta kısmı kasılma becerisine sahip değildir, ancak iki ucu kasılma becerisi olan lifleri içerir. Kas iğciğinin her iki ucunu uyaran ince motor sinirlere gamma motor nöronlar veya fusimotor sinirler denir. Bu sinirler uyarıldığında kas iğciğinin uçları kasılır ve iğciği merkezinin aksi yönünde çeker. Düzenli veya ekstrafuzal lifleri uyaran daha büyük motor sinirlere alfa motor nöron denir. Bu sinirler stimule edildiğinde kas normalde olduğu gibi kasılır” (Sönmez, 2002:135).*

Kas İğciğinin Fonksiyonu: *“Kas iğciği, kasın boyundaki uzamaya veya gerilmeye karşı duyarlıdır. Kas iğciği lifleri ekstrafuzal (düzenli) liflere paralel olarak uzanırlar. Bu nedenle, kasın tamamı gerildiğinde kas iğciğinin merkezi de gerilir. Bu gerilme orada bulunan duyu sinirini aktive eder ve uyarılar MSS'ye iletilir. Bu uyarılar düzenli kasları uyaran alfa motor nöronu aktive edebilir ve kas kasılır. Kas kasılırken kısalıyorsa, kas iğciği de kısalarak duyuusal sinir akışını durdurur ve daha sonra kas gevşer” (Sönmez, 2002:136).*

2.1.5.2. Golgi Tendon Organı

“Golgi tendon organı, tendon lifleri içinde kas ve tendon liflerinin birleştiği noktada bulunur. Kas içiği gibi golgi tendon organı da gerilmeye karşı duyarlıdır. Ancak kas içiğine oranla daha az duyarlıdır, bu nedenle aktive olabilmesi için daha kuvvetli bir gerilme gereklidir. Yerleşimlerinden dolayı, golgi tendon organları bulundukları tendonun ait olduğu kastaki gerilim tarafından aktive edilirler. Böyle bir gerilme ile duyuşal bilgi MSS’ye gönderilir ve kasılan kas gevşer. Diğer bir deyişle, kas içiğinin tersine (fasilite edici, uyarıcı kasılmaya neden olan) tendon organlarının uyarılması, bulunduğu kasın inhibisyonu ile sonuçlanır. Bir başka deyişle, tendon organları kasın gevşemesini sağlar. Bu durum travmaya (yaralanmaya) yol açabilecek olan çok ağır yükleri kaldırma sırasında koruyucu bir fonksiyon olarak düşünülebilir” (Sönmez, 2002:138).

“Kas içiği ve golgi tendon organı birlikte çalışır. Kas içiği yumuşak bir hareket sağlamak için gerekli olan doğru kas gerilimi derecesini ayarlar. Golgi tendon organı ise aşırı yük olduğunda ve kasla ilgili yapılara potansiyel olarak zararlı olabileceği durumlarda kas gevşemesini oluşturarak hareketlerin yumuşak, koordineli ve zararsız olmasını sağlar” (Sönmez, 2002:138).

2.1.5.3. Eklem Reseptörleri

“Eklem reseptörleri tendonlarda, ligamentlerde, periostta (kemikte), kasta ve eklem kapsülünde bulunur. Eklem açısı, eklem ijmelenmesi ve basınç sonucu meydana gelen değışikliklerle ilgili bilgileri MSS’ye gönderirler” (Sönmez, 2002:139).

2.1.6. Gerilme Refleksi (Stretch Reflex)

Gerilme refleksi (stretch reflex) bir kasın pasif olarak uzatılmasının neden olduğu refleksdir. Erken bileşenler monosinaptik ve miyotatik refleks veya tendon refleksi olarak adlandırılır. Ayrıca, uzun ileti süreli gerilme refleksleri de vardır (Kaya, 2004).

Kas gerildiğinde kas içiği devreye girerek uzunluk değişimlerini kaydeder ve bu bilgileri ifade eden omuriliğe uyarımlar gönderir. Bu, kas uzunluğundaki değişimlere direnç göstererek gerilmiş kasın kasılmasına neden olan gerilme refleksini tetikler. Kas uzunluğundaki ani değişiklik, daha güçlü kas kasılmasına neden olacaktır (plyometrik ya da sıçramaları içeren antrenmanlar bu etki temelindedir) (Wilmore ve Costill, 1994). Kas içiğinin bu temel fonksiyonu, vücudu sakatlıklardan korumaya ve kas tonusunu devam ettirmeye yardım eder (Hole, 1990; Ganong, 1995).

Kası gerili pozisyonda belirli bir süre tutmanın gerekçelerinden biri, kas içiğini uzunluk değişimlerine alıştırmak (yeni uzunluğa alışkın hale getirmek) ve onun uyarımlarını azaltmaktır. Bu uyumu sağlamak için germe reseptörlerini kademeli bir şekilde çalıştırmak gerekir. Bazı kaynaklar, ekstensiv (yaygın) antrenmanlar ile bazı kasların gerilme refleksinin kontrol edilebildiğini, böylece ani bir germeye cevapta refleks kasılmaların az ya da hiç oluşmadığına dikkat çekmişlerdir (Kaya, 2004).

2.1.7. Gerilme Refleksinin Bileşenleri

Gerilme refleksinin iki bileşeni vardır: statik ve dinamik. Statik yanıt; iskelet kas liflerinin yavaş yavaş gerilmesi ya da kas içiği içindeki liflerin gama-afferent sistem tarafında doğrudan uyarılması sonucunda içcik içi liflerin yavaşça gerildiğinde oluşur. Bunun sonucunda, ana ve ikinci sarmal biçimi algıçlar ayrılır ve sürekli olarak düşük düzeyde sinir uyarı akımı gönderirler. Gerilmenin büyüklüğü arttıkça, sinir uyarılarının gönderilme hızı da artar. Bu statik yanıt iskelet kas lifleri gergin kaldığı sürece birkaç dakika sürebilir. Dinamik yanıt ise; kas içiğinin dinamik yanıtında, sarmal biçimde yerleşmiş olan ana algıç içcik içi lifin uzunluğundaki ani değişimle birlikte uygulamaya girer. Bu gerçekleştiğinde, ana algıç omuriliğe birçok uyarı gönderir. Dinamik yanıt çabucak gelişir ve gerilme olduğu anda yanıt da oluşur. Dinamik yanıt neredeyse başlatıldığı hızda sona erer ve kas içiği statik düzeyini korur. Dinamik yanıtın plyometrik açısından önemli olduğuna inanılmaktadır. Ana algıçlar çekirdek kese içcik içi liflerine katıldığı için, dinamik yanıt da kasın hızlı gerilmesini denetleme işine katılır (Bompa, 2001).

Kas iğciğinin temel işlevi gerilme ya da miyotatik refleksi ortaya çıkartmaktır. Bu refleks, plyometriğin hareket temellerinin tipik bir örneği olan bir sinir-kas hareketi olarak kabul edilir. Kas lifleri hızlı bir biçimde gerildiğinde, liflerin uzaması kas iğciği tarafından denetlenir ve böylece dinamik yanıt ortaya çıkar. Çok büyük miktardaki uyarılar ana algıcın afferent sinirleri aracılığıyla omuriliğe gönderilir. Bu alfa motor sinirleri iskelet kas liflerine uyarıları geri yollar ve kasılmalarına neden olur (Bompa, 2001).

Bir gerilme refleksi yavaşça, daha statik bir yanıt olarak ortaya çıkabilir. Eğer kas yavaş yavaş gerilirse, çekirdek zincir içi lifleri omuriliğe daha yavaş, ama sürekli uyarılar gönderir ve bu uyarılar alfa motor sinirler ile birleşir. Bu tepki, iskelet kas lifinin daha düşük yeğinlikte kasılmasına neden olur. Bu daha yavaş, statik kasılma, bir saniyeden daha kısa süren dinamik kasılmanın tersine birkaç dakika sürebilir (Bompa, 2001).

Gama-Afferent uyarımının, dinamik gerilme refleksinin büyüklüğü ve yoğunluğu üzerindeki etkisi çok önemlidir. Derinlik sıçraması örneğinde olduğu gibi, eğer quadriceps kas iğciklerinin gama-affrent statik uyarım düzeyleri çok düşük olursa, iğciğin ani gerilmeye duyarlılığı azalır ve dinamik gerilme refleksinin etkisi neredeyse sıfır olur. Gama-afferent sistem kas iğciklerinin yanıt verme derecesini düşürmek ya da yükseltmekte de önemlidir. Bazı hareketler yumuşak ve sürekli bir biçimde yapılmalıdır. Bu durumda gama-afferent görevi, kas iğciğinin, kullanılan kasların uzunluğundaki değişikliklere tepki vermesini önlemektir. Ancak, hareketin hızlı yapılması gerekiyorsa bu durumda görevi yanıt durdurma düzeyini azaltmak ve böylece sistemin yanıtını arttırmaktır (Bompa, 2001).

Plyometrik çalışmalar karmaşık sinir düzenekleri ile gerçekleşir. Herhangi bir plyometrik antrenmanın sonucunda kas ve sinir düzeylerinde değişiklikler oluşur. Bu da daha hızlı ve kuvvetli hareket verimini kolaylaştırır ve artırır (Bompa, 2001).

2.1.8. Uzatma Reaksiyonu

Kaslar kasıldığında, kasın tendona (golgi tendon organı tendonda yerleşik bulunur) bağlandığı noktada baskı oluşur. Golgi tendon organı, basınçtaki değişiklikleri ve basıncın değişim oranını kaydeder ve omuriliğe bu bilgileri taşıyan uyarımlar gönderir (Fox, 1990; Hole, 1990; Ganong, 1995). Bu baskı belirli bir eşiği

geçtiğinde, kas kasılmasını engelleyen ve onların gevşemesine neden olan "uzatma reaksiyonu" tetiklenir. Bu refleksin diğer isimleri "ters miyotatik refleks" ve "otojenik inhibisyon" dur. Golgi tendon organının temel fonksiyonu kasların, tendonların ve ligamentlerin sakatlıktan korunmalarına yardım etmektir. Uzatma reaksiyonu ise sadece, golgi tendon organın spinal korda kas içciklerinden (kası kasan içcikler) daha kuvvetli uyarı göndermesi ile mümkün olur (Hole, 1990; Kaya, 2004).

Bir germeyi, devam eden bir zaman periyodunda tutmanın bir başka nedeni, uzatma reaksiyonunun oluşmasına izin vermektir. Böylece, gerilen kasların gevşemesine yardım edilmiş olur. Germeyi ya da uzamayı daha da kolaylaştırır (Kaya, 2004).

2.2. PLYOMETRİK ANTRENMAN

Plyometrik antrenman, birçok değişik spor dalı ile uğraşan antrenörler ve sporcular tarafından bilinmeyen veya daha yeni yeni duyulan bir terimdir. Oysaki plyometrik alıştırma çok yeni bir antrenman formu değildir. Ancak yararları son 30 yıldır araştırılmaktadır. Konuya ilişkin ilk araştırmalardan birkaçı Verkhoshanski tarafından 1960'lı yıllarda gerçekleştirilmiştir (Bompa, 2001; Chu, 1998).

Verkhoshanski, çeşitli plyometrik hareketlerin, sporcunun patlayıcı gücündeki artışa katkısı üzerine deneler yapmış ve bütün sinir-kas dizgesinde ve özellikle kasılma hızında gelişmeler olduğunu öne sürmüştür. 1970 ve 1980'lerde özellikle Finlandiya'da, İtalya'da, ABD'de ve Almanya'da çoğu araştırmacı plyometrik antrenmanın fizyolojik yararlarını ortaya koymuştur (Bompa, 2001; Chu, 1998).

Araştırmacılar çabuk kuvvet antrenmanlarının yararları üzerine ışık tuttukça, bazıları plyometrik alıştırma inanılmaz özellikler yakıştırmakta ve olağanüstü sonuçlar beklemektedir. Kimileri de, bu alıştırma'nın yararlarını göz ardı ederek, alıştırma'nın özellikle balistik yapısından kaynaklanabilecek yaralanmalar için potansiyel tehlike olduklarını öne sürmektedir. Plyometrik alıştırma belki bir olağanüstülük yaratmaz ama patlayıcı kuvvetin ve daha hızlı tepkilerin gelişmesini sağlayan önemli bir antrenman biçimi olduğu söylenebilir. Bu gelişmeler, gelişmiş

bir merkezi sinir sistemine ve sıçrama sonrasında dengeli yere konma sarsıntısını emme kuvvetine bağlıdır. Sarsıntıyı emme evresi (amortisman); bir hareketin eksantrik ya da çökme evresidir. Şok emme, hareketin etkin olan ya da yere kuvvet uygulama veresinden hemen önce gerçekleşir ve yerle temastan ters yöne harekete kadar olan süreyi içerir (Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000).

Yıllar boyunca çoğu sporda verimi etkileyen etmenlerden biri olan gerilme-kısalma döngüsünün önemi göz ardı edilmiştir. Temel kuvvet antrenmanlarının çoğu spor hareketinin patlayıcı bölümünün gelişmesi için yeterli olduğu düşünülüyordu (Bompa, 2001). Oysaki geleneksel kuvvet antrenmanı şiddetli yüklerle ve hareket hızının yavaş olduğu uygulamalarla güç üretimindeki artışın ilk metodu olarak görülüyordu (Hoffman, 2002). Çünkü güç; hız ve kuvvetin çarpımına eşittir ve bu yüzden maksimal kuvveti arttırmak güç üretebilme yeteneğini artırabilirdi. Eğer bir antrenör, sporcusunun bir aktivite esnasında maksimum güç üretmesini istiyorsa, sporcusunun kuvvet ve hız bileşenlerini antrene etmek zorundadır (Hoffman, 2002; Baechle ve Earle, 2000). Ne yazık ki kuvvet antrenman programları bu konuda yetersizdir. Plyometrik alıştırmalar işte bu belirli gereksinimi karşılarlar (Bompa, 2001).

Plyometrik alıştırmalar, eksantrik kasılma ve sonrasında konsantrik kasılma içeren sporlarda uygulanabilir (Howard, 2004; Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Strojnik ve Komi, 1998; Chu, 1998; Amiridis ve ark., 1997; Wagner ve Kocak, 1997). Yaptığı spor patlayıcı bir hareket ya da kendi vücut kütlelerinin en üst düzeyde hızlanmasını gerektiriyorsa, sporcu, plyometrik antrenmanlardan yararlanabilir (basketbol, voleybol, yüksek atlama, futbol, kısa mesafe koşu, artistik patinaj, kayakla atlama vb.). Benzer biçimde, yaptığı spor bir nesnenin doruk düzeyde hızlanması için patlayıcı bir hareket gerektiriyorsa (beysbol, hokey, golf ve atma sporları gibi) sporcu yine plyometrik alıştırmalardan yararlanabilir (Bompa, 2001; Chu, 1998).

2.2.1. abuk Kuvvet Antrenmanı

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 (Bompa, 2001).

Son birkaç yılda plyometrik antrenmanlar 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 (Bompa, 2001).

abuk 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 (Bompa, 2001).

abuk 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 artırır ve konsantrik evrede oluşan sinir uyarımı ile kuvvetli bir itme gerçekleşir (Bompa, 2001).

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 gerçek olan sinir sisteminin antrenman yüklenmesine uyumu da oldukça önemlidir. Çünkü sinir sistemi yavaş ya da hızlı kasılğan (kontraktil) uyarıcıya çok duyarlı bir biçimde tepki verir. abuk 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 (Bompa, 2001).

Plyometrik alıştırma, sinir-kas yapısını ya da kasın esnek ve kasılma parçasına yüklenen konsantrik ve eksantrik eylemi geliştirir (Chu, 1998; Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Kas lifinin esnek yapısı, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolamasını sağlar. Sonra bu enerji konsantrik kasılmada kinetik enerji olarak ortaya çıkar (Hoffman, 2002; Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Wilmore ve Costill, 1994). Bu enerji hızlı ve patlayıcı bir hareketin gerçekleşmesini sağlar (Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000).

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 plyometrik alıştırma ile özellikle kasaların kullanıldığı derinlik sıçramalarıyla elde edilebilir (Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998)

Çok sayıda yazar, derinlik sıçramalarının, dikey sıçramalarda istatistiksel olarak belirgin bir artışa neden olduğunu belirtmiştir (Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998). Bunun anlamı ise çabuk kuvvet düzeyinde bir artış demektir. Bazı spor hareketlerini incelerken çabukluk-çabuk kuvvet alıştırma temaları evresinin oldukça kısa olduğu görülmektedir. Bununla karşılaştırıldığında, ağırlık antrenmanının belirgin özelliği hareket sırasında gerçekleşen kassal uzamalar çok daha yavaştır. Eğer uzatmaya karşı büyük bir direnç varsa süre daha da uzun olur (Bompa, 2001).

2.2.2. Plyometrik Antrenmanın Anatomik ve Mekanik Özellikleri

Plyometrik alıştırma açısından omurga vücuda denge ve vücut ağırlığı için destek veren ve en önemlisi bütün sekmeler ve sıçramalarda sarsıntı emme görevi gören bir düzenektir.

Bacakların kuvveti vücuda hava 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 arttırabilir. Bu kuvvet, dizin ekstansiyonu ve ayak bileğinin plantar fleksiyonu anında hızlı kasılmasıyla ve kolların kuvvetli bir biçimde savrulmasıyla oluşur (Hoffman, 2002; Bompa, 2001; Chu, 1998). 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 (Bompa, 2001).

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 (Bompa, 2001).

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 (Bompa, 2001).

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

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 alıştırmayla ilgili, hareket için gerekli olan kuvvet düzeyine ulaşmak için gerçekleştirilen bedensel etkinlikteki hız düzeyine bağlıdır (Bompa, 2001).

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 sporcusunda görülebilir. Bu biçimde gerçekleştirilen eylem sporcunun istenmeyen öne rotasyon durumunu ortaya çıkartır ve bu durumda dikey ve yatay hızda bir azalmaya neden olur (Bompa, 2001).

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 (Bompa, 2001).

Bütün 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 (Bompa, 2001).

Vücudu daha hızlı yavaşlatmak için daha fazla kuvvet gerekir. Bu da daha kısa bir sarsıntı emme evresi demektir. Eğer bir sporcu sarsıntı emme süresi 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 (Bompa, 2001).

Sıçrama yeteneği 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 alıştırma bu amaç için kullanılabilir. Çoğu atlama sporcusu sıçramalarının yerden kopma evresi için geleneksel ağırlık antrenmanları uygularlar (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 sporcunu genel sıçrama becerisini geliştirebilir. Çift bacak ile sıçrama alıştırmaları birçok eklem hareketi içerir ve ilgili kasın esnekliğinin gelişmesini sağlar (Bompa, 2001).

2.2.3. Plyometriğin Fizyolojisi

Plyometrik terimi sonradan kullanılmış bir değımdir. Daha önceki yapılan İtalya'da, İsveç'te ve Sovyetler Birliğindeki çalışmalarda plyometrik teriminin yerine Gerilme-kısalma döngüsü çalışmaları denirdi (Chu, 1998).

Fizyolojik araştırmalarla desteklenen plyometrik veya kas dokusunun gerilme-kısalma döngüsü birçok yazar tarafından gözden geçirilmiştir. Ve yazarların birçoğı iki önemli faktör üzerinde hem fikir sahibi olmuşlardır. Birincisi; tendon, kas liflerini oluşturan ve çapraz köprüleri yapan aktin ve miyozini barındıran kasın elastik yapısını oluşturan bileşenler. İkincisi ise; kasın ön geriminin ve refleks uzaması için kasın hızlıca gerilmesinde rol oynayan proprioseptörlerdir (Chu, 1998).

Kas elastikiyeti, gerilme-kısalma döngüsünün neden konsantrik kasılmadan daha fazla güç üretebildiğinin anlaşılmasında önemli bir faktördür. Kasın hızlıca uzaması sayesinde oluşan gerimi depolar, böylece kas içersinde elastik enerji depolanması sağlar. Buna kauçuk bir lastiğı örnek verebiliriz. Kauçuk lastiğı gerdiğinizde o eski uzunluğuna geri dönme eğilimi gösterir (Chu, 1998).

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 tendonunu gerilmesine neden olur. Quadriceps kası tarafından hissedilen bu gerilmeye yanıt olarak quadriceps kas grubu kasılır (Chu, 1998).

Diğer refleksler miyotatik reflekslerden daha yavaştır. Bunun nedeni farklı kanallardan merkezi sinir sistemine (beyin) 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 veya kısa mesafe sprint koşularındaki performansı olumsuz etkiler (Chu, 1998).

Sportif performansta kasılmanın süresinin yanında kasılma kuvveti de önemlidir. Plyometrik çalışmanın sonrasında miyotatik refleks zamanı ve kasılma kuvvetinde değişiklikler meydana gelir. Hızlıca gerilen ya da uzayan kas, gerilmeden sonra kas daha büyük konsantrik güç üretir (Chu, 1998; Bompa, 2001; Wilmore ve Costill, 1994).

2.2.4. Plyometrik Antrenmanın Yöntemsel İlkeleri

Plyometrik antrenmanın başarılı uygulanmasında etkili birçok yöntemsel etmen vardır. Bunların arasında yüklenme ve dinlenme aralıkları çok önemlidir.

Yıllar alan iyi bir kuvvet antrenmanı altyapısının, plyometrik antrenman 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), plyometrik alıştırmalarda sarsıntı emme görevi görürler. Bu nedenle, sporcuları – özellikle genç olanlar – bir plyometrik programına 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 (Bompa, 2001).

İyi bir kuvvet temeli oluşturma ve sarsıntı emici özellikleri geliştirme söz konusu olduğunda, çocukları plyometrik alıştırmalarla tanıştırmak 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 plyometrik uygulanmasıyla gerçekleşir. Ancak bundan sonra küçük sporcular zorlayıcı şiddetteki sıçramalarla tanışmalıdır (Bompa, 2001).

Bu uzun süreli gelişim yılları boyunca, okullardaki öğretmenler ve spor kulplerindeki antrenörler, genç sporculara doğru plyometrik teknikleri öğretilmelidir. Örneğin; üç adım sıçrama da uygulanan ‘piston’ ve ‘adım alma’ plyometrik antrenmanın temelidir (Bompa, 2001).

Plyometrik’ten önce geliştirilmesi gereken kuvvet düzeyi yoruma açıktır (Bazı yazarlar vücut ağırlığının iki katı yükü yarım squat yapabilmenin bunun için bir ölçüt olduğunu söylemektedir) (Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Ancak, antrenman zemini, giyilecek malzeme, plyometrik alıştırma sırasında ek ağırlık alınıp-alınmaması da (ağırlık yeleği, bilek ve bel kemerleri) tartışmaya açık konulardır (Bompa, 2001).

Yaralanmalardan kaygılanan sporcular için kullanılan zemini yumuşak olmalıdır (Hoffman, 2002; Chu, 1998; Bompa, 2001). Diğer bir değişle; alıştırma açık havada çim ya da yumuşak zeminde, kapalı ortamda ise yumuşak zeminde yapılmalıdır (Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Bu önlem her ne kadar yeni başlayanlara uygun olsa da, yumuşak zeminin gerilme refleksini bastırdığı unutulmamalıdır. Ancak sert bir zemin, sinir-kas dizgesinin çalışma niteliğini sağlam altyapısı olan sporculara sert zemin önerilir. Yaralanmaların engellenmesinde tek önemli etmen antrenman zemini değildir. Yıllar süren antrenmanlarda oldukça düzenli yöntemsel bir gelişimi izlemek de önemlidir (Bompa, 2001).

Spor ayakkabıları da bir tartışma konusudur. Bu konuda iki tane değişik yaklaşım vardır; Doğu Avrupa ve Kuzey Amerika yaklaşımı. Avrupalı sporcular - gençler de dahil- çoğu alıştırma çıplak ayak yaparlar. Çimde ve kumda çıplak ayak koşarlar, atarlar 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, plyometrik alıştırılmalarda iyi bir taban ve bilek desteği ile ayakkabı giyilmesini gerektirdiğini vurgulamaktadır (Bompa, 2001).

Plyometrik alıştırılmalarda ağırlıklı bilek ve bel kemerleri kullanılmamalıdır. Çünkü bunlar (yumuşak zeminde olduğu gibi) sinir – kas dizgesinin çabuk kuvvet becerisini düşürür ve sinir-kas sistemin çalışmasını engeller. Bu biçimde ek yüklenmeler kuvvette artışı sağlarken, Sıçrama ve çabuk kuvvet etkisinin hızını yavaşlatır (Bompa, 2001).

2.2.5 Plyometrik Antrenman Programının Dizaynı

Öncelikle bilinmesi gereken plyometrik antrenmanın sakatlık için büyük risk taşımasıdır. Çünkü drillerin uygulandığı alan kas-iskelet sistemine büyük bir kuvvet uygular. Plyometrik antrenmanı diğer antrenman formlarıyla karşılaştırıldığında sakatlık riskinin daha fazla olduğu söylenebilir. Bununla birlikte plyometrik antrenmana başlamadan önce yeterli kuvvet düzeyine sahip olunmalıdır. Ancak bu öneriler yapılan çalışmalarla desteklenmediği bilinmeli ve bu yüzden de plyometrik antrenmanlar özellikle de düşük şiddetteki alıştırılmalar daha koruyucu olarak görülmelidir. Daha kompleks plyometrik driller için bu öneriler daha fazla dikkate alınmalıdır (örneğin 46 cm’den fazla yüksekliklerden derinlik sıçraması) (Hoffman, 2002).

2.2.5.1. Plyometrik Antrenmana Başlamadan Önce Bilinmesi Gerekenler

Hoffman (2002), Bompa (2001) ve Chu (1998)’e göre aşağıda verilen önerilere uyulması halinde plyometrik antrenmanlardan daha çok verim alınacak ve aynı zamanda da sakatlanma riski azalacaktır.

- Plyometrik antrenmana başlamadan önce iyi bir kuvvet temeli gerekir.
- Kaliteli bir antrenör olmadıkça, plyometrik antrenmanlar 16 yaşın altında kimseye önerilmez. Özellikle de çok şiddetli plyometrik alıştırılmalar.
- Uygun ısıma 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.

- Plyometrik antrenmanlar çime benzer yumuşak yüzeylerde veya sentetik koşu pistinde yapılır.
- Plyometrik egzersizlerde kullanılan ayakkabılar, sıçramada oluşan şoku absorbe edebilecek nitelikte olmalıdır.
- Haftada 2 plyometrik çalışma yeterli olup maksimum 3 kez yapılır.
- Setler arasında en azından 3-5 dakika dinlenme olmalıdır.
- Uygun drilller yapmak için atlet motor becerisine sahip olmalıdır. Eğer atlet kötü performans sergilerse drill durdurulmalıdır.
- Her zaman basit drillerle başlanılmalıdır.
- Atlet drilleri %100 efor ile yaptığında en iyi antrenman sonuçlarına ulaşılacaktır.
- Yerde kalma süresi 0,17 sn civarında olmalıdır.
- Birbirini izleyen ardışık egzersizler arasında 1-2 dakika dinlenme verilmelidir.
- Drillerin yoğunluğuna ve atletin durumuna göre tekrar yapılır.
- Aynı gün içerisinde plyometrik drillerle beraber ağırlık antrenmanı yapılmamalıdır.
- Her set 6 - 8 saniyeden daha uzun olmamalıdır.
- Setler arasında tam toparlanma oluşturulmalıdır.
- Basit egzersizlerle başlanıp daha sonra yoğun ve komplekse doğru gidilmelidir.
- Tekniğin bozulmaması için yorgunluktan önce bırakılmalıdır.
- Plyometrik egzersizlerle birlikte esneklik çalışmaları ihmal edilmemelidir.
- Plyometrik egzersizlerde giderek artan yüklenme prensibine mutlaka uyulması gerekir.
- Her zaman doğru teknik uygulanmalıdır.
- Plyometrik çalışmalar antrenman programlarının parçalarıyla bir bütün oluşturmalıdır.
- İlk antrenmanın büyük bir bölümünün atletleri bilgilendirmek için kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.

- Eğer plyometrik alıştırılmalarda kasa kullanılıyorsa, kasalar sabit ve yüzeyi kaygan olmamalıdır.
- Plyometrik düşüncenin, nefes kesilinceye kadar çalışma yapmak olmadığı unutulmamalıdır.
- Müsabakadan en az 4-5 gün önceden plyometrik egzersizler tamamlanmış olması gerekir.

2.2.5.2. Sıçramaların Sınıflandırılması

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

Yerinde sıçramalar tam anlamıyla sıçramaya başladığınız aynı nokta üzerinde sıçramalarınızı bitirmektir. Bu egzersizler diğer sıçrama sınıflarına göre nispeten daha az şiddetlidir. Bu alıştırılmalarda özellikle yukarıya doğru sıçramalar gerekli olan kısa sarsıntı emme evresini (amortisman) geliştirmeyi sağlar. Bu sıçramalar bazı yazarlar tarafından nokta üzerinde sıçramalar diye de adlandırılırlar (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

2.2.5.2.2. Durarak Sıçramalar (*Standing Jumps*)

Durarak sıçramalar (bu yatayda olabilir dikeyde) bir kere maksimal 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 başlar (Chu, 1998).

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 eforla yapılan bir sıçramadan sonra bir daha ki sıçrama içinde maksimum bir efor gereklidir. Bu egzersizler aletsizde yapılabilir veya varsa engeller kullanılarak ta 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 (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

2.2.5.2.4. Sekmeler (*Bounding*)

Sekme egzersizleri uzun adım alma döngüsünün yanında normal koşu adımının abartılmış bir şekilde dizi yukarıya doğru çekerek yapılan egzersizlerdir. Bu egzersizler adım uzunluğunu ve adım frekansını geliştirmek için kullanılır. Genellikle sekme egzersizleri 30 metreden daha fazla olan mesafelerde uygulanır (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

2.2.5.2.5. Kutu Alıştırmaları (*Box Drills*)

Kutu alıştırmaları çoklu sıçramalar ve atlamalar ile derinlik sıçramaların kombine bir şekilde uygulandığı bir alıştırma şeklidir. Bu alıştırmalar kasaların yüksekliğine bağlı olarak, çok düşük şiddetli veya çok aşırı şiddetli olabilir. Bu alıştırmaları başarılı bir şekilde yapabilmek için yatay ve dikey bileşenleri birleştirmek gerekmektedir (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

2.2.5.2.6. Derinlik Sıçramaları (*Drop Jumps*)

Derinlik sıçramalarında atlet kendi vücut ağırlığını kullanır ve yerçekimini yenmek için yere karşı kuvvet uygular. Derinlik sıçramaları kutunun üzerinden atlanacak yere doğru adım alarak aşağıya sıçradıktan sonra tekrar aynı kutunun üzerine çıkmayı dener. Bu egzersizin sarsıntı emme evresinin (*amortisman*) zamanını kısaltır ve bu çalışmalarda anahtar şudur; yere dokun ve git (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

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 eğer sporcu 45 cm'lik ilk yükseklikte başarısız olursa, bu durum sporcunun kassal gücünün yetersiz olduğunun ve derinlik sıçramasına henüz hazır olmadığına bir göstergesi olur.

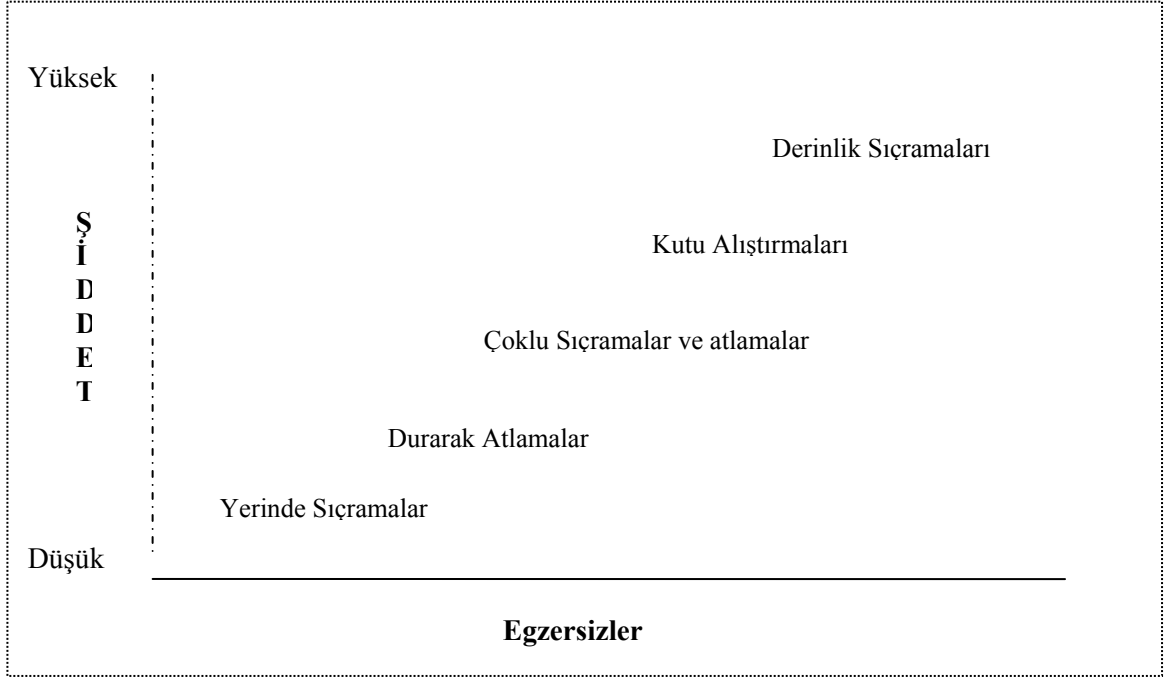
2.2.5.3. Plyometrik Egzersizin Değişkenleri

2.2.5.3.1. Plyometrik Egzersizin Şiddeti

Ağırlık antrenmanlarında şiddet kaldırılan ağırlıkla kontrol edilir. Ancak plyometrik çalışmalarda, uygulanan egzersizin şiddeti, egzersizin tipine göre kontrol edilir. Çünkü birçok plyometrik alıştırma, sporcu kendi vücut ağırlığını kullanarak yapar ve bu yüzden de alıştırmanın kompleks olup-olmaması alıştırmanın şiddetini belirler (Hoffman, 2002; (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

Plyometrik alıştırma başlarken, düşük stres yaratabilecek olan sıçramalı koşularla (*skipping*) başlanır daha sonra ise alternatif çift ayakla sıçramalar yapılır (Chu, 1998). Sonrasında çift ayak bileğiyle yapılan sıçramadan başlayarak orta şiddetli dizleri yukarıya doğru kaldırarak yapılan sıçramalara geçilir (Hoffman, 2002). Alternatif olarak ta çift ayak sekmeler başladıktan sonra tek ayakla sekmelere geçilebilir (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

Plyometrik egzersizinin şiddeti arttırılmak isteniyorsa; az miktarda ek ağırlık almak (Hoffman, 2002; Chu, 1998), derinlik sıçraması için sıçrama platformunu yükseltmek veya yatayda yapılan sıçramalarda sıçrama mesafesini arttırmak egzersizin şiddetini arttıracaktır (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998). Aşağıda şekil 2.1 de plyometrik antrenmanlarda kullanılan egzersizlerin şiddet ölçüleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Plyometrik Antrenman egzersizleri için şiddet skalası. Chu (1998)'dan alınmıştır.

2.2.5.3.2. Plyometrik Antrenmanın Kapsamı

Kapsam bir antrenman oturumunda ya da döngüsünde uygulanan toplam iş miktarıdır. Plyometrik antrenmanlarda ise kapsam sıklıkla ayakların yerle kontak yapma sayısı ölçülerek hesaplanmaktadır. Örneğin; durarak üç adım atlama üç ayrı bölümü kapsar ve ayağın üç kez yerle kontak kurması sonucunda toplam 3 kez sıçranmış olunur. Bir plyometrik antrenmanı hazırlarken farklı şiddetlerdeki sıçramaları kullanmak tavsiye edilir. Tablo 2.1'de başlangıç, orta düzey ve ileri düzey egzersizler verilmiştir. Sezon öncesinde yeni başlayan bir sporcu bir antrenman oturumun 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 (Hoffman, 2002; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

Sekme çalışmalarının (bounding) kapsamı en iyi mesafe yardımıyla ölçülür. Hazırlık evresinde her tekrar 30 metrelik mesafeler içinde yapılmalıdır. Ancak sezon içerisinde ve sporcunun yeteneğinin geliştirmek

için bu mesafe her tekrarda 100 metreye kadar arttırılmalıdır (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

Tablo 2.1. Plyometrik Antrenman İçin Sezonlara Göre Sıçrama Sayısı. Chu (1998)'dan alınmıştır.

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

2.2.5.3.3. Plyometrik 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 ilkeleri yatar. Birçok deneyim ve Avrupalıların yazdıklarına göre yoğun bir antrenmandan sonra tam dinlenme için 48-72 saat aralığında dinlenmek gerekir. Ancak sıçramaları koşular (skipping) gibi stres düzeyi az olan alıştırmalardan sonra aynı süreyi kullanarak dinlenme yapmamıza gerek yoktur. Başlangıç düzeyindeki sporcular için plyometrik antrenmanlar arasında en az 48 saat olmalıdır. Eğer sporcu tam olarak toparlanmamış ise

egzersiz uyarımlarına (yerle kontak, mesafe, yükseklik) maksimum cevap veremeyecektir. Bu da atletik gelişim için çok az verim sağlayan bir antrenmanla sonuçlanır (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

2.2.5.3.4. Plyometrik Antrenmanda Toparlanma

Toparlanma plyometrik antrenmanın kas dayanıklılığını veya gücü geliştirmesindeki anahtar değişkendir. Güç antrenmanları için setler arasında uzun dinlenme periyodu (45sn – 60 sn) maksimum toparlanmaya izin verir. Plyometrik 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 plyometrik antrenman anaerobik bir aktivitedir. Kısa toparlanma süreleri (10 sn ile 15 sn) maksimum toparlanmak için yeterli bir süre değildir (Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998).

2.2.5.4. Plyometrik Egzersiz Tarafından Geliştirilen Beceriler

Plyometrik antrenman hemen hemen birçok spor dalında kullanılabilir bir antrenman formudur. Plyometrik 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 plyometrik antrenmanlar kullanılabilir. Aşağıda verilen Tablo 2.2'de plyometrik antrenmanın geliştirdiği beceriler verilmiştir.

Tablo 2.2. Plyometrik Egzersiz Tarafında Geliştirilen Beceriler. Hoffman (2002) ve Heyward (2002)’dan alınmıştır.

Beceriler	Yerinde Sıçramalar	Durarak Atlamalar	Çoklu Sıçramalar	Kutu Alış.	Sekmeler	Derinlik Sıçraması
Start Hızı	✓	✓	✓			✓
İvmelenme			✓	✓	✓	
Yön Değişikliği		✓	✓	✓		✓
Dikey Sıçrama		✓	✓	✓		✓
Yatay Sıçrama		✓	✓	✓	✓	

2.3. ESNEKLİK

Eklem ya da eklem serilerinin hareket genişliği (R.O.M.) olarak tanımlanan esneklik kaslar, tendonlar, ligamentler, kemikler ve kemiksi yapılar tarafından etkilenmektedir (Donatelle, 2006; Kaya, 2004; Decoster, 2004; Alters ve Schiff, 2003; Hoffman, 2002; Graham, 2001; Edlin, 1999; Heyward, 2002; Sharkey, 1997). Statik (son hareket genişliği) ya da dinamik (viskosite) esneklik olarak bölümlenebilir. Aktivitenin çeşidi, yaş, cinsiyet, ısı gibi faktörler tarafından etkilenir ve esneklik yüksek oranda ekleme özgüdür (Liu ve ark., 2006; Hoffman, 2002; Kaya, 2004; Donatelle, 2006).

2.3.1. Esneklik Türleri

Birçok insan, farklı esneklik çalışmalarının yapmış olduğu etkilerin farkında değildir. Esnekliğin bu farklı tipleri sportif antrenmanda yapılan aktivitenin şekline göre gruplandırılır. Bir hareketi içeriyorsa “dinamik”, bir hareket içermiyorsa “statik” olarak tanımlanır (Kaya, 2004)

Dinamik esneklik ("kinetik esneklik" olarak da bilinir) eklemlerdeki tam hareket genişliğinin kullanılarak kasların hareketleri dinamik olarak (ya da kinetik olarak) yapabilme yeteneğidir (Kaya, 2004).

Statik-aktif esneklik ("aktif esneklik") antagonistler gerilmeye başlarken agonist ve sinerjistlerin gerginliği kullanılarak uzamayı gerçekleştirebilme ve bu uzunluğu devam ettirebilme yeteneğidir. Örneğin, bacağı kaldırma ve dış destek olmaksızın onu yüksekte tutma (Kaya, 2004).

Statik-pasif esneklik ("pasif esneklik") uzama pozisyonunu gerçekleştirebilme ve vücut ağırlığı, vücudun bir bölümünün desteğini ya da bir araç (sandalye vb.) kullanarak bu pozisyonu devam ettirebilme yeteneğidir. Bu pozisyonu devam ettirme yeteneğinin statik-aktif esneklikteki gibi sadece kaslardan gelmediğine dikkat edilmelidir (Kaya, 2004).

2.3.2. Esnekliği Sınırlayan Faktörler

❖ İç faktörler

- Eklem yapısı (bazı eklemler esnek değildir)
- Eklem içi direnç
- Hareketi sınırlayan kemik yapısı
- Kas dokusunun elastikiyeti (daha önceki sakatlanmalardan dolayı kas dokusu çok esnek olmayabilir)
- Tendon ve ligamentlerin elastikiyeti (ligamentler fazla gerilmez ve tendonların çok fazla gerilmemesi gerekir)
- Derinin elastikiyeti (deri esneyebilir fakat bu oran çok fazla değildir)
- Daha büyük oranda hareket genişliğine ulaşılmasında kasın gevşeme ve kasılma yeteneği
- Eklem ve eklemlerle birleşen dokuların ısısı (eklemler ve kaslar normalden 1-2 derece daha fazla vücut ısısında daha iyi esneklik gösterirler)

❖ Dış faktörler

- Antrenmanın yapıldığı ortamın ısısı (sıcak bir ortam esnekliği artırmaya daha imkan verir)

- Günün saati (bir çok insan sabaha oranla öğleden sonra daha iyi esneyebilir, zirve değer 14:30-16:00 arasındadır)
- Sakatlanma sonrası eklemin (ya da kasın) toparlanma safhası (sakatlanan eklem ve kaslar sağlıklı birine oranla genellikle daha az esneklik derecesi gösterir)
- Yaş (ergenlik öncesi dönem yetişkinliğe oranla daha elverişlidir)
- Cinsiyet (genellikle bayanlar erkeklerden daha esnektir)
- Kişinin  zel bir egzersizi yapabilme yeteneği (pratik mükemmelleştirir)
- Kişinin esnekliğe ulaşmada sorumluluk hissi
- Giysi ve kullanılan ekipmanın sınırlamaları (Kaya, 2004).

2.3.3. Germe Teknikleri

Farklı esneklik tipleri olduğu gibi farklı germe tipleri de vardır. Germeler statik (hareket içermez) ya da dinamiktir (hareket içerir). Dinamik germeler dinamik esnekliği, statik germeler de statik esnekliği etkiler. Birçok kaynakta germe teknikleri genel olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Bunlar; yavaş statik germe, balistik germe ve PNF germe (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) (Hoffman, 2002; Heyward, 2002).

2.3.3.1. Yavaş Statik Germe

Çoğu insan "pasif germe" ve "statik germe" terimlerini kullanır. Bununla birlikte, ikisi arasında fark olduğunu belirtenler de mevcuttur. Statik germe, bir kasın (ya da kas grubunun) gerilebildiği son noktaya kadar gerdirilmesini ve bu pozisyonun belli bir süre devam ettirilmesini içerir (Hoffman, 2002; Heyward, 2002). Statik germe tekniğinin uygulama süresi açısından yazarlar arasında farklı görüşler mevcuttur. Hoffman (2002) ve Heyward'a göre (2002), 10-30 sn arasında, Borms ve ark. (1987) ve Bandy ve Iron'a göre (1994) 15-30 sn, Roberts ve Wilson (1999) 15 sn, Smith'e göre (1994) 15-20 sn ve Feland'a göre ise 60 saniye ve daha uzun süre statik germe uygulandığı zaman hareket genişliği için en iyi sonucun elde edilebileceğini savunmuşlardır. Germe tekniklerinin içinde en g venlisidir ve çok az enerji gerektiren germe çeşidi statik germedir. Ek olarak uzun süren ve yavaş hareket yapıldığı için sakatlığı ve acıyı en aza indirme olasılığı vardır. Birçok esneklik

programında çok rastlanır ve öğrenmesi de çok kolaydır (Hoffman, 2002). Alters ve Schiff'e göre (2003), stretching yaparken nefesini tutma ve her hareketi 15 sn boyunca ve 3 set olarak yap, bu 5 sn ve 9 setten daha yararlıdır.

2.3.3.2. Balistik Germe

Balistik germe, normal hareket genişliğinin ötesinde bir güç girişiminde bulunarak vücut ya da vücut bölümlerinin sekmeler, alçalıp yükselmeler (bobbing) ve ritmik hareketlerle kullanır. Bu germe formu sakatlık riskinin ve ağrı eşiğinin artmasına yol açar. Bu dinamik hareketler germe refleksinin başlatır ve böylece kas kasılmağını ve kasın proprioceptorlerini aktive eder. Zamanın kısa olması, germe süresince doku ve sinirsel adaptasyon için yetersiz bir zamandır. Balistik germeler statik germelerle aynı antrenmanda kullanılabilir ancak germe oranları farklılık gösterir. Bununla birlikte balistik germe, statik germe gibi hareket genişliğini arttırabilir ancak balistik germe hareket gücünün doğasıyla hareket genişliğini aşarak sakatlık riskini arttırır. Yine de balistik germeler, dinamik hareket gerektiren aktivitelerde atletlerin esneklik programlarında yer alabilir (Hoffman, 2002).

2.3.3.3. PNF Germe

PNF germe, statik-pasif esnekliği arttırmada bilinen en etkili yöntemdir. Bu teknik, maksimum statik esnekliğe ulaşmak için pasif germe ile izometrik germenin bir kombinasyonudur. PNF ilk olarak rehabilitasyon amacıyla geliştirilmiştir. PNF germe teknikleri bir kas grubunun pasif olarak gerdirilip, sonra gerilmiş pozisyonda iken dirence karşı izometrik olarak kasılmasını ve daha sonra, hareket genişliğinin sınırına ulaşıncaya kadar tekrar pasif olarak gerdirilmesini içerir. PNF germede genellikle izometrik kasılmaya karşı direnç sağlamak ve son pasif germede hareket genişliği sınırına ulaşmak için bir yardımcı kullanılır. Genellikle bir partner yardımı ile daha etkili olabilmesine rağmen partnersiz de yapılabilir. Çoğu PNF germe teknikleri "izometrik agonist kasılma/gevşemeyi" kullanır (gerilmiş olan kaslar izometrik olarak kasılır daha sonra gevşetilir). Bazı PNF teknikleri ise "izometrik antagonist kasılmayı" kullanır (gerilmiş olan antagonistler kasılır). Bütün durumlarda diğer bir PNF tekniği uygulanmadan önce germeye maruz kalan kasın en az 20 saniye süresince dinlenimde kalmasına (ve gevşemesine) dikkat etmek önemlidir

(Kaya, 2004; Hoffman, 2002; Heyward, 2002; Donatelle, 2006). En yaygın PNF germe teknikleri

"tut-gevşet"

Başlangıçta yapılan pasif bir germeden sonra, gerilmeye başlayan kas, 7-15 sn süresince izometrik olarak kasılır. Sonra kas kısa bir süre için gevşetilir (2-5 sn.) ve ardından kas, pasif olarak başlangıç pozisyonundaki germeden daha fazla gerdirilir. Bu son germenin süresi 10-30 sn.' dir ve son germede otojenik inhibisyon ile daha büyük bir hareket genişliğine ulaşılmalıdır. Başka bir PNF tekniği yapılmadan önce kas 20 sn. gevşetilir (Kaya, 2004).

"tut-gevşet-kas"

İki izometrik kasılmayı içerir: birincisi agonist, ikincisi antagonist kasılmadır. İlk aşama tut-gevşet tekniğinde olduğu gibidir ve başlangıçtaki pasif bir germeden sonra, gerilen kas izometrik olarak 7-15 sn. süresince kasılır. Daha sonra antagonistler hızlı bir şekilde 7-15sn. süresince izometrik bir kasılma yaparken kas gevşetilir. Diğer bir PNF tekniğine geçilmeden önce 20sn süresince kas gevşetilir.

Tut-gevşet-kas tekniğinde dikkat edilecek nokta, son pasif germenin olmamasıdır. Bunun yerine antagonist-kasılma vardır, karşılıklı inhibisyon yoluyla, başlangıçta pasif germeye maruz kalan kasın daha fazla gerilmesine ve gevşemesine hizmet eder. Son pasif germe olmadığı için bu tekniğin, PNF'in en güvenilir tekniği olduğu düşünülür (muhtemelen kas yırtılmalarına daha az sebebiyet verir). Bazı insanlar ikinci izometrik kasılmadan sonraki son pasif germeye daha fazla şiddet ekleyerek tekniği uygulamaktan hoşlanırlar. Bu esneklikte daha fazla kazanımlar sağlamasına rağmen, sakatlanma riskini artırmaktadır (Kaya, 2004).

"kas-gevşet"

Bu teknik de, 10 sn.'lik gergin bir duyarlılık noktasına kadar yapılan pasif bir germe ile başlar. Sonra, izometrik bir kasılmadan daha ziyade konsantrik bir kasılmaya imkan verilerek, dirence karşı vücut bölümünün ekstend edilmesine izin verilir. Takip eden aşamada, kas gevşetilir ve ardından kas, pasif olarak başlangıç pozisyonundaki germeden daha fazla gerdirilir ve belirli bir süre bu pozisyonda

bekletilir. Böylece, hareket genişliği otojenik inhibisyon sayesinde artırılmalıdır (Olivo, 2006; Kaya, 2004).

“agonist kasılmalı tut-gevşet”

Bu tekniğin ilk iki aşaması tut-gevşet tekniğinin hemen hemen aynısıdır. Farklılık, germenin son aşamasındaki pasif germede agonist kasın konsantrik olarak kasılmasıdır. Son germe, otojenik ve karşılıklı inhibisyon sayesinde daha büyük olmalıdır (Olivo, 2005; Kaya, 2004).

"tut-gevşet-swing"

Bu teknik “tut-gevşet-bounce” olarak bilinen tekniğin benzeridir. Statik ve izometrik germelerin eşliğinde dinamik ya da balistik germelerin kullanımını içerir. Çok riskli bir tekniktir ve sadece kas germe reflekslerini yüksek seviyede kontrol etme yeteneğine sahip ileri düzeydeki sporcular ve dansçılar tarafından başarılı olarak kullanılır. Son pasif germede kullanılan dinamik ya da balistik germeler dışında tut-gevşet tekniğine benzer (Kaya, 2004).

Tut-gevşet-swing ve tut-gevşet-bounce gibi dinamik ve balistik PNF germe teknikleri oldukça risklidir. Profesyonel bir sporcu ya da dansçı olmadıkça bu teknikleri uygulamak sakıncalıdır (çok büyük miktarda sakatlanma riski taşır). Profesyonellerin dahi mutlaka uzman bir kişi denetiminde yapmaları gerekmektedir. Bu iki teknik, çok hızlı esneklik kazanımında büyük potansiyele sahiptir (fakat, sadece gerilmiş olan kaslardaki gerilme refleksini yüksek seviyede kontrol edebilen kişiler tarafından yapıldığında).

İzometrik germeler gibi, PNF germeler de çocuklar ve hala kemik gelişimi devam eden insanlar için fazla önerilmemektedir. İzometrik germelerde olduğu gibi, PNF germeler de kasılan kasların kuvvetlenmesine yardım eder ve bundan başka pasif esneklik gibi aktif esneklik artışı için de iyidir. Ayrıca, PNF germeler de izometrik germeler gibi çok etkilidir ve 36 saati geçmeyen periyotlarda yapılmalıdır.

PNF germeler için ilk önerilen prosedür, her kas grubu için 3-5 tekrar yapmaktır (tekrarlar arası dinlenme 20 sn). bununla birlikte, 1987’de yapılan bir çalışmada, bir kas grubu için bir PNF tekniğinin 3-5 kez tekrar edilmesinin, sadece tekniğin bir kez uygulanmasından daha fazla bir etkiye ulaşmak için gerekli

olmadığına değinilmiştir. Bu, germe rutinlerinin zamanını azaltmak için bir göstergedir (etkinliğini azaltmaksızın) ve bir germe oturumunda her kas grubu için sadece bir PNF tekniğinin kullanılmasını önermektedir (Kaya, 2004).

Tablo 2.3. Germe tekniklerinin karşılaştırılması. Hoffman (2002) ve Heyward (2002)'dan alınmıştır.

Faktör	Statik	Balistik	PNF
Sakatlık Riski	Düşük	Yüksek	Orta
Ağrı Derecesi	Düşük	Orta	Yüksek
Germeye Direnç	Düşük	Yüksek	Orta
Pratiklik (zaman ve yardımcı)	Mükemmel	İyi	Kötü
Enerji Tüketimi	Mükemmel	Kötü	Kötü
ROM Arttırmak için Etkililik	İyi	İyi	İyi

2.3.4. Esnekliğin Süresi, Sayımı ve Tekrarı

Pasif bir germenin ne kadar süre tutulması gerektiği konusunda farklı görüşler mevcuttur. Feland (2001), 62 denek (yaşları $84,7 \pm 5,6$) üzerinde yaptığı üç farklı süreyle (15 sn, 30 sn ve 60 sn) haftada 5 gün ve 6 hafta boyunca uygulanan germe egzersizlerin, hamstring kas grubu hareket genişliğine etkisini incelemiş ve en fazla hareket genişliğinin 60 saniyelik statik germeler olduğu bulunmuştur. Ancak Bandy ve Iron(1994)'a göre hamstring kas grubuna üzerine 30 saniyelik statik germelerin 60 saniyeden daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Son zamanlarda yaptığı çalışmalarda Bandy ve Ark. (1997) alt ekstremitelere üç farklı sürelerde uygulanan germe egzersizlerinin farklı etkisinin olmadığını saptamışlardır. Ioannis ve ark (2005) ise alt ekstremiteye uygulanan 60 saniyelik tek bir statik germenin etkileri ile iki kez 30 saniyelik germenin, dört kez 15 saniyelik germenin ve on iki kez 5 saniyelik germenin aynı etkiye sahip olduğunu saptamıştır.

Çeşitli kaynaklar bu sürenin 10 saniye ile 1 dakika arasında değişen sürelerde olması gerektiğine işaret etmektedirler. Appleton(1998)'a göre bir germenin ne kadar süre tutulması gerektiği konusunda bazı tartışmalar mevcuttur. Çoğu araştırmacı 30 ile 60 saniyeyi önermektedir. Hamstringler için, araştırmalar 15

saniyenin yeterli olabileceğini, ancak 15 saniyenin diğer kas grupları için yeterli olup olmayacağı henüz bilinmemektedir. Genel ortak düşünce 20 sn. civarındadır. Çocuklar ve kemik gelişimini henüz tamamlamamış olanlar için pasif bir germeyi uzun süre tutmalarına ihtiyaç duyulmaz. Genç popülasyon için 7-10 saniyelik germe süresi yeterlidir. Çoğu insan germe yaparken sayı saymaktan hoşlanır (ya yüksek sesle ya da içinden). Germe sırasında saymayı, kişinin kendisinin yapması önemlidir. Germe esnasında sayı saymak birçok insanın hedefine ulaşmasına yardım eder. Bir çok kaynak, pasif germelerin her sette 2-5 tekrar yapılmasını ve her germe arasında 15-30 sn. dinlenimde kalınmasını işaret etmektedir (Kaya, 2004).

2.3.5. Esneklik ve Zaman

Yirmi dört saatlik biyoritim, germenin (ya da diğer aktivitelerin) ne zaman yapılacağı konusunda kişinin karar vermesine yardımcı olur. Gummerson (1990), bir çok insanın sabaha oranla, öğleden sonra daha esnek olduğunu ifade eder (yaklaşık 14.30-16.00 saatleri arası). Appleton (1998)'a göre kuvvet ve esnekliğin, zirve değerlerine öğleden sonra geç saatlerde ya da sabah erken saatlerde ulaştığını ifade etmesi bunu desteklemektedir. Bundan dolayı iş öncesinden daha ziyade, iş sonrası antrenman yapmak daha doğru görünmektedir (Kaya, 2004).

2.4. ELEKTROMİYOGRAFİ (EMG)

EMG, elektromiyografi teriminin kısaltılmış adıdır. Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur. Kasılmanın miktarı MÜAP' ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olmadığı veya kasılı olduğu durumlarda MÜAP' ların incelenmesi, şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir. Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir (Soderberg, 1992).

2.4.1. Motor Ünite ve Çizgili Kas Liflerinin Anatomofizyolojik Özellikleri

İskelet çizgili kasında kasılmanın oluşmasındaki yapısal birim motor ünitir ve bir motor ünit birçok çizgili kas lifinden meydana gelmiştir. Omurilik ön boynuzunda bulunan bir alfa-motor-nöron, bunun çevresel uzantısı olan motor akson ile birlikte bu aksonun kas içinde dallanarak birçok kas lifinin innerve etmesi ile motor ünit oluşur. Bir motor akson kas içinde terminal bir ağ yaratarak kas liflerini innerve eder, innerve olan kas lifi sayısı hem bir kas içinde hem de farklı vücut kasları içinde farklıdır. Yapılan çeşitli araştırmalara göre bir motor üniten innerve ettiği kas lifi sayısı 3-2000 arasında değişir. Buna motor üniten innervasyon oranı da denir. Genel bir kural olarak bir motor üniten kas lifi sayısı yüksek ise daha güçlü bir kontraksiyon gelişir. Oysa ince motor işlevler için daha küçük sayıda kas lifi innervasyonu olan motor ünitler söz konusudur. Örneğin dış göz kaslarında motor ünit başına düşen kas lifi sayısı 5-7 adet iken yüz kaslarında bu sayı 25, el kaslarında 100-500 ve gastrocnemius kasında ise 2000'lere kadar çıkmaktadır (Ertekin, 2006).

2.4.2. Kas Lifinin ve Motor Ünitelerin Elektrofizyolojisi

Omurilik alfa motor nöronlarında bir ampuls başladığında o motor nöronun aksonu ile ilişkili kasa iletilir ve kas içi motor akson dallanmalarından geçerek kendine bağlı çizgili kas liflerinin motor son plak bölgelerine çok kısa bir zaman içinde ulaştırılır. Motor son plaktaki elektrokimyasal olaylar dizisini kas liflerinin sarkolemmal membranı boyunca yine bir dizi elektrokimsayal süreç izler (eksitasyon dalgası), kas lifi eskite olur ve kas lifi aksiyon potansiyeli oluşur. Böylece o motor ünite ait bütün kas liflerinde aksiyon potansiyeli ortaya çıkar. İnsanda istirahat halinde membran potansiyeli 70-80 milivolt (mV)'dur ve membran iç yüzü negatif yüklüdür. Tek kas lifi iki türlü elektriksel aktivite yaratır, bunlar motor son plak potansiyeli ve aksiyon potansiyelidir. Motor son plak potansiyeli, kasa bağlantılı motor sinir terminalinden serbest kalan düşük miktarlardaki asetilkolin ile postsinaptik bölge reseptörleri ve civarındaki kas membranında lokal bir depolarizasyon oluşmasına bağlıdır. Kak lifi aksiyon potansiyeli de yine motor son plak bölgesinde, motor sinir terminallerinden asetilkolin salgılanması ile başlamaktadır. Eğer possinaptik membranda var olan motor son plak potansiyeli

yayılan bir depolarizasyon yaratabilecek eşik değere ulaşmamış ise bu lokalize kalıp, minyatür son plak potansiyellerini yaratacaktır. Bunlar 4-8 milisaniye (msn) sürelidir, amplitüdları salgılanan asetilkolin miktarına bağlıdır, kuşkusuz postsinaptik reseptörlerin duyarlılığı ile de ilgilidir. Motor son plak bölgesindeki postsinaptik lokal depolarizasyon eşik değeri aşacak yoğunlukta ise lokal depolarizasyon kas membranı üzerinde her iki yöne doğru yayılır, yayılma hızı 3-5 m/sn'dir ve minyatür son plak potansiyeline göre daha büyük amplitüdlüdür, amplitüdü 80 mV veya üzerindedir, süresi 3-5 msn'dir. Depolarizasyon ile birlikte kas lifinin içi pozitif olur (Ertekin, 2006).

2.4.3. Tek Sinir Lifinde Eksitasyon ve Aksiyon Potansiyeli

Kas hücresi ve sinir hücresi gibi uyarılabilen yapıların en önemli özellikleri hücre içi ve dışında bir elektriksel gerilim farkı olması ve hücre membranı boyunca bu gerilim farklarındaki özel değişimlerle eksitabilite ve iletim dediğimiz olayların oluşmasıdır (Ertekin, 2006).

Sinir ve kas lifleri membranlarının iç yüzeyi negatif, dış yüzeyi pozitif elektrik yük taşırlar. Yani membranın içi ve dışı arasında bir elektriksel gerilim farkı vardır. Kas lifinde, istirahat halinde bu gerilim farkı -90 mV civarındadır. Sinir lifi membranında ise 50-70 mV civarındadır. Membran iç ve dış yüzeyleri arasındaki bu polarizasyon ve gerilim farkına istirahat potansiyeli denir. Ektisabl olmayan diğer hücrelerin membranlarında, örneğin eritrositte de böyle bir polarizasyon ya da gerilim farkı olmakla beraber, bu hücreler elektriksel gerilim ve polarizasyon değişimleri ile sıkı ilişkili olan aksiyon potansiyeli yaratmazlar. Bu hücre membranlarındaki gerilim farkını tanımlamak için transmembran potansiyeli terimi kullanmak daha doğrudur. İstirahat potansiyeli terimi daha çok kas ve sinir membranları için kullanılır (Ertekin, 2006).

Sinir lifi membranının iç yüzünün negatif, dış yüzünün pozitif yüklü olmasında hangi etmenler rol oynamaktadır.

a) Sinir hücresinin içinde Potasyum (K) iyonları ile protein yapılı ve büyük moleküllü anyonlar yüksek konsantrasyonda bulunurlar. Buna karşılık, potasyum (K⁺) ve adı geçen anyonların hücre dışındaki konsantrasyonları düşüktür.

- b) Na^+ iyonları ise hücre dışında yüksek, hücre için de düşük konsantrasyondadırlar.
- c) Hücre zarı delikli bir yapıdır, istirahat halinde ve aksiyon potansiyeli sırasında çeşitli iyonlara karşı geçirgenliği farklılıklar gösterebilir.

Ayrıca Na^+ ve K^+ iyonlarının kendilerine özgü kanalları olduğunu, bunlardan Na^+ kanallarının Ranvier boğumlarında çok daha yoğun olduğunu, K^+ iyon kanallarının ise internodal segmentler altındaki akson membranında daha çok bulunmaktadır. Bu iyon kanallarının dağılışı yanı sıra, iyonları geçiriş hızı (*Conductance*), yavaş veya hızlı açılmaları, akımı içeri veya dışarıya doğru çevirmeleri gibi farklı özellikleri de vardır. Şu halde sinir hücresi membranı boyunca, özellikle Ranvier nodüllerinde, akson membranında dışarıda Na^+ 'un hücre içinde anyonların yüksek konsantrasyonda olması, Na^+ kanallarının kapalı olması ve potasyum kanallarının çok az sayıda olması istirahat membran potansiyelinin oluşumunu sağlar. Bu işin temelinde hücre membranının yapısı ve seçici geçirgenliği yatmaktadır. Normal hücre zarı iki yaprak halindedir. Her iki yaprak arasında birbiri ile paketler yapmış lipid molekülleri bulunur. Dış yaprak intersitisiyel sıvı ile karşı karşıya gelen protein molekülleri tabakasından oluşur. İyonize olmuş bir maddenin hücre içine geçebilmesi iki şekilde olur (Ertekin, 2006).

a) Pasif geçiş

b) Aktif transport

İyonize maddenin ya da iyonların membranı pasif olarak geçmelerinde 3 temel ilke söz konusudur:

1- Hücre membranı ile ayrılmış, hücre içi ve dışında bulunan maddenin (ya da iyonun) "Konsantrasyon Gradyan"ı zar geçişinde önemlidir. Buna "Difüzyon Gradyanı" adı da verilebilir. Eğer İyonize madde bir yanda yüksek konsantrasyonda ise, düşük konsantrasyonlu yana doğru bir pasif itilme meydana gelir. Örneğin hücre içi potasyumu yüksek konsantrasyonda olduğu için difüzyon gücü ile hücre dışına ve sodyum ise tersine hücre içine doğru itilmeğe çalışılır (Ertekin, 2006).

2- Hücre membranı boyunca meydana gelmiş olan polarizasyon yada diğer bir deyiş ile gerilim farkı; daima katyonları hücre içine ve anyonları hücre

dışına taşıma eğilimi gösterir. Buna da "Elektrokompulsif Güç" veya "Voltaj Gradyanı" adı verilir. Örneğin Na^+ pozitif yüklü olduğu için hücre içine çekilme eğilimindedir (Ertekin, 2006).

3- Membran permeabilitesi: Pasif bir olay olarak, bir maddenin, zarı geçebilme kolaylığı birim zaman içinde membranı aşan partikül sayısına bağlıdır. Burada bazı iyonların kendi kanallarının özellikleri önem taşır. Kanalın çapı kadar iyonun genişliği de önemlidir. Örneğin sodyum iyonu, potasyum ve klorür iyonlarına göre daha büyüktür. Buna göre potasyumun geçişi sodyuma göre 50 kez daha yüksektir. Eğer diffüzyon yolu ile birim zamanda 4 sodyum iyonu hücre içine girerse, 200 potasyum iyonu aynı zamanda hücre dışına çıkar. Kuşkusuz böyle bir olayda membran polarizasyonunu korumak için dışarı çıkan (+) yüklü potasyum iyonu kadar (-) yüklü klorür iyonu da dışarı çıkacaktır (Ertekin, 2006).

Buradan anlaşılıyor ki, hücre zarının selektif geçirgenlik göstermesi, iyonların diffüzyon ve voltaj gradyanlarının yarattığı itici güçler; membran boyunca her bir iyonun belirli bir denge içinde olmalarını gerektirir. Bu denge hali belirli bir denklem ile ifade edilir ki buna *Nernst denklemi* adı verilmektedir. Her bir iyon için ayrı bir denge potansiyeli vardır. Örneğin K^+ için ;

$$E_K = \frac{RT}{FZ_k} \log e \frac{(\text{K}^+) \text{ hücre dışı konsantrasyonu}}{(\text{K}^+) \text{ hücre içi konsantrasyonu}}$$

E_K = Potasyum denge potansiyeli

R = Üniversal gaz sabitesi

T = Absolü ısı

F = Faraday sabitesi

Z_k = Potasyum iyon valansı'dır.

Bazı değerler yerine konursa denklem aşağıdaki hale gelir:

$$E_K = 61 \log 10 \frac{(\text{K}^+) \text{ dış}}{(\text{K}^+) \text{ iç}} = -90 \text{ mV}$$

2.4.4. Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli

Kayıt elektrotun kayıt alanına girebilen bir tek motor üniteye ait tüm kas liflerinin birleşik aksiyon potansiyeli. İstemli kasılmada kararlı görünüm ve kasılmanın gücü ile düzenli ilişkisiyle karakterizedir. Kayıt elektrotu yansız olarak kasa yerleştirildiğinde aşağıdaki ölçümlerle tanımlanabilirler: 1.Biçim: (a) Genlik, tepeden tepeye (μV veya mV), (b) süre, toplam süre (msn), (c) faz sayısı (monofazik, bifazik, trifazik, tetrafazik, polifazik), (d) her fazın polaritesi (negatif, pozitif), (e) dönüşlerin sayısı, (f) şekildeki değişim (jiggle), varsa ardışık boşalımı, (g) uydu (satellit) potansiyel varlığı, (h) uyduları da içeren dikenlerin süresi. 2. Tam kasılma özellikleri: (a) aktivasyon eşiği (ilk ateşleme, düşük ve yüksek eşik), (b) başlangıç frekansı, (c) tam kasılma frekansı (Hz) veya her bir potansiyelin tam kasılma aralığı (Kaya, 2004).

2.4.5. Yüzeysel Elektromiyografi

Yüzeysel elektromiyografi (sEMG) nörofizyoloji, kinesiyojoloji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli bir araçtır. Biyomekanik ve kinesiyojoloji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır. Nörofizyolojide sEMG sıklıkla kas dokusunun anatomik özelliklerini, kasların uyarılma alanlarını veya fibril uzunluğunu, tek bir motor ünite aksiyon potansiyelinin iletim hızı gibi nörolojik özelliklerini analiz etmek için kullanılır (Staudenmann ve ark., 2005; Olliver ve ark., 2005; Rahnama ve ark., 2005; Lloyd ve Besier, 2003; Potvin ve ark., 1996).

2.4.6. Elektromiyografik Sinyallerin Verdiği Bilgiler

EMG ile elde edilen veriler genel olarak 3 kategori ayrılarak bizlere bu kategoriler hakkında bilgi verirler. EMG genel olarak; Anatomi ile ilişkili hareketler ve EMG'nin zamana ait görünüşü arasındaki ilişki, kas yorgunluğu ile EMG arasındaki ilişki ve son olarak da kuvvet üretimi ile EMG arasındaki ilişki hakkında bize bilge verir (Soderberg, 1992).

2.4.6.1. Elektromiyografik Sinyallerin Zaman ile İlişkisi

Belirli bir zaman diliminde veya aktivite sırasında kasın üzerinden ya da kas kasılı olmadığı bir zaman diliminde kayıt edilen EMG'den elde edilebilen en temel bilgidir. Kas kasılı olmadığı zaman alınan kayıtlar genel olarak çok zordur çünkü kas tam gevşeme veya rahatlama safhasında oldukça seyrek sinyaller verir (Soderberg, 1992).

2.4.6.2. Elektromiyografik Sinyallerin Kuvvet ile İlişkisi

Belki de ölçüm uygulamalarında EMG bilgisi en çok kas tarafında üretilen kuvvet veya torkunun sonucu ile kasta alınan EMG değerlerini anlamak için kullanılır. Elde edilen bilginin olası değerini bu uygulamaların kalitesi belirler. Örneğin ergonomik çalışmalarda; iş ile ilgili kazaların önlenmesinde çalışanların duruşları ve kullanılan araç gereçlerin değerlendirilmesinde EMG'nin kullanılması içermek gibi olası bir uygulama olabilir (Soderberg, 1992).

Bir EMG kuvvet ölçümü kas kasılmasında devreye giren motor ünitelerin oranı ve ortalama sayılarının miktarı ve aslında kuvvet üretim miktarını anlamak için kullanılır (Soderberg, 1992).

2.4.6.3. Elektromiyografik Sinyallerin Yorgunluk ile İlişkisi

Lokalize kas yorgunluğun meydana gelişini tanımlamak için EMG sinyallerinden elde edilen bilgiler ise üçüncü ve son kategoriyi oluşturur. Bir çok araştırmacı çalışmalarında yorgun kasılmalar süresince düşük frekans alanının arttığını ve EMG sinyallerinin yüksek frekans alanlarında güç yoğunluğunun azaldığını göstermişlerdir (Soderberg, 1992).

Tablo 2.4. EMG'nin sinyal içeriğini etkileyen faktörler. Soderberg (1992)'den alınmıştır.

Faktör	Etki
Nöroaktivasyon	* Motor ünite aksiyon potansiyellerinin ateşlenme oranı * Devreye giren motor ünitelerin sayısı * Motor ünite ateşlenmesinin aynı anda oluşması
Kas Fibril Fizyolojisi	* Kas fibrillerinin iletme hızı
Kas Anatomisi	* Motor ünitelerdeki kas fibrillerinin dağıtımı ve yönlendirilmesi * Kas fibrillerinin çapı * Motor ünite sayısının toplamı
Elektrotların büyüklüğü ve yönlendirilmesi	* Elektrotların veri toplama alanı içindeki kas fibril sayısı * Elektrotların veri toplama alanı içindeki motor ünite sayısı
Elektrot-Elektrolit Ara Yüzeyi.	* Elektrot yeri ve elektrotun malzemesi ve hazırlanması * Elektrot impedance'nın azalması ile frekansın artması (Yüksek geçiş filtresi)
Bipolar Elektrot Konfigurasyonu	* Band aralığı(bandpass filter) ve elektrotların sinyali bulma yeri arasındaki uzaklığın etkisi * Kas fibrillerinin eksenine göre elektrotların yönlendirilmesi

2.4.7. Elektromiyografide Power Spectrum Analizi

Power spectrum analizi (PSA) az bilinen az kullanılan ve gerçekte klinik yararı tartışmalı olan bir yöntemdir. EMG'de PSA aşağıdaki etmenlere bağlı olarak çıkar.

1. Bireysel MÜP'lerin özellikleri. Buna potansiyel süresi ve polifazik potansiyeller de dahildir.
2. Yorgun kas liflerinde iletim hızında azalma.
3. MÜP'lerin ateşlenme oranı.
4. Kayıtlanan bölgede bulunan MÜP'lerin toplanma derecesi. Toplanma derecesi muhtemelen verilen bir kas gücünde kayıtlanan bölgedeki MÜP'lerin sayısına çok bağlıdır.
5. Elektrot ve civarındaki dokunma özellikleri.

PSA'nın son yıllarda nöromusküler hastalıklardaki değeri tartışılmaya başlanmıştır. Bugünkü EMG aygıtlarının bazıları PSA elde edebilecek şekilde ayarlanmıştır. Bu nedenle güç-spectrum analizi'nin normalde ve hastalık halinde ne olduğu tartışılmaktadır. 1950'li yıllarda analog frekans band filtreleri kullanılarak yapılan çalışmalarda iğne EMG'nin frekans dağılışının, kas gücünden bağımsız olduğu sonucuna varılmıştır. Sonraki yıllarda yapılan IP analizlerinde; PSA'nın iğne EMG ile yüksekten düşük frekanslara doğru kaydığı, bununla beraber maksimum kas gücünün %10'dan %80'e arttığı gösterilmiştir. Bu durum muhtemelen MÜP sayısı arttıkça bunların toplanması veya superpose olmasının, küçük hızlı sivri uçlardan bazısının iptaline yol açması nedeniyledir. Bu hipoteze göre power spektrumu yüksekten düşük frekansa doğru bir itilim yapar. Bu birim saniye içindeki potansiyel sayısında azalma ile birliktedir (Ertekin, 2006).

2.4.8. EMG Demodülasyonu

Modulasyon ve demodulasyon terimleri iletişim endüstrisinde bilinen bir terimdir. Modüle etme metotları çok uzun mesafelerden iletilen düşük frekansları yüksek frekansa değiştirme işlemidir. Bir modüle edilmiş sinyal varacağı yere ulaştığı zaman, orijinal düşük frekans düzeyine demodülasyon ile yeniden düzeltilir. Bütün radyo ve televizyon sinyalleri bu yöntemle maruz kalır. Benzer bir yolla, alınan EMG sinyalleri alfa motor nöronlar tarafından modüle edilir. Kas da kasılmaya katılan bütün nöronların postsinaptik depolarizasyon ağının seviyesinin artmasıyla birlikte alfa motor nöronların emirleri de artar. Demodülasyon, bütün başka artışlar ve sinirsel emirler ile ilişkili bilgi toplama teknikleri olarak ifade edilir. Demodülasyon teknikleri olarak rektifikasyon, linear envelope, integrasyon ve root mean square teknikleri kullanılmaktadır (Soderberg, 1992).

2.4.9. Root Mean Square

Root mean square (RMS) voltajı alternatif akımın miktarının etkili değeridir. Myoelektrik uyarıların gerçek RMS değeri uyarılardaki elektriksel gücü ölçer. Zaman içerisinde akımların ortalama değerini verir ve bu nedenle linear envelope benzer. Pozitif veya zaman göstergesi ile kombinasyon içinde, elektriksel uyarıların güç çıkışının anlık ölçümlerini verir. RMS kaç motor ünite uyarıldığına, motor

uyarılma hızına, motor ünite alanına, süresine ve elektriksel uyarıların ilerleme hızına, elektrotların konma yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlıdır (Soderberg, 1992).

Myoelektriksel aktivitenin bir göstergesi olarak kullanılan RMS değerleri, elektriksel uyarıların etkisine bağlı olarak, kas dokusunun fonksiyonel durumunun fizyolojik ölçümünü verir. Kuvvet ve RMS değerleri arasında doğrusal ilişki olmasına rağmen farklı kuvvet düzeyindeki deneklerde bu ilişki doğrusal olmayabilir. Bu teknik araştırmacılar tarafından kullanılmaya devam edilmekte ancak genellikle çok yaygın olarak kullanılmamaktadır. Lawrence ve De Luca birçok çalışmanın temeli olarak antrenman ve kuvvet üretim oranına bağlı ilişkisi ile değişen farklı insan kaslarını normalize edilmiş kuvvet ilişkisini incelemek için yüzeysel EMG uygulamışlardır. RMS değerlerini kullanmışlardır çünkü RMS kas kasılması sırasında motor ünite davranışlarını daha iyi temsil etmektedir. RMS ortaya konan kuvvetle doğrusal olarak ilişkilidir. Eğer kuvvet uygulaması azalırsa myoelektriksel amplitudelerde azalır (Soderberg, 1992).

LİTERATÜR

Bu bölümde plyometrik antrenman ve germe egzersizlerinin etkileri üzerine yapılan geçmişteki araştırmalar ve bu araştırmaların bulguları üzerinde durulacaktır.

Plyometrik Antrenmanın Etkileri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Diallo ve ark. (2001) Gerilme-kısalma döngülü antrenmanlar (plyometrik antrenman) yetişkinlerde genellikle bacak kuvvetini geliştirmek ve dikey sıçrama mesafesini arttırmak için kullanıldığını belirtmiş ancak çocuklarda ise bu tarz çalışmalar hakkında fazla bilginin olmadığını söylemiştir. Bu yüzden plyometrik antrenmanın ve geçiş dönemindeki koruma antrenmanın puberte öncesi dönemdeki futbolcular üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yaşları 12-13 arasında 20 erkek sporcu sıçrama grubu ve kontrol grubu olarak 10'arlı 2 gruba bölünmüştür. Sıçrama grubuna haftada 3 gün olmak üzere toplam 10 hafta boyunca sıçramalar, engeller üzerinde atlama ve diz çekme egzersizleri yaptırılmıştır. Denekler aynı zamanda futbol antrenmanlarına da devam etmişlerdir. Bisiklet testiyle maksimal pedal çevirme gücü ölçülmüştür. Sıçrama gücü ise; *countermovement jump* (CMJ), *squat jump* (SJ), *drop jump* (DJ), 5 tekrarlı sıçramalar (MB5) ve 15 saniyelik *rebound jump* (RRJ15) testleri uygulanmıştır. Sporcuların koşu hızları ise; 20, 30 ve 40 metrelik parkurlarda ölçülmüştür. Aynı zamanda sporcuların antropometrilerini tahmin etmek için vücut yağ yüzdelerine ve yağsız bacak miktarlarına bakılmıştır. Sonuçta antrenmandan önce sıçrama ve kontrol gruplarının vücut yağ yüzdesi gibi antropometrik özellikler benzer özellikler göstermektedir. Antrenmandan sonra sıçrama grubunda; pedal çevirme gücünde (bacak gücü) ($p<0.01$), *countermovement jump* ($p<0.01$), *squat jump* ($p<0.05$), 5 tekrarlı sıçramalar (MB5) ($p<0.01$), 15 saniyelik *rebound jump* (RRJ15) ($p<0.01$) ve 20 m koşu hızında ($p<0.05$) artış gözlenmiştir. Bu süreçte kontrol grubunda bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu sonuçlara göre kısa süreli plyometrik antrenmanlar puberte dönemindeki çocukların atletik performanslarını arttırmıştır.

Lees ve ark. (2004) dikey sıçrama, patlayıcı kuvveti geliştiren aktivitelerde, özellikle plyometrik antrenmanların içerisinde ve maksimal güç antrenman programlarında çok yaygın olarak kullanıldığını belirtmiştir. Dikey sıçramada performansı özellikle de ayak bileği, diz ve kalça eklemin etrafında bulunan kas ve

kas gruplarının kuvveti etkilemektedir. Submaksimal düzeyindeki dikey sıçramaya orantılı ya da buna benzer antrenmanların, maksimal sıçrama performansında ana alt ekstremite kasları üzerindeki etkisi bilinmemektedir. O yüzden bu araştırmanın amacı, dikey sıçramaya katkıda bulunan alt ekstremite eklemlerinin sıçrama yüksekliği artışını belirlemek ve önceki kesin olmayan çalışmalara yorum yapmaktır. Çalışmaya 20 yetişkin erkek denek katılmış ve denekler kollarını savurarak submaksimal (düşük ve yüksek) ve maksimal dikey sıçrama (maksimal) yapmaları istenmiştir. Her sıçramada kuvvet, hareket ve EMG değerleri kaydedilmiş ve bu veriler kinetik ve kinematik dataların genişliği, ayak bileği, diz ve kalça eklemi torku, güçleri ve yapılan işi hesaplamak için kullanılmıştır. Sadece ayak bileği ve diz eklemi (sıçramada kolların kullanılması) ile yapılan dikey sıçrama mesafesinin artmasına ve değişmesine büyük ölçüde etkisi olmadığı (ayak bileğinde yapılan iş: düşük= 1.80, yüksek= 1.97, maksimal= 2.06 J.kg (-1), $F = 3.596$, $p = 0.034$; diz: düşük= 1.62, yüksek = 1.77, maksimal = 1.94 J.kg (-1), $F = 1.492$, $p = 0.234$) ve dikey sıçramada daha iyi performans için kalça ekstansör kaslarında dikey sıçrama hareketine katılması performansı büyük ölçüde etkiler (kalçada yapılan iş: düşük= 1.03, yüksek= 1.84, maksimal= 3.24 J.kg(-1), $F = 110.143$, $p < 0.001$). Sonuç olarak submaksimal ve maksimal sıçramaların ayak bileği, diz ve kalça ekleminde bulunan kaslar üzerinde farklı etkileri olabilir ve beklide çok önemli olmasa bile bu kasların birbirinden farklı olarak çalıştırılmaya ihtiyaçları vardır.

Tricoli (2005) çalışmasında şiddetli direnç antrenmanı ile dikey sıçrama antrenmanı birleştirilerek daha iyi bir antrenman metodu saptama çalışmıştır. Bu yüzden, bu çalışmanın amacı birleştirilmiş şiddetli direnç antrenmanı ile dikey sıçrama ve halter programının her ikisi ile de kısa süredeki etkilerini karşılaştırmaktır. Bu çalışmaya 32 sağlıklı erkek; 12 kişi halter (*weightlifting*), 12 kişi dikey sıçrama (*vertical jump*) ve 8 kişi de kontrol grubu (C) olmak üzere 3 ayrı gruba bölünmüştür. Denekler 8 haftalık antrenman çalışmasına katılmışlardır. Halter grubu: 3x6 RM halter barını göğüs hizasına kadar kaldırma (*high pull*) (elin dış kısmı karşıyı gösterecek şekilde bar tutulur), 4x4 RM halter barını omuzlara alıp ayağa kalma (*power clean*), 4x4 RM halter barını omuzlara alıp ayağa kalma ve ayaklardan birisini öne doğru atarak halter barını omuzlardan yukarıya doğru atma (*clean and jerk*) antrenmanları yapmışlardır. Dikey sıçrama grubu: 6x4 çift ayak engellerin

üzerinden sıçrama, art arda tek ayakla sıçrayarak engellerin üzerinden geçme, 4x4 tek ayak ile engel üzerinden geçme, 4x4 40cm yükseklikten derinlik sıçraması yapmışlardır. Bunlara ek olarak tüm gruplar 4x6 RM yarım *squat* yapmışlar. Antrenmanın şiddeti 4. haftadan sonra biraz daha arttırılmıştır. Ön-test ve son-test'te *squat jump* ve *counter movement jump* testleri, 10 ve 30 m sprint testi, bir çabukluk testi, 1 RM ile yarım squat testi ve *clean and jerk* (bu son test sadece haltercilere yapılmış) testleri yapılmıştır. Halter grubuna uygulanan program sonucunda sporcuların 10 m koşu hızında anlamlı bir artmış meydana gelmiştir ($p<0.05$). Halter ve dikey sıçrama grubunun *counter movement jump* değerleri artmış ($p<0.05$) fakat halter grubundaki *counter movement jump* değerlerindeki artış dikey sıçrama grubundakinden daha fazla olmuştur. Diğer yandan dikey sıçrama grubunun 1 RM yarım squat değerleri (% 47.8) halter grubundan (% 43.7) daha fazla artmış olduğu görülmüştür. Sadece halter grubu *squat jump* değerlerini % 9.5 oranında arttırabilmiştir. Kontrol grubunda herhangi bir değişikliğe rastlanmamış. Bu sonuçlara göre olimpik halter antrenmanı dikey sıçrama antrenmanına göre daha genel bir kuvvet gelişimi sağlıyor.

Kotzamanidis ve ark. (2005) aynı antrenman oturumunda birleştirilmiş ağır direnç ve hız antrenmanının futbolcularda kuvvet, koşu hızı ve dikey sıçrama performansları üzerindeki etkileri araştırmıştır. Çalışmaya 35 kişi katılmış ve bu kişiler 3 ayrı gruba ayrılmışlardır. Birinci grup ($n=12$) direnç antrenmanlarıyla birleştirilmiş hız antrenmanlarını aynı antrenman oturumunda uygulamışlardır. İkinci grup ($n=11$) aynı direnç egzersizini uygulamış fakat hız antrenmanı yapmamışlardır. Ve kontrol grubu ($n=12$) ise herhangi bir antrenman programına katılmamışlardır. Dikey sıçrama performansını değerlendirmek için üç tane sıçrama testi kullanılmıştır: bunlar *squat jump*, *counter movement jump* ve derinlik sıçramasıdır. Deneklerin koşu hızlarını değerlendirmek için 30-m dash testi kullanılırken, kuvvetlerini değerlendirmek içinse 1RM testi uygulanmıştır. Antrenman sonrası her iki deney grubunun da 1 RM değerlerini arttırmıştır. Ayrıca birinci deney grubunun 30-m dash sürati, *squat jump* ve *counter movement jump* değerleri ikinci ve kontrol grubundan daha anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre birlikte yapılan kuvvet ve hız antrenmanı geleneksel kuvvet antrenmanına göre daha iyi sonuçların çıkmasını sağlıyor.

Chimera ve ark. (2004) çalışmasında sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremité kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmek istemiştir. Bu çalışmaya Amerika Ulusal Üniversiteler Spor Birliği birinci bölümde (*division 1*) yarışan 20 sağlıklı bayan atlet katılmıştır. Bu çalışmanın modeli ön-test son test kontrol gruplu model olarak belirlenmiştir. Deney grubu haftada 2 kez olmak üzere toplam 6 hafta plyometrik antrenman yapmışlardır. Yüzeysel EMG kullanılarak *vastus lateralis*, *vastus medialis*, *medial* ve *lateral hamstring* ve kalça addüktör ve abdüktör kaslarının reaktivitesi ölçülmüştür. Dikey sıçrama mesafelerine ve koşu hızları *VERTEC* ve kızıl ötesi zaman aletiyle değerlendirilmiştir. Yapılan çoklu varyans analizi sonucunda deney grubundaki sporcuların addüktör kaslarının reaksiyondan önceki hazırlık safhasında ortalama ve en yüksek değerlerin anlamlı olarak arttığı gözlenmiştir. Deney grubunun dikey sıçrama mesafesi % 5.8 ve kontrol grubunun ise % 2.0 oranında artmasına rağmen bu istatistiksel olarak anlamlı değildir. Sonuç olarak plyometrik antrenman sürecince program öncesindeki motor öğrenmelerin addüktör aktivite ve addüktör ile abdüktörlerin karşılıklı olarak çalışmalarını arttırmıştır. Bu datalar plyometrik egzersizleri yaparken yerle temas esnasında alt ekstremiteleri yan yana getirmek ve dinamik olarak yere düşüş esnasında sarsıntıyı azaltmak için kalça kaslarını harekete geçirmenin rolünü güçlü olarak desteklemektedir. Plyometrik egzersizler alt ekstremitelerdeki eklem sağlamlığını fonksiyonel olarak arttırarak sakatlanma riskini azaltabilir.

Wisloff ve ark. (2004) elite futbolcularda sprint performansı ve dikey sıçrama yüksekliği ile maksimal squat kuvveti arasında yüksek düzeyde bir korelasyon olduğunu savunmuştur. Bu yapılan çalışmaya Norveç'in son 10 yıldaki en başarılı futbol takımı olan Rosenborg Futbol Takımında yer alan 17 elite erkek futbolcu katılmıştır. Deneklerin yaşları 25.8 ± 2.9 , boyları 177.3 ± 4.1 cm, vücut ağırlıkları 76.5 ± 7.6 kg, kandaki hemoglobin yoğunluğu 160 ± 12 g/L, vital kapasiteleri 5.6 ± 1.0 litre, bir saniyedeki zorlu ekspirasyon volümleri 5.2 ± 0.8 litre, maksimal kalp atım hızı 198 ± 17 atım/dk, maksimal oksijen tüketimi ise 65.7 ± 4.3 ml/kg/dk olarak kaydedildi. Çalışmanın bulgularında dikey sıçrama, sprint performansı ve maksimal squat kuvveti arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarında VO_2MAX 5.0 ± 0.4 L/dk, 65.7 ± 4.3

ml/kg/dk, squats 171.7 ± 21.2 kg, 2.2 ± 0.3 kg/kg vücut ağırlığı, dikey sıçrama yüksekliği 56.4 ± 4.0 cm, 10 m sprint 1.82 ± 0.3 sn, 20 m sprint 3.0 ± 0.3 sn, 30 m sprint 4.0 ± 0.2 sn olarak kaydedilmiştir. 1 RM ile 10 m sprint zamanı arasında ($r = 0.94$, $p < 0.001$), 1 RM ile 30 m sprint zamanı arasında ($r = 0.71$, $p < 0.01$), 1 RM ile 10 m mekik koşusu arasında ($r = 0.68$, $p < 0.02$), 1 RM ile sıçrama yüksekliği arasında ($r = 0.78$, $p < 0.02$) düzeyinde ilişki saptanmıştır. Dikey sıçrama performansı ile 10 m sprint zamanı ($r = 0.72$, $p < 0.001$) ve 30 m sprint zamanı arasında ($r = 0.60$, $p < 0.01$) düzeyinde ilişki vardır. Yarım squat pozisyonunda maksimal kuvvet düzeyi, üst düzeydeki futbolcularda dikey sıçrama ve sprint performansını belirlemek için kullanılabilir. Yüksek squat kuvvetinin maksimal oksijen tüketimini azalttığı görülmüştür. Elite futbolcular maksimal kuvvet antrenmanları ile konsantrik hareketler içeren sıçrama ve sprint performansı üzerine yoğunlaşmalıdırlar.

Hewett ve ark. (1996) bayan atletler üzerinde yaptığı çalışmada sıçrama gerektiren sporlarda sıçrama antrenmanının alt ektremite kuvvetleri ve sıçrama sonrasında yere iniş esnasında uygulanan kuvvetin azaltılması üzerine etkisini test etmeyi amaçlamıştır. Antrenman programı öncesi ve sonrasındaki parametreler erkek atletlerle karşılaştırılmıştır. Bu program dikey sıçrama performansının artırılması ve alt ektremite sinir-kas kontrolünü öğrenerek yere iniş sırasında yere uygulanan kuvvetin azaltılması için tasarlanmıştır. Uygulanan antrenman programından sonra voleybolda blok sıçraması sırasındaki zirve konuş gücü % 22 azalmış ve dizin addüksiyon ve abdüksiyon anında da yaklaşık olarak %50 azalma meydana gelmiştir. Antrenmanlardan sonra bayan sporcuların konuş gücü ve addüksiyon ve abdüksiyon değerleri erkek sporculardan daha düşük çıkmıştır. Erkek sporcuların external diz ekstansiyonu bayanlardan 3 kat fazla çıkmıştır. Dominant olmayan bacakta bulunan quadriceps kas grubunun zirve torku % 26 artmışken dominant bacakta ise % 13 lük bir artış olmuştur. Dominant olan bacakta hamstring kas kuvveti %44 artmış. Dominant olmayan bacakta ise %21 lik bir artış görülmüş. Erkeklerin zirve tork oranları antrenmansız bayanlardan fazla çıkarken antrenmanlı bayanlarla aynı oranda çıkmıştır. Ortalama dikey sıçrama mesafelerinde de yaklaşık olarak %10 luk bir artış görülmüş. Sonuç olarak bu tarz bir antrenman, hareket sırasında dizin stabilizasyonunu sağlamaya ve diz sakatlıklarının engellenmesine anlamlı katkı sağlamıştır.

Wilson ve ark. (1996) ağırlık ve plyometrik antrenmanın eksantrik ve konsantrik kuvvet üretimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmaya antrenmanlı 41 erkek katılmış ve denekler rastgele ağırlık antrenman, plyometrik antrenman ve kontrol grubu olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Deney grupları 4 hafta boyunca ağırlık kaldırmış veya dinamik plyometrik egzersizler uygulamışlardır. Antrenman periyodu bitirildikten sonra denekler dikey sıçrama testi, eksantrik ve konsantrik test, sınav testi, maksimal bench pres ve squat pozisyonunda ağırlık kaldırma testleri uygulanmıştır. Plyometrik antrenman deneklerin alt ekstremitte eksantrik kuvvet üretimi oranını anlamlı bir şekilde arttırmıştır. Ağırlık antrenmanı öncelikle olarak konsantrik kuvvet üretimi arttırmıştır.

Matavulj ve ark. (2001) küçük basketbol oyuncularında plyometrik antrenmanın sıçrama performans üzerine etkilerini araştırmıştır. Plyometrik antrenmanın çocuk basketbol oyuncularının üzerindeki etkilerinden önce üç farklı egzersiz yapılmıştır. Kontrol grubundaki denekler sadece sezon ortasında düzenli egzersiz, diğer iki grup ise 50 cm ve 100 cm'den derinlik sıçramasını uygulamışlardır. Antrenman sonrası ve öncesi test edildiğinde maksimal dikey sıçrama yüksekliği kadar kalça ve diz ekstansörlerinin kuvvet gelişim oranı da gelişmiştir. 50 cm'den derinlik sıçraması yapan grubun *countermovement jump* değerleri 4.8 cm, 100 cm'den derinlik sıçraması yapan grubun *countermovement jump* değerleri ise 5.6 cm artmış, kalçanın ekstansörlerinin kuvveti ve diz ekstansörlerinin kuvvet gelişim oranları her iki grupta da gözlenmiştir. Ancak kontrol grubunda herhangi bir değişiklik kaydedilmemiştir. Her iki deney grubunun *countermovement jump* değerleri ve kuvvet gelişim oranları kontrol grubundan daha fazla arttığı görülmektedir. Bununla birlikte deney grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Sonuç olarak plyometrik antrenmanın sınırlı düzeyde kullanılarak, üst düzeydeki küçük basketbol oyuncularının sıçrama performansı artırılabilir ve bu artış kalça ve diz ekstansörlerindeki kuvvet gelişim oranları ile bir parça ilişkilidir.

Lees ve Fahmi (1994) çalışmasında plyometrik antrenmanda derinlik yüksekliğinin performansa etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya katılan 30 deneklerden hem *countermovement jump* hemde *squat jump* yaparak 12, 24, 36, 46, 58 ve 68 cm yükseklikten derinlik sıçramalarını uygulamaları istenmiştir. Denekler

sıçramalarını *Kistler* kuvvet platformu üzerinde yapmışlar ve bu alet sayesinde maksimum dikey hız, maksimum dikey kuvvet, ağırlık merkezinin yukarıya kaldırma yüksekliği ve vücut ağırlık merkezinin ne kadar aşağıya indirildiği hesaplanmıştır. Bütün ölçüm parametrelerindeki en iyi performansın 12 cm'lik derinlik sıçraması sonucunda elde edildiği gözlenmiştir. Bu bulunanlar diğerleri araştırmacılar tarafından literatürde rapor edilen benzer çalışmalardan farklıdır. Bu bulgular plyometrik hareket performansı içinde olan koordinasyon unsurları ve bir becerinin kısımları, yüksekten sıçrama yaptıktan sonra oluşan ağır yüke karşı doğal olarak biomekaniksel cevaplar ve antrenmanın bölümleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.

Read ve Cisar (2001) değişik dinlenme aralıklarının derinlik sıçrama performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu incelemeye yaşları 25.08 ± 2.43 olan 12 erkek denek katılmıştır. Denekler 10 ila 80 cm arasındaki yükseklikten derinlik sıçramasını uygulayarak, her denek için en ideal yükseklik belirlenmiştir. Derinlik sıçrama mesafeleri belirlendikten sonra denekler farklı dinlenme süreleri ile 3 set ve her sette 10 sıçrama yapmışlardır. Her deneğe derinlik sıçramalarının arasına 15, 30 ve 60 saniyelik dinlenme aralıkları verilmiştir. Her derinlik sıçrama denemesinde maksimal dikey sıçrama yüksekliği ve dikey olarak yere uygulanan kuvvet hesaplanmıştır. Yüksek performans hareket ölçüm sistemi kullanılarak dikey sıçrama yüksekliği ve *Kistler* kuvvet platformu kullanılarak ise yere uygulanan kuvvet ölçülmüştür. Sonuçta dinlenme aralığının uzunluğu dikey sıçrama yüksekliği veya dikey olarak yere uygulanan kuvveti etkilememektedir ($p>0.05$). Bu nedenle bu çalışma göstermiştir ki; derinlik sıçrama performansı süresince toparlanmak için 15 saniyelik dinlenme aralığı yeterlidir.

Liu ve ark. (2006) çalışmasında gerilme-kısalma döngüsünün içerdiği maksimal fonksiyonla uygulanan eksantrik ve konsantrik safha süresince enerji depolanması, aktif olarak kullanılan bacağın sertliğinin ayarlanması ve ilgili kasların EMG aktivitesi üzerine yaşın etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya 10 sağlıklı yaşlı erkek (yaş: 68.6 ± 5 yıl; Boy: 165.3 ± 4.4 cm; vücut ağırlığı: 61.7 ± 9.3 kg) ve 10 sağlıklı genç erkek (yaş: 24.3 ± 2 yıl; boy: 171.5 ± 4.6 cm; vücut ağırlığı: 65.9 ± 8 kg) gönüllü olarak çalışmaya katılmışlardır. Bütün denekler hafta 2-3 kez fiziksel aktivite yapan ve son 10 yıl hastane kayıtlarına göre alt ekstremitede

osteoporosis, osteoarthritis, arthritis ve rheumatism veya herhangi bir nörolojik bozukluk olmayan kişilerden seçilmiştir. Biovision EMG System (Biovision, Wehrheim, Germany) aleti kullanılarak EMG sinyalleri her deneğin sağ ayağındaki *rectus femoris* (RF) ve *biceps femoris* (BF) kaslarından kaydedilmiştir. *Rectus femoris* kası için elektrotlar ön uyluğun ortasına (*anterior thigh*) (diz ve iliac kemiği arasındaki mesafenin ortasına) ve *biceps femoris* kası için ise elektrotlar kalça ve diz ekleminin arka kısmıyla (*popliteal joint*) olan mesafenin ortasına konmuştur. Bu elektrotlar Cram, Kasman and Holtz'un belirttiği standart elektrot koyma yerlerini dikkate alınarak konulmuştur. Deri temizlendikten sonra *bipolar* elektrotlar ilgili kasın merkezine 3 cm ara ile tutturulmuştur. Bir referans elektrot sağ *fibular head* üzerine konulmuştur. Yere uygulanan kuvvet (*Ground Reaction Force*), denekler *squat jump* ve *countermovement jump* hareketini uygularken Kistler 9281 *force plate* aletiyle ölçülmüştür. Ard arda gelen EMG sinyalleri *Ground Reaction Force* ile aynı anda toplanmıştır. Bütün denekler *squat jump* ve *countermovement jump* testini maksimum eforla kuvvet levhasının üzerinde uygulamışlardır. *Squat jump* testinde denek diz açısını yaklaşık 90° getirdikten 1-2 sn sonra maksimum eforla yukarıya doğru sıçrarken EMG aktivitesi ölçülmüştür. *Countermovement jump* testini denekler, ayakta durur pozisyonda başladıktan sonra hızlıca aşağıya çömeldikten sonra maksimum eforla yukarıya sıçramışlar ve bu esnada da EMG aktivitesi ölçülmüştür. Denekler her oturumda 1'er dakika ara ile 3 deneme yapmışlar ve sıçrarlarken kollarını savurmuşlardır. Sakatlığı engellemek ve güvenlik için denekler sıçrama testini uygularken yanlarında yardımcı bulunmuştur. *Squat jump* ve *countermovement jump* testindeki 3 denemenin en iyi skoru analiz için kaydedilmiştir. EMG sinyalleri 10-400 Hz band aralığında filtrelendi ve bütün dalgalar düzeltilmiştir. *Squat jump* testi esnasında alınan EMG sinyallerinin maksimum değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Her kas grubunun *root mean square* (RMS) değerleri *squat jump* süresince her 20 ms için hesaplanmıştır. Çalışmanın bulgularında *countermovement jump* esnasında bacak sertliği (leg stiffness) genç deneklerin yaşlı deneklere oranla çok daha fazladır. Yaşlılarda *countermovement jump*in eksantrik safhasında bacak sertliği % 29.3 oranında azalmıştır ($p < 0.05$). Yaşlılarda *countermovement jump*in eksantrik safhası süresince enerji depolanması, genç deneklerden % 21.5 daha azdır. Gruplar arasında hareket

zamanı ve EMG aktivitesi arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Eksantrik safha ve konsantrik safha karşılaştırıldığında gruplar arasında *rectus femoris* ve *biceps femoris* kaslarının IEMG değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Yaşlı deneklerin *rectus femoris* ve *biceps femoris* kaslarının IEMG değerleri genç deneklerden anlamlı olarak daha azdır. Konsantrik safha süresince yaşlı deneklerin alt ekstremitte kasları genç deneklere göre anlamlı olarak daha az enerji ve iş yapabilmektedir. Aynı zamanda her iki deney grubunun da EMG ve enerji verileri, alt ekstremitte kaslarının iş yapma kapasitesi ve bacak sertliği arasında ($r = 0.63$, $p < 0.05$) düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır. Sonuçta yaşlı deneklerin sıçrama testlerini uygularken aktiviteye katılan motor ünite sayısı gençlere oranla daha azdır. Yaş sinir-kas sisteminin etkilerini azalttığı gibi bunun yanında sıçrama performansını ve alt ekstremitte kaslarının kuvvetini de azaltmaktadır. Her iki deney grubunun maksimal eforla yaptığı *countermovement jump* testinde genç denekler sıçrama esnasında çok kısa zamanda daha fazla motor üniteyi devreye sokabilmişler ve daha yukarıya sıçramışlardır. *Countermovement jump* hareketi gerilme-kısalma döngülü hareket olduğundan sinir-kas sisteminin gerilme refleksi tetikler. Bizim çalışmamızda gerilme-kısalma döngüsü süresince sinir-kas sisteminin refleks yeteneği ve kas kuvvetinin azalmasından dolayı yaşlı bireylerin EMG aktivitesinin azalması ile sonuçlanmıştır.

Kyrolainen ve ark. (2005) koşu hızının artması ile birlikte kas aktivasyonunun değişimlerini incelemek üzere 17 üst düzey orta mesafe koşucusunun farklı koşu hızlarında yere uyguladığı kuvvet ve maksimal istemli izometrik kasılma sırasında bacak kaslarının elektromyografik aktiviteleri kayıt edilmiştir. EMG *gluteus maximus*, *vastus lateralis*, *biceps femoris*, *gastrocnemius* ve *tibialis anterior* kaslarından kayıt edilmiştir. Çalışmanın bulgularında koşu hızının artması ile birlikte bütün kas gruplarının ortalama EMG aktivitesinde de arttığı gözlenmiştir. Yüksek hızda koşarken *gluteus maximus*, *vastus lateralis*, *biceps femoris* ve *gastrocnemius* kaslarının ortalama EMG aktiviteleri, % 100 maksimal istemli kasılmanın aynı safhasındaki değerleri aşmıştır. Bu sonuçlar maksimal istemli kasılmaların, insan iskelet kaslarının tam potansiyelini göstermede kullanılabilir olmadığını göstermektedir. Ayrıca koşu esnasında ayağı yerle temasından hemen önceki ayağın öne doğru uzatılması ve ileriye doğru koşarken arkadaki bacağın

gerilmesi esnasında artan kuvvet üretimi ve gerilme refleksinin rolü ile EMG aktivitesi artmıştır. Koşu boyunca iki eklemden bulunan kasların (*biceps femoris*, *rectus femoris* ve *gastrocnemius*) EMG aktivitesinin artması, koşu hızının artmasını sağlayan etkili bir kuvvet üretimi için gereklidir.

Martin ve ark., (2005) yaptıkları çalışmada amacı istemli ve istemsiz kasılmalar ve EMG kayıtları kullanılarak diz ekstansör kaslarının yaptıkları yüksek şiddetteki bir egzersizden sonra oluşan merkezi ve periferik yorgunluğun tekrar gözden geçirilmesini amaçlamışlardır. Aralıklarla yapılan 15 dakikalık tepe aşağı koşularından önce ve 30 dakika sonra maksimal elektriksel uyarımlar 10 erkek deneğin femoral sinirlerinden ölçülmüştür. Maksimal istemli aktivasyonu belirlemek için üst üste yapılan maksimal istemli bir izometrik kasılma sırasında elektriksel uyarımlar ölçülmüştür. Vastus lateralis, vastus medialis ve biceps femoris kaslarının EMG değerleri maksimal istemli bir kasılma sırasında kaydedilmiş ve root mean square değeri kullanılarak da hesaplanmıştır. M dalgası özelliği de belirlenmiştir. Sonuç olarak; diz ekstansör kaslarının maksimal istemli kasılmasında ve maksimal istemli aktivasyonda yorgunlukla birlikte anlamlı bir azalma görülmüştür (sırasıyla: % -19.6 ± -6.1 ; $p < 0.001$ ve % -7.8 ± -6.6 ; $p < 0.01$).

Toumi ve ark. (2004a) çalışmasında sıçrama antrenmanları ile ağırlık antrenmanının *squat* ve *countermovement jump* sırasında sıçrama performansı ve kas stratejisi üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmaya yaşları 17 ile 24 arasında değişen ve sağlıklı 22 erkek hentbol oyuncu katılmıştır. Denekler rastgele ağırlık antrenman grubu, sıçrama antrenmanı ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubu ve kontrol grubu olarak 3 ayrılmıştır. Antrenman periyodundan önce ve sonra maksimal izometrik kuvvet ve maksimal konsantrik güç supine pozisyonunda bacak presi sayesinde, dikey sıçrama *squat jump* ve *countermovement jump* testleri ile ve kas adaptasyonundaki değişimleri belirlemek içinde yüzeysel EMG (sEMG) kullanılmıştır. 6 haftalık antrenman programından sonra iki antrenman grubunda maksimal izometrik kuvvet, maksimal konsantrik güç ve *squat* sıçrama performanslarında artış görülmüştür. Bununla birlikte sadece sıçrama ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubunda *countermovement jump* sırasındaki sıçrama yüksekliğinde anlamlı bir artış olmuştur ($P < 0.05$). Myoelektriksel sinyaller *vastus lateralis*, *vastus medialis* ve *biceps femoris* kaslarından kayıt edilmiştir. Kayıtlama

20 mm'lik ara ile bipolar yüzeysel elektrotlarla yapılmıştır. Deri traş edilmiş, alkolle temizlendikten sonra test süresince kalıcı olarak işaretlenmiştir. EMG analizi root mean square değerleri ile yorumlanmıştır. Antrenmandan 3 hafta sonra her iki antrenman grubunda da dikey sıçrama yüksekliğinde kontrol grubu ile istatistiksel farklılık görülmemiştir. Ancak antrenmanın 6. haftasının sonunda *squat jump* performansında, ağırlık antrenman grubunda % 9.1 ve kombine edilmiş antrenman grubunda ise % 11.3 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte *countermovement jump* sonuçlarında ise sadece kombine edilmiş antrenman grubunda % 13.2 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur ($P=0.02$). İki antrenman grubu içinde *squat jump* performansları arasındaki RMS değerleri antrenman öncesi ile antrenman sonrası ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte *countermovement jump* sırasındaki geçiş ve konsantrik kasılma safhalarında *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait RMS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ($P=0.03$). Kontrol grubunun *countermovement jump* sırasındaki eksantrik ve konsantrik kasılma safhalarında ilgili kaslara ait RMS değerlerinde anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Bütün sıçrama çeşitlerinde *biceps femoris* kasına ait RMS değerlerinde anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Kombine edilmiş antrenman grubundan antrenmanın 3.üncü haftasında maksimal izometrik kasılma kuvvetinde % 13.2 oranında ve istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($P=0.03$). Antrenmanın 6.ıncı haftasının sonunda ise her iki antrenman grubu içinde maksimal izometrik kuvvet ve maksimal konsantrik güçte istatistiksel artışlar görülmüştür ($P=0.02$). Kontrol grubunda maksimal izometrik kuvvetlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Her iki deney grubu içinde maksimal konsantrik kasılmalarının % 60, %50 ve % 40 şiddetinde yapılan istemli kasılmalarda *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait RMS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($P=0.02$). Bununla birlikte *countermovement jump* sırasında sadece sıçrama antrenmanı ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubunda rectus femoris ve diz ekstansör kas aktivasyonu ve diz eklem stiffness'ı artması ile birlikte sıçrama öncesinde yapılan eccentric kasılmadan sonra konsantrik kasılmaya geçiş safhasının kısaldığı açıkça görülmüştür. Belli başlı aktivitelerde, diz ekleminde geçiş safhası sırasında, kasın

kasılabilir özellikleri *countermovement jump* sırasında performansın düzenlenmesinde ana rol oynamaktadır.

Toumi ve ark. (2004b) çalışmalarında plyometrik antrenman ile uygulanan hızlı veya yavaş gerilme-kasılma uygulamalarının sıçrama performansı ve kas özelliklerinin üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. 8 haftalık deney için çalışmaya yaşları 19 ile 22 arasında değişen gönüllü 30 erkek katılmıştır. Denekler antrenman grubu 1 (TG1), antrenman grubu 2 (TG2) ve kontrol grubu (CG) olmak üzere 3 ayrı gruba bölünmüştür. Birinci gruptaki (TG1, n=12) denekler ayakta durur pozisyonda dizleri 90 derecelik fleksiyon hareketinde 0.4 m/sn standart hızda ve kontrolde ve hemen mümkün olabildiğince çabuk bacak ekstansiyonu hareketini uygulamışlardır. İkinci gruptaki (TG2, n=12) denekler ayakta durur pozisyonda dizleri 90 derecelik fleksiyon hareketinde 0.2 m/sn standart hızda ve kontrolde ve hemen mümkün olabildiğince çabuk bacak ekstansiyonu hareketini uygulamışlardır. Her egzersiz omuzlarda maksimal izometrik kuvvetin % 70'i kadar ağırlıktaki halter ile 10 tekrar ve 6 setten meydana gelmiştir. İki haftalık aralıklarla yeni bir maksimal izometrik kasılma (1 RM) ölçüldükten sonra % 70'lik yükleme modifiye edildi. Egzersizler 8 hafta boyunca haftada 4 kez uygulanmıştır. Üçüncü grup ise kontrol grubu (CG, n=6) olarak ayarlandı ve herhangi bir uygulamaya katılmamışlardır. Antrenman öncesinde ve sonrasında denekler maksimal izometrik kuvvet (MVC), maksimal konsantrik kuvvet, *squat jump* (SJ) ve *countermovement jump* (CMJ) testlerini uygulamışlardır. Deneklerin her sıçraması eksantrik (ECC), geçiş (TR) ve konsantrik safha (CON) olmak üzere üç bölüme ayrılarak kayıt edildi (100 Hz). Aynı zamanda deneklerin antrenman öncesinde ve sonrasında elektromyografik aktivitelerdeki değişimleri belirlemek için yüzeysel EMG (sEMG) kullanılmıştır. Her iki deney grubu için *squat jump* ve *countermovement jump* sırasında bacak ekstansiyon kuvvetinde, hızında ve elektriksel aktivitelerinde anlamlı bir artış bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte antrenman grubu 1, antrenman grubu 2 ile karşılaştırıldığında *countermovement jump* performansı sırasındaki geçiş safhası anlamlı olarak azalmıştır ($P<0.05$). Bu çalışmanın sonuçları plyometrik antrenmanda hızlı gerilip kasılarak yapılan *countermovement jump*'ın sıçrama yüksekliğini arttırdığı ve eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya geçiş safhasını azalttığını göstermektedir.

McBride ve ark. (2002) 8 hafta boyunca yapılan yüksek ve düşük şiddetteki *squat jump* sıçrama antrenmanlarının EMG ve çeşitli fiziksel performans ölçümleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmaya toplam 26 erkek denek katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 3 ayrı gruba ayrılmıştır; birinci grup bir sefer sıçrayabildikleri maksimum (*one repetition maximum*: 1RM) mesafenin % 30 (SJ30)'u şiddetinde olan çalışmaya 9 denek, % 80 (SJ80)'i kadar şiddetindeki olan çalışmaya 10 denek ve kontrol grubu olarak da 7 denek ayrılmıştır. Antrenmandan önce ve sonra deneklerin çabukluk, 20 metre sprint ve *squat jump*ın % 30 (30J), % 55 (55J) ve % 80 (80J) şiddetlerinde uygulanan ölçümleri alınmıştır. Sıçrama sırasında zirve kuvvet, zirve hız, zirve güç, sıçrama yüksekliği ve EMG (konsantrik fazda) hesaplanmıştır. SJ30 grubu için 30J, 55J ve 80J de zirve güç ve zirve hız değerlerinde anlamlı bir artış bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca SJ30 grubunun 20 metre sprint performansında da anlamlı bir artış görülmüştür. SJ80 grubunda ise 55J ve 80J da zirve kuvvet ve zirve güç değerleri anlamlı olarak artış ancak 20 metre sprint koşu performansında anlamlı bir azalma olmuştur. SJ30 grubunda 30J ve SJ80 grubunda ise 80J testlerindeki EMG artış yüzdesi kontrol grubuna göre anlamlı oranda artış gözlenmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki düşük şiddetteki *squat* sıçrama antrenmanın sonuçları olarak deneklerdeki hareket hızı kapasitesi artmıştır.

Germe Egzersizlerin İle İlgili Çalışmalar

Literatürde; aynı germe tekniğinin farklı sürelerde uygulanmasının etkileri, aynı germe tekniğinin benzer sürelerde farklı vücut pozisyonlarında uygulanmasının etkileri, aynı germe tekniğinin benzer sürelerde farklı kas gruplarına uygulanmasının etkileri ve bu çalışmada olduğu gibi farklı germe tekniklerinin benzer sürelerde aynı kas grubuna uygulanmasının etkileri gibi birçok araştırma mevcuttur.

Bu bölümde ise farklı germe egzersizlerinin EMG değerleri ve fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi ile ilgili yapılmış araştırmalar sunulmuştur.

Feland ve ark. (2001), dünya veteranlar oyunlarına katılan 55 ve 79 yaşları arasında 97 denek (yaş ort; 65) üzerinde PNF germe ve statik germe egzersizlerinin hamstring esnekliğini üzerindeki akut etkilerini karşılaştırmıştır. Test öncesinde denekleri rastgele kas-gevşet PNF grubu (Contract-relax PNF), statik germe grubu ve kontrol grubu olmak üzere 3 ayrı gruba ayırmıştır. Hamstring esnekliğini 32 saniye boyunca devam eden bir germe öncesinde ve sonrasında Penny and Giles goniometre ile ölçmüştür. Bu ölçümler sonucunda esneklik değerleri ön-test son-testte her üç grupta da anlamlı bir oranda artmıştır. Bununla birlikte en fazla artış iki deney grubundadır. Kas-gevşet PNF germe grubunda 5 derecelik bir artış, statik germe grubunda 4 derecelik bir artış olurken kontrol grubunda ise sadece 1 derecelik artış meydana gelmiştir. Kas-gevşet PNF germe ile statik germe arasında cinsiyet ve yaş değişkenleri arasında da fark bulunmuştur. Kas-gevşet PNF germe grubunda bulunan erkek denekler statik germe grubunda bulunan erkek deneklerden esneklik değerleri anlamlı olarak daha derecede çıkmışken, bayanlarda böyle bir anlamlılık söz konusu değildir. Benzer bir bulgu da 65 yaşından gençler içinde kas-gevşet PNF germe grubu esneklik değerlerinin 65 yaşında ve daha büyük olan deneklerden anlamlı olarak daha derecede çıkmıştır. Sonuçta sadece 32 saniyelik bir germe hamstring esnekliği arttırmada akut bir etki sağlar. Kas-gevşet PNF ve statik germeler esnekliği anlamlı olarak geliştirmiştir. Feland (2001) Erkekler ve 65 yaşından küçük katılımcılar için kas-gevşet PNF germeler statik germelerden daha yararlı olduğunu, bayanlar ve 65 yaşından büyük katılımcılar içinse de; kas-gevşet PNF ve statik germelerin esneklik için benzer yararlar gösterdiğini bulmuşlardır.

Aydoğ ve ark. (2001), çalışmasında ulusal düzeyde yarışan, yaşları 12-16 arasında toplam 10 erkek üzerinde yaptığı diz ve kalçaya uygulanan fleksiyon ve

ekstansiyon germe egzersizlerinin, dizin ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvetleri üzerine etkisi araştırmıştır. Isınma yapılmadan sporcuların Cybex II (+) izokinetik dinamometre kullanılarak her iki bacakta 0° , 30° ve $180^{\circ}/sn$ 'lik açısal hızlardaki diz ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvetleri alındı. Alınan ilk ölçümlerden sonra sporcular sağ kalça ve dizlerine daha önce tariflenen 6 fleksiyon ve ekstansiyon aktif-statik germe egzersizini 30'ar saniyeden 3'er kez uygulandı, sol bacak ise kontrol olarak kullanılıp germe egzersizi uygulanmadı. Bu germe egzersizleri ise; kalça ekstansör ve fleksörlerine, yatar ve ayakta durur pozisyonda quadriceps ve hamstringlere statik germe yapılmıştır. Germe egzersizlerinin sırası kura ile tesbit edilmiştir. Germe egzersizi sonrasındaki ölçümlerde her defasında standart germe egzersizi yaptırıldıktan sonra 0, 20, 30. dakikalardan hangisinde ölçüm yapılacağı yine kura ile belirlendi ve kurada çıkan sıraya göre test edildi. Ölçümler her defasında belirlenen dakikada yapıldıktan sonra ikinci ölçüm takip eden öğleden sonra, ertesi gün sabah ve öğleden sonra tekrarlandı. Her defasında sağ ve sol bacak sırası ile test edildi. Biri germe egzersizleri öncesi, üçü germe egzersizleri sonrasında alınan, dört diz ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvet değerlerinin değerlendirilmesi sonucunda, germe egzersizlerinin maksimal kuvvete etkisi olmadığı saptanmıştır.

Kaya (2004) çalışmasında iki farklı germe egzersizinin esneklik, statik denge, dikey sıçrama performansı ve H-refleks aktivitesi üzerindeki kronik etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya yaşları 18-26 arasında değişen 28 sağlıklı birey çalışmaya alınmış ve yansız olarak iki deney ve bir kontrol grubuna ayrılmıştır (statik germe grubu $n=10$, PNF grubu $n=9$, kontrol grubu $n=9$). İki germe grubu her iki alt ekstremitenin hamstring ve triceps surae kas gruplarına yönelik 6 hafta boyunca, haftada 4 gün statik germe ve kas-gevşet PNF germe yapmıştır. Kontrol grubu, egzersiz programına katılmamıştır. Ölçümler, 6 haftalık egzersiz programı öncesinde ve sonrasında yapılmıştır. Hamstring kaslarının esnekliği, goniometre kullanılarak 90° derecelik kalça ekstansiyonunda diz ekstansiyon hareket genişliğinin (ROM) ölçülmesiyle belirlenmiştir. Statik denge, "Stork Stand Test" prosedürü kullanılarak belirlenmiştir. Dikey sıçrama performansı iki farklı test prosedürü kullanılarak değerlendirilmiş (statik jump ve drop jump) ve H-refleks aktivitesi, yüzeysel elektrot yöntemi ile soleus kasından kaydedilmiştir. Üç grup arasındaki istatistiksel

karşılaştırmalar, KruskalWallis test prosedürüne göre bağımlı değişkenlerin (esneklik, statik denge, dikey sıçrama performansı, H/M oranı) ortalama değerleri alınarak yapılmış, ayrıca bağımlı değişkenlerin anlamlı etkileri için Mann-Whitney U testi ile Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek testi kullanılmıştır. HRTE için H1/H2 oranları, iki-yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA kullanılarak analiz edilmiştir. 12 bağımlı değişken için (inter-stimulus interval) Tukey post hoc testi kullanılmış ve anlamlılık seviyesi $p<0.05$ olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda her iki germe egzersizinin hareket genişliği ve statik denge değerlerini ön testten son testte anlamlı bir şekilde geliştirdiği ($p<0.05$), dikey sıçrama performansı üzerinde anlamlı bir etki yapmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bundan başka, maksimum H/maksimum M oranında her üç grup için anlamlı fark elde edilememiştir ($p<0.05$). Ayrıca, statik germe ve kontrol grubu ön-test son-test HRTE ölçümlerinde anlamlı fark saptanmamıştır ($p<0.05$). PNF grubunda egzersiz sonrası elde edilen HRTE şartlayıcı H-refleks ve test H-refleks oranlarında ön teste göre 150-200 ve 250 ms interstimulus aralığında bir düşme gözlenmekle birlikte bu sonuç istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamış, 500-700 ve 900 ms interstimulus aralıklarında ise oranda anlamlı artış saptanmıştır.

Draper ve ark. (2002) yaşları 20.46 ± 1.74 olan toplam 37 (11 erkek, 26 bayan) denek üzerinde kısa süreli düşük şiddetteki germe egzersizlerinin hamstring esnekliği üzerine etkilerini incelemiştir. 5 günlük çalışmanın sonucunda deneklerin esnekli değerlerinde 5.27 cm'lik (%19.7) artış kaydedilmiştir.

Nelson ve Bandy (2004), liseli erkekler üzerinde yapılan 6 hafta boyunca eksantrik egzersizin ve statik germe egzersizlerinin hamstring kas grubu esnekliği üzerinde farklı etkisi olup-olmadığını incelemiştir. Bu incelemeye 69 erkek (16.45 ± 0.96) katılmış ve katılan 69 denek; 24 kişilik kontrol grubu (yaş: 16.29 ± 0.86), 24 kişilik eksantrik egzersiz grubu (yaş: 16.45 ± 0.96) ve 21 kişilik statik germe grubu (16.24 ± 1.14) olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Esneklik ölçümleri şeffaf, iki kollu ve her kolu 30.48cm (12inç) boyundaki goniometre ile supine pozisyonda ölçülmüştür. Esneklik ölçümünün güvenilirliğini çalışma öncesinde yaşları 29.80 ± 10.35 olan 15 denek (7 erkek, 8 bayan) üzerinde ölçümler yapılarak standardizasyon sağlanması amaçlanmıştır. Ölçümlerde üç asistan görev almış ve bütün ölçümleri bu üç kişilik grup yapmıştır. Bir asistan goniometre ile supine pozisyonda, diz açısını ölçerek hamstring esnekliğini belirlemiştir. İkinci asistan ise deneğe diz eklemine

açıyı arttırmaya çalışırken pasif bir şekilde yardımcı olmakta, üçüncü asistan ise esneklik derecelerini kaydetmektedir. Deneklerden yarım saat ara ile iki ölçüm alınmıştır. Birinci ölçüm değerleri $20.80^{\circ} \pm 10.07^{\circ}$ ve ikinci ölçüm değerleri ise $21.00^{\circ} \pm 10.22^{\circ}$ olarak kaydedilmiştir. Eksantrik egzersiz grubu supine pozisyonda ve sol bacak tam uzatılmış pozisyonundadır. Denek, 0.91m (3ft) uzunluğundaki siyah terebandı sağ ayak topuğuna sardırtan sonra, terebandın iki uzundan tutarak (diz tam ekstansiyonda) kendisine doğru çekmiştir. Bu hareketi denek 5 saniye boyunca ve 6 tekrar yaparak toplamda 30 saniyelik bir uygulama yapmıştır. Statik germe grubu ise ayakta durur pozisyonda sol ayak yerde sağ ayak sandalyenin üzerinde ve her iki elle sağ ayağa doğru ilerlemeye çalışarak hamstring kasını gerdirmeye çalışmıştır. Bu hareket 30 saniye boyunca, haftada 3 gün ve 6 hafta boyunca uygulanmıştır. Sonuç olarak; 6 hafta sonunda grupların ön-test son-test hamstring esneklik değerleri arasında; eksantrik egzersiz ve statik germe grubunun hamstring esneklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülürken, kontrol grubunun hamstring esneklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Son-test esneklik değerleri açısından gruplar arasında fark olup-olmadığına One-Way ANOVA yapılarak bakılmış ve eksantrik egzersiz ile statik germe grupları arasında fark bulunmazken, eksantrik egzersiz ve statik germe gruplarının kontrol grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur.

Hunter ve Marshall (2002) esneklik ve kuvvet antrenmanının sürekli sıçrama ve drop jump teknikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişler ve dikey sıçrama performansı için kuvvet artışının da gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki tüm sıçramalar, maksimum yüksekliğe ulaşma hedeflenerek ve bir sınırlama olmadan gerçekleştirilmiştir. Denekler; kuvvet antrenman grubu, germe grubu, germe-kuvvet antrenman grubu ve kontrol grubu olmak üzere 4 gruba ayrılmış, 10 hafta süren antrenman sonunda deney gruplarının tamamında sürekli sıçrama yüksekliği artarken, sadece germe ile birlikte kuvvet antrenmanı yapan grup ile kuvvet antrenman grubunda drop jump yüksekliği anlamlı olarak artmıştır (DJ30, DJ60 ve DJ90). Ayrıca, sürekli sıçramalar sırasında üretilen ekzantrik alt ekstremite vizkositesi artmış ve 30, 60 ve 90cm'den yapılan drop jump'lar için azalmıştır. Germe egzersizlerinin, sürekli sıçrama ve drop jump teknikleri üzerinde tek başına anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları, yalnızca

maksimum sıçrama yüksekliği hedeflenerek antrenman yapıldığında, sürekli sıçrama ekzantrik bacak vizkositesini ve sıçrama yoğunluğunun her ikisini de artırırken, drop jump tekniğinin ekzantrik bacak vizkositesini daha çok azaltabileceğini göstermiştir.

Kaya (2004) statik ve PNF germelerin hamstring esnekliği üzerindeki etkilerini karşılaştıran bir çalışmada her iki teknik arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Fakat her iki germe rutini, seçilen süratte hamstring izokinetik performansını anlamlı olarak artırmıştır. İki farklı germe tekniğinin (statik germe ve PNF) yürüyüş ekonomisi üzerindeki etkileri diğer çalışmalarda da gösterilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; her iki prosedür yürüyüş ekonomisini %60 maksimumVO₂ geliştirmiştir. Ayrıca, statik germenin yürüyüşü %40 ve %80 maksimumVO₂ etkileyerek geliştirdiği kaydedilmiştir. 180 futbolcuyla yapılan bir çalışmada 20 dk.'lık ısınma programında 10 dk.'lık germe egzersizinin sakatlanma riskini %25 oranında azalttığı görülmüştür. İzometrik kasılmadan sonra gevşemeyi takip eden germenin, kalça, diz ve ayak bileği hareket genişliğini artırmada 15 dk.'lık bisiklet egzersizden ya da 5-6 dk.'lık masajdan daha üstün olduğu kanıtlanmıştır. Aynı çalışmada, masajın ve bisiklet egzersizinin kombine etkileri hareket genişliğini artırmamıştır. Germenin esnekliği artırmada en iyi yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Germe, başlangıçtaki kas ağrılarını izole ettiği yönündeki bulgularda, sıcak/kriyoterapi ile statik germe/ PNF etkileri karşılaştırıldığında statik germenin PNF'in sıcak ya da kriyoterapi ile birlikteliğinden daha üstün olduğu kanıtlanmıştır.

Gray ve Nimmo (2001), yaptığı çalışmada yüksek şiddetli egzersiz esnasında, ısınma çeşitlerinin performans ve metabolizma üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. 8 erkek, %120 maksimal güçle 30 saniyelik yüksek şiddetteki egzersizi uyguladıktan sonra, çalışmaya 1 dakika ara verildi ve daha sonra denekler yorgunluk oluşuncaya kadar, tekrar % 120 güçle bisiklet testini uyguladılar. Egzersizden önce deney grubu aktif ve pasif, kontrol grubu ise ısınma yapmamıştır. Kontrol grubu ($33.60 \pm 0.25^{\circ} \text{C}$) ile aktif ($36.90 \pm 0.18^{\circ} \text{C}$) ve pasif ($36.80 \pm 0.18^{\circ} \text{C}$) ısınma karşılaştırıldığında, kas ısısı egzersiz öncesinde anlamlı bir şekilde yükseldiği gözlenmiştir. 30 saniyelik kısa çalışma süresince, aktif ısınma grubu ($1017 \pm 22 \text{ ml O}_2$) ve pasif ısınma grubunun ($943 \pm 53 \text{ ml O}_2$) tükettiği oksijen miktarı, kontrol grubuna ($838 \pm 45 \text{ ml O}_2$) oranla anlamlı oranda artmıştır. Aktif ısınma sonucunda yüksek şiddetli egzersiz süresince kan laktat düzeyini pasif ısınma

ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında azaltmıştır (sırasıyla; 5.53 ± 5.52 , 8.09 ± 0.57 , 7.90 ± 0.38 mmol). Aktif, pasif ve kontrol grubu arasında yorgunluk süreleri açısından farklılık bulunmamıştır (sırasıyla; 43.90 ± 4.10 , 48.30 ± 2.70 , 46.90 ± 6.20 saniye). Sonuç olarak kas ısısının yükselmesi, yüksek şiddetteki egzersizden sonraki metabolik süreçleri kesinlikle etkilemekte ancak bisiklet testindeki performansı anlamlı bir şekilde etkilememektedir.

Dauty ve ark. (1999) quadriceps femoris ve hamstringlerin esnekliği ve kuvvet arasındaki korelasyonu belirlemek için 22 Fransız voleybolcu üzerinde çalışmıştır. Sporcuları underwent jump testini uygulamış ve böylelikle quadriceps ve hamstring esnekliği ve izokinetik kuvveti bir Cybex 6000 dinanometresi kullanarak ölçmüştür. Dikey sıçramayı ölçmek için *Surgent Jump* testi kullanılmıştır. *Quadriceps femoris* değerleri 6 sn'lik 10, 60 ve 90 derecelik fleksiyonlar süresine ölçülmüştür. Konsantrik kuvvet 90, 180 ve 240 derecelik açısal hızlarda ölçülmüştür. Yapılan çalışma bulgularında; yaş ile sıçrama arasında negatif korelasyon var iken 240 derecelik açısal hızla yapılan konsantrik izokinetik kasılma sırasında hamstringlerin dönme hızındaki artış enerjisi ve diz esnekliği ile yaş ve sıçrama arasında pozitif korelasyon vardır. Buna rağmen *quadriceps femoris* konsantrik zirve torku ile eksantrik zirve torku arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Sonuç olarak sıçrama hem esnekliği hem de nöromotor özelliklerin her ikisini de gerektirmektedir. Bu hareketin daha iyi anlaşılması voleybolun gerçek karakteristiğini anlaşılmasına izin verir. Benzer sonuçlar göstermiştir ki sıçrama bacağı ve savurma bacağına da antrenman uygulamalarında çalıştırarak performans artmasını ve kas-tendon sakatlığını önleyici olabileceği bildirilmiştir. Bu sonuçlar rehabilitasyon uygulamaları ile birlikte çeşitli travma sonrası hastalıkların düzeltilmesinde de rehberlik yapabilir.

Unick ve ark. (2005) geleneksel germe egzersizi atletlerin ısınma periyodunun ayrılmaz bir parçasıdır. Bununla birlikte birçok çalışmaya göre germe egzersizleri performansı azaltır ya da arttırır. Bu yüzden de bu çalışmanın amacı statik germe ve balistik germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini ve germe egzersizlerinden 15 ve 30 dakika sonra güç değişimlerini incelemektir. 16 antrenmanlı bayan germe egzersizlerinden önce dikey sıçrama (*countermovement jump* ve derinlik sıçraması) serilerini uyguladılar. Daha sonra aynı

grup balistik ve statik germe egzersizlerinden hemen dikey sıçrama aktivitelerini tamamladılar. Sonuçlarda statik germe veya balistik germe esneklik öncesinde ve sonrasındaki esneklik skorları ve dikey sıçrama performanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemektedir. Bu bulgular antrenmanlı bayanlarda yarışma öncesinde yapılan germe egzersizlerinin performansa negatif etki etmediğini göstermektedir.

Germe uygulamalarının esnekliği arttırdığı ile ilgili birçok çalışma mevcutken, bunun yanında ise dikey sıçramayı ve bacak kuvveti azalttığı ile ilgili birçok çalışmada literatürde bulunmaktadır.

Farklı bir sonuç gösteren çalışmada Kokkonen, Nelson ve Cornwell (1998) akut kas germelerinin maksimum kuvvet performansını engellediğini bulmuşlardır⁽⁹⁸⁾. Rosenbaum ve Hennig (1995) değişik germeler sonrası kısa süreli bir kuvvet kaybının ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Church ve ark., (2001) yapmış oldukları çalışmada farklı ısınma rutinlerinin (sadece genel ısınma, genel ısınmayla birlikte statik germe ve genel ısınmayla birlikte PNF germe) dikey sıçrama performansı üzerindeki etkileri incelenmiş, dikey sıçrama testi öncesi yapılan PNF'in performans için zararlı olabildiği görülmüştür. Çalışmada uygulamaların her birini dikey sıçrama testleri takip etmiş ve sadece PNF grubunun dikey sıçrama performansında bir azalma gözlenmiştir. Ayrıca, her uygulama hamstring kaslarının esnekliğinde benzer artışlara yol açmıştır. Her üç uygulamadaki esneklikteki benzer artışlar kas-tendon ünitesinde gerçekleşen eşit oranda uyum değişikliğinden kaynaklandığı düşünülmüş ve bunun nedeni, deneklerin statik germe prosedürüne alışmaları gerçeği ile ya da yapılan statik germe oranının dikey sıçrama performansında bir azalmaya neden olmaya yeterli olmaması ile açıklanmıştır. Bir diğer açıklama ise, değişik germelerin otojenik inhibisyon ile sonuçlanabileceği ve kasılmaya katılan mevcut motor ünitenin yetersiz oluşu ile ilgilidir.

Knudson ve ark. (2001) 20 yetişkin erkek üzerinde yaptığı esnekliğin akut etkilerinin dikey sıçrama kinematiklerinin üzerine etkilerini araştırmıştır. Germe ve kontrol grubunun dikey sıçrama kinematikleri, alışılmış 2 ısınmadan sonra yan ekseniden videograf (60 Hz) ile ölçülmüştür. Sonuçta; esneklik sonuçlarının

istatistiksel olarak güçlü olmasına rağmen dikey sıçrama, diz açısı, eksantrik ve konsantrik safların sürelerinde anlamlı bir değişikliğe rastlanmamıştır. Germe egzersizinden sonra deneklerin % 55'inde düşük dikey hızları (% -7.5), deneklerin % 45'inde ise değişiklik olmamış veya daha yüksek dikey (% 35) hızda (% 2.4) çok az bir artış kaydedilmiştir. Gerilme-kısalma döngülü aktivitelerden (dikey sıçrama gibi) önce yapılan germe egzersizleri bazı deneklerde performans düşüklüğüne sebep olmuş, fakat genel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmemiştir.

Fowles ve ark. (2000) pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmalarına 10 genç yetişkin katılmış ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yapılmıştır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) çalışmanın öncesinde, hemen sonunda, ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Maksimal istemli kasılma ilk değerlerle karşılaştırıldığında son testte (%28) ve 5 (%21), 15 (%13), 30 (%12), 45 (%10) ve 60. dakikalar sonrasında (%9) azalmıştır. Motor ünite aktivasyonu ve EMG değerleri pasif germe sonrası durağanlaşmıştır. Fakat 15 dk. sonra normale dönmüştür. Diğer testler, eklem açısı-tonus ilişkisinin geçici olarak değiştiğini göstermiştir. Fakat sadece bu son testte oluşmuştur. Bu veri, yalnız bir kasa yönelik yapılan devam eden germelerin, azalma periyodunun başından sonuna dek kasılabilir gücün zayıflamasına ve azalmanın erken fazındaki kasılabilir gücün ve aktivasyonun zayıflamasına yol açan germe sonrası istemli kuvveti azalttığını (1 saatin üzerinde) göstermiştir.

Evetovich ve ark. (2003) statik germelerin kassal performansı negatif yönde etkilediğini gösterdiği çalışmasında, statik germenin konsantrik izokinetik kas hareketleri sırasında mekanomiyografi, elektromiyografi ve tonus üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. Deneklerin EMG ve MMG değerleri kaydedilirken 2 durumda maksimal izokinetik ön kol fleksiyon kuvvet testi yapılmıştır. Denekler, kuvvet testi öncesinde germe ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kontrol ve germe grubundaki tonus ve MMG değerleri arasındaki farkın anlamlı, EMG değerlerindeki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür.

Ferber ve ark. (2002) PNF germe tekniklerinin yaşlılardan diz fleksör kasının EMG aktivitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma için yaşları 55 ile 75 arasında değişen gönüllü 24 erkek denek katılmıştır. Bütün denekler sağlıklı ve

golf, yürüyüş ve bahçe işleri gibi düşük şiddette aktivite düzeyine sahiptir. Ve daha önce alt ekstremiteye ait sakatlık benzeri rahatsızlıklar geçirmemişlerdir. Denekler üç farklı germe egzersizi uygulamışlardır. Bunlar statik germe (SS), kas-gevşet PNF (CR-PNF) ve agonist kas-gevşet PNF (ACR-PNF) germe tekniklerini toplam 80 saniye boyunca uygulamışlardır. Sonuç ta bütün germe tekniklerinin hareket genişliğini ($p<0.05$) ve *hamstring* ve *gastrocnemius* EMG aktivitesini arttırmasında etkili olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Agonist kas-gevşet PNF germe tekniği diğer iki teknik ile karşılaştırıldığında diz eklemi ekstansiyonu ve diz fleksör kaslarının EMG aktivitesi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Hareket genişliği ortalama değerlerine bakıldığında agonist kas-gevşet PNF germe grubunun $15.66 \pm 0.95^\circ$, kas-gevşet PNF germe grubunun $12.11 \pm 0.66^\circ$ ve statik germe grubunun $11.67 \pm 0.82^\circ$ olduğu görülmektedir. *Hamstring* kasına ait EMG aktivitelere bakıldığında ACR-PNF germe grubunun $42.07 \pm 4.16\%$, CR germe grubunun $21.84 \pm 1.94\%$ ve SS grubunun değerleri ise $19.52 \pm 2.38\%$ kaydedilmiştir. *Gastrocnemius* kasına ait EMG aktivitelere bakıldığında ACR-PNF germe grubunun $25.81 \pm 3.74\%$, CR germe grubunun $15.63 \pm 1.41\%$ ve SS grubunun değerleri ise $11.76 \pm 1.27\%$ kaydedilmiştir. Sonuçlar, agonist kas-gevşet germe prosedürünün kas-gevşet ve statik germeye oranla EMG aktivitesinde %65–119 daha fazla aktivite ve hareket genişliğinde %29–34 oranında daha fazla bir artış üretmiştir. PNF germe tekniklerinin yaşlılarda hareket genişliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Yaşlılarda PNF germe teknikleri uygulanırken yaş ile ilgili olarak kas elastikiyetindeki değişiklikler dikkate alınmalıdır

Mohr ve ark. (1998) hem ısınma öncesinde hem de ısınma sonrasında *biceps femoris*, *soleus* ve *gastrocnemius* kaslarından statik germe esnasında alınan elektromyografik (EMG) değerleri karşılaştırmıştır. Çalışma ön-test son-test tek gruplu model olarak dizayn edilmiştir. Çalışmaya gönüllü olarak yaşları 23 ile 36 arasında olan ve geçmişte alt ekstremita sakatlığı geçirmemiş 16 sağlıklı denek katılmıştır. Denekler 90 saniyelik bir kez *hamstringleri* gerdirmiş ve 4 kezde *calf* kasını gerdirildikten sonra 30 dakika boyunca bisikletle ısındırılmış ve ardından da tekrar germe egzersizlerine tabi tutulmuşlardır. EMG değerleri ısınma öncesinde ve sonrasında, germenin 0, 30, 60 ve 90'ncı saniyelerinde kayıt edilmiştir. Maksimum *Manuel Muscle Testing* (MMT) süresinde kayıt edilen değerler EMG'e göre

normalize edilmiştir. Bütün kaslarda düşük EMG aktivitesi görülmüştür ($< \%20$ MMT). Bütün kaslarda germe süresinin devam ettiği noktalarda da EMG aktivitesi değişmemiştir. Fakat dizin bükülmesi esnasındaki germe esnasında *soleus* kasında artış gözlenmemiştir. Isınma sonrasında ise *gastrocnemius* kasının EMG aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür ($p<0.05$). *Biceps femoris* kasının EMG aktivitesinde ısınma öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sonuçta statik germe esnasında EMG aktivitesi azalmıştır. Belirlenen germe pozisyonunun zamanı ile EMG aktivitesi olduğu gibi kalarak değişmemiştir. Bazı germeler için ısınma sonrasında *soleus* ve *gastrocnemius* kaslarının EMG aktivitesi anlamlı olarak azalmıştır. Bununla birlikte *biceps femoris* kasının EMG aktivitesinde de ısınma öncesinde ve sonrasında farklılıklar gözlenmemiştir.

Osternig ve ark. (1990) yaptığı çalışmada farklı fiziksel kapasiteye sahip denekler üzerinde statik germe ve iki farklı PNF germe tekniğinin *hamstring* kas aktivasyonuna ve dizin hareket genişliğine etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada statik germe, kas-gevşet PNF germe ve Agonist kas-gevşet PNF germe teknikleri 10 dayanıklılık sporcusuna, 10 yüksek yoğunlukta çalışan sporcular ve 10 kontrol grubunda bulunan sporculara uygulanmıştır. Bulgulara göre; Agonist kas-gevşet PNF $\% 89-110$ 'lık daha yüksek *hamstring* EMG aktivitesi üretmiş ve kas-gevşet ve statik germe yöntemlerine göre dizin hareket genişliğinde $\% 9-13$ 'lük bir artış sağlanmıştır. Üç grup kıyaslandığında dayanıklılık atletleri sırasıyla yüksek-şiddette çalışan atletlerden ve kontrol grubundan $\% 58-113$ daha fazla *hamstring* EMG aktivitesi ortaya çıkarmıştır. Bütün germe durumları karşılaştırıldığında dayanıklılık grubu kas-gevşet ve agonist kas-gevşet durumlarında yüksek şiddette çalışan atletlere ve kontrol grubu oranla daha düşük hareket genişliği değerleri göstermiştir. Kısa süreli yüksek şiddetteki aktiviteler, dayanıklılık antrenmanlarına göre diz ekstansiyonunda daha düşük *hamstring* direnci gerektirir. Bu bulgular gösteriyor ki; kas aktivitesindeki düşüşler eklemlerin hareket genişliğindeki artışa bağlı olmayabilir ve kas gevşemesinin dışındaki faktörler hareket genişliğinin artışında önemlidir.

Hanten ve Schulthies (1990)'un yaptığı bu çalışmanın amacı kalça addüksiyonu ve medial tibial rotasyon egzersizleri sırasında *vastus medialis oblique* kasının *vastus lateralis* kasına oranla daha yüksek elektriksel aktiviteye sahip

olduğunu göstermektedir. *Vastus medialis oblique* ve *vastus lateralis* kaslarının elektriksel aktivitesi 25 sağlıklı deneğin maksimal bir izometrik kasılma ile kalça addüksiyonu ve *medial tibial* rotasyon yaparken ölçülmüştür. Çıkan sonuçlara göre kalça addüksiyonu egzersiz sırasında *vastus medialis oblique* kasının EMG aktivitesi *vastus lateralis* kasından anlamlı bir şekilde yüksek çıkmıştır. *Medial tibial* rotasyonda anlamlı bir farklılık görülmemiştir. *Vastus medialis oblique* kası kalça addüksiyonu sırasında aktif olarak harekete katılmıştır.

Osternig ve ark. (1987) yaptıkları bu çalışmada bilinen üç farklı PNF tekniğinin *hamstring* kas aktivitesine ve diz ekstansiyonuna etkilerini incelemişler. Üç PNF tekniği olan ger-gevşet, kas-gevşet ve agonist kas-gevşet teknikleri yaşları 23-36 arasında değişen ve diz ekstansiyon ölçümleri için ayrılmış toplam sayıları 10 olan bayan ve erkek denekler tarafından uygulanmıştır. *Quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarının diz eklem pozisyonu ve EMG aktiviteleri germe uygulamaları sırasında bilgisayar yardımıyla ölçülmüştür. Bulgularda *hamstring* EMG aktivitesi sırasıyla agonist kas-gevşet ve kas-gevşet PNF tekniklerinde % 8-43 artmıştır. Ger-gevşet germe tekniği *hamstring* EMG aktivitesinde % 11'lik bir düşüşe neden olmuştur. Agonist kas-gevşet germe tekniği sırasıyla kas-gevşet ve ger-gevşet tekniklerine göre daha fazla diz ekstansiyonu değerleri (%3-6) üretmesine rağmen agonist kas-gevşet egzersizleri sırasında % 71-155 daha fazla *hamstring* aktivitesi görülmüştür. Agonist kas-gevşet ve kas-gevşet teknikleri diz ekstansiyonu sırasında kasta oluşan gerimin üstesinden gelebilmek için gereken gevşemeyi yeterli oranda sağlayamamıştır. Bununla birlikte *hamstring* büyük bir gerim altındayken hareket genişliğinde bir artış başarılmıştır. Ger-gevşet germe tekniği ile üretilen diz ekstansiyon derecesi, kas-gevşet ve agonist kas-gevşet germe tekniklerinden % 3-6 oranında *hamstring* aktivitesinde azalma sağlarken, sakatlık riskine karşı uygulanan teknikler içinde en güvenlisi olabilir.

Literatür ve genel bilgiler kısmında geçen bazı terimler ve açıklamaları

Aktivasyon (activation): Harekete getirme; etkin hale koyma; hareketlendirme (Kocatürk, 1999:18).

Amplitude (genlik): Aksiyon potansiyeli ile ilgili olarak ölçülen iki nokta arasındaki en büyük voltaj farkı. Genellikle aksiyon potansiyelinin negatif ve pozitif tepeleri veya potansiyelin başlangıcı ile negatif tepe arasındaki fark ölçülür (Kaya, 2004).

Anterior: Ön; önde bulunan; ön kısımla ilgili (Kocatürk, 1999:59)

Artefact: Tabi olmayan yapı veya oluşum; doku veya organda suni olarak meydana gelmiş veya getirilen şey (Kocatürk, 1999:73).

Arthritis: Eklem iltihabı (Kocatürk, 1999:75).

Bipolar: İki kutuplu (Kocatürk, 1999:102).

Çabukluk: Hareket halindeyken vücudun hızla yön değiştirebilme yeteneğidir (Pangrazi, 2004)

Envelope: Herhangi bir şeyi dıştan saran oluşum; zar; örtü (Kocatürk, 1999:258).

Fibular: Fibula ile ilgili (Kocatürk, 1999:291).

Frekans: Yinelenen bir dalganın 1 sn. içinde görülme sayısı. Hertz (Hz) ile veya saniyede dönüş (cps veya c/s) ile ölçülür (Kaya, 2004).

Güç: Birim zamanda uygulanan kuvvet miktarıdır (Pangrazi, 2004; Hoffman, 2002)

İntegration: Çeşitli faaliyetlerin belli bir amaca yönelecek şekilde birleşmesi veya birleştirilmesi; bütünleşme (Kocatürk, 1999:394)

İnterference: Işık veya ses dalgalarının birbirleriyle birleşmesi; dolayısıyla dalgaların etrafa yayılım alanının genişlemesi (Kocatürk, 1999:395)

Kuvvet: Bir dirence karşı koyabilme yeteneğidir (Pangrazi, 2004; Kirchner ve Fishburne, 1998; Hoffman, 2002; Komi, 1992)

Lateral: Yan; yanda; yan tarafla ilgili; yana ait (Kocatürk, 1999:422)

Osteoporosis: Kemik dokusunda –kalsiyum kaybı sonucu- atrofi gelişmesi ile belirgin durum (Kocatürk, 1999:526).

Osteoarthritis: Eklemi oluşturan kemik yüzlerinde ve eklem kıkırdağında dejeneratif değişikliklerle belirgin eklemde ağrı, hareket azalması ve şekil bozukluğuna sebep olan kronik eklem hastalığı (Kocatürk, 1999:525).

Reactive: Bir harekete karşı hareket gösteren; herhangi bir harekete karşı olarak meydana gelen (Kocatürk, 1999:646).

Rectification: Tashih etme; düzeltme; düzgün ve doğru hale getirme (Kocatürk, 1999:648).

Reflexology: Refleksleri inceleyen bilimdalı; refleksoloji (Kocatürk, 1999:651).

Regimen: Kişi alışkanlıklarının, dolayısıyla yaşayış tarzının –sağlık açısından- belli bir sistem içinde düzenlenmesi (Kocatürk, 1999:652).

Refleks: Uyarıya karşı gelişen istem dışı hareket; sinirin uyarılışına karşı uyarılan sinirle ilgili vücut parçasının gösterdiği istem dışı tepki (Kocatürk, 1999:649).

Rheumatism: Kas ve eklem ağrıları ile belirgin akut ve kronik romatizmal rahatsızlıkları kapsayan genel bir terimdir (Kocatürk, 1999:661).

Popliteal: Dizin arka kısmı ile ilgili; diz arkasındaki bölge (Kocatürk, 1999:602).

Proprioseptör: Vücudun pozisyonu ve hareketleri hakkında bilgi veren, kaslar, eklemler ve tendonlarda bulunan duyu organları (Sönmez, 2002).

Stiffness: Sertlik, katılık (Kocatürk, 1999:725).

Superior: Üst; yukarı; üstte (Kocatürk, 1999:739)

Supine: Yüzü ve karnı yukarıya dönük olmak üzere yatmış; sırtüstü uzanmış (Kocatürk, 1999:740)

Tonus (Torque): Bir eklemin pasif gerilmeye direnci. Direnç yüksek ise hipertoni, tonus az ise hipotoni denilir (Kaya, 2004).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, araştırma grubu, verilerin toplanması ve veri toplama araçları tanıtılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen verilerin analizi sunulmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli:

İki farklı germe egzersizleriyle yapılan plyometrik antrenmanın EMG değerleri ve bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırma, deneme modellerinden ön-test son-test kontrol gruplu model şeklinde planlanmıştır (Karasar, 2002:97). Araştırma için, kas-gevşet PNF ve statik germe tekniklerinin uygulama protokolü belirlendi. Belirlenen germe egzersizlerinden sonra uygulanması için plyometrik antrenman programı oluşturuldu. Araştırmaya katılan denekler yansız ve rasgele olarak 3 gruba ayrıldı.

G ₁	R	O _{1, 1}	X ₁	O _{1, 2}
G ₂	R	O _{2,1}	X ₂	O _{2, 2}
G ₃	R	O _{3,1}		O _{3, 2}

G₁: 1.Grup O₁: 1. Ölçüm R: Grupların Oluşturulmasında Yansızlık

G₂: 2.Grup O₂: 2. Ölçüm

G₃: 3.Grup

X₁: Bağımsız Değişken (kas-gevşet PNF ve plyometrik antrenman)

X₂: Bağımsız Değişken (statik germe ve plyometrik antrenman)

3.2. Araştırma Grubu:

Bu araştırmanın çalışma evrenini Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda ğrenim gören (2005-2006 ğretim yılı) ve okulun atletizm takımına katılan 36 erkek ğrenci oluşturmuştur. Araştırmaya katılan öğrenciler ile bir toplantı yapılmış ve deneklerin yapılacak olan araştırma hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Daha sonra çalışmaya katılan deneklerden gönüllü olduklarını belirten formu okuyarak imzalamaları istenmiştir. Araştırmaya katılan 36 erkek ğrenci, herhangi bir özelliklerine dikkat edilmeksizin yansız olarak üç gruba ayrılmışlardır. Araştırma esnasında, çeşitli nedenlerden dolayı 4 öğrencinin çalışmaya devam edememesi sebebiyle, deneklerin toplam sayısı 32 kişiye dşmştir. 1.grup kas-gevşet PNF germe egzersiz grubunu (n= 12), 2. grup statik germe egzersiz grubunu (n= 11) ve 3. grup kontrol grubunu (n= 9) oluşturmuştur. Çalışma evreni aynı zamanda örneklemini de oluşturmaktadır.

Çalışmaya katılan denekler; PNF germe grubunun yaş ortalaması 21.50 ± 1.83 yıl, boy ortalaması 177.17 ± 5.97 cm, vücut ağırlıkları 66.38 ± 7.54 kg'dır. Statik Germe grubunun yaş ortalaması 22.27 ± 1.49 yıl, boy ortalaması 176.18 ± 4.85 cm, vücut ağırlıkları 70.29 ± 7.09 kg'dır. Kontrol grubunun yaş ortalaması 22.00 ± 1.22 yıl, boy ortalaması 177.11 ± 7.37 cm, vücut ağırlıkları 67.29 ± 8.11 kg'dır. Çalışmaya katılan 32 deneğe ait yaş ortalaması 21.90 ± 1.55 yıl, boy ortalaması 176.81 ± 5.87 cm, vücut ağırlıkları 67.29 ± 8.11 kg'dır.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması:

Bu araştırmada, deneklere ait ön test ve son test verileri 6 haftalık çalışma periyodunun bir gün öncesinde ve bir gün sonrasında birbirini takip eden iki ayrı oturumda (aynı gün içerinde) gerçekleştirilmiştir. İlk oturumda deneklerin boy, ağırlık, esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti değerleri kaydedilmiştir. Daha sonraki oturumda deneklere ait *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri kaydedilmiştir. Deneklerin boy, ağırlık, esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti değerlerine ait ön test ve son test ölçümleri hava akımının olmadığı kapalı salon ortamında, *root mean square* değerlerine ait ön test ve son test

ölçümleri ise laboratuvar ortamında yapılmıştır. Aşağıda çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve test protokolleri ayrıntılı olarak tanıtılmaktadır.

3.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümü:

Araştırmada katılımcıların boyları; çıplak ayakla, duvara sabitlenen boy skalası ile vücut ağırlıkları ise 0.1 kg duyarlılığında olan Tefal marka dijital baskülle ölçülmüştür.

Katılımcıların boy uzunlukları; topuktan başın en üst noktasına doğru olan vücut yüksekliği olarak ölçülmüştür. Ölçüm esnasında katılımcıların; 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 edilmiştir. Vücut ağırlığı ölçümlerinde ise; katılımcıların üzerinde yalnız şort ve tişört varken çıplak ayakla ölçüm yapılmıştır.

3.3.2.Esneklik Ölçümü:

Deneklerin esneklik değerleri otur ve uzan testiyle ölçülmüştür. Ölçümlerde kullanılan test sehпасının uzunluğu 35 cm, genişliği 45 cm, yüksekliği 32 cm'dir. Üst yüzey, ayakların dayandığı yüzeyden 15 cm daha dışarıdadır. Ölçüm sehпасının üzerinde ise; 0 – 50 cm'lik ölçüm cetveli bulunmaktadır (Tamer, 2000).

Hamstringlere ait esneklik değerleri, dik oturur pozisyonda alınmıştır. Denekler çıplak ayak tabanlarını test sehпасına dayadıktan sonra dizlerini bükmeden gövdelerinden (bel ve kalça) ileriye doğru eğilerek, el parmak uçları ile test sehпасı üzerindeki çubuğu uzanabildikleri maksimum uzaklığa kadar götürdüler ve o noktada 1-2 saniye bekledikten sonra ölçüm sonuçları kaydedildi (Tamer, 2000:48; Maud ve Foster, 1995:221-225; Heyward, 2002:236-237; Kirchner ve Fishburne, 1998). Ön test ve son test ölçümleri, 5 dakikalık bir ısınma periyodunun ardından yapıldı. Denekler testi iki defa tekrarlamış ve alınan en iyi sonuç santimetre (cm) cinsinden kayıt edildi.



3.3.3. Dikey Sıçrama Ölçümü:

Deneklerin sıçrama yeteneklerinin belirlenmesi için “*statik jump*” test protokolü uygulanmıştır. Test protokolünün uygulanışına geçmeden önce deneklere test protokolü hakkında bilgi verilmiş ve deneklere test aracına uyum sağlamaları için deneme yapmaları sağlanmıştır (deneklerden yorgunluğa yol açmayacak şekilde mat üzerinde en az 5 tekrar yapmalarının istenmesi).

Statik sıçrama eller kalça üzerinde olmak üzere iki ayağın birlikte kullanılması ile yapılmıştır. Test, kontak matının üzerinde yarım *squat* (90 derecelik diz eklemi) pozisyonunda başlamıştır. Performans sırasında ellerin kalça üzerindeki konumu muhafaza edilmiş ve bu pozisyonda mümkün olan en yükseğe doğru her iki ayak üzerinde sıçrama yapılmıştır. Yere inişte de pozisyon korunmuştur. Havada kalma süresi aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve metre cinsinden hesaplanmıştır.

$$h = g \times t^2 / 8$$

h = yerden yükselme mesafesi (m)

g = yerçekimi ivmelenmesi (9.81 m/s^2)

t = havada kalma süresi (sn)

Deneklerin ön test ve son testte ikişer kez yaptıkları gerçek test denemeleri 1/1000 sn. cinsinden havada kalma süresi olarak kaydedilmiştir. Ön testte ve son testte dikey sıçrama performans değerleri, esneklik ölçülerinin hemen ardından belirlenmiştir.

3.3.4 Bacak Kuvveti Ölçümü:

Deneklerin bacak kuvvetleri Takei 5102 marka *back and leg* dinanometresi kullanılarak ölçülmüştür. Denek platform üzerinde ayakta durması ve daha sonra dizlerini 130° ila 140° arasında bükmesi istenmiştir. Deneklerden barı avuç içleri kendisine bakacak şekilde tutmaları istenmiş ve sonrasında da zincir boyu her denek için uygun şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra denekler kendilerini hazır hissettiklerinde diz eklemlerine yavaşça ekstansiyon hareketi yaptırarak zincir boyunu uzatabildiği yere kadar uzatmaya çabalamışlardır. Back and leg dinanometresindeki ibre maksimum değere ulaştığında bir yardımcı tarafından kaydedilmiştir. Her denekten 1 er dakika ara ile üç ölçüm alınmış ve en iyi skor değerlendirmeye alınmıştır (Heyward, 2002:116-117).

3.3.5. Root Mean Square Değerlerinin Ölçümü

Root mean square değerlerine ait ön test ve son test ölçümleri, laboratuvar ortamında aynı uzman doktor ve teknisyen tarafından yapılmıştır. Nicolet Viking Select 4 kanallı EMG-EP aleti kullanılarak *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait root mean square değerleri yüzeysel elektrot yöntemi ile dominant bacdktan kaydedilmiştir.

Çalışmanın başlangıcında denekler sandalyeye oturtularak sırasıyla *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına izometrik bir kasılma yapmaları istenmiş ve ilgili kasın izometrik kasılma sırasındaki en geniş kesiti belirlenerek işaretlenmiştir. Belirlenen kesitte bulunan tüy ve kıllar yardımcı tarafından temizlendikten sonra 2 cm aralıklarla (yere dikey pozisyonda) *silver cup* marka elektrotlar ilgili kaslara konulmuş ve elektrotların üzerine *artefact*'ın oluşmaması için bant yapıştırılmıştır. Konulan elektrotların yerleri, her denek için kayıt edilerek son testte de elektrotlar her denek için ön testte belirlenen noktalara konulmuştur (Bkz ek E). Ayrıca topraklama için dominant bacak tarafında bulunan elin bileğine başka bir adet daha elektrot yerleştirildi. Filtrasyon aralığı 150 Hz – 1k Hz, stimulus süresi ise 200 ms olarak belirlenmiştir. Daha sonra deneklerden maksimal *countermovement jump* yapmaları istenmiş ve bu sırasında *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait root mean square değerleri konsantrik kasılma fazında alınmış ve (milivolt) mV cinsinden kayıt edilmiştir. Her kas için 1'er dakika ara ile 5 sıçrama yapılmış ve 5 denemeden elde edilen maksimum skor değerlendirmeye alınmıştır (Soderberg, 1992).

3.4. Antrenman Protokolleri:

Çalışmaya katılan denekler yansız olarak üç gruba ayrıldıktan sonra ön test ölçümleri alınmış ve kas-gevşet PNF germe ve statik germe grubunda bulunan deneklere germe teknikleri ve plyometrik çalışmalar hakkında açıklamalar yapılmış ve bu alıştırırmaları nasıl uygulayacakları konusunda bilgilendirilmişlerdir.

Daha sonra deney grupları kapalı salon ortamında 6 hafta boyunca, haftada üç gün (toplam 18 antrenman oturumu) olmak üzere kas-gevşet PNF germe ve statik germe egzersizlerini uyguladıktan sonra plyometrik antrenman programına tabi tutulmuşlardır. Her iki deney grubundaki germe egzersizleri aynı kapsamda

yürütölmüş ve germe egzersizleri *lattisimus dorsi* ve her iki alt ekstremitenin *gluteus maximus*, *quadriceps*, *hamstring* ve *triceps surae* kas gruplarına yönelik uygulanmıştır. Kontrol grubu ise herhangi bir antrenman programına katılmamıştır

3.4.1 Germe Egzersizlerin Uygulanması

Aşağıda her kas grubuna ait kas-gevşet PNF ve statik germe uygulamaları detaylı olarak anlatılmıştır. Her iki deney grubundaki germe egzersizleri aynı kapsamda yürütölmüştür. Germe çalışmalarında her kas grubu toplam 30 saniyelik bir gerime maruz bırakılmış ve her denek bu tekniğı her bir antrenman oturumunda her iki alt ekstremiteye 3 kez uygulamıştır. Her bir denek, bir antrenman oturumu boyunca toplamda 13,5 dakikalık germe egzersizine tabi tutulmuştur. Tekrarlar arasında denekler 10 saniyelik dinlenimde kalmışlardır. Denekler germe egzersizinden hemen sonra ise plyometrik çalışmalara katılmışlardır.

3.4.1.1. Kas-Gevşet PNF Germe Tekniğinin Uygulanışı:

Denekler bu tekniğı birbirlerine dönüşümlü olarak uygulamışlar ve her denek bu tekniğı her bir antrenman oturumunda ilgili kas gruplarına 3 kez uygulamıştır. Tekrarlar arasında denekler 10 saniyelik dinlenme süresi kullanmışlardır. Üç aşamadan oluşan bu tekniğın ilk aşaması 10 sn.'lik gergin bir duyarlılık noktasına kadar yapılan pasif bir germeden oluşmuştur. İkinci aşamada, denekten gerdirilen kas grubuna 5 sn. boyunca konsantrik bir kasılma yapmaları istenmiş, bu sırada da yardımcı deneğı konsantrik kasılma yapmasına izin verirken direnç uygulamıştır. Üçüncü ve son aşamada ise; denek gevşemiş (5sn.) ve yardımcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanarak 15 saniye süresince bu şekilde tutulmuştur. Böylece son germede, otojenik inhibisyon sayesinde daha fazla hareket genişliğine ulaşılmıştır. Aşağıda ise beş ayrı kas grubuna yapılan PNF uygulamaları anlatılmıştır. *Lattisimus dorsi* kası hariç diğer anlatılan kas grupları sağ bacak için anlatılmış olup aynı uygulama sol bacakdaki kas grupları içinde yapılmıştır.

3.4.1.1.1. *Lattissimus Dorsi* Kası:



Lattissimus dorsi kası dik oturur pozisyonda, bacaklar omuz genişliğinde daha az bir mesafede açık ve yardımcı deneye sırtından direnç uygulayarak, deneğin ulaşabileceği maksimum gövde fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; Denek 5 sn boyunca gövde ekstansiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise yardımcı, deneye gövde fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Üçüncü ve son aşamada ise; denek 5 saniye boyunca gevşer ve ardından yardımcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanarak, deneğin 15 saniye süresince bu şekilde durmasına yardımcı olur.

3.4.1.1.2. *Gluteus Maximus* Kası:



Gluteus maximus kası, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, sağ bacak kalçadan içe pasif rotasyon ve dizden de pasif fleksiyon yaptırılarak, sağ ayak bileğinin dış kısmı *femur* kemiğinin alt (dize yakın bölümü) kısmının üzerine koyulur. Bu esnada da sol bacak kalça ve diz ekleminde pasif fleksiyon hareketi yapılmaktadır. Yardımcı deneğe sol diz ekleminin alt kısmında ve ayak bileğinden tutarak direnç uygular, deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; Denek 5 sn boyunca kalça ekstansiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise yardımcı, deneğe kalça fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Üçüncü ve son aşamada ise; denek 5 saniye boyunca gevşer ve ardından yardımcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanarak, deneğin 15 saniye süresince bu şekilde durmasına yardımcı olur.

3.4.1.1.3. *Quadriceps* Kas Grubu:



Quadriceps kas grubu, vücudun sol dış kısmı yere gelecek pozisyonda, sağ kalçada pasif abduksiyon ve dizde pasif fleksiyon hareketi yaptırdıldıktan sonra, yardımcı sağ eliyle deneğin sağ ayak bileğini tutarak sağ bacağına kalça hiperekstansiyonu yaptırmak için direnç uygular ve bu esnada yardımcı *ilium* kemiğinin biraz üzerine sol elini koyarak deneğin geriye doğru hareket etmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça hiperekstansiyonuna gelmesine

yardımcı olur ve denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; Denek 5 sn boyunca kalça fleksiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise yardımcı, deneğe kalça fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Üçüncü ve son aşamada ise; denek 5 saniye boyunca gevşer ve ardından yardımcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanarak, deneğin 15 saniye süresince bu şekilde durmasına yardımcı olur.

3.4.1.1.4. *Hamstring* Kas Grubu:



Hamstring kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, yardımcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileği ve dizinden tutarak sağ bacağı kalça fleksiyonu yaptırmak için direnç uygular ve bu esnada yardımcı deneğin sağ ayağıyla sol kalça ve diz ekleminde fleksiyon meydana gelmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; Denek 5 sn boyunca kalça ekstansiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise yardımcı, deneğe kalça ekstansiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Üçüncü ve son aşamada ise; denek 5 saniye boyunca gevşer ve ardından yardımcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanarak, deneğin 15 saniye süresince bu şekilde durmasına yardımcı olur.

3.4.1.1.5. *Triceps Suare* Kas Grubu:



Triceps suare kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonunda, kalçanın pasif fleksiyonunda ve diz ekleminin pasif ekstansiyonunda, yardımcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileğine dorsal fleksiyon yaptırarak triceps suare kas grubun direnç uygular ve deneğin ulaşabileceği maksimum ayak bileği dorsal fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; Denek 5 sn boyunca ayak bileği plantar fleksiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise yardımcı, deneğe ayak bileği plantar fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Üçüncü ve son aşamada ise; denek 5 saniye boyunca gevşer ve ardından yardımcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanarak, deneğin 15 saniye süresince bu şekilde durmasına yardımcı olur.

3.4.1.2. Statik Germe Tekniğinin Uygulanışı:

Statik germeler, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin pasif olarak (yardımlı) gerilebildiği son noktaya kadar (ağrı sınırına kadar) açılması ve 30 saniye süre ile bekletilmesi ile yapılmıştır. Denekler bu tekniği birbirlerine dönüşümlü olarak uygulamışlar ve her denek bu tekniği her bir antrenman oturumunda ilgili kas gruplarına 3 kez uygulamıştır. Tekrarlar arasında denekler 10 saniyelik dinlenme süresi kullanmışlardır. Aşağıda ise beş ayrı kas grubuna

yapılan statik germe uygulamaları anlatılmıştır. Lattisimus dorsi kası hariç diğer anlatılan kas grupları sağ bacak için anlatılmış olup aynı uygulama sol bacakdaki kas grupları içinde yapılmıştır.

3.4.1.2.1. *Lattisimus Dorsi* Kası:



Lattisimus dorsi kası dik oturur pozisyonda, bacaklar omuz genişliğinde daha az bir mesafede açık ve yardımcı deneğe sırtından direnç uygulayarak, deneğin ulaşabileceği maksimum gövde fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.2. *Gluteus Maximus* Kası:



Gluteus maximus kası, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, sağ bacak kalçadan içe pasif rotasyon ve dizden de pasif fleksiyon yaptırılarak, sağ ayak bileğinin dış kısmı, femur kemiğinin alt (dize yakın bölümü) kısmının üzerine koyulur. Bu esnada da sol bacak kalça ve diz ekleminde pasif fleksiyon hareketi yapılmaktadır. Yardımcı deneğe sol diz ekleminin alt kısmında ve ayak bileğinden tutarak direnç uygular, deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.3. *Quadriceps* Kas Grubu:



Quadriceps kas grubu, vücudun sol dış kısmı yere gelecek pozisyonda, sağ kalçada pasif abdüksiyon ve dizde pasif fleksiyon hareketi yaptırıldıktan sonra, yardımcı sağ eliyle deneğin sağ ayak bileğini tutarak sağ bacağına kalça hiperekstansiyonu yaptırmak için direnç uygular ve bu esnada yardımcı ilium kemiğinin biraz üzerine sol elini koyarak deneğin geriye doğru hareket etmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça hiperekstansiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.4. *Hamstring* Kas Grubu:



Hamstring kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, yardımcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileği ve dizinden tutarak sağ bacağı kalça fleksiyonu yaptırmak için direnç uygular ve bu esnada yardımcı deneğin sağ ayağıyla sol kalça ve diz ekleminde fleksiyon meydana gelmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.5. *Triceps Suare* Kas Grubu:



Triceps suare kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonunda, kalçanın pasif fleksiyonunda ve diz eklemine pasif ekstansiyonunda, yardımcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileğine dorsal fleksiyon yaptırarak triceps suare kas grubun direnç uygular ve deneğin ulaşabileceği maksimum ayak bileği dorsal fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.2 Plyometrik Antrenmanın Uygulanması:

Plyometrik çalışmalar germe egzersizlerinden hemen sonra uygulanmıştır. Aşağıda bu çalışmada kullanılan plyometrik alıştırmalar sırasıyla verilmiştir.

1. İp Atlama
2. Tek ayakla dizleri karna doğru çekerek olduğu yerde sıçrama
3. Çift ayakla parmak ucunda olduğu yerde sıçrama
4. Çift ayak dizleri karna çekerek olduğu yerde sıçrama
5. Çift ayak ileri doğru sıçrama
6. Kanguru Sıçraması
7. Piston Hareketi
8. 30 cm'lik engel üzerinden tek ayakla sağa-sola sekme
9. 40 cm'lik engel üzerinden çift ayakla sağa-sola sekme
10. Huniler üzerinden tek ayakla ileri doğru sıçrama
11. Huniler üzerinden çift ayakla ileri doğru sıçrama
12. Ayakları değiştirerek vücudu yukarı doğru çekme (komando dansı)
13. Tek ayakla kasaya çıkma ve inme
14. Yerden kasaya çift ayakla sıçrama
15. Yerden kasaya-kasadan yere çift ayakla sıçrama
16. Sağ ayakla engeller arası derinlik sıçraması
17. Sol ayakla engeller arası derinlik sıçraması
18. Çift ayakla engeller arası derinlik sıçraması
19. Sağ ayakla artan yüksekliklerdeki engeller arasında sıçrama
20. Sol ayakla artan yüksekliklerdeki engeller arasında sıçrama
21. Çift ayakla artan yüksekliklerdeki engeller arasında sıçrama

Aşağıdaki tabloda 3.1’de 6 hafta boyunca yapılan plyometrik antrenmanın içeriği sunulmuştur. İkinci sütunda verilen rakamlar yukarıda verilen plyometrik alıştırmalar listesindeki alıştırmaların başındaki rakamlardır. Üçüncü sütunda, ikinci sütunda bulunan alıştırmaların simetrisinde bulunan rakamlar, bu alıştırmaların ne kadar tekrarda yapılacağını göstermektedir. Dördüncü sütunda bir antrenman oturumundaki set sayısı verilmiştir. Beşinci sütunda ise; bir antrenman oturumunda her bir deneğin, toplamda ne kadar sıçrama yapacağı belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Plyometrik Antrenman Planı

HAFTA	EGZERSİZ TÜRÜ	SIÇRAMA SAYISI	SET SAYISI	SIÇRAMA ADEDİ
1	1 4 8	10 10	2	140
	2 5 9	10 10 10		
	3 6	10 10		
2	1 5 9	10 10	2	160
	2 6 10	10 10 10		
	3 8 12	10 10 10		
3	1 7 11	10 15	2	180
	5 9 13	15 15 10		
	6 10	15 10		
4	1 14 17	15 10	2	160
	6 15 18	10 10 15		
	9 16	10 10		
5	1 10 17	15 10	2	180
	6 15 18	10 10 15		
	9 16 19	10 10 10		
6	1 11 19	15 10	2	200
	6 12 20	10 10 10		
	9 18 21	15 15 15		

3.5. Veri Analizi:

Araştırmada elde edilecek veriler, uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak çözümlenmiştir.

Araştırmaya katılan denekler yansız ve rastgele olarak 3 ayrı gruba ayrıldıktan sonra grupların homojenlik testi yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi H_0 hipotezi reddedilmediğinden gruplar homojendir.

Grupların Homojenlik Testi

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Esneklik	,357	2	29	,703
Statik Jump	,993	2	29	,383
Bacak Kuvveti	1,720	2	29	,197
Vastus Lateralis	,587	2	29	,563
Vastus Medialis	1,421	2	29	,258

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 yapılmış olup, hangi gruplar arasında farkın olduğunu belirlemek içinse Mann-Whitney U istatistiksel test teknikleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada anlamlılık düzeyi çalışmanın başında $p \leq 0.05$ olarak belirlenmiş ve analizler Windows için SPSS 11.5 paket programında yapılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

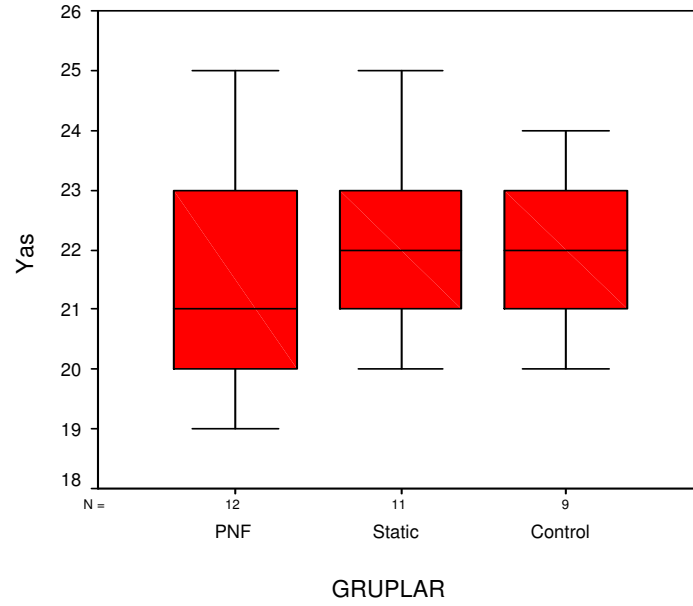
Bu bölümde, çalışma kapsamında elde edilen veriler sunulmuştur. Elektromiyografik ölçümler, esneklik, bacak kuvveti ve dikey sıçrama performans değerlerine ait elde edilen veriler ayrı olarak ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Aşağıda çalışmaya katılan grupların fiziksel özelliklerinden yaş, boy ve vücut ağırlıklarının aritmetik ortalaması ($\bar{X}$) ve standart sapması (SS) verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Deneklerin fiziksel özellikleri (yaş, boy, ağırlık).

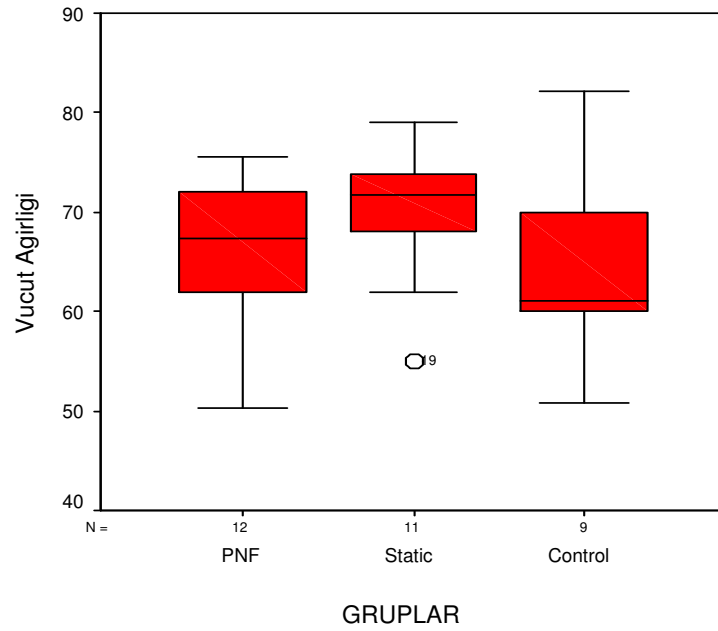
Gruplar	Yaş (yıl) $\bar{X} \pm SS$	Boy (cm.) $\bar{X} \pm SS$	Vücut ağırlığı (kg.) $\bar{X} \pm SS$
PNF Grubu n= 12	21.50 $\pm$ 1.83	177.17 $\pm$ 5.97	66.38 $\pm$ 7.54
SG Grubu n= 11	22.27 $\pm$ 1.49	176.18 $\pm$ 4.85	70.29 $\pm$ 7.09
Kontrol Grubu n= 9	22.00 $\pm$ 1.22	177.11 $\pm$ 7.37	64.63 $\pm$ 9.65
Çalışma Evreni n= 32	21.90 $\pm$ 1.55	176.81 $\pm$ 5.87	67.29 $\pm$ 8.11

Yukarıdaki tabloda Kas-gevşet PNF germe, statik germe ve kontrol grubunun yaş, boy ve vücut ağırlıklarının ve standart sapmaları verilmiştir. Bu değerler aşağıda şekillerle birlikte anlatılmıştır.



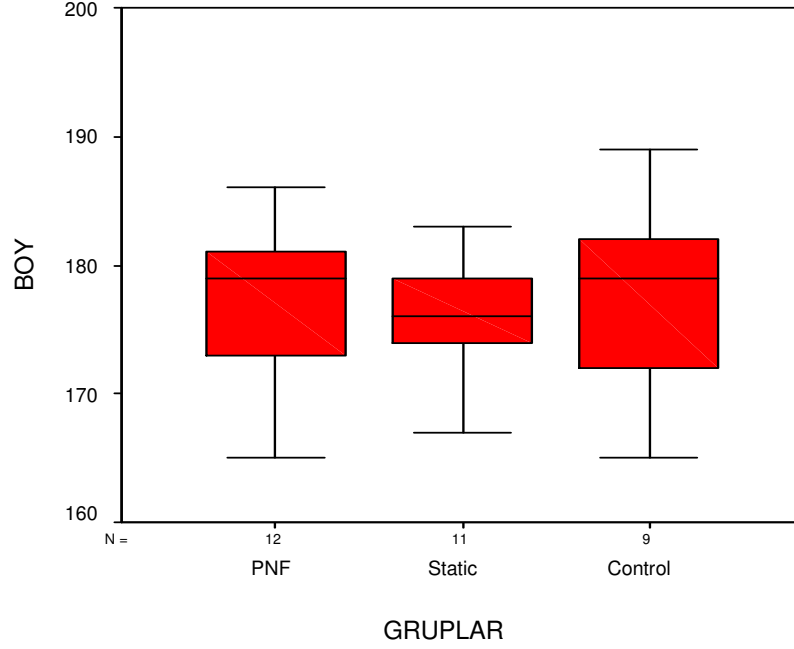
Şekil 4.1. Grupların Yaş Ortalamaları.

Yukarıdaki şekil 4.1’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun yaş ortalaması 21.50 ± 1.83 yıl, statik germe grubunun yaş ortalaması 22.27 ± 1.49 yıl ve kontrol grubunun yaş ortalaması 22.00 ± 1.22 yıl olarak verilmiştir.



Şekil 4.2. Grupların Vücut Ağırlık Ortalamaları.

Yukarıdaki şekil 4.2’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun vücut ağırlık ortalaması 66.38 ± 7.54 kg, statik germe grubunun vücut ağırlık ortalaması 70.29 ± 7.09 kg ve kontrol grubunun vücut ağırlık ortalaması 67.29 ± 8.11 kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.3. Grupların Boy Ortalamaları.

Yukarıdaki şekil 4.3’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun boy ortalaması 177.17 ± 5.97 cm, statik germe grubunun boy ortalaması 176.18 ± 4.85 cm ve kontrol grubunun boy ortalaması 177.11 ± 7.37 cm olarak verilmiştir.

Aşağıda deney gruplarından elde edilen ön test ölçüm değerlerinin karşılaştırılması yapılmış ve çalışma öncesi bu değerler arasında fark olup olmadığına bakılmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Grupların ön-test değerlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	$\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	χ^2	df	p
Esneklik (cm)	PNF	27.00 $\pm$ 9.21	12	12.88	5.931	2	0.05*
	Statik	29.45 $\pm$ 6.49	11	15.36			
	Kontrol	36.11 $\pm$ 9.20	9	22.72			
Statik Jump (m)	PNF	0.347 $\pm$ 0.05	12	20.04	3.231	2	0.20
	Statik	0.317 $\pm$ 0.03	11	13.05			
	Kontrol	0.332 $\pm$ 0.04	9	16.00			
Bacak Kuvveti (Kg)	PNF	240.38 $\pm$ 29.40	12	18.38	10.580	2	0.01*
	Statik	252.36 $\pm$ 38.69	11	21.32			
	Kontrol	204.39 $\pm$ 19.17	9	8.11			

p $\leq$ 0.05*

Üç grubun ön-test verileri arasındaki farka bakmak için yapılan Kruskal Wallis istatistiksel analiz sonucu üç gruba ait statik jump değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmazken, esneklik ve bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur. [Esneklik.; $\chi^2 = 5.931$; p $\leq$ 0.05, Statik Jump; $\chi^2 = 3.231$; p> 0.05, Bacak kuvveti; $\chi^2 = 10.580$; p $\leq$ 0.05].

Her üç grubun statik jump ön test verileri arasında anlamlı bir farkın bulunmayışı, çalışmanın başlangıcında grupların statik jump değerlerinin benzer özelliklere sahip olduklarını da göstermektedir. Ancak üç grubun esneklik ve bacak kuvveti ön test verileri arasında anlamlı bir farkın bulunması, çalışmanın başlangıcında grupların esneklik ve bacak kuvveti değerlerinde benzer özelliklere sahip olmadıkları göstermektedir.

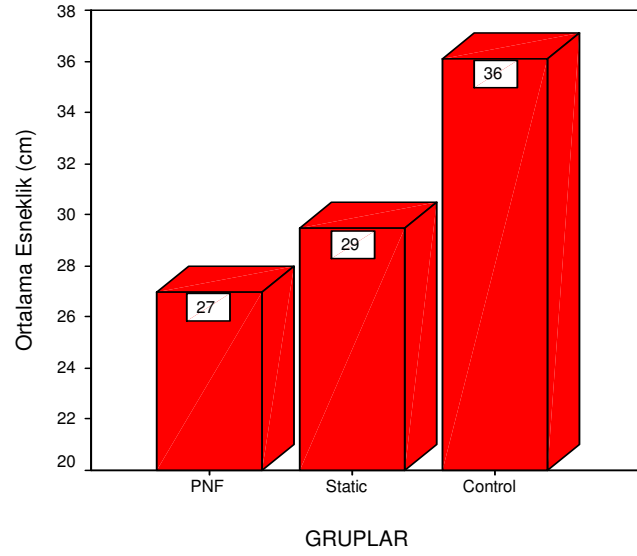
Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için gruplar ikili olarak karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmalar aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Grupların ön-test esneklik değerlerinin karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (cm)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
Esneklik Değerleri	PNF Grubu	12	27.00 ± 9.21	10.67	128.00	-0.986	0.32
	Statik Germe Grubu	11	29.45 ± 6.49	13.45	148.00		
	PNF Grubu	12	27.00 ± 9.21	8.71	104.50	-1.960	0.05*
	Kontrol Grubu	9	36.11 ± 9.20	14.06	126.50		
	Statik Germe Grubu	11	29.45 ± 6.49	7.91	87.00	-2.170	0.03*
	Kontrol Grubu	9	36.11 ± 9.20	13.67	123.00		

p ≤ 0.05 *

Tablo 4.3 incelendiğinde; PNF germe grubu ve Statik Germe grupları arasında esneklik ön test değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir (Z= -0.986; p> 0.05). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (27.00 ± 9.21 cm), statik germe grubuna göre (29.45 ± 6.49 cm) daha düşük esneklik değerlerine sahip oldukları görülmektedir. PNF germe grubu ve kontrol grubu arasında esneklik ön test değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir (Z= -1.960; p≤ 0.05). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (27.00 ± 9.21 cm), kontrol grubuna göre (36.11 ± 9.20 cm) daha düşük esneklik değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Statik germe grubu ve kontrol grubu arasında esneklik ön test değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir (Z= -2.170; p≤ 0.05). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise statik germe grubunun (29.45 ± 6.49 cm), kontrol grubuna göre (36.11 ± 9.20 cm) daha düşük esneklik değerlerine sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 4.4. Grupların ön-test esneklik skorları

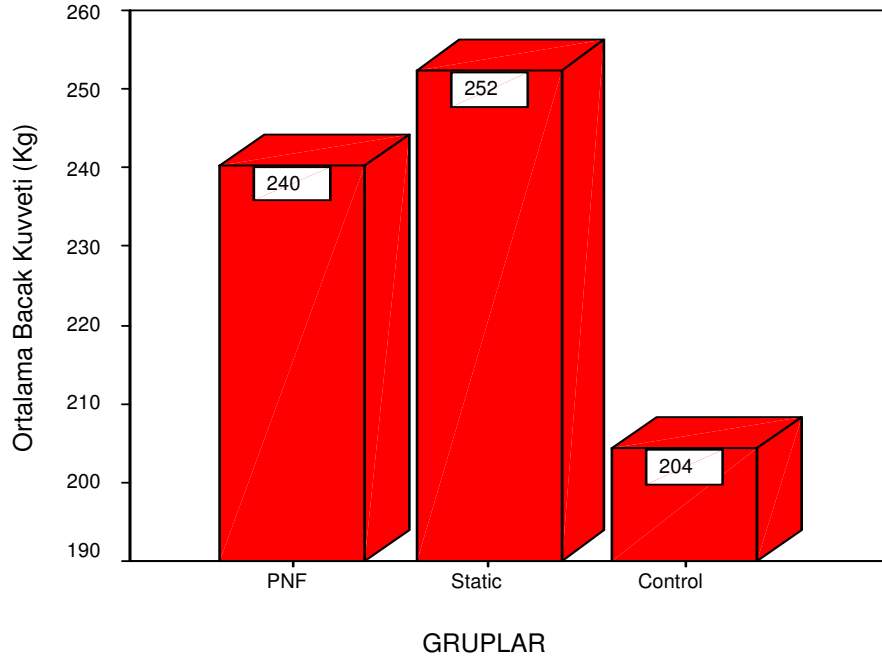
Tablo 4.4. Grupların ön-test bacak kuvveti değerlerinin karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (Kg)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
Bacak Kuvveti Değerleri	PNF Grubu	12	240.38 ± 29.40	10.54	126.50	-1.077	0,28
	Statik Germe Grubu	11	252.36 ± 38.69	13.59	149.50		
	PNF Grubu	12	240.38 ± 29.40	14.33	172.00	-2.843	0,01 *
	Kontrol Grubu	9	204.39 ± 19.17	6.56	59.00		
	Statik Germe	11	252.36 ± 38.69	13.73	151.00	-2.697	0,01 *
	Kontrol Grubu	9	204.39 ± 19.17	6.56	59.00		

$p \leq 0.05^*$

Tablo 4.4 incelendiğinde; PNF germe grubu ve Statik Germe grupları arasında bacak kuvveti ön test değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir ($Z = -1.077$; $p > 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise

PNF germe grubunun (240.38 ± 29.40 Kg), statik germe grubuna göre (252.36 ± 38.69 Kg) daha düşük bacak kuvveti değerlerine sahip oldukları görülmektedir. PNF germe grubu ve kontrol grubu arasında bacak kuvveti ön test değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -2.843$; $p \leq 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (240.38 ± 29.40 Kg), kontrol grubuna göre (204.39 ± 19.17 Kg) daha yüksek bacak kuvveti değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Statik germe grubu ve kontrol grubu arasında bacak kuvveti ön test değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -2.697$; $p \leq 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise Statik germe grubunun (252.36 ± 38.69 Kg), kontrol grubuna göre (204.39 ± 19.17 Kg) daha yüksek bacak kuvveti değerlerine sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 4.5. Grupların ön-test bacak kuvvetleri skorları

Uygulanan egzersiz programının esneklik, statik jump ve bacak kuvveti değerlerine etkilerini görmek için grupların ön-test son-test değerleri arasındaki farklara istatistiksel olarak Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi yapılarak bakılmış ve bu farklar aşağıda tablo 4.5’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Grupların Esneklik ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Esneklik (cm) $\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n= 12	ön-test	27.00 $\pm$ 9,21	2 ^a	3.00	-2.598 ^a	0.01*
			10 ^b	7.20		
	son-test	31.92 $\pm$ 8.52	0 ^c			
SG n= 11	ön-test	29.45 $\pm$ 6.49	3 ^a	3.00	-2.143 ^a	0.03*
			8 ^b	7.13		
	son-test	33.00 $\pm$ 4.05	0 ^c			
Kontrol n= 9	ön-test	36.11 $\pm$ 9.20	3 ^a	3.83	-0.916 ^a	0.36
			5 ^b	4.90		
	son-test	37.67 $\pm$ 6.34	1 ^c			

a.son test $\leq$ ön test

$p \leq 0.05$ *

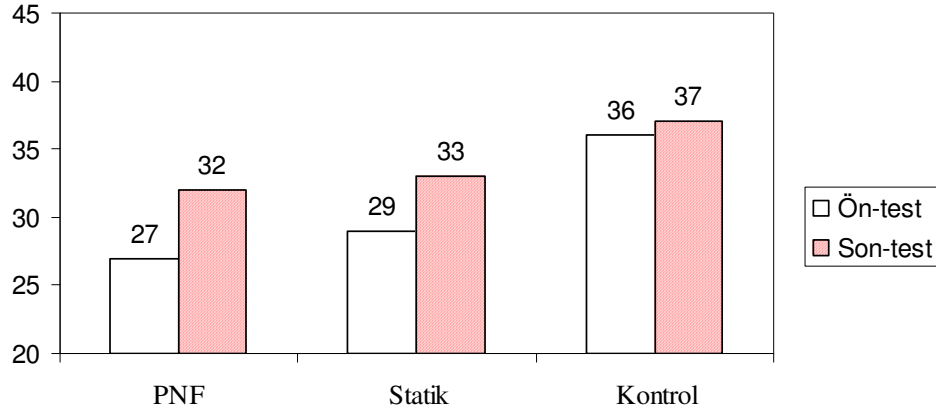
b.son test $>$ ön test

c.son test = ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu PNF germe grubu ile statik germe grubunun ön-test son-test esneklik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($Z = -2.598$, $p \leq 0.01$ ve $Z = -2.143$, $p \leq 0.05$), kontrol grubunun ön-test son-test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -0.916$, $p > 0.05$).

Tablo 4.5’ten de görülebileceği gibi her iki deney grubundaki esneklik değerlerinin ön testten son testte değiştiği ve bu değişim PNF germe grubunda ve statik germe grubundaki bütün deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubunda iki denekte düşüş yönünde iken 10 denekte artış yönündedir ve bu 10 denekte esneklik değerlerinin geliştiğini göstermektedir. Statik

germe grubunda 3 deneğin esneklik değerinde düşüş varken, 8 deneğin esneklik değerinde artış vardır. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla gelişimin PNF grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6 Grupların ön-test son-test esneklik farkları

Tablo 4.6. Grupların statik jump ön-test ve son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Statik Jump (m) $\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n=12	ön-test	0.347 ± 0.05	1 ^a	1.00	-2.982 ^a	0.00*
	son-test	0.383 ± 0.07	11 ^b	7.00		
SG n=11	ön-test	0.317 ± 0.03	1 ^a	10.00	-2.045 ^b	0.04*
	son-test	0.337 ± 0.03	10 ^b	5.60		
Kontrol n=9	ön-test	0.332 ± 0.04	6 ^a	5.17	-1.007 ^a	0.31
	son-test	0.315 ± 0.06	3 ^b	4.67		

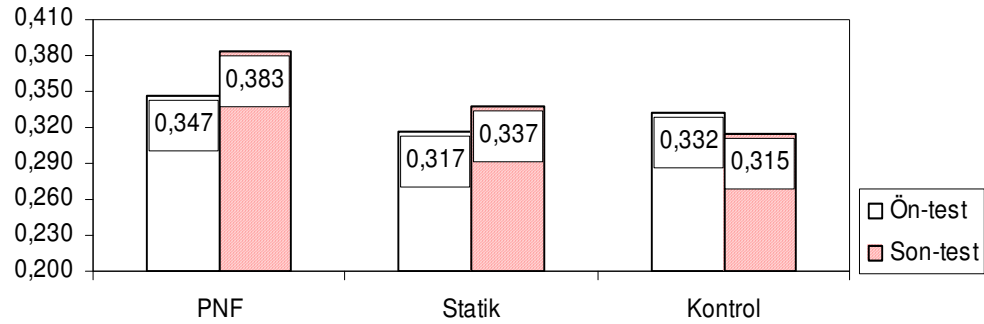
a.son test $\leq$ ön test

$p \leq 0.05^*$

b.son test $>$ ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu her iki deney grubunun ön-test son-test statik jump değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken (PNF; Z= -2.982, $p \leq 0.01$ ve SG; Z= -2.045, $p \leq 0.05$), kontrol grubunun ön-test son-test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (kontrol; Z= -1.007, $p > 0.05$).

Tablo 4.6 incelendiğinde; her iki deney grubundaki statik jump değerlerinin ön testten son testte değiştiği ve bu değişim PNF germe grubunda ve statik germe grubunda bütün deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubunda 11 denekte artış yönünde olurken 1 denekte düşüş yönünde, statik germe grubunda ise 10 denekte artış yönünde olurken 1 denekte ise düşüş yönünde geliştiğini göstermektedir. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla gelişimin PNF germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Grupların ön-test son-test statik jump farkları

Tablo 4.7. Grupların bacak kuvveti ön-test ve son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Bacak Kuvveti $\bar{X} \pm SS$ (Kg)	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n=12	ön-test	240.38 $\pm$ 29.40	1 ^a	1.00	-2.981 ^b	0.00*
	son-test	261.42 $\pm$ 33.38	11 ^b	7.00		
SG n=11	ön-test	252.36 $\pm$ 38.69	2 ^a	3.25	-2.358 ^a	0.02*
	son-test	267.45 $\pm$ 25.14	9 ^b	6.61		
Kontrol n=9	ön-test	204.39 $\pm$ 19.17	4 ^a	5.75	-0.059 ^a	0.95
	son-test	201.72 $\pm$ 20.64	5 ^b	4.40		

a.son test $\leq$ ön test

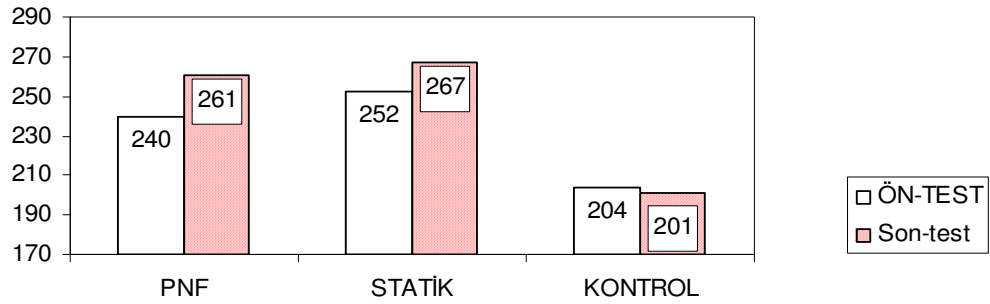
$p \leq 0.05^*$

b.son test $>$ ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu her iki deney grubunun ön-test ve son-test bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken (PNF; $Z = -2.981$, $p \leq 0.01$ ve SG; $Z = -2.358$, $p \leq 0.05$), kontrol grubunun ön-test ve

son-test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (kontrol; $Z = -0.059$, $p > 0.05$).

Tablo 4.7. incelendiğinde; her iki deney grubundaki bacak kuvveti değerlerinin ön testten son testte değiştii ve bu değişim PNF germe grubunda ve statik germe grubunda bütün deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubunda 11 denekte artış yönünde olurken 1 denekte düşüş yönünde, statik germe grubunda ise 9 denekte artış yönünde olurken 2 denekte ise düşüş yönünde geliştiğini göstermektedir. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla gelişimin PNF germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Grupların ön-test son-test Bacak kuvveti farkları

Daha önceki analizlerde grupların esneklik ve bacak kuvveti ön test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştu (Tablo 4.2) ve bundan dolayı grupların son test ile ön test değerlerinin arasındaki fark alınmış ve gruplar arası farkların farkı olup olmadığına bakılmıştır. Gruplar arası farkların farkı tablo 4.8.'de incelenmiştir.

Tablo 4.8. Grupların son test ve ön-test farklarının karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	$\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	χ^2	df	p
Esneklik (cm)	PNF	4.917 ± 4.74	12	19.38	2,705	2	0,26
	Statik	3.545 ± 4.55	11	16.55			
	Kontrol	1.556 ± 4.25	9	12.61			
Statik Jump (m)	PNF	0.036 ± 0.03	12	21.42	8,247	2	0,02*
	Statik	0.020 ± 0.02	11	16.82			
	Kontrol	-0.018 ± 0.05	9	9.56			
Bacak Kuvveti (Kg)	PNF	21.041 ± 13.84	12	22.58	12,858	2	0,00*
	Statik	11.136 ± 19.16	11	17.00			
	Kontrol	-13.556 ± 20.77	9	7.78			

p ≤ 0.05 *

Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakmak için yapılan Kruskal Wallis istatistiksel analiz sonucuna göre; üç gruba ait esneklik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmazken, statik jump ve bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur. [Esneklik.; $\chi^2 = 2,705$; $p > 0.05$, Statik Jump; $\chi^2 = 8,247$; $p \leq 0.05$, Bacak kuvveti; $\chi^2 = 12,858$; $p \leq 0.05$].

Her üç grubun esneklik son test ile ön test değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması, grupların esneklik son test ile ön test değerleri arasındaki farkların benzer özelliklere sahip olduklarını göstermektedir. Bunun yanında üç grubun statik jump ve bacak kuvveti son test ile ön test değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı bulunması, grupların statik jump ve bacak kuvveti son test ile ön test değerleri arasındaki farkların benzer özelliklere sahip olmadıklarını göstermektedir.

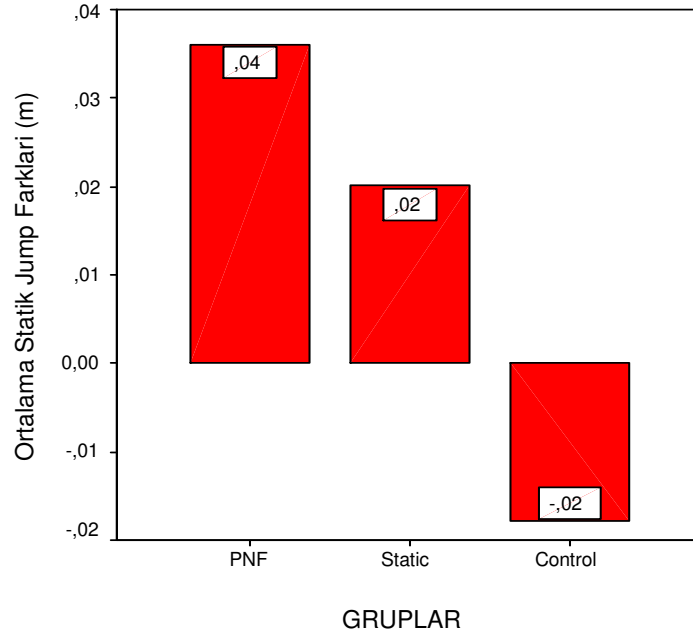
Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için gruplar ikili olarak karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmalar aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Grupların statik jump son test ve ön-test farklarının karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (m)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
Statik Jump Değerleri	PNF Grubu	12	0.036 ± 0.03	13.83	166.00	-1.355	0.18
	Statik Germe Grubu	11	0.020 ± 0.02	10.00	110.00		
	PNF Grubu	12	0.036 ± 0.03	14.08	169.00	-2.630	0.01*
	Kontrol Grubu	9	-0.018 ± 0.05	6.89	62.00		
	Statik Germe Grubu	11	0.020 ± 0.02	12.82	141.00	-1.938	0.05*
	Kontrol Grubu	9	-0.018 ± 0.05	7.67	69.00		

$p \leq 0.05$ *

Tablo 4.9 ‘da Gruplar arasında statik jump farklarının farkı incelendiğinde; PNF germe grubu ve statik germe grubu statik jump değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir ($Z = -1.355$; $p > 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (0.036 ± 0.03 m), statik germe grubuna göre (0.020 ± 0.02 m) daha yüksek statik jump farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir. PNF germe grubu ve kontrol grubu statik jump değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -2.630$; $p \leq 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (0.036 ± 0.03 m), kontrol grubuna göre (-0.018 ± 0.05 m) daha yüksek statik jump farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Statik germe grubu ve kontrol grubu statik jump farkı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -1.938$; $p \leq 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise statik germe grubunun (0.020 ± 0.02 m), kontrol grubuna göre (-0.018 ± 0.05 m) daha yüksek statik jump farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir.



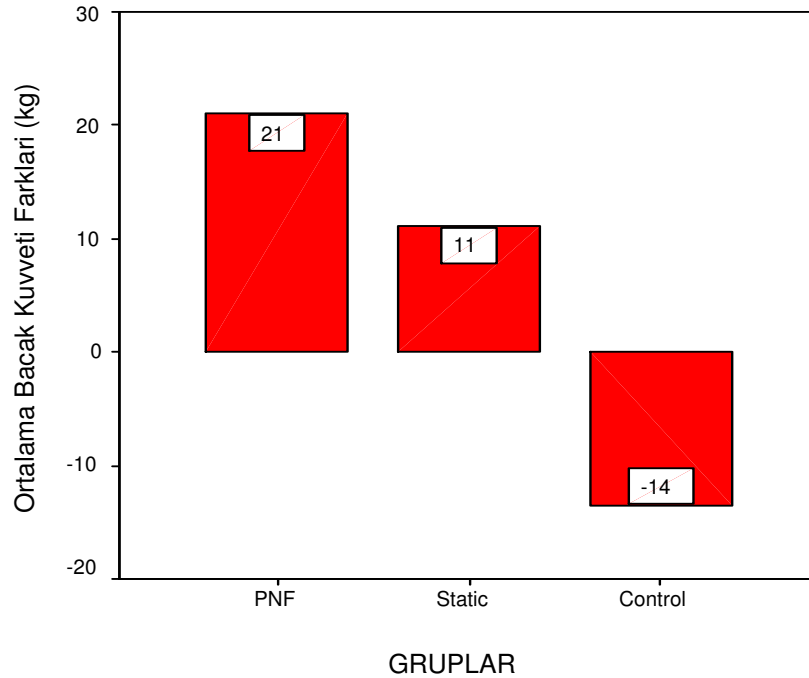
Şekil 4.9. Grupların statik jump son-test ön-test farkları skorları

Tablo 4.10. Grupların bacak kuvveti son test ve ön-test farklarının karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (Kg)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
Bacak Kuvveti Değerleri	PNF Grubu	12	21.041 $\pm$ 13.84	14.08	169.00	-1.539	0.12
	Statik Germe Grubu	11	11.136 $\pm$ 19.16	9.73	107.00		
	PNF Grubu	12	21.041 $\pm$ 13.84	15.00	180.00	-3.411	0.00*
	Kontrol Grubu	9	-13.556 $\pm$ 20.77	5.67	51.00		
	Statik Germe	11	11.136 $\pm$ 19.16	13.27	146.00	-2.317	0.02*
	Kontrol Grubu	9	-13.556 $\pm$ 20.77	7.11	64.00		

$p \leq 0.05$ *

Tablo 4.10’ da gruplar arasında bacak kuvveti farklarının farkı incelendiğinde; PNF germe grubu ve statik germe grubu bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir ($Z = -1.539$; $p > 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (21.041 ± 13.84 Kg), statik germe grubuna göre (11.136 ± 19.16 Kg) daha büyük bacak kuvveti farkı değerlerine sahip oldukları bulunmuştur. PNF germe grubu ve kontrol grubu bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -3.411$; $p \leq 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (21.041 ± 13.84 Kg), kontrol grubuna göre (-13.556 ± 20.77 Kg) daha büyük bacak kuvveti farkı değerleri mevcuttur. Statik germe grubu ve kontrol grubu bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -2.317$; $p \leq 0.05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise Statik germe grubunun (11.136 ± 19.16 Kg), kontrol grubuna göre (-13.556 ± 20.77 Kg) daha büyük bacak kuvveti farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir.



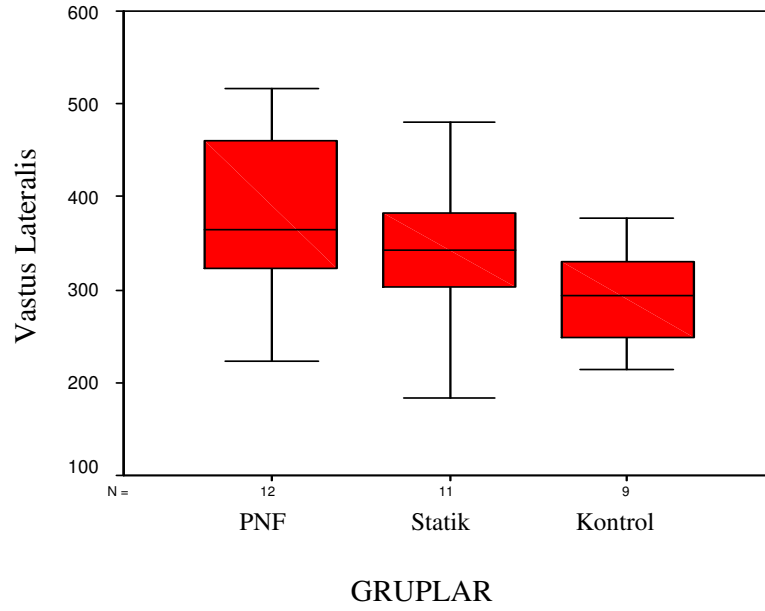
Şekil 4.10. Grupların Bacak kuvveti son-test ve ön-test farkları skorları

Bu bölümde elektromiyografik ölçümlerden elde edilen verilerin analizi sunulmuştur. Vastus lateralis (VL) ve vastus medialis (VM) kaslarına ait root mean square (RMS) değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları, ön-test son-test değişimleri ve gruplar arası farklar gösterilmiştir.

Tablo 4.11 Deneklerin ön-test root mean square (RMS) değerleri.

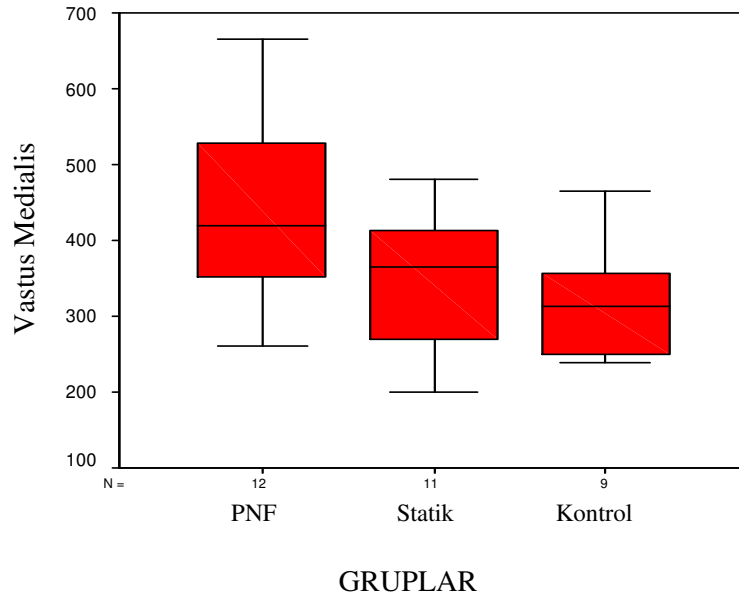
Gruplar	Vastus Lateralis (mV) $\bar{X} \pm SS$	Vastus Medialis (mV) $\bar{X} \pm SS$
PNF Grubu n= 12	378.17 $\pm$ 94.74	437.67 $\pm$ 122.58
SG Grubu n= 11	335.82 $\pm$ 87.74	348.82 $\pm$ 94.68
Kontrol Grubu n= 9	293.33 $\pm$ 60.98	323.56 $\pm$ 77.71
Çalışma Evreni n= 32	339.47 $\pm$ 88.64	375.03 $\pm$ 110.97

Yukarıdaki tabloda kas-gevşet PNF germe, statik germe ve kontrol grubunun VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. Bu değerler aşağıda şekillerle birlikte anlatılmıştır.



Şekil 4.11. Grupların ön-test VL kasına ait RMS değerleri.

Yukarıdaki şekil 4.11’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun VL kasına ait RMS değerleri 378.17 ± 94.74 , statik germe grubunun VL kasına ait RMS değerleri 335.82 ± 87.74 ve kontrol grubunun VL kasına ait RMS değerleri 293.33 ± 60.98 olarak verilmiştir.



Şekil 4.12. Grupların ön-test VM kasına ait RMS değerleri.

Yukarıdaki şekil 4.12’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri 437.67 ± 122.58 , statik germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri 348.82 ± 94.68 ve kontrol grubunun VM kasına ait RMS değerleri 323.56 ± 77.71 olarak verilmiştir.

Tablo 4.12. Grupların VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerinin ön-test farklarının karşılaştırması

Değişkenler	Grup	$\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	χ^2	df	p
Vastus Lateralis	PNF	378.17 ± 94.74	12	20.54	4.852	2	0,08
	Statik	335.82 ± 87.74	11	16.23			
	Kontrol	293.33 ± 60.98	9	11.44			
Vastus Medialis	PNF	437.67 ± 122.58	12	21.38	5.588	2	0,06
	Statik	348.82 ± 94.68	11	14.77			
	Kontrol	323.56 ± 77.71	9	12.11			

$p \leq 0.05$ *

Üç grubun VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerinin ön-testleri arasındaki farka bakmak için yapılan Kruskal Wallis istatistiksel analiz sonucu üç gruba ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır [Vastus Lateralis; $\chi^2 = 4.852$; $p \geq 0.05$, Vastus Medialis; $\chi^2 = 5.588$; $p \geq 0.05$].

Her üç grubun VL ve VM kaslarına ait RMS değerleri ön test verileri arasında anlamlı bir farkın bulunmayışı, çalışmanın başlangıcında grupların RMS değerlerinin benzer özelliklere sahip olduklarını da göstermektedir.

Uygulanan egzersiz programının VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerine etkilerini görmek için grupların ön-test ve son-test değerleri arasındaki farklara istatistiksel olarak Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi yapılarak bakılmış ve bu farklar aşağıda tablo 4.13’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Grupların VL kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Vastus Lateralis (mV) $\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n= 12	ön-test	378.17 $\pm$ 94.74	2 ^a	6.00	-2.119 ^a	0.03*
	son-test	427.58 $\pm$ 151.09	10 ^b	6.00		
SG n= 11	ön-test	335.82 $\pm$ 87.74	1 ^a	9.00	-2.134 ^a	0.03*
	son-test	407.45 $\pm$ 106.54	10 ^b	5.70		
Kontrol n= 9	ön-test	293.33 $\pm$ 60.98	7 ^a	5.00	-1.481 ^a	0.14
	son-test	260.44 $\pm$ 42.41	2 ^b	5.00		

a.son test $\leq$ ön test

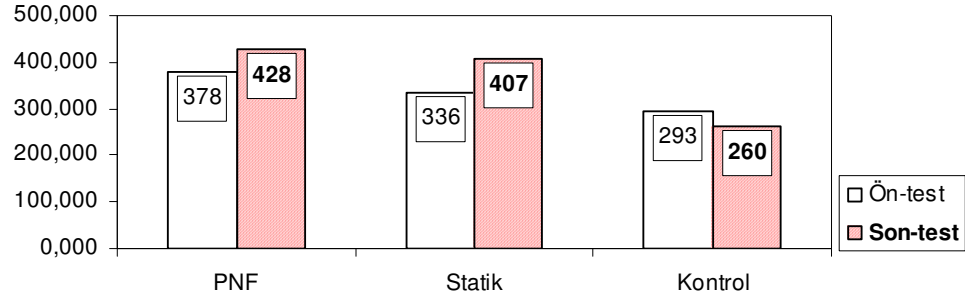
$p \leq 0.05$ *

b.son test $>$ ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu PNF germe grubu ile statik germe grubunun ön-test ve son-test VL kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($Z = -2.119$, $p \leq 0.05$ ve $Z = -2.134$, $p \leq 0.05$), kontrol grubunun ön-test ve son-test VL kasına ait RMS değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -1.481$, $p > 0.05$).

Tablo 4.13’ten de görülebileceği gibi her iki deney grubundaki VL kasına ait RMS değerleri ön testten son testte değiştiği ve bu değişim deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubunda 2 denekte düşüş yönünde iken 10 denekte artış yönündedir. Statik germe grubunda 1 deneğin VL kasına ait RMS değerinde düşüş var iken, geriye kalan 10 deneğin VL kasına ait RMS değerlerinde artış vardır. Kontrol grubunda ise 7 denekte VL kasına ait RMS değerinde düşüş var iken 2 denekte bu değişim artış yönündedir. Ortalama farklara

bakıldığında ise en fazla gelişimin statik germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Grupların ön-test son-test vastus lateralis RMS değerleri

Tablo 4.14. Grupların VM kasına ait RMS ön-test ve son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Vastus Medialis (mV) $\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n= 12	ön-test	437.67 $\pm$ 122.58	3 ^a	4.33	-2.040 ^a	0.04*
	son-test	489.00 $\pm$ 145.62	9 ^b	7.22		
SG n= 11	ön-test	348,82 $\pm$ 94.68	2 ^a	5.50	-1.956 ^a	0.05*
	son-test	392.90 $\pm$ 82.19	9 ^b	6.11		
Kontrol n= 9	ön-test	323.56 $\pm$ 77.71	5 ^a	4.60	-0.059 ^a	0.95
	son-test	320.78 $\pm$ 48.38	4 ^b	5.50		

a.son test $\leq$ ön test

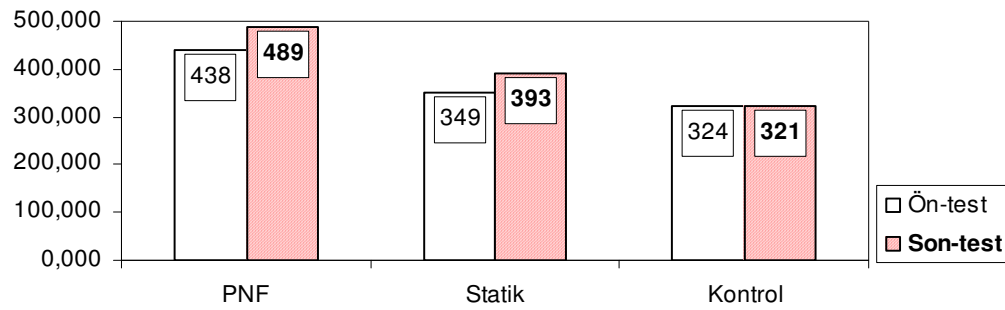
$p \leq 0.05$ *

b.son test $>$ ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu PNF germe grubu ile statik germe grubunun ön-test son-test VM kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($Z = -2.040$, $p \leq 0.05$ ve $Z = -1.956$, $p \leq 0.05$), kontrol

grubunun ön-test ve son-test VM kasına ait RMS değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -0.059$, $p > 0.05$).

Tablo 4.14'ten de görülebileceği gibi her iki deney grubundaki VM kasına ait RMS değerleri ön testten son testte değiştiği ve bu bütün deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişim; PNF germe grubunda 3 denekte düşüş yönünde iken 9 denekte artış yönündedir. Statik germe grubunda 2 deneğin VM kasına ait RMS değerinde düşüş var iken, geriye kalan 9 deneğin VM kasına ait RMS değerlerinde artış vardır. Kontrol grubunda ise 5 deneğin VM kasına ait RMS değerinde düşüş var iken, geriye kalan 4 deneğin VM kasına ait RMS değerlerinde artış vardır. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla gelişimin PNF germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Grupların ön-test son-test vastus medialis RMS değerleri

Daha önceki analizlerde grupların ön test RMS değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.12). Bundan dolayı grupların son test RMS değerlerinin karşılaştırılması yapılmış ve ön-test ile son-test gelişimleri açısından gruplar arası farkın olup olmadığına bakılmıştır. Gruplar arası son-test farkları tablo 4.15'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Grupların VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerinin son-test farklarının karşılaştırması

Değişkenler	Grup	$\bar{X} \pm SS$ (mV)	n	Sıra ort.	χ^2	df	p
Vastus Lateralis	PNF	427.58 $\pm$ 151.09	12	20.17	11.958	2	0.00*
	Statik	407.45 $\pm$ 106.54	11	20.00			
	Kontrol	260.44 $\pm$ 42.41	9	7.33			
Vastus Medialis	PNF	489.00 $\pm$ 145.62	12	22.79	12.225	2	0.00*
	Statik	392.90 $\pm$ 82.19	11	16.32			
	Kontrol	320.78 $\pm$ 48.38	9	8.33			

$p \leq 0.05$ *

Grupların son test RMS değerleri karşılaştırılmış ve tablo 4.15' den de görüldüğü gibi gruplar arası VL ve VM kaslarına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur [Vastus lateralis; $\chi^2= 11.958$; $p \leq 0.05$, vastus medialis; $\chi^2= 12.225$; $p \leq 0.05$].

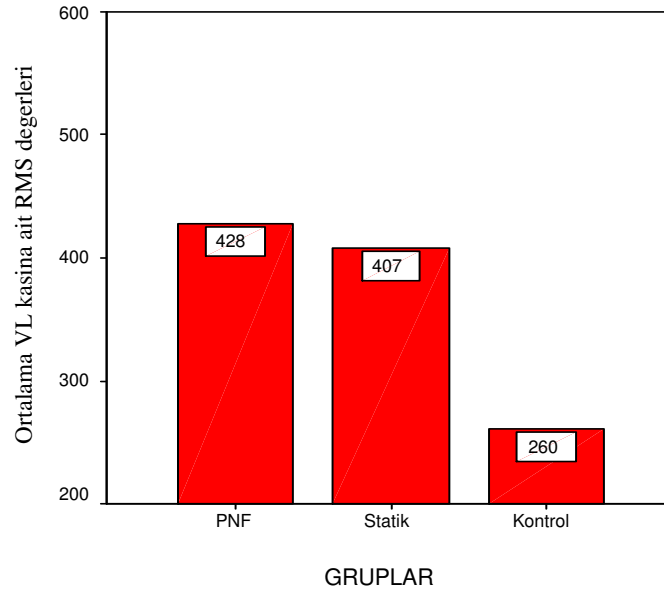
Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için gruplar ikili olarak karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmalar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.16. Grupların son-test VL kasına ait RMS değerlerinin karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (mV)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
VL kasına ait RMS değerleri	PNF Grubu	12	427.58 $\pm$ 151.09	11.92	143.00	-0.062	0.95
	Statik Germe Grubu	11	407.45 $\pm$ 106.54	12.09	133.00		
	PNF Grubu	12	427.58 $\pm$ 151.09	14.75	177.00	-3.198	0.00 *
	Kontrol Grubu	9	260.44 $\pm$ 42.41	6.00	54.00		
	Statik Germe Grubu	11	407.45 $\pm$ 106.54	13.91	153.00	-2.849	0.00 *
	Kontrol Grubu	9	260.44 $\pm$ 42.41	6.33	57.00		

p $\leq$ 0.05*

Yapılan istatistiksel analizler sonucu her iki deney grubunun VL kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmazken (Z= -0.062, p>0.05), PNF germe grubu ile kontrol grubu arasında (Z= -3.198, p $\leq$ 0.05) ve statik germe grubu ile kontrol grubu arasında (Z= -2.849, p $\leq$ 0.05) istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmuştur (Şekil 4.15).

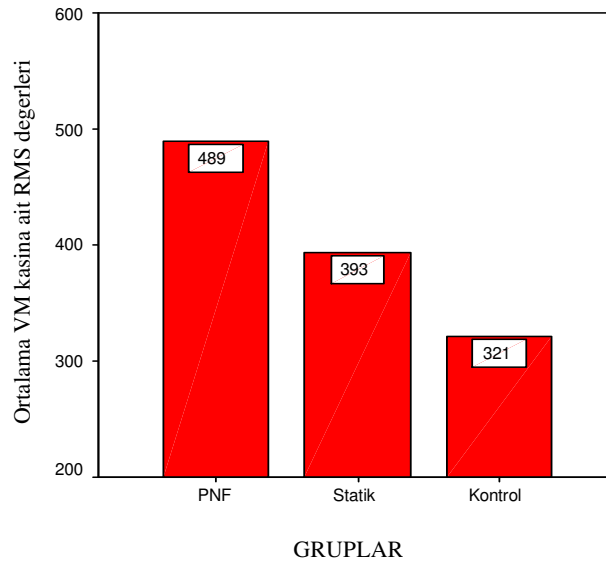
**Şekil 4.15.** Grupların son-test VL kasına ait RMS değerleri.

Tablo 4.17. Grupların son-test VM kasına ait RMS değerlerinin karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (mV)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
VM kasına ait RMS değerleri	PNF Grubu	12	489.00 $\pm$ 145.62	14.54	174.50	-1.878	0.06
	Statik Germe Grubu	11	392.90 $\pm$ 82.19	9.23	101.50		
	PNF Grubu	12	489.00 $\pm$ 145.62	14.75	177.00	-3.198	0.00*
	Kontrol Grubu	9	320.78 $\pm$ 48.38	6.00	54.00		
	Statik Germe Grubu	11	392.90 $\pm$ 82.19	13.09	144.00	-2.165	0.03*
	Kontrol Grubu	9	320.78 $\pm$ 48.38	7.33	66.00		

p $\leq$ 0.05*

Yapılan istatistiksel analizler sonucu her iki deney grubunun VM kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmazken (Z= -1.878, p>0.05), PNF germe grubu ile kontrol grubu arasında (Z= -3.198, p $\leq$ 0.05) ve statik germe grubu ile kontrol grubu arasında (Z= -2.165, p $\leq$ 0.05) istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmuştur (Şekil 4.16).

**Şekil 4.16.** Grupların son-test VM kasına ait RMS değerleri.

BÖLÜM V

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

IV. bölümde verilerin istatistiksel analizi yapılarak, bulgular tablolar halinde sunulup yorumlanmıştır. Bu bölümde ise iki farklı germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın, esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti ile *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerlerine olan etkilerine ait bulgulara bağlı olarak tartışılmış ve erişilen sonuçlar ve öneriler ile birlikte sunulmuştur.

5.1. Kas-Gevşet PNF Germe Egzersizi ile Yapılan Plyometrik Antrenmanın Etkileri:

5.1.1. PNF germe ve plyometrik antrenmanın esneklik üzerindeki etkileri:

Esneklik açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($\chi^2 = 5.931$; $p \leq 0.05$). Bu farklar göz önüne alınarak deneklerin esneklik ön-test ve son-test değerlerinin karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.598$, $p \leq 0.05$). Ancak deneklerin esneklik ön-test değerlerinin farklı oluşundan dolayı deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait esneklik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($\chi^2 = 2.705$; $p > 0.05$).

Literatürde PNF germe egzersizinin esneklik gelişimine etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışmalarında belirtilmiştir (Feland ve ark., 2001; Osternig ve ark., 1990; Osternig ve ark., 1987). Feland ve ark. (2001) dünya veteranlar oyunlarına katılan 55 ve 79 yaşları arasında 97 denek (yaş ort; 65) üzerinde PNF germe egzersizleri yapmış esneklik değerlerinin ön-test ve son-testte anlamlı bir oranda arttığını bulmuştur. Osternig ve ark., (1990) devamlı germe ile iki yaygın PNF germe tekniğinin hamstring kas aktivasyonu ve diz ekstansiyon hareket genişliği üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında PNF germe tekniğinin diz

ekstansiyon hareket genişliğinde % 9-13'lük bir artış sağladığını bulmuşlardır. Osternig ve ark., (1987) çalışmada bilinen üç farklı PNF tekniğinin *hamstring* kas aktivitesine ve diz ekstansiyonuna etkilerini incelemişlerdir. Üç PNF tekniği olan ger-gevşet, kas-gevşet ve agonist kas-gevşet teknikleri yaşları 23-36 arasında değişen ve diz ekstansiyon ölçümleri için ayrılmış toplam sayıları 10 olan bayan ve erkek denekler tarafından uygulanmış ve *hamstring* hareket genişliğinde bir artış bulunmuştur. Draper ve ark. (2002) yaşları 20.46 ± 1.74 olan toplam 37 (11 erkek, 26 bayan) denek üzerinde kısa süreli düşük şiddetteki germe egzersizlerinin hamstring esnekliği üzerine etkilerini incelemiş ve 5 günlük çalışmanın sonucunda deneklerin esneklik değerlerinde 5.27 cm'lik (%19.7) artış kaydedilmiştir.

Ancak yapılan çoğu çalışma sadece germe egzersizlerinin esneklik üzerine etkileri ile alakalıdır. Oysaki bizim yaptığımız çalışma da denekler PNF germe egzersizinden hemen sonra plyometrik antrenmana tabi tutulmuşlardır. Esneklik değerlerindeki istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olmamasının nedeni olarak, PNF germe egzersizlerinden hemen sonra plyometrik antrenmanların uygulanmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Bu sonuçlara göre; eğer bir antrenman programında hedef PNF germe egzersizlerini uygulayarak esnekliği geliştirmek ise; PNF germe egzersizinden hemen sonra plyometrik çalışmalar uygulanmaması önerilebilir. Ancak plyometrik antrenman öncesinde PNF germe egzersizleri uygulayarak hem plyometrik çalışmalardaki sakatlık riskini azaltmak, hem de diğer biyomotor yetenekler geliştirmek isteniyorsa; PNF germe süreleri veya PNF germe egzersizinden sonra plyometrik antrenmana geçiş süreleri değiştirilmesi önerilebilir.

5.1.2. PNF germe ve plyometrik antrenmanın dikey sıçrama üzerindeki etkileri:

Dikey sıçrama açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 3,231$; $p > 0.05$). Deneklerin çalışmaya başlamadan önce dikey sıçrama yetenekleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin dikey sıçrama ön-test ve son-test değerleri

karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.982$, $p \leq 0.01$). Ancak deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait dikey sıçrama değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 8,247$; $p \leq 0.05$). PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin dikey sıçrama performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Literatürde PNF germe egzersizleri ve plyometrik çalışmaların dikey sıçrama gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak sıçrama antrenmanlarından önce yapılan PNF germe egzersizlerinin sıçrama üzerine etkilerinin olumsuz yönde olduğunu bulan araştırmacılar da vardır.

Evetovich ve ark. (2003) çalışmasında germe egzersizlerinin kassal performansı negatif yönde etkilediğini göstermiştir. Knudson ve ark. (2001) 20 yetişkin erkek üzerinde yaptığı esnekliğin akut etkilerinin dikey sıçrama kinematiklerinin üzerine etkilerini araştırmıştır. Sonuçta; esneklik sonuçlarının istatistiksel olarak güçlü olmasına rağmen dikey sıçrama, diz açısı, eksantrik ve konsantrik safların sürelerinde anlamlı bir değişikliğe rastlanmamıştır. Germe egzersizinden sonra deneklerin % 55'inde düşük dikey hızları (% -7.5), deneklerin % 45'inde ise değişiklik olmamış veya daha yüksek dikey (% 35) hızda (% 2.4) çok az bir artış kaydedilmiştir. Gerilme-kısalma döngülü aktivitelerden (dikey sıçrama gibi) önce yapılan germe egzersizleri bazı deneklerde performans düşüklüğüne sebep olmuş, fakat genel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmemiştir. Church ve ark., (2001) yapmış oldukları çalışmada farklı ısınma rutinlerinin (sadece genel ısınma, genel ısınmayla birlikte statik germe ve genel ısınmayla birlikte PNF germe) dikey sıçrama performansı üzerindeki etkileri incelenmiş, dikey sıçrama testi öncesi yapılan PNF'in performans için zararlı olabildiği görülmüştür. Herbert (2003) Murray State Üniversitesi'ndeki çalışmasında genel ısınma rutininde kullanılan PNF'in dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlar ve PNF'in dikey sıçrama performansını azalttığını bulmuşlardır.

Literatürde PNF germe egzersizlerinin dikey sıçramaya olumsuz etkilerinin yanında bizim çalışmamızda da olduğu gibi olumlu etkileri olduğunu savunan araştırmacılar da vardır. Osternig ve ark. (1987) yaptıkları bu çalışmada bilinen üç farklı PNF tekniğinin *hamstring* kas aktivitesine ve diz ekstansiyonuna etkilerini incelemişler ve PNF germe egzersizlerini dikey sıçrama performansını arttırmada faydalı olduğunu bulmuşlardır. Hume ve arkadaşları (1993) 106 bayan cimmastikçide jimnastik performansının antropometri, fizyoloji ve psikoloji ilişkisini incelemişler ve esnekliğin ritmik cimmastikte performans başarısı ile pozitif yönde ilişkili olduğunu bulmuşlardır.

Plyometrik çalışmalar bilindiği gibi çok kısa bir zaman diliminde yüksek düzeyde kuvvet uygulama becerisi isteyen sıçrama aktivitelerinde oldukça sık kullanılan bir antrenman formudur. Ancak plyometrik antrenmanlar yanlış uygulandığı zaman sakatlık riskinin çok fazla olduğu bilinen bir gerçektir. Literatürde plyometrik antrenmanın dikey sıçrama performansına pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Diallo ve ark. (2001) yaşları 12-13 arasında 20 erkek sporcuya haftada 3 gün olmak üzere toplam 10 hafta boyunca sıçramalar, engeller üzerinde atlamalar ve diz çekme egzersizleri yaptırmışlardır. Denekler aynı zamanda futbol antrenmanlarına da devam etmişlerdir. Antrenmandan sonra sıçrama grubunda *countermovement jump* ($p<0.01$), *squat jump* ($p<0.05$), 5 tekrarlı sıçramalar (MB5) ($p<0.01$) artış gözlenmiştir. Bu süreçte kontrol grubunda bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu sonuçlara göre kısa süreli plyometrik antrenmanlar puberte dönemindeki çocukların atletik performanslarını arttırmış. Başka bir çalışmada Lees ve ark. (2004) dikey sıçrama ve patlayıcı kuvveti geliştiren aktivitelerde, özellikle plyometrik antrenmanların içerisinde ve maksimal güç antrenman programlarında çok yaygın olarak kullanıldığını belirtmiştir. Çalışmaya 20 yetişkin erkek denek katılmış ve denekler kollarını savurarak submaksimal (düşük ve yüksek) ve maksimal dikey sıçrama (maksimal) yapmaları istenmiştir. Sadece ayak bileği ve diz eklemi (sıçramada kolların kullanılması) ile yapılan dikey sıçrama mesafesinin artmasına ve değişmesine büyük ölçüde etkisi olmadığı (ayak bileğinde yapılan iş: düşük= 1.80, yüksek= 1.97, maksimal= 2.06 J.kg (-1), $F = 3.596$, $p = 0.034$; diz: düşük= 1.62, yüksek = 1.77, maksimal = 1.94 J.kg (-1), $F = 1.492$, $p = 0.234$) ve dikey sıçramada daha iyi performans için kalça ekstansör kaslarında dikey sıçrama hareketine

katılması performansı büyük ölçüde etkiler (kalçada yapılan iş: düşük= 1.03, yüksek= 1.84, maksimal= 3.24 J.kg(-1), F = 110.143, p< 0.001). Kotzamanidis ve ark. (2005) aynı antrenman oturumunda birleştirilmiş ağır direnç ve hız antrenmanının futbolcularda kuvvet, koşu hızı ve dikey sıçrama performansları üzerindeki etkileri araştırmışlar ve *squat jump* ve *counter movement jump* değerlerinde anlamlı artışlar bulunmuşlardır. Chimera ve ark (2004) çalışmasında sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremita kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişler ve deney grubunun dikey sıçrama mesafesi % 5.8 oranında arttığını bulmuşlardır. Benzer bir şekilde Matavulj ve ark. (2001) küçük basketbol oyuncularında plyometrik antrenmanın sıçrama performans üzerine etkilerini araştırmışlar ve 50 cm'den derinlik sıçraması yapan grubun *countermovement jump* değerlerinin 4.8 cm, 100 cm'den derinlik sıçraması yapan grubun *countermovement jump* değerlerinin ise 5.6 cm arttığını bulmuşlardır. Toumi ve ark. (2004) çalışmasında sıçrama antrenmanları ile ağırlık antrenmanının *squat* ve *countermovement jump* sırasında sıçrama performansı ve kas stratejisi üzerine etkilerini karşılaştırmışlar ve antrenman grubunda *countermovement jump*'da % 13.2 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulmuşlardır (P=0.02). Toumi ve ark. (2004) çalışmalarında plyometrik antrenman ile uygulanan hızlı veya yavaş gerilme-kasılma uygulamalarının sıçrama performansı ve kas özelliklerinin üzerine etkilerini karşılaştırmışlar ve her iki deney grubu için *squat jump* ve *countermovement jump* performanslarında anlamlı artışlar bulmuşlardır. McBride ve ark. (2002) 8 hafta boyunca yapılan yüksek ve düşük şiddetteki *squat jump* sıçrama antrenmanlarının EMG ve çeşitli fiziksel performans ölçümleri üzerine etkilerini incelemişler ve deneklerin *squat jump* performanslarında anlamlı artışlar bulmuşlardır.

Plyometrik alıştırmalar, sinir-kas yapısını ya da kasın esnek ve kasılğan parçasına yüklenen konsantrik ve eksantrik eylemi geliştirir (Chu, 1998; Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Kas lifinin esnek yapısı, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolamasını sağlar. Sonra bu enerji konsantrik kasılmada kinetik enerji olarak ortaya çıkar (Hoffman, 2002; Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Wilmore ve Costill, 1994). Bu enerji hızlı ve patlayıcı bir hareketin gerçekleşmesini sağlayarak deneklerin daha fazla dikey sıçrama değerlerine ulaştığını söyleyebiliriz.

Birçok spor branşında güç çok önemli bir biyomotor yetenektir. Ve bu biyomotor yeteneği geliştirmek için en çok kullanılan antrenman formlarından biri olan plyometrik antrenman, sakatlık riskini azaltan PNF germe egzersizi ile birlikte dikey sıçrama performansını arttırmak için kullanılması önerilebilir.

5.1.3. PNF germe ve plyometrik antrenmanın bacak kuvveti üzerindeki etkileri:

Bacak kuvveti açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($\chi^2 = 10,580$; $p \leq 0.05$). Bu farklar göz önüne alınarak deneklerin bacak kuvveti ön-test ve son-test değerlerinin karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.981$, $p \leq 0.05$). Ancak deneklerin bacak kuvveti ön-test değerlerinin farklı oluşundan dolayı deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 12,858$; $p \leq 0.05$). PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin bacak kuvveti performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Literatürde PNF germe egzersizleri ve plyometrik çalışmaların bacak kuvveti gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak esneklik ve bacak kuvveti arasındaki ilişki birbirleriyle tutarlı olmayan bulgularlar ortaya konulmuştur.

Literatürde, uzun süreli germe egzersizlerine kronik bir cevap olarak germelerin kuvvet artışına neden olabileceği gösterilmiştir ve bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla benzerlik gösteren niteliktedir. Grieco (2002) PNF germelerin standart ağırlık programlarına bir alternatif ya da tamamlayıcı bir metot olduğu sonucuna varmıştır. Kuvvet artışının, özellikle izometrik ve konsantrik kasılmaların kullanıldığı germe uygulamalarının bir sonucu olarak ortaya çıktığı, böylece uzun süreli germe egzersizlerinin bir eklem etrafındaki hareket genişliğini artırmasının yanı sıra, kas hipertrofisi sağlayarak sakatlıklardan korunabileceği ve

performans artışına neden olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, kuvvet antrenman programının ekzantrik egzersizler içerdiğinde daha verimli olabileceği ve tek yönlü kuvvet egzersizlerinin kontralateral (egzersiz yapılmayan bölüm) kas gruplarının kuvvetini de geliştirdiği kanıtlanmıştır. Germe egzersizleri ve kuvvet artışı ile ilgili yapılan çalışmaların temelini, ekzantrik çalışmaların önemli bir germe bileşeni olması ve böylece uzun süreli germe programlarının kuvveti geliştirebileceği varsayımı oluşturmaktadır. Nelson ve ark (2002) yaptıkları çalışmada bunu açık bir şekilde göstermişlerdir. Bu çalışmaya 7 erkek ve 6 bayan denek katılmış ve sağ kalf kasına yönelik 10 haftalık germe programı uygulamışlardır (haftada 4 gün, 4x 30sn ve her germe arası 30 sn. dinlenim). 1RM prosedürüne göre (bir maksimum tekrar) yapılan ön test ve son test kuvvet ölçümleri (ayak parmak uçlarında yükselecek) arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. 10 haftalık germe programı sonrası sadece sağ kalf kuvvetinde anlamlı bir gelişim gözlenirken, ayrıca kontralateral bölümde de kuvvet artışı görülmüştür. Bunun nedeni olarak, germenin spinal (omurilik) refleksleri harekete geçirebilmesi ve antrenman etki mekanizmalarının omurilikte olduğu gösterilmiştir.

Fowles ve ark. (2000) pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmalarına 10 genç yetişkin katılmış ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yapılmıştır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) çalışmanın öncesinde, hemen sonunda ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Maksimal istemli kasılma ilk değerlerle karşılaştırıldığında son testte (%28) ve 5 (%21), 15 (%13), 30 (%12), 45 (%10) ve 60. dakikalar sonrasında (%9) azaldığını bulunmuştur. Worrell ve ark. (1994) hamstring esnekliği ile artan izokinetik güç üretiminin birliktelik göstermiş, Wilson ve ark. (1992) bench-press performansının 8 haftalık esneklik antrenmanı sonrası yükseldiğini bulmuşlardır. Handel ve ark (1997) 8 haftalık kas-gevşet germe antrenman sonrası esneklikte ve diz ekleminin güç üretiminde gelişim olduğunu bulmuşlardır. Farklı bir sonuç gösteren çalışmada Kokkonen ve ark (1998) akut kas germelerinin maksimum kuvvet performansını engellediğini bulmuşlar ve benzer bir sonuç olarak Rosenbaum ve Hennig (1995) değişik germeler sonrası kısa süreli bir kuvvet kaybının ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Plyometrik antrenmanların bacak kuvveti değerleri üzerine etkileri ile ilgili literatürdeki diğer bazı bulgular bizim çalışmamızla benzerlikler göstermektedir. Diallo ve ark. (2001) gerilme-kısalma döngülü antrenmanlar (plyometrik antrenman) yetişkinlerde genellikle bacak kuvvetini geliştirmek ve dikey sıçrama mesafesini arttırmak için kullanıldığını belirtmiş ancak çocuklarda ise bu tarz çalışmalar hakkında fazla bilginin olmadığını söylemiştir. Yaşları 12-13 arasında 20 erkek sporcu sıçrama grubu ve kontrol grubu olarak 10'arlı 2 gruba bölünmüştür. Sıçrama grubuna haftada 3 gün olmak üzere toplam 10 hafta boyunca sıçramalar, engeller üzerinde atlama ve diz çekme egzersizleri yaptırmış ve bisiklet testiyle maksimal pedal çevirme gücü ölçölmüştür. Antrenmandan sonra sıçrama grubunda; pedal çevirme gücünde (bacak gücü) ($p<0.01$) artış bulmuştur. Bu sonuçlara göre kısa süreli plyometrik antrenmanlar puberte dönemindeki çocukların atletik performanslarını arttırdığını söylemiştir.

Lees ve ark. (2004) dikey sıçrama ve patlayıcı kuvveti geliştiren aktivitelerde, özellikle plyometrik antrenmanların maksimal güç antrenman programlarında çok yaygın olarak kullanıldığını belirtmiş ve dikey sıçramada performansı özellikle de ayak bileği, diz ve kalça eklemin etrafında bulunan kas ve kas gruplarının kuvvet düzeyini etkileyerek artırıldığını belirtmiştir. Çalışmaya 20 yetişkin erkek denek katılmış ve deneklerin kollarını savurarak submaksimal (düşük ve yüksek) ve maksimal dikey sıçrama (maksimal) yapmaları istenmiştir. Her sıçramada kuvvet, hareket ve EMG değerleri kaydedilmiş ve bu veriler kinetik ve kinematik dataların genişliği, ayak bileği, diz ve kalça ekleminin torku, güçleri ve yapılan işi hesaplamak için kullanılmıştır. Sonuç olarak bacak kuvvetinin dikey sıçrama performansını doğrudan etkilemekte olduğunu bulmuşlar ve submaksimal ve maksimal sıçramaların ayak bileği, diz ve kalça ekleminde bulunan kaslar üzerinde farklı etkileri olabildiğini ve belkide çok önemli olmasa bile bu kasların birbirinden farklı olarak çalıştırılmaya ihtiyaçları olabileceği belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada Tricoli (2005) şiddetli direnç antrenmanı ile dikey sıçrama antrenmanını birleştirerek daha iyi bir antrenman metodunu saptamaya çalışmıştır. Bu yüzdende, birleştirilmiş şiddetli direnç antrenmanı ile dikey sıçrama ve halter programının her ikisi ile de kısa süredeki etkilerini karşılaştırmıştır. Yaptığı çalışmaya 32 sağlıklı erkek; 12 kişi halter (*weightlifting*), 12 kişi dikey sıçrama

(*vertical jump*) ve 8 kişi de kontrol grubu (C) olmak üzere 3 ayrı gruba bölünmüştür. Denekler 8 haftalık antrenman çalışmasına katılmışlardır. Halter grubu: 3x6 RM halter barını göğüs hizasına kadar kaldırma (*high pull*) (elin dış kısmı karşıyı gösterecek şekilde bar tutulur), 4x4 RM halter barını omuzlara alıp ayağa kalkma (*power clean*), 4x4 RM halter barını omuzlara alıp ayağa kalkma ve ayaklardan birisini öne doğru atarak halter barını omuzlardan yukarıya doğru atma (*clean and jerk*) antrenmanları yapmışlardır. Dikey sıçrama grubu: 6x4 çift ayak engellerin üzerinden sıçrama, art arda tek ayakla sıçrayarak engellerin üzerinden geçme, 4x4 tek ayak ile engel üzerinden geçme, 4x4 40cm yükseklikten derinlik sıçraması yapmışlardır. Bunlara ek olarak tüm gruplar 4x6 RM yarım *squat* yapmışlar ve antrenmanın şiddeti 4. haftadan sonra biraz daha arttırılmıştır. Halter grubuna uygulanan program sonucunda sporcuların 10 m koşu hızında anlamlı bir artmış meydana gelmiştir ($p<0.05$). Halter ve dikey sıçrama grubunun *counter movement jump* değerleri artmış ($p<0.05$) fakat halter grubundaki *counter movement jump* değerlerindeki artış dikey sıçrama grubundakinden daha fazla olmuştur. Diğer yandan dikey sıçrama grubunun 1 RM yarım *squat* değerlerinin (% 47.8) halter grubundan (% 43.7) daha fazla artmış olduğu görülmüştür.

Kotzamanidis ve ark. (2005) aynı antrenman oturumunda birleştirilmiş ağır direnç ve hız antrenmanının futbolcularda kuvvet, koşu hızı ve dikey sıçrama performansları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Birinci grup ($n=12$) direnç antrenmanlarıyla birleştirilmiş hız antrenmanlarını aynı antrenman oturumunda uygulamışlardır. İkinci grup ($n=11$) aynı direnç egzersizini uygulamış fakat hız antrenmanı yapmamışlardır. Antrenman sonrasında her iki deney grubunun da 1 RM değerlerinin arttığını gözlemlemiştir.

Başka bir çalışmada ise Hewett ve ark. (1996) bayan atletler üzerinde yaptığı çalışmada sıçrama gerektiren sporlarda, sıçrama antrenmanının alt ekstremitte kuvvetleri ve sıçrama sonrasında yere iniş esnasında uygulanan kuvvetin azaltılması üzerine etkisini test etmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışma programı dikey sıçrama performansının arttırılması ve alt ekstremitte sinir-kas kontrolünü öğrenerek yere iniş sırasında yere uygulanan kuvvetin azaltılması için tasarlanmıştır. Uygulanan antrenman programından sonra voleybolda blok sıçraması sırasındaki zirve konuş

gücü % 22 azalmış ve dizin addüksiyon ve abdüksiyon anında da güç azalımı yaklaşık olarak %50 azalma meydana gelmiştir.

Wilson ve ark., (1996) ağırlık ve plyometrik antrenmanın eksantrik ve konsantrik kuvvet üretimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmaya antrenmanlı 41 erkek katılmış ve denekler rastgele ağırlık antrenman, plyometrik antrenman ve kontrol grubu olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Deney grupları 4 hafta boyunca ağırlık kaldırmış veya dinamik plyometrik egzersizler uygulamışlardır. Antrenman periyodu bitirildikten sonra denekler dikey sıçrama testi, eksantrik ve konsantrik test, şınav testi, maksimal bench pres ve squat pozisyonunda ağırlık kaldırma testleri uygulanmıştır. Plyometrik antrenman deneklerin alt ekstremitte eksantrik kuvvet üretimi oranını anlamlı bir şekilde arttırmıştır. Ağırlık antrenmanı öncelikle olarak konsantrik kuvvet üretimi arttırmıştır.

Başka bir çalışmada ise Toumi ve ark. (2004a) sıçrama antrenmanları ile ağırlık antrenmanının *squat* ve *countermovement jump* sırasında sıçrama performansı ve kas stratejisi üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya yaşları 17 ile 24 arasında değişen ve sağlıklı 22 erkek hentbol oyuncu katılmıştır. 6 haftalık antrenman programından sonra iki antrenman grubunda maksimal izometrik kuvvet, maksimal konsantrik güç ve squat sıçrama performanslarında artış görülmüştür.

Sportif performansta kasılmanın süresinin yanında kasılma kuvveti de önemlidir. Plyometrik çalışmanın sonrasında miyotatik refleks zamanı ve kasılma kuvvetinde değişiklikler meydana gelir. Bundan dolayı hızlıca gerilen ya da uzayan kasın, gerilmeden sonra daha büyük bir konsantrik güç üretebildiğini söyleyebiliriz.

Bilindiği gibi kuvvet sportif müsabakalarda başarıyı etkileyen en önemli biyomotor yeteneklerden bir tanesidir. Özellikle de kısa süre içerisinde konsantrik ve izometrik kuvvet üretimi gerektiren spor branşları için plyometrik antrenmanlar önerilebilir. Kas-gevşet PNF germe egzersizleri farklı sürelerde uygulanarak plyometrik antrenmanın bacak kuvveti değerleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması önerilebilir.

5.1.4. PNF germe ve plyometrik antrenmanın vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri üzerindeki etkileri:

Literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde, yapılan çalışmaların birçoğunda *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait EMG değerleri beraber yorumlanmıştır. Bunun yanında literatürde kas-gevşet PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmaların bulunmamasından dolayı bu bölümde ilgili kaslara ait RMS değerlerine kas-gevşet PNF ve plyometrik antrenmanın etkileri ayrı ayrı tartışılacaktır.

Vastus lateralis kasına ait *root mean square* değerleri açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 4.852$; $p > 0.05$). Denekler çalışmaya başlamadan önce *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin VL ön-test ve son-test değerleri karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.119$, $p \leq 0.05$). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin son-test değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.15). Kas-gevşet PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin VL kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Vastus medialis kasına ait *root mean square* değerleri açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 5.588$; $p > 0.05$). Denekler çalışmaya başlamadan önce *vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin VM ön-test son-test değerlerini karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.040$, $p \leq 0.05$). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin son-test değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.15). PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin VM kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Hanten ve Schulthies (1990)'un yaptığı çalışmada kalça addüksiyonu ve medial tibial rotasyon egzersizleri sırasında *vastus medialis oblique* kasının *vastus lateralis* kasına oranla daha yüksek elektriksel aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir ki bu da bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir (Tablo 4.11). *Vastus medialis oblique* ve *vastus lateralis* kaslarının elektriksel aktivitesi 25 sağlıklı denek maksimal bir izometrik kasılma ile kalça addüksiyonu ve *medial tibial* rotasyon yaparken ölçülmüştür. Çıkan sonuçlara göre kalça addüksiyonu egzersiz sırasında *vastus medialis oblique* kasının EMG aktivitesi *vastus lateralis* kasından anlamlı bir şekilde yüksek çıkmıştır. *Medial tibial* rotasyonda anlamlı bir farklılık görülmemiştir. *Vastus medialis oblique* kası kalça addüksiyonu sırasında aktif olarak harekete katılmıştır.

Başka bir çalışmada Osternig ve ark. (1987) bilinen üç farklı PNF tekniğinin *hamstring* kas aktivitesine ve diz ekstansiyonuna etkilerini incelemişler. Üç PNF tekniği olan ger-gevşet, kas-gevşet ve agonist kas-gevşet teknikleri yaşları 23-36 arasında değişen ve diz ekstansiyon ölçümleri için ayrılmış toplam sayıları 10 olan bayan ve erkek denekler tarafından uygulanmıştır. *Quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarının diz eklem pozisyonu ve EMG aktiviteleri germe uygulamaları sırasında bilgisayar yardımıyla ölçülmüştür. Bulgularda *hamstring* EMG aktivitesi sırasıyla agonist kas-gevşet ve kas-gevşet PNF tekniklerinde % 8-43 artmıştır. Ger-gevşet germe tekniği *hamstring* EMG aktivitesinde % 11'lik bir düşüşe neden olmuştur. Agonist kas-gevşet germe tekniği sırasıyla kas-gevşet ve ger-gevşet tekniklerine göre daha fazla diz ekstansiyonu değerleri (%3-6) üretmesine rağmen agonist kas-gevşet egzersizleri sırasında % 71-155 daha fazla *hamstring* aktivitesi görülmüştür. Agonist kas-gevşet ve kas-gevşet teknikleri diz ekstansiyonu sırasında kasta oluşan gerimin üstesinden gelebilmek için gereken gevşemeyi yeterli oranda sağlayamamıştır. Bununla birlikte *hamstring* büyük bir gerim altındayken hareket genişliğinde bir artış başarmıştır. Ger-gevşet germe tekniği ile üretilen diz ekstansiyon derecesi, kas-gevşet ve agonist kas-gevşet germe tekniklerinden % 3-6 oranında *hamstring* aktivitesinde azalma sağlarken, sakatlık riskine karşı uygulanan teknikler içinde en güvenlisi olabilir.

Ferber ve ark. (2002) PNF germe tekniklerinin yaşlılardan diz fleksör kasının EMG aktivitesi üzerine etkilerini incelemişler. Bu çalışma için yaşları 55 ile 75 arasında değişen gönüllü 24 erkek denek katılmıştır. Bütün denekler sağlıklı ve

golf, yürüyüş ve bahçe işleri gibi düşük şiddette aktivite düzeyine sahip oldukları belirtilmiştir. Deneklerin daha önce alt ekstremiteye ait sakatlık benzeri rahatsızlıklar geçirmemiş olduğu vurgulanmıştır. PNF germe egzersizlerinin deneklerin hareket genişliğini ($p<0.05$) ve *hamstring* ve *gastrocnemius* EMG aktivitesini arttırmasında etkili olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Hareket genişliği ortalama değerlerine bakıldığında agonist kas-gevşet PNF germe grubunun $15.66 \pm 0.95^\circ$ ve kas-gevşet PNF germe grubunun $12.11 \pm 0.66^\circ$ olduğu görülmüştür. *Hamstring* kasına ait EMG aktivitelere bakıldığında ACR-PNF germe grubunun $42.07 \pm 4.16\%$ ve CR germe grubunun $21.84 \pm 1.94\%$, *Gastrocnemius* kasına ait EMG aktivitelere bakıldığında ACR-PNF germe grubunun $25.81 \pm 3.74\%$ ve CR germe grubunun $15.63 \pm 1.41\%$ kaydedilmiştir. Sonuçlar, agonist kas-gevşet germe prosedürünün kas-gevşet ve statik germeye oranla EMG aktivitesinde %65–119 daha fazla aktivite ve hareket genişliğinde %29–34 oranında daha fazla bir artış üretmiştir. PNF germe tekniklerinin yaşlılarda hareket genişliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Plyometrik çalışmalarının vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir (Liu ve ark., 2006; Kyrolainen ve ark., 2005; Martin ve ark., 2005; Toumi ve ark., 2004a; Toumi ve ark., 2004b; McBride ve ark., 2002).

Toumi ve ark. (2004a) çalışmasında sıçrama antrenmanları ile ağırlık antrenmanının *squat* ve *countermovement jump* sırasında sıçrama performansı ve kas stratejisi üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmaya yaşları 17 ile 24 arasında değişen ve sağlıklı 22 erkek hentbol oyuncu katılmıştır. Denekler rastgele ağırlık antrenman grubu, sıçrama antrenmanı ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubu ve kontrol grubu olarak 3'e ayrılmıştır. Antrenman periyodundan önce ve sonra maksimal izometrik kuvvet ve maksimal konsantrik güç supine pozisyonunda bacak presi sayesinde, dikey sıçrama *squat jump* ve *countermovement jump* testleri ile ve kas adaptasyonundaki değişimleri belirlemek içinde yüzeysel EMG (sEMG) kullanılmıştır. 6 haftalık antrenman programından sonra iki antrenman grubunda maksimal izometrik kuvvet, maksimal konsantrik güç ve *squat* sıçrama performanslarında artış görülmüştür. Bununla birlikte sadece sıçrama ile kombine

edilmiş ağırlık antrenman grubunda *countermovement jump* sırasındaki sıçrama yüksekliğinde anlamlı bir artış olmuştur ($P<0.05$). Myoelektriksel sinyaller *vastus lateralis*, *vastus medialis* ve *biceps femoris* kaslarından kayıt edilmiş ve kayıtlama 20 mm'lik ara ile bipolar yüzeysel elektrotlarla yapılmıştır. EMG analizi root mean square değerleri ile yorumlanmıştır. Antrenmandan 3 hafta sonra her iki antrenman grubunda da dikey sıçrama yüksekliğinde kontrol grubu ile istatistiksel farklılık görülmemiştir. Ancak antrenmanın 6. haftasının sonunda *squat jump* performansında, ağırlık antrenman grubunda % 9.1 ve kombine edilmiş antrenman grubunda ise % 11.3 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte *countermovement jump* sonuçlarında ise sadece kombine edilmiş antrenman grubunda % 13.2 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur ($P=0.02$). İki antrenman grubu içinde *squat jump* performansları sırasındaki RMS değerleri antrenman öncesi ile antrenman sonrası ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte *countermovement jump* sırasındaki geçiş (amortisman fazı) ve konsantrik kasılma safhalarında *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait RMS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ($P=0.03$). Kontrol grubunun *countermovement jump* sırasındaki eksantrik ve konsantrik kasılma safhalarında ilgili kaslara ait RMS değerlerinde anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Bütün sıçrama çeşitlerinde *biceps femoris* kasına ait RMS değerlerinde anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Kombine edilmiş antrenman grubundan antrenmanın 3.üncü haftasında maksimal izometrik kasılma kuvvetinde % 13.2 oranında ve istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($P=0.03$). Antrenmanın 6.ıncı haftasının sonunda ise her iki antrenman grubu içinde maksimal izometrik kuvvet ve maksimal konsantrik güçte istatistiksel artışlar görülmüştür ($P=0.02$). Kontrol grubunda maksimal izometrik kuvvetlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Her iki deney grubu içinde maksimal konsantrik kasılmalarının % 60, %50 ve % 40 şiddetinde yapılan istemli kasılmalarda *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait RMS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($P=0.02$). Bununla birlikte *countermovement jump* sırasında sadece sıçrama antrenmanı ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubunda rectus femoris ve diz ekstansör kas aktivasyonu ve diz eklem stiffness'ı artması ile birlikte sıçrama öncesinde yapılan eksantrik kasılmadan sonra konsantrik kasılmaya geçiş safhasının kısaldığı açıkça

görülmüştür. Belli başlı aktivitelerde, diz ekleminde geçiş safhası sırasında, kasın kasılabilir özellikleri *countermovement jump* sırasında performansın düzenlenmesinde ana rol oynamaktadır.

Liu ve ark. (2006) çalışmasında gerilme-kısalma döngüsünün içerdiği maksimal fonksiyonla uygulanan eksantrik ve konsantrik safha süresince enerji depolanması, aktif olarak kullanılan bacağın sertliğinin ayarlanması ve ilgili kasların EMG aktivitesi üzerine yaşın etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç için çalışmaya 10 sağlıklı yaşlı erkek (yaş: 68.6 ± 5 yıl; Boy: 165.3 ± 4.4 cm; vücut ağırlığı: 61.7 ± 9.3 kg) ve 10 sağlıklı genç erkek (yaş: 24.3 ± 2 yıl; boy: 171.5 ± 4.6 cm; vücut ağırlığı: 65.9 ± 8 kg) gönüllü olarak çalışmaya katılmışlardır. Bütün denekler haftada 2-3 kez fiziksel aktivite yapan ve son 10 yıl hastane kayıtlarına göre alt ekstremitede *osteoporosis*, *osteoarthritis*, *arthritis* ve *rheumatism* veya herhangi bir nörolojik bozukluk olmayan kişilerden seçilmişlerdir. *Biovision* EMG System (*Biovision, Wehrheim, Germany*) aleti kullanılarak EMG sinyalleri her denneğin sağ ayağındaki *rectus femoris* (RF) ve *biceps femoris* (BF) kaslarından kaydedilmiştir. Yere uygulanan kuvvet (*Ground Reaction Force*), denekler *squat jump* ve *countermovement jump* hareketini uygularken *Kistler 9281 force plate* aletiyle ölçülmüştür. Ard arda gelen EMG sinyalleri *Ground Reaction Force* ile aynı anda toplanmıştır. Bütün denekler *squat jump* ve *countermovement jump* testini maksimum eforla kuvvet levhasının üzerinde uygulamışlardır. *Squat jump* testinde denek diz açısını yaklaşık 90° getirdikten 1-2 sn sonra maksimum eforla yukarıya doğru sıçrarken EMG aktivitesi ölçülmüştür. *Countermovement jump* testini denekler, ayakta durur pozisyonda başladıktan sonra hızlıca aşağıya çömeldikten sonra maksimum eforla yukarıya sıçramışlar ve bu esnada da EMG aktivitesi ölçülmüştür. Denekler her oturumda 1'er dakika ara ile 3 deneme yapmışlar ve sıçrarlarken kollarını savurmuşlardır. Sakatlığı engellemek ve güvenlik için denekler sıçrama testini uygularken yanlarında yardımcı bulunmuştur. *Squat jump* ve *countermovement jump* testindeki 3 denemenin en iyi skoru analiz için kaydedilmiştir. EMG sinyalleri 10-400 Hz band aralığında filtrelendi ve bütün dalgalar düzeltilmiştir. *Squat jump* testi esnasında alınan EMG sinyallerinin maksimum değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Her kas grubunun *root mean square* (RMS) değerleri *squat jump* süresince her 20 ms için hesaplanmıştır.

Çalışmanın bulgularında *countermovement jump* esnasında bacak sertliği (leg stiffness) genç deneklerin yaşlı deneklere oranla çok daha fazla olduğu bulunmuştur. Yaşlılarda *countermovement jump*'ın eksantrik safhasında bacak sertliği %29.3 oranında azalmıştır ($p < 0.05$). Yaşlılarda *countermovement jump*'ın eksantrik safhası süresince enerji depolanması, genç deneklerden % 21.5 daha azalmış ve gruplar arasında hareket zamanı ve EMG aktivitesi arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Eksantrik safha ve konsantrik safha karşılaştırıldığında gruplar arasında *rectus femoris* ve *biceps femoris* kaslarının IEMG değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Yaşlı deneklerin *rectus femoris* ve *biceps femoris* kaslarının IEMG değerleri genç deneklerden anlamlı olarak daha az olduğu ve konsantrik safha süresince yaşlı deneklerin alt ekstremita kasları, genç deneklere göre anlamlı olarak daha az enerji ve iş yapabildikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda her iki deney grubunun da EMG ve enerji verileri, alt ekstremita kaslarının iş yapma kapasitesi ve bacak sertliği arasında ($r = 0.63$, $p < 0.05$) düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır. Sonuçta yaşlı deneklerin sıçrama testlerini uygularken aktiviteye katılan motor ünite sayısı gençlere oranla daha az olduğu ve yaş sinir-kas sisteminin etkilerini azalttığı gibi, bunun yanında sıçrama performansını ve alt ekstremita kaslarının kuvvetini de azalttığı belirlenmiştir. Her iki deney grubunun maksimal eforla yaptığı *countermovement jump* testinde genç denekler sıçrama esnasında çok kısa zamanda daha fazla motor üniteyi devreye sokabilmişler ve bu sayede de daha yukarıya sıçramışlardır. *Countermovement jump* hareketi gerilme-kısalma döngülü hareket olduğundan sinir-kas sisteminin gerilme refleksi tetikler. Bizim çalışmamızda gerilme-kısalma döngüsü süresince sinir-kas sisteminin refleks yeteneği ve kas kuvvetinin azalmasından dolayı yaşlı bireylerin EMG aktivitesinin azalması ile sonuçlanmıştır.

Başka bir çalışma da Kyrolainen ve ark. (2005) koşu hızının artması ile birlikte kas aktivasyonunun değişimlerini incelemek üzere 17 üst düzey orta mesafe koşucusunun farklı koşu hızlarında yere uyguladığı kuvvet ve maksimal istemli izometrik kasılma sırasında bacak kaslarının elektromyografik aktiviteleri kayıt edilmiştir. EMG *gluteus maximus*, *vastus lateralis*, *biceps femoris*, *gastrocnemius* ve *tibialis anterior* kaslarından kayıt edilmiştir. Çalışmanın bulgularında koşu hızının artması ile birlikte bütün kas gruplarının ortalama EMG aktivitesinde de arttığı

gözlenmiştir. Yüksek hızda koşarken *gluteus maximus*, *vastus lateralis*, *biceps femoris* ve *gastrocnemius* kaslarının ortalama EMG aktiviteleri, % 100 maksimal istemli kasılmanın aynı safhasındaki değerleri aşmıştır. Bu sonuçlar maksimal istemli kasılmaların, insan iskelet kaslarının tam potansiyelini göstermede kullanılabilir olmadığını göstermektedir. Ayrıca koşu esnasında ayağı yerle temasından hemen önceki ayağın öne doğru uzatılması ve ileriye doğru koşarken arkadaki bacağın gerilmesi esnasında artan kuvvet üretimi ve gerilme refleksinin rolü ile EMG aktivitesi artmıştır. Koşu boyunca iki eklemden bulunan kasların (*biceps femoris*, *rectus femoris* ve *gastrocnemius*) EMG aktivitesinin artması, koşu hızının artmasını sağlayan etkili bir kuvvet üretimi için gereklidir.

McBride ve ark. (2002) 8 hafta boyunca yapılan yüksek ve düşük şiddetteki *squat jump* sıçrama antrenmanlarının EMG ve çeşitli fiziksel performans ölçümleri üzerine etkilerini incelemiştir. Bu çalışmaya toplam 26 erkek denek katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 3 ayrı gruba ayrılmıştır; birinci grup bir sefer sıçrayabildikleri maksimum (*one repetition maximum: 1RM*) mesafenin % 30 (SJ30)'u şiddetinde olan çalışmaya 9 denek, % 80 (SJ80)'i kadar şiddetindeki olan çalışmaya 10 denek ve kontrol grubu olarak da 7 denek ayrılmıştır. Antrenmandan önce ve sonra deneklerin çabukluk, 20 metre sprint ve *squat jump*'in % 30 (30J), % 55 (55J) ve % 80 (80J) şiddetlerinde uygulanan ölçümleri alınmıştır. Sıçrama sırasında zirve kuvvet, zirve hız, zirve güç, sıçrama yüksekliği ve EMG (konsantrik fazda) hesaplanmıştır. SJ30 grubu için 30J, 55J ve 80J de zirve güç ve zirve hız değerlerinde anlamlı bir artış bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca SJ30 grubunun 20 metre sprint performansında da anlamlı bir artış görülmüştür. SJ80 grubunda ise 55J ve 80J da zirve kuvvet ve zirve güç değerleri anlamlı olarak artış ancak 20 metre sprint koşu performansında anlamlı bir azalma olmuştur. SJ30 grubunda 30J ve SJ80 grubunda ise 80J testlerindeki EMG artış yüzdesi kontrol grubuna göre anlamlı oranda artış gözlenmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki düşük şiddetteki *squat* sıçrama antrenmanının sonuçları olarak deneklerdeki hareket hızı kapasitesi artmıştır.

Toumi ve ark. (2004b) çalışmalarında plyometrik antrenman ile uygulanan hızlı veya yavaş gerilme-kasılma uygulamalarının sıçrama performansı ve kas özelliklerinin üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. 8 haftalık deney için

çalışmaya yaşları 19 ile 22 arasında değişen gönüllü 30 erkek katılmıştır. Denekler antrenman grubu 1 (TG1), antrenman grubu 2 (TG2) ve kontrol grubu (CG) olmak üzere 3 ayrı gruba bölünmüştür. Birinci gruptaki (TG1, n=12) denekler ayakta durur pozisyonda dizleri 90 derecelik fleksiyon hareketinde 0.4 m/sn standart hızda ve kontrolde ve hemen mümkün olabildiğince çabuk bacak ekstansiyonu hareketini uygulamışlardır. İkinci gruptaki (TG2, n=12) denekler ayakta durur pozisyonda dizleri 90 derecelik fleksiyon hareketinde 0.2 m/sn standart hızda ve kontrolde ve hemen mümkün olabildiğince çabuk bacak ekstansiyonu hareketini uygulamışlardır. Her egzersiz omuzlarda maksimal izometrik kuvvetin % 70'i kadar ağırlıktaki halter ile 10 tekrar ve 6 setten meydana gelmiştir. İki haftalık aralıklarla yeni bir maksimal izometrik kasılma (1 RM) ölçüldükten sonra % 70'lik yükleme modifiye edildi. Egzersizler 8 hafta boyunca haftada 4 kez uygulanmıştır. Üçüncü grup ise kontrol grubu (CG, n=6) olarak ayarlandı ve herhangi bir uygulamaya katılmamışlardır. Antrenman öncesinde ve sonrasında denekler maksimal izometrik kuvvet (MVC), maksimal konsantrik kuvvet, *squat jump* (SJ) ve *countermovement jump* (CMJ) testlerini uygulamışlardır. Deneklerin her sıçraması eksantrik (ECC), geçiş (TR) ve konsantrik safha (CON) olmak üzere üç bölüme ayrılarak kayıt edildi (100 Hz). Aynı zamanda deneklerin antrenman öncesinde ve sonrasında elektromyografik aktivitelerdeki değişimleri belirlemek için yüzeysel EMG (sEMG) kullanılmıştır. Her iki deney grubu için *squat jump* ve *countermovement jump* sırasında bacak ekstansiyon kuvvetinde, hızında ve elektriksel aktivitelerinde anlamlı bir artış bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte antrenman grubu 1, antrenman grubu 2 ile karşılaştırıldığında *countermovement jump* performansı sırasındaki geçiş safhası anlamlı olarak azalmıştır ($P<0.05$). Bu çalışmanın sonuçları plyometrik antrenmanda hızlı gerilip kasılarak yapılan *countermovement jump*'ın sıçrama yüksekliğini arttırdığı ve eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya geçiş safhasını azalttığını göstermektedir.

Farklı bir çalışmada ise Martin ve ark., (2005) istemli ve istemsiz kasılmalar ve EMG kayıtları kullanılarak diz ekstansör kaslarının yaptıkları yüksek şiddetteki bir egzersizden sonra oluşan merkezi ve periferik yorgunluğun tekrar gözden geçirilmesini amaçlamışlardır. Aralıklarla yapılan 15 dakikalık tepe aşağı

koşularından önce ve 30 dakika sonra maksimal elektriksel uyarımlar 10 erkek deneğin femoral sinirlerinden ölçülmüştür. Maksimal istemli aktivasyonu belirlemek için üst üste yapılan maksimal istemli bir izometrik kasılma sırasında elektriksel uyarımlar ölçülmüştür. *Vastus lateralis*, *vastus medialis* ve *biceps femoris* kaslarının EMG değerleri maksimal istemli bir kasılma sırasında kaydedilmiş ve *root mean square* değeri kullanılarak da hesaplanmıştır. M dalgası özelliği de belirlenmiştir. Sonuç olarak; diz ekstansör kaslarının maksimal istemli kasılmasında ve maksimal istemli aktivasyonda yorgunlukla birlikte anlamlı bir azalma görülmüştür (sırasıyla: % -19.6 ± -6.1; p<0.001 ve % -7.8 ± -6.6; p<0.01).

Yapılan çalışmalarda plyometrik antrenmanların dikey sıçrama performansına, diz ekstansör kaslarının kuvvet değerlerine, *countermovement jump* esnasındaki eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya geçiş safhasının (amortisman) kısaltılmasına, *countermovement jump* geçiş safhasından sonraki konsantrik kasılma gücünün artmasına, konsantrik kasılma öncesindeki eksantrik kasılma safhasındaki harcanan kuvvetin azalmasına önemli etkileri vardır. Ve bu bulgularla bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular büyük oranda benzerlik göstermektedir. Plyometrik antrenmanda *countermovement jump* hareketi gerilme-kısalma döngülü hareket olduğundan sinir-kas sisteminin gerilme refleksini tetiklediği ve sıçrama esnasında devreye giren motor ünite sayısının artmasından dolayı dikey sıçrama performansı ve bacak kuvvetinin değerlerinin artması *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerlerinin artmasına neden olduğunu söyleyebiliriz.

Dikey sıçrama esnasında diz ekstansör kaslarına ait *root mean square* değerlerinin artması, kasılmaya katılan motor ünitelerin artmasıyla sağlanacak ve bu sayede de daha kuvvetli kasılmalar gerçekleşerek sıçrama performansı arttırılacaktır. Plyometrik çalışmaların *root mean square* değerleri üzerinde pozitif etkilerinden dolayı, özellikle kuvvet gelişimi sağlamayı amaçlayan bilimsel çalışmalarda saha testlerinin yanında kas kuvvet düzeyi hakkında araştırmacılara bilgi veren *root mean square* testi yapılması önerilebilir. Aynı zamanda sıçramaya aktif olarak katılan *rectus femoris*, *triceps suare* kaslarına ait *root mean square* değerlerine de bakılması önerilebilir.

5.2. Statik Germe Egzersizi ile Yapılan Plyometrik Antrenmanın Etkileri:

5.2.1. Statik germe ve plyometrik antrenmanın esneklik üzerindeki etkileri:

Plyometrik antrenmanın esneklik, dikey sıçrama, bacak kuvveti, vastus lateralis ve vastus medialis kasına ait root mean square değerleri üzerine etkileri, PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın etkileri bölümünde tartışılmıştır. Bu yüzden bu bölümde statik germe egzersizinin esneklik, dikey sıçrama, bacak kuvveti, vastus lateralis ve vastus medialis kasına ait root mean square değerleri üzerine etkileri tartışılacaktır.

Esneklik açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($\chi^2 = 5,931$; $p \leq 0.05$). Bu farklar göz önüne alınarak deneklerin esneklik ön-test ve son-test değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.143$, $p \leq 0.05$). Ancak deneklerin esneklik ön-test değerlerinin farklı oluşundan dolayı, deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait esneklik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($\chi^2 = 2,705$; $p > 0.05$).

Literatürde statik germe egzersizinin esneklik gelişimine etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışmalarında belirtilmiştir. Feland ve ark., (2001) dünya veteranlar oyunlarına katılan 55 ve 79 yaşları arasında 97 denek (yaş ort; 65) üzerinde statik germe egzersizlerini hamstring esnekliğini 32 saniye boyunca devam eden bir germe öncesinde ve sonrasında *Penny and Giles* goniometre ile ölçmüş ve deneklerin esneklik değerlerinin ön-test ve son-testte 4 derecelik istatistiksel olarak anlamlı bir oranda artığını bulmuştur. Nelson ve Bandy (2004), liseli erkekler üzerinde yapılan 6 hafta boyunca eksantrik egzersizin ve statik germe egzersizlerinin hamstring kas grubu esnekliği üzerinde farklı etkisi olup-olmadığını incelemişler. Bu incelemeye 69 erkek (16.45 ± 0.96) katılmış ve katılan 69 denek; 24 kişilik kontrol grubu (yaş: 16.29 ± 0.86), 24 kişilik eksantrik egzersiz grubu (yaş: 16.45 ± 0.96) ve 21 kişilik statik germe grubu (16.24 ± 1.14) olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmışlardır.

Esneklik ölçümleri şeffaf, iki kollu ve her kolu 30.48cm (12inç) boyundaki goniometre ile supine pozisyonda yapılmıştır. Esneklik ölçümünün güvenilirliğini çalışma öncesinde yaşları 29.80 ± 10.35 olan 15 denek (7 erkek, 8 bayan) üzerinde ölçümler yapılarak standardizasyon sağlanması amaçlanmıştır. Ölçümlerde üç asistan görev almış ve bütün ölçümleri bu üç kişilik grup yapmıştır. Statik germe hareketi 30 saniye boyunca, haftada 3 gün ve 6 hafta boyunca uygulanmıştır. 6 hafta sonunda grupların ön-test ve son-test hamstring esneklik değerleri arasında; eksantrik egzersiz ve statik germe grubunun hamstring esneklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülürken, kontrol grubunun hamstring esneklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir.

Ancak yapılan çoğu çalışma sadece germe egzersizlerinin esneklik üzerine etkileri ile alakalıdır. Oysaki bizim yaptığımız çalışma da denekler statik germe egzersizinden hemen sonra plyometrik antrenmana tabi tutulmuşlardır. Kuvvet çalışmalarında kasta meydana gelen konsantrik kasılmalar ile kasın boyu kısalmır ve antrenman sonrasında kasın egzersiz önceki uzunluğuna ulaşması için esneklik uygulamaları yapılır. Esneklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olmamasının nedeni olarak bizim çalışmamızda statik germe egzersizlerinden hemen sonra plyometrik antrenmanların uygulanması olduğunu söyleyebiliriz.

Bu sonuçlara göre eğer bir antrenman programında hedef statik germe egzersizlerini uygulayarak esnekliği geliştirmek ise; statik germe egzersizinden hemen sonra plyometrik çalışmalar uygulanmaması önerilebilir. Ancak plyometrik antrenman öncesinde statik germe egzersizleri uygulayarak hem plyometrik çalışmalardaki sakatlık riskini azaltmak, aynı zamanda diğer biyomotor yetenekler de geliştirilmek isteniyorsa; statik germe süreleri veya statik germe egzersizinden sonra plyometrik antrenmana geçiş süreleri değiştirilmesi önerilebilir.

5.2.2. Statik germe ve plyometrik antrenmanın dikey sıçrama üzerindeki etkileri:

Dikey sıçrama açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 3,231$; $p > 0.05$). Deneklerin çalışmaya başlamadan önce dikey sıçrama yetenekleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin dikey sıçrama ön-test ve son-test değerleri karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.045$, $p \leq 0.05$). Ancak deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait dikey sıçrama değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 8,247$; $p \leq 0.05$). Statik germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin dikey sıçrama performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Literatürde statik germe egzersizleri ve plyometrik çalışmaların dikey sıçrama gelişimine pozitif etkileri ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Ancak sıçrama antrenmanlarından önce yapılan statik germe egzersizlerinin sıçrama üzerine etkilerinin olumsuz yönde olduğunu bulan araştırmacılar da vardır (Knudson ve ark.,2001; Aydoğ ve ark. 2001; Evetovich ve ark. 2003)

Knudson ve ark. (2001) 20 yetişkin erkek üzerinde yaptığı esnekliğin akut etkilerinin dikey sıçrama kinematiklerinin üzerine etkilerini incelemişler ve germe egzersizinden sonra deneklerin % 55'inde düşük dikey hızları (% -7.5), deneklerin % 45'inde ise değişiklik olmadığını bulmuşlardır. Benzer bir çalışmada ise Aydoğ ve ark. (2001), çalışmasında ulusal düzeyde yarışan, yaşları 12-16 arasında toplam 10 erkek üzerinde yaptığı diz ve kalçaya uygulanan fleksiyon ve ekstansiyon germe egzersizlerinin, dizin ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvetleri üzerine etkisini araştırmıştır ve çalışmada kullanılan germe egzersizleri olarak kalça ekstansör ve fleksörlerine, yatar ve ayakta durur pozisyonda quadriceps ve hamstringlere statik germe yaptırılmıştır. Biri germe egzersizleri öncesi, üçü germe egzersizleri sonrasında alınan, dört diz ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvet değerlerinin değerlendirilmesi sonucunda, germe egzersizlerinin maksimal kuvvete etkisinin

olmadığını saptamışlardır. Evetovich ve ark. (2003) ise statik germelerin kasal performansı negatif yönde etkilediğini göstermişlerdir.

Literatürde statik germe egzersizlerinin dikey sıçramaya olumsuz etkilerinin yanında bizim çalışmamızda da olduğu gibi olumlu etkileri olduğunu savunan araştırmacılarda vardır. Unick ve ark. (2005) geleneksel germe egzersizinin atletlerin ısınma periyodunun ayrılmaz bir parçası olduğu vurgulamışlardır. Bununla birlikte birçok çalışmada da germe egzersizlerinin performansı azalttığı ya da arttırdığı ile ilgili çelişkili bulgular bulunmuştur. Bu yüzden de Unick ve ark. (2005) çalışmalarında statik germe ve balistik germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini ve germe egzersizlerinden 15 ve 30 dakika sonra güç değişimlerini incelemişlerdir. 16 antrenmanlı bayan germe egzersizlerinden önce dikey sıçrama (*countermovement jump* ve derinlik sıçraması) serilerini uygulamışlar. Daha sonra aynı grup balistik ve statik germe egzersizlerinden hemen sonra dikey sıçrama aktivitelerini tamamlamışlardır. Sonuçlarda statik germe veya balistik germe esneklik öncesinde ve sonrasındaki esneklik skorları ve dikey sıçrama performanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Bu bulgular antrenmanlı bayanlarda yarışma öncesinde yapılan germe egzersizlerinin performansa negatif etki etmediğini göstermiştir.

Plyometrik çalışmalarda sporcu yerçekimine karşı kendi vücut ağırlığını kaldırır (Hoffman, 2002; Chu, 1998; Bompa, 2001) ve yere düştüğünde ise kas ve iskelet sistemine (özellikle vücudun bel, diz ve ayak bileği eklemlerine) aşırı derecede baskın uygulanır (Hoffman, 2002; Bompa, 2001). Antrenman öncesinde yapılan germe egzersizlerinin, antrenman sırasında oluşabilecek sakatlık riskini azalttığı bilinen bir gerçektir (Gremion, 2005; Ioannis ve ark., 2005; Nelson, 2004; McNeal ve Sands, 2003). Kas lifinin esnek yapısı, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolamasını sağlar. Sonra bu enerji konsantrik kasılmada kinetik enerji olarak ortaya çıkar (Hoffman, 2002; Bompa, 2001; Baechle ve Earle, 2000; Chu, 1998; Wilmore ve Costill, 1994). Bu enerji hızlı ve patlayıcı bir hareketin gerçekleşmesini sağlayarak deneklerin daha fazla dikey sıçrama değerlerine ulaştığını söyleyebiliriz.

Yaptığı spor patlayıcı bir hareket ya da kendi vücut kütlelerinin en üst düzeyde hızlanmasını gerektiriyorsa, sporcu, plyometrik antrenmanlardan yararlanabilir. Plyometrik antrenmanlar öncesinde sakatlık riskini azaltan statik germe egzersizi ile birlikte dikey sıçrama performansını arttırmak için kullanılması önerilebilir.

5.2.3. Statik germe ve plyometrik antrenmanın bacak kuvveti üzerindeki etkileri:

Bacak kuvveti açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($\chi^2 = 10,580$; $p \leq 0.05$). Bu farklar göz önüne alınarak deneklerin bacak kuvveti ön-test ve son-test değerleri karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.358$, $p \leq 0.05$). Ancak deneklerin bacak kuvveti ön-test değerlerinin farklı oluşundan dolayı deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 12,858$; $p \leq 0.05$). Statik germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin bacak kuvveti performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Literatürde statik germe egzersizleri ve plyometrik çalışmaların bacak kuvveti gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak esneklik ve bacak kuvveti arasındaki ilişki açısından birbirleriyle tutarlı olmayan bulgular ortaya konulmuştur.

Knudson ve ark. (2001) 20 yetişkin erkek üzerinde yaptığı çalışmada esnekliğin akut etkilerinin dikey sıçrama kinematiklerinin üzerine olan etkilerini incelemiştir. Gerilme-kısalma döngülü aktivitelerden (dikey sıçrama gibi) önce yapılan germe egzersizlerinin özellikle de konsantrik evrede kuvvet üretimi sırasında bazı deneklerde performans düşüklüğüne sebep olduğunu, ancak genel olarak anlamlı değişiklikler gözlemlenmediğini belirtmiştir. Hunter ve Marshall (2002)

esneklik ve kuvvet antrenmanının sürekli sıçrama ve drop jump teknikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişler ve dikey sıçrama performansı için kuvvet artışının da gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki tüm sıçramalar, maksimum yüksekliğe ulaşma hedeflenerek ve bir sınırlama olmadan gerçekleştirilmiştir. Denekler; kuvvet antrenman grubu, germe grubu, germe-kuvvet antrenman grubu ve kontrol grubu olmak üzere 4 gruba ayrılmış, 10 hafta süren antrenman sonunda deney gruplarının tamamında sürekli sıçrama yüksekliği artarken, sadece germe ile birlikte kuvvet antrenmanı yapan grup ile kuvvet antrenman grubunda drop jump yüksekliği anlamlı olarak artmıştır (DJ30, DJ60 ve DJ90). Ayrıca, sürekli sıçramalar sırasında üretilen ekzantrik alt ekstremite vizkositesi artmış ve 30, 60 ve 90 cm'den yapılan drop jump'lar için azalmıştır. Germe egzersizlerinin, sürekli sıçrama ve drop jump teknikleri üzerinde tek başına anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları, yalnızca maksimum sıçrama yüksekliği hedeflenerek antrenman yapıldığında, sürekli sıçrama ekzantrik bacak kaslarının vizkositesini ve sıçrama yoğunluğunun her ikisini de artırırken, drop jump tekniğinin ekzantrik bacak kası vizkositesini daha çok azaltabileceğini göstermiştir. Bu teknik değişimlerin, sıçramayı etkileyen faktörlerin (elastik enerjiden faydalanma, golgi tendon organının inhibisyonu ve kasılabilir bileşenin katkısı) uygun bir kombinasyonu sonucu ortaya çıktığı düşünülmüştür.

Bunun yanında bazı araştırmacılar ise esnekliğin kuvveti negatif yönde etkilediğini saptamışlardır. Fowles ve ark. (2000) pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmalarına 10 genç yetişkin katılmış ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yapılmıştır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) çalışmanın öncesinde, hemen sonunda, ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Maksimal istemli kasılma ilk değerlerle karşılaştırıldığında son testte (%28) ve 5 (%21), 15 (%13), 30 (%12), 45 (%10) ve 60. dakikalar sonrasında (%9) azaldığını bulunmuştur. Handel ve ark (1997) 8 haftalık kas-gevşet germe antrenman sonrası esneklikte ve diz eklemine güç üretiminde gelişim olduğunu bulmuşlardır. Farklı bir sonuç gösteren çalışmada Kokkonen ve ark (1998) akut kas germelerinin maksimum kuvvet performansını engellediğini bulmuşlar ve benzer bir sonuç olarak

Rosenbaum ve Hennig (1995) değişik germeler sonrası kısa süreli bir kuvvet kaybının ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Literatürde birçok çalışma esneklik ve performans arasında çelişkili sonuçlar göstermektedir. Artan esneklik bazı sporlar ve aktivitelerde performans için önemli olabilmesine rağmen, azalan esneklik başka spor aktivitelerinde performans ve ekonomiyi olumlu yönde etkileyebilmektedir. Germe egzersizleriyle birlikte kasın boyundaki uzama ile birlikte kastaki potansiyel enerji miktarının arttığını ve bu sayede de konsantrik kasılma sırasında daha fazla kuvvet üretilebildiğini söyleyebiliriz.

Kuvvet, sportif performans için gerekli olan bütün biyomotor yeteneklerin düzeyini doğrudan etkilemektedir. Ve bu yüzden de sportif performans için çok önemli bir biyomotor yetenektir. Kuvveti geliştirmek için birçok antrenman metodunun olmasıyla birlikte plyometrik antrenmanların kuvvet düzeyini geliştirmek için alternatif ve aynı zamanda da diğer kuvvet antrenmanlarından daha eğlenceli olduğu düşünülerek, plyometrik antrenman kuvvet düzeyini geliştirmek isteyen bütün sporculara önerilebilir.

5.2.4. Statik germe ve plyometrik antrenmanın vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri üzerindeki etkileri:

Literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde, yapılan çalışmaların birçoğunda *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait EMG değerleri beraber yorumlanmıştır. Bunun yanında literatürde statik germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmaların bulunmamasından dolayı bu bölümde ilgili kaslara ait RMS değerlerine statik germenin etkileri tartışılacaktır. Plyometrik antrenmanın etkileri yukarı ki bölümde tartışıldığı için bu bölümde ayrıca tartışılmayacaktır.

Vastus lateralis kasına ait *root mean square* değerleri açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 4.852$; $p > 0.05$). Denekler çalışmaya başlamadan önce *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin VL ön-test son-test değerlerini karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -2.134$, $p \leq 0.05$). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin son-test değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.15). Statik germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin VL kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Vastus medialis kasına ait *root mean square* değerleri açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 5.588$; $p > 0.05$). Denekler çalışmaya başlamadan önce *vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin VM ön-test son-test değerlerini karşılaştırılmış ve istatistik olarak anlamlı bir gelişim olduğu saptanmıştır. ($Z = -1.956$, $p \leq 0.05$). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin son-test değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.15). Statik germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın deneklerin VM kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Osternig ve ark. (1990) yaptığı çalışmada farklı fiziksel kapasiteye sahip denekler üzerinde statik germenin *hamstring* kas aktivasyonuna ve dizin hareket genişliğine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda statik germe yöntemine göre dizin hareket genişliğinde ve EMG aktivitesinde % 9-13'lük bir artış sağlanmıştır. Bir başka çalışmada ise Ferber ve ark. (2002) statik germenin yaşlılardan diz fleksör kasının EMG aktivitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Sonuçta statik germe tekniğinin hareket genişliğini ($p < 0.05$) ve *hamstring* ve *gastrocnemius* EMG aktivitesini arttırmasında etkili olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Hareket genişliği ortalama değerlerine bakıldığında $11.67 \pm 0.82^\circ$, *hamstring* kasına ait EMG aktivitelerine bakıldığında $19.52 \pm 2.38\%$ ve *gastrocnemius* kasına ait EMG aktivitelerine bakıldığında ise $11.76 \pm 1.27\%$ artış kaydedilmiştir.

Bizim bulgularımızdan farklı olarak Evetovich ve ark. (2003) statik germelerin kassal performansı negatif yönde etkilediğini gösterdiği çalışmasında, statik germenin konsantrik izokinetik kas hareketleri sırasında mekanomiyografi, elektromiyografi ve tonus üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. Deneklerin EMG ve MMG değerleri kaydedilirken 2 durumda maksimal izokinetik ön kol fleksiyon kuvvet testi yapılmıştır. Denekler, kuvvet testi öncesinde germe ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kontrol ve germe grubundaki tonus ve MMG değerleri arasındaki farkın anlamlı, EMG değerlerindeki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür. Benzer bir çalışmada Mohr ve ark. (1998) hem ısınma öncesinde hem de ısınma sonrasında *biceps femoris*, *soleus* ve *gastrocnemius* kaslarından statik germe esnasında alınan elektromyografik (EMG) değerleri karşılaştırmıştır. Çalışmaya gönüllü olarak yaşları 23 ile 36 arasında olan ve geçmişte alt ekstremitte sakatlığı geçirmemiş 16 sağlıklı denek katılmıştır. Denekler 90 saniyelik bir kez *hamstringleri* gerdirmiş ve 4 kezde *calf* kasını gerdirdikten sonra 30 dakika boyunca bisikletle ısıdırılmış ve ardından da tekrar germe egzersizlerine tabi tutulmuştur. EMG değerleri ısınma öncesinde ve sonrasında, germenin 0, 30, 60 ve 90'ıncı saniyelerinde kayıt edilmiştir. Isınma sonrasında ise *gastrocnemius* kasının EMG aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür ($p<0.05$). *Biceps femoris* kasının EMG aktivitesinde ısınma öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sonuçta statik germe esnasında EMG aktivitesi azalmıştır.

Literatürdeki statik germenin kas EMG aktivitesi ile ilgili bulgular çelişkilidir. Bunun nedeni birçok çalışmada germe egzersizlerinin kas kuvveti üzerine olan etkilerinin çelişkili olduklarından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Çünkü bazı araştırmacılar germe egzersizinden sonra bacak kuvvetinde artış kaydederken, bazı araştırmacılar da bacak kuvvetinde azalma kaydetmişlerdir. Bacak kuvvetindeki bu değişimler elektromyografik değerleride doğrudan etkilemektedir. Ancak bizim yaptığımız çalışma statik germe egzersizlerinden sonra plyometrik antrenmanın uygulanmasından dolayı deneklerin *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerlerinin arttığını söyleyebiliriz.

5.3. Farklı Germe Egzersizleri ile Yapılan Plyometrik Antrenmanın Gruplar Üzerine Etkileri:

Plyometrik antrenmanın esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti üzerine etkileri, PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın etkileri bölümünde tartışılmıştır. Bu yüzden bu bölümde farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın gruplar üzerine etkileri tartışılacaktır.

5.3.1. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın esneklik üzerinde fark var mıdır?

Esneklik açısından bakıldığında, deneklerin esneklik ön-test değerlerinin farklı oluşundan dolayı deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Ortalama farklara bakıldığında ise, çalışmada kullanılan PNF germe tekniğinin (kas-gevşet) hareket genişliği üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait esneklik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($\chi^2 = 2,705$; $p > 0.05$).

Literatürde farklı germe teknikleri karşılaştırarak yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda statik ve PNF germe tekniklerinin esneklik gelişiminde etkili olduğu, statik germelere oranla PNF tekniklerin daha etkili olduğu gösterilmiştir (Sady ve ark., 1982; Magnusson, 1998; Gajdosik, 2001; Feland ve ark., 2001; Kaya, 2004). Bu araştırmalardaki bulgular, elde etmiş olduğumuz sonuçları destekler niteliktedir.

Sady ve ark (1982) statik, dinamik ve PNF germe tekniklerinin omuz, gövde ve hamstring kaslarının esnekliği üzerindeki etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, PNF germe tekniğinin daha etkili olduğu bulunmuştur. Çalışmaya üniversite popülasyonundan 43 bayan denek katılmış ve denekler 6 hafta boyunca haftada 3 gün germe egzersizi yapmışlardır. İstatistiksel analizler, sadece PNF grubundaki esnekliğin daha fazla arttığını ve hamstringlerdeki artışın gövdedeki artıştan daha büyük olduğunu göstermiştir. Bulgular, PNF tekniğinin esnekliği geliştirmede daha etkili olduğunu ve germe egzersizlerinin esneklik skorlarında

kararlı bir şekilde artışa neden olabileceğini göstermiştir. Magnusson (1998) ve Gajdosik (2001) çalışmaların modern germe teknikleri arasında hareket genişliği artışında hangisinin daha etkili olduğunu anlamak için yaptıkları çalışmalarda, daha çok statik germe ile PNF germe teknikleri üzerinde durmuşlar ve statik germe tekniğine oranla PNF germe tekniklerinin hareket genişliğinde hem akut hem de kronik açıdan daha büyük kazanımlara yol açtığını göstermişlerdir. Etnyre ve Abraham (1986) değişik germe tekniklerinin (statik, kas-gevşet, antagonist kasılmalı kas-gevşet) tek bir eklemle sınırlı soleus kası üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlar ve teknikler arasında anlamlı farklılıklar bulmuşlardır. Antagonist kasılmalı kas-gevşet tekniğinin, kas-gevşet tekniğinden daha etkili olduğu, kas-gevşet tekniğinin de statik germe tekniğinden daha etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışmadaki sonuçlar, iki eklem kasları için hangi PNF tekniğinin hareket genişliğini artırmada statik germelerden daha etkili olduğu yönünde yapılan daha önceki araştırma bulgularını desteklemektedir. Karşılıklı aktivasyon (bu çalışmadaki antagonist kasılmalı kas-gevşet) hareket genişliğini artırmada daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. PNF ve statik germe tekniğinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada Funk ve ark. (2003) egzersiz sonrası akut esneklik artışını PNF'in sağladığını ve egzersizin ardından PNF germe uygulanmasının sporcular tarafından yapılan genel germe uygulamalarına ilave edilebileceğini göstermiştir. Benzer bir çalışmada ise Lucas ve Koslow (1984) yedi haftalık süre ile haftada üç gün hamstring ve gastrocnemius kaslarına uygulanan statik, dinamik ve PNF germe tekniklerinin esneklik üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada her üç yöntemin de hareket genişliğini artırdığı ve üç yöntemin de esneklik gelişiminde etkili olduğu göstermiştir.

Başka bir çalışmada Feland ve ark. (2001), dünya veteranlar oyunlarına katılan 55 ve 79 yaşları arasında 97 denek (yaş ort; 65) üzerinde PNF germe ve statik germe egzersizlerinin hamstring esnekliğini üzerindeki akut etkilerini karşılaştırmıştır. Test öncesinde denekleri rastgele kas-gevşet PNF grubu (Contract-relax PNF), statik germe grubu ve kontrol grubu olmak üzere 3 ayrı gruba ayırmışlardır. Hamstring esnekliğini 32 saniye boyunca devam eden bir germe öncesinde ve sonrasında Penny and Giles goniometre ile ölçmüşler. Bu ölçümler sonucunda esneklik değerleri ön-test son-testte her üç grupta da anlamlı bir oranda artmıştır. Bununla birlikte en fazla artış iki deney grubundadır. Kas-gevşet PNF

germe grubunda 5 derecelik bir artış, statik germe grubunda 4 derecelik bir artış olurken kontrol grubunda ise sadece 1 derecelik artış meydana gelmiştir. Kas-gevşet PNF germe ile statik germe arasında cinsiyet ve yaş değişkenleri arasında da fark bulunmuşlardır. Kas-gevşet PNF germe grubunda bulunan erkek denekler statik germe grubunda bulunan erkek deneklerden esneklik değerleri anlamlı olarak daha derecede çıkmışken, bayanlarda böyle bir anlamlılık söz konusu olmadığını belirtmişlerdir. Benzer bir bulgu da 65 yaşından gençler içinde kas-gevşet PNF germe grubu esneklik değerlerinin 65 yaşında ve daha büyük olan deneklerden anlamlı olarak daha derecede çıkmıştır. Sonuçta sadece 32 saniyelik bir germe hamstring esnekliği arttırmada akut bir etki sağlamıştır. Kas-gevşet PNF ve statik germeler esnekliği anlamlı olarak geliştirmiştir. Feland (2001) erkekler ve 65 yaşından küçük katılımcılar için kas-gevşet PNF germeler statik germelerden daha yararlı olduğunu, bayanlar ve 65 yaşından büyük katılımcılar içinse de; kas-gevşet PNF ve statik germelerin esneklik için benzer yararlar gösterdiğini bulmuşlardır.

Kaya (2004) çalışmasında iki farklı germe egzersizinin esneklik, statik denge, dikey sıçrama performansı ve H-refleks aktivitesi üzerindeki kronik etkilerini incelemiştir. Bu çalışmaya yaşları 18-26 arasında değişen 28 sağlıklı birey çalışmaya alınmış ve yansız olarak iki deney ve bir kontrol grubuna ayrılmıştır (statik germe grubu n=10, PNF grubu n=9, kontrol grubu n=9). İki germe grubu her iki alt ekstremitenin hamstring ve triceps surae kas gruplarına yönelik 6 hafta boyunca, haftada 4 gün statik germe ve kas-gevşet PNF germe yapmışlardır. Yapılan çalışmanın sonunda her iki germe egzersizinin hareket genişliği değerlerini ön testten son testte anlamlı bir şekilde geliştirdiği gözlenmiştir ($p<0.05$).

Literatürde yapılan çalışmaların çoğunda olduğu gibi bizim çalışmamızda da iki farklı germe egzersizi arasında PNF germe egzersizinin statik germe egzersizine oranla ön-testten son-testte gelişim bakımından daha etkili olduğunu söyleyebiliriz. PNF tekniklerinin daha etkili olmalarının nedeni, spinal refleks mekanizmalar sayesinde kas inhibasyonunun gelişmesi ve gerilen kasların direncinin azalması olarak gösterebiliriz.

Yapılan bilimsel çalışmalarda her iki germe tekniğinin esnekliği anlamlı oranda geliştirdiğini bulan birçok araştırmacı vardır. Bu yüzden de her iki teknikte esnekliği geliştirmek için sıklıkla önerilmektedir. Ancak birçok yazar esnekliği arttırmak için PNF germe tekniğinin diğer germe tekniklerinden daha üstün nitelikte olduğunu söylemişlerdir. Bununla birlikte, bu tekniği uygularken, sporcuların güvenliği için deneyim çok önemli olduğunu vurgulamışlar ve bu yüzden birçok antrenör ve sporcu tarafından bu tekniğin uygulanabilirliği azaldığını vurgulamışlardır (Ioannis ve ark., 2005). İyi bir antrenör olmadığı sürece esnekliği geliştirmek için statik germe egzersizleri önerilebilir. Farklı germe egzersizlerinin farklı yaş grupları ya da farklı cinsiyetler üzerindeki etkilerine bakılması önerilebilir.

5.3.2. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama üzerinde fark var mıdır?

Dikey sıçrama açısından bakıldığında, deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait dikey sıçrama değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 8,247$; $p \leq 0.05$). Kas-gevşet PNF ile statik germe grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($Z = -1.355$, $p > 0.05$), kas-gevşet PNF germe grubu ile kontrol grubunu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ($Z = -2.630$, $p \leq 0.05$), aynı istatistiksel fark statik germe grubu ile kontrol grubu arasında da bulunmuştur ($Z = -1.938$, $p \leq 0.05$). Ortalama farklara bakıldığında ise, çalışmada kullanılan kas-gevşet PNF germe tekniği ile yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.8).

Literatürdeki çalışmalarda, PNF germe ve statik germe egzersizlerinin dikey sıçramaya olan etkileri çelişkili bulgularla sunulmuştur. Hunter ve Marshall (2002) esneklik ve kuvvet antrenmanının sürekli sıçrama ve drop jump teknikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişler ve dikey sıçrama performansı için kuvvet artışının da gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki tüm sıçramalar, maksimum yüksekliğe ulaşma hedeflenerek ve bir sınırlama olmadan gerçekleştirilmiştir.

Denekler; kuvvet antrenman grubu, germe grubu, germe-kuvvet antrenman grubu ve kontrol grubu olmak üzere 4 gruba ayrılmış, 10 hafta süren antrenman sonunda deney gruplarının tamamında sürekli sıçrama yüksekliği artarken, sadece germe ile birlikte kuvvet antrenmanı yapan grup ile kuvvet antrenman grubunda drop jump yüksekliği anlamlı olarak artmıştır (DJ30, DJ60 ve DJ90). Ayrıca, sürekli sıçramalar sırasında üretilen ekzantrik alt ekstremite vizkositesi artmış ve 30, 60 ve 90cm'den yapılan drop jump'lar için azalmıştır. Germe egzersizlerinin, sürekli sıçrama ve drop jump teknikleri üzerinde tek başına anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bu yüzden birçok germe egzersizi ile yapılan çalışma sonuçlarında araştırmacılar dikey sıçrama yüksekliklerinde azalma bulurken, bizim yaptığımız çalışmada germe egzersizleriyle yapılan plyometriğin etkisiyle dikey sıçrama yüksekliğinde anlamlı olarak artışlar görülmüştür. Başka bir çalışmada Unick ve ark. (2005) çalışmalarında statik germe ve balistik germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini ve germe egzersizlerinden 15 ve 30 dakika sonra güç değişimlerini incelemişlerdir. 16 antrenmanlı bayan germe egzersizlerinden önce dikey sıçrama (*countermovement jump* ve derinlik sıçraması) serilerini uygulamışlar. Daha sonra aynı grup balistik ve statik germe egzersizlerinden hemen dikey sıçrama aktivitelerini tamamlamışlar. Sonuçlarda statik germe veya balistik germe esneklik öncesinde ve sonrasındaki esneklik skorları ve dikey sıçrama performanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Church ve ark., (2001) yapmış oldukları çalışmada farklı ısınma rutinlerinin (sadece genel ısınma, genel ısınmayla birlikte statik germe ve genel ısınmayla birlikte PNF germe) dikey sıçrama performansı üzerindeki etkileri incelenmiş, dikey sıçrama testi öncesi yapılan PNF'in performans için zararlı olabildiği görülmüştür. Çalışmada uygulamaların her birini dikey sıçrama testleri takip etmiş ve sadece PNF grubunun dikey sıçrama performansında bir azalma gözlenmiştir. Ayrıca, her uygulama hamstring kaslarının esnekliğinde benzer artışlara yol açmıştır. Her üç uygulamadaki esneklikteki benzer artışlar kas-tendon ünitesinde gerçekleşen eşit oranda uyum değişikliğinden kaynaklandığı düşünülmüş ve bunun nedeni, deneklerin statik germe prosedürüne alışmaları gerçeği ile ya da yapılan statik germe oranının dikey sıçrama performansında bir azalmaya neden olmaya yeterli olmaması ile açıklanmıştır. Bir

diğer açıklama ise, değişik germelerin otojenik inhibisyon ile sonuçlanabileceği ve kasılmaya katılan mevcut motor ünitenin yetersiz oluşu ile ilgilidir.

Literatürde farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik çalışmaların yok denecek kadar az olmasından dolayı, farklı germe egzersizlerinin plyometrik çalışmalar üzerindeki farklı etkileri ile ilgili bilgiler yeterli düzeyde değildir. Ancak plyometrik antrenmanlar öncesinde sakatlanma riskini azaltmak için her iki germe tekniği de önerilebilir. Bunun yanında plyometrik antrenmanlar öncesinde farklı PNF germe tekniklerinin de uygulanması önerilebilir.

5.3.3. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın bacak kuvveti üzerinde fark var mıdır?

Bacak kuvveti açısından bakıldığında, deneklerin ön-test son-test gelişimsel farklarına bakılmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.8). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait bacak kuvveti değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($\chi^2 = 12,858$; $p \leq 0.05$). Kas-gevşet PNF ile statik germe grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($Z = -1.539$, $p > 0.05$), kas-gevşet PNF germe grubu ile kontrol grubunu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ($Z = -3.411$, $p \leq 0.05$), aynı istatistiksel fark statik germe grubu ile kontrol grubu arasında da bulunmuştur ($Z = -2.317$, $p \leq 0.05$). Ortalama farklara bakıldığında ise, çalışmada kullanılan kas-gevşet PNF germe tekniği ile yapılan plyometrik antrenmanın bacak kuvveti değerleri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.8).

Literatürdeki çalışmalarda, PNF germe ve statik germe egzersizlerinin bacak kuvvetine olan etkileri tutarlı olmayan bulgularla ortaya konulmuştur. Literatürde, uzun süreli germe egzersizlerine kronik bir cevap olarak germelerin kuvvet artışına neden olabileceği gösterilmiştir ve bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla benzerlik gösteren niteliktedir. Grieco (2002) PNF germelerin standart ağırlık programlarına bir alternatif ya da tamamlayıcı bir metot olduğu sonucuna varmıştır. Kuvvet artışının, özellikle izometrik ve konsantrik kasılmaların kullanıldığı germe uygulamalarının bir sonucu olarak ortaya çıktığı, böylece uzun

sürekli germe egzersizlerinin bir eklem etrafındaki hareket genişliğini artırmasının yanı sıra, kas hipertrofisi sağlayarak sakatlıklardan korunabileceği ve performans artışına neden olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, kuvvet antrenman programının ekzantrik egzersizler içerdiğinde daha verimli olabileceği ve tek yönlü kuvvet egzersizlerinin kontralateral (egzersiz yapılmayan bölüm) kas gruplarının kuvvetini de geliştirdiği kanıtlanmıştır. Germe egzersizleri ve kuvvet artışı ile ilgili yapılan çalışmaların temelini, ekzantrik çalışmaların önemli bir germe bileşeni olması ve böylece uzun süreli germe programlarının kuvveti geliştirebileceği varsayımı oluşturmaktadır. Nelson ve ark (2002) yaptıkları çalışmada bunu açık bir şekilde göstermişlerdir. Bu çalışmaya 7 erkek ve 6 bayan denek katılmış ve sağ kalf kasına yönelik 10 haftalık germe programı uygulanmışlardır (haftada 4 gün, 4x 30sn ve her germe arası 30 sn. dinlenim). 1RM prosedürüne göre (bir maksimum tekrar) yapılan ön test ve son test kuvvet ölçümleri (ayak parmak uçlarında yükselerek) arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. 10 haftalık germe programı sonrası sadece sağ kalf kuvvetinde anlamlı bir gelişim gözlenirken, ayrıca kontralateral bölümde de kuvvet artışı görülmüştür. Bunun nedeni olarak, germenin spinal (omurilik) refleksleri harekete geçirebilmesi ve antrenman etki mekanizmalarının omurilikte olduğu gösterilmiştir.

Farklı bir çalışma bulgularında Fowles ve ark. (2000) pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmalarına 10 genç yetişkin katılmış ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yapılmıştır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) çalışmanın öncesinde, hemen sonunda ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Maksimal istemli kasılma ilk değerlerle karşılaştırıldığında son testte (%28) ve 5 (%21), 15 (%13), 30 (%12), 45 (%10) ve 60. dakikalar sonrasında (%9) azaldığını bulunmuştur. Bunun yanında Worrell ve ark. (1994) artan hamstring esnekliği ile artan izokinetik güç üretiminin birliktelik göstermiş, Wilson ve ark. (1992) bench-press performansının 8 haftalık esneklik antrenmanı sonrası yükseldiğini bulmuşlardır. Handel ve ark (1997) 8 haftalık kas-gevşet germe antrenman sonrası esneklikte ve diz eklemine güç üretiminde gelişim olduğunu bulmuşlardır. Farklı bir sonuç gösteren çalışmada Kokkonen ve ark (1998) akut kas germelerinin maksimum kuvvet performansını engellediğini bulmuşlar ve benzer bir

sonuç olarak Rosenbaum ve Hennig (1995) değişik germeler sonrası kısa süreli bir kuvvet kaybının ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Görüldüğü gibi germe tekniklerinin birçok çalışmada farklı etkileri olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak bu çalışmaların farklı sürelerde ve farklı denek grupları üzerinde uygulanmasından kaynaklandığını söylenebilir. Bu sayede de araştırmacılar farklı sonuçlar bulunduğu söylenebilir.

Bu çalışmanın sonucunda farklı germe uygulamaları ile yapılan plyometrik antrenman farklı biyomotor yetenekler üzerindeki etkilerine bakılması önerilebilir. Ayrıca farklı PNF germe tekniklerinin bacak kuvveti değerlerine olan etkilerini karşılaştırılması önerilebilir. Bununla birlikte plyometrik antrenmanlarda uygulanan egzersizlerin şiddeti veya kapsamı değiştirilerek, bu uygulamaların bacak kuvveti değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırması önerilebilir.

5.3.4. Farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerleri üzerinde fark var mıdır?

Plyometrik antrenmanın *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri üzerine etkileri, kas-gevşet PNF germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın etkileri bölümünde tartışılmıştır. Bu yüzden bu bölümde farklı germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanın grupların *root mean square* değerleri arasında farklar tartışılacaktır.

Vastus lateralis kasına ait *root mean square* değerleri açısından bakıldığında, yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin son-test değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.15). Kas-gevşet PNF ile statik germe grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($Z = -0.062$, $p > 0.05$), kas-gevşet PNF germe grubu ile kontrol grubunu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ($Z = -3.198$, $p \leq 0.05$) ve aynı istatistiksel fark statik germe grubu ile kontrol grubu arasında da bulunmuştur ($Z = -2.849$, $p \leq 0.05$). Ortalama farklara bakıldığında ise, çalışmada kullanılan kas-gevşet PNF germe tekniği ile yapılan

plyometrik antrenmanın *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.13).

Vastus medialis kasına ait *root mean square* değerleri açısından bakıldığında, yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin son-test değerleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.15). Kas-gevşet PNF ile statik germe grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($Z = -1.878$, $p > 0.05$), kas-gevşet PNF germe grubu ile kontrol grubunu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ($Z = -3.198$, $p \leq 0.05$) ve aynı istatistiksel fark statik germe grubu ile kontrol grubu arasında da bulunmuştur ($Z = -2.165$, $p \leq 0.05$). Ortalama farklara bakıldığında ise, çalışmada kullanılan kas-gevşet PNF germe tekniği ile yapılan plyometrik antrenmanın *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür (Tablo 4.14).

Literatürde iki farklı germe egzersizinin kas EMG aktivitesine olan etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili bulgularla bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular benzerlik göstermektedir.

Magnusson (1998) ve Gajdosik (2001) Modern germe teknikleri arasında hareket genişliği artışında hangisinin daha etkili olduğunu anlamak için yapılan çalışmalarda ise daha çok statik germe ile PNF germe teknikleri üzerinde durulmuş ve statik germe tekniğine oranla PNF germe tekniklerinin hareket genişliğinde hem akut hem de kronik açıdan daha büyük kazanımlara yol açtığı göstermişlerdir. PNF tekniklerinin daha etkili olmalarının nedeni olarak, spinal refleks mekanizmalar sayesinde kas inhibisyonunun gelişmesi ve gerilen kasların direncinin azalması olarak göstermişlerdir. Bununla birlikte, PNF tekniklerin statik germelere oranla daha etkili olmalarıyla birlikte gerilen kaslarda statik germeye oranla daha büyük EMG aktivitesine neden oldukları göstermişlerdir.

Benzer bir çalışmada Ferber ve ark. (2002) PNF germe tekniklerinin yaşlılardan diz fleksör kasının EMG aktivitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma için yaşları 55 ile 75 arasında değişen gönüllü 24 erkek denek katılmıştır. Denekler üç farklı germe egzersizi uygulamışlardır. Bunlar statik germe (SS), kas-gevşet PNF (CR-PNF) ve agonist kas-gevşet PNF (ACR-PNF) germe tekniklerini toplam 80 saniye boyunca uygulamışlardır. Sonuçta bütün germe tekniklerinin hareket genişliğini ($p < 0.05$) ve *hamstring* ve *gastrocnemius* EMG aktivitesini

arttırmasında etkili olduğu gör÷lm÷ştür ($p<0.05$). Agonist kas-gevşet PNF germe tekniği diğer iki teknik ile karşılaştırıldığında diz eklemi ekstansiyonu ve diz fleksör kaslarının EMG aktivitesi üzerinde daha etkili olduğu gör÷lm÷ştür. Hareket genişliği ortalama değerlerine bakıldığında agonist kas-gevşet PNF germe grubunun $15.66 \pm 0.95^\circ$, kas-gevşet PNF germe grubunun $12.11 \pm 0.66^\circ$ ve statik germe grubunun $11.67 \pm 0.82^\circ$ olduğu gör÷lmektedir. *Hamstring* kasına ait EMG aktivitelerine bakıldığında ACR-PNF germe grubunun $42.07 \pm 4.16\%$, CR germe grubunun $21.84 \pm 1.94\%$ ve SS grubunun değerleri ise $19.52 \pm 2.38\%$ kaydedilmiştir. *Gastrocnemius* kasına ait EMG aktivitelerine bakıldığında ACR-PNF germe grubunun $25.81 \pm 3.74\%$, CR germe grubunun $15.63 \pm 1.41\%$ ve SS grubunun değerleri ise $11.76 \pm 1.27\%$ kaydedilmiştir. Sonuçlar, agonist kas-gevşet germe prosedürünün kas-gevşet ve statik germeye oranla EMG aktivitesinde %65–119 daha fazla aktivite ve hareket genişliğinde %29–34 oranında daha fazla bir artış üretmiştir. PNF germe tekniklerinin yaşlılarda hareket genişliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Yaşlılarda PNF germe teknikleri uygulanırken yaş ile ilgili olarak kas elastikiyetindeki değişiklikler dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Bir başka çalışmada Osternig ve ark. (1990) farklı fiziksel kapasiteye sahip denekler üzerinde statik germe ve iki farklı PNF germe tekniğinin *hamstring* kas aktivasyonuna ve dizin hareket genişliğine etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada statik germe, kas-gevşet PNF germe ve Agonist kas-gevşet PNF germe teknikleri 10 dayanıklılık sporcusuna, 10 yüksek yoğunlukta çalışan sporcular ve 10 kontrol grubunda bulunan sporculara uygulanmıştır. Bulgulara göre; Agonist kas-gevşet PNF % 89-110’lık daha yüksek *hamstring* EMG aktivitesi üretmiş ve kas-gevşet ve statik germe yöntemlerine göre dizin hareket genişliğinde % 9-13’lük bir artış sağlanmıştır. Üç grup kıyaslandığında dayanıklılık atletleri sırasıyla yüksek-şiddette çalışan atletlerden ve kontrol grubundan % 58-113 daha fazla *hamstring* EMG aktivitesi ortaya çıkarmıştır. Bütün germe durumları karşılaştırıldığında dayanıklılık grubu kas-gevşet ve agonist kas-gevşet durumlarında yüksek şiddette çalışan atletlere ve kontrol grubu oranla daha düşük hareket genişliği değerleri göstermiştir. Kısa süreli yüksek şiddetteki aktiviteler, dayanıklılık antrenmanlarına göre diz ekstansiyonunda daha düşük *hamstring* direnci gerektirir. Bu bulgular gösteriyor ki; kas

aktivitesindeki düşüşler eklemlerin hareket genişliğindeki artışa bağlı olmayabilir ve kas gevşemesinin dışındaki faktörler hareket genişliğinin artışında önemlidir

İki farklı germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanının *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerlerindeki artışın sıçrama çalışmaları sayesinde *countermovement jump* sırasında kasın kuvvet üretim kapasitesindeki fonksiyonel değişimlerden, sinirsel değişiklik dışında kasın sertliğindeki değişimlerden, kuvvet, güç ve sinirsel uyarımlar sayesinde olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda germe egzersizleri ile plyometrik antrenmanların kombine edilerek uygulanmasından dolayı germe egzersizlerinin veya plyometrik antrenmanların *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerlerine ne oranda etkilediğini saptamak mümkün değildir. Bu yüzden daha sonra ki çalışmalar için bu iki ayrı antrenman metodunun ayrı ayrı *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait RMS değerli üzerine etkilerinin incelenmesi önerilebilir.

5.4. SONUÇLAR

1. Kas-gevşet PNF germe ve statik germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların hamstring esnekliği üzerinde olumlu değişimler yaptığı ancak bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.
2. Kas-gevşet PNF germe ve statik germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların dikey sıçrama performansını olumlu yönde etkilemiş ve bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Fakat her iki germe tekniği arasındaki etkilerde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
3. Kas-gevşet PNF germe ve statik germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların bacak kuvveti değerlerini olumlu yönde etkilemiş ve bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Fakat her iki germe tekniği arasındaki etkilerde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
4. Kas-gevşet PNF germe ve statik germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerlerini olumlu yönde etkilemiş ve bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Fakat her iki germe tekniği arasındaki etkilerde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
5. Kas-gevşet PNF germe ve statik germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların *vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerlerini olumlu yönde etkilemiş ve bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Fakat her iki germe tekniği arasındaki etkilerde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

5.5. ÖNERİLER

Araştırmada bulunan sonuçlar ışığında, araştırmacılara ve topluma yönelik öneriler bu bölümde sunulmuştur.

5.5.1. Antrenör ve Topluma Yönelik Öneriler:

1. Her iki germe tekniği esneklik gelişim çalışmalarında kullanılabilir.
2. Daha fazla hareket genişliğine ulaşmak isteniyorsa kas-gevşet PNF tekniği tercih edilebilir.
3. Statik germelerin tek başına yapılabilir olmasına karşın, PNF germelerde bir yardımcıya ihtiyaç duyulması, uygulama açısından statik germelerin daha kullanılabilir olduğu önerilebilir.
4. Plyometrik antrenmanlarda sakatlık riskinin fazla olmasından dolayı plyometrik antrenmanlar öncesinde sakatlık riskini azaltmak için her iki germe tekniğini de tercih edilebilir.
5. Dikey sıçrama performansının önemli olduğu aktiviteler için plyometrik antrenmanlar dikey sıçrama performansını arttırmak için uygulanması önerilebilir.
6. Özellikle de kısa süre içerisinde konsantrik ve izometrik kuvvet üretimi gerektiren spor branşları için plyometrik antrenmanlar önerilebilir.

5.5.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler:

1. Çalışmada kullanılan denek sayısının artırılması ve daha uzun bir zaman periyodunda uygulama yapılması, germe egzersizleri ile yapılan plyometrik antrenmanların kronik etkilerini daha iyi gösterilebilir.
2. Farklı germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların, farklı popülasyonlara (yaş, cinsiyet, spor) uygulanarak aralarındaki akut ve kronik etkiler değerlendirilebilir.
3. Farklı germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların, farklı performans göstergeleri üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla değerlendirilebilir.
4. Farklı PNF germe teknikleri ile yapılan plyometrik antrenmanların, fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla değerlendirilebilir.
5. Plyometrik antrenmanlar ile farklı sürelerde uygulanan germe egzersizlerinin, fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla değerlendirilebilir.
6. Plyometrik antrenmanların farklı kas gruplarına ait RMS değerleri üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla incelenebilir.
7. Plyometrik antrenmanının kapsamı veya şiddeti değiştirilerek, bu değişikliğin RMS değerli ve bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla araştırılabilir.
8. Çalışmamızda germe egzersizleri ile plyometrik antrenmanların kombine edilerek uygulanmasından dolayı germe egzersizlerinin veya plyometrik antrenmanların fiziksel performans değerleri ile VL ve VM kaslarına ait RMS değerlerine ne oranda etkilediğini saptamak mümkün değildir. Bu yüzden daha sonra ki çalışmalar için bu iki ayrı antrenman metodunun ayrı ayrı uygulanarak fiziksel performans değerleri ile VL ve VM kaslarına ait RMS değerleri üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla incelenebilir.

KAYNAKLAR

- 1) **Alters S and Schiff W.** Essential Concepts For Healthy Living. USA: Jones and Bartlett Publishers Inc, **2003**.
- 2) **Andersen J C.** Stretching before and after exercise: effect on muscle soreness and injury risk. *Journal of Athletic Training*, **2005**; Jul; 40(3):218-20.
- 3) **Amiridis IG, Cometti G, Morlon B, Martin L, Martin A.** Effect of type of recovery training on the concentric strength of the knee extensors. *J Sports Sci*, **1997**; Apr; 15(2): 175-80.
- 4) **Aydoğ ST, Hazır M, Hasçelik Z, Çağlar A, Özdoğan M.** The effect of stretching exercise on maximum peak torque. *J Rheum Med Rehab*, **2000**; 11 (4): 278-281.
- 5) **Baechele TR and Earle RW.** Essentials of Strength Training and Conditioning. China: Human Kinetics, **2000**.
- 6) **Bandy WD, Irion, JM and Briggler M.** The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, **1997**; 77:1090 – 1096.
- 7) **Bandy WD and Irion JM.** The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, **1994**; 74:845– 850.
- 8) **Bieze J.** Rest period boosts plyometric training effects. *Biomechanics*, 2004; March; page: 11.
- 9) **Bompa TO.** Antrenman Kuramı ve Yöntemi. 2. Baskı, (Çevirenler: İlknur Keskin-Burcu Tüner). Ankara: Bağırhan Yayınevi, **2001**.
- 10) **Bompa TO.** Sporda Çabuk Kuvvet Antrenmanı (Üst Düzeyde Çabuk Kuvvet Gelişimi İçin Plyometrik). Ankara: Bağırhan yayınevi, **2001**.

- 11) **Borms J, Vanroy P, Santens JP, Haentjens A.** Optimal of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral Flexibility. *J Sports Sci*, **1987**; 5:39-47

- 12) **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.

- 13) **Chu DA.** Jumping Into Plyometrics. 2nd Ed., USA: Human Kinetics, **1998**.

- 14) **Church JB, Wiggins MS, Moode FM, Crist R.** Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance, *J Strength Cond Res*, **2001**; Aug;15(3):332-6.

- 15) **Cornwell A, Nelson AG, Sidaway B.** Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol*, **2002**; Mar; 86(5): 428-34.

- 16) **Dauty M, Hamon D, Danion H, Maugars Y, Potiron-Josse M, Ginot J.** Correlations between spring and quadriceps femoris and hamstrings flexibility and strength. *Science & Sports*, **1999**; 4 March; Volume 14, issue 2, pages:71-76.

- 17) **Davranche K, Burle B, Audiffren M.** Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Exp Brain Res*, **2005**; 165: 532-540.

- 18) **Decoster LC, Scanlon RL, Horn KD, Cleland J.** Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *Journal of Athletic Training*, 2004; 39(4):330-334.

- 19) **Depino GM, Webright WG, Arnold BL.** Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, **2000**; Jan;35(1):56-59.

- 20) **Diallo O, Dore E, Duche P, Van Praagh E.** Effect of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, **2001**; Sep;41(3): 342-8.

- 21) **Docherty D.** Measurement in Pediatric Exercise Science. USA: Human Kinetics, **1996**.
- 22) **Donatelle R.J.** Access to Health. USA: Pearson Education, Inc, **2006**.
- 23) **Draper DO, Miner L, Knight KL, Ricard MD.** The carry-over effects of diathermy and stretching in developing hamstring flexibility. *Journal of Athletic Training*, **2002**; 37(1):37-42.
- 24) **Ebben WP.** Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science and Medicine*, **2002**; 1, 42-46.
- 25) **Eldin G, Golanty E, Brown KM.** Health and Wellness. USA: Jones and Bartlett Publishers Inc, **1999**.
- 26) **Ertekin C.** Sentral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, **2006**.
- 27) **Etnyre BR and Abraham LD.** Gains in range of ankle dorsifleksiyon using three popular stretching techniques. *Am Journal of Physical Medicine*, **1986**; 65: 189-196.
- 28) **Evetovich TK, Nauman NJ, Conley DS, Todd JB.** The effects of static stretching of the biceps brachii on torque, elektromiyografi and mechanomyography. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2003**; Vol. 35(5).
- 29) **Fatouros IG, Kambas A, Katrabasas I, Nikolaidis K, Chatzinikolaou A, Leontsini D, Taxildaris K.** Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *British Journal of Sports Medicine*, **2005**; 39: 776-780.
- 30) **Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW.** The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Physical Therapy*, **2001**; May Volume 81, Number 5; 1110-1117.

- 31) **Feland JB, Myrer JW, Merrill RM.** Acute changes in hamstring flexibility: pnf versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy In Sport*, **2001**; November Volume 2, Issue 4, pages: 186-193.
- 32) **Fox SI.** Human Physiology. 3rd Ed., USA: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
- 33) **Fowles JR, Sale DG, and MacDougall JD.** Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*, **2000**; Vol. 89, Issue 3, 1179-1188.
- 34) **Funk DC, Swank AM, Mikla BM, Fagan TA, Farr BK.** Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *J Strength Cond Res*, **2003**; Aug;17(3):489-92.
- 35) **Ganong WF.** Tıbbi Fizyoloji. (Çev. Editörü: Ayşe Doğan). İstanbul: Barış Kitabevi, **1995**.
- 36) **Gajdosik RL.** Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech*, **2001**;16: 87-101.
- 37) **Gleim GW and McHugh MP.** Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Med*, **1997**; Nov; 24 (5):289-99.
- 38) **Graham G, Hale SAH, Parker M.** Children Moving. USA: Mayfield Publishing Company, **2001**.
- 39) **Gray S and Nimmo, M.** Effects of active, passive or no warm-up on metabolism and performance during high-intensity exercise. *J Sports Sci*, **2001**; Sep;19 (9): 693-700
- 40) **Gremion G.** Is stretching for sports performance still useful? A review of the literature. *Rev Med Suisse*, **2005**, Jul 27;1 (28):1830-4.
- 41) **Grieco C.** PNF stretching–training tips–proprioceptive neuromuscular facilitation–brief article. *American Fitness*, **2002**; July-August.

- 42) **Hahn DB and Payne WA.** Focus on Health. 6th Ed., USA: McGraw-Hill Higher Education, **2003**.
- 43) **Handel M, Horstmann T, Dickhuth HH, Gulch RW.** Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *Eur J Appl Physiol* **1997**; 76: 400-408
- 44) **Hanten WP and Schulthies SS.** Activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Physical Therapy*, **1990**; volume 70, issue 9, pages: 561-565.
- 45) **Hartig DE and Henderson JM.** Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Medicine*, **1999**; 27(2), 173-176
- 46) **Hatfield FC.** PNF stretching as a warm-up, *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2003**; Vol. 15, No. 3, pp. 332-336.
- 47) **Herbert RD and Gabriel M.** Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ*, **2002**; 325:468
- 48) **Heyward VH.** Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription. 4th Ed., USA: Human Kinetics, **2002**.
- 49) **Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR.** Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *American Journal of Sports Medicine*, **1996**; Vol 24, Issue 6, 765-773.
- 50) **Hoffman J.** Physiological Aspects of Sport Training and Performance. USA: Human Kinetics, **2002**.
- 51) **Hole JW Jr.** Human Anatomy and Physiology. 5^{ty} Ed., USA: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
- 52) **Howard RL.** Plyometric concept reinvent lower extremity rehabilitation. *Biomechanics*, **2004**; September, s: 63-67.

- 53) **Howley ET and Franks BD.** Health Fitness Instructor's Handbook. 3rd Ed., U.S.A: Human Kinetics, **1997**.
- 54) **Hume PA, Hopkins WG, Robinson DM, Robinson SM, Hollings, S.C.** Predictors of attainment in rhythmic sportive gymnastics. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **1993**; 33(4), 367-377
- 55) **Hunter JP and Marshall RN.** Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Med Sci Sports Exerc*, **2002**; Mar; 34(3): 478-86.
- 56) **Ioannis T, Christos G, Nikolaos Z, Aikaterini V, Efstratios V.** The effect of stretching duration on the flexibility of lower extremities in junior soccer players. *Physical Training*, **2005**; Sep.
- 57) **Ishikawa M, Niemelä E, Komi PV.** Interaction between fascicle and tendinous tissues in short-contact stretch-shortening cycle exercise with varying eccentric intensities. *J Appl Physiol*, **2005**; 99: 217-223.
- 58) **Ishikawa M and Komi PV.** Effects of different dropping intensities on fascicle and tendinous tissue behavior during stretch-shortening cycle exercise. *J Appl Physiol*, **2004**; 96: 848-852.
- 59) **Lucas RC, Koslow R.** Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Percept Mot Skills*, **1984**; Apr;58(2):615-8
- 60) **Karasar N.** Bilimsel Araştırma Yöntemi. 2.Baskı, Ankara: Nobel yayımevi, **2002**.
- 61) **Kaya F.** İki farklı germe egzersizinin bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, **2004**
- 62) **Kellis E, Arabatzi F, Papadopoulos C.** Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2003**; 13: 229-238.

- 63) **Keogh J.** Strength and power in sport. 2nd Ed., *British Journal and Sports Medicine*, **2004**; 38:366-367
- 64) **Kibele A.** Possible errors in the comparative evaluation of drop jumps from different heights. *Ergonomics*, **1999**; Jul; volume 42, issue 7.
- 65) **Kirchner G and Fishburne GJ.** Physical Education For Elementary School Children. 10th Edition. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc., **1998**.
- 66) **Knudson D, Bennett K, Corn R, Leick D, Smith C.** Acute effect of stretching are not evident in the kinematik of the vertical jump. *J Strength Cond Res*, **2001**; Feb; 15(1):98-101.
- 67) **Kocatürk U.** Açıklamalı Tıp Terimleri Sözlüğü. Sekizinci Basım, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, **1999**.
- 68) **Komi PV.** Strength and Power in Sport. London: Blackwell Scientific Publications, **1992**
- 69) **Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A.** Acute muscle stretching inhibits maksimal strength performance. *Research Quarterly Exercise and Sport*, **1998**; 69(4), 411-415.
- 70) **Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaiakevou 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.
- 71) **Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T.** Effect of stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, **2002**; 92: 595-601.
- 72) **Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T.** Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, **2001**; 90: 520-527.

- 73) **Kyrolainen H, Avela J, Komi P.** Changes in muscle activity with increasing running speed. *Journal of Sports Sciences*, **2005**; Volume 23, Issue 10, pages:1101-1109.
- 74) **Lees A, Vanrenterghem J, De Clercq D.** The maximal and submaximal vertical jump: Implications for strength and conditioning. *J Strength Cond Res*, **2004**; Nov; 18(4): 787-91.
- 75) **Lees A and Fahmi E.** Optimal drop height for plyometric training. *Ergonomics*, **1994**; Jan; 37(1): 141-8.
- 76) **Lephart SM, Abt JP, Ferris CM, Sell TC, Nagai T, Myers JB, Irrgang JJ.** Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program. *Br J sports Med*, **2005**; 39:932-938.
- 77) **Liu Y, Peng CH, Wei SH, Chi JC, Tsai FR, Chen JY.** Active leg stiffness and energy stored in the muscles during maximal counter movement jump in the aged. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2006**; August; Volume 16, Issue 4, pages: 342-351.
- 78) **Lloyd DG and Besier TF.** An EMG-driven musculoskeletal model to estimate muscle forces and knee joint moments in vivo. *J Biomech*, **2003**; 36(6): 765-776.
- 79) **Magnusson SP.** Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sports*, **1998**; 8: 65-77.
- 80) **Martin V, Millet GY, Lattier G, Perrod L.** Why does knee extensor muscles torque decrease after eccentric-type exercise?. *J Sport Med Phys Fitness*, **2005**; Jun; 45(2): 143-51.
- 81) **Matavulj D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S.** Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sport Med Phys Fitness*, **2001**; Jun; 41(2):159-64.
- 82) **Maud PJ and Foster C.** Physiological Assessment of Human Fitness. U.S.A: Human Kinetics, ACSM 2000, **1995**.

- 83) **McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RU.** The effect of heavy- vs. load jump squats on the development of strength, power and speed. *J Strength Cond Res*, **2002**; 16(1): 75-82.
- 84) **McNeal JR. and Sands WA.** Acute static stretching reduces lower extremity power in trained children. *Pediatric Exercise Science*, **2003**; 15, 139-145.
- 85) **Meckel Y, Atterbom H, Grodjinovsky A, Ben-Sira D, Rotstein A.** Physiological characteristics of female 100 meter sprinters of different performance levels. *J Sports Med and Physical Fitness*, **1995**; 35(3):169-175.
- 86) **Miller KE.** Flexibility Exercise Can Decrease Overuse Leg Injuries. *American Family Physician*, **1999**; September 1.
- 87) **Mohr KJ, Pink MM, Elsner C, Kvitne RS.** Electromyographic investigation of stretching: The effect of warm-up. *Clin J Sport Med*, **1998**; Jul; 8 (3): 215-20.
- 88) **Nelson RT and Bandy WD.** Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *Journal of Athletics Training*, **2004**;39(3):254-258.
- 89) **Nelson AG, Kokkonen J, Arnall D A. FACSM; Kalani W, Peterson K, Kenly M.** A ten week stretching program increases strength in the contralateral muscle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2002**; Vol. 34(5).
- 90) **Nordez A, Cornu C, McNair P.** Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clin Biomech*, **2006**; Aug; 21(7): 755-60. Epub 2006 May 3.
- 91) **Ollivier K, Portero P, Maisetti O, Hogrel JY.** Repeatability of surface EMG parameters at various isometric contraction levels and during fatigue using bipolar and laplacian electrode configurations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2005**; 15: 466-473.
- 92) **Olivo SA and Magee DJ.** Electromyographic assessment of the activity of the masticatory using the agonist contract-antagonist relax technique (AC) and contract-relax technique (CR). *Manuel Therapy*, **2006**; May; Volume 11, Issue 2: 136-145.

- 93) **Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P.** Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **1990**; volume 22, issue 1, pages:106-111.
- 94) **Osternig LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P.** Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. *Am. J. Phys. Med*, **1987**; volume 66, issue 5, pages:298-307.
- 95) **Pangrazi RP.** Dynamic Physical Education For Elementary School Children. 14th Ed., USA: Pearson Education, **2004**.
- 96) **Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ.** A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2000; 32(2), 271-277.
- 97) **Potvin JR, Norman RW, McGill SM.** Mechanically corrected EMG for the continuous estimation of erector spinae muscle loading during repetitive lifting. *Eur J Appl Physiology*, **1996**; 74 (1-2): 119-132.
- 98) **Rahnama N, Lees A, Reilly T.** Electromyography of selected lower-limb muscles fatigued by exercise at the intensity of soccer match-play. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2005**; July; 1-7.
- 99) **Read MM and Cisar C.** The influence of varied rest interval lengths on depth jump performance. *J Strength Cond Res*, **2001**; Aug: 15 (3): 279-83.
- 100) **Roberts JM and Wilson K.** Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *J Sports Med*, **1999**; 33: 259-263.
- 101) **Rodacki AL, Fowler NE, Bennett SJ.** Vertical jump coordination: fatigue effects. *Med Sci Sports Exercise*, **2002**; Jan; (1):105-16.
- 102) **Rosenbaum D and Hennig EM.** The influence of stretching and warm-up exercise on Achilles tendon reflex activity. *Journal of Sports Science*, **1995**; 13, 461-490.

- 103) **Sady SP, Wortman M, Blanke D.** Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil*, **1982**; 63(6): 261-3.
- 104) **Sands WA, McNeal JR, Stone MH, Russel EM, Jemni M.** Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term. *Med Sci Sports Exerc*, **2006**; Apr; 38 (4): 720-5.
- 105) **Sharkey BJ.** Fitness And Health. 4th Ed., USA: Human Kinetics, **1997**.
- 106) **Shrier I.** Stretching before exercise: an evidence based approach. *Br J Sports Med*, **2000**; 34: 324-325.
- 107) **Smith CA.** The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. *J Orthop Sports Phys Ther*, **1994**;19:12–17.
- 108) **Solomon EP.** İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş.(çev: L. Bikem Süzen). Antalya: Birol Basın Yayın Dağıtım ve Ticaret Ltd.Şti, **1997**.
- 109) **Sönmez GT.** Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık, **2002**.
- 110) **Spernoga SG, Timothy LU, Arnold BL, Gansneder BM.** Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, **2001**, 36(1): 44-48.
- 111) **Staudenmann D, Kingma I, Stegeman DF, Van Dieen JH.** Towards optimal multi-channel EMG electrode configurations in muscle force estimation: a high density EMG study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2005**; 15: 1-11.
- 112) **Stevens K.** A theoretical overview of stretching and flexibility (includes continuing education test)(Stretching into the 21st Century, part 1). *American Fitness*, **1998**; Issue: Jan-Feb.
- 113) **Strojnik V and Komi PV.** Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, **1998**; 83: 344-350.

114) **Tamer K.** Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. (Geliştirilmiş 2.Bası). Ankara: Bağırhan Yayımevi, **2000**.

115) **Toumi H, Best TM, Martin A, Poumarat G.** Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *American College of Sports Medicine*, **2004**; Sep; 36(9): 1580-8.

116) **Toumi H, Best TM, Martin A, F'Guyer S, Poumarat G.** Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *Int J Sports Med*, **2004**; Jul; 25(5): 391-8.

117) **Tricoli V, Lamas L, Carnevale R, Ugrinowitsh C.** Short-Term Effects On Lower-Body Functional Power Development: Weightlifting vs. Vertical Jump Training Programs. *J Strength Cond Res*, **2005**; May; 19(2): 433-7.

118) **Unick J, Kieffer HS, Cheesman W, Feeney A.** The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res*, **2005**; Feb; 19 (1): 2006-12.

119) **Van den TR.** Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings?. *J Strength Cond Res*, **2006**; Feb;20(1): 192-6

120) **Vergeer I and Roberts J.** Movement and stretching imagery during flexibility training. *J Sports Sci*, **2006**; Feb; 24(2):197-208.

121) **Wagner RW and Kocak MS.** A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **1997**; 11(4): 251-255.

122) **Wallmann HW, Mercer JA, McWhorter JW.** Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, **2005**; Aug;19(3): 684-8.

123) **Weineck J.** Sporda İşlevsel Anatomi. (çev: A. Semra ELMACI). Ankara: Bağırhan Yayımevi, **1998**.

124) **Wessel J and Wan A.** Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clin J Sports Med*, **1994**; 4: 83-87.

- 125) **Wilmore JH and Costill DL**. Physiology of Sport and Exercise. USA: Human Kinetics, **1994**.
- 126) **Wilmore JH and Costill DL**. Training For Sport And Activity. 3rd Ed.,. USA: Human Kinetics, **1988**.
- 127) **Wilson GJ, Murphy AJ, Giorgi A**. Weight and plyometric training: effects on eccentric and concentric force production. *J Appl Physiol*, **1996**; Aug; 21(4): 301-15.
- 128) **Wilson GJ, Elliot BC, Wood GA**. Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, **1992**; 24(1), 116-123.
- 129) **Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J**. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, **2004**; 38: 285-288.
- 130) **Witzke KA and Snow CM**. Effect of plyometrik jump training on bone mass in adolesce girls. *Med Sci Sports Exerc*, **2000**; Jun;32(6): 1051-7.
- 131) **Worrell TW, Smith TL, Winegardner J**. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J of Orthop Sports Phys Therapy*, **1994**; 20(3), 154-159.
- 132) **Young WB and Behm DG**. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*, **2003**; Mar; 43(1):21-7.
- 133) **Zakas A, Grammatikopoulou MG, Zakas N, Zahariadis P, Vamvakoudis E**. The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, **2006**; Mar;46(1):57-61.

EKLER

EK A : Denek izin ve bilgi formu

EK B : Veri toplama formu

EK C : Deneklerden elde edilen esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti ön-test verileri

EK D : Deneklerden elde edilen esneklik, dikey sıçrama ve bacak kuvveti son-test verileri

EK E : Deneklerden elde edilen EMG verilerinin kaydedilme noktaları

EK F : Deneklerden elde edilen ön-test elektromiyografik veriler

EK G : Deneklerden elde edilen son-test elektromiyografik veriler

EK A : Denek izin ve Bilgi Formu

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda Araştırma Görevlisi Kerim SÖZBİR ve Prof. Dr. R. Gül Tiryaki SÖNMEZ tarafından yapılacak olan “İki farklı germe egzersizleriyle yapılan plyometrik antrenmanın EMG ve bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri” konulu araştırma projesine denek olarak kendi isteğimle katılmaktayım.

Bu araştırmanın amacı, iki farklı germe egzersizi (kas-gevşet PNF germe ve statik germe) ile yapılan plyometrik antrenmanın esneklik, dikey sıçrama performansı, bacak kuvveti değerleri ve Root Mean Square değerleri üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Kerim SÖZBİR bana germe egzersizleri, plyometrik antrenmanın yöntemsel ilkeleri ve inceleme yapılacak fizyolojik parametreler hakkında gerekli açıklamaları yaptı. Germe egzersizleri ve plyometrik antrenmanın, yukarıda bahsedilen fizyolojik parametreler üzerinde ne gibi etkiler yapabileceği ve ölçümlerin nasıl uygulanacağı konusunda bilgi sahibi olmamı sağladı.

Yapılacak çalışma kapsamında kendi isteğimle katılacak olduğum araştırma safhaları şunlardır:

- “Otur uzan eriş” testi ile esnekliğin belirlenmesi
- Newtest 1000 test araçlarından “Statik Single Jump” testi ile dikey sıçrama performansının belirlenmesi

- Takei marka Leg and Back Dinamometresi ile bacak kuvvetinin belirlenmesi
- Yüzeysel elektrot yöntemi ile Root mean Square Değerlerinin belirlenmesi
- 6 Hafta süre ile iki farklı germe egzersizinden herhangi birisinden sonra plyometrik antrenmanın uygulanması
- 6. Haftanın sonunda ön test ölçümlerinin son testte de tekrar edilmesi

Bu çalışmaya katılmamdan dolayı aşağıda belirtilen sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceği Kerim SÖZBİR tarafından bana anlatılmış ve açıklanmıştır.

1. Çalışma esnasında aşırı zorlanmaların yol açabileceği kas çekmesi, zorlanması veya yırtılması olabilir.
2. Aşırı germelere bağlı mikroskobik kas yırtılmaları gibi sonradan ortaya çıkabilecek kas yaralanmalarına neden olabilir.
3. Plyometrik egzersizler sırasında sakatlanma riski olabilir.
4. Plyometrik egzersizler sonrası özellikle bel ve eklem bölgelerinde ağrıları gibi şikayetler ortaya çıkabilir.
5. Elektromiyografi ile ilgili verilerin toplanması esnasında ilgili kaslarda ağrı oluşabilir.

Bu çalışmaya katılmamın bana herhangi bir maddi katkısı olmadığını biliyorum.

Bu çalışmayla ilgili katılım bilgilerinin isteğim dışında ve aleyhimde kullanılmayacağını biliyorum.

Bu çalışmayı ilgilendiren herhangi bir konuda soru sormak istediğimde Kerim SÖZBİR ve Prof. Dr. R. Gül Tiryaki SÖNMEZ'e kolayca ulaşabileceğimi ve onlardan gerekli cevapları alabileceğimi biliyorum.

Araştırmayı uygulayan : Arş. Gör. Kerim SÖZBİR

Araştırmayı Yürüten : Prof. Dr. R. Gül Tiryaki SÖNMEZ

Araştırmaya katılan denek : imza

15.11.2005

EK B : Veri Toplama Formu

“İki farklı germe egzersizi ile yapılan plyometrik antrenmanın EMG ve bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri” konulu araştırma projesi veri toplama formu.

SIRA NO	ADI - SOYADI	YAŞ (yıl)	BOY (cm)	AĞIRLIK (KG)	ESNEKLİK (cm)	STATİK JUMP (m)	BACAK KUVVETİ (Kg)
PNF Germe Grubu							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
STATİK Germe Grubu							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
KONTROL Grubu							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

EK C: Deneklerden elde edilen Esneklik, Statik Jump ve Bacak Kuvveti Ön-Test Verileri.

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Denekler	Esneklik (cm)	Statik Jump (m)	Bacak Kuvveti (Kg)
1	34,00	,410	223,50
1	22,00	,269	232,50
1	10,00	,376	247,00
1	27,00	,372	272,50
1	44,00	,360	244,00
1	24,00	,383	256,00
1	27,00	,250	225,50
1	23,00	,314	163,00
1	21,00	,428	246,50
1	40,00	,341	278,50
1	31,00	,309	244,50
1	21,00	,347	251,00
2	17,00	,292	278,00
2	25,00	,284	213,50
2	34,00	,268	313,50
2	24,00	,360	257,00
2	37,00	,303	258,50
2	23,00	,296	241,50
2	37,00	,303	185,00
2	35,00	,317	202,00
2	29,00	,378	278,50
2	32,00	,341	283,50
2	31,00	,341	265,00
3	17,00	,358	209,00
3	45,00	,331	199,00
3	40,00	,419	187,50
3	39,00	,339	211,00
3	34,00	,307	183,00
3	26,00	,346	239,50
3	39,00	,291	190,00
3	45,00	,304	193,00
3	40,00	,297	227,50

EK D : Deneklerden elde edilen Esneklik, Statik Jump ve Bacak Kuvveti Son-Test Verileri.

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Gruplar	Esneklik (cm)	Statik Jump (m)	Bacak Kuvveti (Kg)
1	41,00	,449	256,00
1	29,00	,283	276,00
1	22,00	,368	254,00
1	35,00	,410	301,00
1	51,00	,410	273,00
1	28,00	,421	287,00
1	32,00	,262	251,50
1	19,00	,336	169,00
1	29,00	,476	276,00
1	36,00	,398	286,00
1	34,00	,342	257,50
1	27,00	,437	250,00
2	24,00	,306	284,50
2	31,00	,336	246,50
2	32,00	,284	301,00
2	34,00	,316	248,00
2	35,00	,342	264,00
2	31,00	,316	243,00
2	33,00	,326	233,00
2	41,00	,336	226,50
2	33,00	,410	269,00
2	34,00	,372	296,00
2	35,00	,360	287,00
3	24,00	,326	177,50
3	41,00	,336	202,50
3	44,00	,342	183,50
3	36,00	,376	197,00
3	36,00	,246	160,00
3	34,00	,410	195,50
3	41,00	,229	162,50
3	45,00	,295	186,50
3	38,00	,271	252,50

EK E: Deneklerden elde edilen EMG verilerinin kaydedilme noktaları

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Denekler	Vastus Lateralis (cm)	Vastus Medialis (cm)
1	13 - 15	8 - 10
1	13 - 15	9 - 11
1	10 - 12	9 - 11
1	12 - 14	9 - 11
1	11 - 13	8 - 10
1	12 - 14	8 - 10
1	10 - 12	9 - 11
1	7 - 9	7 - 9
1	11 - 13	8 - 10
1	10 - 12	7 - 9
1	11 - 13	8 - 10
1	12 - 14	8 - 10
2	11 - 13	8 - 10
2	9 - 11	7 - 9
2	10 - 12	9 - 11
2	12 - 14	8 - 10
2	8 - 10	8 - 10
2	12 - 14	8 - 10
2	12 - 14	9 - 11
2	10 - 12	7 - 9
2	11 - 13	8 - 10
2	11 - 13	8 - 10
2	12 - 14	9 - 11
3	11 - 13	9 - 11
3	11 - 13	7 - 9
3	8 - 10	7 - 9
3	12 - 14	9 - 11
3	14 - 16	9 - 11
3	11 - 13	9 - 11
3	11 - 13	8 - 10
3	11 - 13	9 - 11
3	10 - 12	7 - 9

EK F : Deneklerden elde edilen ön-test root mean square verileri

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Gruplar	Vastus Lateralis (mV)	Vastus Medialis (mV)
1	510	665
1	256	260
1	423	452
1	335	300
1	516	589
1	363	386
1	352	547
1	498	471
1	382	368
1	224	360
1	367	508
1	312	346
2	290	199
2	344	399
2	184	235
2	411	480
2	423	462
2	316	346
2	206	289
2	356	429
2	343	384
2	480	366
2	341	248
3	248	249
3	216	313
3	330	357
3	293	357
3	377	399
3	273	466
3	214	284
3	306	248
3	374	239

EK F : Deneklerden elde edilen ön-test root mean square verileri

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Gruplar	Vastus Lateralis (mV)	Vastus Medialis (mV)
1	827	829
1	295	323
1	520	588
1	354	375
1	540	585
1	402	335
1	447	584
1	304	552
1	374	396
1	266	474
1	420	437
1	382	390
2	532	361
2	345	387
2	319	275
2	495	530
2	498	372
2	549	391
2	219	324
2	421	536
2	435	390
2	294	440
2	375	316
3	232	317
3	236	359
3	267	332
3	226	270
3	322	388
3	228	385
3	301	263
3	215	276
3	317	297