

**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YATAY VE DİKEY DÜZLEMDE YAPILAN PLYOMETRİK
ÇALIŞMALARIN PERFORMANSA OLAN ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Kerim SÖZBİR

**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

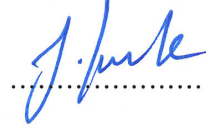
**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR**

**Mayıs 2013
BOLU**

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Settar KOÇAK*
(Beden Eğitim ve Spor Bölümü,
Orta Doğu Teknik Üniversitesi)



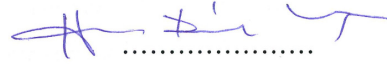
Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR**
(Antrenörlük Eğitimi A.D,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)



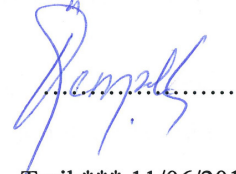
Prof. Dr. Nebil YILDIZ
(Tıp Fakültesi Nöroloji A.D,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)



Yrd. Doç. Dr. H. Birol YALÇIN
(Antrenörlük Eğitimi A.D,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)



Yrd. Doç. Dr. Önder ŞEMŞEK
(Antrenörlük Eğitimi A.D,
Abant İzzet Baysal Üniversitesi)



Tarih*** 11/06/2013

Bu tez ile AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Kerim SÖZBİR****'in Doktora derecesini onaylamıştır.

Doç. Dr. Esra KOÇOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



- * Jüri Başkanının adı yazılmalıdır.
- ** Tez danışmanın adı yazılmalıdır.
- *** Savunma tarihi yazılmalıdır.
- **** Öğrencinin adı, soyadı yazılmalıdır.

ÖZET

YATAY VE DİKEY DÜZLEMDE YAPILAN PLYOMETRİK ÇALIŞMALARIN PERFORMANSA OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Yapılan bu çalışmanın amacı; yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların amatör futbolcularda dikey sıçrama yüksekliğine (DS), tepki kuvveti indeksine (TKİ), vücut yağ yüzdesi (VYY), maksimum anaerobik güç (MAG), ortalama güç (OG) ve yorgunluk indeksi (Yİ) değerlerine, sürat değerlerine, çeviklik değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis* (VL) ve *vastus medialis* (VM)) ve *gastrocnemius* (GAS) kasları ait EMG değerlerine olan etkilerinin incelenmesidir.

Bu çalışmaya 26 amatör futbolcu gönüllü olarak katılmışlardır. Denekler rastgele olarak 3 gruba atanmıştır (yatay sıçrama grubu (YSG); n=9, dikey sıçrama grubu (DSG); n=9 ve kontrol grubu (KG); n=8). Her iki deney grubu 6 hafta boyunca hafta da 3 plyometrik antrenmana katılmış iken KG herhangi bir antrenmana katılmamıştır. Çalışmanın ilk haftalarında plyometrik antrenmanda toplam sıçrama sayısı 100'den, 6 haftanın bitimine doğru dereceli olarak artarak 140 sıçramaya yükselmiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki; DSG ait Yİ ve tüm gruplara ait VYY değerleri haricinde ($p>0,05$), YSG ve DSG ait tüm değerler ön testten son testte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir ($p\leq 0,05$). 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında YSG ait OG, Yİ, 20 metre (m), 30 m koşu zamanı ve GAS ait EMG değerlerinin DSG ait değerlerle, DSG ait DS, TKİ, 10 m koşu zamanı, çeviklik değerleri, VL ve VM ait EMG değerlerinin ise YSG ait değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla geliştiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak; bu çalışma amatör futbolcularda sezon sonunda sportif performansı etkili bir şekilde geliştirdiği için yatay ve dikey plyometrik antrenman kullanımını önermektedir. YSG'ye ait plyometrik egzersizler OG, Yİ, 20 m, 30 m koşu zamanı ve GAS'a ait EMG değerleri, DSG'ye ait plyometrik egzersizler ise DS, TKİ, 10 m koşu zamanı, çeviklik değerleri, VL ve VM ait EMG değerlerin geliştirilmesi ve korunması için önerilmektedir. Bundan dolayı, bu tür egzersizler yıllık antrenman programının bir parçası olması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dikey sıçrama, anaerobik güç, sürat, çeviklik ve yüzeysel EMG.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FRONTAL AND SAGITTAL PLANE PLYOMETRIC ON PERFORMANCE

The purpose of this study was to investigate that the effects of frontal and sagittal plane plyometric training on vertical jump height (VJ), reactive strength index (RSI), percentage of body fat (BF), peak power (PP), mean power (MP) and fatigue index (FI), sprint time (ST), agility time (AT), EMG activities of the knee extensor muscles (vastus lateralis (VL) and vastus medialis (VM)) and gastrocnemius (GAS) muscle in amateur soccer players.

Twenty-six amateur soccer players volunteered to participate in this study. The subjects were randomly assigned to one of three groups (frontal plane (FP); n=9, sagittal plane (SP); n=9 and control (CG); n=8). Both experimental groups participated in a plyometric training program 3 times a week for 6 weeks and CG engaged in no training section. The total number of jumps in plyometric training was initially 100 per session, which was gradually increased to 140 per session over a period of 6 weeks.

The results showed that significant improvements were found in both experimental groups (FP and SP) for all measurements from pre- to post-training ($p \leq 0,05$), except FI in the SP group and BF in the all groups ($p > 0,05$). After 6 weeks plyometric training, significantly greater improvements were observed with regard to MP, FI, 20 meters (m) ST, 30 m ST and EMG activities of GAS in FP compared to SP, while VJ, RSI, PP, 10 m ST, AT, EMG activities of VL and VM in SP compared to FP, respectively.

In conclusion, this study suggests that both FP and SP plyometric training are effective at increasing important components of athletic performance in off-season for amateur soccer players. FP plyometric is highly recommended in order to improve and maintain for MP, FI, 20 m and 30 m ST and EMG activities of GAS while SP plyometric for VJ, RSI, PP, 10 m ST, AT, EMG activities of VL and VM. Accordingly, such exercises are recommended as part of an annual soccer training program.

Key Words: Vertical jump, anaerobic power, sprint, agility and sEMG.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sırasında, beni plyometrik antrenman ve EMG konularına yönlendirerek ufkumu açan, doktora eğitimim süresince ve tezimin ortaya çıkmasında tecrübesi, bilgi birikimi, anlayışlı ve motive edici tutumu ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR'a en içten dileklerle teşekkür ederim. Yüksek lisans ve doktora eğitimimde büyük katkı ve destekleri olan çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Birol YALÇIN'a ve araştırmam boyunca A.İ.B.Ü Tıp Fakültesi, Nöroloji bölümünün tüm imkanlarını sunan ve bana her konuda yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Nebil YILDIZ'a teşekkür ederim. Çalışmaya katılan deneklere, bilgi ve tecrübesiyle yardımcı olan Dr. Fzt. Nuriye ÖZENGİN'e, verilerin toplanması sırasındaki yardımlarından dolayı canım kardeşim Sayın Araş. Gör. Kutlu AYDIN'a ve araştırmama gönüllü olarak katılan değerli sporcu arkadaşlarıma teşekkür ederim. Tezimin hazırlanmasında bana dualarıyla katkıda bulunan annem Nazmiye SÖZBİR'e, canım ablam Ubeyda YALÇIN'a, bitanecik kardeşim Derya SÖZBİR'e ve canım yeğenlerim Tacettin, Enes ve Merve YALÇIN, Seray ve Serdar ACAR, Öykü BAL ve Hazel AYDIN'a sevgilerimi sunarım. 1999 yılından beri Bolu'da süren lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim süresince, beni öz oğlundan ayırmayan Nezihâ AYDIN'a, bana her zaman gerçek bir kardeşi olduğumu hissettiren Arzu AYDIN'a ve tezimin yazım aşamasında anlayışlı ve sabırlı tutumundan dolayı sevgili eşim Senem Acay SÖZBİR'e sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar	xii
ŞEKİLLER	xiv
FOTOĞRAFLAR	xvi
SİMGELER ve KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	5
1.2. Alt Problem	5
1.3. Çalışmanın Amacı	6
1.4. Çalışmanın Önemi	7
1.5. Araştırmanın Varsayımları	8
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	8
1.7. Tanımlar	9
2. GENEL BİLGİLER	10
2.1. Kas Fizyolojisi	10
2.1.1. İskelet kasları	11
2.1.2. Kas kasılmasının genel mekanizması	11
2.1.3. Kas kasılması	12
2.1.4. Kasılabilir filamentlerin moleküler özellikleri	13
2.1.4.1. Miyozin filamentleri	15
2.1.4.2. Aktin filamentleri	15
2.1.5. Aktin ve miyozin filamentlerinin kas kasılma sırasındaki hareketleri	17
2.1.6. Kas boyunun kasılma gücüne etkisi	18

2.1.7. Kasın duyu organları	19
2.1.7.1. Kas iğciği	20
2.1.7.1.1. Kas iğciğinin yapısı	20
2.1.7.1.2. Kas iğciğinin işlevi	21
2.1.7.2. Golgi tendon organı	22
2.1.7.3. Eklem reseptörleri	23
2.1.8. Motor ünite ve çizgili kas liflerinin özellikleri	23
2.1.9. Kas lifinin ve motor ünitelerin elektro-fizyolojisi	23
2.1.10. Tek sinir lifinde eksitasyon ve aksiyon potansiyeli	24
2.1.11. Gerilme refleksi (Stretch reflex)	26
2.1.12. Gerilme refleksinin bileşenleri	28
2.1.13. Elektromiyografi (EMG)	28
2.1.13.1. Ekipmanlar	30
2.1.13.2. Yüzeysel EMG ölçümleri için derinin hazırlanması	33
2.1.13.3. Root Mean Square	34
2.1.13.4. EMG verilerinin normalize edilmesi	35
2.1.14.5. Elektromiyografik sinyallerin verdiği bilgiler	35
2.1.14.5.1. Elektromiyografik sinyallerin zaman ile ilişkisi	36
2.1.14.5.2. Elektromiyografik sinyallerin kuvvet ile ilişkisi	36
2.1.14.5.3. Elektromiyografik sinyallerin yorgunluk ile ilişkisi	36
2.2. Plyometrik Antrenman	36
2.2.1. Plyometrik mekanizma	39
2.2.1.1. Kas kasılması	39
2.2.1.2. Yükleme ve gerilme cevabı	40
2.2.1.3. Elastikiyet ve kasılabilir parçalar	40
2.2.1.4. Plyometrik sıçramanın bölümleri	41
2.2.1.4.1. Eksantrik kasılma evresi	41
2.2.1.4.2. Amortizman evresi	42
2.2.1.4.3. Konsantrik kasılma evresi	42
2.2.2. Plyometrik çalışmaların sınıflandırılması	43
2.2.2.1. Radcliffe ve Farentinos'un sınıflandırması	43

2.2.2.1.1. Sıçramalar (<i>Jumps</i>)	43
2.2.2.1.2. Zıplamalar (<i>Bounds</i>)	45
2.2.2.1.3. Sekmeler (<i>Hops</i>)	45
2.2.2.1.4. Tek-eforlu sıçramalar (<i>Leaps</i>)	45
2.2.2.1.5. Sıçramalı koşular (<i>Skipping</i>)	46
2.2.2.1.6. Sekerek sıçramalar (<i>Ricochets</i>)	46
2.2.2.2. McNeely ve Sandler'in sınıflandırması	46
2.2.2.2.1. Tek cevaplı atmalar ve sıçramalar	46
2.2.2.2.2. Çok cevaplı atmalar ve sıçramalar	48
2.2.2.3. Chu'nun sınıflandırması	49
2.2.2.3.1. Yerinde sıçramalar (<i>Jumps-in-place</i>)	49
2.2.2.3.2. Durarak sıçramalar (<i>Standing jumps</i>)	49
2.2.2.3.3. Çoklu sekmeler ve atlamalar (<i>Multiple hops and jumps</i>)	49
2.2.2.3.4. Zıplamalar (<i>Boundings</i>)	49
2.2.2.3.5. Kutu alıştırmaları (<i>Box drills</i>)	50
2.2.2.3.6. Derinlik sıçramaları (<i>Drop jumps</i>)	50
2.2.3. Plyometrik antrenmanın tasarımı	51
2.2.3.1. Plyometrik egzersizin şiddeti	51
2.2.3.2. Plyometrik antrenmanın kapsamı	53
2.2.3.3. Plyometrik antrenmanın sıklığı	54
2.2.3.4. Plyometrik antrenmanda dinlenme	56
2.2.3.5. Plyometrik antrenmanda egzersizlerin seçimi	57
2.2.3.5.1. Özel antrenman	58
2.2.3.5.2. Genel fiziksel antrenman	59
2.2.3.6. Plyometrik egzersizlerin antrenmandaki sırası	60
2.2.3.7. Plyometrik egzersizlerde tempo	61
2.2.3.8. Plyometrik antrenmanın zamanı	61
2.2.3.9. Plyometrik antrenmanın diğer antrenmanlarla birleştirilmesi	61
2.2.3.9.1. Plyometrik antrenmanı öncesinde kuvvet antrenmanı	62

2.2.3.9.2. Kuvvet antrenmanı öncesinde plyometrik antrenmanı	63
2.2.3.9.3. Kompleks antrenman	63
2.2.4. Plyometrik antrenmana başlamadan önce bilinmesi gerekenler	64
2.2.4.1. Plyometrik antrenman yapılan yüzey	64
2.2.4.2. Plyometrik antrenmanda kullanılan ekipmanlar	65
2.2.4.3. Plyometrik antrenman yapan sporcunun sağlık durumu	67
2.2.4.4. Plyometrik antrenman yapan sporcunun yaşı	67
2.2.4.5. Plyometrik antrenman yapan sporcunun vücut ağırlığı	68
2.2.4.6. Plyometrik antrenman yapan sporcunun teknik yeterliliği	69
2.2.4.7. Plyometrik antrenmanı öncesinde ısınma	69
2.2.4.8. Plyometrik antrenmana başlamayabilmek için yeterli kuvvet düzeyi	70
2.2.5. Plyometrik antrenmanda dikkat edilmesi gereken noktalar	71
2.3. Literatür	73
3. GEREÇ ve YÖNTEM	142
3.1. Araştırma Grubu	142
3.2. Araştırma Modeli	142
3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması	143
3.3.1. Boy Ölçümü	144
3.3.2. Vücut Ağırlığı Ölçümü	145
3.3.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümü	145
3.3.4. Tepki Kuvvet İndeksi (TKİ) Ölçümleri	146
3.3.5. Dikey Sıçrama Ölçümleri	147
3.3.6. EMG Ölçümleri	149
3.3.7. Sürat testi ölçümleri	151
3.3.8. Çeviklik Testi	151
3.3.9. Wingate Testi	153
3.4. Antrenman Protokolü	154
3.4.1. Plyometrik Antrenmanın Uygulanması	155
3.4.1.1. Yatay sıçrama grubuna ait plyometrik alıştırmalar	155
3.4.1.2. Dikey sıçrama grubuna ait plyometrik alıştırmalar	160

3.5. Veri Analizi	164
4. BULGULAR	167
5. TARTIŞMA	196
6. SONUÇ VE ÖNERİLERİ	259
7. KAYNAKLAR	263
8. EKLER	275
9. ÖZGEÇMİŞ	294

TABLULAR

Tablo

2.1. Çeşitli plyometrik alıştırmaların ve egzersizlerin relatif şiddetleri	52
2.2. Plyometrik antrenman için sezonlara göre sıçrama sayısı	54
2.3. Plyometrik antrenman için seviyelere göre sıçrama sayısı	54
2.4. Geçiş evresi ve sezon öncesinden plyometrik antrenman sıklığı ile ilgili örnekler	56
2.5. Bayan sporcularda plyometrik antrenman öncesinde kaldırılan ağırlığın vücut ağırlığına oranı	70
2.6. Erkek sporcularda plyometrik antrenman öncesinde kaldırılan ağırlığın vücut ağırlığına oranı	70
3.1. Araştırmaya ait çalışma planı	143
3.2. Durnin ve Womersly'e ait vücut yoğunluğu (D) formülleri	146
3.3. Grupların homojenlik testi	164
3.4. Grupların normal dağılıma uygunluk testi	165
4.1. Deneklerin fiziksel özellikleri (yaş, boy, ağırlık)	167
4.2. Grupların ön-test değerlerinin karşılaştırılması	168
4.3. Grupların dikey sıçrama (DS) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	169
4.4. Grupların tepki kuvveti indeksi (TKİ) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	170
4.5. Grupların vücut yağ yüzdesi (VYY) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	170
4.6. Grupların maksimum anaerobik güç (MAG) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	171
4.7. Grupların ortalama güç (OG) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	172

4.8. Grupların yorgunluk indeksi (Yİ) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	173
4.9. Grupların ortalama 10 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	174
4.10. Grupların ortalama 20 m ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	175
4.11. Grupların ortalama 30 m ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	176
4.12. Grupların Ortalama çeviklik ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	177
4.13. Grupların ortalama VL kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	178
4.14. Grupların ortalama VM kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	179
4.15. Grupların ortalama GAS kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	180
4.16. Grupların son test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	181
4.17. Grupların DS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	183
4.18. Grupların TKİ son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	184
4.19. Grupların MAG son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	185
4.20. Grupların OG son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	186
4.21. Grupların Yİ son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	187
4.22. Grupların 10 m sprint son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	188
4.23. Grupların 20 m sprint son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	189
4.24. Grupların 30 m sprint son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	190
4.25. Grupların Çeviklik son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	191
4.26. Grupların VL kasına ait RMS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	192
4.27. Grupların VM kasına ait RMS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	193
4.28. Grupların GAS kasına ait RMS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması	194

ŞEKİLLER

Şekil

2.1. Sarkomer ve miyofilamentlerin şematik görünümü	14
2.2. İskelet kasının yapısal oluşumunun şematik görünümü	16
2.3. Sarkomer boyu ve miyozin-aktin filamentlerinin üst üste binme seviyesi	17
2.4. Kas boyunun kasılma gücüne etkisi	19
2.5. Kas içiğinin yapısı	21
2.6. Gerilme refleksinin nöral dairesi	27
2.7. Yüzeysel EMG’de elektrotların konuldukları yerler ve EMG değerlerine etkisi	31
2.8. Elektrotlar arasındaki mesafe ve EMG genişliğine etkileri	32
2.9. Maksimum güç üretimi	38
2.10. Plyometrik antrenman egzersizleri için şiddet skalası	53
3.1. İllinois Çeviklik Test Düzeneği	152
4.1. Grupların DS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	169
4.2. Grupların TKİ ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	170
4.3. Grupların VYY ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	171
4.4. Grupların MAG ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	172
4.5. Grupların OG ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	173
4.6. Grupların Yİ ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	174
4.7. Grupların 10 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	175
4.8. Grupların 20 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	176
4.9. Grupların 30 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	177
4.10. Grupların çeviklik ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	178
4.11. Grupların VL kasına ait RMS ön test - son test değerlerini karşılaştırılması	179
4.12. Grupların VM kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	180
4.13. Grupların GAS kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması	181
4.14. Grupların DS son-test ön-test fark skorları	183
4.15. Grupların TKİ son-test ön-test fark skorları	184

4.16. Grupların MAG son-test ön-test fark skorları	185
4.17. Grupların OG son-test ön-test fark skorları	186
4.18. Grupların Yİ son-test ön-test fark skorları	187
4.19. Grupların 10 m sprint son-test ön-test fark skorları	188
4.20. Grupların 20 m sprint son-test ön-test fark skorları	189
4.21. Grupların 30 m sprint son-test ön-test fark skorları	190
4.22. Grupların çeviklik son-test ön-test fark skorları	191
4.23. Grupların VL kasına ait RMS son-test ön-test fark skorları	192
4.24. Grupların VM kasına ait RMS son-test ön-test fark skorları	193
4.25. Grupların GAS kasına ait RMS son-test ön-test fark skorları	194

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf

3.1. Boy ölçümü	144
3.2. Vücut ağırlığı ölçümü	145
3.3. Tepki kuvveti indeksi ölçümleri	147
3.4. Dikey sıçrama ölçümleri	148
3.5. EMG ölçümleri	150
3.6. EMG ölçümlerinin kayıt edilmesi	150
3.7. Sürat testi ölçümleri	151
3.8. A-B. Çeviklik testi ölçümleri	152
3.9. Wingate anaerobik güç testi ölçümleri	154
3.10. Çizgi üzerinden sağa-sola ayak bileğiyle sıçrama (<i>Side to side ankle hops</i>)	155
3.11. Öne doğru çift ayakla durarak sıçrama (<i>Standing long jumps</i>)	156
3.12. Huniler üzerinde öne doğru sıçrama (<i>Front cone hops</i>)	156
3.13. 20 cm'lik Engel üzerinden sağa-sola doğru çift ayakla sıçrama (<i>Lateral jump over barrier</i>)	157
3.14. Kanguru sıçraması (Kangaroo hops)	157
3.15. Öne doğru 30 cm'lik engeller üzerinden sıçrama (<i>Front barrier jump</i>)	158
3.16. Tek bacakla huni üzerinde sağa-sola sıçrama (<i>Single leg lateral cone hops</i>)	158
3.17. 30 cm'lik engel üzerinden sağa-sola doğru çift ayakla sıçrama (<i>Lateral jump over barrier</i>)	159
3.18. Dominant Bacakla öne doğru sıçrama (<i>Single leg bounding</i>)	159
3.19. Eller belde çift ayak bileğiyle sıçrama (<i>Two foot ankle hops</i>)	160
3.20. Kutu sıçramaları (30 cm) (<i>Box jumps</i>)	160
3.21. Çift ayak bileğiyle, kolların yardımıyla yukarıya doğru sıçrama (<i>Pogo hops</i>)	161
3.22. Pasif sıçrama (<i>Squat jump</i>)	161
3.23. Yüksek diz çekerek sıçrama (<i>Tuck jump with knees up</i>)	162
3.24. Aktif sıçrama (<i>Countermovement jump</i>)	162
3.25. Dominant bacak dizinde tam ekstansiyon yapılarak sıçrama (<i>One Leg Push off</i>)	163
3.26. Derinlik sıçraması (<i>Depth jump</i>)	163

SİMGELER ve KISALTMALAR

°	: Derece
%	: Yüzde
AT	: Agility Time
ATP	: Adenozin Trifosfat
ATP-PC	: Adenosine triphosphate- phosphocreatine
BASES	: British Association of Sport and Exercise Sciences
BF	: Body Fat
C	: Santigrat
Cm	: Santimetre
Dk	: Dakika
DS	: Dikey Sıçrama
DSG	: Dikey Sıçrama Grubu
EMG	: Elektromyografi
FI	: Fatigue Index
FP	: Frontal Plane
GAS	: Gastrocnemius
Hz	: Hertz
IEMG	: Integrated Electromyografi
ISAK	: International Standards for Anthropometric Assessment
J	: Joule
K	: Potasyum
Kg	: Kilogram
KG	: Kontrol Grubu
m	: Metre
MAG	: Maksimum Anaerobik Güç
MG	: Minimum Güç
mm	: Milimetre
MP	: Mean Power
ms	: Milisaniye

mV	: milivolt
Na	: Sodyum
nm	: Nanometre
OG	: Ortalama Güç
P	: İstatistiksel Yanılma Payı
PP	: Peak Power
r	: Pearson Korelasyonu
RMS	: Root Mean Square
RSI	: Reactive Strength Index
SD	: Serbestlik Derecesi
sEMG	: Yüzeyel Elektromyografi
Sn	: Saniye
SP	: Sagittal Plane
SS	: Standart Sapma
ST	: Sprint Time
TKİ	: Tepki Kuvveti İndeksi
VJ	: Vertical Jump
VM	: Vastus Lateralis
VL	: Vastus Medialis
VYY	: Vücut Yağ Yüzdesi
W	: Watt
Yİ	: Yorgunluk İndeksi
YSG	: Yatay Sıçrama Grubu

GİRİŞ

Spor evrensel kültürün bir parçası olarak, dünyada farklı dile, ırka ve dine mensup olan insanları birleştiren ve dünya barışına katkı sağlayan en önemli unsurlardan birisidir. Son yıllarda ticari kuruluşların spor dünyasına yaptıkları yatırımlar ve kulüplerin sportif başarıları, birçok kulübün muazzam bir ekonomik güce sahip olmalarını sağlamıştır. Özellikle de futbol, tüm dünyada popüler ve büyük bir seyirci kitlesine sahip olan bir spor branşıdır. Futboldaki sportif başarı ise kulüp gelirlerini olumlu yönde etkilemekte ve bundan dolayı da sportif anlamda başarılı olabilmek için antrenörler sporcularının fiziksel ve fizyolojik parametrelerini geliştirmek için yoğun bir şekilde çalışmaktadırlar.

Fiziksel performansı geliştirmek için kullanılan antrenmanlarda yöntemlerinden bir tanesi de plyometrik antrenmandır. Plyometrik antrenmanda yapılan kısa süreli ve yüksek şiddetli hareketler, kasın gerilmesi ve daha sonra kısılmasını sağlayarak, kasın eksantrik kasılma kuvvetini, kasın elastikiyetini ve kasın patlayıcı kuvvetini geliştirilmesi olarak tanımlanır (1). Plyometrik alıştırmalar, bir hareket gerçekleştirmek için kuvveti ve hareketin hızını birleştirmeyi amaçlayan çalışmalardır (2, 3). Plyometrik egzersiz sırasında kasta öncelikle eksantrik kasılma, daha sonra konsantrik kasılma oluşur. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, kasılmadan önce gerilen bir kasın, elastik enerjiyi depolamasına bağlı olarak daha kuvvetli ve hızlı olarak kasıldığı ortaya konmuştur (2, 4–11). Sporcular, değişik hareket formlarını gerçekleştirirken sıklıkla ilgili kaslarında gerilim yaratır (2, 12) ve bu gerilim daha kuvvetli bir kasılmanın gerçekleşmesini sağlar (2, 4, 12).

Farklı düzlemde ve farklı hızlarda yapılan birçok hareket formunu içeren futbol müsabakası, yaklaşık olarak 90 dakika sürmekte ve bu süre içerisinde sporcular çeşitli şiddetlerde yaklaşık olarak 8-12 kilometre arasında mesafe kat edilmekte (13, 14) ve bundan dolayı da futbol aerobik dayanıklılık sporu olarak algılanmaktadır (15). Ancak futbol oyununun kazanılmasını etkileyen çok sayıda sürat ve güç aktiviteleri bulunmaktadır (14, 16, 17). Hem bireysel hem de birçok takım sporunda başarı, büyük oranda sporcuların kas kuvveti ve güç düzeylerine

bağlı olmakla birlikte (18, 19), hızlı bir şekilde yön değiştirme ve farklı uyarılara da ani reaksiyonlar gösterebilmeye bağlıdır (20). Bundan dolaydır ki futbol antrenmanlarında, dayanıklılık antrenmanı haricinde futbolcuların sürat ve güç özelliklerini geliştirici antrenman örnekleri sıkça uygulanmaktadır (14, 17, 21).

Bir fiziksel aktivite sırasında kas-tendon dokusu gerildiğinde, kas içerisinde enerji depolanır ve kas kasılması sırasında ise bu enerji açığa çıkar (2, 4, 22). Plyometrik veya sıçrama antrenmanları geleneksel direnç antrenmanlarından daha yüksek düzeyde kas gerimine neden olurlar. Bundan dolayı bu tür çalışmalar sporcuların antrenman rutinlerinde, sporcuların güç, koşu hızı, çeviklik ve sıçrama performanslarını geliştirmek için sıklıkla olması tavsiye edilmektedir (5, 6, 22, 23).

Literatürde plyometrik egzersizler, sıklıkla gerilme-kısalma döngülü egzersizler olarak ta isimlendirilirler (4, 7, 9, 18, 23) ve genel olarak alt ve üst ekstremite kaslarını güçlendirmek, maksimal kuvveti, çabuk kuvveti, anaerobik gücü, kas kütesini, sinir-kas aktivitesini, kas-tendon kompleksini, dikey sıçrama yüksekliğini ve kısa mesafe koşu hızını artırmak ve çoklu sıçramalar arasında yerle kontak süresini kısaltmak için kullanılır (3, 6, 9, 17, 18, 22, 24–29). Ayrıca plyometrik çalışmalar uzun mesafe koşuları için performansı önemli ölçüde etkileyen parametrelerden birisi olan koşu ekonomisi de olumlu yönde etkilemektedir (21, 30).

Birçok sporcu müsabaka esnasında yatay düzlemde, dikey düzlemde veya yanlara doğru patlayıcı güç kullanır (31). Sporcular için bu denli önemli olan patlayıcı gücü geliştirmek için antrenörler tarafından sıklıkla plyometrik antrenmanlar kullanılır (6, 32–34). Plyometrik alıştırmalar genellikle sıçrama, zıplamalar ve sekmeler (35) gibi aktiviteleri içermekle birlikte durup, tekrar harekete geçme ve yön değiştirilen patlayıcı güce dayalı aktiviteleri de içermektedir (36). Yapılan bir spor branşında sporcu kendi vücut kütesini (basketbol, voleybol, yüksek atlama, futbol, kısa mesafe koşu vb.) ya da bir nesnenin (beysbol, hokey, golf ve atma sporları vb.) üst düzeyde hızlanması için patlayıcı bir hareket yapması gerekiyorsa, plyometrik alıştırmalardan yararlanılabilir (2, 12, 37). 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 havaya fırlatırken bu kuvvetin vücutun eylemsizliğinin ve yerçekiminin üstesinden gelmesi gerekir. Bu kuvvet vücutun ağırlığına bağlı

olduğundan, yerçekimini yenmek ve dolayısıyla sporcunun daha yükseğe veya uzağa 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 (2, 23, 12). Plyometrik çalışmalarda, mekanik olarak sıçrama bacağı yere indiğinde sporcu ağırlık merkezini yere yaklaştırmalıdır. Böylece aşağı doğru bir hız oluşur. Kaslarda oluşan eksantrik kasılma ile konsantrik kasılma safhalarının arasında geçen süreye sarsıntı emme evresi ya da amortisman safhası denir (12, 25, 26). Bu “sarsıntı (şok) emme evresi” bütün hareketlerin önemli bir parçasıdır. Çünkü sporcu farklı bir yöne sıçramaya bu evrede hazırlanır. Sarsıntı emme evresi kısa olmalıdır (25, 26) çünkü uzun bir sarsıntı emme evresi çabuk kuvvet yitimine neden olur (12). Çökme mekanik bir zorunluluktur. Çünkü kasları gerilme konumuna sokarak daha fazla ivme kazandırır ve bunun sonucunda sporcu yerden çok daha fazla yukarıya veya ileriye doğru sıçrar. Sıçrama hareketi yapan bir sporcu daha kısa ve daha hızlı bir sarsıntı emme evresi için çalışmalıdır (12). Özellikle birçok spor branşında, sıçradıktan sonra yerle kontak yapan sporcu kendisini bir sonraki harekete hazırlaması, sportif performans açısından önemlidir. McClymont, (38) plyometrik çalışmaların etkileri incelendiğinde, derinlik sıçrama yüksekliğinin yerle kontak süresine bölünmesi ile elde edilen tepki kuvvet indeksine (TKİ) bakılmasını önermiştir. Tepki kuvveti indeksi aynı zamanda derinlik sıçrama çalışmalarında, sporculara ait en uygun derinlik sıçrama yüksekliğinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (38, 39).

Sıçrama performansı genel olarak alt ekstremitenin ürettiği patlayıcı kuvvet olarak tanımlanmaktadır (40). Ancak sıçrama performansı kalça, diz ve ayak bileğine ait ana-eklem fleksör ve ekstansör kaslarının kullanılmasını gerektirir (41). Birçok spor branşında, özellikle de kısa mesafe koşularında ve futbolda diz eklemine ait alt ekstremita kaslarının eksantrik ve konsantrik kasılma safhalarında ürettiği güç performans açısından son derece önemlidir (40, 42). Bununla birlikte dikey sıçrama yeteneği, birçok spor dalında başarılı bir performans için en önemli elementlerden bir tanesidir. Özellikle tek veya çift ayak ile sıçradıktan sonra o spora özgü birçok teknik uygulanmaktadır (futbolda kafa vuruşu, atletizmde atlamalar, voleybolda blok veya basketbolda ribaunt gibi). Müsabaka için yapılan aktif sıçrama ve tekrarlı sıçramalar

sırasında alt ekstremiteye ait kaslar gerilme-kısalma döngüsü (*stretch-shortening cycle*) ile kasılmasından dolayı daha fazla kuvvet üretmektedir (6, 10, 11). Birçok araştırmacı sporcuların merkezi sinir sistemlerinin daha iyi adaptasyonunu sağlamada, kuvvet ve sıçrama yeteneklerinde de daha fazla gelişim sağlamak için patlayıcı kuvvet antrenmanlarının etkinliğini ispatlamışlardır (25, 34, 43, 44).

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.

Yüzeysel elektromiyografi (*surface electromyography*-sEMG), sinyallerin amplitudlerinden faydalanılarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarının kestirimi, kas dokusunun anatomik özellikleri, kasların uyarılma alanları gibi özelliklerin analizi için biyomekanik, kinesiyojji, nörofizyoloji ve spor bilimleri alanlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (41, 45–48). EMG ile elde edilen veriler genel olarak 3 kategoriye ayrılarak bizlere bu kategoriler hakkında bilgi verirler. 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 (41, 49). *Root mean square* (RMS) 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 metotlarından bir tanesidir. Kuvvet ve RMS değerleri arasında doğrusal bir ilişki vardır (50) ve kasların kuvvet üretimi arttıkça RMS değerleri de artmaktadır (51).

Bilindiği üzere sporculara ait çabuk kuvvet düzeyi birçok branşta başarı etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Bundan dolayı antrenörler sporcularının çabuk kuvvet düzeylerini geliştirmek için antrenman programlarında sıklıkla plyometrik çalışmalara yer vermektedirler. Ancak literatüre bakıldığında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların anaerobik performans üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. İki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanlarının etkilerini inceleyen King ve Cipriani (1) liseli basketbolcular üzerinde yaptığı ve sadece dikey sıçrama performansı üzerine

etkilerinin incelendiği çalışması, literatüre çok sınırlı bilgi vermektedir. Bu yüzden de literatürde iki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanlarının diğer parametreler üzerine etkileri hakkında çok net bilgiler bulunmamaktadır.

Yapılan bu çalışmanın amacı; yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların dikey sıçrama yksekliliğine, tepki kuvveti indeksine (TKİ), vücut kompozisyonuna, maksimum anaerobik güç (MAG), ortalama güç (OG) ve yorgunluk indeksi (Yİ) değerlerine, sürat değerlerine, çeviklik değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis* (VL) ve *vastus medialis* (VM)) ve *gastrocnemius* (GAS) kasları ait root mean square (RMS) değerlerine olan etkilerinin incelenmesidir.

1.1. Problem

Araştırmanın alanını; amatör erkek futbolcularda yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların anaerobik performans üzerine etkilerinin incelenmesi oluşturmaktadır.

1.2. Alt Problemler

1.2.1. 6 hafta süreyle yatay düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın

1. Dikey sıçrama ykseklilik değerleri üzerine etkisi var mıdır?
2. Tepki kuvveti indeksi değerleri üzerine etkisi var mıdır?
3. Vücut kompozisyonu üzerine etkisi var mıdır?
4. Maksimum anaerobik güç değerleri üzerine etkisi var mıdır?
5. Averaj anaerobik güç değerleri üzerine etkisi var mıdır?
6. Yorgunluk indeksi değerleri üzerine etkisi var mıdır?
7. 10 metre kısa mesafe sürat değerleri üzerine etkisi var mıdır?
8. 20 metre kısa mesafe sürat değerleri üzerine etkisi var mıdır?
9. 30 metre kısa mesafe sürat değerleri üzerine etkisi var mıdır?
10. Çeviklik değerleri üzerine etkisi var mıdır?
11. VL kasına ait RMS değerleri üzerinde etkisi var mıdır?
12. VM kasına ait RMS değerleri üzerinde etkisi var mıdır?
13. GAS kasına ait RMS değerleri üzerinde etkisi var mıdır?

1.2.2. 6 hafta süreyle dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın

1. Dikey sıçrama yükseklik değerleri üzerine etkisi var mıdır?
2. Tepki kuvveti indeksi değerleri üzerine etkisi var mıdır?
3. Vücut kompozisyonu üzerine etkisi var mıdır?
4. Maksimum anaerobik güç değerleri üzerine etkisi var mıdır?
5. Averaj anaerobik güç değerleri üzerine etkisi var mıdır?
6. Yorgunluk indeksi değerleri üzerine etkisi var mıdır?
7. 10 metre kısa mesafe sürat değerleri üzerine etkisi var mıdır?
8. 20 metre kısa mesafe sürat değerleri üzerine etkisi var mıdır?
9. 30 metre kısa mesafe sürat değerleri üzerine etkisi var mıdır?
10. Çeviklik değerleri üzerine etkisi var mıdır?
11. VL kasına ait RMS değerleri üzerinde etkisi var mıdır?
12. VM kasına ait RMS değerleri üzerinde etkisi var mıdır?
13. GAS kasına ait RMS değerleri üzerinde etkisi var mıdır?

1.2.3. Yatay sıçrama grubu, dikey sıçrama grubu ve kontrol grubu arasında

1. Dikey sıçrama yükseklik değerleri açısından fark var mıdır?
2. Tepki kuvveti indeksi değerleri açısından fark var mıdır?
3. Vücut kompozisyonu açısından fark var mıdır?
4. Maksimum anaerobik güç değerleri açısından fark var mıdır?
5. Averaj anaerobik güç değerleri açısından fark var mıdır?
6. Yorgunluk indeksi değerleri açısından fark var mıdır?
7. 10 metre kısa mesafe sürat değerleri açısından fark var mıdır?
8. 20 metre kısa mesafe sürat değerleri açısından fark var mıdır?
9. 30 metre kısa mesafe sürat değerleri açısından fark var mıdır?
10. Çeviklik değerleri açısından fark var mıdır?
11. VL kasına ait RMS değerleri açısından fark var mıdır?
12. VM kasına ait RMS değerleri açısından fark var mıdır?
13. GAS kasına RMS değerleri açısından fark var mıdır?

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların dikey sıçrama yüksekliğine, tepki kuvveti indeksine (TKİ), vücut kompozisyonuna, maksimum güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerlerine, sürat değerlerine, çeviklik değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis* ve *vastus medialis*) ve *gastrocnemius* kaslarına ait RMS değerlerine olan kronik etkilerinin incelenmesidir.

1.4. Çalışmanın Önemi

Son yıllarda birçok antrenör, spor bilimlerinde yapılan yeni çalışmalarını takip etmekte ve uygun gördükleri yenilikleri kendi antrenman rutinlerine adapte etmeye çalışmaktadırlar. Bilindiği üzere sporculara ait çabuk kuvvet düzeyini birçok branşta başarı etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Bundan dolayı antrenörler sporcularının çabuk kuvvet düzeylerini geliştirmek için antrenman programlarında sıklıkla plyometrik çalışmalara yer vermektedirler. Ancak literatüre bakıldığında plyometrik çalışmaların çoğu; farklı zeminlerde yapılan plyometrik çalışmaların karşılaştırılması (sentetik, çim yada havuzda) (26, 52, 53), farklı yüksekliklerde yapılan derinlik sıçramalarının etkilerinin karşılaştırılması (6, 54), tek veya çift ayakla yapılan çalışmaların karşılaştırılması (44) ya da plyometrik antrenman ile farklı antrenman yöntemlerinin çabuk kuvvet düzeylerine etkileri incelenmiştir (17, 19, 27, 55). Literatürde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların performans üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. King ve Cipriani (1) yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın etkilerini, liseli basketbolcular ile yaptığı çalışmalarında incelemişlerdir. Ancak bu çalışmada plyometrik antrenmanın sadece dikey sıçrama yüksekliğine olan etkileri incelendiğinden dolayı sportif performansı büyük ölçüde etkileyen diğer parametreler (sürat, çeviklik, anaerobik güç, kas EMG değerleri) hakkında hala literatürde birçok soru işareti mevcuttur.

Bu çalışmada anaerobik performansı artırmak için sıklıkla kullanılan, yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama yüksekliğine, tepki kuvveti indeksine, vücut kompozisyonuna, maksimum güç, ortalama güç ve

yorgunluk indeksi değerlerine, sürat değerlerine, çeviklik değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis* ve *vastus medialis*) ve *gastrocnemius* kasları ait RMS değerlerine olan etkilerinin inceleyerek, antrenörlere ve sporculara daha geniş bilgi ve öneri sunacağından dolayı bu alanda öncü bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Deneklerin 6 haftalık plyometrik antrenman programında istemli ve üst düzeyde performans sergileyecekleri varsayılmıştır.

2. Deneklerin 6 haftalık plyometrik antrenman programı boyunca yemek yeme alışkanlıklarını değiştirmedikleri varsayılmıştır.

3. New-test 1000 aleti ve matının deneklerin havada kalış süresini, yerle kontak süresini, çeviklik testi değerlerini, 10 metre, 20 metre ve 30 metre geçiş sürelerini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.

4. Seca 700 marka cihaz kontrol edildikten sonra deneklere ait boy ve ağırlık değerlerini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.

5. Holtain Marka Skinfold Kaliper, kalibre edildikten sonra deneklere ait deri kıvrım kalınlığını doğru ölçtüğü varsayılmıştır.

6. Nicolet viking select 4 kanallı emg-ep cihazı kontrol edildikten sonra *root mean square* değerlerini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.

7. *Monark Ergomedic* 894 E Cihazı kontrol edildikten sonra maksimum güç, ortalama güç ve minimum güç değerlerini doğru ölçtüğü varsayılmıştır.

8. Araştırmada kontrol altına alamadığımız, fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerinde etkisi olan değişkenlerin, örnekleme bulunan her bireyi aynı şekilde etkilediği varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmaya katılan denekler, Bolu ilindeki çeşitli amatör kulüplerde futbol oynayan ve aynı zamanda Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi Öğretmenliği ve Antrenörlü Eğitimi Bölümü birinci sınıfta öğrenim gören erkek sporcular ile sınırlıdır.

2. Plyometrik antrenmanlar 6 haftalık süre (haftada 3 gün, 1. ve 2. hafta antrenmanda 100 sıçrama, 3. ve 4. hafta antrenmanda 120 sıçrama, 5. ve 6. hafta antrenmanda 140 sıçrama) ile sınırlıdır.

3. Plyometrik çalışmalar alt ekstremitte kaslarına yönelik egzersizler ile sınırlıdır.

4. Bu çalışmada sürat değerleri 10 metre, 20 metre ve 30 metre geçiş zamanları ile sınırlıdır.

5. Bu çalışma Holtain marka skinfold kaliper aletiyle, deneklerin sağ taraflarından alınan 4 bölgeye ait deri kıvrım kalınlığı (*biceps*, *triceps*, *subscapular* ve *suprailiac*) ile sınırlıdır.

6. Bu çalışma Nicolet Viking Select 4 kanallı EMG-EP cihazıyla dominant bacağın *vastus lateralis*, *vastus medialis* ve *gastrocnemius* kasından alınan *root mean square* değerleri ölçümüyle sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Dikey sıçrama performansı: Atlama ve sıçrama hareketlerini içeren aktivitelerde alt ekstremitenin sergilediği patlayıcı kuvvet yeteneği (2, 12, 23).

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 yeteneğidir.

Hız: Belirli bir mesafeyi en kısa zamanda alabilme yeteneğidir (23).

İşlevsel Tanımı: Sürat testi sırasında, 30 metrelik parkuru saniye cinsinden en kısa zamanda bitirebilme yeteneğidir.

Çeviklik: Hız kaybetmeden yön değiştirebilme yeteneğidir (23).

İşlevsel Tanımı: İllinois çeviklik test parkurunu en kısa zamanda bitirebilme yeteneğidir.

Elektromiyografi: Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir (45).

İşlevsel Tanımı: Maksimal eforla yapılan dikey sıçrama esnasında, diz ekstansör kasları (*vastus medialis* ve *vastus lateralis*) ve *gastrocnemius* kasına ait yüksek EMG değerlerine sahip olabilmeyi.

GENEL BİLGİLER

Futbol maçı esnasında fiziksel aktivitelerin çoğunluğunu sprint, koşu, sıçrama ve yürüme gibi lokomotor hareketler oluşturmaktadır. Özellikle bu hareketler sırasında kalça, diz ve ayak bileğine ait ana-eklem fleksör ve ekstansör kaslarının kullanılmasını gerektirir (41). Birçok spor branşında olduğu gibi futbolda da diz eklemine ait alt ekstremite kaslarının eksantrik ve konsantrik kasılma safhalarında ürettiği güç performans açısından önemlidir (42). Futbol müsabakası yaklaşık olarak 90 dakika sürmekte ve bu süre içerisinde sporcular çeşitli şiddetlerde yaklaşık olarak 8-12 kilometre arasında mesafe kat edilmekle birlikte (13, 14), oyunun kazanılmasını etkileyen çok sayıda sürat ve güç aktiviteleri bulunmaktadır (4, 14, 17). Bu yüzden takım sporları sıklıkla yüksek şiddetli ve uzama-kısalma döngülü aktiviteler içermektedir (56).

Plyometrik alıştırmalar, genellikle sporculara ait güç ve sıçrama performansını artırmak için kullanılmaktadır (6, 57). Plyometrik çalışmalar da kasta öncelikle eksantrik kasılmadan hemen sonra konsantrik kasılma ile daha fazla kuvvet üretimi meydana gelir (4, 6, 58). Plyometrik alıştırmalar, sinir-kas yapısını ya da kasın esnek ve kasılğan parçasına yüklenen konsantrik ve eksantrik eylemi geliştirir (2, 12, 23). Kas lifinin esnek yapısı, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolamasını sağlar. Depolanan bu enerji konsantrik kasılma sırasında kinetik enerji olarak ortaya çıkar (2, 12, 23, 59, 60). Bu enerji hızlı ve patlayıcı bir hareketin gerçekleşmesini sağlar (12, 59). Bundan dolayı, plyometrik egzersizleri daha iyi anlayabilmemiz için iskelet kaslarının yapısını ve kasılabilir parçaların bilmesi gerekmektedir.

2.1. Kas Fizyolojisi

Kas hücreleri kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çeviren oldukça özelleşmiş hücrelerdir (61). 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 (62, 63). Kaslar ve kemikler birlikte vücudun iskelet-kas sistemini oluştururlar. Kemikler,

vücut için yapısal desteği ve vücut postürünü, kaslar ise yürümek, koşmak, çiğnemek kan dolaşımı ve bütün vücudun hareketi kasların hareketine bağlıdır (64). Bu aktiviteler için kas hücreleri adenozin trifosfattaki (ATP) enerjii kullanarak güç oluşturur veya iş yaparlar. İş çeşitli formlarda (hareket, kan, pompalama veya peristaltik gibi) olduğundan vücudumuzda 3 çeşitli tipte kaslar gelişmiştir (61). Kas genel olarak 3 tipe yarılr; iskelet kası, kalp kası ve düz kas (60 - 65). Vücudun yaklaşık %40'ı iskelet kası, %10'u düz kas ve kalp kasıdır. Bütün bu farklı kas tiplerinde aynı kasılma prensipleri geçerlidir (66).

2.1.1. İskelet kasları

İskelet kası birbirinden bağımsız kas liflerinden oluşmaktadır. Bu kas lifleri endomisyum denilen bir bağ doku tabakası ile çevrilidir. Bireysel kas lifleri daha sonra fasiküller halinde gruplanırlar ve bu da perimisyum denilen diğeri bir bağ dokusu ile çevrelenir. Perimisyum içindeki kan damarları ve sinirler her bir kas lifine giderler. Sonunda fasiküller bir araya gelerek kası oluştururlar. Epimisyum denilen ve kası çevreleyen bağ dokusu kılıfı kası iskelete bağlar (61). Bağ dokusunun kalınlaşarak meydana getirdiği epimisyum uzantısına tendon ya da kiriş denir ve kas bu tendon vasıtasıyla kemiğe tutunur (62–65, 67). 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 (61, 65, 66, 68).

2.1.2. Kas kasılmasının genel mekanizması

Kas kasılmasının başlangıç ve oluşumunun basamakları aşağıdaki sıralama ile meydana gelmektedir (66).

- a. Aksiyon potansiyeli motor sinir boyunca kas lifindeki sonlanmasına kadar ilerler.
- b. Her sinir ucundan nöratransmitter olarak bilinen asetilkolin az miktarda salgılanır.
- c. Kas lifi membranında lokal bir alanda etki gösteren asetilkolin, membrandaki asetilkolin reseptörlerine bağlanarak ilgili kanalları açar.

- d. Asetilkolin kanallarının açılması sonucunda, çok miktarda sodyum iyonunun kas lifi membranından içeri girmesini sağlar. Bu olay kas lifinde aksiyon potansiyelini tetikler.
- e. Aksiyon potansiyeli sinir membranında olduğu gibi kas lifi membranı boyunca da yayılır.
- f. Aksiyon potansiyeli kas lifi membranını depolarize eder ve kas lifi içine doğru yayılarak, kasılma için gerekli olan kalsiyumun, sarkoplazmik retikulumdan çıkmasına neden olur.
- g. Kalsiyum iyonları, kasılma olayının ana kaynağı olan filamentlerin (aktin ve miyozin) kaymasını sağlamak için arasındaki çekim gücünü başlatır.
- h. Sinirsel uyarı sonlandığında, çok kısa zaman diliminde kalsiyum iyonları sarkoplazmik retikulum geri pompalanır. Yeni bir kas aksiyon potansiyeli gelinceye kadar burada depolanır. Kalsiyum iyonlarının uzaklaştırılması kasılmanın sona ermesine neden olur.

2.1.3. 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

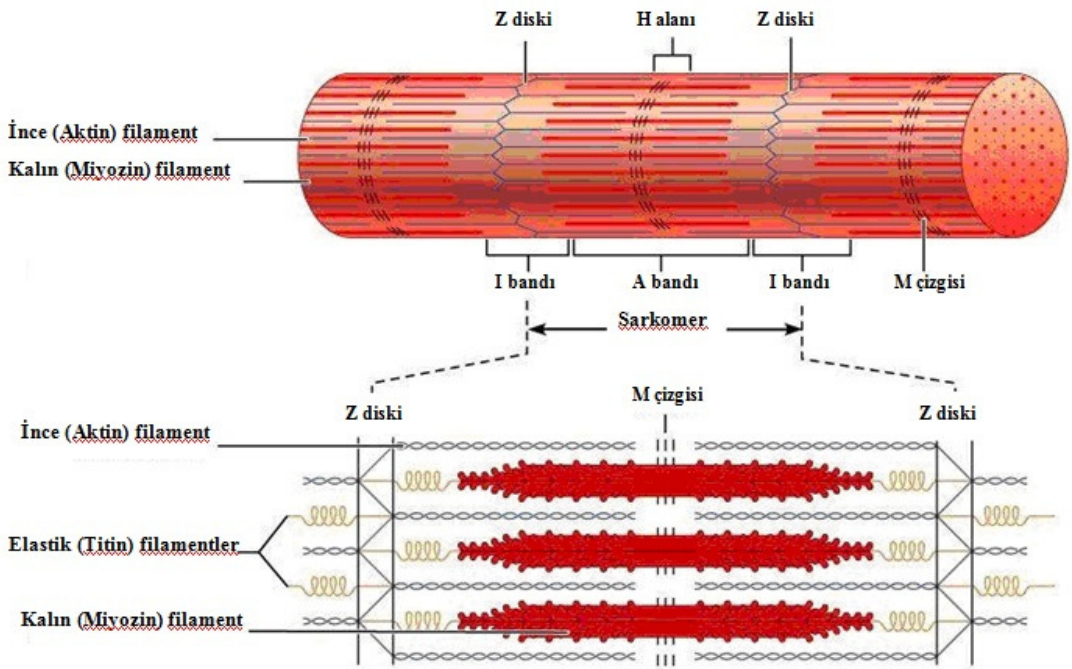
kompleksi denir. Akto-miyozinin oluşumu, miyozin filamentinin üzerinde bulunan miyozin ATPaz enzimini aktive eder. Miyozin ATPaz, ATP'nin parçalanarak büyük miktarda enerji açığa çıkarmasına ADP ve Pi (serbest fosfat)'a dönüşmesine neden olur. Bu sırada açığa çıkan enerji çapraz köprülerin, aktin filamentlerinin 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”(69)

“Kasda kasılma elemanlarının boylarını kısaltan olay, ince filamanların kalın filamanlar üzerinden kayması ile sağlanır. Kasılma sırasında filamanların birbiri üzerinde kayması, miyozin başlarının aktine sıkıca yapışması, bu başların miyozin molekülünün geri kalan kısmı üzerine bükülmesi ve daha sonra ayrılması ile görülür. Meydana gelen bu olayın başka basamakları da içermesi olasıdır ve ayrıntıları tam netlik kazanmamıştır. Miyozin başlarının çoğunun, aynı ve birbirine yakın zamanlarda döngüye katılması ve döngünün tekrarlanması, kasın kasılmasına neden olmaktadır. Her kasılma, sarkomeri 10 nanometre (nm) kadar kısaltır. “ (65).

2.1.4. Kasılabilir filamentlerin moleküler özellikleri

Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında miyofibril içermektedir. Her miyofibrilde yan yana uzanan yaklaşık 1500 miyozin ve 3000 aktin filamentleri vardır. Bu filamentler kas kasılmasından sorumlu olan büyük polimerize proteinlerden

oluşmaktadır (66). Elektron mikroskobu ile bakıldığında miyozin filamentleri kalın, aktin filamentleri ince görülmektedir. Kasılma veya gevşeme esnasında miyofibriller birbirini izleyen koyu ve açık renkte görünürler. Açık bantlar sadece aktin filamentlerini içerir ve I bandı adını alır (61, 65, 66). Çünkü polarize ışığa izotropiktirler. Koyu bantlar miyozin filamentleri ile aralarına giren aktin filamentlerinin uçlarını içerir. Koyu bantlara A bandı denir ve polarize ışığa anizotropiktir (66). Miyozin filamentinde bulunan çıkıntılara çapraz köprüler denir ve aktin filamentleri arasındaki etkileşimleri kasılmaya neden olur. Aktin filamentlerinin ucu Z disklerine tutunmaktadır. İki Z çizgisi arasında kalan miyofibril bölümüne *sarkomer* denir (Şekil 2.1) (61, 65, 66).



Şekil 2.1. Sarkomer ve miyofilamentlerin şematik görünümü.

Kas lifi istirahat esnasında normal, gergin iken sarkomer boyu yaklaşık 2 mikrometre civarındadır. Miyozin ve aktin filamentleri arasındaki yan yana ilişkiyi sürdürmek zordur. Bu ilişkiyi *titin* adı verilen çok sayıda filamentöz molekül sağlar (61, 66). Her bir titin molekülünün ağırlığı 3000 kDa kadardır ve bu nedenle vücuttaki en büyük protein moleküllerinden birisidir (66).

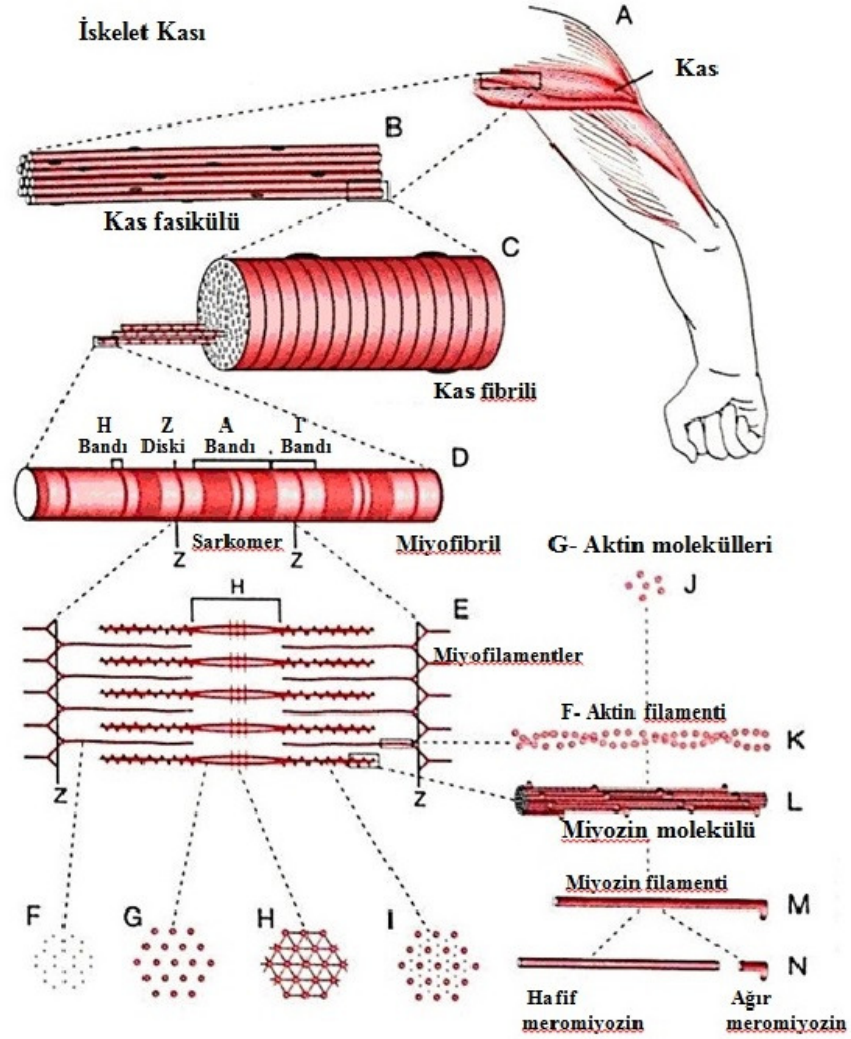
2.1.4.1. Miyozin filamenti

Miyozin filamenti büyük bir proteindir ve her birinin ağırlığı ~480 kDa kadar olan birçok miyozin molekülünden oluşmaktadır (61, 66). Miyozin molekülü, bir çift büyük ağır zincir (molekül ağırlığı ~200 kDa) ve iki çift hafif zincirli (molekül ağırlığı ~20 kDa) altı farklı polipeptidden oluşmaktadır. Ağır zincirler α -kvrımlı yapıda birbirlerine dolanarak halat benzeri uzun bir segment oluştururlar, her bir zincirin N- terminali büyük bir küresel baş oluşturur (61). Bu zincirlerden her birinin ucu kıvrılarak, miyozin başı denen globuler polipeptid yapıyı meydana getirmektedir. Dolayısıyla çift sarmal miyozin molekülünün bir ucunda yan yana uzanan iki serbest baş vardır ve sarmalın devam eden kısmına da kuyruk denir. İkisi bir başa ait olmakla birlikte, dört hafif zincir de miyozin başının kısımlarıdır. Bu hafif zincirler kas kasılması esnasında miyozin başının fonksiyonlarını kontrol etmeye yardım ederler. Her miyozin filamentinin toplam uzunluğu aynı olup hemen hemen tam olarak 1,6 mikrometredir. Miyozin filamentinin tam ortasında, yaklaşık 0,2 mikrometrelik mesafede çapraz köprübaşları yoktur, çünkü menteşeli kollar miyozin filamentinin tam ortasından iki ucuna doğru uzanır. Miyozin başının kas kasılması için temel olan özelliği *ATPaz* enzimi olarak fonksiyon görmesidir. Bu özellik miyozin başının ATP' i parçalamasını ve ATP' in yüksek enerjili fosfat bağlarından elde edilen enerjiyi kasılma işleminden enerji kazanımını sağlar (66). Baş bölgesi kalın filamentten, aktin ince filamentine doğru uzanır ve burası aktin bağlayan molekül bölümüdür (61).

2.1.4.2. Aktin filamenti

Aktin filamenti, aktin, troponin ve tropomiyozin adlı üç protein bileşeninden oluşmuş bir komplekstir (66). İnce filament aktin moleküllerinin iki kıvrımlı filament olan F-aktin veya filamentöz aktin denilen filamentin agregasyonu ile oluşturulur (61). İki açık renkli lifler olan çift sarmal F-aktin protein molekülünü, aktin filamentinin belkemiğini oluşturmaktadır. Çift F-aktin sarmalındaki her bir lifin molekül ağırlığı 42 kDa kadar olan polimerize G-aktin moleküllerinden oluşmuştur. Sarmalın her lifinin bir döngüsünde bu moleküllerden yaklaşık olarak 13 tane bulunmaktadır. Her G-aktin molekülüne bir ADP molekülü tutunmuştur. Bu ADP moleküllerinin kas kasılması sırasında aktin filamentlerinin miyozin filamentlerinin çapraz köprüleriyle etkileştiği aktif bölgeler olduğu düşünülmektedir. Çift sarmalın

iki F-aktin ipliği üzerindeki aktif bölgeler aktin filamenti boyunca yaklaşık olarak her 2,7 nanometrede bir aktif bölge bulunacak şekilde zikzak biçimde yerleşmiştir. Aktin filamenti yaklaşık 1 mikrometre uzunluğundadır. Aktin filamentlerinin tabanları Z disklerinin içine doğru kuvvetli bir şekilde yerleşirken, diğer uçlar her iki yönde komşu sarkomerlerdeki miyozin molekülleri arasındaki boşluklara doğru uzanır (Şekil 2.2). (66).



Şekil 2.2. İskelet kasının yapısal oluşumunun şematik görünümü. Guyton ve Hall (66)'dan alınmıştır.

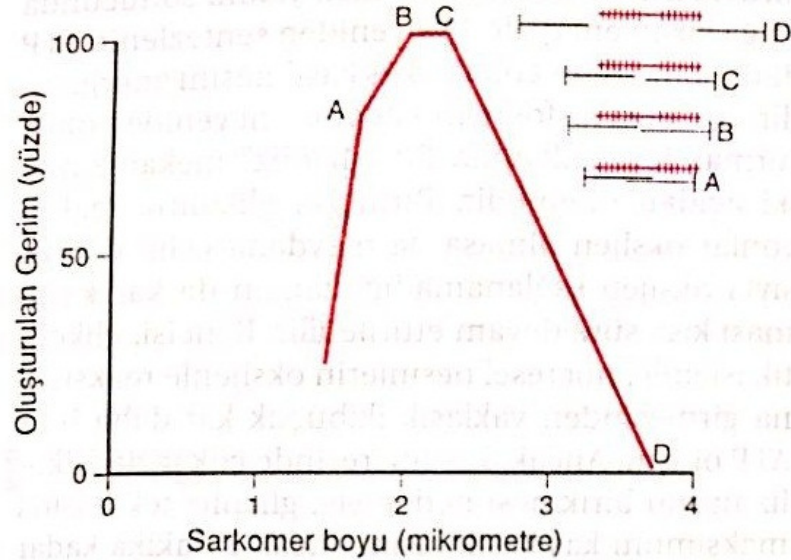
Tropomyozin molekülleri, aktin filamentlerinin içinde bulunan farklı bir proteindir. Tropomyozinin molekül ağırlığı 70 kDa, yaklaşık uzunluğu ise 40 nanometredir ve F-aktin lifleri ile zayıf bir şekilde birleşmiş ve F-aktin sarmalının kenarlarını etrafına spiral olarak sarılmıştır (66). Tropomyozin dimerleri tüm aktin

filamenti boyunca uzanarak aktin molekülünü üzerindeki miyozin bağlanma bölgesini kaplarlar (61). Dinlenme esnasında tropomyozin moleküllerinin aktin liflerinin aktif bölgelerini kapattığı ve bundan dolayı da aktin ile miyozin arasında kasılmaya neden olacak çekimi engellediği düşünülür (66).

Troponin molekülü, tropomyozin molekülünün üzerinden üç alt üiteden oluşan bir kompleksdir. Bu alt birimlerden biri troponin-I aktin için, diğeri troponin-T tropomyozin için ve üçüncüsü ise troponin C kalsiyum iyonları için kuvvetli etkileşimlere sahiptirler. Bu kompleksin tropomyozini aktine bağladığına düşünülür (61, 66).

2.1.5. Aktin ve miyozin filamentlerinin kas kasılma sırasındaki hareketleri

Sarkomer boyu ve miyozin-aktin filamentlerinin üst üste binme seviyesinin, kasılan kas lifi tarafından oluşturulan aktif gerilme etkisi Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



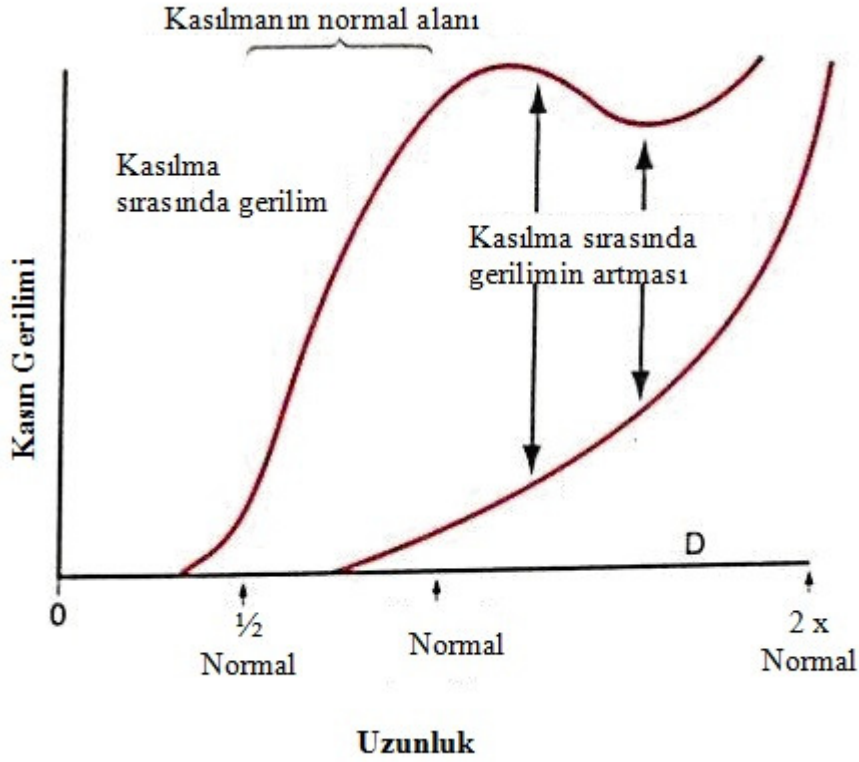
Şekil 2.3. Sarkomer boyu ve miyozin-aktin filamentlerinin üst üste binme seviyesi. Guyton ve Hall (66)'dan alınmıştır.

Yukarıda miyozin ve aktin filamentlerinin farklı sarkomer boylarındaki üst üste gelme dereceleri gösterilmektedir. Şekil 2.3'de D noktasında aktin filamenti üst üste binmeden miyozin filamentinin uçlarına kadar çekilmiştir. Bu noktada kas tarafından oluşturulan gerim sıfırdır. Daha sonra sarkomer kıaldıkça ve aktin

filamenti miyozin filamentıyla üzerine doğru hareket ettikçe, sarkomer boyu yaklaşık olarak 2,2 mikrometreye düşene kadar gerim giderek artar. Bu noktada, aktin filamenti miyozin filamentinin bütün çapraz köprüleriyle üst üste binmiştir ama daha miyozin filamentinin ortasına ulaşmamıştır. Daha ileri ki kısaltmalarda, sarkomer boyu 2 mikrometre olana kadar (B noktası), tam gerim devam eder. Bu noktada iki aktin filamentinin uçları birbirinin ve miyozin filamentlerinin üstüne başlar. Sarkomer boyu 2 mikrometreden 1,65 mikrometreye doğru düştükçe, A noktasında, kasılma gücü düşer. Bu noktada sarkomerin iki Z diski miyozin filamentlerinin uçlarına dayanır. Daha sonra, sarkomer boyunu kısaltan kasılma devam ettikçe, miyozin filamentlerinin uçları bükülür ve Şekil 2.3’de görüldüğü gibi kasılma gücü belirgin azalır. Aktin filamentleri ile miyozin filamentlerinin çapraz köprüleri arasındaki üst üste gelme maksimum olduğunda, kasılmanın da maksimum olduğunu görülmektedir. Bu da aktin filamentlerini çeken çapraz köprü sayısı ne kadar çok ise kasılma gücünün de o kadar büyük olduğu düşüncesini desteklemektedir (66).

2.1.6. Kas boyunun kasılma gücüne etkisi

İskelet kasında gözlenen boy-gerim ilişkisi, kas kasılmasına ait kayan filamen mekanizması ile açıklanır. Kas lifi izometrik olarak kasıldığında, oluşan gerim, aktin ve miyozin molekülleri arasındaki çapraz bağların sayısı ile orantılıdır (65). Bir kasın içinde çok miktarda bağ dokusu vardır; ayrıca kasın değişik kısımlarındaki sarkomerlerin birlikte kasılmaları gerekmez. Dolayısıyla, eğri tek kas lifi için gösterilenden farklı boyutlara sahip olmakla birlikte biçimi aynıdır. Şekil 2.4’de kas istirahat boyunda iken yani sarkomer boyu yaklaşık 2 mikrometre iken, maksimum kasılma gücü ile kasılır. Eğer kasılmadan önce kas normal boyunun üzerinde uzatılırsa kasılma olmadan önce bile kasta büyük miktarda istirahat gerimi oluşur, bu gerim bağ dokusu, sarkolemma, kan damarları, sinirler ve diğerlerinin elastik güçlerinden kaynaklanır. Kas normal boyunun üstünde gerildiği zaman, sarkomer boyu 2,2 mikrometreden büyük olduğunda aktif gerim denen kasılma sırasındaki gerim artışı düşer (66).



Şekil 2.4. Kas boyunun kasılma gücüne etkisi. Guyton ve Hall (66)'dan alınmıştır.

2.1.7. Kasın duyu organları

Kasta çeşitli duyu organları vardır. Uzun süreli hareketsizlikten sonra çok şiddetli bir egzersiz sonrasında veya kas liflerinde meydana gelen yırtıklardan dolayı oluşan ağrı buna bir örnektir (69). Kas fonksiyonunun uygun şekilde kontrolü sadece kasın ön motor nöronlarıyla uyarılmasını gerektirmekle kalmaz aynı zamanda kasın her andaki durumunu sürekli olarak omuriliğe bildiren duyu geribildirim bilgileri de gerektirir. Yani kasın boyu ne kadardır, o andaki gerim derecesi nedir ve boyu ya da gerimi hangi hızda değişmektedir? Bu bilgiyi sağlamak için kaslar ve kasların tendonları duyu reseptörlerin özel tipi ile bol miktarda donatılmıştır. Birincisi kas içcikleri, bunlar kasın orta bölümleri boyunca yer alır ve sinir sistemine ya kasın boyu veya boyundaki değişmelerin hızıyla ilgili bilgileri gönderir ve ikincisi ise; golgi tendon organları, kasın tendonunda yer alırlar ve tendonun gerimi veya gerimin değişme hızı ile ilgili bilgileri iletirler (66). Proprioseptör olarak bilinen bu duyu organları kas dinamiği ve ekstremitte 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 (69).

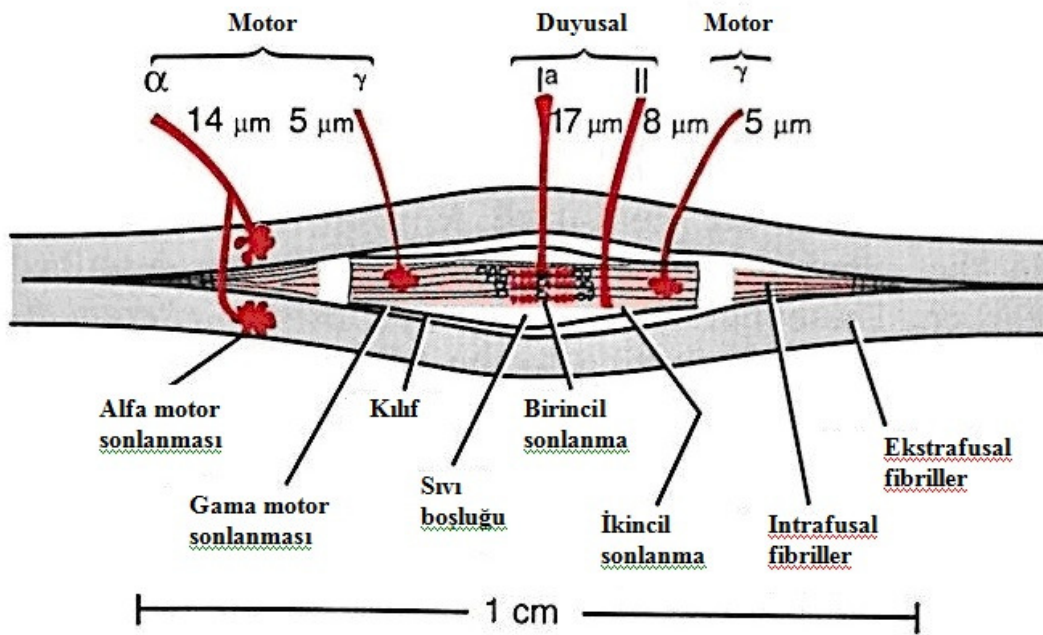
2.1.7.1. Kas içiği

Kas içiğinin işlev ve yapısı karmaşıktır. Çoğu, iskelet kasında bulunurlar ama özellikle ince motor kontrol gereken kaslarda yoğunlaşmışlardır (61). Kas içiği, 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 içiği postürün kontrol edilmesinde ve istemli hareketlerin gerçekleşmesinde önemli rol oynar (69).

2.1.7.1.1. Kas içiğinin yapısı

Kas içiği zengin motor ve duyuşal donanıma sahip modifiye kas lifleri demetinden oluşan iğ şeklinde bir organdır (61). Bu lifler daha ziyade embriyonal karakterdedir ve enine çizgilenme özellikleri kastaki diğer liflerden daha azdır (65). Her kas içiği, 3-10 mm uzunluğunda, uçlarında sivrileşen ve etrafındaki ektrafüzal iskelet kası liflerinin glikokaliksine tutunan 3-12 kadar çok küçük intrafüzal kas lifinden yapılmıştır (Şekil 2.5) (66). Kasın temel kasılabilir birimleri olan ektrafüzal liflerden ayırt edilebilmesi için, intrafüzal lifler olarak adlandırılır. İntrafüzal lifler, ektrafüzal liflere koşut konumdadır ve kapsülleriyle iki uçtan, ya bu liflere ya da tendonlara bağlanır (61, 65). İğiğin orta kısmı kasılma becerisine sahip değildir, ancak iki ucu kasılma becerisi olan lifleri içerir. Kas içiğinin her iki ucunu uyaran ince motor sinirlere gamma motor nöronlar veya fusimotor sinirler denir. Bu sinirler uyarıldığında kas içiğinin uçları kasılır ve içiği merkezinin aksi yönünde çeker.

Düzenli veya ektrafuzal lifleri uyaran daha büyük motor sinirlere alfa motor nöron denir. Bu sinirler stimule edildiğinde kas normalde olduğu gibi kasılır (69). Her intrafuzal lif küçük bir iskelet kasıdır. Bununla birlikte, bu liflerin her birinin orta bölgesinde, yani iki uç arasındaki orta bölgede aktin ve miyozin filamentleri yok veya çok azdır. Bu nedenle, uçlar kasıldığı zaman bu merkezi bölge kasılmaz ve bunun yerine bir duyu reseptörü olarak görev yapar. Kas içiğinin kasılan uç kısımları omuriliğin ön boynuzundaki küçük gama motor nöronlardan kaynaklanan küçük gama motor sinirleriyle uyarılır (66).



Şekil 2.5. Kas içiğinin yapısı. Guyton ve Hall (66)'dan alınmıştır.

2.1.7.1.2. Kas içiğinin işlevi

Kas içiği lifleri ektrafuzal (düzenli) liflere paralel olarak uzanırlar. Bu nedenle, kasın tamamı gerildiğinde kas içiğinin merkezi de gerilir. Bu durum, orada bulunan duyu sinirini aktive eder ve uyarılar MSS'ye iletilir ve kasın ektrafüzal liflerinin refleks kasılmasına neden olur. Diğer yandan, ektrafüzal liflere giden motor nöronların elektriksel uyarılmasıyla kas kasılırsa, kas içiği afferent boşalmalarının karakteristik şekilde kesildiği görülür. Bunun nedeni kas kasılırken aynı anda kas içiğinin kasılmamış olmasıdır. Kas içiği ve bunun refleks

bağlantılarının oluşturduğu geribildirim sistemi sayesinde kas boyunun kararlılığı sağlanır (65).

Kas iğciği reseptörü iki yoldan uyarılabilir: Birincisi Kasın Tümüyle uzaması, iğciğin orta bölümünü gererek reseptörü uyarır. İkincisi ise; kasın boyu tümüyle değişirse bile, iğcikteki intrafuzal liflerin uç bölümlerinin kasılması da liflerin orta kısmını gerer ve sonuçta reseptörü uyarır (66).

2.1.7.2. Golgi tendon organı

Golgi tendon organı, tendon lifleri içinde kas ve tendon liflerinin birleştiği noktada bulunur. Kas iğciği gibi golgi tendon organı da gerilmeye karşı duyarlıdır. Ancak kas iğciğine oranla daha az duyarlıdır, bu nedenle aktive olabilmesi için daha kuvvetli bir gerilme gereklidir. Kas ile olan seri bağlantısı nedeni ile golgi tendon organı kasın gerilmesi veya kasın kasılması ile aktive edilebilir. Bununla birlikte kasın kasılması, gerilmesinden çok daha etken bir uyarandır. Gerçek uyarın golgi tendon organını bulandıran tendonda gelişen kuvvettir (65).

“Kas iğciği ve golgi tendon organı birlikte çalışır. Kas iğciği 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” (69).

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 (67, 68). 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 iğciklerinden (kası kasan iğcikler) daha kuvvetli uyarı göndermesi ile mümkün olur (67, 70).

2.1.7.3. Eklem reseptörleri

“Eklem reseptörleri tendonlarda, ligamentlerde, periostta (kemikte), kasta ve eklem kapsülünde bulunur. Eklem açısı, eklemün ivmelenmesi ve basınç sonucu meydana gelen değışikliklerle ilgili bilgileri MSS’ye gönderirler” (69).

2.1.8. Motor ünite ve çizgili kas liflerinin özellikleri

İskelet çizgili kasında kasılmanın oluşmasındaki yapısal birim motor ünitedir ve bir motor ünite 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 lifini uyarmasıyla motor ünite oluşur. Bir motor akson, kas içinde terminal bir ağ yaratarak kas liflerini uyarır, uyarılmış kas lifi sayısı, hem bir kas içinde hem de farklı vücut kasları içinde farklıdır. Yapılan çeşitli araştırmalara göre bir motor ünitenin uyardığı kas lifi sayısı 3 ile 2000 arasında değişir. Buna motor ünitenin innervasyon oranı da denir. Genel bir kural olarak bir motor ünitenin kas lifi sayısı yüksek ise daha güçlü bir kasılma gerçekleşir. Oysa ince motor işlevler için daha küçük sayıda kas lifi innervasyonu olan motor üniteler söz konusudur. Örneğin dış göz kaslarında motor ünite 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 (71).

2.1.9. Kas lifinin ve motor ünitelerin elektro-fizyolojisi

Omurilik alfa motor nöronlarında bir sinirsel ileti 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 elektrokimyasal süreç izler (eksitasyon dalgası), kas lifi eskite olur ve kas lifi aksiyon potansiyeli oluşur. Böylece o motor üniteye 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. Kas lifi aksiyon potansiyeli de yine motor son plak bölgesinde, motor sinir terminallerinden asetilkolin salgılanması ile başlamaktadır. Eğer postsinaptik 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, salgılanan asetilkolin miktarına bağlıdır ve 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 amplitüdüdür, amplitüdü 80 mV veya üzerindedir, süresi 3-5 m/sn'dir. Depolarizasyon ile birlikte kas lifinin içi pozitif olur (71).

2.1.10. 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 (71).

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. Eksitabl 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 (71).

Sinir lifi membranının iç yüzünün negatif, dış yüzünün pozitif yüklü olmasında aşağıdaki 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. 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 pasif ve aktif transport yoluyla olur (71).

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 diffüzyon gücü ile hücre dışına ve sodyum ise tersine hücre içine doğru itilmeğe çalışılır (71).

2- Hücre membranı boyunca meydana gelmiş olan polarizasyon ya da 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 (71).

3- Membran geçirgenliği 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. Kanalin 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. Hücre zarının seçici geçirgenlik göstermesi, iyonların diffüzyon ve voltaj gradyanlarının yarattığı itici güçler; membran boyunca her bir iyonun belirli bir denge içinde olmalarını gerektirir (71).

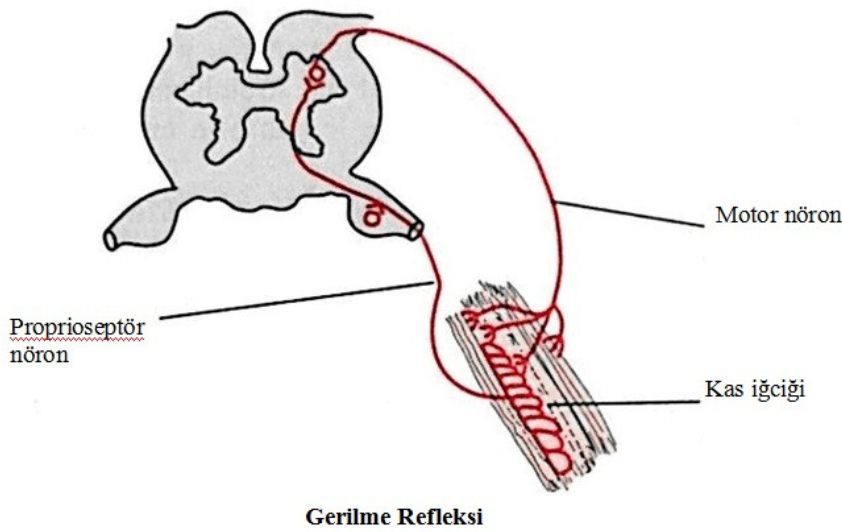
2.1.11. Gerilme refleksi (*stretch reflex*)

Bütünleştirici sinirsel etkinliğin temel birimi refleks yayıdır. Bu yay bir duyu organı, bir afferent nöron, merkezi, bütünleyici durak veya sempatik gangliyonda bir veya daha fazla kavşak, bir efferent nöron veya bir efektörden oluşur. Afferent ve efferent somatik nöron arasındaki bağlantı genellikle beyin ve omuriliktedir. Afferent nöronlar omuriliğe arka kökler, beyine ise kafa çiftleri üzerinden ulaşır. Arka kökten giren afferentlerin hücre gövdeleri (soma) spinal gangliyonda, kafa çiftleri üzerinden giren afferentlerin hücre somaları ise kraniyel sinirlerin homolog gangliyonlarındadır. Efferent lifler, omuriliği ön kök sinirleri beyne ise kraniyel sinirlerin motor lifleri ile terk eder. En basit refleks yayında afferent ve efferent nöronlar arasında tek bir kavşak vardır. Bu tip reflekslere tek kavşaklı refleksler denir. Gerilme refleksleri vücutta en iyi bilinen ve araştırılmış tek kavşaklı

reflekslerdir (65). Gerilme refleksi beden duruşunun sürdürülmesi için gerekli anahtar bir reflekstir (61).

Bir iskelet kasının afferent ve efferent innervasyonu sağlam ve tam ise kas boyunun uzatılmasına (gerilmesine), kasılma ile yanıt verir (65). Kas iğciğinin en basit göstergesi, kas gerim refleksidir (aynı zamanda miyotatik refleks de denir). Bir kas ne zaman gerilirse, iğciklerin eksitasyonu aynı kasın ve yakın işbirliği yapan sinerjik kasların büyük iskelet kası liflerinin refleks kasılmalarına neden olur (66). Kas gerildiğinde kas iğciği 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) (60).

Şekil 2.6'da kas iğciği gerim refleksinin temel devresini gösterilmektedir. Ia tipi bir sinir lifi, bir kas iğciğinden başlamakta ve omuriliğin dorsal köklerine girmektedir. Daha sonra omuriliğe gelen öteki sinir liflerinin çoğuna zıt olarak, bir dalı doğrudan medulla gri maddesinin ön boynuzuna gitmektedir. Ön motor nöronlarla direkt sinaps yaptıktan sonra buradan başlayan sinir lifleri geriye, kas iğciği liflerinin başladığı aynı kasa giderler. Böylece kas iğciğinin uyarılmasından sonra refleks sinyalinin mümkün olan en kısa gecikme ile geriye yani kasa dönmesini sağlayan bir monosinaptik yoldur (66).



Şekil 2.6. Gerilme refleksinin nöral dairesi. Guyton ve Hall (66)'dan alınmıştır.

2.1.12. Gerilme refleksinin bileşenleri

Gerilme refleksi, *dinamik gerilme refleksi* ve *statik gerilme refleksi* olmak üzere iki bileşene ayrılmaktadır. Dinamik gerilme refleksi, kasın hızlı gerilmesi nedeniyle kas içciklerinin primer sonlanmalarından iletilen güçlü dinamik sinyalle uyarılır. Kas ani olarak gerildiği zaman, omuriliğe güçlü bir sinyal iletilir ve bu sinyalin doğduğu kasta anında güçlü bir refleks kontraksiyona neden olur. Böylece bu refleks kasın boyundaki ani değişimlere karşı koymak üzere işlev görür çünkü kas kasılması gerimi engeller (66).

Dinamik yanıt çabucak gelişir ve gerilme oluştuğu anda yanıt da oluşur. Dinamik yanıt neredeyse başlatıldığı hızda sona erer ve kas içciği statik düzeyini korur. Dinamik yanıtın plyometrik açısından önemli olduğuna inanılmaktadır (12). Dinamik gerilme refleksi, kas yeni uzunluğuna kadar gerildikten sonra saniyenin bir kesri kadar bir süre içinde ortadan kalkar ancak daha zayıf olan statik gerilme refleksi bundan sonra da uzun bir süre devam eder. Bu refleksi hem primer hem de sekonder sonlanmalarla iletilen sürekli statik reseptör sinyalleri meydana getirir. Statik gerilme refleksi kas aşırı uzunlukta kaldığı sürece kontraksiyonu devam ettirmesi bakımından önemlidir. Bu kas kontraksiyonu da kasın boyunun uzamasına yol açan kuvvete karşı koyar (66).

Negatif gerilme refleksi; Bir kas ani olarak kısalırsa, içciklerden gelen sinir impulslarının azalması nedeniyle tam ters etkiler ortaya çıkar. Eğer kas zaten gergin ise kasın üzerindeki yükün aniden kalkarak kısalması, uyarılmadan çok hem dinamik hem de statik refleks kas inhibisyonuna yol açar. Bundan dolayı, pozitif gerilme refleksinin kasın uzamasına karşı gelmesi gibi, bu negatif gerilme refleksi de kasın kısalmasına karşı koyar. Bu nedenle gerilme refleksinin bir kasın boyu ile ilgili mevcut durumu sürdürme eğilimi gösterdiği kolayca anlaşılabilir (66).

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 (12).

2.1.13. Elektromiyografi (EMG)

Elektromiyografi, motor üniteler tarafından aktive edilen kas fibrillerinin ürettiği elektriksel aktivitenin kayıt edilmesi ve miktarının belirlenmesi işlemine

denir (45, 72, 73). Kliniksel olarak EMG ölçümleri, değişik kas aksiyonların sırasında motor kontrol stratejileri ve mekaniksel özellikler hakkında eşsiz bilgiler sağlamaktadır (74). Yüzeysel elektromiyografi (sEMG) nörofizyoloji, kinesiyojoloji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli yöntemlerden birisidir (48, 75). Biyomekanik ve kinesiyojoloji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır. Nörofizyolojide sEMG 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 (41, 48).

Yüzeysel EMG, istemli kas kasılması sırasında, birçok motor ünitenin oluşturduğu elektriksel aktivitenin deri yüzeyinden toplanmasıdır. EMG genişliği kas aktivasyonunun düzeyi hakkında bilgi verir ve EMG genişliği aktif motor ünitelerin sayısı ve motor ünitelerin ateşlenme oranından etkilenmektedir. Yüzeysel EMG, spor bilimlerinde yapılan bilimsel çalışmalarda genellikle dinamik ve izometrik kas kasılmaları sırasında üretilen torkun değerlendirilmesi ile ilgilidir (45, 46).

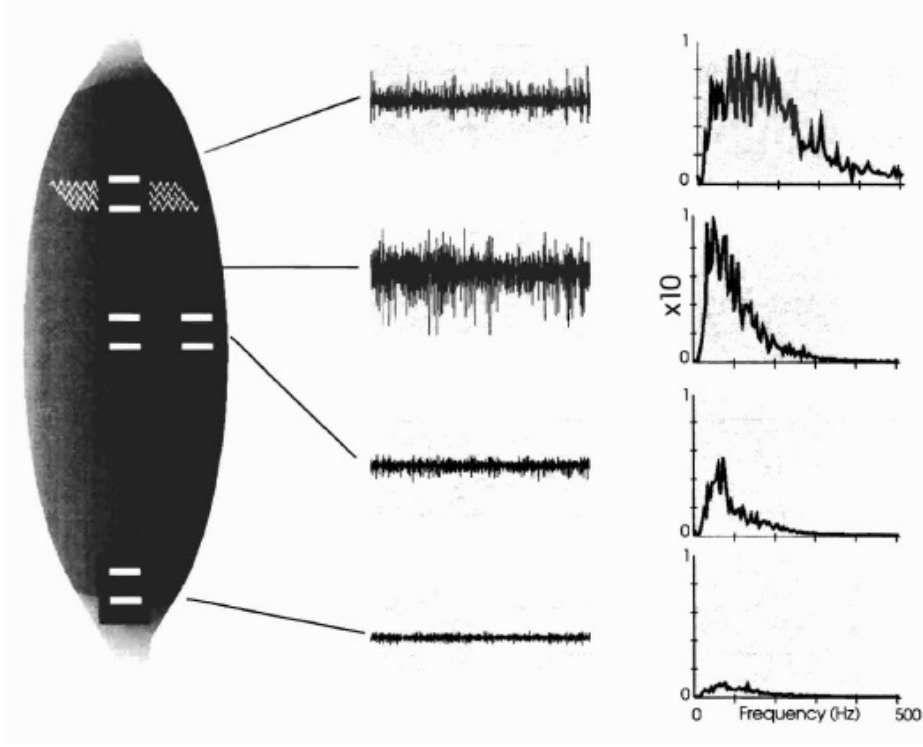
EMG sinyallerinin kayıt edilmesi, aktive olan motor ünite, deri altındaki yağ dokusu, kas ısısı, kasın en geniş kesiti ve kasın uzunluğu gibi fizyolojik parametrelerden anlamlı bir şekilde etkilenir (51, 72). Bununla birlikte anatomik, fizyolojik ve teknik faktörlerde EMG sinyalini etkileme potansiyeline sahiptirler (51). De Luca (76) tarafından bu faktörler birincil, ikincil ve üçüncül olarak gruplandırılmıştır. Birincil faktörler içsel ve dışsal olarak ikiye ayrılır. Dışsal faktörler; kullanıl elektrotların şekilleri ve elektrotların yüzey alanı, 2 elektrot arasındaki mesafe, elektrotların yerleştirilmesi ve elektrotlar arasındaki uyumdur. İçsel faktörler; kas fibril tipinin yapısı, fibrilin çapı, ölçüm yapılan kasın deri yüzeyinden olan uzaklığı ve elektrotların kasa yerleştirilme noktaları, yüzeysel elektrot ile kas arasında doku miktarına ve bunlara ek olarak aktif motor ünite sayısı içsel faktörler olarak sıralanmaktadır. İkincil faktörler EMG ölçümlerini, birincil faktörlerden bir veya daha fazlası etkiler ve bunlara ek olarak ta elektrotların sesleri bulması, bu sesleri filtrelemesi ve ölçüm alınan kasın yanında bulunan diğer kaslardan gelen sesler etkilenmektedir. Son olarak üçüncül faktörler ise; ikincil faktörlerden etkilenir ve bunlara ek olarak aktif olan motor ünitelerin oluşturduğu aksiyon potansiyellerinin şekli, süresi ve genişliği direkt olarak EMG kaydını etkiler.

EMG ölçümü yapanlar, birincil faktörlerden içsel faktörler üzerinde çok etkisi yokken, dışsal faktörler üzerinde hem uygulama tekniği hem de seçmiş olduğu ekipmanlarla etkili olabilir.

2.1.13.1. Ekipmanlar

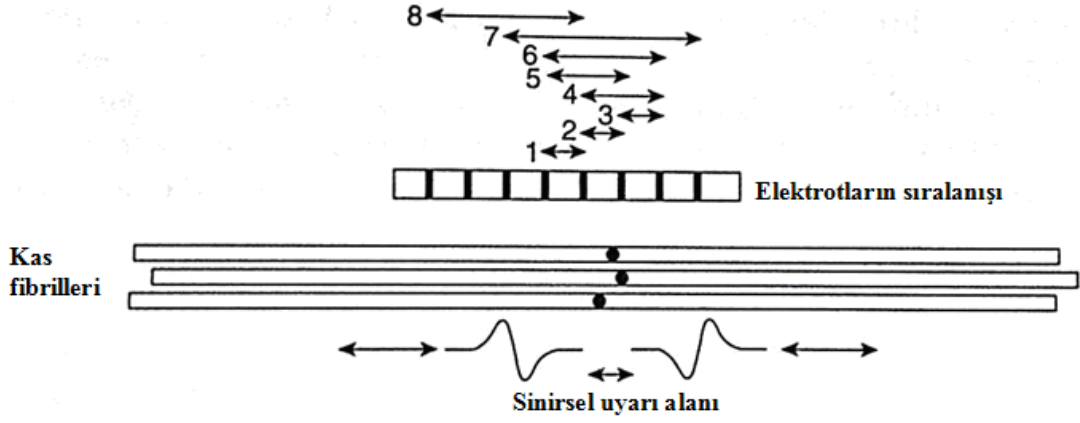
BASES (51)'in belirttiğine göre *De Luca* genellikle yüzeyel elektromyografi kullanılarak kayıt edilen ham EMG'nin maksimum genişliği 5 milivoltu (mV) geçmeyeceği ve frekans spektrumu 0-1000 hertz (HZ) ve çoğunlukla kullanılabilinen enerji ise 500 Hz altında olduğu kabul edildiğini belirtmiştir.

Yüzeyel EMG sinyalinin bulunması ve kayıt edilmesi sırasında düşünülmesi gereken en önemli nokta doğru ve güvenilir sinyalin maksimize edilmesidir. Bu kısmen sinyal-ses oranının (sesin içerisindeki EMG sinyalindeki enerjinin oranı) maksimize edilmesi ile aşılabılır. Ses, EMG sinyalinin bir parçası olmayan ve denek veya EMG ölçümü yapan kişinin oluşturduğu hareket, elektrokardiyogramın bulunması, ortamda bulunan dijital alet ve makinelerin çıkardığı ses veya ölçüm yapan aletin çıkardığı herhangi bir ses olabilir (51). Bu yüzden özellikle elektrotların kas üzerinde koyuldukları yer, diğer kaynaklardan gelen sesleri azaltılması açısından son derece önemlidir (Şekil 2.7) (51, 75). En üstteki elektrot sinir hücresinin kas üzerinde sonlandığı noktaya (*innervation zone*), en alttaki elektrot kas-tendon kavşağına ve ortadaki elektrotlar ise kasın orta kenarına yerleştirilmiştir (76).



Şekil 2.7. Yüzeysel EMG’de elektrotların konuldukları yerler ve EMG değerlerine etkisi. De Luca (76)’dan alınmıştır.

De Luca ve SENIAM projesi (Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles) EMG ölçümlerinde kullanılan amplifikatör ile ilgili önerileri şöyledir; *Input impedance* değeri; $>100 \text{ M}\Omega$, *Common Mode Rejection Ratio* değeri; $>80 \text{ dB}$ [10,000], *Input Referred Noise* değeri; $<1\text{-}2 \mu \text{ V rms}$, *Bandwidth* değeri; 20-500 Hz, *Gain* değeri ise; 100 ile 10000 arasında değişmektedir (51).



Şekil 2.8. Elektrotlar arasındaki mesafe ve EMG genişliğine etkileri. BASES (51)'den alınmıştır (Elektrotlar arasındaki mesafeler; 1, 2 ve 3.cü elektrotlar için 10 mm; 4 ve 5.ci elektrotlar için 20 mm; 6.ci elektrotlar için 30 mm; 8.ci elektrotlar için 40 mm ve 7.ci elektrotlar için ise 50 mm'dir).

Biyomekanistler amplifikatör ile ilgili genel gereksinimler ile ilgili hem fikirken elektrotların düzeni, görünümü ve materyali konusunda hem fikir değildirler. SENIAM projesi 10 mm çaplı, kendinden jelli Ag/AgCl elektrotları, birbirlerine uzaklıkları 20 mm olarak kasın üzerine yerleştirirken (51), De Luca (76) 10 mm

uzunluğunda, 10 mm genişliğinde ve jel kullanılmayan birbirlerine uzaklıkları 10 mm olarak kasın üzerine yerleştirilen gümüş bar elektrotların kullanılmasını önermiştir. Eğer elektrotların arasında ki mesafe açılırsa bulunan EMG sinyali azalacak, tersi durumda ise artacaktır. Yukarıdaki Şekil 2.8’de elektrotlar arasındaki mesafenin EMG genişliğine (*amplitude*) etkisi gösterilmiştir.

2.1.13.2. Yüzeysel EMG ölçümleri için derinin hazırlanması

Günümüz amplifikatörlerin çoğu yüksek özdirenci (*high input impedance*) azaltmayı sağlamaktadır ve bunun sonucunda deri-elektrot özdirencini 10 k Ω altına düşürülebilmektedir (51). Derinin hazırlanması zımbara kağıdı ile deri hafifçe aşındırmak veya dezenfekte edilmiş neşter ile derinin üst yüzeyinin kazınmasını içermektedir (51, 77). Bazı deri hazırlanması işlemlerinden sonra bile (55 k Ω altında olduğunda), kayıt edilen sinyalin doğruluğunu arttırmak için çok iyi bir deri-elektrot birleşimi gerekmektedir. Genellikle ölçüm alınacak yüzey su ve sabunla temizlendikten sonra kuru olan deri yüzeyi tek kullanımlık jilet ile tıraş edilir. Buna ek olarak tıraş edilen yüzey alkollü bir pamukla ovalanır ve bundan sonra derinin özdirencini daha fazla azalması için alkolün buharlaşmasına izin verilir. Ancak bu uygulama açık tenli ve hassas deri yüzeyine sahip olan kişileri rahatsız edebileceği unutulmamalıdır (51).

EMG kaydı yapan elektrotlara ek olarak kullanılan referans veya toprak elektrot, elektriksel aktivitelerde nötr olan dokulara yani kemiksi dokulara yerleştirilmelidir. Referans elektrot özellikle ölçüm yapılan kasın bulunduğu bölgeye yerleştirilmelidir. Piyasada bazı EMG cihazları sadece tek bir referans elektrot kullanırken (*Delsys*), diğerleri (*MIE* gibi) ise araştırılmak istenen her farklı kas için daha fazla yer kullanmaktadır. Referans elektrotların haricinde birçok biyomekanist EMG sinyalinin bulunmasını kolaylaştırmak için elektrot jeli veya macun (*paste*) kullanımını tavsiye etmektedir. Ancak bazı araştırmacılar kendinden jelli elektrot kullanırken bazıları da yüzeysel EMG elektrotunu yerleştirmeden önce jel veya macun kullanmaktadır. Ön amplifikatöre bağlanan aktif elektrotlar için jel veya macun kullanımı gerekli değildir (51).

2.1.13.3. Root mean square

Ham EMG özellikle bilgisayarın gelişimiyle birlikte birçok işlemde geçmektedir. *Average Rectified EMG*, *Root Mean Square (RMS)* ve *Linear Envelope* kullanılarak ham EMG belirli bir zaman dilimi içerisinde değerlendirilir. Tüm ölçümler ham EMG'nin genişliğini mili volt (mV) cinsinden tahmin edilmesi sağlar. *Average Rectified EMG* aynı zamanda *Average Rectified Value* ve *Mean Amplitude Value* olarak ta bilinir. *Average Rectified EMG* hesaplanması, ham EMG'nin negatif safhanın kaldırılması (*half-wave rectification*) ya da tersine döndürülmesini (*full-wave rectification*) içermektedir. İkinci seçenek sinyalin tüm enerjisinin muhafaza edilmesinden dolayı daha sıklıkla tercih edilir. Düzeltilmiş EMG'nin (*Rectified EMG*) tamamı belirli bir zaman dilimi içerisinde hesaplanır ve *Average Rectified EMG* değerlerinin zamana bölünmesi sonucunda *Integrated EMG* bulunur. RMS, belirli bir zaman diliminde, ham EMG'nin ortalama gücünün karesinin karekökü alınarak hesaplanmaktadır. Bazı araştırmacılar çeşitli nedenlerden dolayı *Average Rectified EMG* yerine RMS tercih etmektedirler (51). De Luca (76) *Average Rectified EMG*, *Integrated EMG*'nin altındaki alanın miktarı olduğunu ve bundan dolayı da herhangi bir özel fiziksel anlama sahip olmadığını, buna karşın, RMS'nin sinyal gücünün miktarı olduğunu ve bu yüzden de açık bir şekilde fiziksel bir anlama sahip olduğunu belirtmiştir. 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. 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 (78).

2.1.13.4. EMG verilerinin normalize edilmesi

İşlenmiş EMG, sadece aynı test oturumu içerisinde, elektrotların yeri değiştirilmeden aynı kas grubundan alınarak karşılaştırılabilir. Birbirini takip eden ölçümlerde aynı kas üzerindeki elektrotların yer değiştirmesi kesin bir şekilde farklı motor ünite aktivasyonu tespit edecektir. Kullanılan elektrotlar her ne kadar iyi bir şekilde deriye yapıştırılsa bile farklı test oturumları arasında deri-elektrot özdirenci (*impedance*) değişecektir. EMG ölçümleri için aynı teknikler kullanılsa bile farklı oturumlarda aynı kastan alınan EMG değerleri, farklı kaslardan alınan EMG değerleri ve farklı kişilerden alınan EMG değerleri direkt olarak karşılaştırılamaz. EMG değerlendirilmesi aşamasındaki bu problem, işlenmiş EMG değerlerinin normalize edilmesi ile çözümlenebilir. Genellikle işlenmiş EMG değerlerini maksimal istemli izometrik kasılma esnasında üretilen EMG değerleriyle normalize edilmektedir. Bu yöntemle farklı kaslara ait EMG değerleri karşılaştırılabilir ve aynı zamanda herhangi bir kasın maksimal aktivasyon kapasitesinin yüzde kaçında, özel bir hareket yaparken elde edilen EMG değerlerine ulaşıldığının tespiti yapılabilmektedir. Yapılan araştırmada farklı test oturumlarında, farklı kaslardan veya farklı bireylerden alınan EMG değerleri karşılaştırılmak isteniyorsa, EMG değerleri referans kasılma metodu (Maksimal istemli kasılmanın yüzde 80'inden daha az değer) ile normalize edilmelidir. Eğer araştırma da, araştırılan kasın ne kadar aktif olduğu ile daha fazla ilgileniliyorsa maksimal istemli izometrik kasılma yöntemi kullanılmalıdır (51).

2.1.14.5. 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 bilgi verir (78).

2.1.14.5.1. Elektromiyografik sinyallerin zaman ile ilişkisi

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 (78).

2.1.14.5.2. Elektromiyografik sinyallerin kuvvet ile ilişkisi

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 (78).

Bir EMG kuvvet ölçümü kas kasılmasında devreye giren motor ünitelerin oranı ve ortalama sayılarının miktarı ve aslında kuvvet üretim miktarını anlamak için kullanılır (78).

2.1.14.5.3. Elektromiyografik sinyallerin yorgunluk ile ilişkisi

Lokalize kas yorgunluğun meydana gelişini tanımlamak için EMG sinyallerinden elde edilen bilgiler ise üçüncü ve son kategoriye oluşturur. Birçok araştırmacı çalışmalarında yorgun kasılmalar süresince düşük frekans alanının arttığını ve EMG sinyallerinin yüksek frekans alanlarında güç yoğunluğunun azaldığını göstermişlerdir (78).

2.2. Plyometrik Antrenman

Son yıllarda öncelikle sporculara ait alt ekstremite kaslarına ait hız, çeviklik ve sıçrama performanslarının yüksek olması sportif başarıyı yakından ilgilendirmektedir (79). Sporcunun kısa zaman süresinde yüksek düzeyde kuvvet üretmesi birçok spor branşında istenen bir özelliktir. Bundan dolayı birçok antrenör sporcularının fiziksel performanslarını çok yönlü olarak geliştirmek için tek bir

antrenman yöntemi uygulamak yerine farklı antrenman yöntemleri veya farklı egzersiz formları uygulamaktadır. Sporculara ait patlayıcı kuvveti geliştirmek için kullanılan antrenman metotlarından bir tanesi de plyometrik antrenmandır.

Plyometrik antrenman ilk olarak 1960'lı yılların başında Rusya'da sporcularının patlayıcı kuvvetini geliştirmek isteyen Verkhoshanski tarafından şok metot olarak kullanılmaya başlanmıştır (2, 80–83). Verkhoshanski'nin önerdiği bu antrenman yönteminin faydaları, özellikle Valeri Borzov'un 1972 Münih Olimpiyatlarında 100 m ve 200 m şampiyonu olmasıyla çok daha fazla dikkate alınmıştır (81). Özellikle son 20-30 yılda birçok antrenör sporcularının fiziksel performanslarını artırmak için plyometrik antrenmanı kullanmışlardır (12, 1, 28, 84–88).

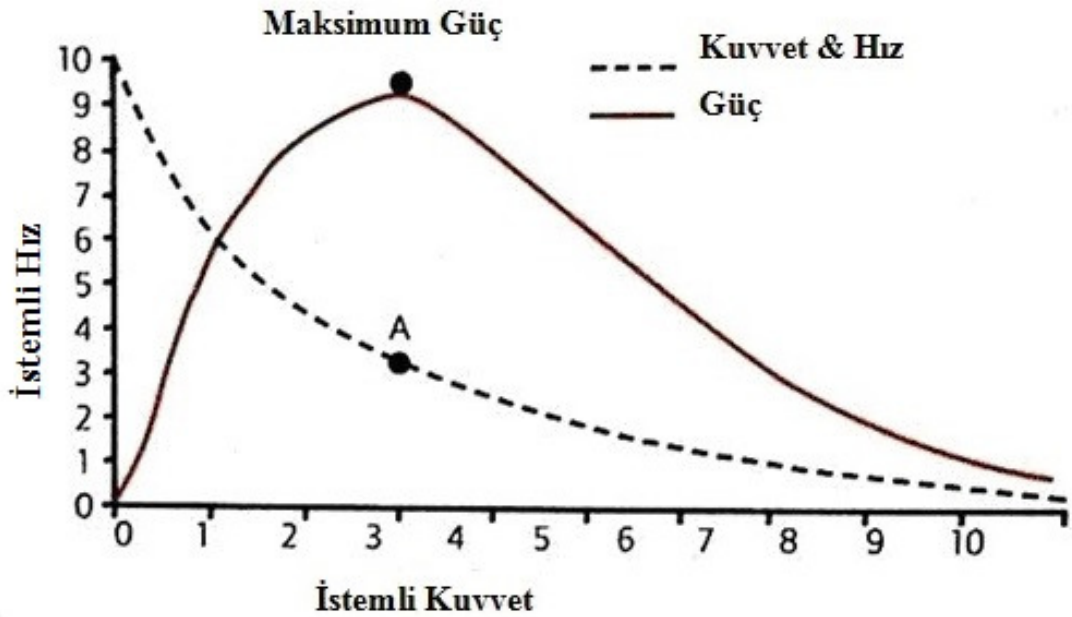
Plyometrik egzersizler kasın en kısa sürede maksimum kuvvet üretmesini sağlayan çalışmalardır. Bu hız ve kuvvet yetenekleri güç olarak bilinmektedir (80, 81, 83). Plyometrik alıştırmalar, eksantrik kasılma ve sonrasında konsantrik kasılma içeren tüm sporlarda uygulanabilir (2, 8, 81, 89, 90). Yaptığı spor dalı yüksek düzey bir hızlı hareket ya da kendi vücut kütlelerinin en üst düzeyde hızlanmasını gerektiriyorsa, sporcu, plyometrik antrenmanlardan yararlanabilir. Bununla birlikte yaptığı spor bir nesnenin maksimal düzeyde hızlanması için patlayıcı bir hareket gerektiriyorsa sporcu yine plyometrik alıştırmalardan yararlanabilir (12, 89, 90).

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 (12). Oysaki geleneksel kuvvet antrenmanı şiddetli yüklerle ve hareket hızının yavaş olduğu uygulamalarla güç üretimindeki artışın ilk metodu olarak görülüyordu (13). Eğer bir antrenör, sporcusunun bir aktivite esnasında maksimum güç üretmesini istiyorsa, sporcusunun kuvvet ve hız bileşenlerini antrene etmek zorundadır (13, 59). Güç, birçok sportif faaliyette başarının anahtarı olan hız ve kuvvetin kombinasyonudur. Herhangi bir sportif aktivite esnasında ne kadar sert şut veya yumruk atman, blok yapman, rakibine ne kadar hızlı bir şekilde cevap vermen veya tepki göstermen, kişinin güç düzeyiyle yakından ilişkilidir (90). Fizikte güç (P), iş (W) bölü zamandır (T) yani $P = W/T$ 'dir. İş ise; kuvvet (F) çarpı mesafedir (D) yani $W = F \times D$ 'dir. $P = W/T$ formülünde iş (W)'in yerine "FxD" yazıldığında, güç formülü

$P = F \times D / T$ olur. D/T işlemi bize hızı (V) vereceğinden güç formülü aynı zamanda $P = F \times V$ olarak ta yazabiliriz. Güç formülünde bulunan değişkenlerin antrenörler ve sporcular tarafından anlaşılması son derece önemlidir. Bu yüzden güç üretimi artırılmak isteniyorsa hem uygulanan kuvvetin hem de süratin artırılması gerekmektedir. Antrenörler ve sporcular antrenmanlarda uyguladıkları aktiviteleri maksimal efor ve maksimal süratle yapmaları gerektiğini unutmamalıdır (90).

Güç üretimi, optimal düzeyde uygulanan kuvvet ve hıza bağlıdır. Yüksek düzeyde uygulanan kuvvet, düşük bir hıza sahip olur ve bunun sonucunda da düşük bir güce, aynı şekilde yüksek düzeyde uygulanan hızda düşük bir kuvvete sahip olur ve bunun sonucunda da düşük bir güç düzeyine. Maksimum güç üretimi, orta düzeyde kuvvet ve orta düzeyde hızın kombinasyonu sonucunda en yüksek güç seviyesi ulaşmasıyla elde edilir (Şekil 2.9) (90).

Plyometrik çalışmaların amacı kuvvet antrenmanı ile aynı olup, daha büyük bir fiziksel güç gelişimidir. Bilindiği gibi birçok atlet zamanlarının çoğunu ağırlık salonlarında halter ve dambıl egzersizleriyle güçlerini geliştirmeye çalışırlar. Ancak ağırlık antrenmanı güç gelişiminde çok daha etkili bir yöntem değildir. Geleneksel ağırlık antrenmanı, atletlerin daha hızlı hareket etmelerine olanak sağlamaz ve kullanılan hareketler, branşa özgü özel güç gelişimine izin vermez (90).



Şekil 2.9. Maksimum güç üretimi. McNeely ve Sandler (90)'dan alınmıştır.

2.2.1. Plyometrik mekanizma

Güçlü bir hareketten önce kasın gerilmesi doğal bir reaksiyondur. Bu eksantrik-konsantrik kombinasyon, gerilme-kısalma döngüsü olarak bilinmekte ve bu döngü, kasın duyu organları olarak ta bilinen golgi tendon organı ve kas içiğinin fonksiyonel olarak birbirleriyle çalışması sonucunda oluşur (90). Plyometrik aktiviteler esnasında, tendon, kas liflerini oluşturan ve çapraz köprüleri yapan aktin ve miyozini barındıran kasın elastik yapısını oluşturan bileşenler, kasın ön gerimi ve refleks uzaması için kasın hızlıca gerilmesinde rol oynayan proprioseprörlerin önemi bilinmelidir (2).

2.2.1.1. Kas kasılması

İnsanoğlu dış kuvvetlere ve etkilere karşı sürekli olarak kas kasılması ile karşı koyan bir canlıdır. Bu kasılmalar hem negatif (eksantrik) hem de pozitif (konsantrik) olabilir. Eksantrik kasılma anında kaslar gerilir ve uzarken (negatif iş), konsantrik kasılma anında ise kaslar gerilir ve kısalırlar (pozitif iş). Eksantrik kasılma esnasında, herhangi bir dışsal kuvvet, içsel kuvvete oranla, kasın daha fazla uzamasına izin verir. Bu tip kasılmalar, kaslara uygulanan hareketi frenlemeye imkan verir. Eksantrik kasılmalar, kaslarda izometrik kasılmalardan daha büyük bir gerime izin verir. Çünkü kasa uygulanan yükleme, kas boyunun uzaması neden olur ve buna negatif iş denir (pozitif iş, direnci yenebilmek için konsantrik kasılmaların kullanılmasıdır). Kas eksantrik olarak kasıldığında, boyu uzar ve aynı zamanda da kuvvet üretir. Temel olarak yerçekimine yöne doğru yapılan tüm hareketler eksantrik kasılmanın kontrolü altındadır (81).

Eksantrik kasılmaların sonucunda oluşan negatif iş esnasında, konsantrik kasılmaların oluşturduğu pozitif işe göre çok daha az enerji harcanır. İnsan vücudu konsantrik kasılmayla kıyaslandığında, eksantrik kasılma esnasında çok daha az motor ünite aktivasyonuna ve oksijen tüketimine ihtiyaç duymaktadır. Bu yüzden enerjinin üretimi ve kullanılması arasındaki farklı bir ilişki vardır. Eksantrik egzersizler konsantrik egzersizlere oranla, daha yüksek mekanik verimlilik sağlamaktadır (81).

Eksantrik hareketler orta şiddetten yüksek şiddete doğru uygulanırken, kaslar hızlı kasılan motor üniteleri, hızlı kasılan kas fibrillerini devreye sokarak çalıştırır. Bu motor üniteler daha yüksek ateşlenme frekansına ve daha geniş fibrillere sahiptir ve bu yüzden de diğer fibril tipleriyle kıyaslandıklarından, her motor ünite daha fazla kuvvet üretirler. Eksantrik kasılma anında kuvvet üretimi konsantrik kasılma esnasındakinden daha büyüktür çünkü vücut kasların sonlandığı noktalarda daha büyük gerim oluşturur. Kasların insersiyosunda bulunan tendonlar, konsantrik kasılmaya oranla, eksantrik kasılmada daha büyük yüklerle başa çıkabilirler. Kimyasal, mekaniksel ve nörolojik faktörler kasılan kasın sertliğini ve kuvvetini, konsantrik kasılma öncesinde eksantrik safhada kas boyunun uzaması ise; iskelet kaslarının daha fazla kuvvet ve güç üretme kapasitesini etkilemektedir (81).

2.2.1.2. Yükleme ve gerilme cevabı

Bir kasın ilk uzunluğu, bir uyarı sonrasında kasın kasılma büyüklüğünü etkiler. Bir kasa uygulanan kuvvet, yani yükleme esnasında stresin oluşmasına neden olur. Bu yükleme yapıldığı zaman, kastaki deformasyonun (şekil değişikliğinin) miktarı boyutuna göre değişir. Kasın iç sıvısı, gerilme-kısalma sırasında bu şekil değişikliğine direnir ve akışkanlık direnci ise viskozite olarak bilinir. Viskoziteden dolayı kaslar kuvvet uygulanmak istenilen yönün tersine doğru hareket etmek zorundadırlar (ön gerim). Kas dokusunun özelliğinden dolayı, gerilme cevabı olarak ta bilinen, daha büyük kassal gerilme oluşmasına imkan verir (81).

2.2.1.3. Elastikiyet ve kasılabilir parçalar

Kas elastikiyeti, gerilme-kısalma döngüsünün neden konsantrik kasılmadan daha fazla güç üretebildiğinin anlaşılmasında önemli bir faktördür (2). Kas kuvveti, bir kasın oluşturabildiği maksimum kuvvet veya gerilmedir. Bu kuvvet veya gerilme, bir kas grubunun bir dirence karşı oluşturabildiği maksimum efordur. Kuvvet ilişkin en önemli bileşen kasın elastikiyetidir. Kasın uzama ve gerilmesindeki artma yeteneği, iskelet kasının kasılabilir elementlerine bağlıdır. Elastikiyetin kapsamı, kas dokusunun kuvvetlere karşı koyma ve yükleme sonrasında tekrar eski şekline gelme yeteneğiyle direkt orantılıdır. Bu elastik özellikler plyometrik antrenmanda rol

oyunlar (81). Eksantrik kas kasılması sırasında viskoelastik doku elastik enerji depolar. Eğer depolanan enerji hemen kullanılırsa, bu enerji konsantrik kasılma evresinde kasın daha kuvvetli kasılmasına yardımcı olur (2, 8, 81, 90). Buna kauçuk bir lastiği örnek verebiliriz. Kauçuk lastiği gerdiğinizde o eski uzunluğuna geri dönme eğilimi gösterir (2). Bununla birlikte eğer kas gerilir ve çok uzun süre bu şekilde kalırsa, bu gerilme patlayıcı bir etki yaratmaz ve hatta aynı iş için daha fazla kas kuvvetine gereksinim duyulur (90). Plyometrik alıştırmalar, sinir-kas yapısını ya da kasın esnek ve kasılğan parçasına yüklenen konsantrik ve eksantrik eylemi geliştirir (2, 23). Kas lifinin esnek yapısı, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolamasını sağlar. Sonra bu enerji konsantrik kasılmada kinetik enerji olarak ortaya çıkar (2, 23, 59).

İskelet kası içinde bulunan myofilamentler, kas içindeki gerilimi aktive ederler. Bilindiği gibi eksantrik evrede depolanan elastik enerji konsantrik evrede kullanılmaktadır. Eğer amortisman safhası yavaş olursa, depolanan elastik enerji konsantrik evrede kullanılamaz ve bu durumlarda genellikle kas içi ısıyı artırır. Birçok araştırmacı gerimi sıklığının, gerim uzunluğundan ve büyüklüğünden çok daha önemli olduğunu düşünmektedir. Bu yüzden de ön gerim hareketinin uzun ve yavaş olmasından ziyade, çabuk olması için çalışılmalıdır (81).

2.2.1.4. Plyometrik sıçramanın bölümleri

2.2.1.4.1. Eksantrik kasılma evresi

Tüm plyometrik egzersizler, her zaman aynı özel sırayla meydana gelirler. Plyometrik hareketin birinci evresi eksantrik evre olarak sınıflandırılır ve aynı zamanda hızda azalma, karşı hareket veya şok evreleri olarak ta isimlendirilir (91). *Yere konma evresi*; kaslarda eksantrik kasılma başlar başlamaz yere konma evresi meydana gelmeye başlar. Hızlı bir eksantrik kasılma kasın elastik parçalarını gerer ve germe refleksini aktive eder. Yere konma sırasında yüksek düzeyde eksantrik kuvvete ihtiyaç duyulur. Yetersiz kuvvet düzeyi, gerilme oranının yavaşlaması ve kötü bir gerilme refleksi ile sonuçlanır (90, 91). 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 alıştırmalar ile özellikle kasaların kullanıldığı derinlik sıçramalarıyla elde edilebilir (2, 59).

2.2.1.4.2. Amortisman evresi

Sporcunun yerde geçirdiği zamandır ve plyometrik antrenmanın en önemli kısmını oluşturur. Bu evre dinamik dengeyi ve eksantrik evrenin sonu ile konsantrik evrenin başlaması arasında geçen zamanı kapsar (91). Yere konma ile sıçrama arasındaki geçen zaman güç gelişimi için çok kritik bir bölümdür (90). Mekanik olarak sıçrama bacağı yere indiğinde sporcu ağırlık merkezini yere yaklaştırmalıdır. Böylece aşağı doğru bir hız oluşur. Yere konma esnasında eklem bükülme anında gerçekleşen çökme derinliği bacakların kuvvetine bağlıdır. Ne kadar çok çökülürse, bacak kaslarının kasılması için gereken kuvvet o derece büyük olacaktır. Çökme mekanik bir zorunluluktur. Çünkü kasları gerilme konumuna sokarak daha fazla ivme kazandırılır ve bunun sonucunda sporcu yerden çok daha fazla yukarıya doğru sıçrar. Daha etkili olması için çökme derinliği bacakların kuvvetiyle orantılı olmalıdır. 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 ve dikey hızda azalmaya neden olur (12). Bundan dolayı amortisman evresi çok uzun olursa, gerilme refleksinin etkisi kaybolacak ve plyometrik egzersizin etkisi olmayacaktır (90, 91).

2.2.1.4.3. Konsantrik kasılma evresi

Sıçrama evresi konsantrik kasılmanın bir ürünüdür ve sıçramanın arkasından, elastik enerjinin depolandığı, yere konma evresi gelir (1, 90). Bu evrede oluşturulan kuvvet, dizin ekstansiyonu ve ayak bileğinin plantar fleksiyonu anında hızlı kasılmasıyla ve kolların kuvvetli bir biçimde savrulmasıyla oluşur (2, 23). 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. Yatay sıçramalar esnasında, dizi kuvvetli bir biçimde öne savurma yukarıya doğru bir itki yaratır ve savrulan kolla birlikte

sıçramaya kuvvet kazandırır. Yatay yönde uygulanan plyometrik alıştırmalarda, kol dinamik olarak öne; amaç dikey yönde yükseklik olduğunda da yukarıya doğru savrulur (12).

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 daha büyük konsantrik güç üretir (2, 12, 60).

2.2.2. Plyometrik çalışmaların sınıflandırılması

Plyometrik antrenman ile ilgili literatür incelendiğinde, plyometrik çalışmaların farklı şekilde sınıflandırıldığı görülmüştür.

2.2.2.1. Radcliffe ve Farentinos'un sınıflandırması

Plyometrik antrenman çoğu zaman sadece sıçrama antrenmanı olarak ifade edilmektedir. Sıçramanın birçok tanımı ve tipi, antrenmanın ve atletik performansın tanımlanmasında kullanılmaktadır (81).

2.2.2.1.1. Sıçramalar (*Jumps*)

Sıçrama, maksimum yükseklik veya kalçaları yukarıya doğru yükseltilmesi olarak akla gelir ancak kesinlikle yatay mesafe vurgulanmaz. Sıçrama aktivitelerindeki ayakların durumu da önemlidir ve sporcular genellikle çift bacakla sıçrar ve konarlar. Atletizm literatürü herhangi bir sıçramadan sonra (yüksek atlama hariç) çift ayakla yere konmadan sıklıkla bahseder. Sıçramalara başlama duruşu ve sıçramaya başlama sıçrama yüksekliğini önemli derecede etkiler.

Pasif sıçrama (squat jump); Eğer sıçrama öncesinde ilgili kaslarda herhangi bir ön gerim oluşmamışsa, bu sıçramaya pasif sıçrama denir. Pasif sıçrama esnasında ayak bileği, diz ve kalça belirli bir açıda statik olarak fleksiyon yapar.

Aktif sıçrama (countermovement jump); Eğer sıçrama öncesinde ilgili kaslarda ön gerim oluşmuşsa, bu sıçramaya aktif sıçrama denir. Sıçrama öncesinde

ayak bileği, diz ve kalça ekleminde önce fleksiyon yapılır ve daha sonra da ilgili eklemler uzatılarak dikey sıçrama aktivitesi meydana getirilir.

Derinlik sıçraması (depth jump); Belirli bir yükseklikten aşağıya dūřıldükten sonra dikey sıçrama aktivitesine derinlik sıçraması denir. Sporcu yerle kontak kurduğu anda eklemlerde fleksiyon oluşur, yere karşıt kuvvet uygulanır. Fleksiyon aktivitenin arkasından ilgili eklemlerde ekstansiyon oluşarak sporcu yerden yukarıya veya ileriye doğru sıçrar.

Patlayıcı güç antrenmanlarında sıçramaların uygulanması açısından daha ayırt edici bir sınıflama yapmak mümkündür.

Yerinde sıçramalar (In-place jumps); Sıçrama ve yere konma aktiviteleri sırasında yatayda mesafe kat edilmeyen sıçramalardır. Bu sıçramalarda vücut sadece dikey düzlemde hareket eder. Yerinde sıçrama çalışmaları genellikle sıçrama antrenmanlarının başında veya sıçrama antrenmanlarının üst düzey sporcular için düşük şiddetli ve orta yoğunlukta çalışmalar olarak ta kullanır.

Uzun sıçramalar (Long Jumps); Atletizm terminolojisinde bazı sıçrama hareketleri yatay düzlemde mesafe kat etmeye olanak sağlar. Bu uzun sıçramalar, düşük şiddetli ve yüksek kapsamlı sıçrama ve yere konma aktiviteler olarak tanımlanır ve genellikle bu sıçramalarda yerle kontak sayısı yerine, kat edilen mesafe kayıt edilir. Bazı antrenörler tarafından bu kat edilen mesafe 30 m-100 m arası olarak ifade edilir.

Orta-dayanıklılıkta sıçramalar (Meso-endurance Jumps); Bu sıçrama terimi de Atletizm antrenörleri tarafından sıklıkla kullanılan bir sıçrama çeşididir. Bu sıçrama eşitleri de düşük şiddetli ve yüksek kapsamlı sıçrama ve yere konma aktiviteleri olarak tanımlanır ve genellikle bu sıçramalarda yerle kontak sayısı yerine, kat edilen mesafe kayıt edilir. Antrenörler bu sıçrama çeşidini geniş yatay mesafeler kat edilen (40 m – 80 m), düşük çarpışma etkili, basit zıplamalar, galoplar ve kombine egzersizler olarak tanımlar.

Orta-güçlükte sıçramalar (Meso-power Jumps); Bu terimde Atletizm terminolojisinden gelmiştir. Bu sıçrama eşitleri, yüksek şiddetli ve düşük kapsamlı sıçrama ve yere konma aktiviteleri olarak tanımlanır. Bu sıçrama aktiviteleri, tek bacakla veya peş peşe farklı bacakla sıçramaları veya kutu sıçramalarını içerir.

Kısa süreli sıçramalar (Short-end Jumps); Kısa süreli sıçramaları en yüksek şiddetli ve düşük kapsamlı sıçrama ve yere konma aktivitesi olarak tanımlanır. Bu egzersizler, yüksek derecede kompleks ve yüksek yerçekimi kuvveti karşı yapılan engel sıçramaları, durarak üç adım atlamalar ve derinlik sıçramalarıdır (81).

2.2.2.1.2. Zıplamalar (Bounds)

Maksimum yatay mesafe kat etmek için zıplamalar çok önemli sıçrama aktiviteleridir ve bu çalışmalarda başarılı olmak büyük ölçüde uzun boylu olmak ile doğru orantılıdır. Sporcular bu aktiviteleri çift bacakla veya birbiri ardına izleyen adımlarla yapabilirler.

Atletizm terminolojisinde, bir bacak ile sıçradıktan sonra diğer bacağın üzerine düşme hareketidir. Bu çalışmalar çoğunlukla ileri düzey sıçrama aktivitelerinde yapılır, bununla birlikte sıçrama antrenmanlarına yeni başlayanlar için, yatay düzlemde kalçanın öne doğru hareket ettirildiği bu çalışmalarda, çift bacak ile sıçrama ve konma hareketleri eklemlerde çok daha az strese ve yüksek sıçrama tekniğine neden olacaktır (81).

2.2.2.1.3. Sekmeler (Hops)

Sekmelerin öncelikli önemi, sıçrama esnasında bacakların döngüsel hareketlerini maksimal oranda yüksekliğini ve mesafesini arttırmaktır. Sıçrama antrenmanlarının başında, sıçramalar esnasında yatay mesafe artışı ikincil önem taşırken, kalçanın öne doğru fırlatılması ile birlikte uygun döngüsel bacak aksiyonu çok daha önemlidir. Antrenmanın daha sonralarında ise; daha özel hedefleri başarmak için sıçramanın dikey yönleri daha önemli hale gelmektedir (Atletizmde 3 adım uzun atlama yarışmasındaki ilk adım). Atletizm terminolojisinde, sekmeler aynı bacak ile sıçrama ve konma aktiviteleri olarak tanımlanır (81).

2.2.2.1.4. Tek-eforlu sıçramalar (Leaps)

Tek eforlu sıçramalardaki önemli kısım sıçramanın maksimum yükseklik ve maksimum yatay mesafeyi kat etmeyi amaçlayarak yapılmasıdır. Sporcular tek-eforlu sıçramayı tek veya çift ayakla yapabilirler. Tek-eforlu sıçramaların (*leaps*)

tanımı sıçrama (*jump*) ve zıplama (*bound*) ile benzerlik göstermektedir ancak tek-eforlu sıçramalar genellikle sıçramalar ve zıplamaların aksine tek-tekrarlı alıştırmalarda kullanılır (81).

2.2.2.1.5. Sıçramalı koşular (*Skipping*)

Sporcular sıçramalı koşuyu veya yürümeyi önce sağ ayakla hafif sektikten sonra tekrar sağ ayağının üzerine düşer, sonra sol ayağıyla hafif sektikten sonra tekrar sol ayağının üzerine düşer. Bu aktiviteler esnasında sıçrama yüksekliği ve mesafesi önemlidir. Bu sıçrama aktivitelerini öne, geriye ve yanlara yapılarak çeşitlendirilebilir (81).

2.2.2.1.6. Sekerek sıçramalar (*Ricochets*)

Sekerek sıçramalar, sadece bacakların ve ayakların çok hızlı oranda hareketidir. Hareket sırasında minimize edilmiş sıçrama yüksekliği ve yatay mesafe, yapılan hareketin uygulama hızının artırılmasında olanak verir (81).

2.2.2.2. McNeely ve Sandler'in sınıflandırması

Plyometrik çalışmalar tek cevaplı ve çok cevaplı alıştırmalar olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Her iki kategorisinde de çeşitli yoğunluklarda sıçrama ve atma alıştırmaları mevcuttur (90).

2.2.2.2.1. Tek cevaplı atmalar ve sıçramalar

Tek cevaplı atmalar ve sıçramalar bir kere yapılan patlayıcı aktiviteleri içermektedir. Sportif müsabakalarda maksimal efor ve maksimal güçle bir kez yapılan aktiviteler oldukça önemlidir. Tek cevaplı aktivitelerinden sonra dinlenme verilmelidir. Tek cevaplı sıçramalarda, sporcu yerle kontak kurduktan sonra yapacağı bir sonraki sıçrama aktivitesine için pozisyonunu alır ve o alıştırmaya odaklanır. Tekli sıçrama alıştırmaları normalde kısa süreli setlerde kullanılır, bunun nedeni ise; yorgunluğun oluşmasını engellerken, sürat ve güç parametrelerinin korunmasıdır.

Yerinde sıçramalara plyometrik alıştırmaların en basit formudur. Bu çalışma için çok az ekipmana ihtiyaç vardır ve sıçrama antrenmanlarına yeni başlayanların,

bir engel üzerine veya bir engel üzerinden sıçrama tekniklerini geliştirmek için kullanılır. Yerinden sıçrama alıştırmaları sporcular tarafından tek ayakla veya çift ayakla yapılabilir.

Durarak sıçramalar, hem yatay hem de dikey düzlemde maksimal eforla yapılan sıçramalardır. Bu egzersizler tek tekrarlı maksimal şiddette yapılan aktiviteler olmakla birlikte birkaç tekrarlı olarak ta yapılabilir. Durarak sıçramalar büyük sıklıkla, engellerin üzerinden, kutuların üzerinden veya üzerine yapılan sıçrama aktiviteleridir. Kutu sıçramaları çeşitli yüksekliklerdeki kutularda yapılan ve kutuların üzerine veya üzerinden tek ayakla veya çift ayakla yapılan sıçramalardır. Kutu sıçramaları temel plyometrik egzersizlerden olup hemen hemen her antrenman programında olmalıdır. Engel sıçramaları ise engeller üzerinden tek ayakla veya çift ayakla yapılan sıçramalardır.

Derinlik sıçramaları belirli bir yükseklikten aşağıya düştükten veya atladıktan hemen sonra yukarıya doğru sıçrama çalışmalarıdır. Kutu yüksekliği, derinlik sıçramaları çalışmalarında düşünülmesi gereken en önemli noktadır. Eğer kutu yüksekliği çok alçak olursa, kaslara aşırı yükleme etkisi olmayacak ve sıçrama gelişimi minimal düzeyde olacaktır. Diğer taraftan eğer derinlik sıçramalarında kullanılan kutu yüksekliği çok yüksek olursa, aktiviteyi yapacak sporcu yerle kontak esnasında absorbe etmesi gereken kuvvet daha fazla olacak ve eksantrik safha da depolanan elastik enerjiyi kaybedecektir. Bu yüzden de derinlik sıçramalarında kutu yüksekliği seğimini son derece önemli kılmaktadır. Kutu yüksekliğinin belirlenmesi basit bir testle mümkündür.

Derinlik sıçramalarında kutu yüksekliğinin belirlenmesi için sporcu öncelikle maksimal dikey sıçrama yapar ve ulaştığı yükseklik kayıt edilir. Kısa bir dinlenme sonrasında, sporcu 30 cm'lik kutudan derinlik sıçraması yapar ve maksimal dikey sıçrama testinde ulaştığı aynı yüksekliğe ulaşmaya çalışır. Sporcu daha sonra aşamalı olarak 30 cm kutu yüksekliğinden 15 cm daha yüksekten derinlik sıçraması yapar ve maksimal dikey sıçrama yüksekliğine ulaşmaya çalışır. Maksimal dikey sıçrama esnasında ulaştığı yüksekliğe, hangi kutu yüksekliğinde ulaşılmışsa, derinlik sıçraması için o yükseklik kullanılmalıdır. Eğer sporcu 30 cm'lik kutu yüksekliğinden derinlik sıçraması yapıp, maksimal dikey sıçrama testinde ulaştığı yüksekliğe ulaşamazsa, sporcu derinlik sıçraması için yeterli kuvvet düzeyine sahip

olmadığı anlaşılır ve bu sporcu için antrenör kuvvet antrenmanına ve daha düşük şiddetli plyometrik alıştırmalara yoğunlaşmalıdır.

Tek cevaplı atma aktiviteleri ayakta, oturur veya yatar pozisyondayken yapılabilir. Bu aktiviteler sağlık topunu veya herhangi bir ağırlığı maksimum yüksekliğe veya maksimum uzaklığa bir tekrar ile atma çalışmalarıdır (90).

2.2.2.2.2. Çok cevaplı atmalar ve sıçramalar

Çok cevaplı sıçramalar, yerinde sıçramalar ve durarak sıçramalar yardımıyla beceri gelişimi için kullanılır. Bu egzersizler tek veya çift bacakla yatay mesafede yapılan sıçramaları, engeller üzerinden veya aşamalı olarak yükselen kutu sıçramalarını içerir. Çok cevaplı sıçramalar genellikle vücudun yön değişikliğini içeren çalışmalardır.

Zıplamalar (*Bounds*) çok cevaplı sıçramalardır ve maksimum mesafeyi kat etmek için kullanılır. Zıplamalar peş peşe abartılı olarak atılmış sürat koşusu adımları ile yapılmasıyla birlikte aynı zamanda çift bacakla da yapılabilir.

Tek ayakla sekmeler (*hops*) hunilerin üzerinden veya herhangi bir nesnenin üzerinden yapılan sıçramalardır. Tek ayakla sıçramanın amacı belirli bir zaman dilimi içerisinde mümkün olduğunca fazla sıçrama aktivitesi yapmaktır. Tek ayakla sıçrama aktivitesi, aynı ayakla sıçrama ve aynı ayakla konma aktivitesidir. Tek ayakla sıçrama çalışmaları göreceli olarak düşük şiddetteki plyometrik aktivitelerdir ve hem yeni başlayanlar hem de üst düzey sporcular kullanabilir.

Çok cevaplı atmalar topu arkaya doğru atmayı veya önde bulanana çalışma arkadaşına atma aktivitelerini içerir. Bu çalışmalarda ki amaç topu yakalamak ve atmaktır. Bu çalışmalarda hedef en kısa zaman diliminde belirli bir sayıda atış yapmak ya da belirli bir zaman diliminde en fazla atış yapmaktır.

Plyometrik çalışmalar spora özgü gücü geliştiren en etkili yoldur. Yüksek şiddetli egzersiz formları iyi bir kuvvet, vücut kontrolü, denge ve teknikten sonra kullanılmalıdır (90).

2.2.2.3. Chu'nun sınıflandırması

2.2.2.3.1. 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 alıştırmalar özellikle yukarıya doğru sıçramalar gerekli olan kısa sarsıntı emme evresini (amortisman) geliştirmeyi sağlar. Bu sıçramalar bazı yazarlar tarafından nokta üzerinde sıçramalar diye de adlandırılırlar (2).

2.2.2.3.2. 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 (2).

2.2.2.3.3. Çoklu sekmeler 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 (2).

2.2.2.3.4. Zıplamalar (*Boundings*)

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 (2).

2.2.2.3.5. Kutu alıştırması (Box drills)

Kutu alıştırması çoklu sıçramalar ve atlamalar ile derinlik sıçramaların kombine bir şekilde uygulandığı bir alıştırma şeklidir. Bu alıştırma kasaların yüksekliğine bağlı olarak, çok düşük şiddetli veya çok aşırı şiddetli olabilir. Bu alıştırması başarılı bir şekilde yapabilmek için yatay ve dikey bileşenleri birleştirmek gerekmektedir (2).

2.2.2.3.6. 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 (2).

Derinlik sıçramalarında yüksekliğin belirlenmesi için 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 olmadığının bir göstergesi olur (2).

Literatürde farklı sınıflamalara da rastlanmaktadır. Debnam (30) plyometrik çalışmaları yerinden sıçramalar, kısa cevaplı sıçramalar (10 tekrardan az), uzun cevaplı sıçramalar (10 tekrardan fazla) ve üst vücuda ait plyometrik çalışmalar olarak dörde ayırır. Cormie ve ark. (92) ise plyometrik çalışmaları, kısa süreli gerilme-kısalma döngülü hareketler (yerle kontak veya uygulama süresi 100-250 ms içerisinde gerçekleşen sürat koşusu, uzun ve yüksek atlama) ve uzun süreli gerilme-kısalma döngülü hareketler (yerle kontak veya uygulama süresi 250 ms'den daha fazla zaman içerisinde gerçekleşen aktif sıçrama veya atmalar) olarak iki ayrı kategoride sınıflamıştır.

2.2.3. Plyometrik antrenmanın tasarımı

Plyometrik antrenmanlar sporcuların fiziksel performansları artıracak büyüklü veya sihirli egzersizlere sahip değildir. Bununla birlikte mantıklı bir şekilde tasarlanırsa, eşsiz değer antrenman formları olabilirler (89). Plyometrik antrenmanlar uygun bir şekilde tasarlanmazsa, sakatlık için büyük bir risk taşımaktadır. Çünkü plyometrik alıştırmaların uygulanması esnasında kas-iskelet sistemine büyük bir kuvvet uygulanır. Özellikle de derinlik sıçramalarındaki kasa yüksekliğinin 46 cm den daha yüksek olan çalışmalarda hissedilen karşıt kuvvet çok daha fazla olmaktadır (23). Ancak plyometrik antrenmanlar uygun yükleme yapıldığında, aşamalı olarak egzersizin şiddeti arttırıldığında ve egzersizler sonra uygun dinlenme aralıkları verildiği takdirde sakatlık riskini azaltılmaktadır (89, 90). Plyometrik antrenman tasarlanırken dikkat edilmesi gereken birçok değişken vardır.

2.2.3.1. Plyometrik egzersizin şiddeti

Plyometrik çalışmaların tasarlanması sırasında en önemli değişken antrenmanın şiddetidir. Kas performansındaki artış, antrenman sırasında uygulanan çalışmaların şiddetinden etkilenmektedir (89). Plyometrik antrenmanda yapılan tüm tekrarlar maksimum hız ve patlayıcı bir şekilde uygulanmalıdır (89, 90). Eğer uygulanmazsa hareketin gerilme-kısalma cevabı ve plyometrik etkisi yok olur (90). Ancak hareketin hızı ne olursa olsun, her zaman antrenman sırasındaki tekrar miktarından ziyade uygulanan hareketlerin kalitesine odaklanılmalıdır çünkü teknik ve hareketin hızı 10 tekrardan sonra bozulmaya başlamaktadır (89).

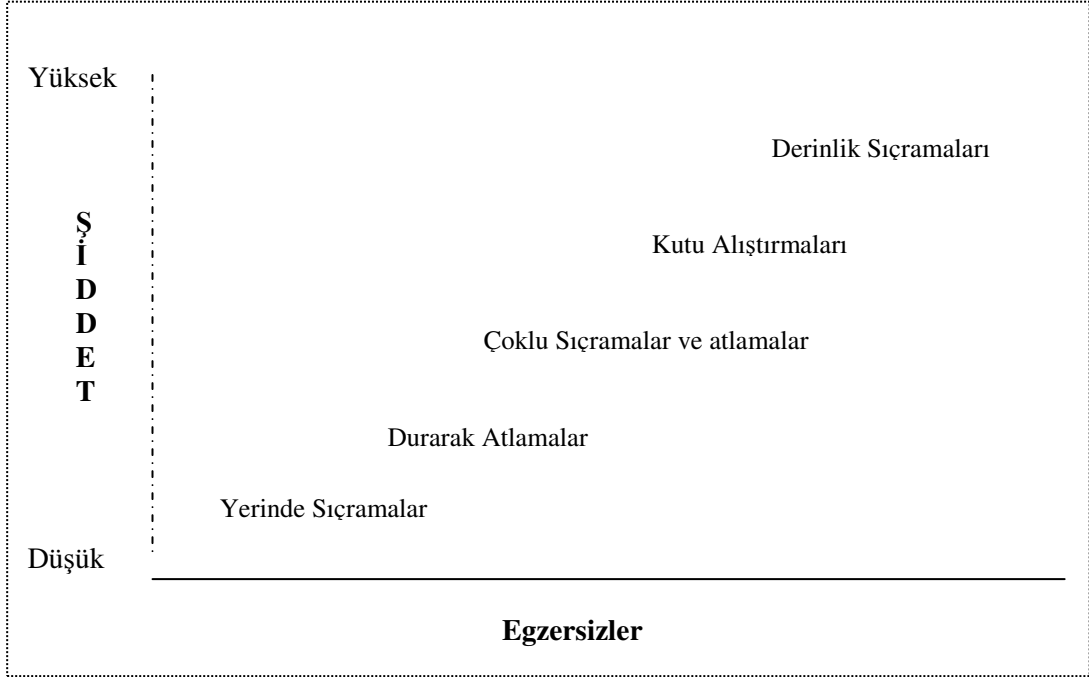
Plyometrik çalışmalarda, uygulanan egzersizin şiddeti, egzersizin tipine göre kontrol edilir (Tablo 2.1) (90). Çünkü birçok plyometrik alıştırmayı, sporcu kendi vücut ağırlığını kullanarak yapar ve bu yüzden de alıştırmaların kompleks olup-olmaması alıştırmaların şiddetini belirler (2, 23). Bilindiği gibi yüzlerce plyometrik hareket var ve plyometrik çalışmaların sınıflandırılmış olması hangi çalışmalarını öncelikli olarak yapmamız hakkında karar vermemize yardımcı olur. Plyometrik alıştırmaların şiddet düzeyi, yapılan esas hareket öncesinde oluşan ilk gerim veya karşıt hareket (*countermovement*) ile belirlenir (90).

Tablo 2.1. Çeşitli plyometrik alıştırmaların ve egzersizlerin relatif şiddetleri. McNeely ve Sandler (90)'dan alınmıştır.

Alıştırma Çeşidi	Şiddet	Örnekler
Sekmeler	Düşük	İp atlama, Ayak bileğiyle hafif sekmeler, sekizgen üzerinde sekmeler, öne doğru hafif sekmeler
Çift kolla veya bacakla, tek eforlu sıçramalar veya atmalar	Düşük-Orta	Dikey sıçrama, durarak uzun atlama, kutu sıçraması, turna sıçraması, dizleri yukarı doğru çekerek sıçrama, baş üstü atışlar, sağlık topuyla göğüs pas
Tüm vücutla tek eforlu atmalar	Orta	Sağlık topuyla dikey sıçrama ve atma, sağlık topunu geriye doğru atma, sağlık topuyla uzun atlama ve atma, gülle atma, dönerek atışlar
Çift kolla veya bacakla, çok eforlu sıçramalar veya atmalar	Orta-Yüksek	Çoklu uzun atlamalar, tekrarlı dikey sıçramalar, kutu sıçramaları, hızlı kutu sıçramaları
Tek kolla veya bacakla, tek eforlu sıçramalar veya atmalar	Yüksek	Tek bacakla dikey sıçrama, tek bacakla uzun atlama, tek elle göğüs pas
Tek kolla veya bacakla, çok eforlu sıçramalar veya atmalar	Çok Yüksek	Tekrarlı tek bacakla uzun atlamalar, tek bacakla bir şekil üzerinde sıçramalar

Plyometrik antrenmanın şiddeti, yere konma ve hareketi uygulama zorluğunun derecesiyle de belirlenir (90). Plyometrik alıştırmalara başlarken, düşük stres yaratabilecek olan sıçramalı koşularla (*skipping*) başlanır daha sonra ise alternatif çift ayakla sıçramalar yapılır (2). Hafif sekmeler ve öne doğru hamle yapılan hareketler düşük şiddetli aktiviteler olarak sınıflandırılabilir çünkü bu hareketler esnasında çok az *countermovement* hareket yapılır veya çok az ön gerime ihtiyaç duyulur ve yere konma sırasında karşılaşılan kuvvette çok azdır (90). Dikey sıçrama çalışmaları orta şiddetli aktivitelerdir (90) ve çift ayak bileğiyle yapılan sıçramadan başlayarak orta şiddetli dizleri yukarıya doğru kaldırarak yapılan sıçramalara geçilmelidir (23). Kutuların üzerine sıçramak, sonra yere atlamak ve tekrardan kutunun üzerine atlamak yüksek şiddetli aktiviteler olarak düşünülebilir (90).

Plyometrik egzersizinin şiddeti arttırılmak isteniyorsa; az miktarda ek ağırlık almak (2, 23), derinlik sıçraması için sıçrama platformunu yükseltmek veya yatayda yapılan sıçramalarda sıçrama mesafesini veya süresini arttırmak egzersizin şiddetini arttıracaktır (2, 90). Aşağıda Şekil 2.11'de Chu (2) ait plyometrik antrenmanlarda kullanılan egzersizlerin şiddet ölçüleri verilmiştir.



Şekil 2.10. Plyometrik antrenman egzersizleri için şiddet skalası. Chu (2)'dan alınmıştır.

2.2.3.2. Plyometrik antrenmanın kapsamı

Kapsam bir antrenman oturumunda ya da döngüsünde uygulanan toplam iş miktarıdır (2). Plyometrik antrenmanlarda ise kapsam sıklıkla ayakların yerle kontak yapma sayısı ölçülerek hesaplanmaktadır (2, 90). Sporcunun yerle kontak sayısını artırması antrenmanın kapsamını arttıracaktır. Antrenmanın kapsamı her zaman antrenmanın şiddeti ile ters orantılıdır (91). Örneğin; durarak üç adım atlama üç ayrı bölümü kapsar ve ayağın üç kez yerle kontak kurması sonucunda toplam 3 kez sıçranmış olunur. Plyometrik çalışmalara düşük şiddetli yerinde sıçramalar ile başlanmalı ve sporcu plyometrik egzersizlere adapte olduktan sonra da şiddeti yüksek egzersizlere geçilmelidir (2, 30). Bir plyometrik antrenmanı hazırlarken farklı şiddetlerdeki sıçramaları kullanmak tavsiye edilir. Tablo 2.1'de başlangıç, orta düzey ve ileri düzey egzersizler verilmiştir (2).

Zıplama 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 (2).

Tablo 2.2. Plyometrik antrenman için sezonlara göre sıçrama sayısı. Chu (2)'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

Özellikle genç veya acemi atletler bir antrenman periyodun da 40 sıçrama ile plyometrik antrenmanlara başlamalıdır (30). Seviyelere göre bir antrenmanda toplam yerle kontak sayısı ile ilgili bilgiler Tablo 2.3'de verilmiştir. Bu tablo her hareketin %100 eforla yapıldığını varsaymıştır. Plyometrik egzersizler %100 şiddetten daha aşağıda yapılırsa hızlı elastik kuvvet üretiminden yararlanamayacaktır. Bununla birlikte, yeni öğrenilen plyometrik egzersizler sırasında tekniğin doğru uygulanması ve sporcunun kendisini rahat hissetmesi açısından hareketler %70-%80 şiddette yapılmalıdır (90).

Tablo 2.3. Plyometrik antrenman için seviyelere göre sıçrama sayısı. McNeely ve Sandler (90)'dan alınmıştır.

Seviye	Düşük Şiddet	Orta Şiddet	Yüksek Şiddet
Başlangıç	80	60	40
Orta	100	80	60
İleri	140	120	100

Clark ve ark. (91)'nın belirttiğine göre Potach ve Chu'nun bir antrenman periyodunda önerdiği antrenmanın kapsamı şöyledir; düşük şiddetli antrenmanda 400 kontak, orta şiddetli antrenmanda 350 kontak, yüksek şiddetli antrenmanda 300 kontak ve çok yüksek şiddetli antrenmanda ise 200 kontak.

2.2.3.3. Plyometrik antrenmanın sıklığı

Antrenmanın sıklığı, belirli bir antrenman türünün bir haftada ne kadar uygulandığıdır (89). Yükleme sıklığında, organizmanın antrenmanı takiben, kendisini tekrar yenileyip, bir sonraki yükleme için hazır duruma gelmesi ilkeleri yatar (2). Düşük şiddetli plyometrik alıştırmalar yüksek şiddetli plyometrik

alıştırmalardan çok daha sıklıkla uygulanabilir. İki plyometrik antrenman arasındaki dinlenme süresi kesinlikle hafife alınmamalıdır. Burada en önemli nokta antrenmana adaptasyon, antrenman sırasında değil dinlenme sırasında meydana gelir (89). 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 (2, 59)

Birçok antrenörün deneyimlerine ve yazdıklarına göre yoğun bir antrenmandan sonra tam dinlenme için 48-72 saat aralığında dinlenmek gerekir (2). McNeely ve Sandler (90) hız yön değiştirme gereken sporlara ilişkin özel antrenmanlar olmadıkça plyometrik antrenmanların haftada 2 den fazla uygulanmaması gerektiğini bildirmiştir. Chu ve ark. (89) ise çocukların ve ergenlik döneminde olan gençlerin yetişkinlere oranla daha fazla toparlanma zamanında ihtiyaç duyabileceğini belirtmiş ve haftada birbiri ardına olmayan 2 günde yapılan plyometrik çalışmaların yeterli olacağını söylemiştir.

Literatürde plyometrik antrenmanın sıklığı ile ilgili değişik metotlar vardır. Bazı antrenörler hazırlık döneminde antrenmanları pazartesi ve perşembe günü yapmayı tercih ederler. Tablo 2.4'de görüldüğü gibi bazı antrenörler, alt ekstremite antrenmanları için 48-72 saatlik dinlenme aralıkları kullanmıştır. Plyometrik antrenmanlarla birlikte koşu ve ağırlık antrenmanlarını aynı antrenman döngüsünde kullanılması, başarı bir plyometrik antrenmanın geliştirilmesi ve devam ettirilebilmesi için gereklidir. Plyometriğin stresli doğası ve yapılan işin kalitesinin öneminden dolayı plyometrik egzersizler diğer egzersiz programlarından önce uygulanmalıdır. Plyometrik egzersizler ağırlık antrenmanının içine dahil edilebilir ki buna kompleks antrenmanlar denir (2).

Tablo 2.4. Geçiş evresi ve sezon öncesinden plyometrik antrenman sıklığı ile ilgili örnekler. Chu (2)'dan alınmıştır.

Günler	Program 1	Program 2	Program 3
Pazartesi	Ağırlık Antrenmanı	Plyometrik (Alt Ekstremiteler)	Plyometrik (Alt Ekstremiteler)
Salı	Plyometrik (Alt Ekstremiteler)	Ağırlık Antrenmanı	Plyometrik (Üst Ekstremiteler)
Çarşamba	Ağırlık Antrenmanı	Plyometrik (Üst Ekstremiteler)	Koşu Antrenmanı
Perşembe	Plyometrik (Alt Ekstremiteler)	Ağırlık Antrenmanı	Plyometrik (Alt Ekstremiteler)
Cuma	Ağırlık Antrenmanı	Plyometrik (Alt Ekstremiteler)	Dinlenme

2.2.3.4. Plyometrik antrenmanda dinlenme

Egzersizler ve setler arasındaki dinlenme periyodunun uzunluğu çok önemlidir ancak sıklıkla gözden kaçırılan antrenman değişkenlerinden bir tanesidir (89). Dinlenme plyometrik antrenmanın, kas dayanıklılığını veya gücü geliştirilmesindeki anahtar değişkendir (2, 90). Genellikle dinlenme periyodunun uzunluğu enerji yenilenmesini ve egzersize adaptasyonunu etkiler. Plyometrik egzersizleri uygularken, maksimal kas performansı için daha uzun dinlenme periyoduna ihtiyaç duyulmaktadır. Yetişkin sporcuların yaptıkları plyometrik antrenmanlarda 2-3 dakikalık uzun dinlenme aralıkları kullanılır ve bu sporculara her egzersizdeki tekrarları maksimal şiddette yapmalarına olanak tanır. Birçok antrenörün gözlemlerine göre, çoğu bayan ve erkek çocuklarda hatta elit genç sporcularda 1-2 dakikadan fazla süren dinlenme aralıklarının, bu yaşlardaki sporcuların sıkılmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı çocuk veya genç sporcuların yaptıkları plyometrik antrenmanlarda, dikkatlerinin dağılmaması için setler arasında daha az dinlenme verilmelidir. Eğer 2.ci sette sporcuların tekniklerinde bozulma başlarsa setler arasındaki dinlenme süresi uzatılabilir (89).

Dinlenme periyodunun miktarı genellikle setler veya egzersizler arasında 0-7 dakikadır ve bu da çalışma süresine ve kullanılan alıştırmaların tipine bağlıdır (90). 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 (2, 59). Çünkü plyometrik antrenman anaerobik bir aktivitedir. Kısa toparlanma süreleri (10 sn ile 15 sn) maksimum toparlanmak için yeterli bir süre değildir (2).

Setler arasındaki dinlenme periyodu, çalışma periyodu çok kısa olmadıkça, 2 dk dan az olmalıdır. Kısa dinlenme periyodu yapılan toplam çalışma miktarını ve böylece antrenman programının etkinliğini azaltacaktır. Ayrıca kısa dinlenme periyodu ATP-CP enerji sisteminin tam toparlanmasına veya laktik asidin uzaklaştırılması için gereken zamana izin vermez. 8 tekrardan daha az olan plyometrik alıştırmalarda ATP-CP enerjisi sistemi daha baskın bir şekilde kullanılır. ATP-CP enerji sisteminde kullanılan fosfojenler çok sınırlı miktardır ve acil kullanım için hazır beklemekte ve 5-15 sn'lik aktivitelerde enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Tüm depolanmış enerji kullanıldığında, fosfojenlerin tekrar depolanması için vücudun yaklaşık 3 dakikaya ihtiyacı vardır. Eğer fosfojen depolarının tam olarak dolmasından önce tekrar plyometrik egzersizlere başlanırsa, kaslar laktik asit enerji sistemini kullanmak zorunda kalacaktır. Bunun sonucunda da vücutta laktik asit oluşumu meydana gelecektir. Laktik asit kaslarda yanma hissine neden olur. Laktik asit sporcunun kendisini yorgun ve ağırlaşmış hissetmesine neden olur. Organizmada laktik asidin birikmesi yapılan işin kalitesini ve miktarını engelleyecek ve bunun sonucunda da sporcularda daha az güç gelişimi sağlanacaktır. Eğer setler arasında yeterli dinlenme verilmediği zaman laktik asit sadece kas içinde birikmeyecek, aynı zamanda da kan içinde de birikecektir. Kan içinde biriken laktik asit, tüm vücuda taşınacak ve diğer kasların performansını negatif olarak etkileyecektir (90).

2.2.3.5. Plyometrik antrenmanda egzersizlerin seçimi

Kas fonksiyonunu ve performansını arttırmak için sınırsız sayıda plyometrik egzersiz kullanılabilir. Patlayıcı hareket içeren sıçrama, sekme, sıçramalı koşu, atma veya sürat koşularının tamamı plyometrik egzersiz olarak düşünülebilir. Seçilen plyometrik egzersizler özellikle sporcuların bireysel fiziksel düzeylerine ve

antrenmanın hedeflerine uygun olarak düşük şiddetli (çift bacakla sekmeler), orta şiddetli (yanlara doğru hunilerin üzerinden sekmeler) ve yüksek şiddetli (derinlik sıçraması) plyometrik egzersizlerden seçilmelidir (89). Birçok antrenörler sporcularının fiziksel ve fizyolojik parametrelerini geliştirirken çoğunlukla hem genel hem de özel antrenmanlar yapmaktadırlar. Bu yüzden de plyometrik egzersizler hem genel fiziksel performansı geliştirmek için hem de özel bir beceriye geliştirmek için özenle seçilirler.

2.2.3.5.1. Özel antrenman

Antrenmanın özelleşme ilkesi sportif performans açısından son derece önemlidir. Belirli bir enerji sistemini, özel bir hareketi veya herhangi bir hareketinin hızını geliştirmek için uygulanan belirli bir tip yükleme yöntemiyle sinir-kas yapısını ve metabolik adaptasyonun sağlanmasıdır (81, 90). En basit terimle özelleşmenin anlamı, spora özgü özel hareketlerinin, antrenman esnasında tamamının veya bir parçasının yapılarak antrene edilmesidir. Özelleşme ilkesinin ana teması, antrenmanda yapılan hareketlerin ve arttırılan fiziksel performansın, müsabaka ortamına taşınmasıdır. Örnek olarak eğer göğüs pres hareketinde kaldırdığınız ağırlık %100 arttı ancak yaptığınız spordaki beceriniz ise sadece %2 arttı, bu da sizin antrenmanı sadece %2 oranında transfer edebildiğinizi gösterir. Antrenmanın özelleşme ilkesini savunanlar, sportif müsabakalarda uygulanan hareketlere yakın hareketlerin antrenmanlarda çalışılmasının, antrenmanda yapılan hareketlerin transferini daha büyük oranda etkilediğine inanmaktadır. Örnek olarak; tenis oynayan bir sporcu ilk defa *squash* oynadığında diğer spor dalıyla uğraşanlara oranla daha başarılı olur. Bunun nedeni tenis ve *squash*'ta sporcuların benzer hareketleri yapması ve tenis oynayan sporcunun yüksek düzeyde antrenman transferi mevcuttur (90).

Antrenmanda özel bir kas grubuna yapılan kuvvet antrenmanı, ilgili kas grubunun özel kuvvet adaptasyonuna neden olur. Örnek olarak; dayanıklılık parametresini etkili bir şekilde arttırmak isteniyorsa, dayanıklılık antrenmanları yapılmalıdır. Özel antrenman özel adaptasyonlara neden olur. Eğer daha uzağa veya daha ileriye sıçramak istiyorsanız, antrenman programındaki egzersizleri sıçrama egzersizleri olarak yapılandırmanız (81).

Plyometrik antrenman açısından özelleşme ilkesi, antrenörler tarafından sporcuların müsabaka esnasında kullandıkları hareketlerin tamamını ya da bir kısmını antrenmanlarda taklit etmesini sağlayacak alıştırmalar ve egzersizlerin hazırlanmasıyla kullanılır. Örneğin; bir voleybol oyuncu blok yaparken genellikle ellerini savurarak dikey sıçrama yerine, elleri yukarda durarak dikey sıçrama yapar. Aynı zamanda, bir voleybol oyuncusu için durarak dikey sıçrama alıştırmalarından çok 2 adım aldıktan sonra dikey sıçrama alıştırmaları tercih edilmelidir. Aynı şekilde bir beysbol oyuncu için daha çok atma alıştırmalarının yoğun olduğu bir antrenman programı için alıştırma seçilmelidir (90).

Birçok spor dalı önceden tahmin edilemeyen sayısızca hareketi içermektedir. Bir sporcu müsabaka içerisindeyken hangi hareketle karşı karşıya kalacağını önceden bilmesi çok zordur. Örneğin bir güreşçi hangi pozisyonla karşı karşıya geleceğini asla bilemez. Bu tür sporlarda sporcunun hangi harekete ihtiyacı olan tüm hareketler için antrenmanın özelleşme ilkesi ile antrenmanın tasarlanması son derece zordur (90).

Antrenmanın özelleşme ilkesi, plyometrik antrenman planı yaparken ki anahtar ögedir. Spor branşının ve sporcunun çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Örneğin çizgi hücum oyuncusunun yaptığı çıkış sürati çalışmalarının yerine dikey sıçramayı geliştiren derinlik sıçrama çalışmalarını yapmak anlamsızdır. Bu sporcu için yatay düzlemde kuvvet gelişimini sağlayan durarak uzun atlamalar ve çift bacakta sekme çalışmalarını yapması çok daha anlamlı olacaktır (2).

2.2.3.5.2. Genel fiziksel antrenman

Birçok antrenman çeşidi vücut sistemlerinde benzer adaptasyonlar yaratabilirler. Örneğin; uzun mesafe koşusu ve interval antrenman kardiovasküler sistemi ve aerobik dayanıklılığı geliştirir. Genel fiziksel antrenmanı benimseyenler, antrenmanın özelleşme ilkesinin zayıf olduğu yerlerde, antrenman programlarının temelini genel fiziksel antrenmanlarla doldururlar. Bazı antrenörler antrenmanın yüklenme evresinde sporcuların spora özgü becerileri uygun bir şekilde uygulayamayacaklarını ve kombine edilmiş özel beceriler ile vücut sistemlerinin antrenmanlarını birlikte yapılmasının fiziksel kondisyonun en iyi şekilde performansa transfer edilmesine izin vereceğine inanırlar (90).

Antrenörler genel fiziksel yeteneği artırma antrenmanlarında, çeşitli spor dallarında görülen genel hareketler için çeşitli alıştırmalar ve egzersizler kullanacaklardır. Plyometrik antrenmanlar dikey, yatay ve yanlara sıçramalar ve aynı zamanda vücudun daha çabuk kuvvet üretmesini antrene etmek için kombine edilmiş sıçrama egzersizleri ve atma çalışmaları içerir. Fiziksel antrenman ile beceri antrenmanın kombine edilmesi, sıklıkla yapılmaz. Öncelikle bir atlet okula gitmekte ve genellikle zamanının çoğunu beceri antrenmanlarında kendisine yardımcı olacak antrenöründen uzakta geçirmektedir. Eğer her iki çalışmada kombine edilirse, genel fiziksel antrenman, müsabaka esnasında spora özgü becerileri sergilerken kötü alışkanlıkların oluşmasını sağlayan teknik problemlere neden olabilir. Örneğin; herhangi bir nedenden dolayı yaz kampına katılmayan bir voleybol oyuncu, yaz boyunca genel antrenman özelliklerini kullanan bir antrenör ile antrenman yaparsa, büyük bir ihtimalle antrenman esnasında kullanılan dikey sıçrama, kasa sıçramaları ve genel sıçrama egzersizlerini kollarını aşırı derece savurarak yapacaktır. Sonuçta maç esnasında eğer fileye yakın sıçrarsa, bu sporcu sürekli olarak savurduğu kollarıyla fileye degecek ve takımı adına sayı kaybedecektir. Bu sporcuya ait bu kötü alışkanlığını düzeltmek ve voleybol sporuna özgü sıçrama becerisini geliştirmek neredeyse yarım sezon zaman alacaktır (90).

2.2.3.6. Plyometrik egzersizlerin antrenmandaki sırası

Plyometrik egzersizler antrenmanın başlarında, vücut dinç ve kuvvetliyen yapılmazdır. Eğer plyometrik egzersizler antrenmanın sonlarında yapılırsa, sinir-kas sistemi yorulacak ve sporcular plyometrik antrenmanın büyük ölçüde yararlanamayacaklardır. Plyometrik antrenmanlar ısınma ve birkaç kuvvetlendirici hareketlerden sonra yapılmalıdır. Kuvvetlendirici egzersizler sadece plyometrik antrenmanın ihtiyaçlarını karşılamak için sinir-kas sistemi hazırlamak için değil aynı zamanda skuat gibi önemli bir hareketi uygun bir şekilde ve teknikte yapabilmek için yeterli olanak sağlar. Bu tip ana antrenman öncesinde yapılan aktivitelere, harekete hazırlayıcı aktiviteler denir. Bu aktiviteler aşırı yorgunluk oluşmadan sinir-kas sisteminin çalışmasına yardımcı olur. Eğer harekete hazırlayıcı aktiviteler çok uzun ya da çok şiddetli olursa, plyometrik antrenmanda alıştırmaları yaparken ki performans, antrenmanda beklenen adaptasyonların çok altında olacaktır (89).

2.2.3.7. Plyometrik egzersizlerde tempo

Antrenmanın özelleşme ilkesine göre, bir egzersizde uygulanan tempo, egzersiz sonrasında oluşacak adaptasyonları etkiler. Örneğin; hızlı tempo ile yapılan plyometrik antrenman kas gücü artırırken daha yavaş yapılan plyometrik antrenman ise daha çok kuvveti geliştirmektedir. Kuvvetlendirici egzersizler yapılırken yavaştan orta şiddete doğru egzersizler yapılırken, plyometrik alıştırmalar hızlı tempo ile yapılma, bu da her tekrarda kaliteli hareketin oluşmasını sağlayacaktır. Antrenman içerisinde uygulanacak farklı tempolardaki aktivitelere sporcuların değişik şekillerde gelişmesine olanak sağlayacaktır (89).

2.2.3.8. Plyometrik antrenmanın zamanı

Zaman yapılan egzersizlerin etkileyebilmektedir. Kuvvet ve güç performansı en iyi olarak vücut ısısı yüksekken gösterilir. Birçok kişide normal 24 saatlik biyolojik ritimlerinde, öğlenden sonra 3 ile 6 saatleri arasında vücut ısıları en üst düzeye çıkar. Eğer mümkünse plyometrik antrenman bu saatlerde yapılmalıdır. Eğer bu saatlerde çalışma imkanı mümkün değilse daha uzun bir ısınma periyoduna ihtiyaç duyulacaktır. Eğer plyometrik antrenman sabah saatlerinde bir başka antrenman formuyla kombine edilmişse, plyometrik antrenman haricindeki diğer antrenman formu önce uygulanmalı, antrenmanın ortasından itibaren ise plyometrik antrenman uygulanmalıdır çünkü diğer antrenman formu plyometrik antrenman için yeterli vücut ısısını sağlaması açısından önemlidir. Plyometrik antrenmanlar normal olarak antrenman yılının sonlarındaki bölümlerinde yani yarışma dönemine yakın dönemlerde uygulanmalıdır. Öncelikli olarak bireysel olarak plyometrik antrenmana başlama seviyesi belirlenmelidir (90).

2.2.3.9. Plyometrik antrenmanın diğer antrenmanlarla birleştirilmesi

Isınma herhangi bir antrenmanın ilk bileşenidir ve her tekrarın maksimal eforla yapılmasından dolayı plyometrik antrenman için son derece önemlidir. Antrenmanın çeşidi ve hedefi egzersizlerin bir antrenman periyodundaki sıralamayı belirlemektedir. Eğer antrenman tamamen plyometrik antrenman ise; egzersizler düşük şiddetten yüksek şiddete doğru ilerlemeli, normalde tek bacakla yapılan

sıçrama aktivitelerinden önce çift bacakla tek cevaplı sıçramalardan çift bacakla çok cevaplı sıçramalara doğru ilerlemelidir (90).

Eğer plyometrik antrenman beceri antrenmanı ile birleştirilirse, beceri antrenman her zaman önceliğe sahip olmalıdır. Becerini olmadığı zaman, geliştirilen fiziksel performansı etkili bir şekilde kullanmak ve sporcunun yarışma düzeyini daha yukarıya taşıması imkansızdır. Fiziksel performansı son derece iyi olup da sportif kariyeri çok kısa olan birçok sporcu vardır çünkü bu sporcular üst düzeyde yarışacak yeterli beceri düzeyine sahip olmadıklarından dolayı başarısız olmuşlardır (90).

Eğer plyometrik antrenman ve dayanıklılık antrenmanı aynı antrenmanda yapılacaksa, dayanıklılık antrenmanı büyük olasılık daha düşük şiddette olacaktır ve antrenmanın ikinci bölümünde uygulanmalıdır. Bazı kişiler dayanıklılık antrenmanın plyometrik antrenmandan önce olmasının, plyometrik antrenman için daha iyi bir ısınma sağlayacağını düşünmektedir. Dayanıklılık antrenmanı 20 dakika civarında ya da daha az olursa bu mümkün olabilir ancak dayanıklılık antrenman kasların içerisindeki karbonhidrat depolarını, plyometrik antrenmanda setler arasında ki toparlanmayı sağlayan enerji kaynaklarını tüketecektir. Dayanıklılık antrenmanları genellikle yavaş kasılan kas fibrillerini kullanmaktadır. Yavaş kasılan kas fibrilleri sadece uzun süreli aktivitelerde kullanılmaz, aynı zamanda bu fibriller çoğunlukla duruş ve dengenin sağlanmasından sorumludurlar. Eğer bu fibriller plyometrik antrenman öncesinde yorulurlarsa, uygun vücut duruşunun korunması tehlikeye atılacak ve bunun sonucunda da sakatlanma riski artacaktır (90).

Kuvvet antrenmanı ve plyometrik antrenmanın aynı antrenmanda kombine edildiğinde, hangi antrenmanın hangi sırayla yapılacağına karar verilmesi biraz daha karmaşıktır. Bu problemde, sporcuların bireysel durumlarına bağlı olarak, her yaklaşımın avantaj ve dezavantajlarının olduğu üç farklı yaklaşım kullanılır (90).

2.2.3.9.1. Plyometrik antrenmanı öncesinde kuvvet antrenmanı

Plyometrik antrenman öncesinde yapılan kuvvet antrenmanı, Plyometrik antrenmanı negatif olarak etkileyecektir. Hem kuvvet antrenmanında ve hem de plyometrik antrenmanda yüksek düzeyde sinir sistemi aktivasyonu gereklidir. Kuvvet antrenmanından sonra oluşacak yorgunluk, plyometrik antrenman etkililiğini azaltmasına bağlı olarak dikey sıçrama yüksekliğini ve mesafesini azalacaktır.

Yorulmuş kaslarda, plyometrik antrenmanın eksantrik evresinde kas boyunun uzatılmasının durulması güçleşecek ve bundan dolayı da amortisman evresi artacak ve plyometrik etki azalacaktır (90).

Eğer plyometrik antrenman ve kuvvet antrenmanı aynı gün uygulanacaksa, her iki antrenmanda farklı vücut bölgeleriyle çalışılması denebilir. Örneğin; o gün alt ekstremiteye ait kuvvet çalışması yapılıyorsa, plyometrik antrenmanda üst ekstremiteye ait atma hareketlerini içeren egzersizler kullanılmalıdır. Tam tersi olarak eğer üst ekstremiteye ait kuvvet çalışması yapılacaksa, plyometrik antrenmanda alt ekstremiteye ait sıçrama temelli egzersizler kullanılmalıdır (90).

2.2.3.9.2. Kuvvet antrenmanı öncesinde plyometrik antrenmanı

Kuvvet antrenmanı öncesinde yapılan plyometrik antrenman, plyometrik antrenmanı öncesinde yapılan kuvvet antrenmanından çok daha az endişe verici bir konudur. Plyometrik antrenman önce yapıldığında, yüksek şiddetli kuvvet antrenmanını etkileyecek miktarda sinir sistemi yorgunluğu oluşacaktır ancak kas kütlelerini arttırıcı orta şiddetli ve orta düzeyde tekrar sayısı içeren kuvvet antrenmanı, önce yapılan plyometrik antrenmandan etkilenmeyecektir (90).

2.2.3.9.3. Kompleks antrenman

Kompleks antrenman aynı antrenman içerisinde kuvvet ve plyometrik antrenman egzersizlerini içermesi metodudur. Kompleks antrenman, her biri özel antrenman amaçlarına sahip şiddetli/hafif ve hafif/şiddetli olmak üzere ikiye ayrılabilir (90).

Şiddetli/hafif kompleks antrenman, çok şiddetli kuvvet antrenmanı arkasından patlayıcı plyometrik egzersiz içerir. Yüksek şiddetli egzersiz, beyni, kas fibrillerini maksimal düzeyde aktive etsin diye uyarır. Yüksek şiddetli egzersizden sonra yapılan plyometrik egzersiz sırasında beyin hala uyarılmıştır ve bu da sıçrama yüksekliği ve mesafesini arttırır. Eğer patlayıcı kuvvet geliştirilmek isteniyorsa bu antrenman yöntemi iyi bir antrenman metodudur (90).

Hafif/şiddetli kompleks antrenman, şiddetli skuat antrenmanında hemen önce maksimal 2-3 sıçrama uygulamasını içermektedir. Maksimal sıçrama aktiviteleri sinir

sistemini uyarmakta ve skuat egzersizinde kullanılan ağırlık miktarı artarsa bu da kuvvetin artmasına neden olacaktır (90).

Kullanılan kompleks antrenmanın çeşidi ne olursa olsun, yapılan ilk egzersiz sadece 2-3 tekrar yapılmalı çünkü yorgunluk oluşarak bir sonra yapılan egzersizi negatif olarak etkilememelidir. Eğer ilk egzersizin, sporcunun performansı arttırmadığı bulunursa, ikinci egzersizi yapmak için 2-3 dakika beklenmelidir. Eğer bu da yardımcı olmazsa, daha fazla kilo ve daha şiddetli sıçrama egzersizleri kullanılarak ilk egzersizin şiddetinin artırılması denenmelidir (90).

2.2.4. Plyometrik antrenmana başlamadan önce bilinmesi gerekenler

Plyometrik antrenmanlar, çok yüksek şiddetli bir antrenman formudur ve bundan dolayı kemiklere, eklemlere ve bağ dokuya çok şiddetli baskı oluşur. Plyometrik antrenmanlar sporcuların sürat, güç ve performanslarını artırabilirken aynı zamanda da düşük şiddetli antrenman metotlarına oranla sporcuların sakatlanma riskini de artırır (90). Ancak plyometrik antrenman, sporcuların fiziksel performanslarını etkili bir şekilde arttıran, en üst düzey antrenman yöntemlerinden bir tanesidir. Bundan dolayı sporcuların plyometrik antrenmanlarla ilerleme kaydedebilmesi için uygun esneklik, kuvvet ve denge gibi biyomotor yetilere ihtiyaç duyar (91). Bu yüzden plyometrik antrenmanlara başlamadan önce çalışmaların güvenli ve etkili bir şekilde yapılması için üzerinde düşünülmesi gereken birkaç değişken vardır (90).

2.2.4.1. Plyometrik antrenman yapılan yüzey

Plyometrik antrenman hem kapalı hem de açık mekanlarda yapılabilen antrenman formlarındandır (90). Yaralanmalardan kaygılanan sporcular için kullanılan zemini yumuşak olmalıdır (2, 12, 23). Plyometrik antrenman yapılan yüzey yere konma sırasında oluşan şoku absorbe edebilen bir yüzey olmalıdır (23, 90). Cimnastik veya güreş yapılan matlar, kapalı mekanlar için güzel bir yüzeydir. Aynı şekilde aerobik yapılan tahta yüzeylerde kapalı mekanlarda yapılan çalışmalar için iyi bir seçimdir (2, 90). Çok kalın olan matlar çok daha dengesiz ve yere uygulanan kuvveti çok fazla absorbe edeceğinden dolayı plyometrik antrenmanın

etkisi olan gerilme refleksini elemine edecektir. Dış mekanlarda yapılan plyometrik çalışmalar çimende veya kumda yapılmalıdır. Asfalt veya sert zeminlerde yapılan plyometrik çalışmalar diz, ayak bileği ve kalça eklemlerinde problemlere neden olabileceğinden dolayı bu zeminlerde çalışılmaktan kaçınılmalıdır (12, 23, 90).

2.2.4.2. Plyometrik antrenmanda kullanılan ekipmanlar

Plyometrik antrenmanın avantajlarından biriside çok az ekipman ile hemen hemen her yerde yapılabilir olmasıdır. İhtiyaç duyulan bir çok ekipman yapılabilir veya çok ucuz maliyetle satın alınabilir.

Huniler, birçok spor mağazasından temin edilebilir. Plyometrik antrenmanda 15-60 cm arasında çeşitli yükseklikte hunilere ihtiyaç duyulmaktadır (2, 90). Tabak şeklindeki huniler yere çok yakın olduklarından, ağırlık merkezi yere doğru yaklaştırılıp hunilere dokunma çalışması, basketbol gibi birçok spor dalı için ideal bir çalışmadır. Standart hunilerin (15cm - 45 cm) etrafından geçme veya üzerinden atlama çalışmaları için kullanılabilir. Plyometrik antrenmanlarda engel hunileri de sıklıkla kullanılmaktadır. Bazı hunilerin üzerinde bulunan deliklere geçirilen çubuklarla yapılan engel hunilerinden üzerinde sıçrama veya altından geçme çalışmaları yapılabilir (82). Eğer plyometrik antrenman sırasında huniler üzerine basılırsa, esnek yapısından dolayı daha az oranda sakatlanmaya neden olmaktadır (2).

Basamaklar veya stadyum merdivenleri, plyometrik antrenman için güvenli ve uygun olduğu süre çok yararlıdır. Basamaklar, sporcuların ayaklarının tamamı kolayca sığabilecek derinlikte olmalıdır (90). Genellikle merdivenlerin basamakların yüksekliği 15-20 cm, derinliği (basamağın üst kısmı) 20-30 cm ve genişliği de minimum 90 cm olmalıdır (81).

Kutular ve kasalar, ağaçtan veya sağlam yapılı kontra plaktan imal edilmektedir. Genellikle kullanılan kutu yükseklikleri 15, 30, 45 ve 60 cm dir (2, 90). Üst düzey atletlerin kullandığı 90-145 cm lik kutularda vardır. Üst yüzeyi açılı kutular, yana sıçrama egzersizleri için yapılmaktadır (90). Kutuların üst yüzeyi kaymaz maddeden ve ortalama 45-60 cm (18-24 inches) arasındaki genişlikte yapılması sporcuların güvenliği açısından son derece önemlidir (2, 82).

Sağlık topları, kauçuk, plastik veya deriden imal edilmektedir. Deriden yapılmış sağlık topları, diğer maddelerden yapılmış sağlık topları kadar sağlam olmadığında dolayı, kapalı mekanlarda eşli yapılan çalışmalarda kullanılmalıdır (81, 90). Sağlık toplarını ağırlıkları 0,5 – 15 kg arasındaki değişik aralıklarda olabilir. Sağlık topları diğer ekipmanlara göre biraz daha pahalı olabilir. Bu durumlarda eski kullanılmış futbol, basketbol veya voleybol topuna küçük bir delik açtıktan sonra içerisine, istenilen ağırlığa sahip olacak şekilde kum doldurulabilir. Birçok çeşitlikte sağlık topuna ulaşmak mümkündür. Bazılarının boyutu beysbol topu kadar olup bu tarz atma aktivitesi içeren sporlarda kolaylıkla kullanılmaktadır. Bazıları tutulabilir özelliğe olup tek elle sağlık topunu tutup atma özelliği gösterilebilir. İple bağlanmış sağlık topları da yön değiştirme veya rotasyonel hareketleri yapmaya olanak sağlarlar (90).

Engeller, yükseklikleri ayarlanabilir olmalıdır. Plyometrik antrenmanlarda kullanılan engeller genellikle ağaçtan ve plastik borulardan imal edilmektedir (81, 90). İki huni üzerinden bir ip çekilerek de engeller yapmak mümkündür. Engellerin yükseklikleri 30-120 cm arasında olmalıdır. Engellerin üzerinde yere paralel olarak bulunan çita, sıçramalar ve sekmeler yapan sporcu tarafından dokunulduğunda düşebilmelidir (81, 82, 90).

Spor ayakkabıları, plyometrikte bir tartışma konusudur. Bu konuda iki tane değişik yaklaşım vardır; Doğu Avrupa ve Kuzey Amerika yaklaşımı. Avrupalı sporcular -gençler de dahil- çoğu alıştırmayı çıplak ayak yaparlar. Çimde ve kumda çıplak ayak koşarlar, atlarlar ve oynarlar. Doğu Avrupalı doktorlara göre; çıplak ayak, ayakkabı ya da plaster desteği olmadan, ayak bağlarını ve kirişlerini daha iyi geliştirir. Bu yolla yaralanma olasılığı daha düşük olur. Kuzey Amerikalılar ise her zaman spor ayakkabısı giyerler. Çoğu durumlarda, bileklerini sarmadan spor yapmazlar. Oysaki Avrupalılara göre; plaster yapay bir destektir ve bağların, kirişlerin ve bilek eklemine doğal biçimde kuvvetlenmesini engeller. Geleneksel Kuzey Amerika yaklaşımı en azından, plyometrik alıştırmalarda iyi bir taban ve bilek desteği ile ayakkabı giyilmesini gerektirdiğini vurgulamaktadır (12). Genel olarak plyometrik aktivitelerde giyilen ayakkabının, ayağı iyi sarmalı, ayak bileğinin yanlarını desteklemeli ve bunlara rağmen ayağın doğal hareket etmesine izin vermesi gerekmektedir (81, 90).

Diğer ekipmanlar, atma çalışmalarında ve sıçrama egzersizlerinde çalışmanın şiddetini arttırmak için güller, dambıllar, tutamaklı güller (*kettlebells*) ve ağırlık barları kullanılmaktadır (82, 90). Ağırlığı ayarlanabilen ağırlık yelekleri, aşırı sırt ağrısına neden olmadan direnci arttırmanın iyi yollarından bir tanesidir (90).

2.2.4.3. Plyometrik antrenman yapan sporcunun sağlık durumu

Tüm sporcular yıllık olarak sağlık durumlarını, özellikle de eklemlerini ve genel kuvvet değerlerini ölçtürmelidirler (81, 90). Sağlıklı bir beden sahip olmak özellikle patlayıcı güç antrenmanlarındaki sporcunun performansını olumlu etkileyecektir (81). Özellikle bayan sporcular yere konma ve hızlı yön değiştirme içeren egzersizlerde, erkek sporculara oranla daha fazla ön çapraz bağı sakatlıklarına (*Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury*) maruz kaldıklarından, diz ve kalçalarında oluşan ağrılara dikkat etmelidirler. Omurgasında, omzunda veya alt ekstremitesinde geçmişte sakatlığı bulunan herhangi bir sporcu, plyometrik antrenman programına başlarken çok tedbirli olmalıdır (90).

Sporcuların fiziksel kapasiteleri ve sağlıkla ilgili sorunları sıklıkla değerlendirilmeli ve ölçülmelidir. Sporcuların sıçrama antrenmanlarında uygun ayak mekanizması için ayak bileğinin ve *calf* kasının, ayrıca kalça, omuz ve omurganın da esneklikleri bakılmalıdır. Bununla birlikte sporcunun duruşu dikkate alınarak, uygun gövde mekaniğini (kalça kemiğinin pozisyonu, boyun, göğüs ve bel omurları) sahip olup olmadığına test edilmelidir (81).

Sporcuların sağ ve sol taraflarının kuvvet ve esneklik dengesizlikleri veya agonist veya antagonist kaslarının arasındaki fark, plyometrik antrenman sırasındaki sakatlanma olasılığını artırır. Vücudun sağ ve sol tarafı arasındaki %5 kadar küçük olan kuvvet farkı, sakatlık riskini 25 kez daha fazla arttırabilir. Sakatlıktan dönen sporcular, plyometrik antrenmana başlamadan önce sakatlanan bölgeyi tam anlamıyla kuvvetlendirmelidirler (90).

2.2.4.4. Plyometrik antrenman yapan sporcunun yaşı

Bir sporcu ergenlik çağına gelmeden plyometrik antrenman yapmamalıdır. Ergenlik çağının ortalama olarak başlama yaşı kızlarda 9,5, erkeklerde ise 11 yaştır ve her iki cinsiyet içinde yaklaşık olarak 2 yıl sürmektedir (90).

Çocuklar doğaları gereği oynadıkları oyunlar sırasında çoğunlukla koşarlar ve sıçrarlar. Çocuklar, yetişkinlere oranla ne kadar veya hangi yükseklikten sıçrayabileceklerini daha iyi bilirler. Ergenlik çağı öncesinde, çocuklara için sıçrama ve atma aktiviteleri içeren oyunlara oynamasına fırsat verilmeli ve bu oyunlarda sıçranılan mesafe veya yükseklik çocukların seçimine bırakılmalıdır (90). Ancak ergenlikten önce sporcular özellikle şiddeti yüksek plyometrik egzersizlere katılmamalıdır. Gelişim süresinde olan iskelet sistemi, şiddeti yüksek plyometrik aktivitelerde zarar görebilmektedir. Bu yüzden de 12-14 yaşındaki sporcuların gelecekte yapacaklara kuvvet antrenmanına hazırlık olması açısından, plyometrik antrenmana katılabilirler. Plyometrik antrenmana başladıkları ilk zamanlar çoğunlukla şiddeti ve kapsamı düşük antrenman yapmalıdırlar. Ergenlik açığının sonuna kadar plyometrik antrenmanın herhangi bir patlayıcı etkisi görülmez (81).

Yaş ilerledikçe sinir sisteminin fonksiyonu, kas ve eklemlerin esnekliği ve enerji üretimi düşer. Bu da plyometrik antrenmanların yaşlılara olan etkinliğini azaltır. Diğer bir deyişle, yaşlılığın doğal süreci olarak patlayıcı kuvvetin azalması normaldir. Dayanıklılık antrenmanlarının artması, patlayıcı kuvvet antrenmanlarının azalması ve yaşam tarzı da bir kişinin yaşlılıkta patlayıcı güç performansını koruyacağını etkiler. Uygun olarak tasarlanan ve orta şiddetteki gerilme-kısalma döngülü antrenmana devam edilmesi yaşlı atletleri olumlu yönde etkileyebilir çünkü patlayıcı güç içeren atletizm veya güreş gibi branşlarda son zamanlar yaşlı sporcuların sayısı artmaktadır (81).

2.2.4.5. Plyometrik antrenman yapan sporcunun vücut ağırlığı

Plyometrik antrenman yapan ve 100 kilogramın üzerinden ki sporcular çok dikkatli olmalıdır. Plyometrik egzersizlerde, özellikle de yere inme sırasında eklemlerine daha fazla yük bineceğinden dolayı diğer sporculara oranla sakatlık yaşama riskleri daha yüksektir. Bu sporcular için yüksek şiddette ve kapsamdaki plyometrik antrenmanlar yapılmamalıdır. Derinlik sıçramalarında ise 45 cm üzerindeki yüksekliklerden tamamen kaçınılmalıdır (90).

2.2.4.6. Plyometrik antrenman yapan sporcunun teknik yeterliliği

Plyometrik antrenmanın genel bir kuralı olarak, eğer bir sporcu nasıl yere konacağını bilmiyorsa, sıçrama antrenmanı yapmamalıdır. Sıçrama antrenmanlarında iyi bir şekilde yere konma, dizlerin ayak parmaklarıyla aynı hizada olmasını, gövdenin hafifçe öne doğru eğilmesini, başın yukarıda ve sırtın düz olmasını gerektirmektedir. Eğer sporcu bu pozisyonu korumakta sıkıntı yaşıyorsa, daha iyi vücut kontrolü ve doğru yere konma tekniğini öğrenilmesi için daha düşük şiddetli aktivitelerle plyometrik antrenmanlar tasarlanmalıdır (90).

2.2.4.7. Plyometrik antrenman öncesinde ısınma

Isınma, antrenmanın dikkatle ilgilenilmesi gereken önemli bir parçasıdır. Bazı sporcular ısınmaya da hemen hemen antrenmanın ana bölümü kadar zaman ayırmaktadır. Ancak bazı sporcularda 1-2 germe egzersizinden hemen sonra esas antrenman evresine geçmektedir. İdeal olanı yapılacak antrenman etkili bir şekilde hazırlanmalı ve antrenman öncesinde yorgunluk oluşumundan kaçınılmalıdır. Plyometrik antrenman öncesinde yapılan dinamik güç ısınma aktivitelerine yoğunlukla yer verilmeli ve bu çalışmalar ortalama olarak 15-20 dakika civarında sürmelidir (90).

Dinamik güç ısınma egzersizi yapılmasının 4 temel amacı vardır. *Birincisi*; kalp kasına kan akışını artırır ve kalp krizinin ve anormal kalp ritminin engellenmesine yardımcı olur. Bu durum genç atletler için ciddi bir konu olmayabilir ancak iyi bir ısınma aktivitesi yaşlı ve aşırı kilolu atletlerin kalplerine ait anormalliklerini azaltabilmektedir. *İkincisi*; kas ısısının arttırılmasına yardımcı olur. Kas ısısının arttırılması oksijen alımını artırır, laktik asit üretiminin azaltır, kas kasılma kuvvetini artırır, sinir sisteminin aktivitesini artırır ve hareket genişliğini artırır. Bu değişiklikler performansın arttırılmasına neden olur. *Üçüncüsü*; ısınma antrenman veya müsabaka öncesinde psikolojik hazırlık için önemli bir zaman sağlar. Yapılan ısınma, sporcunun yapacağı antrenmanı kafasında tekrardan düşünmesi ve güç antrenmanı için uygun agresif bir kafa yapısını geliştirmesine fırsat verir. *Dördüncü*; dinamik güç ısınma egzersizleri antrenman sırasında kullanılan hareketleri prova etmek için bir fırsat verir ve bunun sonucunda da sporcu

antrenmanda yapılan alıştırmaları, çok daha etkili ve çok daha yüksek hızda yapabilir (90).

2.2.4.8. Plyometrik antrenmana başlamayabilmek için yeterli kuvvet düzeyi

Plyometrik antrenmanlar yüksek şiddetli antrenman formlarıdır. Herhangi bir sporcu sıçrama antrenmanından uygun düzeyde yarar sağlayabilmesi için yeterli kuvvet düzeyine, ortopedik rahatsızlığı olmaması ve amortisman safhasını mümkün olduğu kadar azaltması gerekmektedir (90).

Plyometrik antrenmanı öncesinde geliştirilmesi gereken kuvvet düzeyi yoruma açıktır (Bazı yazarlar vücut ağırlığının iki katı yüküyle squat yapabilmenin bunun için bir ölçüt olduğunu söylemektedir) (12, 23). Tablo 2.5 ve Tablo 2.6'da bayan ve erkek sporcuların plyometrik antrenmana başlamadan önce kaldırdıkları ağırlıkların, vücut ağırlıklarına oranları verilmiştir.

Tablo 2.5. Bayan sporcularda plyometrik antrenman öncesinde kaldırılan ağırlığın vücut ağırlığına oranı. McNeely ve Sandler (90)'dan alınmıştır.

	Raket sporları ve atma içeren sporlar	Sürat içeren sporlar	Sıçrama içeren sporlar
<i>Squat</i>	0,8 – 1,0	1,0 – 1,3	1,4 – 1,7
<i>Bench Press</i>	0,5 – 0,7	0,5 – 0,7	0,5 – 0,7
<i>Deadlift</i>	0,8 – 1,0	1,0 – 1,3	1,4 – 1,7

Tablo 2.6. Erkek sporcularda plyometrik antrenman öncesinde kaldırılan ağırlığın vücut ağırlığına oranı. McNeely ve Sandler (90)'dan alınmıştır.

	Raket sporları ve atma içeren sporlar	Sürat içeren sporlar	Sıçrama içeren sporlar
<i>Squat</i>	1,1 – 1,4	1,4 – 1,6	1,6 – 2,0
<i>Bench Press</i>	1,0 – 1,25	1,0 – 1,25	1,0 – 1,25
<i>Deadlift</i>	1,1 – 1,4	1,4 – 1,6	1,8 – 2,0

Squat, sporcu omuz yüksekliği seviyesinde bulunan ağırlıklar takılmış halter barını, ayaklar omuz genişliğinde açıkken, ellerini omuz genişliğinden biraz fazla açar ve dirsekleri yeri gösterir şekilde barı tutar, ayaklar 30 derece dışarıya doğru

dönük olarak, halter barını omuzlar (trapez kasının üst kısmı) ve dizleri 90 derecenin altına inmeyecek şekilde aşağıya doğru çömelip kalkarak hareketi gerçekleştirir (90).

Bench press, sporcu sırt üstü sıranın üzerine yatar, bu esnada ayakları hafif bir şekilde açılmış bir şekilde yere düz olarak basar, ellerini omuz genişliğinden biraz fazla açarak barı tutar ve halteri göğüs kafesine doğru yaklaştırır ve halter hafifçe göğse dokunduktan sonra sporcu halteri yukarıya doğru kaldırarak hareketi gerçekleştirir. Hareketin yapılması esnasında sporcunun başının, omzunun ve kalçasının sırayla temas etmesi gerektiği unutulmamalıdır (90).

Deadlift, sporcu ayakları kalça genişliğinde açar, tibia kemiği halter barına yakın bir şekilde ve ayakları tamamen karşı gösterecek şekilde durur. Sporcu *squat* hareketindeki gibi aşağıya doğru eğilir ve barı yukardan (*overhand grip*) sıkıca tutar. Harekete başlamadan önce sporcunun kalçasının aşağıda olması ve başlama hareketinin ise bacaklarla yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Sporcu tam ayakta durur pozisyonuna kadar yükselmelidir (90).

2.2.5. Plyometrik antrenmanda dikkat edilmesi gereken noktalar

Chu (2), Bompa (12), Hoffman (23), Radcliffe ve Farentinos (81), Pire (82), Shah (83), Chu ve ark. (89) ve McNeely ve Sandler (90)'a göre aşağıda verilen önerilere uyulması halinde plyometrik antrenmanlardan daha çok verim alınacak ve aynı zamanda da sakatlanma riski azalacaktır.

- Plyometrik antrenmanlara, sporcuların tıbbi ve ortopedik yönden rahatsızlıklarını incelemeden önce kesinlikle başlanmamalıdır.
- İlk antrenmanın büyük bir bölümünün atletleri bilgilendirmek için kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.
- Plyometrik çalışmalar antrenman programlarının parçalarıyla bir bütün oluşturmalıdır.
- 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 egzersizlerle birlikte esneklik çalışmaları ihmal edilmemelidir.

- Plyometrik antrenmana başlamak için, sporcuların yeterli kuvvet düzeyine sahip olduklarından emin olunmalıdır.
- 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.
- Sıçrama esnasında iki ayak da yerden kesilirken, vücudun iki tarafının da düzgün hareket etmesi için zemini itiş aynı anda ve eşit kuvvet uygulayarak yapılmalıdır.
- Plyometrik antrenmanlarda, sporcuların sıçramadan önce uygun bir şekilde yere konma aktivitesi yaptığından emin olunmalıdır.
- Plyometrik antrenmanlar çime benzer yumuşak yüzeylerde veya sentetik koşu pistinde yapılmalıdır.
- Eğer plyometrik alıştırılarda kasa kullanılıyorsa, kasalar sabit ve yüzeyi kaygan olmamalıdır.
- Kasa benzeri materyal kullanılan çalışmalarda, sporcuların sakatlanmalarını engellemek için güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Plyometrik egzersizlerde kullanılan ayakkabılar, sıçramada oluşan şoku absorbe edebilecek ve aynı zamanda da ayak bileğini destekleyici nitelikte olmalıdır.
- Haftada 2 plyometrik çalışma yeterli olup maksimum 3 kez yapılmalıdır.
- Setler arasında en azından 3-5 dakika dinlenme olmalıdır.
- Her set 6 - 8 saniyeden daha uzun olmamalıdır.
- Setler arasında tam toparlanma oluşturulmalıdır.
- Plyometrik düşüncenin, nefes kesilinceye kadar çalışma yapmak olmadığı unutulmamalıdır.
- Birbirini izleyen ardışık egzersizler arasında 1-2 dakika dinlenme verilmelidir.

- Uygun plyometrik antrenman yapmak için atlet motor becerisine sahip olmalıdır. Eğer atlet kötü performans sergilerse yapılan alıştırmalar durdurulmalıdır.
- Atlet drilleri %100 efor ile yaptığında en iyi antrenman sonuçlarına ulaşılacaktır.
- Yerde kalma süresi 0,17 sn civarında olmalıdır.
- Plyometrik alıştırmaların yoğunluğuna ve atletin durumuna göre tekrar yapılmalıdır.
- Basit egzersizlerle başlanıp daha sonra yoğun ve komplekse doğru gidilmelidir.
- Plyometrik antrenmanda özelleşme ilkesine uyulmalıdır.
- Tekniğin bozulmaması için yorgunluktan önce bırakılmalıdır.
- Plyometrik egzersizlerde giderek artan yüklenme prensibine mutlaka uyulması gerekmektedir.
- Her zaman doğru teknik uygulanmalıdır.
- Plyometrik antrenmanın yönetsel ilkelerini iyi bilen bir antrenör olmadıkça, plyometrik antrenmanlar 16 yaşın altında kimseye önerilmemelidir.
- Özellikle de çok şiddetli plyometrik alıştırmalar üst düzey sporculara uygulanmalı, rekreasyonel düzeyde spor yapanlara uygulanmamalıdır.
- Müsabakadan en az 4-5 gün önceden plyometrik egzersizler tamamlanmış olması gerekmektedir.
- Belirli aralıklarla sporcuların vücut ağırlıkları ve vücut yapıları kontrol edilmelidir
- Özellikle üst ekstremiteye ait yapılan plyometrik egzersizler, sporcuların omuz ve dirseklerinde akut düzeyde acı ve hafif sakatlıklara neden olabileceği unutulmamalıdır.

2.3. Literatür

Bu bölümde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama (DS), tepki kuvveti indeksi (TKİ), vücut yaz yüzdesi (VYY), maksimum anaerobik güç (MAG), ortalama güç (OG), yorgunluk indeksi (Yİ), sürat

parametreleri (10 m, 20 m ve 30 m), çeviklik ve vastus medialis (VM), vastus lateralis (VL) ve gastrocnemius (GAS) kaslarına ait elektromyografi (EMG) değerleri üzerine yapılan geçmişteki araştırmalar ve bu araştırmaların bulguları üzerinde durulacaktır.

Ancak literatürde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanlarının, deneklere ait fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Plyometrik antrenmanın DS üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Literatürde plyometrik antrenmanların, deneklerin DS değerlerine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunduğu çalışmalarla birlikte anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalarda mevcuttur. Bu bölümde öncelikle olarak plyometrik antrenmanın DS değerlerini üzerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunan çalışmalar sunulduktan sonra istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalar sunulacaktır.

King ve Cipriani (1) sezon öncesinde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların, dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. 6 hafta süren çalışmaya 32 liseli basketbol oyuncusu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 16 dikey sıçrama grubuna (yaş: $15,27 \pm 1,10$ yıl, boy: $174,18 \pm 3,80$ cm ve ağırlık: $64,46 \pm 9,33$ kg) ve 16 yatay sıçrama grubuna (yaş: $15,20 \pm 0,88$ yıl, boy: $177,80 \pm 4,57$ cm ve ağırlık: $72,95 \pm 16,19$ kg) olmak üzere rastgele 2 ayrı gruba ayrılmıştır. Ancak çalışmanın ilerleyen zamanlarında dikey sıçrama grubundan 5, yatay sıçrama grubundan ise 6 denek çeşitli nedenlerden dolayı (hastalık, başka bir okula transfer, yeterli düzeyde antrenmana katılmama ve çalışmaya bağlı olmayan sakatlık) çalışmadan ayrılmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama değerleri antrenman önce, antrenmanlar başladıktan 3 hafta sonra ve antrenmanları bitimi olan 6.ci haftanın sonunda *Vertec* ile ölçülmüştür. Her iki grupta ilk 3 hafta boyunca, haftada 2 antrenman olmak üzere plyometrik antrenmanlara hazırlık çalışmaları yapmışlar ve son 3 hafta ise plyometrik çalışmalara katılmışlardır. Denekler ilk 3 hafta, her antrenmanda 96 sıçrama ve son 3 hafta ise her antrenmanda ise 120 sıçrama yapmışlardır. Yatay ve dikey düzlemde çalışan gruplara ait dikey sıçrama yükseklikleri sırasıyla; antrenman öncesi 67,31 – 63,63

cm, antrenmanların 3.cü haftasında 67,31 – 65,46 ve antrenmanların 6.ci haftasından ise; 68,07 – 67,21 cm olarak kayıt edilmiştir. Çalışmanın sonunda dikey düzlemde çalışan grubuna ait dikey sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, yatay düzlemde çalışan gruba ait dikey sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir. Özellikle dikey düzlemde çalışan grubun verileri 3.cü haftadan 6.ci haftaya kadar olarak periyottan sonra daha büyük bir gelişme saptanmıştır.

Fouré ve ark. (86) plyometrik antrenmanın ayak bileği eklemine ait kas-eklem kompleksi ve *gastrocnemius* kasının pasif sertliği üzerine etkilerini incelemiştir. 8 hafta süren çalışmaya 17 erkek gönüllü (9 antrenman grubu ve 8 kontrol grubu) katılmıştır. 8 haftalık antrenman programı literatürde tanımlanan temel sıçrama çeşitlerini içermektedir (pasif sıçrama, aktif sıçrama ve derinlik sıçramaları). Dikey düzlemde yapılan sıçrama alıştırmalarının yoğunlukla kullanıldığı bu çalışmada ek olarak, engel üzerinden sıçrama alıştırmaları da mevcuttur. İlk 5 hafta boyunca düzenli olarak her antrenmanda sıçrama sayısı ve sıçramaların zorluk dereceleri kademeli olarak artırılmıştır. Deney grubunda bulunan denekler hafta 2 antrenman katılmış ve 8 hafta boyunca toplam 3200 sıçrama (her antrenmanda 150 ile 280 sıçrama arasında) yapmışlardır. Maksimal pasif sıçrama ve 8 kez peş peşe aktif sıçramaları ortalaması testleri, 8 haftanın öncesinde ve sonrasında *Bosco* sıçrama matıyla yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda deney grubuna ait pasif sıçrama ve 8 kez peş peşe aktif sıçrama performansları, istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir gelişme kaydedilmiştir. Deneklerin ön test pasif sıçrama değerleri $42,8 \pm 7,1$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %17,6'lık bir artış göstererek $47,4 \pm 5,7$ cm yükselmiştir. Deneklerin ön test 8 kez peş peşe sıçrama değerleri $32,8 \pm 6,2$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %19,8'lik bir artış göstererek $39,8 \pm 5,0$ cm yükselmiştir.

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya üçüncü ligde grubunda lider olan *Trójeczka Olsztyn* basketbol takımının 14 sporcu katılmıştır. 8 haftalık sürede 84 antrenman yapan çalışma grubu, bu antrenmanları 25'ini plyometrik egzersiz olarak yapmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri çalışmanın öncesinde ve sonrasında kuvvet

platformuyla ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait dikey sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir. Deneklerin ön test değerleri $42,5 \pm 5,4$ cm iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %9,18'lik bir artış göstererek $46,4 \pm 4,7$ cm yükselmiştir.

Arazi ve ark. (93)'nin yaptıkları çalışmada suda yapılan plyometrik ile yerde yapılan plyometrik antrenmanın sıçrama performansına olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 18 genç yarı-profesyonel erkek basketbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele suda yapılan plyometrik (yaş: $18,00 \pm 0,60$ yıl, boy: $180,28 \pm 4,58$ cm, ağırlık: $75,66 \pm 3,93$ kg ve spor yaşı; $4,75 \pm 2,23$ yıl), yerde yapılan plyometrik (yaş: $18,03 \pm 1,38$ yıl, boy: $182,41 \pm 7,24$ cm, ağırlık: $67,50 \pm 1,00$ kg ve spor yaşı; $4,00 \pm 2,70$ yıl) ve kontrol (yaş: $20,40 \pm 0,64$ yıl, boy: $175,33 \pm 4,67$ cm, ağırlık: $60,25 \pm 7,03$ kg ve spor yaşı; $5,66 \pm 2,58$ yıl) olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Çalışma boyunca tüm denekler rutin basketbol antrenmanlarına katılmış ancak kontrol grubu bu zaman diliminde plyometrik egzersiz formlarından kaçınmışlardır. Her iki antrenman grubu çalışmalarına 8 hafta boyunca haftada 3 antrenman ve her antrenman ortalama 40 dakika sürmüştür. Suda plyometrik egzersiz grubunda olan denekler, çalışmalarını göğüs hizası yani yaklaşık olarak 130 cm civarında ve $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ arasında su sıcaklığı da yapmışlardır. Çalışmanın kapsamı 1.ci hafta 117, 2.ci hafta 132, 3.cü hafta 147, 4.cü hafta 165, 5.ci hafta 132, 6.cı hafta 147, 7.ci hafta 165 ve 8.ci haftada 183 sıçramadır. Deneklere ait sıçrama değerleri 8 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında dikey sıçrama testi ve durarak uzun atlama testleri kullanılarak ölçülmüştür. Dikey sıçrama testi 30'ar saniye aralıklarla, her deneğe 3 deneme verilerek, *Vertec (Power Systems, Knoxville, Tennessee)* ile ölçülmüştür. Durarak uzun atlama testi ise 30'ar saniye aralıklarla, her deneğe 3 deneme verilerek, mezura ile ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait dikey sıçrama ön test değerleri $44,33$ cm iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %30,45'lik bir artış göstererek $57,83$ cm yükselmiştir. Yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait dikey sıçrama ön test değerleri $44,33$ cm iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %29,33'lük bir artış göstererek $57,33$ cm yükselmiştir. Suda

plyometrik antrenman yapan grubuna ait durarak uzun atlama ön test değerleri 228,16 cm iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %6,57'lik bir artış göstererek 243,16 cm yükselmiştir. Yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait durarak uzun atlama ön test değerleri 226,01 cm iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %5,75'lik bir artış göstererek 239,01 cm yükselmiştir.

Uluçay (94) yaptığı çalışmada 8 haftalık plyometrik antrenmanın 12-14 yaş grubu basketbolcuların dikey sıçrama performansları üzerindeki etkisinin araştırmıştır. Yapılan çalışmaya 3 farklı ilköğretimde okuyan 36 basketbolcu katılmıştır. Fatih Sultan Mehmet İlköğretim okulundaki 12 basketbolcu deney grubunun, Şehit Öğretmen Aydın Yılmaz İlköğretim Okulunda ve Merkez Büyük Doğanca İlköğretim Okulunda okuyan 24 basketbolcu da kontrol grubunu oluşturmuştur. Deney grubunda bulunan basketbolcular 8 hafta boyunca hafta da 2 gün plyometrik antrenman yaparken, kontrol grubunda bulunan basketbolcular ise sadece teknik-taktik antrenmanı yapmışlardır. 8 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği *Takei Physical Fitness Test Vertical jump-meter* ile ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubuna ait dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Deneklerin ön test dikey sıçrama değerleri $45,50 \pm 7,42$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %13,74'lük bir artış göstererek $51,75 \pm 6,77$ cm yükselmiştir.

Soundara ve Pushparajan (3) yaptıkları çalışmada plyometrik antrenmanın, voleybolcularda dikey sıçrama performansına olan etkisi incelemiştir. Çalışmaya yaşları 18-25 arasında olan 30 erkek voleybolcu katılmıştır. Denekler 15 sporcu deney grubuna, 15 sporcu ise kontrol grubuna olmak üzere 2 ayrı gruba ayrılmıştır. Plyometrik antrenman 6 hafta boyunca, hafta da 3 gün olarak uygulanmıştır. Denekler plyometrik antrenmanda 1 ve 2.ci hafta 72, 3 ve 4.cü hafta 96, 5 ve 6.ci hafta 120 sıçrama uygulamışlardır. Deneklerin dikey sıçrama yükseklikleri blok ve smaç becerilerini yaparken kayıt edilmiştir. 6 haftalık plyometrik antrenmanın sonunda deney grubuna ait blok ve smaç yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin ön test blok sıçrama değerleri $48,53 \pm 4,10$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu

değerler %6,33'lük bir artış göstererek $51,60 \pm 4,22$ cm yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin ön test sıçrama değerleri $55,40 \pm 6,31$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %7,22'lik bir artış göstererek $59,40 \pm 5,85$ cm yükselmiştir.

Brown ve ark. (85) geleneksel ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanlarının, dansçılar üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya *Skidmore College* okuyan 18 bayan balet ya da modern dansla uğraşan öğrenci katılmıştır. Denekler 6 plyometrik antrenman, 6 ağırlık antrenmanı ve 6 kontrol grubu olmak üzere 3 gruba rastgele atanmıştır. Plyometrik antrenman grubu, haftada 2 antrenman ve her antrenman 3 set, setlerde de 4 farklı alt ekstremite kaslarına yönelik çalışma ve her çalışma ise 8 tekrar olarak yapılmıştır. Plyometrik antrenman içeriğinde, literatürdeki diğer antrenmanlar gibi, denekler hem yatay hem de dikey düzlemde aktivite yapmışlardır. Çalışmalarda genellikle derinlik, kutu ve engeller üzerinden sıçramalar kullanılmıştır. Ağırlık antrenmanı da hafta 2 kez, 4 farklı alt ekstremiteye yönelik çalışma ve her çalışma 3 set ve 6-8 tekrar olarak yapılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Vertec* ile ölçülmüştür. 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan dikey sıçrama test sonuçlarına göre deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel olarak pozitif yönde artış kaydetmişlerdir. Deneklerin ön test değerleri $30,48 \pm 3,05$ cm ($12,0 \pm 1,2$ inch) iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %8,3'lik bir artış göstererek $33,02 \pm 2,54$ cm ($13,0 \pm 1,0$ inch) yükselmiştir.

Cretu ve Vladu (95)'nin yaptıkları çalışmada voleybolda patlayıcı kuvvet antrenmanlarını geliştirilmesini incelemişlerdir. Çalışmaya yaşları 16-18 arasında 12 bayan voleybolcu katılmıştır. Deneklere ait aktif ve pasif sıçrama değerleri *Bosco* protokolü ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait aktif ve pasif sıçrama yükseklikleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Deneklerin aktif sıçrama ön test değerleri $37,73 \pm 2,88$ cm iken, antrenman sonucunda bu değerler %9,20'lik bir artış göstererek $41,20 \pm 3,10$ cm yükselmiştir. Deneklerin pasif sıçrama ön test değerleri $37,14 \pm 2,97$ cm iken, antrenman sonucunda bu değerler %10,39'lük bir artış göstererek $41,00 \pm 2,94$ cm yükselmiştir.

Lehnert ve ark. (31)'nin yaptıkları çalışmada plyometrik antrenman sonrasındaki 8 haftalık sürede deneklere ait patlayıcı güç değerlerini incelemişlerdir. Sekiz hafta boyunca ve haftada 2 antrenman olarak tasarlanmış plyometrik antrenmana 11 genç bayan voleybolcu katılmıştır. Bu çalışma öncesinde deneklere 3 ay boyunca genel kuvvet antrenmanı yaptırılarak, plyometrik antrenmanlara fiziksel olarak hazırlanmışlardır. Plyometrik çalışmalar deneklerin top ile yaptıkları antrenmanlara göre modifiye edilmiştir. Antrenman programı 3 bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm 2 hafta sürmüştür ve 4 farklı sıçrama çeşidi kullanılmıştır. Birinci hafta denekler toplam 96 sıçrama yaparken ikinci hafta ise 144 sıçrama yapmışlardır. İkinci bölüm 4 hafta sürmüştür ve ilk 2 haftadakinden farklı 4 çeşit alıştırma içermektedir. Birinci hafta denekler 80 sıçrama yaparken, geri kalan 3 haftada ise 120 sıçrama yapmışlardır. Üçüncü bölüm 2 hafta sürmüştür ve farklı 4 çeşit alıştırma içermektedir. İlk hafta denekler 108 sıçrama yaparken, sonra hafta ise 144 sıçrama yaparak çalışmayı bitirmişlerdir. Çalışmanın sonunda deneklere ait dikey sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir. Deneklerin ön test durarak dikey sıçrama değerleri $29,50 \pm 3,89$ cm iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %8,78'lik bir artış göstererek $32,09 \pm 4,08$ cm yükselmiştir. Yaklaşma koşusu ile yapılan dikey sıçrama ön test değerleri $38,33 \pm 5,46$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %11,22'lik bir artış göstererek $42,63 \pm 6,28$ cm yükselmiştir.

Moore ve ark. (84)'nin yaptıkları çalışmada sezon dışında yapılan kombine edilmiş antrenman programının kolej seviyesindeki futbolcuların performanslarına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Kolorado Devlet Üniversitesi futbol takımında bulunan 10 bayan 5 erkek futbolcu bu çalışmaya katılmışlardır. 5 bayan ve 3 erkek sporcu direnç antrenmanı + olimpik stilde ağırlık kaldırma katılırken, 5 bayan ve 2 erkek sporcuda direnç antrenmanı + plyometrik antrenmana katılmışlardır. Bu çalışmada, 30 dakika süreli geleneksel direnç antrenmanları ile 15 dakikalık olimpik stilde ağırlık kaldırma veya derinlik sıçraması içermeyen plyometrik antrenmanlar kombine edilmiştir. Denekler 33 antrenmana katılmışlar ve antrenmanlar hafta pazartesi, çarşamba ve cuma olmak üzere 3 günde yapılmıştır. Deneklere ait DS performansları çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda *Vertec (Sports Imports, Inc., Columbus, OH)* ile ölçülmüştür. 12 haftalık çalışmanın sonunda

deneklere ait DS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Olimpik stil ağırlık grubuna ait DS değerleri 4,23 cm yükselerek %9'lük bir gelişme göstermiştir. Plyometrik grubuna ait DS değerleri 6 haftalık çalışmanın sonunda 2 cm yükselirken, 12 haftanın sonunda 4,8 cm yükselerek %7'lik bir artış kaydedilmiştir.

Benito-Martínez ve ark. (96)'nın yaptıkları çalışmada kombine edilmiş elektro-uyarım ile plyometrik antrenmanların dikey sıçrama üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 8 haftalık çalışmaya 40 bayan ve 38 erkek orta düzeyde olan sürat koşucuları katılmışlardır (yaş: $15,9 \pm 1,4$ yıl, boy: $1,68 \pm 0,07$ m, ağırlık: $58,53 \pm 8,05$ kg ve vücut kitle indeksi: $20,5 \pm 1,68$ kg/m²). Çalışmaya katılan denekler 4 ayrı gruba rastgele atanmışlardır. Birinci grup plyometrik antrenman grubunda 20 sporcu (9 bayan ve 11 erkek), ikinci grupta 20 sporcu (11 bayan ve 9 erkek), üçüncü grupta 19 sporcu (10 bayan ve 9 erkek) ve dördüncü grupta ise 19 sporcu (10 bayan ve 9 erkek) vardır. Birinci grup 8 hafta boyunca, hafta 2 antrenman sadece plyometrik antrenman yapmışlardır. İkinci grup ilk önce elektro-uyarım aldıktan sonra plyometrik antrenman yapmışlardır. Üçüncü grup plyometrik antrenmandan sonra 12 dakika boyunca elektro-uyarım almışlardır. Dördüncü grup ise kombine antrenman yapmışlardır. Elektro-uyarım aldıkları aynı esnada plyometrik antrenman yapmışlardır. Deneklerin dikey sıçrama yükseklikleri Abalakov sıçrama testi ile ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda deneklere ait dikey sıçrama değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif artış gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yüksekliği %3,57, elektro-uyarım + plyometrik antrenman grubunun değerleri %13,51, plyometrik antrenman + elektro-uyarım grubunun değerleri %1,23 ve kombine antrenman grubunun değerlerinde ise %0,77 oranın pozitif yönde artış gözlenmiştir.

Stemm ve Jacobson, (26) yerde ve suda yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 21 aktif üniversite öğrencisi katılmış ve denekler rastgele suda yapılan plyometrik, yerde yapılan plyometrik ve kontrol olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Plyometrik antrenmanlar 6 hafta boyunca, haftada 2 gün yapılmıştır. Plyometrik alıştırmalar 3 set ve 15 pasif sıçrama, yan sıçramalar ve dizleri göğse kadar çekerek sıçramaları içermektedir. Egzersizler arasında da 1'er dakika dinlenme verilmiştir. Suda çalışan grup için havuz seviyesi

deneklerin diz seviyelerinde tutulmuştur. Deneklere ait maksimum dikey sıçrama yükseklikleri *Vertec* dikey sıçrama test aleti ile ölçülmüştür. Deneklere 3 hak verilmiş ve en yüksek değer istatistiksel analizler için kullanılmıştır. 6 haftalık çalışmanın sonunda deney gruplarına ait DS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenirken, kontrol grubunda herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Kotzamanidis (12) yaptığı çalışmasında prepubertal erkeklerde plyometrik antrenmanın dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya katılan 15 erkek denek ($11,1 \pm 0,5$), 10 hafta boyunca plyometrik antrenmana katılırken, 15 denekte ($10,9 \pm 0,7$) rutin beden eğitimi programına katılarak kontrol grubunu oluşturmuşlardır. Plyometrik antrenman 10 hafta boyunca tek ayakla ve çift ayakla yapılan çeşitli sıçrama alıştırmaları içermektedir. Çalışmalar haftada 2 kez, her çalışma 3 set olarak yapılmıştır. Set arasında ise 3 dakika dinlenme verilmiştir. Çalışmanın kapsamı 1.ci ve 2.ci hafta 60, 3.cü hafta 70, 4.cü hafta 80, 5.ci hafta 70, 6.cı ve 7.ci hafta 80, 8.ci hafta 90, 9.cü ve 10.cü haftalarda 100 sıçramadır. Çalışmanın ilk 4 haftası dayanıklılık koşuları, esneklik, koordinasyon ve kuvvette devamlılık türü aktiviteler yapılarak plyometrik antrenman esnasında oluşabilecek sakatlanmaları önlenmesi amaçlanmıştır. Deneklere ait maksimum dikey sıçrama yükseklikleri *Bosco ergojump* sistemiyle ölçülmüştür. Deneklerin ön test dikey sıçrama değerleri $22,99 \pm 4,50$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %25,72'lik bir artış göstererek $30,96 \pm 4,13$ cm yükselmiştir.

Asadi (97) çalışmasında sağlıklı bireylerde kumda yapılan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenmanlarının performansa etkilerini karşılaştırmıştır. Yapılan çalışmaya 27 erkek üniversite öğrencisi katılmışlardır. Çalışmaya katılan deneklerin, 9'u derinlik sıçraması, 9'u aktif sıçrama ve 9'u kontrol grubuna olmak üzere 3 gruba rastgele atanmıştır. Plyometrik çalışma 6 hafta boyunca, haftada 2 kez yapılmıştır. Her antrenman 10 dk ısınma (düşük tempolu koşu, esneklik ve dinamik hareketleri kapsamaktadır), 20 dk derinlik veya aktif sıçrama evresi ve son olarak ta 5 dk soğuma aktiviteleriyle birlikte ortalama 35 dakika sürmüştür. Deney grubunda bulunan deneklere, sıçrama egzersizlerini 5 set ve 20 tekrar olarak yapmışlardır. Tekrarlar arasında 8 sn, setler arasında 2 dk ve antrenmanlara arasında da 72 saat dinlenme verilmiştir. Derinlik ve aktif sıçrama grubunda çalışan denekler, 45 cm yükseklikteki kutudan 20 cm kalınlığındaki kuru kum zemin üzerinde çalışmışlardır.

Deneklere ait dikey sıçrama testinde *pearson* sıçrama testi kullanılmıştır. Deneklerden oldukları yerden yukarıya doğru uzanmaları istenmiş, uzandıkları en üst noktadan, sıçradıklarında dokundukları en üst nokta çıkarılarak sıçrama yüksekliği bulunup, cm cinsinden yazılmıştır. Yapılan çalışma sonunda derinlik ve aktif sıçrama grupları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı gelişim göstermiş ancak antrenman grupları arasında fark bulunmamıştır. Çalışmanın sonunda derinlik sıçraması grubuna ait deneklerin dikey sıçrama yükseklikleri %15'lik, aktif sıçrama grubunda bulunan deneklerde ise %13,5'lik pozitif yönde bir artış gözlenmiştir.

Chelly ve ark. (34) küçük futbolcularla yaptıkları çalışmada, sezon içinde yapılan plyometrik antrenmanıyla (engeller üzerinden sıçrama ve derinlik sıçramaları) dikey sıçrama performansını geliştirebileceğini savunmuşlardır. Yapılan çalışmaya küçükler kategorisinde bulunan 23 futbolcu katılmıştır (yaşları $19,0 \pm 0,7$ yıl, ağırlıkları $70,5 \pm 4,7$ kg, boyları $1,75 \pm 0,06$ m, vücut yağ yüzdeleri $\%14,7 \pm 2,6$). Çalışmaya katılan sporcular deney grubu (12 kişi) ve kontrol grubu (11 kişi) olmak üzere 2'ye ayrılmıştır. Deney grubu haftada 2 plyometrik antrenman ve futbol antrenmanı yaparken, kontrol grubu sadece futbol antrenmanı yapmışlardır. Tüm plyometrik çalışmalar çimen zeminde uygulanmıştır. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri aktif ve pasif sıçrama testleri esnasında, *Kistler* marka kuvvet platformu kullanılarak alınmıştır. Kuvvet platformu kullanılarak aktif ve pasif sıçrama esnasında sıçrama hızı ve maksimal sıçrama yükseklikleri ölçülmüştür. Yapılan 8 haftalık plyometrik çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait aktif ve pasif sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait dikey sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda ki deneklerin ön test pasif sıçrama değerleri $0,36 \pm 0,03$ m iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %8,33'lük bir artış göstererek $0,39 \pm 0,03$ m yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda ki deneklerin ön test aktif sıçrama değerleri $0,40 \pm 0,03$ m iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %2,5'lik bir artış göstererek $0,41 \pm 0,03$ m yükselmiştir.

Stojanović ve Kostić (98)'in yaptıkları çalışmada voleybolcularda plyometrik antrenman modelinin dikey sıçrama performansı gelişimi üzerine etkilerini

incelemişlerdir. 8 hafta boyunca süren çalışmaya 33 voleybol oyuncu katılmış ve deneklerden 17'i çalışma grubuna, 16 kişide kontrol gruba rastgelen atanmıştır. Plyometrik antrenman grubu, bazı haftalarda 2, bazı haftalar ise 3 antrenman yaparak toplam 19 antrenman yapmışlardır. 8 haftalık plyometrik antrenman öncesinde, deneklere 3 hafta boyunca genel dayanıklılık ve kuvvet antrenmanı yapılmıştır. Deneklerin sıçrama performansları blok, smaç ve durarak uzun atlama olarak 3 ayrı testte ölçülmüştür. Her sıçrama testi için 3 hak verilmiş ve en iyi değer istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Yapılan 8 haftalık çalışma sonunda plyometrik antrenman grubunda ilk ve son testler arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişim gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin ön test blok sıçrama değerleri $48,33 \pm 3,85$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %9,52'lik bir artış göstererek $52,93 \pm 4,25$ cm yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda ki deneklerin ön test smaç sıçrama değerleri $57,87 \pm 4,93$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %7,72'lik bir artış göstererek $62,33 \pm 5,43$ cm yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda ki deneklerin ön test durarak uzun atlama değerleri $231,53 \pm 15,38$ cm iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %3,77'lik bir artış göstererek $240,27 \pm 15,50$ cm yükselmiştir.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya katılan deneklerden 21 kişi çalışma, 21 kişide kontrol grubuna rastgele olarak atanmıştır. Ancak 6 haftalık çalışma sırasında, deney grubundan 5 kişi çalışmadan çıkarılmıştır. Yapılan çalışma 6 hafta ve hafta da pazartesi, çarşamba ve cuma günü olmak üzere 3 gün uygulanmıştır. Denekler önce plyometrik antrenman yapmışlar, hemen arkasından da ağırlık antrenmanına geçmişlerdir. Plyometrik antrenman esnasında denekler 40-60 cm yükseklikten derinlik sıçramaları ile 50 cm yüksekliğinde, 1'er metre aralıklarla dizilmiş, 5 tane engel sıçramasını yapmışlardır. Plyometrik çalışmadan sonra dereceli olarak şiddeti artımı olarak yapılan ağırlık antrenmanında denekler *leg press*, *leg extension*, *leg curl* ve yarım skuat yapmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Kistler (Winterthur, Switzerland)* marka kuvvet platformuyla ölçülmüştür. Deneklere ait dikey sıçrama performansları pasif ve aktif sıçrama sırasında alınmıştır. 6 haftalık çalışmanın

sonunda kontrol grubunun verilerinde herhangi bir değişiklik olmazken, deney grubunun aktif sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik meydana gelmişken pasif sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Deneklerin ön test pasif sıçrama değerleri $0,31 \pm 0,01$ m iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %6,45'lik bir artış göstererek $0,33 \pm 0,01$ m yükselmiştir. Deneklerin ön test aktif sıçrama değerleri $0,36 \pm 0,01$ m iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %8,33'lik bir artış göstererek $0,39 \pm 0,01$ m yükselmiştir.

Gerodimos ve ark. (99)'nın yaptıkları çalışmada aktif sıçrama esnasında uzama-kısalma döngüsü ve kolların savurmanın çocuklarda, ergenlerde ve yetişkinlerde dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya yaşları 12 ile 25 arasında değişen, haftada 3 - 4 kez antrenman yapan, 106 erkek basketbolcu katılmıştır. Denekler yaşlarına göre çocuklar ($12,0 \pm 0,23$ yıl), genç ergenler ($14,5 \pm 0,41$ yıl), yaşlı ergenler ($16,9 \pm 0,27$ yıl) ve yetişkinler ($21,9 \pm 0,32$ yıl) olarak 4 ayrı gruba ayrılmışlardır. Her denek çalışmayı 2 günde tamamlamıştır. İlk gün tüm denekler pasif sıçrama, kolları kullanmadan yapılan aktif sıçrama ve kolları kullanarak yapılan aktif sıçrama testlerini, ikinci gün yapılacak performans testlerine alışmaları için uygulamışlardır. İkinci gün deneklere ait 3 farklı dikey sıçrama test değerleri 3 deneme sonunda alınmıştır. Deneklere ait en iyi dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Dikey sıçrama değerleri *Bosco* sıçrama matı (*Ergojump, Psion© CM, MAGICA, Rome, Italy*) ile alınmıştır. Çalışmada uzama-kısalma döngüsünün aktif sıçrama üzerindeki katkısı yani delta skorları, [(aktif sıçrama-pasif sıçrama)/pasif sıçrama] x 100 formülü ile hesaplanırken, aktif sıçrama esnasında kolların savrulmasının etkisi ise; [(kollara ile aktif sıçrama-aktif sıçrama)/aktif sıçrama] x 100 formülü ile hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde; yaş ile dikey sıçrama performansında kollar ile yapılan aktif sıçrama, aktif sıçrama ve pasif sıçrama değerlerinden istatistiksel olarak daha büyük iken, aktif sıçrama sırasındaki değerlerde pasif sıçrama değerlerinden istatistiksel olarak daha büyük bulunmuştur. Kollara ile yapılan aktif sıçrama, aktif sıçrama ve pasif sıçrama değerleri yaşla birlikte arttığı sonucuna varılmıştır. Yaş ile birlikte uzama-kısalma döngüsü ve sıçrarken kolların kullanımının katkısı incelendiğinde, 4 farklı yaş kategorisi arasında anlamlı fark bulunmamıştır. 4 farklı

yaş kategorisi olan çocuklar, genç ergenler, yaşlı ergenler ve yetişkinlerde uzama-kısalma döngüsünün etkisi sırasıyla $9,6 \pm 8,6$ ($2,2 \pm 1,8$ cm), $10,3 \pm 6,8$ ($3,0 \pm 1,7$ cm), $10,1 \pm 5,7$ ($3,5 \pm 2,1$ cm) ve $9,1 \pm 4,3$ ($3,3 \pm 1,4$ cm) iken dikey sıçrama esnasında kolların kullanılması ise; $16,1 \pm 12,4$ ($4,1 \pm 3,0$ cm), $20,9 \pm 8,8$ ($6,8 \pm 2,7$ cm), $19,1 \pm 6,0$ ($7,4 \pm 2,3$ cm) ve $18,2 \pm 6,7$ ($7,2 \pm 2,6$ cm) dir.

Ebben ve ark. (33)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, çalışma sonrasında ki dinlenme periyoduna olan etkilerini incelemiştir. Çalışmaya katılan denekler 14'ü plyometrik antrenman grubuna (yaşları $19,29 \pm 0,91$ yıl, ağırlıkları $62,56 \pm 7,24$ kg ve boyları $167,19 \pm 6,51$ cm) ve 10'u da kontrol grubuna (yaşları $19,50 \pm 1,18$ yıl, ağırlıkları $60,41 \pm 7,93$ kg ve boyları $163,45 \pm 6,50$ cm) olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Plyometrik antrenman grubu 6 hafta boyunca ve haftada 2 gün antrenman yapmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği aktif sıçrama sırasında 60 x 120 cm ebatlarında kuvvet platformuyla (*BP6001200, Advanced Mechanical Technologies Inc., Watertown, MA*) ve her deneğe 3 hak verilerek ölçülmüştür. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklik ölçümleri çalışma öncesinde ve çalışmanın sonrasındaki 2, 4, 6, 8 ve 10. uncu günlerde ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deneklere ait tüm son test dikey sıçrama yükseklik değerleri ön test değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pozitif yönde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubundaki deneklerin ön test aktif sıçrama değerleri $0,21 \pm 0,08$ m iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasındaki 2, 4, 6, 8 ve 10. uncu günde alınan değerleri ön test değerleri ile karşılaştırıldığında $33,33$ 'lük bir artış göstererek $0,28 \pm 0,03$ m yükselmiştir.

Milic ve ark. (44)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın erkek voleybolcuların tek ayakla ve çift ayakla sıçrama performanslarına olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya 16 yaşında 46 denek katılmıştır. 23 denek *Niš* şehrinde bulunan *Naiissus '97* voleybol kulübünde oynarken, kontrol grubunda bulunan 23 denek ise meslek lisesinde okuyan ve voleybol branşı ile ilgilenmeyen öğrencilerden seçilmişlerdir. Deney grubu plyometrik antrenmanlar başlamadan önce 3 hafta boyunca, haftada 5 antrenman yaparak genel dayanıklılık ve kuvvet antrenmanları yapmışlardır. 3 haftalık plyometrik antrenmanlara hazırlık döneminden sonra, denekler 6 hafta boyunca toplam 15 (haftalara göre antrenman

dağılımı: 2-2-3-2-3-3) plyometrik antrenman yapmışlardır. Deneklere ait sıçrama testleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında çift, sağ ve sol ayakla blok sıçraması, çift, sağ ve sol smaç sıçraması, derinlik sıçraması ve durarak üç adım sıçraması olarak toplam 8 ayrı sıçrama testi yapılmıştır. Çalışmanın sonunda deney grubuna ait 8 ayrı sıçrama performansı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pozitif yönde gelişmiştir. Deney grubunun çift ayakla blok sıçrama değerleri %1,22 (ön test: 290,43 ± 14,89 cm - son test: 293,96 ± 15,33 cm), sağ ayakla blok sıçrama değerleri %1,22 (ön test: 281,78 ± 14,85 cm - son test: 285,22 ± 15,08 cm), sol ayakla blok sıçrama değerleri %1,46 (ön test: 278,30 ± 12,71 cm - son test: 282,35 ± 13,35 cm), çift ayakla smaç sıçrama değerleri %1,76 (ön test: 296,00 ± 14,23 cm - son test: 301,22 ± 14,60 cm), sağ ayakla smaç sıçrama değerleri %1,53 (ön test: 283,96 ± 15,14 cm - son test: 288,30 ± 15,35 cm), sol ayakla smaç sıçrama değerleri %1,84 (ön test: 293,65 ± 12,56 cm - son test: 299,04 ± 12,94 cm), derinlik sıçrama değerleri %7,48 (ön test: 239,96 ± 20,26 cm - son test: 257,91 ± 21,82 cm) ve durarak 3 adım sıçrama değerleri %7,60 (ön test: 948,00 ± 78,00 cm - son test: 1020,00 ± 80,00 cm) olarak gelişmiştir.

Martel ve ark. (100)'nın yaptıkları çalışmada geleneksel voleybol antrenmanı ile birlikte suda uygulanan plyometrik antrenmanını, geleneksel voleybol antrenmanı ile birlikte uygulanan esneklik antrenmanlarının dikey sıçrama performansına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya lise voleybol takımında oynayan 19 bayan voleybolcu katılmış ve sporcular 10'u deney grubuna, 9'u ise kontrol grubuna olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Plyometrik antrenman grubu haftada 2 kez, 6 hafta boyunca, 122 cm derinliğinde ve 28° C derecedeki havuz antrenman yapmışlardır. Her antrenman periyodu yaklaşık olarak 45 dk sürmüştür. Deneklere ait dikey sıçrama performansları, durarak yukarıya doğru kollarıyla uzandıktan yükseklik işaretlenmiş, daha sonra sıçradıkları maksimum yükseklikten çıkarılarak, 3 denemenin en iyi derecesi kayıt edilmiştir. Dikey sıçrama testi 6 haftalık çalışmanın öncesinde, çalışmanın başlamasından sonraki 2.ci, 4.cü ve 6.cı haftalarında da alınmıştır. Gruplara ait ön test değerleriyle (deney grubu; 33,4 ± 4,7 cm – kontrol grubu; 31,9 ± 5,3 cm) 2.ci haftaya ait dikey sıçrama yükseklikleri (deney grubu; 33,1 ± 4,7 cm – kontrol grubu; 32,1 ± 5,4 cm) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Deneklerin 4.cü haftaya ait dikey sıçrama yükseklikleri (deney

grubu; $34,4 \pm 5,6$ cm – kontrol grubu; $33,5 \pm 5,0$ cm) incelendiğinde, her iki gruba ait değerlerin ön testlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Ancak son 2 hafta da sadece plyometrik antrenman grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme bulunmuştur. Plyometrik antrenman grubuna ait son test değerleri %11,08'lik bir artış göstererek $37,10 \pm 4,50$ cm yükselmiştir.

Bavlı (101)'nin yaptığı çalışmada basketbol antrenmanlarına eklenmiş 6 haftalık plyometrik egzersizlerin dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmaya en az 2 yıllık basketbol lisansına sahip, 24 amatör erkek basketbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele olarak plyometrik antrenman (yaşları $22,1 \pm 2,4$ yıl, ağırlıkları $79,6 \pm 8,1$ kg, boyları $186,8 \pm 9,8$ cm ve spor yaşı $9,1 \pm 3,1$ yıl) ve kontrol grubu (yaşları $19,2 \pm 2,1$ yıl, ağırlıkları $81,4 \pm 4,3$ kg, boyları $182,4 \pm 5,4$ cm ve spor yaşı $7,0 \pm 2,3$ yıl) olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Plyometrik antrenmanlar 6 hafta boyunca hafta da 2 antrenman ve ilk 3 haftada yapılan her plyometrik antrenmanda 100 sıçrama, 2.ci 3 haftada ise her plyometrik antrenmanda 150 sıçrama olarak tasarlanmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği aktif sıçrama sırasında *Takei* marka dijital *vertical jump meter* kullanılarak ölçülmüştür. Her deneğe dikey sıçrama testi için 3 hak verilmiş ve maksimum sıçrama yüksekliği istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklik ölçümleri 6 haftalık çalışma öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarına ait dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %3,99 oranında (ön test: $70,1 \pm 4,1$ cm ve son test: $72,9 \pm 4,6$ cm) istatistiksel olarak pozitif yönde gelişme gözlenmiştir.

Burgess ve ark. (7)'nin yaptıkları çalışmada plyometrik antrenman ile izometrik antrenmanın tendon sertliğine ve dikey sıçrama yüksekliğine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 13 erkek (yaş: 23 ± 6 yıl, boy: $179,8 \pm 5,2$ cm ve ağırlık: $76,8 \pm 6,1$ kg) denek katılmış ve bu denekler plyometrik ve izometrik antrenman grubu olarak iki gruba ayrılmışlardır. Deneklerin antrenman programının kapsamı birinci haftadan altıncı haftaya kadar olan süreçte kademeli olarak artırılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği ve kas tendon sertliği 6 haftalık plyometrik antrenman öncesinde ve sonrasında kuvvet platformu (*Kistler type 9286A*;

Hampshire, UK) ve Smith Machine (UO82; Leisurelines, Leicestershire, UK) cihazları ile ölçülmüştür. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği, denekler ayaktaiken sadece ayak bileği fleksiyonu ile yaptıkları sıçrama esnasında ölçülmüştür. Deneklere ait tendon sertliği ise *medial gastrocnemius* ultrasonografi ile izometrik kasılma esnasında ölçülmüştür. 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümlere göre her iki deney grubuna ait dikey sıçrama ve tendon sertliği değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Ancak deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir. Plyometrik antrenman grubuna ait dikey sıçrama değerleri %58,6 (ön test: $0,081 \pm 0,012$ m ve son test: $0,128 \pm 0,020$ m) ve izometrik antrenman ait dikey sıçrama değerleri ise %64,3 (ön test: $0,057 \pm 0,005$ m ve son test: $0,093 \pm 0,017$ m) pozitif yönde artış göstermiştir. Plyometrik antrenman grubuna ait tendon sertliği %29,4 (ön test: $49,0 \pm 10,8$ N-mm⁻¹ ve son test: $63,4 \pm 9,2$ N-mm⁻¹) ve izometrik antrenman ait tendon sertliği ise %61,6 (ön test: $43,9 \pm 2,5$ N mm⁻¹ ve son test: $71,0 \pm 7,4$ N mm⁻¹) pozitif yönde artış göstermiştir. İstatistiksel analizler göstermiştir ki dikey sıçrama değerleri istatistiksel olarak tendon sertliği ile ilişkilidir ve dikey sıçrama performansını %21 oranında tendon sertliği ile açıklanabilir.

Sağiroğlu (102) 8 haftalık çalışmasında genç basketbolcularda plyometrik antrenmanların anaerobik performans ve dikey sıçrama yüksekliğine etkisi incelemiştir. Yapılan çalışmaya 2006-2007 sezonunda Vestel Spor Kulübünde oynayan 18 genç erkek basketbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 6'sı kontrol grubuna (yaşları $16,16 \pm 0,98$ yıl, ağırlıkları $79,83 \pm 12,81$ kg ve boyları $187,33 \pm 4,50$ cm), 6'sı haftada 1 gün plyometrik antrenman grubuna (yaşları $15,66 \pm 0,81$ yıl, ağırlıkları $72,01 \pm 15,84$ kg ve boyları $184,83 \pm 14,03$ cm) ve 6'sı haftada 3 gün antrenman grubuna (yaşları $16,66 \pm 0,98$ yıl, ağırlıkları $69,90 \pm 11,39$ kg ve boyları $186,33 \pm 10,57$ cm) rastgele atanmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği aktif sıçrama sırasında *Takei* marka dijital *vertical jump meter* kullanılarak ölçülmüştür. Her deneğe dikey sıçrama testi için 3 hak verilmiş ve maksimum sıçrama yüksekliği istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklik ölçümleri 8 haftalık çalışma öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarına ait dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde

gelişmiştir. Haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %4,27 oranında (ön test: 46,83 ± 3,31 cm ve son test: 48,83 ± 3,86 cm), Haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %8,76 oranında (ön test: 45,66 ± 7,14 cm ve son test: 49,66 ± 6,68 cm) istatistiksel olarak pozitif yönde geliştiği, kontrol grubunun değerleri ise %-2,31 oranında (ön test: 50,16 ± 7,70 cm ve son test: 49,00 ± 7,88 cm) azaldığı bulunmuştur.

Skurvydas ve Brazaitis (103)'in yaptıkları çalışmada ergenlik öncesi erkeklerde ve kızlarda 8 haftalık plyometrik antrenmanın merkezi ve periferik kas yorgunluğuna etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya katılan denekler 13 erkek (yaş: 10,3 ± 0,3 yıl, boy: 1,46 ± 0,08 m ve ağırlık: 41,2 ± 8,3 kg) ve 13 kız (yaş: 10,2 ± 0,3 yıl, boy: 1,43 ± 0,08 m ve ağırlık: 37,2 ± 6,3 kg) deney grubuna katılırken, 10 erkek ise (yaş: 10,3 ± 0,3 yıl, boy: 1,45 ± 0,07 m ve ağırlık: 42,9 ± 6,4 kg) kontrol grubuna katılmıştır. Plyometrik antrenmanlar hafta 2 gün, toplam 16 antrenman yapılmış ve bu yaklaşık olarak 2 ay sürmüştür. Her antrenmanda deneklere 20 saniye aralıklarla 30 tane aktif sıçrama yapmışlardır. Denekler sözlü olarak sıçrama egzersizleri sırasında mümkün olduğunca hızlı bir şekilde kolları savurmaları konusunda bilgilendirilmiştir. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği, 16 plyometrik antrenman öncesinde ve sonrasında *Multicomponent Kistler* marka kuvvet platformuyla (*Kistler; Type 9286A, John Glenn Drive, Amherst*). Aktif sıçrama yüksekliği matematiksel formülle ($H \text{ (cm)} = 11,226 \times T_f$, $T_f = \text{Havada kalma süresi}$) hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney grubunda bulunan her iki cinsiyet için aktif sıçrama esnasındaki dikey sıçrama yüksekliği ön testten son testte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Deney grubunda bulunan erkeklerin aktif sıçrama değerleri %36,7 (ön test: 24,1 ± 3,8 cm ve son test: 32,8 ± 5,1 cm) ve kızlarda ise %37,7 (ön test: 21,8 ± 3,3 cm ve son test: 29,9 ± 3,8 cm) olarak pozitif yönde gelişim göstermişlerdir.

Myer ve ark. (104)'nın yaptıkları çalışmada bayan atletlerde plyometrik antrenman ile denge antrenmanının etkilerine karşılaştırmışlardır. Çalışmaya *Cincinnati* bölgesindeki liselerde okuyan 19 bayan atlet gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışmaya yaşları 14-17 arasında (plyometrik antrenman grubu 15,9 ± 0,8 ve denge antrenman grubu ise 15,6 ± 1,8) olan denekler katılmış ve bu denekler 8'i plyometrik antrenman, 11'i ise denge antrenmanı grubu olmak üzere 2 gruba

ayrılmışlardır. Çalışmaya katılan deneklerin tamamı yaptıkları birincil spor olarak voleybolu işaretlerken, 10 sporcu ise (5 basketbol, 2 futbol, 2 softbal ve 1 yüzme) yaptıkları ikincil sporları da yazmışlardır. Tüm denekler çalışmadan 1 hafta önce ön test ölçümlerine katılmış, son test ölçümleri ise ön test 8 hafta sonra yapılmıştır (son antrenmandan 4 gün sonra). Yapılan çalışma 7 hafta, haftada 3 gün (pazartesi, Salı ve Perşembe) ve her antrenman yaklaşık olarak 90 dakika sürmüştür. Denekler her antrenman periyodun aktif ısınma için çeviklik için kullanılan 5 tane merdiven egzersizi yapmışlardır. Her antrenmanda deneklere 2 farklı antrenman tipi uygulanmışlardır. Bu iki tip antrenmanda direnç antrenmanı ve sürat antrenmanı ile birlikte deneklerin buldukları gruba bağlı olarak ya plyometrik antrenman ya da denge antrenmanı olmuştur. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği, *MXI vertical jump trainer (MXP Sports, Reading, PA)* aletiyle aktif sıçramayla ölçülmüştür. Deneklere ait dikey olarak yere uygulanan kuvvet değerleri ise taşınabilir *AccuPower* kuvvet platformuyla (*Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA*) ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubuna ait dikey sıçrama yükseklikleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Deneklerin dominant bacaklarına ait dikey olarak yere uyguladıkları kuvvet değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. Denge grubuna ait değerler ön testten son testte %7,0 oranında azalırken, bu değerler plyometrik antrenman grubunda ise %7,6 oranında artmıştır. Deneklerin dominant olmayan bacaklarına ait dikey olarak yere uyguladıkları kuvvet değerlerinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Denge grubuna ait değerler ön testten son testte %5,4, plyometrik antrenman grubunda ise %0,3 oranında azalmıştır.

Skurvydas (105) yaşları 21 ile 25 arasında olan 61 elit sporcu (sürat koşu, uzun mesafe koşu, halter, kayak ve bisiklet) üzerine yaptığı çalışmada, farklı spor branşlarında bulunan sporcuların sıçrama becerilerini karşılaştırmıştır. Yapılan bu çalışmada çeşitli şekillerdeki fiziksel strese karşı farklı branştaki sporcuların sinir-kas adaptasyonunun tanımlanması amaçlanmıştır. Deneklerin sıçrama performansı kuvvet platformuyla aktif, pasif ve derinlik sıçraması sırasında ölçülmüştür. Her sıçrama çeşidi için tüm denekler 3 hak kullanmış ve ortalama değer istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda sürat koşucuları ve

haltercilerin en yüksek sıçrama kapasitesine sahip oldukları belirlenmiş, bu sporcuları ise uzun mesafe koşucuları ve antrenmansız birey izlemiştir. Bisikletçiler özellikle aktif sıçrama değerlerinde çok düşük sıçrama becerisi göstermişlerdir. Kayakçılar ise aktif sıçrama değerleri orta düzeyde olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre farklı disiplinlerde ki atletlerde, egzersize kasın biyomekaniksel adaptasyonu, fizyolojik ve biyokimyasal faktörlerden çok daha fazla sıçrama performanslarında önemlidir.

Güneş (106)'in yaptığı çalışmada elit basketbolcularda klasik antrenmana eklenen modern plyometrik çalışmaların salt klasik basketbol antrenmanına karşı etkilerinin incelemiştir. Çalışmaya TTnet Beykoz spor kulübünün A ve Genç takımında oynayan 19 profesyonel basketbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular deney (10 sporcu, yaşları; $24,10 \pm 4,15$ yıl, boyları; $198,80 \pm 8,43$ cm ve ağırlıkları ise; $95,70 \pm 9,67$ kg) ve kontrol (10 sporcu, yaşları; $23,66 \pm 5,52$ yıl, boyları; $191,66 \pm 6,14$ cm ve ağırlıkları ise; $88,44 \pm 10,14$ kg) grubu olarak 2 gruba rastgele atanmıştır. Plyometrik çalışmalar 2007 – 2008 basketbol sezonu içerisinde beş aylık (15 ağustos-18 ocak) antrenman programı süresince, hafta 2 pliometrik antrenman olarak tasarlanmıştır. Modern plyometrik çalışmalar haftada iki gün takımın halter programları öncesinde uygulanmıştır. İlk haftalarda yatay pliometrik alıştırmaları geçiş dönemi için uygulanmış, daha sonraları ise dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmalar uygulanmıştır. Deneklerin performans testleri her ayın sonunda (toplamda 5 kez) yapılmıştır. Deneklere ait aktif sıçrama ve tek adım olarak aktif sıçrama performansı *Bosco New Test 2000* test bataryası kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait aktif ve tek adım olarak aktif sıçrama yükseklikleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pozitif yönde gelişmiştir. Deneklerin aktif sıçrama yüksekliği birinci ayın sonunda $49,90 \pm 10,08$ cm iken, 2.ci ayda %3,81 ($51,80 \pm 10,15$ cm), 3.cü ayda %5,61 ($52,70 \pm 10,33$ cm), 4.cü ayda %8,22 ($54,00 \pm 10,17$ cm) ve 5.ci ayda %12,22 ($56,00 \pm 10,33$ cm) artmıştır. Deneklerin aktif sıçrama yüksekliği sadece 2.ci ve 3.cü aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmemiştir. Deneklerin tek adım olarak aktif sıçrama yüksekliği birinci ayın sonunda $56,60 \pm 9,75$ cm iken, 2. ayda %4,77 ($59,30 \pm 9,41$ cm), 3.cü ayda %7,24 ($60,70 \pm 9,63$ cm), 4.cü ayda %10,78 ($62,70 \pm 9,64$ cm) ve 5.ci ayda %15,55 ($65,40 \pm 9,03$ cm) artmıştır.

Wu ve ark. (9)'nın yaptıkları çalışmada plyometrik antrenmanın tricep surae kasına ait EMG değerlerini, aşıl tendonun sertliğini ve elastik enerji kullanımını arttırmasını ve bu etkilerin istemli elektromekanik gecikme ve sıçrama yüksekliğiyle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 8 hafta süren plyometrik antrenmana 21 erkek üniversite öğrencisi katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 11'i plyometrik antrenman grubuna (yaşları $22,1 \pm 1,6$ yıl, ağırlıkları $65,8 \pm 8,6$ kg ve boyları $174,4 \pm 7,6$ cm) ve 10'u da kontrol grubuna (yaşları $22,3 \pm 1,6$ yıl, ağırlıkları $65,2 \pm 7,5$ kg ve boyları $171,5 \pm 8,2$ cm) olmak üzere rastgele 2 gruba ayrılmışlardır. Plyometrik antrenmanlar 8 hafta boyunca ve haftada 2 antrenman olmak üzere toplamda 16 antrenman yapılmıştır. Deneklere ait performans ölçümleri çalışmanın 1 hafta öncesinde, çalışmanın 5. ci haftasında ve 8 haftalık çalışmanın hemen bitiminde alınmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama değerleri *Vertec Vertical-Jump Tester (Power Systems Inc., Knoxville, TN, USA)* ile aktif sıçrama yapılarak ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yükseklikleri çalışmanın 5.ci haftasında artmış ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak deneklere ait 8. ci haftada alınan sıçrama yükseklikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Deneklerin aktif sıçrama yüksekliği ön testte $49,0 \pm 6,8$ cm iken, 5. ci hafta sonunda %7,96 ($52,9 \pm 6,7$ cm) ve 8.ci hafta sonunda ise %12,04 ($54,9 \pm 5,4$ cm) artmıştır. Deneklere ait tendon sertliği ile dikey sıçrama yüksekliği arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r = -0,77$, $P = 0,014$).

Kılıç (107) yaptığı çalışmada 10 haftalık plyometrik antrenman programının 13-15 yaş grubu erkek futbolcuların fiziksel uygunluk düzeylerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya Erzurum ilinde buluna çeşitli futbol kulüplerinin alt yapılarında futbol oynayan 30 sporcu katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular 15 plyometrik antrenman grubuna ve 15 kontrol grubuna olmak üzere 2 gruba rastgele atanmıştır. Deney grubu 10 hafta boyunca ve hafta 2 günde plyometrik antrenman yaparken, kontrol grubu ise sadece normal antrenmanlarını yapmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliği, elektronik fotosel yardımıyla aktif sıçrama testi ile ölçülmüştür. Sıçrama esnasında denekler kollarını serbest bir şekilde sıçrama esnasında kullanmışlardır. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney grubuna ait dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde

gelişmiştir. Deney grubuna ait aktif sıçrama değerleri %27,27 (ön test: $34,40 \pm 3,54$ cm ve son test: $43,78 \pm 3,71$ cm) olarak pozitif yönde gelişim göstermişlerdir.

Shallaby (108) yaptığı araştırmada plyometrik çalışmaların basketbolculara ait beceri ve fiziksel performansı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Çalışmaya 16 yaşının altında 20 basketbolcu katılmıştır. Denekler 10 sporcu plyometrik antrenman grubuna, 10 sporcu ise kontrol grubuna olmak üzere 2 ayrı grubu ayrılmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait çalışmalar 12 hafta, hafta da 3 antrenman ve her antrenman ortalama 120 dakika civarında sürmüştür. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait dikey sıçrama yüksekliği istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pozitif yönde gelişme göstermiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yükseklik değerlerinde ön testten son testte %27,01'lik bir artış gözlenmiştir.

Toumi ve ark. (49)'nın yaptıkları çalışmada kombine (plyometrik ve ağırlık) antrenmanları ile ağırlık antrenmanının pasif ve aktif sıçrama performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Fransa 3.cü hentbol liginde oynayan yaşları 17 ile 24 arasında değişen sağlıklı 22 erkek hentbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Denekler rastgele ağırlık antrenman grubu, sıçrama antrenmanı ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubu ve kontrol grubu olarak 3 gruba ayrılmıştır. Ağırlık antrenman grubu çalışmalarını *leg press* makinesinde (*Multi-form/Type M11: Serial number: 402, DPS Company, Clermont Ferrand, France*) maksimal izometrik kasılmanın %70'inde 6 set ve 10 tekrar olarak yapmışlardır. Kombine antrenman grubu ağırlık antrenmanın yanında 2 farklı sıçrama egzersizleri yapmışlardır. Birinci sıçrama egzersizinde yüksekliği 35 cm ve araları 50 cm olan 10 tane jimnastik sırası üzerinden teker teker sıçramışlar ve her iki jimnastik sırası arasında 3 sn beklemişlerdir. Denekler bu çalışmayı aktif sıçrama formunda, 5 tekrarlı 3 set ve setler arasında da 3 dakika dinlenme vermişlerdir. İkinci sıçrama egzersizinde denekler aynı jimnastik sıralarını kullanmışlar ve sıralar arasında dinlenme olmadan 5 sıçrama peş peşe yapmışlar ve aralarda da 3'er dakika dinlenmişlerdir. Kontrol grubu ise 8 hafta boyunca rutin hentbol antrenmanı yapmışlardır. Çalışmalar 6 hafta boyunca hafta da 4 antrenman olarak tasarlanmıştır. Deneklere ait test değerleri çalışmanın öncesinde, 3.cü haftasında, 6.cı haftasında ve çalışma bittikten 2 hafta yani 8.ci haftada alınmıştır. Deneklere ait pasif ve aktif sıçrama değerleri kuvvet

platformunda (9981C, Kistler Instrument AG, Winterhur, Switzerland) ölçülmüştür. Tüm deneklere her sıçrama için 3 deneme şansı verilmiş ve en yüksek dikey sıçrama mesafesi istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki antrenman grubuna ait dikey sıçrama yükseklikleri 3 haftanın sonunda anlamlı bir şekilde gelişmemiştir. Ancak antrenmanın 6.cı haftanın sonunda pasif sıçrama yüksekliğinde, ağırlık antrenman grubunda %9,1 ve kombine edilmiş antrenman grubunda ise %11,3 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur. Bununla birlikte aktif sıçrama yüksekliğinde ise sadece kombine edilmiş antrenman grubunda %13,2 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Pasif ve aktif sıçrama yüksekliklerinde artış çalışma bittikten 2 hafta sonrasında kadar devam etmekte olduğu da saptanmıştır.

Atacan (109) yaptığı çalışmada özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanın, genç erkek futbolcularda dikey ve yatay sıçrama performansına olan etkileri incelemiştir. Yapılan çalışmaya 14-15 yaş grubundaki Kartal Spor yıldız futbol takımı oyuncuları katılmışlardır. Denekler 15 kişilik pliometrik antrenman grubu (yaş: $14,20 \pm 0,41$ yıl, boy: $160,20 \pm 5,89$ cm, ağırlık: $48,67 \pm 6,14$ kg ve spor yaşı: $2,53 \pm 0,74$ yıl), 15 kişilik kontrol grubu (yaş: $14,07 \pm 0,26$ yıl, boy: $156,87 \pm 5,17$ cm, ağırlık: $45,73 \pm 4,99$ kg ve spor yaşı: $2,47 \pm 0,83$ yıl) olmak üzere toplam 30 kişi katılmıştır. Çalışmaya katılan tüm denekler futbol antrenmanı yapmışlar ancak plyometrik antrenman grubu buna ek olarak 8 hafta boyunca ve haftada 2 gün plyometrik antrenman yapmışlardır. Deneklere ait sıçrama performansı, *sargent jump* testiyle dikey sıçrama ve durarak uzun atlama ile ölçülmüştür. Çalışmanın kapsamı 1'den 3.cü haftaya kadar 200, 4'den-7ci haftaya kadar 300 ve son hafta olan 8.ci hafta ise 200 sıçramadır. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait dikey sıçrama yüksekliği ve yatay sıçrama mesafesi istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait aktif sıçrama değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %10,50 (ön test: $37,40 \pm 4,40$ cm ve son test: $41,33 \pm 4,40$ cm) gelişirken, kontrol grubundaki bu değişme %1,84 (ön test: $36,33 \pm 3,17$ cm ve son test: $37,00 \pm 5,08$ cm) olarak saptanmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait yatay sıçrama mesafesi %5,99 (ön test: $199,13 \pm 14,12$ cm ve son test: $211,06 \pm 14,07$ cm) gelişirken, kontrol grubundaki bu değişme %1,83 (ön

test: $182,06 \pm 14,24$ cm ve son test: $185,40 \pm 14,27$ cm) olarak saptanmıştır. Her iki gruba ait yatay sıçrama mesafeleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşlardır.

Literatürde plyometrik antrenmanın DS gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır.

Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmada yerle kontakt süresi minimum olarak yapılan plyometrik antrenmanın sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmaya beden eğitimi bölümünde 2.ci sınıfta okuyan antrenmansız 44 denek katılmıştır. Denekler rastgele plyometrik antrenman grubu ve kontrol grubu olarak 2'e ayrılmışlardır. Deney grubu pazartesi ve Perşembe olmak üzere hafta 2 gün ve 6 hafta boyunca plyometrik antrenman yapmışlardır. Yapılan her antrenmanda denekler sözlü olarak yerle minimum kontakt yapmaları için uyarılmışlardır. Plyometrik antrenman tek veya çift ayakla yapılan, dikey ve yatay bileşenleri içeren sıçrama alıştırmalarını içermektedir. Deney grubu 1-2.ci hafta; 121, 3-4.cü hafta; 121, 5-6.ci hafta; 105 sıçrama içermektedir. 6 haftalık çalışmanın 3 gün öncesinde ve 3 gün sonrasında deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri aktif ve derinlik sıçramaları (31 cm) esnasında alınmıştır. Sıçrama değerleri *Kistler* marka kuvvet platformu kullanılarak kayıt edilmiştir. Deneklere her sıçrama çeşidi için 3'er hak verilmiş ve en yüksek değer (ağırlık merkezinin yer değişikliği) istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Dikey sıçramanın yanı sıra deneklere ait durarak 5 adım uzun atlama testide uygulanmıştır. Denekler kum havuzuna 10-11 metre uzaklıktan durarak 5 adım uzun atlama yaparak kum havuzuna atlamışlar ve başlama noktası ile kum havuzunda başlama noktasına en yakın bırakılan iz arasındaki mesafe mezurayla ölçülerek kayıt edilmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama ön test değerleri $0,41 \pm 0,08$ m iken son testte bu değerler %2,44'lük bir artış göstererek $0,42 \pm 0,07$ m yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin derinlik sıçrama ön test değerleri $0,40 \pm 0,07$ m iken, son testte bu değerler %5'lik bir artış göstererek $0,42 \pm 0,06$ m yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin durarak 5 adım uzun atlama değerleri $13,02 \pm 0,68$ m ken, son testte bu değerler %0,38'lik bir artış göstererek $13,07 \pm 0,61$ m yükselmiştir. Ancak 6 haftalık plyometrik antrenmanın öncesinde ve sonrasında yapılan durarak uzun atlama, aktif ve derinlik sıçramaları sonuçlarına

göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir.

Miller ve ark. (52)'nin yaptıkları çalışmada, bel ve göğüs seviyesindeki havuz suyunda yapılan plyometrik çalışmaların dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya alt ekstremiteye ait iskelet-kas sisteminde sakatlıktan yeni kurtulmuş 29 denek (15 erkek – 14 bayan) katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler kontrol grubu, bel seviye ve göğüs seviyesinde yapılan plyometrik antrenman grubu olmak üzere 32'e ayrılmıştır. Plyometrik antrenman grubu 6 hafta boyunca hafta 2 antrenman yapmışlardır. Her hafta yapılan plyometrik çalışmaların kapsamı; birinci hafta 90, ikinci ve üçüncü hafta 120, dördüncü ve beşinci hafta 140 ve altıncı hafta ise 120 sıçramadır. Antrenmanda kullanılan sıçramalar tek veya çift ayakla ve hem yatay hem de dikey düzleme yapılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Vertec* sıçrama sistemiyle ölçülmüştür. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test dikey sıçrama değerleri $40,9 \pm 10,7$ cm iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %2,45'lik bir artış göstererek $41,9 \pm 7,4$ cm yükselmiştir. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test dikey sıçrama değerleri $46,5 \pm 13,2$ cm iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %5,38'lik bir artış göstererek $49,0 \pm 14,5$ cm yükselmiştir. Ancak 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan dikey sıçrama test sonuçlarına göre deneklerin sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir.

Stieg ve ark. (87) yaptıkları çalışmada farklı kapsamlardaki derinlik sıçrama antrenmanlarının dikey sıçrama performanslarına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 17 üniversiteli bayan futbolcu (yaş: $18,94 \pm 0,74$ yıl, boy: $169,35 \pm 5,25$ cm, ağırlık: $66,07 \pm 6,42$ kg) katılmıştır. Denekler 48 saatlik aralıklarla 5 ayrı günde performans ölçümlerine katılmışlardır. Deneklere rutin ısınmalarını bisiklet ergometresinde (Monark 868, Varberg, Sweden) 25 wattlık şiddette 5 dakika yapmışlardır. Isınma sonrasında ön test olarak deneklere 3 tane 30 sn aralıklarla aktif sıçrama testi yapılmış ve ön testten sonra ise denekler rastgele atandıklarını çalışma grubuna göre 0, 3, 6, 9 ve 12 tane derinlik sıçrama çalışması yapmışlardır. Derinlik sıçramalarında sıçramalar arasındaki dinlenme aralıkları 10 saniye olarak ayarlanmıştır. Denekler derinlik sıçraması yaptıktan 10 dakikaya kadar dinlenmiş ve

daha sonra son test ölçümleri yapılmıştır. Derinlik sıçramasında kullanılan kutu yüksekliği her deneğin *lateral femoral condyle* seviyesine göre ayarlanmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama testi *Vertec* (Sports Imports, Columbus, OH) ile ölçülmüştür. Isınma sonrasında sadece bekleyen ve hiç derinlik sıçraması çalışması yapılmadığında alınan dikey sıçrama yükseklikleri %1,28 (ön test: $41,31 \pm 4,69$ cm ve son test: $40,78 \pm 4,44$ cm), 3 sıçrama sonrasında %1,62 (ön test: $41,91 \pm 4,73$ cm ve son test: $41,23 \pm 4,11$ cm), 6 sıçrama sonrasında %1,63 (ön test: $41,16 \pm 4,37$ cm ve son test: $40,49 \pm 4,41$ cm), 9 sıçrama sonrasında %0,20 (ön test: $39,74 \pm 4,10$ cm ve son test: $39,66 \pm 4,56$ cm) ve 12 sıçrama sonrasında %2,56 (ön test: $41,01 \pm 4,63$ cm ve son test: $39,96 \pm 3,99$ cm) düşmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait farklı kapsamlarda yapılan derinlik sıçramalarının dikey sıçrama yüksekliğine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak gruplar kendi arasında karşılaştırıldığında, 9 derinlik sıçraması sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği sıçrama diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha azalmıştır.

Dodd ve Avlar (25)'in yaptıkları çalışmada patlayıcı kuvvet antrenman modellerinin deneklere ait alt ekstremitte gücü gelişimine akut etkilerini incelemişlerdir. Yaşları 18 ile 23 arasında, ikinci ligde oynayan 45 beyzbol sporcusu, 15 haftalık bu çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışmada üç farklı antrenman modeli uygulanmıştır; kompleks antrenman, yüksek direnç antrenmanı ve plyometrik antrenman. Yapılan çalışma çapraz dizayn olarak tasarlanmıştır ve her grup 4'er hafta boyunca kompleks, yüksek direnç ve plyometrik antrenman modelleri ile çalışmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Vertec* ile ölçülmüştür. Çalışmada denekler 3 farklı egzersizi, 4 set ve 6 tekrar olarak yapmışlardır. 15 haftalık çalışma sonunda, üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Deneklerin ön test değerleri $66,55 \pm 7,26$ cm ($26,20 \pm 2,86$ inch) iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,91'lik bir artış göstererek $67,82 \pm 6,91$ cm ($26,70 \pm 2,72$ inch) yükselmiştir.

Chimera ve ark. (115)'nin yaptıkları çalışmada sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremitte kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmaya Amerika Ulusal Üniversiteler Spor Birliği birinci bölümde (*Division I*) yarışan, yaşları 18 ile 22 arasında değişen 20

sağlıklı bayan atlet katılmıştır. Ancak çalışmanın belli aşamalarından sonra, çalışmaya 18 bayan (14 futbolcu, 4 hokeyci) atlet kalmıştır. Bu çalışmanın modeli ön-test son test kontrol gruplu model olarak belirlenmiştir. Deney grubu haftada 2 kez olmak üzere toplam 6 hafta plyometrik antrenman yapmışlar ve ortalama her antrenman 30 dakika civarında sürmüştür. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Vertec* (Questtek Corp, Northridge, CA) aletiyle ölçülmüştür. Deneklerin ön test dikey sıçrama değerleri $45,44 \pm 5,82$ cm ($17,89 \pm 2,29$ inch) iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %5,8'lik bir artış göstererek $47,98 \pm 6,22$ ($18,89 \pm 2,45$ inch) yükselmiştir. Ancak 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan dikey sıçrama test sonuçlarına göre deneklerin sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir.

Ploeg ve ark. (11)'nin yaptıkları çalışmada yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı (suda yapılan plyometrik) ile düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı ve düşük kapsamlı plyometrik antrenmanının dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 47 sağlıklı birey katılmasına rağmen, çalışmayı 39 denek (16 erkek; $21,8 \pm 2,3$ yaş, $181,9 \pm 6,9$ cm boy, $80,7 \pm 9,2$ kg ağırlık, 23 bayan; $22,4 \pm 3,5$ yaş, $166,5 \pm 5,8$ cm boy, $65,7 \pm 10,0$ kg ağırlık) bitirebilmiştir. Çalışmaya ait ön test verileri toplanmadan önce denekler yüksek kapsamlı aqua-plyometrik (11 denek), düşük kapsamlı plyometrik (10 denek), düşük kapsamlı plyometrik antrenman (8 denek) ve kontrol grubu (10 denek) olmak üzere 4 ayrı gruba ayrılmışlardır. Plyometrik egzersizler salı ve cuma günü olarak haftada 2 gün yapılmıştır. İlk haftalarda düşük şiddetli alıştırılmalar başlanmış ve haftalar ilerledikçe plyometrik egzersizleri kapsamı ve şiddeti artmıştır. Çalışmaların kapsamı 1.ci hafta 90, 2.ci hafta 120, 3.cü hafta 120, 4.cü hafta 140, 5.ci hafta 140 ve son hafta ise 120 sıçrama olarak belirlenmiştir. Yüksek kapsamlı aqua-plyometrik grubu yapılan çalışmaları 2 katını yapmışlardır. Suda yapılan plyometrik antrenmanlar 106,7 cm derinlik ve 30-31° C derecelik sıcaklıkta olan aynı havuzda yapılmıştır. Karada çalışan antrenman grubu ise çalışmalarını sert tahta zemini olan jimnastik salonunda yapmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında *Vertec* (Sports Imports, Columbus, OH) test aletiyle aktif sıçrama sırasında ölçülmüştür. Her deneğe 1'er dakika aralıklarla 3 hak verilmiş ve en yüksek sıçrama değeri istatistiksel analizler için kullanılmıştır.

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda dikey sıçrama yüksekliği, yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı grubunda %3,11 (ön test: $41,8 \pm 9,8$ cm – son test: $43,1 \pm 7,1$ cm), düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenman grubunda %0,66 (ön test: $45,7 \pm 11,3$ cm - son test: $46,0 \pm 12,8$ cm) ve kontrol grubunda %5,92 (ön test: $43,9 \pm 9,2$ cm - son test: $46,5 \pm 8,5$ cm) pozitif yönde gelişme gözlenirken, düşük kapsamlı plyometrik antrenman grubunda ise %-2,63 (ön test: $49,4 \pm 13,2$ cm - son test: $48,1 \pm 13,9$ cm) bir negatif gelişme gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm gruplara ait dikey sıçrama yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir.

Sankey ve ark. (116)'nın yaptıkları çalışmada farklı yoğunluklarda uygulanan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmaya ergenlik çağında aktif olarak İngiliz Rugby Liginde oynayan 18 erkek sporcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele 3 ayrı grubu (sabit şiddetli plyometrik antrenman grubuna 6 kişi, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubuna 6 kişi ve kontrol grubuna 6 kişi). Deney grubunda bulunan sporcular 6 hafta boyunca haftada 2 gün plyometrik antrenman yapmışlardır. Bu çalışmaların bir günü kapalı mekanda ve sert zeminde olurken, 2.ci gün çalışması ise çim yani yumuşak zeminde yapılmıştır. 6 haftalık zaman içerisinde sporcular rutin rugby antrenmanlarını ve maçlarını yapmışlardır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri çalışmanın öncesinde ve sonrasında *Bertec* (Columbus, OH) marka kuvvet platformuyla, aktif ve derinlik sıçraması esnasında ölçülmüştür. Grupların dikey sıçrama yükseklikleri 6 haftalık antrenman sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, deney grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubunda aktif sıçrama ön test değerleri $0,25 \pm 0,03$ m iken son testte bu değerler %8'lik bir artış göstererek $0,27 \pm 0,04$ m yükselmiş, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubunda aktif sıçrama ön test değerleri ise $0,24 \pm 0,04$ m iken son testte bu değerler %16,67'lik bir artış göstererek $0,28 \pm 0,07$ m yükselmiştir. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubunda derinlik sıçrama ön test değerleri $0,25 \pm 0,07$ m iken son testte bu değerler değişmemiş ve $0,25 \pm 0,08$ m olarak kalmış, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubunda derinlik sıçrama ön test değerleri ise $0,24 \pm 0,02$ m iken son testte bu değerler %8,33'lük bir artış göstererek $0,26 \pm 0,03$ m yükselmiştir. Her iki deney grubuna ait

2 ayrı dikey sıçrama test değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Plyometrik antrenmanın TKİ değerleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Literatürde plyometrik antrenmanların, deneklerin TKİ değerlerine ve yerle kontak sürelerine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunduğu çalışmalarla birlikte anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalarda mevcuttur. Bu bölümde öncelikle olarak plyometrik antrenmanın TKİ değerlerini üzerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunan çalışmalar sunulduktan sonra istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalar sunulacaktır.

Yapılan bazı çalışmalarda deneklere ait yerle kontak değerleri genellikle saniye olarak kayıt edilmektedir. İstatistiksel analizler sonucunda ön testten son testte gelişme gözlenen deneklere ait yerle kontak süreleri, süre azalacağından dolayı negatif (-) olarak gösterilecektir.

Sankey ve ark. (116)'nın yaptıkları çalışmada farklı yoğunluklarda uygulanan plyometrik antrenmanın yerle kontak zamanı ve tepki kuvvet indeksi üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmaya ergenlik çağında aktif olarak İngiliz Rugby Liginde oynayan 18 erkek sporcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele 3 ayrı gruba (sabit şiddetli plyometrik antrenman grubuna 6 kişi, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubuna 6 kişi ve kontrol grubuna 6 kişi) atanmışlardır. Deneklerin yerle kontak zamanı ve TKİ değerleri, *Bertec* (Columbus, OH) marka kuvvet platformuyla, 40 cm'lik yükseklikten yapılan derinlik sıçraması ile ölçülmüştür. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubunda yerle kontak süresi ön test değerleri $0,31 \pm 0,04$ sn iken son testte bu değerler %-16,13'lük bir gelişme göstererek $0,26 \pm 0,08$ sn düşmüş, TKİ ön test değerleriyse $80,58 \pm 24,07$ cm/sn iken son testte bu değerler %24,70'lik bir gelişme göstererek $100,48 \pm 26,16$ cm/sn yükselmiştir. Değişik şiddetli plyometrik antrenman grubunda yerle kontak süresi ön test değerleri $0,36 \pm 0,09$ sn iken son testte bu değerler %-27,78'lik bir gelişme göstererek $0,26 \pm 0,03$ sn düşmüş, TKİ ön test değerleriyse $70,25 \pm 24,07$ cm/sn iken son testte bu değerler %40,42'lik bir gelişme göstererek $98,65 \pm 15,23$ cm/sn yükselmiştir. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontak süre ile

TKİ değerlerinde istatistiksel olarak değişik gözlenmezken değişik şiddetli plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontak süre ile TKİ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklı gözlenmiştir.

Feldmann ve ark. (117)'nin yaptıkları çalışmada dikey sıçrama ile bazı performans değişkenleriyle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmaya yaşları 18-30 arasında olan 48 (26 erkek, 22 bayan) denek katılmıştır. Çalışmaya katılan tüm denekler, çalışmadan önceki son 6 ay boyunca en az hafta 2 antrenman boyunca alt ekstremiteye ait yüksek direnç ve plyometrik antrenmanlara katılmışlardır. Ayrıca deneklerin tümü çalışma rutinlerinde çoğunlukla derinlik sıçraması ve aktif sıçrama aktivitelerini kullanmışlardır. Tüm deneklere ölçümler öncesinde rutin ısınma protokolü uygulanmıştır. Isınma periyodu 5 dakika bisiklet egzersizi, 10 tane yavaş vücut ağırlığıyla skuat, 10 tane hızlı vücut ağırlığıyla skuat ve 2 tane de aktif sıçramayı içermiştir. Isınma periyodunun ardından, her bir deneğe özel seçilmiş yükseklikten, denekler kuvvet platformunun (*Roughdeck™ Rice Lake Weighing Systems, Rice Lake, WI*) üzerine düştükten sonra maksimum aktif sıçrama yapılmıştır. Denekler kuvvet platformunun üstünde aktif sıçrama, pasif sıçrama, 30 cm den derin sıçraması, 60 cm derinlik sıçraması, maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %50'sinden derinlik sıçraması ve maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçramasını yapmışlardır. Denekler her sıçrama çeşidini birer dakika aralıklarla ve 48 saatlik 2 seansta uygulamışlardır. Erkekler için 1.ci ve 2.ci seansta aktif sıçrama yüksekliği; $0,379 \pm 0,056$ m ve $0,383 \pm 0,058$ m, pasif sıçrama yüksekliği; $0,348 \pm 0,051$ m ve $0,354 \pm 0,053$ m, 30 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,353 \pm 0,062$ m ve $0,358 \pm 0,060$ m, 60 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,361 \pm 0,060$ m ve $0,351 \pm 0,059$ m, maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %50'sinden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,350 \pm 0,056$ m ve $0,352 \pm 0,059$ m ve maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,361 \pm 0,062$ m ve $0,360 \pm 0,061$ m olarak kayıt edilmiştir. Bayanlara ait 1.ci ve 2.ci seansta aktif sıçrama yüksekliği; $0,263 \pm 0,045$ m ve $0,261 \pm 0,048$ m, pasif sıçrama yüksekliği; $0,244 \pm 0,041$ m ve $0,248 \pm 0,045$ m, 30 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,270 \pm 0,038$ m ve $0,265 \pm 0,048$ m, 60 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,263 \pm 0,047$ m ve $0,256 \pm 0,052$ m, maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %50'sinden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,259 \pm 0,047$

m ve $0,261 \pm 0,049$ m ve maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,271 \pm 0,041$ m ve $0,266 \pm 0,046$ m olarak kayıt edilmiştir. Deneklerden elde edilen dikey sıçrama yükseklikleriyle tepki kuvvet indeksi (derinlik sıçramasında elde edilen dikey sıçrama yüksekliği/ derinlik sıçraması esnasında yerle kontak süresi), elastikiyet indeksi ([aktif sıçrama yüksekliği-pasif sıçrama yüksekliği]/pasif sıçrama yüksekliği x 100%) ve eksantrik kullanma oranı (aktif sıçrama yüksekliği/pasif sıçrama yüksekliği) hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda derinlik sıçrama yüksekliğiyle ilgili değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Derinlik sıçrama yüksekliği ile yerle kontak süresi arasında deneklere uygulanan tüm derinlik sıçrama yükseklikleri arasında her iki seansta da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($r = -0,11$ ve $0,11$). Erkek ve bayan deneklerde derinlik sıçrama yüksekliği ile maksimum aktif sıçrama yüksekliğinin %75 den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği arasında, her iki seans için (erkekler: $r = 0,57$ ve $0,41$ bayanlarda $r = -0,31$ ve $0,14$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Derinlik sıçrama yüksekliği ile TKİ arasında tüm denekler için her iki seansta da istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r = 0,59$ ve $0,68$).

Bober ve ark. (7)'nin yaptıkları çalışmada basketbolda plyometrik antrenmanın yükleme şiddetinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmaya 3.cü ligde basketbol oynayan 11 basketbolcu katılmıştır. Yapılan çalışma sertifikalı biomekanik laboratuvarında yapılmıştır (ISO 9001: 2001). Deneklere ait TKİ (dikey sıçrama yüksekliği (m) / yerle kontak süresi (sn)) ve K indeks ((derinlik sıçraması platform yüksekliği (m) + dikey sıçrama yüksekliği (m)) / yerle kontak süresi (sn)) değerleri 15, 30, 45 ve 76 cm den yapılan derinlik sıçramalarıyla, *Kistler* marka kuvvet platformuyla ölçülmüştür. Yapılan çalışmada 15 ve 30 cm den yapılan derinlik sıçramalarının TKİ değerleriyle arasında istatistiksel olarak pozitif bir ilişki bulunurken, K indeks değerleri bütün yüksekliklerle arasında istatistiksel olarak ilişki vardır. Yapılan çalışmanın sonunda 4 farklı yükseklikten yapılan derinlik sıçrama yüksekliklerinde, yerle kontak sürelerinde ve TKİ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, K indeks değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Miller ve ark. (36)'nın yaptığı çalışmada 6 hafta yapılan plyometrik antrenmanının yerle kontak süresi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya 28 sağlıklı atlet gönüllü olarak katılmışlardır. Deneklerden 14'ü (9 erkek, 5 bayan) deney, 14'ü de (10 erkek, 4 bayan) kontrol grubuna rastgele atanmışlardır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan denekler (yaş: $22,3 \pm 3,1$ yıl, boy: $175,4 \pm 8,6$ cm ve ağırlık: $80,1 \pm 14,9$ kg) ile kontrol grubunda bulunan denekler (yaş: $24,2 \pm 4,8$ yıl, boy: $170,0 \pm 0,4$ cm ve ağırlık: $81,2 \pm 21,1$ kg) çalışma süresinde plyometrik aktiviteler içeren egzersizlerden kaçınmışlardır. Tüm denekler 6 hafta boyunca haftada 2 gün plyometrik antrenman yapmışlardır. Plyometrik antrenman grubunun çalışma kapsamı; birinci hafta 90, ikinci ve üçüncü hafta 120, dördüncü ve beşinci hafta 140 ve altıncı hafta ise 120 sıçramadır. Deneklere ait yerle kontak süreleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında kuvvet platformu üzerinde yapılan sıçramayla ölçülmüştür. Deneklere tekrarlar arasında 3'er dakika dinlenme aralıklarıyla 3 hak verilmiştir. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontak sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişirken kontrol grubuna ait değerlerde anlamlı bir değişiklik meydana gözlenmemiştir. Plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontak süresi ön test değerleri $256,9 \pm 28,2$ sn iken, 6 haftalık plyometrik antrenmanı sonrasında bu değerler %-10,27'lik bir gelişme göstererek $230,5 \pm 37,2$ sn azalmıştır.

Orloff ve ark. (118)'nin yaptığı çalışmada plyometrik sıçramanın yere konma safhasında, bayanlar ve erkekler ait kinetik ve kinematik parametreleri karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmaya 22 sağlıklı bayan (ağırlık: $73,8 \pm 8,4$ kg ve boy: $1,74 \pm 0,06$ m) ve 7 sağlıklı erkek (ağırlık: $73,5 \pm 5,3$ kg ve boy: $1,68 \pm 0,02$ m) katılmıştır. Denekler çalışmaya ait veriler toplanmadan önce 5 dakikalık bisiklette ısınma protokolüne katılmışlardır. Denekler ısınma protokolünün ardından 46 cm, 30,5 cm ve 21,6 cm'lik platformlardan yere doğru sıçrama yapmaları istenmiştir. Deneklerden yere konar konmaz tekrar sıçrama platformunun üzerine kesinti yapmadan sıçramaları istenmiştir. Tüm denekler her yükseklikten bir kez atlanmış ve bu esnada da tüm atlayışlar hem ön hem de yan cepheden JVC kameraya 60 Hz'de videoya kayıt edilmiştir. Kameraya kayıt edilen görüntüler bilgisayara *SIMI on MOTION* (v6.2) ile kayıt edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda erkeklerin belirtilen platformlardan yapılan sıçramalarda yerle kontak süresi bayanlara oranla istatistiksel

olarak anlamlı bir şekilde daha azdır. Bayanların 21,6 cm'lik platformdan yaptıkları sıçrama esnasındaki yerle temas süresi $0,47 \pm 0,20$ sn, 30,5 cm'lik platformdan $0,35 \pm 0,06$ sn ve 46 cm'lik platformdan ise $0,51 \pm 0,19$ sn olarak kayıtlı edilmiştir. Erkeklerin 21,6 cm'lik platformdan yaptıkları sıçrama esnasındaki yerle temas süresi $0,33 \pm 0,11$ sn, 30,5 cm'lik platformdan $0,30 \pm 0,08$ sn ve 46 cm'lik platformdan ise $0,32 \pm 0,12$ sn olarak kayıtlı edilmiştir.

Leissring ve ark. (29)'nın yaptıkları çalışmada plyometrik egzersizler esnasında maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri ile maksimum diz eklemi kuvvetinin ilişkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya rekreasyonel olarak aktif 18 üniversite öğrencisi katılmıştır (yaşları $21,9 \pm 3,8$ yıl, ağırlıkları $70,46 \pm 13,01$ kg, boyları $174,2 \pm 8,2$ cm). Denekler çalışma öncesinde 3 dakikalık düşük şiddetli bisiklet aktivitesinden sonra her ana kas grubuna yönelik dinamik esneklik hareketi yapmışlardır. Isınma ve esneklik periyodunun ardından denekler derinlik sıçrama yüksekliğinin belirlenmesi için 2 tane durarak dikey sıçrama yapmışlardır. Denekler plyometrik sıçramalardan önce 5 dakika boyunca dinlenmişlerdir. Tüm denekler derinlik sıçraması, kolları kullanılarak yapılan aktif sıçrama ve sol bacak ile yapılan aktif sıçrama testlerine rastgele katılmışlardır. Tüm sıçramalar 1'er dakika aralıklarla da, 3'er kez maksimum eforla denenmiştir. Deneklere ait sıçrama yükseklikleri kuvvet platformu (*OR6-5-2000, AMTI, Watertown, MA, USA*) kullanarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait tüm sıçrama çeşitlerinde, maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde maksimum diz eklemi kuvvetinden daha büyüktür. Deneklerin aktif sıçrama esnasındaki maksimum diz eklemi kuvveti $1,949 \pm 0,557$ kg.m/sn² iken, deneklere ait maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri $1,989 \pm 0,518$ kg.m/sn² ve %2,01 oranında daha fazladır. Deneklere ait sol ayakla yapılan aktif sıçrama esnasındaki maksimum diz eklemi kuvveti $2,929 \pm 0,628$ kg.m/sn² iken, deneklere ait maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri $3,002 \pm 0,625$ kg.m/sn² ve %2,43 oranında daha fazladır. Deneklere ait derinlik sıçrama esnasındaki maksimum diz eklemi kuvveti $1,943 \pm 0,799$ kg.m/sn² iken, deneklere ait maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri $2,017 \pm 0,794$ kg.m/sn² ve %3,67 oranında daha fazla olduğu bulunmuştur.

Clegg ve Harrison (119)'ın yaptıkları çalışmada sürat koşucuları ile dayanıklılık koşucularına ait TKİ değerlerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya ulusal düzeyde 11 atlet katılmış ve 2 gruba ayrılmışlardır. Birinci grupta 3 erkek ve 2 bayan sürat koşucusu bulunurken, ikinci grupta ise 3 erkek ve 3 bayan dayanıklılık koşucusu bulunmaktadır. Deneklere ait TKİ değerleri 30 cm, 40 cm ve 50 cm yüksekliklerden yapılan tek ayakla derinlik sıçraması esnasında *AMTI* marka kuvvet platformu ile ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel ölçümler sonucunda sürat koşucularına ait 30 cm, 40 cm ve 50 cm yükseklikten yapılan derinlik sıçramaları sırasındaki TKİ değerleri, dayanıklılık sporcularına oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Flanagan ve ark. (39)'nın yaptıkları çalışmada derinlik sıçraması esnasında TKİ değerlerinin, tekrarlar arasındaki güvenirliliğini incelemiştir. Yapılan çalışmaya *22 NCAA Division – I* mücadele eden atlet (yaşları: $20,4 \pm 2,4$ yıl, boyları: $175,6 \pm 9,1$ cm ve ağırlıkları: $92,8 \pm 17,2$ kg) katılmıştır. Denekler çalışmaya ait veriler toplanmadan önce standart bir ısınma protokolüne katılmışlardır. Denekler ısınma protokolünün ardından 30 cm yükseklikten kuvvet platformuna derinlik sıçraması yapmışlardır. Her denek 1'er dakikalık aralıklarla 3 derinlik sıçraması yapmıştır. Deneklere ait yerle temas süresi ve dikey sıçrama yükseklikleri *AMTI* marka kuvvet platformuyla ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel sonuçlar TKİ değerlerini, plyometrik çalışmalarda, optimal derinlik sıçrama yüksekliğini belirlemek için kullanılabilir sonucunu desteklemiştir. TKİ değerlerinin belirlenmesi için yapılan 3 deneme sıçraması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Bu çalışmada deneklere ait ortalama TKİ değerleri $1,20 \pm 0,49$ dır.

Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, aktif ve derinlik sıçramaları sırasındaki yerle temas süreleri üzerine etkilerini incelemiştir. Deney grubu pazartesi ve Perşembe olmak üzere hafta 2 gün ve 6 hafta boyunca plyometrik antrenman yapmışlardır. Yapılan her antrenmanda denekler sözlü olarak yerle minimum temas yapmaları için uyarılmışlardır. Plyometrik antrenman tek veya çift ayakla yapılan, dikey ve yatay bileşenleri içeren sıçrama alıştırma içerikleridir. Deney grubu 1-2.ci hafta; 121, 3-4.cü hafta; 121, 5-6.ci hafta; 105 sıçrama içermektedir. 6 haftalık çalışmanın 3 gün öncesinde ve 3 gün sonrasında deneklere ait yerle temas süreleri *Kistler* marka

kuvvet platformu ve dijital kamerayla (*Basler piA640-210gc, Germany*) aktif ve derinlik sıçramaları (31 cm) esnasında kayıt edilmiştir. Deneklere her sıçrama çeşidi için 3'er hak verilmiş ve en düşük yerle kontak süresi istatistiksel analizler için kullanılmıştır. 6 haftalık plyometrik antrenmanın öncesinde ve sonrasında yapılan deneklerin derinlik sıçrama esnasındaki yerle kontak süreleri sonuçlarına göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin derinlik sıçrama esnasındaki yerle kontak süresi ön test değerleri 283 ± 31 ms iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında değerler $\%-19,44$ 'lük bir gelişme göstererek 228 ± 25 ms düşmüştür.

Literatürde plyometrik antrenmanların DS performansı üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunduğu çalışmaların yanı sıra istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan çalışmalarda bulmak mümkündür.

Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, aktif ve derinlik sıçramaları sırasındaki yerle kontak süreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada deneklere ait derinlik sıçramaları sırasında yerle kontak sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, aktif sıçrama esnasındaki yerle kontak süreleri sonuçlarına göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama esnasındaki yerle kontak süresi ön test değerleri 314 ± 32 ms iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında değerler $\%-2,23$ 'lük bir gelişme göstererek 307 ± 28 ms düşmüştür.

Boraczyński ve Urnias (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda deneklere ait yerle kontak sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Deneklerin yerle kontak sürelerine ait ön test değerleri $0,246 \pm 0,044$ sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonrasında bu değerler $\%-1,63$ 'lük bir gelişme göstererek $0,243 \pm 0,041$ sn düşmüştür.

Plyometrik antrenmanın VYY üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Literatürde plyometrik antrenmanların, deneklerin VYY değerlerine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunduğu çalışmalarla birlikte anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalarda mevcuttur. Bu bölümde öncelikle olarak plyometrik antrenmanın VYY değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunan çalışmalar sunulduktan sonra istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalar sunulacaktır.

Bal ve ark. (120)'nın yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, Hindistan'da üniversiteler arası atletizm yarışmalarında atlama yarışmalarına katılan sporculara ait vücut yağ yüzdelerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya değişik üniversiteler okuyan 30 atlama sporcusu (yaş: $22,02 \pm 1,64$ yıl, boy: $1,46 \pm 0,08$ m ve ağırlık: $41,2 \pm 8,3$ kg) katılmış ve denekler 15 plyometrik antrenman ve 15 kontrol grubu olara rastgele 2 gruba ayrılmıştır. Deneklerin vücut yağ yüzdelerini belirlenmesi için deri altı kıvrım kalınlığının ölçüldüğü *skinfold* ölçümleri için *skinfold* kaliper kullanılmıştır. *skinfold* ölçümleri deneklerin sağ taraflarından, sadece *triceps* ve *calf* kaslarının bulunduğu bölgelerden, 3 ölçüm alınmış ve istatistiksel analizler için 3 değer ortalaması kullanılmıştır. Vücut yağ yüzdesi hesaplamak için erkeklerde ($0,735 \times [\textit{triceps} \text{ değeri} + \textit{calf} \text{ değeri}] + 1,0$ formülü kullanılırken, bayanlarda ise; ($0,610 \times [\textit{triceps} \text{ değeri} + \textit{calf} \text{ değeri}] + 5,0$ formülü kullanılmıştır. Plyometrik antrenman 6 hafta boyunca, hafta da iki gün ve aynı saatte yapılmıştır. Plyometrik antrenmanın kapsamı 1.ci hafta 80, 2.ci hafta 100, 3.cü hafta 110, 4.cü, 5.ci ve 6.ci hafta ise 100 sıçrama olarak tasarlanmıştır. 6 haftalık çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deneklere ait vücut yağ yüzdesi değerleri, ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Deneklerin VYY ait ön test değerleri $\%14,26 \pm 1,7$ iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%2,81$ 'lik bir artış göstererek $\%14,66 \pm 1,1$ yükselmiştir.

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda deneklere ait VYY istatistiksel olarak pozitif yönde azalma gözlenmiştir. Deneklerin VYY ait ön test değerleri $\%13,0 \pm 2,0$ iken, 8

haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %6,15'lik bir azalma göstererek $12,2 \pm 1,7$ düşmüştür.

Literatürde plyometrik antrenmanın VYY gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır.

Brown ve ark. (85) geleneksel ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanın, dansçılar üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri karşılaştırmışlardır. Deneklere ait VYY *skinfold kaliper* kullanılarak ölçülmüştür. Plyometrik antrenman yapan gruba ait ön test VYY $18,7 \pm 3,7$ iken, bu değer son testte %5,35 azalarak $17,7 \pm 2,0$ düşmüştür. Ancak vücut yağ yüzdesindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Marković ve ark. (27)'nin yaptıkları çalışmada sürat antrenmanı ile plyometrik antrenmanın fiziksel olarak aktif erkeklerin morfolojik özelliklerine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmaya 151 erkek denek katılmıştır. Denekler listesi alfabetik sıra dizildikten sonra 50 kişi plyometrik antrenman, 2.ci 50 kişi sprint antrenman ve son 51 kişi ise kontrol grubuna atanarak denekler 3 gruba ayrılmışlardır. Antrenman grupları 10 hafta süren çalışmada, haftada 3 gün antrenman yapmışlardır. Antrenman programın 6.ci haftasında tüm deneklere istirahat verilmiştir. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait vücut yağ yüzdeleri belirlenmesi için deri kıvrım kalınlıkları *Lange* marka *skinfold caliperle* kalf, göğüs, baldır, *triceps* ve skapulanın hemen altından alınmıştır. Ancak deneklere ait vücut yoğunluğu hesaplanırken *Jackson & Pollock* formülüne göğüs, baldır ve skapulanın alt kısmından alınan deri kıvrım kalınlıkları kullanılmıştır. Vücut yoğunluğunun bulunmasından sonra, bu değerler *Siri*'nin formülüne koyularak deneklere ait vücut yağ yüzdeleri bulunmuştur. 10 haftalık plyometrik antrenman sonrasında sürat antrenman grubunda bulunan deneklerin VYY $7,7 \pm 3,0$ iken, bu değer son testte %5,20 azalarak $7,3 \pm 2,6$ düşmüştür. Sürat antrenman grubundaki bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Plyometrik antrenman ve kontrol grubundaki deneklere ait verilerde istatistiksel anlamlı herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir. Plyometrik antrenman grubunun VYY $8,2 \pm 3,3$ iken, bu değer son testte %3,66 azalarak $7,9 \pm 3,5$ düşmüştür.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik

antrenmanın vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya katılan deneklerden 21 kişi çalışma, 21 kişide kontrol grubuna rastgele olarak atanmıştır. Ancak 6 haftalık çalışma sırasında, deney grubundan 5 kişi çalışmadan çıkarılmıştır. Yapılan çalışma 6 hafta ve hafta da pazartesi, çarşamba ve cuma günü olmak üzere 3 gün uygulanmıştır. Denekler önce plyometrik antrenman yapmışlar, hemen arkasından da ağırlık antrenmanına geçmişlerdir. Plyometrik antrenman esnasında denekler 40-60 cm yükseklikten derinlik sıçramaları ile 50 cm yüksekliğinde, 1'er metre aralıklarla dizilmiş, 5 tane engel sıçramasını yapmışlardır. Plyometrik çalışmadan sonra dereceli olarak şiddeti artımı olarak yapılan ağırlık antrenmanında denekler *leg press*, *leg extension*, *leg curl* ve yarım skuat yapmışlardır. Deneklere ait vücut kompozisyonu çalışmanın öncesinde ve sonrasında DEXA (*Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, DR-1500, Hologic Corp., Software version 7.10, Waltham, Mass*) ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda her iki grupta bulunan deneklere ait VYY'de istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme görülmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklere ait ön test VYY değerleri $15,5 \pm 1,1$ iken, bu değer son testte $0,65$ azalarak $15,4 \pm 0,9$ düşmüştür. Ancak vücut yağ yüzdesindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Sankey ve ark. (116)'nın yaptıkları çalışmada farklı yoğunluklarda uygulanan plyometrik antrenmanın vücut yağ yüzdesine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmaya ergenlik çağında aktif olarak İngiliz Rugby Liginde oynayan 18 erkek sporcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele 3 ayrı grubu (sabit şiddetli plyometrik antrenman grubuna 6 kişi, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubuna 6 kişi ve kontrol grubuna 6 kişi). Deneklerin ait deri kıvrım kalınlığı 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında *skinfold caliperle (Harpenden, UK), biceps, triceps, subscapular and suprailiac* bölgelerinden alınmıştır. 4 bölgeden alınan deri kıvrım kalınlıklarının toplamı, istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubunda deri kıvrım kalınlıklarının toplamı ön test değerleri $42,5 \pm 14,1$ mm iken son testte bu değerler $0,71$ 'lik bir azalma göstererek $42,2 \pm 13,0$ mm düşmüş, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubunda deri kıvrım kalınlıklarının toplamı ön test değerleriyse $43,0 \pm 11,0$ mm iken son testte bu değerler $1,63$ 'lük bir artış göstererek $43,7 \pm 11,9$ mm yükselmiştir. Ancak vücut yağ yüzdesindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Plyometrik antrenmanın anaerobik güç değerleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet plakasında ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait maksimum anaerobik güç ve ortalama güç değerlerinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir. Deneklerin ön MAG test değerleri $32,6 \pm 5,4$ W/kg iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %6,75'lik bir artış göstererek $34,9 \pm 5,1$ W/kg yükselmiştir. Deneklerin ön OG test değerleri $17,4 \pm 3,2$ W/kg iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %10,35'lik bir artış göstererek $19,2 \pm 3,0$ W/kg yükselmiştir.

Ebben ve ark. (33)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, çalışma sonrasında ki dinlenme periyoduna olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya katılan denekler 14'ü plyometrik antrenman grubuna (yaşları $19,29 \pm 0,91$ yıl, ağırlıkları $62,56 \pm 7,24$ kg ve boyları $167,19 \pm 6,51$) ve 10'u da kontrol grubuna (yaşları $19,50 \pm 1,18$ yıl, ağırlıkları $60,41 \pm 7,93$ kg ve boyları $163,45 \pm 6,50$) olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Deneklere ait MAG aktif sıçrama sırasında 60 x 120 cm ebatlarında kuvvet platformuyla (*BP6001200, Advanced Mechanical Technologies Inc., Watertown, MA*) ve her deneğe 3 hak verilerek ölçülmüştür. Deneklere ait MAG ölçümleri çalışma öncesinde ve çalışmanın sonrasındaki 2, 4, 6, 8 ve 10.cu günlerde ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deneklere ait tüm son test MAG değerleri ön test değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pozitif yönde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubundaki deneklerin ön test MAG değerleri $1810,98 \pm 323,76$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasındaki 2.ci günde alınan ön test değerleri ile karşılaştırıldığında %11,79 ($2053,13 \pm 305,18$ W), 4. cü günde %11,58 ($2048,80 \pm 331,21$ W), 6. ci günde %12,80 ($2073,83 \pm 283,51$ W), 8. ci günde %13,50 ($2088,16 \pm 314,65$ W) ve 10. cu günde ise %12,93 ($2076,36 \pm 320,60$ W) pozitif yönde artış gözlenmiştir.

Sağiroğlu (102) 8 haftalık çalışmasında genç basketbolcularda plyometrik antrenmanların anaerobik performans ve dikey sıçrama yüksekliğine etkisi

incelemiştir. Yapılan çalışmaya 2006-2007 sezonunda Vestel Spor Kulübünde oynayan 18 genç erkek basketbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 6'sı kontrol grubuna (yaşları $16,16 \pm 0,98$ yıl, ağırlıkları $79,83 \pm 12,81$ kg ve boyları $187,33 \pm 4,50$ cm), 6'sı haftada 1 gün plyometrik antrenman grubuna (yaşları $15,66 \pm 0,81$ yıl, ağırlıkları $72,01 \pm 15,84$ kg ve boyları $184,83 \pm 14,03$ cm) ve 6'sı haftada 3 gün antrenman grubuna (yaşları $16,66 \pm 0,98$ yıl, ağırlıkları $69,90 \pm 11,39$ kg ve boyları $186,33 \pm 10,57$ cm) rastgele atanmıştır. Deneklere ait anaerobik güç ölçümleri *Monark 839E* bisiklet ergometresinde ölçülmüştür. Deneklere ait anaerobik güç ölçümleri 8 haftalık çalışma öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarına ait MAG ve OG değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan grubun MAG değerleri %1,51 oranında (ön test: $871,50 \pm 149,61$ W ve son test: $884,66 \pm 152,67$ W), Haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %4,98 oranında (ön test: $766,83 \pm 145,29$ W ve son test: $805,00 \pm 123,27$ W) istatistiksel olarak pozitif yönde geliştiği, kontrol grubunun değerleri ise %-0,08 oranında (ön test: $866,00 \pm 64,36$ W ve son test: $865,33 \pm 55,96$ W) azaldığı bulunmuştur. Haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan grubun OG değerleri %2,44 oranında (ön test: $524,94 \pm 77,15$ W ve son test: $540,44 \pm 104,13$ W), Haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %4,87 oranında (ön test: $515,33 \pm 101,87$ W ve son test: $542,11 \pm 79,17$ W) istatistiksel olarak pozitif yönde geliştiği, kontrol grubunun değerleri ise %-0,64 oranında (ön test: $568,90 \pm 59,18$ W ve son test: $537,77 \pm 82,38$ W) azaldığı bulunmuştur.

Chelly ve ark. (34) küçük futbolcularla yaptıkları çalışmada, sezon içinde yapılan kısa süreli plyometrik antrenmanı (engeller üzerinden sıçrama ve derinlik sıçramaları), deneklere ait anaerobik güç değerlerini geliştirebileceğini savunmuşlardır. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet-hız testi ile bisiklet ergometresinde (*Monark 894 E Ergometer, Vansbro, Sweden*) alınmıştır. Deneklere bisiklet testine uyum sağlamaları için, ön test verilerinin toplanmasından önce deneme fırsatı verilmiştir. Anaerobik güç değerleri, bisiklet testiyle, deneklerin vücut ağırlıklarının %2,5 - %5 - %7,5 - %9 ve %11,5'lik kuvvete karşılık gelecek dirençlerde, kısa süreli 5 maksimal sprint

yapılarak toplanmıştır. Deneklere her sprintten sonra 5 dakikalık dinlenmeler verilmiştir. Yapılan 8 haftalık plyometrik çalışmanın sonunda deney grubuna salt ve relatif MAG değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Deneklerin ön salt MAG test değerleri 711 ± 84 W iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %4,50'lik bir artış göstererek 743 ± 87 W yükselmiştir. Deneklerin ön relatif MAG test değerleri $10,1 \pm 0,7$ W.kg⁻¹ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %5,94'lük bir artış göstererek $10,7 \pm 1,0$ W.kg⁻¹ yükselmiştir.

Cretu ve Vladu (95)'nin yaptıkları çalışmada voleybolda patlayıcı kuvvet antrenmanlarını geliştirilmesini incelemiştir. Çalışmaya yaşları 16-18 arasında 12 bayan voleybolcu katılmıştır. Deneklere ait aktif ve pasif sıçrama esnasındaki güç değerleri kuvvet platformuyla (*Quattro Jump tip Kistler 9290AD*) ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait aktif ve pasif sıçrama esnasındaki güç değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Deneklerin aktif sıçrama esnasındaki güç ön test değerleri $21,76 \pm 1,83$ W iken, antrenman sonucunda bu değerler %22,52'lik bir artış göstererek $26,66 \pm 7,18$ W yükselmiştir. Deneklerin pasif sıçrama esnasındaki güç ön test değerleri $13,15 \pm 2,728$ W iken, antrenman sonucunda bu değerler %22,97'lik bir artış göstererek $16,17 \pm 2,273$ W yükselmiştir.

Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmada minimum yerle kontakt süreli plyometrik antrenmanın, bacaklara ait MAG değerlerine olan etkilerini incelemiştir. Deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet platformuyla (*Kistler, Switzerland*) ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait aktif sıçrama hem de derinlik sıçraması esnasında üretilen MAG değerlerinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir. Deneklerin ön test aktif sıçrama esnasında ürettikleri MAG değerleri $37,2 \pm 7,3$ W/kg ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %17,74'lük bir artış göstererek $43,8 \pm 7,7$ W/kg yükselmiştir. Deneklerin ön test derinlik sıçraması esnasında ürettikleri MAG değerleri $52,2 \pm 11,6$ W/kg ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %13,03'lük bir artış göstererek $59,0 \pm 10,6$ W/kg yükselmiştir.

Atacan (109) yaptığı çalışmada özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanın, genç erkek futbolcularda güç değerlerine olan etkileri incelemiştir. Yapılan çalışmaya 14-15 yaş grubundaki Kartal Spor yıldız futbol takımı oyuncuları katılmışlardır. Denekler 15 kişilik plyometrik antrenman grubu, 15 kişilik kontrol grubu olmak üzere toplam 30 kişi katılmıştır. Deneklere ait güç performansı, *sargent jump* testi sırasında elde edilen verilerle hesaplanmıştır. Çalışmanın kapsamı 1.ci haftadan 3.cü haftaya kadar 200, 4.cü haftadan 7.ci haftaya kadar 300 ve son hafta olan 8.ci hafta ise 200 sıçramadır. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait güç performansı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin güç ön test değerleri $93,53 \pm 8,89$ kgm/sn iken son testte bu değerler %7,82'lik bir artış göstererek $100,84 \pm 5,41$ kgm/sn yükselmiştir.

Literatürde plyometrik antrenmanın anaerobik güç gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır.

Miller ve ark. (52)'nin yaptıkları çalışmada, bel ve göğüs seviyesindeki havuz suyunda yapılan plyometrik çalışmaların güç değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet platformuyla (*Kistler 9421 All*) ölçülmüştür. Ortalama güç değerleri, pasif sıçrama, aktif sıçrama ve derinlik sıçraması (15 cm'lik platformdan) olmak üzere 3 farklı sıçrama çeşidine göre hesaplanmıştır. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test pasif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $930,8 \pm 260,5$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %4,15'lik bir artış göstererek $969,4 \pm 252,6$ W yükselmiştir. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test aktif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1335,8 \pm 580,5$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %2,19'lük bir artış göstererek $1365,1 \pm 424,7$ W yükselmiştir. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test derinlik sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1325,0 \pm 841,4$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-1,54'lik azalma göstererek $1304,6 \pm 871,8$ W düşmüştür. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test pasif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1124,8 \pm 493,2$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-8,04'lük azalma göstererek $1034,3 \pm$

365,9 W düşmüştür. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test aktif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1546,3 \pm 576,6$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-6,18'lik azalma göstererek $1450,8 \pm 594,1$ W düşmüştür. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test derinlik sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1321,0 \pm 706,2$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-15,72'lik azalma göstererek $1113,4 \pm 681,2$ W düşmüştür. Ancak bu çalışmada yapılan 6 haftalık plyometrik antrenmanın deneklere ait pasif, aktif ve derinlik sıçramaları esnasında ürettikleri OG değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilemediği görülmüştür.

Brown ve ark. (85) geleneksel ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanlarının, dansçılar üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri karşılaştırmışlardır. Deneklere ait anaerobik güç değerleri wingate bisiklet testi ile ölçülmüştür. Deneklerin ön MAG test değerleri $559,5 \pm 105,0$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,97'lik bir artış göstererek $570,0 \pm 107,0$ W yükselmiştir. Deneklerin ön OG test değerleri $336,5 \pm 34,2$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %3,12'lik bir artış göstererek $347,0 \pm 49,3$ W yükselmiştir. Ancak bu çalışmada yapılan 6 haftalık plyometrik antrenman deneklere ait MAG ve OG değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki etmemiştir.

Ploeg ve ark. (11)'nin yaptıkları çalışmada yüksek kapsamlı *aqua*-plyometrik antrenmanı (suda yapılan plyometrik) ile düşük kapsamlı *aqua*-plyometrik antrenmanı ve düşük kapsamlı plyometrik antrenmanının anaerobik güç değerleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 47 sağlıklı birey katılmasına rağmen çalışmayı 39 denek bitirebilmiştir. Deneklere ait maksimum güç değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında *KinCom isokinetic* dinamometre (*Chattanooga Group, Inc., Hixon TN*) aletiyle ölçülmüştür. Deneklerden alınan ölçümler dominant bacadan hem konsantrik hem de eksantrik kasılma sırasında kaydedilmiştir. MAG ölçümleri 2 dakika aralıklarla yapılan 3 ölçüm olarak tasarlanmıştır. Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda konsantrik kasılma safhasında ki MAG değerleri, yüksek kapsamlı *aqua*-plyometrik antrenmanı grubunda %26,91 (ön test: $55,0 \pm 20,0$ W - son test: $69,8 \pm 37,8$ W), düşük kapsamlı plyometrik

antrenman grubunda %7,71 (ön test: 55,8 ± 15,3 W - son test: 60,1 ± 19,0 W) ve kontrol grubunda ise %11,81 (ön test: 50,8 ± 25,4 W - son test: 56,8 ± 24,4 W) pozitif yönde gelişme gözlenirken, düşük kapsamlı *aqua*-plyometrik antrenman grubunda %3,42 (ön test: 61,4 ± 24,0 W - son test: 59,3 ± 25,6 W) negatif bir gelişme gözlenmiştir. Eksantrik kasılma safhasında ki MAG değerleriyse, yüksek kapsamlı *aqua*-plyometrik antrenmanı grubunda %1,01 (ön test: 119,0 ± 34,8 W - son test: 120,2 ± 35,4 W) pozitif yönde gelişme gözlenirken, düşük kapsamlı *aqua*-plyometrik antrenman grubunda %0,77 (ön test: 130,6 ± 24,4 W - son test: 129,6 ± 24,2 W), düşük kapsamlı plyometrik antrenman grubunda %7,71 (ön test: 55,8 ± 15,3 W - son test: 60,1 ± 19,0 W) ve kontrol grubunda ise %1,28 (ön test: 109,3 ± 43,9 W - son test: 107,9 ± 40,9 W) negatif bir gelişme gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm gruplara ait MAG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın anaerobik güç performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deneklere ait anaerobik güç performansları kapalı alanda, 5'er dakikalık aralıklarla yapılan maksimal sprint testiyle ölçülmüştür. Deneklere ait MAG ve OG değerleri wingate bisiklet testiyle (*Monark 818E, Monark AB, Vargerg, Sweden*) ölçülmüştür. Deneklerin ön MAG test değerleri 1005,1 ± 21,7 W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,99'lük bir artış göstererek 1025,1 ± 26,6 W yükselmiştir. Deneklerin ön OG test değerleri 703,9 ± 14,4 W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %4,73'lük bir artış göstererek 737,2 ± 13,3 W yükselmiştir. Ancak bu çalışmada yapılan 6 haftalık plyometrik antrenman deneklere ait MAG ve OG değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki etmemiştir.

Plyometrik antrenmanın sürat değerleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Yapılan çalışmalarda deneklere ait sürat değerleri genellikle saniye olarak kayıt edilmektedir. İstatistiksel analizler sonucunda ön testten son testte gelişme gözlenen sürat değerleri, koşu süresi azalacağından dolayı negatif (-) olarak

gösterilecektir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda ise deneklere ait sürat değerleri, m/sn cinsinden verilerek deneklerin yatay veya dikey ekseninde sahip oldukları hız değerlerini gösterecektir.

Arazi ve Asadi (110)'nin yaptıkları çalışmada suda yapılan plyometrik ile yerde yapılan plyometrik antrenmanın sürat performansına olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 18 genç yarı-profesyonel erkek basketbolcu (yaş: $18,81 \pm 1,46$ yıl, boy: $179,34 \pm 6,11$ cm, ağırlık: $67,80 \pm 6,42$ kg ve spor yaşı; $4,8 \pm 2,47$ yıl) katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele suda yapılan plyometrik, yerde yapılan plyometrik ve kontrol olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Her iki antrenman grubu çalışmalarına 8 hafta boyunca haftada 3 antrenman ve her antrenman ortalama 40 dakika sürmüştür. Çalışma boyunca tüm denekler rutin basketbol antrenmanlarına katılmış ancak kontrol grubu bu zaman diliminde plyometrik egzersiz formlarından kaçınmışlardır. Suda plyometrik egzersiz grubunda olan denekler vücutlarını yaklaşık olarak %70'i su üzerinde 27°C - 28°C arasında su sıcaklığı da antrenmanlarını yapmışlardır. Yerde plyometrik grubu deneklere ise çalışmalarını 3 cm kalınlığındaki jimnastik matı üzerinde yapmışlardır. Çalışmanın kapsamı 1.ci hafta 117, 2.ci hafta 132, 3.cü hafta 147, 4.cü hafta 165, 5.ci hafta 132, 6.cı hafta 147, 7.ci hafta 165 ve 8.ci haftada 183 sıçramadır. Deneklere ait sürat değerleri 8 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında 60 metrelik atletizm sentetik pistte ölçülmüştür. Tüm denekler istatistiksel analizler için uygun ısınmanın ardından 60 metre sürat koşusu yapmışlar ve 36,5 m ve 60 m geçiş zamanları el kronometresi (*Joerex*, ST4610-2) ile ölçülmüştür. Her denek sürat performansı testini 3'er dakika aralıklarla 3 kez denemişler. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Deneklerin 36,5 m sürat değerleri ön testten son testte suda plyometrik yapan grupta 0,70 sn gelişirken yerde plyometrik yapan grupta ise 0,67 sn gelişmiştir. Deneklerin 60 m sürat değerleri ön testten son testte suda plyometrik yapan grupta 0,93 sn gelişirken yerde plyometrik yapan grupta ise 0,80 sn gelişmiştir.

Moore ve ark. (84)'nin yaptıkları çalışmada sezon dışında 2 tane 12 haftalık yapılan kombine edilmiş antrenman programının kolej seviyesindeki futbolcuların performanslarına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Tüm denekler sürat testi için

basketbol sahasının etrafında 2 tur koşarak ısınmışlar ve herkes kendileri ısınma hareketlerini yapmışlardır. Sürat testi için 25 metrelik bir parkur kullanılmış ve her deneğe 2 ısınma hakkı verildikten sonra 2 tane gerçek ölçüm alınmıştır. Deneklere ait sürat performansları çalışmanın başlangıcında, ortasında ve sonunda el kronometresi ile ölçülmüştür. 12 haftalık çalışmanın sonunda deneklere ait sürat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Olimpik stil ağırlık grubuna ait sürat değerleri ön testten 6.cı haftanın sonunda 0,11 sn ve çalışmanın sonunda yapılan ölçümde 0,32 sn düşmüştür. Bu gruba ait sürat değerleri çalışmanın sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %-11 oranında gelişme göstererek, deneklere ait yüzme süresi azalmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait sürat değerleri ön testten 6.cı haftanın sonunda 0,16 sn ve çalışmanın sonunda yapılan ölçümde 0,21 sn düşmüştür. Bu gruba ait sürat değerleri çalışmanın sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %-9 oranında gelişme göstererek, deneklere ait yüzme süresi azalmıştır.

Benito-Martínez ve ark. (96)'nın yaptıkları çalışmada kombine edilmiş elektro-uyarım ile plyometrik antrenmanların sürat üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 8 haftalık çalışmaya 40 bayan ve 38 erkek orta düzeyde olan sürat koşucuları katılmışlardır (yaş: $15,9 \pm 1,4$ yıl, boy: $1,68 \pm 0,07$ m, ağırlık: $58,53 \pm 8,05$ kg ve vücut kitle indeksi: $20,5 \pm 1,68$ kg/m²). Çalışmaya katılan denekler 4 ayrı gruba rastgele atanmışlardır. Birinci grup plyometrik antrenman grubunda 20 sporcu (9 bayan ve 11 erkek), ikinci grupta 20 sporcu (11 bayan ve 9 erkek), üçüncü grupta 19 sporcu (10 bayan ve 9 erkek) ve dördüncü grupta ise 19 sporcu (10 bayan ve 9 erkek) vardır. Birinci grup 8 hafta boyunca, hafta 2 antrenman sadece plyometrik antrenman yapmışlardır. İkinci grup ilk önce elektro-uyarım aldıktan sonra plyometrik antrenman yapmışlardır. Üçüncü grup plyometrik antrenmandan sonra 12 dakika boyunca elektro-uyarım almışlardır. Dördüncü grup ise kombine antrenman yapmışlardır. Elektro-uyarım aldıkları aynı esnada plyometrik antrenman yapmışlardır. Deneklerin sürat değerleri 30 metre sürat testi ile ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda deneklere ait sürat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif artış gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat değerleri %-0,45, elektro-uyarım + plyometrik antrenman grubunun değerleri %-3,87, plyometrik antrenman + elektro-uyarım grubunun değerleri %-4,56

ve kombine antrenman grubunun değerlerinde ise %-7,26 oranın gelişme gözlenmiş ve deneklerin 30 metre koşu süreleri azalmıştır.

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonunda deneklere ait sürat değerlerinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir. Deneklerin ön test sürat değerleri $2,829 \pm 0,184$ m/sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %5,34'lük bir artış göstererek $2,979 \pm 0,160$ m/sn yükselmiştir.

Misjuk ve Viru (111)'nin yaptıkları çalışmada üst düzey sürat koşucularında sıçrama testleri ile ivmelenme ve maksimal hız arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapılan çalışmaya Estonya milli takımında bulunan bayan ve erkek sürat koşucuları katılmışlardır. Ölçümler 5 ayrı zamanda ve hepsi de yarışma sezonunun öncesinde alınmıştır. Deneklere ait 10 m ve 30 m sürat değerleri *Ivar Krause* tarafından geliştirilen elektronik ölçüm sistemiyle kayıt edilmiştir. Durarak uzun atlama ve durarak 5 adım uzun atlama kum havuzunda ölçülmüştür. Deneklere ait aktif sıçrama değerleri ise *MicroMuscleEab* test (*Ergotest, Norway*) aleti ile ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel ölçümler sonucunda bayanlara ait takozla yapılan 10 m koşu performansı ile durarak 5 adım uzun atlama ve aktif sıçrama arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde bir korelasyon vardır. Bununla birlikte takozla yapılan 30 metre koşu performansı ile durarak 5 adım uzun atlama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde korelasyon gözlenirken, 30 metre ile aktif sıçrama değerleri arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir. Erkek sürat koşucularının değerleri incelendiğinde, bayan sporculara ait değerlerle benzerlik göstermektedir. Takozla yapılan 10 m sürat koşu performansı durarak 5 adım uzun atlama ve aktif sıçrama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde bir korelasyon gözlenmiştir. Erkek sporculara ait 30 metre koşu performansları ile durarak 5 adım uzun atlama değerleri arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon gözlenirken, aktif sıçrama değerleri arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir.

López-Segovia ve ark. (112)'nin yaptıkları çalışmada 21 yaş altı futbolcularda dikey sıçrama ve sürat zamanları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmaya aynı kulüpte futbol oynayan 14 futbolcu katılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama testi aktif sıçrama testi ile *Bosco* sıçrama matı (*Ergo Jump Bosco System, S.*

Rufina di Cittaducale, RI, Italy) kullanılarak ölçülmüştür. Her denek sıçrama testini ikişer dakika aralıklar 5 kez yapmış ve araştırmacı tarafından en iyi ve en kötü değer çıktıktan sonra kalan 3 sıçrama değerinin ortalaması istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Deneklere ait sürat değerleri 30 metrelik parkurda ölçülmüştür. Denekler sürat testini 3'er dakikalık aralıklarla 2 kez tekrarlamışlardır ve değerler *Brower equipment (Wireless Sprint System, USA)* ile belirlenmiştir. Sürat değerleri 0-10 m, 0-20 m, 0-30 m, 10-20 m, 10-30 m, ve 20-30 m geçiş zamanları olarak kayıt edilmiştir. Deneklerin dikey sıçrama yükseklik değerleri $38,34 \pm 4,44$ cm, sürat değerleri; 10 m: $1,92 \pm 0,06$ sn, 20 m: $3,22 \pm 0,09$ sn, 30 m: $4,43 \pm 0,14$ sn, 10 - 20 m: $1,28 \pm 0,04$ sn, 10 - 30 m: $2,50 \pm 0,05$ sn, 20 - 30 m: $1,20 \pm 0,05$ sn olarak kayıt edilmiştir. Aktif dikey sıçrama yüksekliği ile 0-10 m sürat değeri arasında 0,46, 0-20 m sürat değeri arasında 0,54, 0-30 sürat değeri arasında 0,55, 10-20 m sürat değeri arasında 0,49, 10-30 m sürat değeri arasında 0,52 ve 20-30 m sürat değeri arasında 0,48 ilişki saptanmıştır. Ancak yapılan çalışma sonunda aktif dikey sıçrama yüksekliği sadece 0-20 m ve 0-30 m sürat değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

Atacan (109) yaptığı çalışmada özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanın, genç erkek futbolcularda sürat performansına olan etkileri incelemiştir. Yapılan çalışmaya 14-15 yaş grubundaki Kartal Spor yıldız futbol takımı oyuncuları katılmışlardır. Denekler 15 kişilik plyometrik antrenman grubu, 15 kişilik kontrol grubu olmak üzere toplam 30 kişi katılmıştır. Deneklere ait sürat performansı, 30 metre sürat koşu testiyle ölçülmüştür. Deneklerin 30 metre sürat değerleri *Casio* marka kronometre ile kayıt edilmiştir. Çalışmanın kapsamı 1'den 3.cü haftaya kadar 200, 4'den-7ci haftaya kadar 300 ve son hafta olan 8.ci hafta ise 200 sıçramadır. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait sürat performansı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat ön test değerleri $4,73 \pm 0,22$ sn iken son testte bu değerler %-3,38'lik bir gelişme göstererek $4,57 \pm 0,25$ sn azalmıştır.

Kotzamanidis (12)'in yaptığı çalışmasında ergenlik öncesi erkeklerde plyometrik antrenmanın sürat performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya katılan 15 erkek denek (yaş: $11,1 \pm 0,5$ yıl), 10 hafta boyunca plyometrik antrenmana katılırken, 15 denekte (yaş: $10,9 \pm 0,7$ yıl) rutin beden eğitimi programına katılarak

kontrol grubunu oluşturmuşlardır. Deneklere ait sürat performansını değerlendirmek için kapalı alanda 30 metrelik parkur seçilmiş ve 30 metre 0-10, 10-20 ve 20-30 m kısımlardan geçiş zamanlarının belirlenmesi için bölünmüştür. Tüm denekler maksimal olarak 2 deneme hakkı verilmiş ve en iyi (en düşük) derece istatistiksel analizler için kayıt edilmiştir. Sürat testi 0,001 hassasiyette *Omega* sistem elektronik kronometre ve *TAG HEUER* marka 4 çift optik reflektör ile ölçülmüştür. Deneklere ait sürat parametreleri istatistiksel olarak anlamlı gelişme göstermiştir. Deneklerin 0-10 m sürat ön test değerleri $2,24 \pm 0,10$ sn iken, 10 haftalık plyometrik antrenman sonrasına %-2,23'lük bir gelişme göstererek $2,19 \pm 0,08$ sn azalmıştır. Deneklerin 10-20 m sürat ön test değerleri $1,71 \pm 0,11$ sn iken, plyometrik antrenman sonrasına %-3,51'lik bir gelişme göstererek $1,65 \pm 0,13$ sn azalmıştır. Deneklerin 20-30 m sürat ön test değerleri $1,61 \pm 0,28$ sn iken, plyometrik antrenman sonrasına %-3,11'lik bir gelişme göstererek $1,56 \pm 0,27$ sn azalmıştır. Deneklerin 0-30 m sürat ön test değerleri $5,55 \pm 0,03$ sn iken, plyometrik antrenman sonrasına %-2,52'lik bir gelişme göstererek $5,41 \pm 0,60$ sn azalmıştır.

Bavlı (101)'nin yaptığı çalışmada basketbol antrenmanlarına eklenmiş 6 haftalık plyometrik egzersizlerin sürat performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklere ait sürat değerleri 30 metrelik sürat testi ile ölçülmüştür. Denekler sürat testini 3 kez tekrarlamış ve değerler fotoselli kronometre sistemi (*Newtest 2000, Finland*) ile kayıt edilmiştir. Her deneğe sürat testi için 3 hak verilmiş ve en iyi değer (en düşük) istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Deneklere ait dikey sürat ölçümleri 6 haftalık çalışma öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarına ait sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat ön test değerleri $4,6 \pm 0,3$ sn iken son testte bu değerler %-2,17'lik bir gelişme göstererek $4,5 \pm 0,3$ sn azalmıştır.

de Villarreal ve ark. (88)'nin yaptıkları çalışmada uzun süreli plyometrik antrenmanın beklendiği gibi sürat performansındaki artıştaki önemini açıklığa kavuşturmayı ve bunu etkileyen faktörleri incelemiştir. Literatürde incelenmiş olan toplam 26 farklı çalışmanın sonucunda, 10 haftadan daha az olan plyometrik antrenmanlar sürat performansını istatistiksel olarak daha fazla gelişmesine neden olduğu saptanmıştır. Sürat performansını geliştirmek için tasarlanan plyometrik

antrenman sayısı minimum 15 ve her antrenman yüksek şiddetli aktivitelerin içerdiği 80'den daha fazla sıçrama içermesi gerektiği saptanmıştır. Sürat performansını en iyi şekilde arttırmak için farklı tiplerdeki plyometrik egzersizler ile daha büyük yatay ivmelenmeyi içeren antrenman formlarını kombine edilmesi (sürat özellikli plyometrik egzersizler ve yatay düzlemde yapılan sıçrama çalışmaları), istatistiksel olarak tek tip sıçrama antrenmanlarından çok daha büyük gelişim gösterdiklerinden dolayı literatürde daha fazla önerilmiştir. Bununla birlikte literatürde ağırlıkla yapılan plyometrik antrenmanların sürat performansına ekstra yarar sağladıkları bulunmamıştır.

Kılıç (107) yaptığı çalışmada 10 haftalık plyometrik antrenman programının 13-15 yaş grubu erkek futbolcuların fiziksel uygunluk düzeylerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya Erzurum ilinde buluna çeşitli futbol kulüplerinin alt yapılarında futbol oynayan 30 sporcu katılmıştır. Deneklere ait 20 metre sürat değerleri elektronik fotosel yardımıyla kapalı bir mekanda ölçülmüştür. Denekler 20 m koşu parkurunda 2 dakika dinlenme aralıklarıyla 2 deneme yapmışlar ve en düşük değer saniye cinsinden istatistiksel ölçümler için kullanılmıştır. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney grubuna ait 20 m sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Deneklerin 20 m sürat ön test değerleri $4,17 \pm 0,21$ sn iken, plyometrik antrenman sonrasına %-11,03'lük bir gelişme göstererek $3,71 \pm 0,27$ sn azalmıştır.

Asadi (97) çalışmasında sağlıklı bireylerde kumda yapılan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenmanlarının performansa etkilerini karşılaştırmıştır. Deney grubunda bulunan deneklere, sıçrama egzersizlerini 5 set ve 20 tekrar olarak yapmışlardır. Tekrarlar arasında 8 sn, setler arasında 2 dk ve antrenmanlara arasında da 72 saat dinlenme verilmiştir. Deneklere ait sürat testinde 20 metrelik kapalı bir parkurda, *Joerex* ST4610-2 marka el kronometreyle kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan 6 haftalık plyometrik çalışma sonunda deney grupları ait 20 metre sürat değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim gösterdikleri kaydedilmiştir.

Güneş (106)'in yaptığı çalışmada elit basketbolcularda klasik antrenmana eklenen modern pliometrik çalışmaların salt klasik basketbol antrenmanına karşı etkilerinin incelemiştir. Plyometrik çalışmalar 2007-2008 basketbol sezonu içerisinde

5 aylık (15 ağustos-18 ocak) antrenman programı süresince, haftada 2 plyometrik antrenman olarak tasarlanmıştır. Deneklerin performans testleri her ayın sonunda (toplamda 5 kez) yapılmıştır. Deneklere ait 20 metre sürat performansı *Bosco New Test 2000* test bataryasında bulunan fotosel kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait 20 metre sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde negatif yönde (koşu sürelerinde azalma) gelişmiştir. Deneklerin 20 metre sürat değerleri birinci ayın sonunda $3,00 \pm 0,20$ sn iken, 2. ayda $\%-1,00$ ($2,97 \pm 0,18$ sn), 3.cü ayda $\%-1,67$ ($2,95 \pm 0,19$ sn), 4.cü ayda $\%-3,00$ ($2,91 \pm 0,20$ sn) ve 5.ci ayda $\%-4,33$ ($2,87 \pm 0,17$ sn) oranında bir gelişme gözlenmiş ve deneklere ait koşu süreleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır.

Chelly ve ark. (34) küçük futbolcularla yaptıkları çalışmada, sezon içinde yapılan kısa süreli plyometrik antrenmanı (engeller üzerinden sıçrama ve derinlik sıçramaları), sürat performansını geliştirebileceğini savunmuşlardır. Yaptıkları çalışmaya 23 küçükler kategorisinde futbol oynayanlar, erkek futbolcular katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular deney grubu (12 kişi) ve kontrol grubu (11 kişi) olmak üzere 2'ye ayrılmıştır. Deney grubu hafta 2 plyometrik antrenman ve futbol antrenmanı yaparken, kontrol grubu sadece futbol antrenmanı yapmışlardır. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait hız değerleri 40 metrelik çimenli bir parkurda alınmıştır. Test için 2 adet *sony* marka kamera kullanılmış ve ilk kamera ilk 5 metrelik parkuru kayıt ederken, ikinci kamera son 5 metrelik bölümü (35-40.cı metreler arasını) kayıt etmiştir. Bilgisayar programı kullanılarak ilgili video kayıtlarından deneklerin kalçalarının yer değişimlerinden hızları hesaplanmıştır. Hız değerleri için; deneklerin ilk adım, ilk 5 metre ve son 5 metredeki hızları ölçülmüştür. Yapılan 8 haftalık plyometrik çalışmanın sonunda deney grubuna ait ilk adım hızı, ilk 5 metre ve son 5 metredeki hızlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda ki deneklerin ön test ilk adım hızı değerleri $2,2 \pm 0,3$ m.sn⁻¹ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%18,18$ 'lik bir artış göstererek $2,6 \pm 0,3$ m.sn⁻¹ yükselmiştir. Deney grubuna ait ilk 5 metre hızı değerleri $4,0 \pm 0,5$ m.sn⁻¹ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%10$ 'luk bir artış göstererek $4,4 \pm 0,4$ m.sn⁻¹ yükselmiştir. Deney grubuna ait son 5 metre hızı değerleri $8,2 \pm 0,2$ m.sn⁻¹ iken, plyometrik antrenman

sonucunda bu değerler %9,76'lık bir artış göstererek $9,0 \pm 0,2 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir. Yapılan bu çalışmada aynı zamanda deneklerin dikey sıçrama testleri esnasında da (aktif ve pasif sıçrama) hızları ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait aktif ve pasif sıçrama esnasındaki hızlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Deney grubuna ait pasif sıçrama esnasında hızları $2,4 \pm 0,1 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, son testler sonunda %4,17'lik bir artış göstererek bu değer $2,5 \pm 0,4 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir. Aktif sıçrama esnasında hızları $2,5 \pm 0,1 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, son testler sonunda %4'lük bir artış göstererek $2,6 \pm 0,1 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir.

Rimmer ve Sleivert (113) 15 antrenman seansını içeren 8 haftalık çalışmalarında sürat özellikli plyometrik antrenman programının sürat değerleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya 26 erkek denek katılmış ve bu denekler 10'u sürat özellikli plyometrik antrenman, 7'i sürat antrenmanı ve 9'u ise kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmışlardır. Sürat performansı 10 m ve 40 m lik parkurlarda 8 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait 10 m ve 40 m sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Çalışmanın sonunda sürat antrenman grubuna ait 10 m ve 40 m sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmemiştir. Sürat antrenman grubunda bulunan deneklerin 10 m sürat ön test değerleri $1,95 \pm 0,06 \text{ sn}$ iken son testte bu değerler %-1,03'lük bir gelişme göstererek $1,93 \pm 0,05 \text{ sn}$ azalmıştır. Sürat antrenman grubunda bulunan deneklerin 40 m sürat ön test değerleri $5,62 \pm 0,14 \text{ sn}$ iken son testte bu değerler %-1,25'lik bir gelişme göstererek $5,55 \pm 0,10 \text{ sn}$ azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin 10 m sürat ön test değerleri $1,96 \pm 0,10 \text{ sn}$ iken son testte bu değerler %-2,55'lik bir gelişme göstererek $1,91 \pm 0,08 \text{ sn}$ azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin 40 m sürat ön test değerleri $5,63 \pm 0,18 \text{ sn}$ iken son testte bu değerler %-1,78'lik bir gelişme göstererek $5,53 \pm 0,20 \text{ sn}$ azalmıştır.

Shallaby (108) yaptığı araştırmada plyometrik çalışmaların basketbolculara ait beceri ve fiziksel performansı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 16 yaşının altında 20 basketbolcu katılmıştır. Denekler 10 sporcu plyometrik

antrenman grubuna, 10 sporcu ise kontrol grubuna olmak üzere 2 ayrı gruba ayrılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait sürat değerleri 5 x 30 metre sürat zamanlarının toplamı olarak hesaplanmıştır. Deneklere ait sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde negatif yönde gelişerek deneklere ait sürat değerleri düşmüştür. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat ön test değerleri 27,01 sn iken son testte bu değerler %4,67'lik bir gelişme göstererek 25,78 sn azalmıştır.

Rahimi ve ark. (114)'nın yaptıkları çalışmada plyometrik, ağırlık ve kompleks (plyometrik+ağırlık) antrenmanlarını açısal hız değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya üniversitede okuyan 48 erkek öğrenci katılmıştır. Denekler plyometrik (13 denek), ağırlık (11 denek), kompleks (14 denek) ve kontrol (10) olmak üzere 4 ayrı gruba rastgele atanmıştır. Çalışmaya katılan denekler daha önce plyometrik egzersiz yapmayanlardan seçilmiştir. Çalışma 6 hafta ve haftada 2 gün olarak tasarlanmıştır. Plyometrik çalışmalar sadece alt ekstremitelere ait çalışmaları içermek ve alıştırmanın %75'i dikey sıçrama alıştırması olarak belirlenmiştir. Deneklere ait açısal hız değerleri çalışmanın öncesinde ve sonrasında bisiklet ergometresiyle 15 ve 60. cı saniyelerde kayıt edilmiştir. Çalışmanın sonunda deney gruplarına ait değerler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı olarak pozitif yönde gelişmiştir. Kompleks antrenman grubu, plyometrik ve ağırlık antrenman grupları ile karşılaştırıldığında 15 ve 60 saniyelik bisiklet ergometresindeki açısal hız değerleri istatistiksel olarak daha fazla artmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait 15 saniyelik açısal hız değerleri %37,61'lik (ön test değerleri; $6,30 \pm 0,85 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $8,67 \pm 0,25 \text{ rad.s}^{-1}$), ağırlık antrenman grubunda %16,25'lik (ön test değerleri; $6,40 \pm 0,35 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $7,44 \pm 0,65 \text{ rad.s}^{-1}$), kompleks antrenman grubunda ise %65,53'lük (ön test değerleri; $6,18 \pm 0,41 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $10,23 \pm 0,84 \text{ rad.s}^{-1}$) bir gelişme sağlamıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait 60 saniyelik açısal hız değerleri %23,55'lik (ön test değerleri; $6,07 \pm 0,58 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $7,50 \pm 0,63 \text{ rad.s}^{-1}$), ağırlık antrenman grubunda %25,00'lik (ön test değerleri; $5,84 \pm 0,65 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $7,30 \pm 0,84 \text{ rad.s}^{-1}$), kompleks antrenman grubunda ise %49,11'lik (ön test değerleri; $5,68 \pm 0,36 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $8,74 \pm 0,32 \text{ rad.s}^{-1}$) bir gelişme sağlamıştır.

Literatürde plyometrik antrenmanın sürat gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın 30 metre sürat performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deneklere ait sürat performansları kapalı alanda, 5'er dakikalık aralıklarla yapılan maksimal sprint testiyle ölçülmüştür. Deneklerin 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 m geçiş zamanları fotosel (*General ASDE, Valencia, Spain*) yardımıyla kayıt edilmiştir. Tüm deneklere 3'er hak verilmiş ve en düşük derece istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda her iki grupta ki deneklere ait sürat parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Deney grubuna ait ön test – son test sürat değerleri; 5 m ($1,09 \pm 0,01 - 1,12 \pm 0,02$; %2,75'lik hızda azalma), 10 m ($1,84 \pm 0,02 - 1,86 \pm 0,02$; %1,09'lük hızda azalma), 15 m ($2,51 \pm 0,02 - 2,53 \pm 0,02$; %0,80'lik hızda azalma), 20 m ($3,13 \pm 0,03 - 3,15 \pm 0,03$; %0,64'lük hızda azalma), 25 m ($3,76 \pm 0,03 - 3,75 \pm 0,03$; %-0,27'lik hızda gelişme) ve 30 m ($4,35 \pm 0,04 - 4,34 \pm 0,03$; %-0,23'lük hızda gelişme) olarak kayıt edilmiştir.

Thomas ve ark. (32)'nin yaptıkları çalışmada iki farklı plyometrik antrenman tekniğinin genç futbolcularda sürat performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmaya yarı-profesyonel futbol akademisinden 12 erkek futbolcu (yaş: $17,3 \pm 0,4$ yıl, boy: $177,9 \pm 5,1$ cm ve ağırlık: $68,7 \pm 5,6$ kg) katılmış ve futbolcular rastgele 6 hafta boyunca hafta da 2 kez yapılacak olan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenman grubuna ayrılmışlardır. Deneklere ait sürat değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında 20 metrelik parkurda ölçülmüştür. Sürat değerleri 5 m aralıklarla dizilmiş fotosel (*NewTest, Kiviharjuntie, Finland*) kullanılarak ölçülmüştür. 20 m sürat testi için her deneğe 3 hak verilmiş, birinci hak deneme için kullanıldıktan sonra diğer 2 haktan en kısa koşu süresi istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Derinlik sıçrama grubunun 5 m sürat değeri %1,94 (ön test: $1,03 \pm 0,06 - 1,05 \pm 0,10$), 10 m sürat değeri %1,14 (ön test: $1,76 \pm 0,06 - 1,78 \pm 0,16$), 15 m sürat değeri %-0,41 (ön test: $2,45 \pm 0,07 - 2,44 \pm 0,17$) ve 20 m sürat değeri ise %-0,97 (ön test: $3,10 \pm 0,11 - 3,07 \pm 0,22$) oranında değişiklik kayıt edilmiştir. Aktif sıçrama grubunun 5 m sürat değeri %0,94 (ön test: $1,06 \pm 0,07 - 1,07 \pm 0,14$), 10 m sürat değeri %0,00 (ön test:

1,81 ± 0,09 – son test: 1,81 ± 0,18), 15 m sürat değeri %-0,79 (ön test: 2,52 ± 0,11 – son test: 2,50 ± 0,23) ve 20 m sürat değeri ise %-0,63 (ön test: 3,18 ± 0,14 – son test: 3,16 ± 0,27) oranında değişiklik kayıt edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Dodd ve Avlar (25)'in yaptıkları çalışmada patlayıcı kuvvet antrenman modellerinin deneklere ait alt ekstremite gücü gelişimine akut etkilerini incelemişlerdir. 15 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait 20 yard (18,29 m), 40 yard (36,58 m) ve 60 yard (54,86 m) koşu süreleri el kronometresiyle kayıt edilmiştir. Çalışma sonunda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Deneklerin 20 yard (18,29 m) ön test değerleri 2,899 ± 0,111 sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-0,12'lik bir gelişme göstererek 2,895 ± 0,109 sn azalmıştır. Deneklerin 40 yard (36,58 m) ön test değerleri 5,048 ± 0,181 sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,34'lük bir azalma göstererek 5,116 ± 0,177 sn yükselmiştir. Deneklerin 60 yard (54,86 m) ön test değerleri 7,158 ± 0,270 sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %0,27'lik bir azalma göstererek 7,178 ± 0,296 sn yükselmiştir.

Chimera ve ark. (115)'nin yaptıkları çalışmada sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremite kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait 40 yard (36,58 m) koşu süreleri el kronometresiyle kayıt edilmiştir. Deneklere ait sürat değerleri kızılötesi kronometre ile ölçülüp, *Polaris (FarmTek, Inc, Dallas, TX)* ile görüntülenmiştir. Deneklerin 40 yard (36,58 m) ön test değerleri 7,21 ± 0,31 sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-2,91'lik bir gelişme göstererek 7,00 ± 0,33 sn azalmıştır. Çalışma sonunda gruplar arasında sürat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Plyometrik antrenmanın çeviklik değerleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Literatürde plyometrik antrenmanların, deneklerin çeviklik değerlerine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunduğu çalışmalarla birlikte anlamlı

etkilerinin bulunmadığı çalışmalarda mevcuttur. Bu bölümde öncelikle olarak plyometrik antrenmanın çeviklik değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunan çalışmalar sunulduktan sonra istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalar sunulacaktır.

Yapılan çalışmalarda deneklere ait çeviklik değerleri genellikle saniye olarak kayıt edilmektedir. İstatistiksel analizler sonucunda ön testten son testte gelişme gözlenen çeviklik değerleri, testleri uygulama süresi azalacağından dolayı negatif (-) olarak gösterilecektir.

Heang ve ark. (121)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın kolej badminton oyuncularının çeviklik performansı olan etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmaya yaşları 18-20 olan 42 badminton sporcusu katılmıştır. Deneklerden 19'u (8 erkek, 11 bayan) deney, 23'ü de (7 erkek, 16 bayan) kontrol grubuna rastgele atanmışlardır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan denekler (yaş: $18,3 \pm 0,7$ yıl, boy: $164,1 \pm 9,3$ cm, ağırlık: $54,7 \pm 10,7$ kg ve spor yaşı; $2,0 \pm 1,4$ yıl) ile kontrol grubunda bulunan denekler (yaş: $18,0 \pm 0,2$ yıl, boy: $164,3 \pm 7,4$ cm, ağırlık: $57,4 \pm 13,2$ kg ve spor yaşı; $1,4 \pm 0,8$ yıl) çalışma süresinde plyometrik aktiviteler içeren egzersizlerden kaçınmışlardır. Tüm denekler 6 hafta boyunca 90 dakikalık badmintonda teknik çalışmalarını içeren aktivitelerle birlikte, ek olarak 30 dakikalık da maç oyunu yapmışlardır. Plyometrik antrenman grubu ise 120 dakikalık badminton antrenmanla birlikte haftada 1 gün plyometrik antrenman yapmışlardır. Her hafta yapılan plyometrik çalışmaların kapsamı; birinci hafta 90, ikinci ve üçüncü hafta 120, dördüncü ve beşinci hafta 140 ve altıncı hafta ise 120 sıçramadır. Antrenmanda kullanılan sıçramalar tek veya çift ayakla ve hem yatay hem de dikey düzleme yapılmıştır. 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait çeviklik performansı *Illinois* çeviklik testi ile ölçülmüştür. Çeviklik testi için deneklere 3'er dakikalık dinlenme aralıklarıyla 3 hak verilmiş ve ortalama değer istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ön test son test değerleri arasında her iki gruba ait çeviklik değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Bununla birlikte son test değerlerinde, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Kontrol grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $23,64 \pm 2,91$ sn iken, 6 haftalık badminton antrenmanı sonucunda bu değerler $\% -2,75$ 'lik bir gelişme

göstererek $22,99 \pm 2,66$ sn azalmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $22,46 \pm 2,92$ sn iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-7,12'lik bir gelişme göstererek $20,86 \pm 2,58$ sn azalmıştır.

Shallaby (108) yaptığı araştırmada plyometrik çalışmaların basketbolculara ait beceri ve fiziksel performansı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Çalışmaya 16 yaşının altında 20 basketbolcu katılmıştır. Denekler 10 sporcu plyometrik antrenman grubuna, 10 sporcu ise kontrol grubuna olmak üzere 2 ayrı grubu ayrılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait çeviklik değerleri mekik koşu testi ile yapılmıştır. Deneklere ait çeviklik değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde negatif yönde gelişerek çeviklik değerleri düşmüştür. 12 haftalık plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin çeviklik ön test değerleri 10,90 sn iken son testte bu değerler %-12,07'lik bir gelişme göstererek 9,59 sn düşmüştür.

Arazi ve ark. (93)'nin yaptıkları çalışmada suda yapılan plyometrik ile yerde yapılan plyometrik antrenmanın çeviklik performansına olan etkilerini incelemiştir. Çalışmaya 18 genç yarı-profesyonel erkek basketbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler rastgele suda yapılan plyometrik, yerde yapılan plyometrik ve kontrol olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Çalışmanın kapsamı 1.ci hafta 117, 2.ci hafta 132, 3.cü hafta 147, 4.cü hafta 165, 5.ci hafta 132, 6.cı hafta 147, 7.ci hafta 165 ve 8.ci haftada 183 sıçramadır. Deneklere ait çeviklik değerleri 8 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında çeviklik T testi ve *Illinois* çeviklik testi kullanılarak basketbol sahasında ölçülmüştür. Çeviklik ölçümleri için 0,01 hassasiyetinde el kronometresi kullanılmıştır. Tüm deneklere her çeviklik testi için 5'er dakikalık aralıklarla 3 hak verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait çeviklik T test ön test değerleri 11,98 sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-15,78'lik bir gelişme göstererek 10,09 sn azalmıştır. Yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait çeviklik T test ön test değerleri 13,30 sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-9,62'lik bir gelişme göstererek 12,02 sn azalmıştır. Suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait *Illinois* çeviklik koşu testi ön test değerleri

18,49 sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-5,90'lık bir gelişme göstererek 17,40 sn azalmıştır. Yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait *Illinois* çeviklik koşu testi ön test değerleri 18,91 sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-6,08'lık bir gelişme göstererek 17,76 sn azalmıştır.

Atacan (109) yaptığı çalışmada özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanının, genç erkek futbolcularda çeviklik değerlerine olan etkileri incelemiştir. Yapılan çalışmaya 14-15 yaş grubundaki Kartal Spor yıldız futbol takımı oyuncuları katılmışlardır. Denekler 15 kişilik plyometrik antrenman grubu, 15 kişilik kontrol grubu olmak üzere toplam 30 kişi katılmıştır. Deneklere ait çeviklik performansı, altıgen çeviklik testi, çeviklik T-testi ve *Illinois* çeviklik testi olmak üzere 3 farklı test ile ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait tüm çeviklik test değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin çeviklik T-test ön test değerleri $11,14 \pm 0,49$ sn iken son testte bu değerler %-5,74'lük bir gelişme göstererek $10,50 \pm 0,39$ sn azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin altıgen çeviklik ön test değerleri $11,45 \pm 0,56$ sn iken son testte bu değerler %-12,66'lık bir gelişme göstererek $10,00 \pm 0,37$ sn azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin altıgen çeviklik ön test değerleri $17,13 \pm 0,48$ sn iken son testte bu değerler %-6,88'lik bir gelişme göstererek $15,95 \pm 0,50$ sn azalmıştır.

Thomas ve ark. (32)'nin yaptıkları çalışmada iki farklı plyometrik antrenman tekniğinin genç futbolcularda çeviklik düzeyleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmaya yarı-profesyonel futbol akademisinden 12 erkek futbolcu (yaş: $17,3 \pm 0,4$ yıl, boy: $177,9 \pm 5,1$ cm ve ağırlık: $68,7 \pm 5,6$ kg) katılmış ve futbolcular rastgele 6 hafta boyunca hafta da 2 kez yapılacak olan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenman grubuna ayrılmışlardır. Derinlik sıçrama grubunda bulunan grup, çalışmalar boyunca maksimum dikey yüksekliğe ulaşma ve minimum kontak zamanı yapmaları ve aktif sıçrama grubundakiler ise oldukları yerden dikey olarak maksimum yüksekliğe ulaşmaları için bilgilendirildiler. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında 505 çeviklik testi kullanılarak ölçülmüştür. Çeviklik ölçümleri için fotosel

(*NewTest, Kiviharjuntie, Finland*) kullanılmıştır. En kısa çeviklik süresi istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Lehnert ve ark. (31)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında deneklere ait çeviklik değerlerini incelemişlerdir. Sekiz hafta boyunca ve haftada 2 antrenman olarak tasarlanan plyometrik antrenmana 11 genç bayan voleybolcu (yaş: $14,8 \pm 0,9$ yıl, boy: 169 ± 6 cm ve ağırlık: 58 ± 9 kg) katılmıştır. Antrenman programı 3 bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm 2 hafta sürmüştür ve 4 farklı sıçrama çeşidi kullanılmıştır. Birinci hafta denekler toplam 96 sıçrama yaparken ikinci hafta ise 144 sıçrama yapmışlardır. İkinci bölüm 4 hafta sürmüştür ve ilk 2 haftadakinden farklı 4 çeşit alıştırma içermektedir. Birinci hafta denekler 80 sıçrama yaparken, geri kalan 3 haftada ise 120 sıçrama yapmışlardır. Üçüncü bölüm 2 hafta sürmüştür ve farklı 4 çeşit alıştırma içermektedir. İlk hafta denekler 108 sıçrama yaparken, sonra hafta ise 144 sıçrama yaparak çalışmayı bitirmişlerdir. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 x 6 m mekik testi ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait çeviklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişme gözlenmiştir. Deneklerin ön test çeviklik değerleri $11,08 \pm 0,55$ sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%-3,43$ 'lük bir gelişme göstererek $10,70 \pm 0,68$ sn azalmıştır.

Asadi (35) yaptığı çalışmada 6 hafta yapılan derinlik sıçraması ile aktif sıçrama antrenmanının çeviklik üzerine etkilerini karşılaştırmıştır. Yapılan çalışmaya 16 sağlıklı erkek üniversite öğrencisi gönüllü olarak katılmışlardır. Deneklerden 8'i (yaş: $20,2 \pm 1,2$ yıl, boy: $177,6 \pm 5,8$ cm ve ağırlık: $73,6 \pm 3,4$ kg) derinlik sıçrama grubuna, 8'i de (yaş: $20,3 \pm 1,0$ yıl, boy: $176,4 \pm 5,7$ cm ve ağırlık: $71,5 \pm 4,7$ kg) aktif sıçrama grubuna rastgele atanmışlardır. Plyometrik antrenman 6 hafta boyunca, hafta da pazar ve çarşamba olmak üzere 2 gün uygulanmıştır. Plyometrik antrenmanlar her iki grup için 35 dakika sürmüştür (5 dk düşük tempolu koşu, 5 dk balistik egzersizler ve esneklik, 20 dk derinlik veya aktif sıçrama antrenmanı, 5 dk soğuma). Derinlik sıçrama grubunda kullanılan kasa yüksekliği 45,72 cm (18 inch) belirlenmiştir. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında çeviklik T testi ve *Illinois* çeviklik testi kullanılarak ölçülmüştür. Çeviklik

ölçümleri için 0,01 hassasiyetinde el kronometresi kullanılmıştır. Tüm deneklere çeviklik T testi ve *Illinois* çeviklik testi için 5'er dakikalık aralıklarla 3 hak verilmiş ve istatistiksel analizler için en düşük (en hızlı) değer kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Derinlik sıçraması grubuna ait T çeviklik testi ön test değerleri $12,3 \pm 0,4$ sn iken, 6 haftalık derinlik sıçrama antrenmanı sonucunda bu değerler %-8,13'lük bir gelişme göstererek $11,3 \pm 0,5$ sn azalmıştır. Aktif sıçrama grubuna ait T çeviklik testi ön test değerleri $12,5 \pm 0,8$ sn iken, 6 haftalık aktif sıçrama antrenmanı sonucunda bu değerler %-10,40'lık bir gelişme göstererek $11,2 \pm 0,7$ sn azalmıştır. Derinlik sıçraması grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $19,63 \pm 1,1$ sn iken, 6 haftalık derinlik sıçrama antrenmanı sonucunda bu değerler %-8,61'lik bir gelişme göstererek $17,94 \pm 0,7$ sn azalmıştır. Aktif sıçrama grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $19,53 \pm 1,1$ sn iken, 6 haftalık aktif sıçrama antrenmanı sonucunda bu değerler %-10,91'lik bir gelişme göstererek $17,4 \pm 0,9$ sn azalmıştır.

Miller ve ark. (36)'nın yaptığı çalışmada 6 hafta yapılan plyometrik antrenmanının çeviklik üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya 28 sağlıklı atlet gönüllü olarak katılmışlardır. Deneklerden 14'ü (9 erkek, 5 bayan) deney, 14'ü de (10 erkek, 4 bayan) kontrol grubuna rastgele atanmışlardır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan denekler (yaş: $22,3 \pm 3,1$ yıl, boy: $175,4 \pm 8,6$ cm ve ağırlık: $80,1 \pm 14,9$ kg) ile kontrol grubunda bulunan denekler (yaş: $24,2 \pm 4,8$ yıl, boy: $170,0 \pm 0,4$ cm ve ağırlık: $81,2 \pm 21,1$ kg) çalışma süresinde plyometrik aktiveteler içeren egzersizlerden kaçınmışlardır. Tüm denekler 6 hafta boyunca haftada 2 gün plyometrik antrenman yapmışlardır. Plyometrik antrenman grubunun çalışma kapsamı; birinci hafta 90, ikinci ve üçüncü hafta 120, dördüncü ve beşinci hafta 140 ve altıncı hafta ise 120 sıçramadır. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında çeviklik T testi ve *Illinois* çeviklik testi kullanılarak ölçülmüştür. Deneklere her iki farklı çeviklik testi arasında 10 dakika, tekrarlar arasında ise 3'er dakika dinlenme aralıklarıyla 3 hak verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubuna ait çeviklik değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişirken kontrol grubuna ait değerlerde

anlamli bir değişiklik meydana gözlenmemiştir. Plyometrik antrenman grubuna ait T çeviklik testi ön test değerleri $12,8 \pm 1,0$ sn iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%-5,47$ 'lik bir gelişme göstererek $12,1 \pm 1,1$ sn azalmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $17,1 \pm 1,7$ sn iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%-2,93$ 'lük bir gelişme göstererek $16,6 \pm 1,6$ sn azalmıştır.

Literatürde plyometrik antrenmanın çeviklik gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çok az çalışma bulunmaktadır.

Dodd ve Avlar (25)'in yaptıkları çalışmada patlayıcı kuvvet antrenman modellerinin deneklere ait alt ekstremitte gücü gelişimine akut etkilerini incelemiştir. 15 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait çeviklik değerleri T-çeviklik testi ile ölçülmüştür. Deneklerin ön test değerleri $9,849 \pm 0,436$ sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%0,04$ 'lik bir azalma göstererek $9,853 \pm 0,400$ sn yükselmiştir. Çalışma sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Plyometrik antrenmanın EMG değerleri üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Literatürde plyometrik antrenmanların, deneklerin EMG değerlerine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunduğu çalışmalarla birlikte anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalarda mevcuttur. Bu bölümde öncelikle olarak plyometrik antrenmanın EMG değerlerini üzerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunan çalışmalar sunulduktan sonra istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin bulunmadığı çalışmalar sunulacaktır.

Fouré ve ark. (86) plyometrik antrenmanın ayak bileği eklemine ait kas-eklem kompleksi ve *gastrocnemius* kasının pasif sertliği üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklerin *medial* ve *lateral gastrocnemiu* ve *soleus* kaslarından yüzeysel EMG yöntemi ile EMG değerleri kayıt edilmiştir. 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda, deneklere ait ayak bileği eklemine ait hareket genişliği, aşıl tendonu sertliğine veya ayak bileği eklemine ait kas-eklem pasif sertliği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişik gözlenmezken, *gastrocnemius* kasına ait pasif

sertliği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde %33,3 oranda gelişme gözlenmiştir.

Chimera ve ark. (115)'nin yaptıkları çalışmada sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremitte kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Deneklere ait EMG verileri, *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *medial hamstrings*, *lateral hamstrings*, kalça abdüktörü ve kalça addüktörü olmak üzere 6 farklı kas grubundan *Noraxon Telemetry System (Noraxon USA Inc, Scottsdale, AZ)* cihazıyla alınmıştır. Elektrotlar ilgili kaslar, izometrik kasılma yapılarak kasların kasılabilir noktaların orta kısmına koyulmuştur. Deneklere ait EMG verileri, derinlik sıçrama esnasında toplanmıştır. Çalışmanın sonunda deneklerin kalça addüktörlerine ait EMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Deneklerin kalça addüktörlerine ait ortalama EMG ön test değerleri $20,94 \pm 8,86$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %10,36'lık bir artış göstererek $31,30 \pm 12,67$ yükselmiştir. Deneklerin kalça addüktörlerine ait maksimum EMG ön test değerleri $38,18 \pm 16,97$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %21,56'lık bir artış göstererek $59,74 \pm 18,93$ yükselmiştir.

Wu ve ark. (9)'nin yaptıkları çalışmada plyometrik antrenmanın tricep surae kasına ait EMG değerlerini, aşıl tendonun sertliğini ve elastik enerji kullanımı arttırmasını ve bu etkilerin istemli elektromekanik gecikme ve sıçrama yüksekliğiyle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 8 hafta süren plyometrik antrenmana 21 erkek üniversite öğrencisi katılmıştır. Çalışmaya katılan denekler 11'i plyometrik antrenman grubuna (yaşları $22,1 \pm 1,6$ yıl, ağırlıkları $65,8 \pm 8,6$ kg ve boyları $174,4 \pm 7,6$ cm) ve 10'u da kontrol grubuna (yaşları $22,3 \pm 1,6$ yıl, ağırlıkları $65,2 \pm 7,5$ kg ve boyları $171,5 \pm 8,2$ cm) olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Plyometrik antrenmanlar 8 hafta boyunca ve haftada 2 antrenman olmak üzere toplamda 16 antrenman yapılmıştır. Deneklere ait performans ölçümleri çalışmanın 1 hafta öncesinde, çalışmanın 5.ci haftasında ve 8 haftalık çalışmanın hemen bitiminde alınmıştır. EMG ölçümleri tüm deneklerin sağ bacaklarına ait *medial* ve *lateral gastrocnemius* ve *soleus* kaslarından RMS olarak kayıt edilmiştir. RMS değerleri plantar fleksiyon sırasında yapılan maksimal izometrik kasılma ile normalize edilmiştir. Deneklere ait istemli elektromekanik gecikme, gastrocnemius kasına ait EMG aktivitesinin

başlaması ile plantar fleksiyon torkunun başlaması arasında geçen zaman *MATLAB 7.1 software* ile ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin *soleus* kasına ait RMS değerleri 5.ci ve 8.ci haftalarda, tendon sertliği, elastik enerji depolama, elastik enerjiyi serbest bırakma ve istemli elektromekanik gecikme değerleri ise 8.ci haftadan sonra istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin *soleus* kasına ait RMS ön test değerleri $0,031 \pm 0,012$ iken, 5. ci hafta sonunda %51,61 ($0,047 \pm 0,015$) ve 8.ci hafta sonunda ise %48,39 ($0,046 \pm 0,016$) artmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin elastik enerji girişi ön test değerleri $4,6 \pm 1,4$ Joule (J) iken, 8.ci hafta sonunda ise %34,78'lik bir artış göstererek $6,2 \pm 1,2$ J yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin elastik enerji salınımı ön test değerleri $3,8 \pm 1,4$ Joule (J) iken, 8.ci hafta sonunda ise %34,21'lik bir artış göstererek $5,1 \pm 1,6$ J yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin tendon sertliği ön test değerleri $56,5 \pm 9,6$ N/mm iken, 8.ci hafta sonunda ise %42,12'lik bir artış göstererek $80,3 \pm 10,7$ N/mm yükselmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan denekler ait istemli elektromekanik gecikme ön test değerleri $27,8 \pm 2,2$ ms iken, 8.ci hafta sonunda ise %12,23'lük bir artış göstererek $24,4 \pm 2,2$ ms azalmıştır.

Bonacci ve ark. (122)'nin triatletler üzerinde yaptıkları çalışmada kısa süreli plyometrik antrenmanların, yarışma esnasında bisikletten sonraki koşu sırasında değişen nöromotor kontrolleri artışını incelemişlerdir. Denekler rastgele plyometrik ve kontrol grubu olarak 2'ye ayrılmışlardır. Her iki grupta normal rutin dayanıklılık antrenmanlarına devam etmişlerdir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan triatletler 8 hafta boyunca haftada 3 gün ve gün 30 dakika süreli plyometrik antrenman yapmışlardır. Yapılan 8 haftalık plyometrik çalışmaya iyi antrenmanlı 15 triatlet katılmıştır. Deneklerin alt ekstremitte kaslarına ait EMG değerleri bisiklet aktivitesi olmadan ve 45 dakikalık bisiklet aktivitesinden sonra 12 km/sa hızda 4 dakika boyunca koşu esnasında alınmıştır. EMG değerleri deneklerin sağ bacağındaki *tibialis anterior*, *gastrocnemius lateralis*, *rectus femoris* ve *biceps femoris* kaslarından alınmıştır. EMG verileri ortalama EMG *amplitude* ve root mean square error olarak analiz edilmiştir. 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda, deney grubuna ait EMG verileri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişmiştir.

Deneklerin alt ekstremite kas gruplarına ait ortalama root mean square error ön test değerleri $12,4 \pm 3,1$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $58,87$ 'lik bir azalma göstererek $5,1 \pm 0,9$ düşmüştür. Deneklerin alt ekstremite kas gruplarına ait ortalama EMG *amplitude* ön test değerleri $14,3 \pm 6,6$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $96,50$ 'lik bir artış göstererek $0,5 \pm 1,5$ yükselmiştir.

Lythgo and Cofré (123)'nin yaptıkları çalışmada yürüyüş sırasında EMG aktivitesi ile ayak bileği plantar fleksiyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya 8 sağlıklı yetişkin (yaş: $31,0 \pm 4,8$ yıl, boy: $1,67 \pm 0,1$ m, ağırlık: $66,3 \pm 20,6$ kg) katılmıştır. Deneklerin yürüyüş analizi 12 metrelik bir parkurda 8 yüksek çözünürlüklü kamera (*VICON MX System-Oxford, UK*) ve kuvvet platformu (*model OR6-7, AMTI, Watertown, MA*) ile ölçülmüştür. Deneklere ait EMG sinyalleri deneklerin sağ bacaklarında bulunan *lateral gastrocnemius*, *medial gastrocnemius*, *soleus* ve *peroneus longus* kaslarında 16 kanallı EMG sistemi (*CMRR=90 dB, SNR>50dB, 20 MΩ impedance*) ile kayıt edilmiştir. EMG ölçümlerinde 10 mm aralıklı iki elektrot (*Myotronics Inc., WA, USA*).kullanılmıştır. Denekler istatistiksel analizler için kendi belirledikleri hızlarda, belirlenen mesafede 5 yürüyüş yapmışlardır. Ayak bileğinin ürettiği gücü belirlemek için *The Vicon Plug-in-Gait (version 1.3.109, Oxford, UK)* kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin ortalama yürüme hızı $1,42 \pm 0,02$ m/s olarak belirlenmiştir. Deneklere ait maksimum EMG değerleri, ayak bileğinin güç üretiminde 92 ms önce oluşmuştur. Bu da *stance* periyodunun 15 'ine denk gelmektedir. Ayak bileği güç üretimi başladığı anda maksimum EMG aktivitesi 88 olarak kayıt edilmiştir. EMG aktivasyonları *stance* periyodunun son 20 'sine gelindiğinde hızlı bir şekilde, maksimum EMG aktivitesinin 60 'e kadar düştüğü belirlenmiştir. *Soleus* ve *peroneus longus* kaslarının maksimum EMG aktivitesi sırasında ayak bileği güç üretimi, maksimum ayak bileği güç üretiminin 20 ve 34 sırasında oluştuğu, bununla birlikte *medial* ve *lateral gastrocnemius* kaslarına maksimum EMG aktivitesinin ise $0,8$ ve 11 sırasında oluştuğu saptanmıştır.

Asadi (97) yaptığı çalışmasında kumda yapılan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenmanlarının deneklere ait EMG değişimlerine etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışma grubunda bulunan deneklere, sıçrama egzersizlerini 5 set ve

20 tekrar olarak yapmışlardır. Tekrarlar arasında 8 sn, setler arasında 2 dk ve antrenmanlara arasında da 72 saat dinlenme verilmiştir. Deneklere ait EMG değerleri *vastus lateralis*, *vastus medialis* ve *rektus femoris* kaslarından ölçülmüştür. Yapılan 6 haftalık plyometrik çalışma sonunda deney grupları ait *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *rektus femoris* kaslarına ait EMG değerlerinde artış gözlenmiştir. Aktif sıçrama grubuna ait *vastus medialis* ve *rektus femoris* kaslarına ait EMG değerleri kontrol gruba göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Clegg ve Harrison (119)'ın yaptıkları çalışmada sürat koşucuları ile dayanıklılık koşucularının *soleus* kasına ait elektromekanik gecikme ve elastik enerjinin birikme zamanlarını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya ulusal düzeyde 11 atlet katılmış ve 2 gruba ayrılmışlardır. Birinci grupta 3 erkek ve 2 bayan sürat koşucusu bulunurken, ikinci grupta ise 3 erkek ve 3 bayan dayanıklılık koşucusu bulunmaktadır. Denekler araştırmacının komutu ile birlikte ayak topuğunu yükseltme testini 30-60 sn aralıklarla 10 tane yapmışlardır. EMG ölçümleri *BioPac/Powerlab 2/20 system (AD Instruments)* ile *soleus* kasından ölçülmüştür. EMG ölçümleriyle, *Soleus* kasına ait $\pm 0,015$ mV kas aktivasyonundaki değişiklikler kontrol edilmiştir. Deneklerden kuvvet platformunda hızlı bir şekilde plantar fleksiyon yapmaları istenmiştir. *Soleus* kasına ait elektromekanik gecikme kas aktivasyonu ile ayak topuğunun hareketi arasındaki zaman olarak tanımlanmıştır. *Soleus* kasına ait elastik enerjinin birikme zamanı kuvvet platformuna kuvvet uygulama ile topuğun hareketi arasındaki zaman olarak tanımlanmıştır. Aynı zamanda elastik enerji kas geriminin artmaya başladığı zaman ile hareket arasında geçen zaman olarak ifade edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda sürat koşucularının *soleus* kasına ait elektromekanik gecikme zamanı ve elastik enerji birikme zamanları dayanıklılık koşucularına oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha azdır.

Mehdipour ve ark. (124)'nın yaptıkları çalışmada ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanın beden eğitimi bölümünde okuyan öğrencilerin alt ekstremite kaslarına ait EMG değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 60 öğrenci katılmış ve tüm öğrencilere anaerobik güç testi (*894E Anaerobic Test Ergometer Cycle/Bike (Monark, Sweden)*) uygulanmıştır. Yeterli anaerobik güç değerine sahip 45 denek çalışmaya başlamışlardır. Denekler 15 plyometrik antrenman grubuna, 15 ağırlık antrenmanı grubuna ve 15 kontrol grubuna olmak

üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Her iki deney grubu 6 hafta boyunca hafta 3 gün antrenman yapmışlardır. Deneklere ait EMG değerleri aktif ve pasif sıçrama esnasında *biceps femoris*, *rectus femoris* ve *gastrocnemius* kaslarından kayıt edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre aktif ve pasif sıçrama esnasında her iki deney grubuna ait *biceps femoris* kasının EMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmezken *rectus femoris* ve *gastrocnemius* kaslarına ait EMG değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmiştir.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın miyozin ağır zinciri (MHC) (*myosin heavy-chain*) üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneklere ait kas biyopsisi 6 haftalık plyometrik antrenman öncesinde ve sonrasında 15 deney ve 10'da kontrol grubunda bulunan deneye yapılmıştır. Kas biyopsisi *vastus lateralis* kasına lokal anestezi yapıldıktan sonra uygulanmış ve alınan kas örneği -80° C muhafaza edilmiştir. Plyometrik ile kombine edilmiş ağırlık antrenmanı, deney grubunda bulunan deneklere ait ön test MHC tip I değerleri $52,8 \pm 2,0$ iken, bu değer son testte %5,2 azalarak $49,9 \pm 2,0$ düşmüştür. Aynı grubun MHC tip IIa değerlerine bakıldığında ön testleri $46,0 \pm 2,0$ iken, bu değer %8,4 artarak son testte $49,6 \pm 1,9$ yükselmiştir. Deney grubuna ait MHC tip I değerlerini azalması ve MHC tip IIa değerlerinin artmasını istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir değişim olmamıştır.

Toumi ve ark. (49)'nın yaptıkları çalışmada kombine (plyometrik ve ağırlık) antrenmanları ile ağırlık antrenmanının pasif ve aktif sıçrama esnasında alt ekstremitte kaslarına ait RMS değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Fransa 3.cü hentbol liginde oynayan yaşları 17 ile 24 arasında değişen sağlıklı 22 erkek hentbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Denekler rastgele ağırlık antrenman grubu, sıçrama antrenmanı ile kombine edilmiş ağırlık antrenman grubu ve kontrol grubu olarak 3 gruba ayrılmıştır. Deneklere ait RMS değerleri *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *biceps femoris* kaslarından ölçülmüştür. RMS ölçümleri için bipolar yüzeyel elektrotlar ilgili kasların üzerine 20 mm uzaklıkla konulmuştur. RMS değerleri 15-1000 Hz band aralığında toplanmıştır. EMG değerleri maksimal izometrik diz ekstansiyonuyla elde edilen veriyle normalize edilmiştir. Yapılan

istatistiksel analizler sonucunda pasif sıçrama esnasında her iki gruba ait RMS değerleri ön testten son testte istatistiksel olarak anlam bir şekilde gelişmemiştir. *Biceps femoris* kasına ait RMS değerleri 2 farklı dikey sıçrama esnasında da istatistiksel olarak anlamlı bir gözlenmemiştir. Ancak aktif sıçrama esnasında VL ve VM kaslarına ait RMS değerleri ön testten son testte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir.

Kyrolainen ve ark. (125) 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. 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.

Arpınar ve ark. (126)'nın yaptıkları çalışmada ritmik cimnastikçilerin tek ve çift bacak dikey sıçrama sırasında EMG verileri ile dikey sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmaya gönüllü 11 elit ritmik cimnastikçi (yaşları $11,6 \pm 1,8$ yıl, ağırlıkları $30,5 \pm 5,5$ kg ve VYY ise $\%7,9 \pm 2,7$) katılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Newtest* sıçrama platformuyla üçer kez tek ve çift bacakla sıçrayarak belirlenmiştir. Deneklerin tek bacakla dikey sıçrama yükseklikleri $16,3 \pm 2,3$ cm iken, çift bacakla sıçrama yükseklikleri ise $29,6 \pm 2,8$ cm olarak kayıt edilmiştir. Deneklerin EMG verileri gümüş-gümüş klorür elektrotlar (*Biopac MP30*) ile dikey sıçrama esnasında sağ baktan *quadriceps femoris* ve *biceps femoris* kaslarından alınmıştır. Deneklerden elde edilen EMG verilerinden RMS değerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonunda deneklerin tek ve çift bacakla yapılan dikey sıçrama testinde sıçrama yükseklikleri ile *biceps femoris* kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde yüksek ilişki olduğu gözlenmiştir.

Literatürde plyometrik antrenmanın EMG değerleri gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır.

Arpınar ve ark. (126)'nın yaptıkları çalışmada ritmik cimmastikçilerin tek ve çift bacak dikey sıçrama sırasında EMG verileri ile dikey sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Deneklerin tek ve çift bacakla sıçrama esnasındaki dikey sıçrama yükseklikleri ile *quadriceps femoris* kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Henry ve ark. (127)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın *peroneus longus* kasının reaksiyon zamanına olan etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya 48 üniversite öğrencisi gönüllü olarak katılmıştır. Plyometrik antrenman grubuna 24 denek (12 erkek ve 12 bayan; yaş: $19,8 \pm 1,2$ yıl, boy: $175,7 \pm 9,2$ cm ve ağırlık: $74,8 \pm 11,7$ kg) ve kontrol grubuna 24 denek (12 erkek ve 12 bayan; yaş: $20,3 \pm 1,2$ yıl, boy: $177,9 \pm 8,4$ cm ve ağırlık: $74,2 \pm 11,9$ kg) olarak ikiye ayrılmıştır. Plyometrik antrenmanlar 6 hafta boyunca ve haftada 3 gün yapılmıştır. Deneklere ait *peroneal* sinirin gecikme zamanı *Biopac Systems MP150* ve *TEL100M-TEL100C* (*Biopac Systems Inc, Goleta, CA*) telemetrik sistem ile ölçülmüştür. EMG ölçümleri ise MATLAB (*The MathWorks, Inc, Natick, MA*) marka cihazla ölçülmüştür. EMG ölçümleri tek kullanımlık yüzeysel elektrotlarla ve band-pass aralığı 10-350 Hz olarak alınmıştır. Deneklere ait EMG verileri, ayak bileği 30° 'lik açı varken TSD130 *twin-axis* marka goniometre ile ölçülmüştür. EMG ölçümleri deneklerin dominant bacaklarından ve *peroneus longus* kasından (fibulanın başının hemen 3 cm altından) alınmış ve referans elektrot ise lateral malleolus üzerine konulmuştur. Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait *peroneus longus* kasının reaksiyon zamanında %4,63 (ön test: $60,5 \pm 14,0$ ms ve son test: $57,6 \pm 10,2$ ms) ve kontrol grubunun ise %3,50'lik (ön test: $62,9 \pm 15,7$ ms ve son test: $60,7 \pm 14,1$ ms) düşüş gözlenmiştir. Ancak yapılan istatistiksel analizler sonucunda 6 haftalık plyometrik antrenmanın *peroneus longus* kasının reaksiyon zamanı değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir.

Garrison ve ark. (128)'nin yaptıkları çalışmada erkek ve bayan futbolcularda tek ayakla yere iniş sırasında alt ekstremite kaslarına ait EMG değerlerini incelemişlerdir. Çalışmaya 8 erkek (yaş: $19,3 \pm 1,5$ yıl, boy: $182,9 \pm 2,4$ cm ve

ağırlık: $77,1 \pm 6,9$ kg) ve 8 bayan (yaş: $22,1 \pm 2,4$ yıl, boy: $168,6 \pm 6,8$ cm ve ağırlık: $61,8 \pm 3,2$ kg) futbolcu gönüllü olarak katılmışlardır. Deneklere ait ortalama diz momentleri kuvvet platformu (*AMTI OR 6-7, Watertown, Mass*) ve aynı anda 10 kamerayla (*Vicon, Oxford Metrics, London, UK*) kayıt edilmiştir. EMG değerleri tüm deneklerin sağ alt ekstremitte *gluteus medius*, *rectus femoris*, *vastus lateralis* ve *biceps femoris* kaslarından RMS değerleri olarak alınmıştır. Denekler sol ayaklarının üzerinde 60 cm'lik platformda dururken, kendilerini serbestçe aşağıya bırakmışlar ve yerle kontak yaptıkları anda 2 sn civarında dengede durmaları istenmiştir. Çalışmaya katılan her denek tek ayakla yere iniş hareketini 5 kez peş peşe denedikten sonra 5 ölçümün ortalaması istatistiksel analizler için kullanılmıştır. RMS verileri deneklerin dominant ayaklarının yerle kontak yapmadan 40 ms öncesi ve 40 ms sonrasında olmak üzere 80 ms boyunca toplanmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda 4 farklı kas grubuna ait RMS değerleri ve diz eklemini içe rotasyon momentlerinde cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Literatür ve genel bilgiler kısmında geçen bazı terimler ve açıklamaları

Amplifikatör (Amplifier): Elektronik sinyalleri güçlendiren aygıt (51).

Özdirenç (Impedance): Bir elektrik devresinde dalgalı akıma olan direnç veya direncin ölçüsü (51).

Aktivasyon: Harekete getirme; etkin hale koyma; hareketlendirme (129).

Stiffness: Sertlik, katılık (129).

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 (70).

Güç: Birim zamanda uygulanan kuvvet miktarıdır (80, 81, 83).

Kuvvet: Bir dirence karşı koyabilme yeteneğidir (23, 130).

Bipolar: İki kutuplu (129).

Çabukluk: Hareket halindeyken vücudun hızla yön değiştirebilme yeteneğidir (130)

Frekans: Yinelenen bir dalganın 1 sn. içinde görülme sayısı. Hertz (Hz) ile veya saniyede dönüş (cps veya c/s) ile ölçülür (70).

Artefact: Tabii olmayan yapı veya oluşum; doku veya organda suni olarak meydana gelmiş veya getirilen şey (129).

Lateral: Yan; yanda; yan tarafla ilgili; yana ait (129).

Reaktive: Bir harekete karşı hareket gösteren; herhangi bir harekete karşı olarak meydana gelen (129).

Proprioseptör: Vücudun pozisyonu ve hareketleri hakkında bilgi veren, kaslar, eklemler ve tendonlarda bulunan duyu organları (69).

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmanın çalışma evrenini Bolu ilindeki çeşitli amatör kulüplerde futbol oynayan ve aynı zamanda Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi Öğretmenliği ve Antrenörlük Eğitimi Bölümü birinci sınıfta öğrenim gören (2011-2012 öğretim yılı) 26 erkek sporcu oluşturmuştur. 6 haftalık plyometrik çalışma sezon sonunda yapılmıştır. Araştırmaya katılan 27 sporcu, rastgele üç gruba ayrılmıştır. Araştırmanın üçüncü haftasında, bir sporcu kendi isteğiyle çalışmaya devam etmek istememesi sebebiyle, deneklerin toplam sayısı 26'ya düşmüştür. Sporcular yatay sıçrama grubu (YSG) (n= 9), dikey sıçrama grubu (DSG) (n= 9) ve kontrol grubu (KG) (n= 8) olmak üzere 3 gruba ayrılmışlardır. Çalışma evreni aynı zamanda örnekleme de oluşturmaktadır. Bu çalışma için Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (no:2012/66) (Bkz. Ekler). Araştırmaya katılan denekler araştırma hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü olduklarını belirten bilgilendirilmiş olur formu okuyarak imzalamaları istenmiştir (Bkz. Ekler).

3.2. Araştırma Modeli

Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların performansa olan etkilerinin incelendiği bu araştırma, deneme modellerinden ön-test son-test kontrol gruplu model şeklinde planlanmıştır (131). Araştırmaya katılan denekler YS grubu, DS grubu ve K grubu olarak yansız ve rastgele 3 gruba ayrılmıştır.

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

G₂: 2. Grup

G₃: 3. Grup

X₁: Bağımsız Değişken (YS plyometrik antrenmanı)

X₂: Bağımsız Değişken (DS plyometrik antrenmanı)

O₁: 1. Ölçüm

O₂: 2. Ölçüm

R: Grupların Oluşturulmasında Yansızlık

3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Bu araştırma, 2 haftalık genel kuvvet ve esneklik çalışmalarından sonra (22) deneklere ait ön test ve son test verileri, 6 haftalık çalışma periyodunun bir hafta öncesinde ve bir hafta sonrasında birbirini takip eden dört ayrı oturumda (dört ayrı gün içerisinde) gerçekleştirilmiştir (17, 127). İlk oturumda; deneklerin boy, ağırlık, vücut kompozisyonu ve tepki kuvvet indeksi (TKİ) değerleri kaydedilmiştir. İkinci oturumda; deneklere ait dikey sıçrama (DS), *vastus lateralis* (VL), *vastus medialis* (VM) ve *gastrocnemius* (GAS) kaslarına ait *root mean square* (RMS) değerleri kaydedilmiştir. Üçüncü oturumda; deneklere ait sürat ve çeviklik test değerleri ve dördüncü oturumda ise; deneklere ait wingate anaerobik güç testi değerleri kaydedilmiştir. Çalışma planı aşağıda sunulmuştur (Tablo 3.1).

Deneklere ait ön test ve son test ölçümleri aynı araştırmacı tarafından, aynı ölçüm aletleriyle ve aynı ölçüm mekanlarında 15:00-17:00 saatleri (sadece EMG ölçümleri 17:00-19:00) arasında alınmıştır. Deneklerin boy, ağırlık, vücut kompozisyonu, TKİ, DS, sürat, çeviklik test ve wingate test değerlerine ait ön test ve son test ölçümleri hava akımının olmadığı kapalı salon ortamında, RMS değerlerine ait ön test ve son test ölçümleri ise Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Bölümü Laboratuvarında yapılmıştır. Tüm denekler ön ve son testlere aynı spor ekipmanlarıyla (şort, t-shirt ve ayakkabı) katılmışlardır. Aşağıda çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve test protokolleri ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmaya ait çalışma planı.

Haftalar	
1	Genel Kuvvet ve Esneklik Çalışmaları
2	Genel Kuvvet ve Esneklik Çalışmaları
3	Ön-test Ölçümleri
	<i>1.Gün: Boy, Kilo, Vücut Kompozisyonu ve TKİ</i>
	<i>2.Gün: Dikey Sıçrama ve RMS</i>
	<i>3.Gün: Sürat ve Çeviklik Testleri</i>
	<i>4.Gün: Wingate Testi</i>
4-5-6-7-8-9	PLYOMETRİK ANTRENMAN
10	Son-test Ölçümleri
	<i>1.Gün: Boy, Kilo, Vücut Kompozisyonu ve TKİ</i>
	<i>2.Gün: Dikey Sıçrama ve RMS</i>
	<i>3.Gün: Sürat ve Çeviklik Testleri</i>
	<i>4.Gün: Wingate Testi</i>

3.3.1. Boy ölçümü

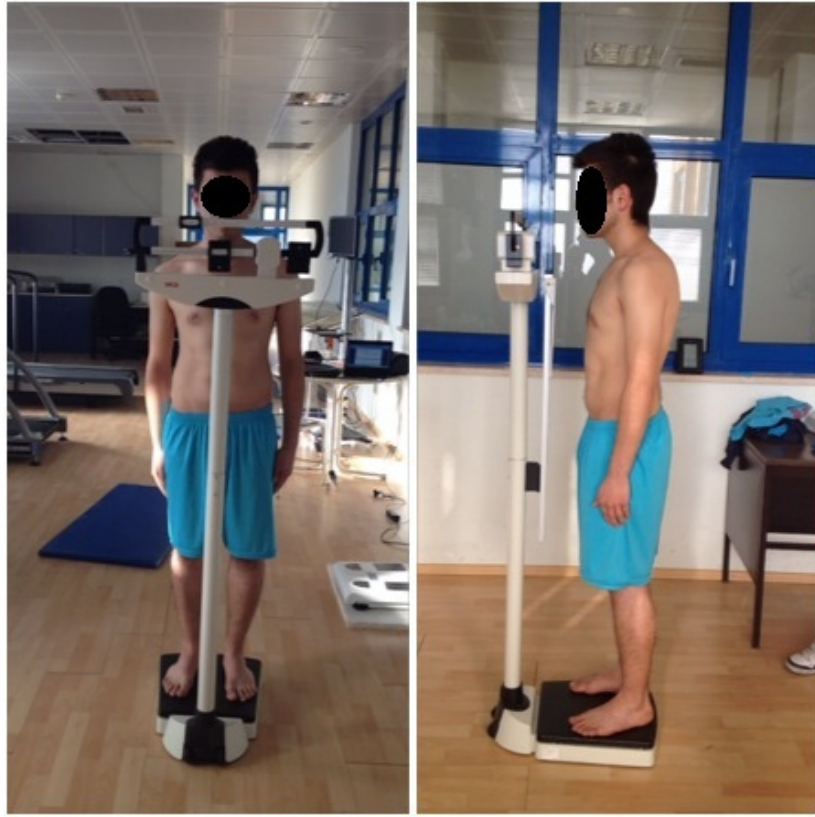
Araştırmada katılımcıların boyları "Seca 700, Medical Scales and Measuring Systems, Hamburg-GERMANY" marka bir cihaz ile yapılmıştır. Vücut ağırlığı her iki bacak üzerinde dengeli biçimde dağılacak durumda bulunan deneklerin başları "Frankfort Horizontal Plan" pozisyonunda, kollar vücudun yan tarafında ve avuç içleri bacaklara dönük olacak şekilde ölçümler alınmıştır (Fotoğraf 3.1). Ölçüm esnasında deneklerin; çıplak ayakla, ayakları kapalı, başlarının arkası, sırt ve topuklarının ölçüm aletine bitişik durumda tutulmasına, derin bir nefes aldıktan sonra en yüksek boya ulaşma esnasında ölçümün yapılmasına dikkat edilmiştir (132).



Fotoğraf 3.1. Boy ölçümü

3.3.2. Vücut ağırlığı ölçümü

Vücut ağırlığı ölçümleri 0,1 kg hassasiyette "*Seca 700, Medical Scales and Measuring Systems, Hamburg-GERMANY*" markalı bir baskül kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm öncesinde ağırlıkları bilinen 1'er kg'lık ağırlıklardan 5 tanesi peş peşe konularak ölçüm hatası olup olmadığı test edilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda baskülün ölçüm hatası yapmadığı gözlenmiştir. Vücut ağırlığı ölçümleri katılımcıların üzerinde yalnız şort varken çıplak ayakla ölçüm yapılmıştır (Fotoğraf 3.2) (132).



Fotoğraf 3.2. Vücut ağırlığı ölçümü.

3.3.3. Vücut kompozisyonu ölçümü

Vücut Yağ Yüzdesi (VYY) oranlarını hesaplamak üzere derialtı yağ kıvrım kalınlığı $\pm 0,2$ milimetre (mm) hassasiyetli Holtain marka skinfold kaliper (Holtain Ltd, Crymych, UK) cihazı kullanılarak yapılmıştır. VYY hesaplanması amacıyla 4 bölgeden (Biceps, Triceps, Subscapular, Suprailiac) deri kıvrımı ölçümleri

gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar arasında hata olasılığını önlemek amacıyla tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından alınmış ve bir başka araştırmacı tarafından da kaydedilmiştir. Ölçüm yapılacak bölge dikkatlice belirlenip işaretlendikten sonra, araştırmacı sol eliyle işaretlenen bu bölgenin yaklaşık 1 cm uzağından baş ve işaret parmağı kullanılarak deri kıvrımı tutulmuş ve kas dokudan uzaklaştırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir. Bütün ölçümler vücudun sağ tarafından alınmış ve tüm bölgelerden ölçüm alındıktan sonra ikinci kez aynı bölgelerden tekrar ölçüm alınmıştır. İki ölçüm arasında %7,5'den daha büyük bir fark görüldüğünde, o bölgeye ait üçüncü ölçüm yapılmıştır (132). VYY, iki ölçüm yapılan bölgeler için değerlerin ortalaması, üç ölçüm yapılan bölgeler için ise değerlerin ortancası, Durnin ve Womersly'nin formülüne koyularak bulunmuştur (Tablo 3.2) (133).

Tablo 3.2. Durnin ve Womersly (133)'nin vücut yoğunluğu (D) formülleri.

Yaş	Erkekler	Bayanlar
<17	$D = 1,1533 - [0,0643 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$	$D = 1,1369 - [0,0598 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$
17-19	$D = 1,1620 - [0,0630 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$	$D = 1,1549 - [0,0678 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$
20-29	$D = 1,1631 - [0,0632 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$	$D = 1,1599 - [0,0717 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$
30-39	$D = 1,1422 - [0,0544 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$	$D = 1,1423 - [0,0632 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$
40 -49	$D = 1,1620 - [0,0700 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$	$D = 1,1333 - [0,0612 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$
> 50	$D = 1,1715 - [0,0779 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$	$D = 1,1339 - [0,0645 \times \text{Log (4 bölge Toplamı)}]$

Deneklere ait vücut yoğunluğu belirlendikten sonra elde edilen değerler, Siri'nin formülüne ($VYY = 495 / \text{Vücut Yoğunluğu} - 450$) koyularak deneklere ait vücut yağ yüzdeleri belirlenmiştir (134, 135).

3.3.4. Tepki kuvvet indeksi (TKİ) ölçümleri

Deneklerin TKİ değerleri, 30 cm yüksekliğinden yapılacak derinlik sıçraması ile ölçülmüştür. 5 dakikalık düşük tempolu koşuyla ısınmanın ardından, her denek 2 deneme sıçrayışı yapmıştır. Deneklerden, 30 cm'lik yükseklikten *Bosco Mat*'ının

(*Newtest 1000, Oulu, Finlandiya*) üzerine serbest düşüş yapmaları ve çok kısa süreli kontak süresiyle birlikte maksimal eforla dikey sıçramaları istenmiştir (Fotoğraf 3.3). İstatistiksel analizler için deneklere iki sıçrama hakkı verilmiş ve değerlendirme için iki sıçramanın ortalaması kullanılmıştır (7). Test sırasında ellerin kalça üzerindeki konumu muhafaza edilmiştir (116). Deneklerin yerle kontak süresi *Bosco Mat'ı (Newtest 1000, Oulu, Finlandiya)*, dikey sıçrama yüksekliği ise *Takei Physical Fitness Test Jump-MD (T.K.K. 5106 Jump MD, Takei, JAPAN)* ile ölçülmüştür (32). Aşağıdaki formül ile TKİ değerleri hesaplanmıştır (7, 38, 116, 119).

TKİ: Sıçrama Yüksekliği (m) / Yerle Kontak Süresi (sn)



Fotoğraf 3.3. Tepki kuvveti indeksi ölçümleri.

3.3.5. Dikey sıçrama ölçümleri

Deneklerin sıçrama yeteneklerinin belirlenmesi için aktif sıçrama (*countermovement jump*) test protokolü uygulanmıştır. 5 dakikalık düşük tempolu

koşuyla ısınmanın ardından, her denek 3 deneme sıçrayışı yapmıştır. Elektrotlar ilgili kaslara yerleştirildikten sonra denekler 3 sıçrama yapmışlar ve sıçramalar sırasında da EMG değerleri toplanmıştır. Denekler, testi kontak matının üzerinde dik duruş pozisyonunda iken verilen komut sonucu yarım skuat (90 derecelik diz eklemi) pozisyonunda bekleme yapmadan maksimal dikey sıçrama gerçekleştirmesiyle yapmışlardır (Fotoğraf 3.4). Test sırasında ellerin kalça üzerindeki konumu muhafaza edilmiş ve bu pozisyonda mümkün olan en yükseğe doğru her iki ayak üzerinde sıçrama yapılmıştır.

Deneklerin havada kalış süreleri Bosco Mat'ı (*Newtest 1000, Oulu, Finlandiya*) ile ölçülmüş ve 1/1000 sn. cinsinden havada kalma süresi olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen en yüksek havada kalma süresi aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve DS yüksekliği metre cinsinden bulunduktan sonra santimetreye çevrilmiştir (10, 21, 86, 136, 137). $[(h = g \times t^2/8), (h= \text{yerden yükselme mesafesi (m)}, g= \text{yerçekimi ivmelenmesi (9,81m/s}^2), t= \text{havada kalma süresi (sn)})]$

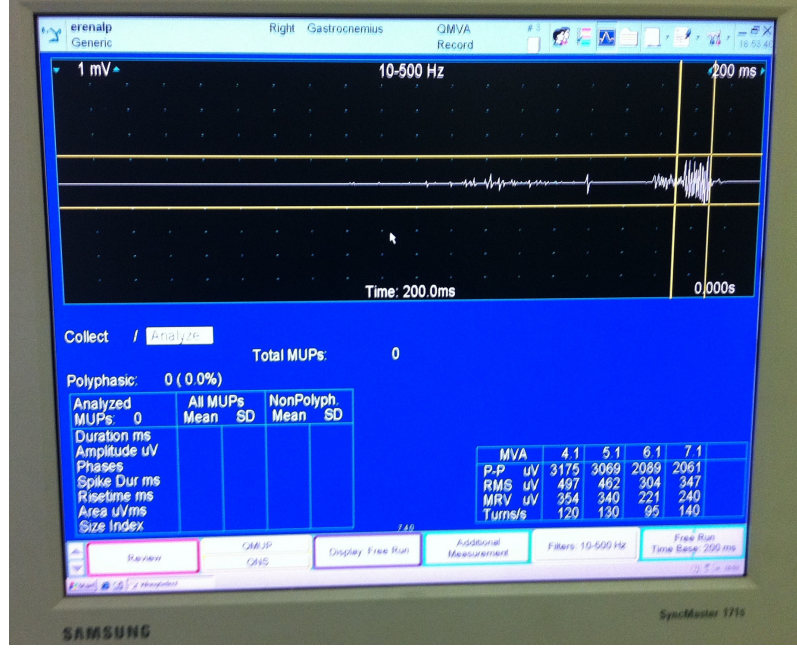


Fotoğraf 3.4. Dikey sıçrama ölçümleri.

3.3.6. EMG ölçümleri

Root Mean Square (RMS) 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 VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerleri yüzeysel elektrot yöntemi ile dominant bacadan kaydedilmiştir (9, 45, 128, 138).

Çalışmanın başlangıcında denekler sandalyeye oturtularak sırasıyla VL, VM ve GAS kaslarına izometrik bir kasılma yapmaları istenmiş ve ilgili kasın izometrik kasılma sırasındaki en geniş kesiti belirlenerek işaretlenmiştir (77). Belirlenen kesitte bulunan tüy ve kıllar, yardımcı tarafından jiletle kesilmiş ve kesilen yüzey zımpara kağıdı ve alkol ile temizlenmiştir (77, 139, 140). Bipolar yüzeysel elektrotlar (45, 77) ilgili kaslara, yere dikey pozisyonda (139) ve 20 mm aralıklarla konulmuştur (9, 77, 138, 141, 142). Referans elektrot el bileğinin kemiksi yapısına yerleştirilmiştir (143). Elektrotların üzerine *artefact*'ın oluşmaması için bant yapıştırılmıştır. Konulan elektrotların yerleri, her denek için kayıt edilmiş ve son testte de elektrotlar her denek için ön testte belirlenen noktalara konulmuştur. Filtrasyon aralığı 10-500 Hertz (Hz) belirlenmiş (Fotoğraf 3.5) (9, 45, 74, 77, 128, 144), deneklerden maksimal aktif sıçrama yapmaları istenmiş ve bu sırasında VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerleri konsantrik kasılma fazında alınarak, milivolt (mV) cinsinden kayıt edilmiştir (Fotoğraf 3.6) (45). Her kas için 1'er dakika ara ile 3 sıçrama yapılmış (141, 144) ve Maksimum RMS değeri istatistiksel analizler için kullanılmıştır (138, 141, 144). EMG değerleri, tam diz ekstansiyonu pozisyonunda (86), istemli maksimal izometrik kasılma ile normalize edilmiştir (9, 73, 128, 138, 145).



Fotoğraf 3.5. EMG ölçümleri



Fotoğraf 3.6. EMG ölçümlerinin kayıt edilmesi.

3.3.7. Sürat testi ölçümleri

Sürat performansını belirlemek için 30 metre sürat testi kullanılmıştır. 5-10 dakikalık düşük tempolu koşuyla ısınmanın ardından, deneklere sürat koşusu için germe egzersizleri yaptırılmıştır. Test ölçümleri için kapalı alan ve parke zeminde 30 metrelik (m) alan belirlenmiştir (Fotoğraf 3.7). 30 metrelik alanda 0-10 m, 0-20 m ve 0-30 m işaretlenerek belirtilen mesafelerin geçiş zamanları 0,001 saniye (sn) hassasiyetinde *Newtest* 1000 cihazı ile kayıt edilmiştir. Sürat testi her denek için 3 dakikalık aralıklarla iki kez uygulanmış ve en iyi değer (en düşük zaman) istatistiksel analiz için kullanılmıştır (22, 146).

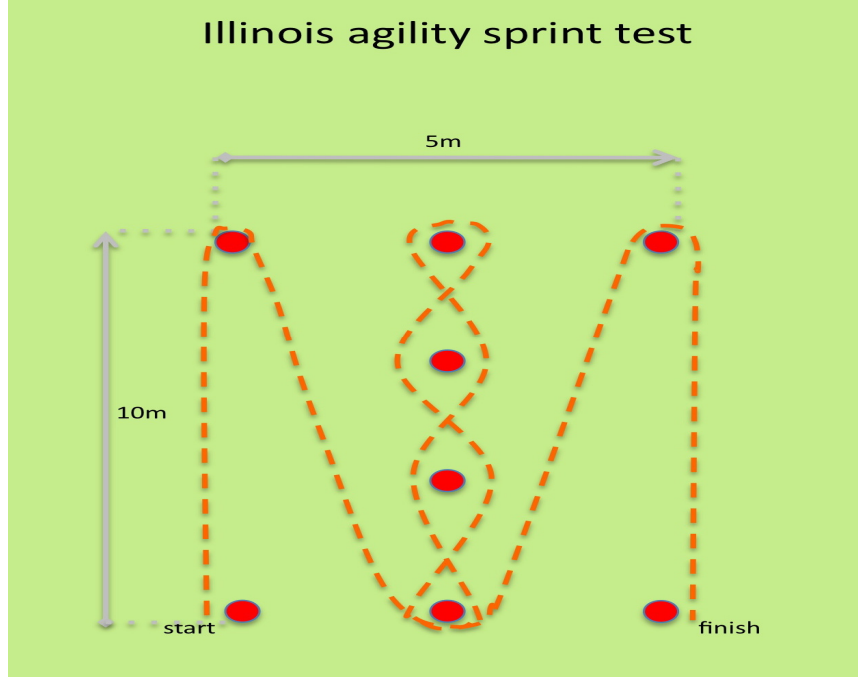


Fotoğraf 3.7. Sürat testi ölçümleri.

3.3.8. Çeviklik testi

Çeviklik performansını belirlemek için *Illinois* çeviklik testi kullanılmıştır (93, 121). 5 dakikalık düşük tempolu koşuyla ısınmanın ardından, deneklere çeviklik testi için germe egzersizleri yaptırılmıştır. Deneklerin çeviklik süreleri New Test 1000 cihazı kullanılarak sn cinsinden kaydedilmiştir. Denekler Şekil 3.1’de görülen test düzeneğini yapmaya başlamadan önce başlangıç pozisyonunda yüzüstü yatar pozisyonda beklemişler (Fotoğraf 3.8 A) ve hazır olduklarında teste başlamışlardır (Fotoğraf 3.8 B). Test alanının uzunluğu 10 m, genişliği 5 m ve ortadaki hunilerin

aralığı ise 3,3 m olarak belirlenmiştir. Tüm deneklere 5 dakika aralıklarla iki deneme hakkı verilmiş ve en iyi derece (en düşük zaman) değerlendirmeye alınmıştır (35, 147).



Şekil 3.1. İllinois Çeviklik Test Düzeniği.



Fotoğraf 3.8 A-B. Çeviklik testi ölçümleri.

3.3.9. Wingate testi

Anaerobik güç performansını ölçmek için *Wingate* anaerobik güç testi kullanılmıştır. Anaerobik güç değerlerinin belirlenmesinde lazer sensörlü *Monark Ergomedic 894 E (Monark Exercise AB, SWEDEN)* kefeli bisiklet ergometresi kullanılmıştır. Tüm veriler, bisiklete bağlı bulunan bilgisayardaki *Monark Anaerobic Test Software (Version 2.22, Monark Exercise AB, Vansbro/SWEDEN)* ile digitize edilmiştir. Denekler test öncesinde 5 dakikalık düşük şiddette bisiklet ergometresinde ısındıktan sonra bisikletin selesi deneğin bacak boyuna göre ayarlanmış ve yük olarak vücut ağırlığının kilogram başına 75 gram yük bisikletin kefesine yerleştirilmiştir. Denekler 30 saniye olan test süresi boyunca seleden kalkmadan mümkün olan en hızlı şekilde pedal çevirmişlerdir. Test 150 devir/dakika hıza ulaşıldığında, yük kefesinin aşağı düşüp, pedallara direnç oluşturması ile başlamıştır (Fotoğraf 3.9). Denekler, araştırmacı tarafından özellikle testin 15.ci saniyesinden sonra sözlü olarak motive edilmeye çalışılmıştır. *Wingate* testi sonrasında, watt (W) cinsinden sporcunun 30 saniye içinde sergilediği maksimum anaerobik güç (MAG) olarak, sporcunun 30 saniye süresince sergilediği ortalama anaerobik güç (OG) ve sporcunun 30 saniye içinde sergilediği en düşük güç minimum güç olarak alınmış (MG) ve elde edilen bu değerlerden yorgunluk indeksi (Yİ) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (85, 146, 148–152).

$$\text{Yorgunluk İndeksi (Yİ)} = [(\text{MAG} - \text{MG}) / \text{MAG}] \times 100$$



Fotoğraf 3.9. Wingate anaerobik güç testi ölçümleri.

3.4. Antrenman Protokolü

Ön test ölçümleri öncesinde bütün deneklere iki haftalık genel kuvvet ve esneklik çalışmaları yapılmış ve üçüncü hafta denekler yansız olarak üç gruba ayrıldıktan sonra ön test ölçümleri plyometrik antrenman öncesinde alınmıştır. Çalışmaya katılan bütün deneklere plyometrik çalışmalar hakkında açıklamalar yapılmış ve bu alıştırmaları nasıl uygulayacakları konusunda bilgilendirilmişlerdir. Ayrıca denekler peş peşe iki antrenmana gelmediklerinde çalışmadan çıkarılacağı ve bir antrenmana katılmayan deneğin, 48 saat içerisinde katılmadığı antrenmanı yapması gerektiği hususunda uyarılmışlardır.

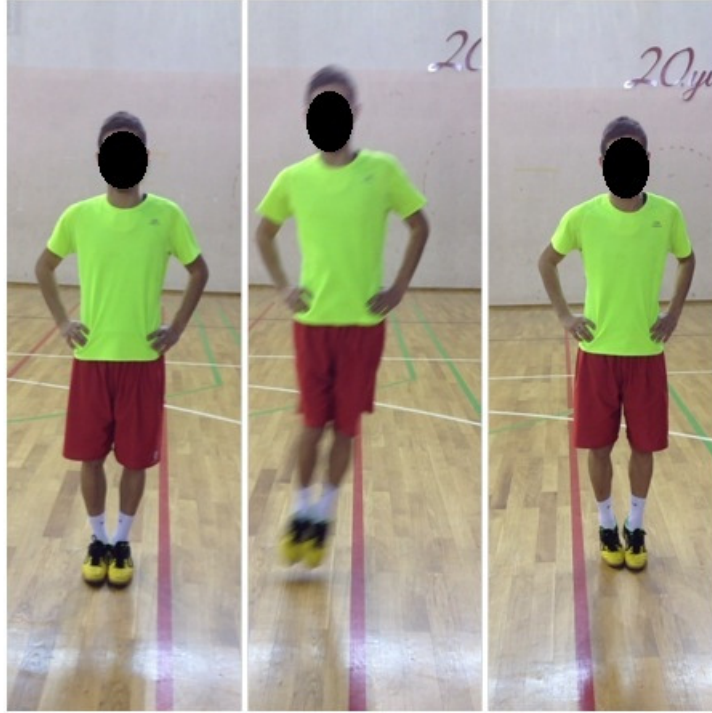
Yatay ve dikey sıçrama grupları kapalı salon ortamında 6 hafta boyunca, haftada üç gün (toplam 18 antrenman oturumu) olmak üzere plyometrik antrenman

programına tabi tutulmuşlardır. Her iki deney grubundaki sıçrama egzersizleri aynı kapsamda yürütülmüştür (1. ve 2. hafta antrenmanda 100 sıçrama, 3. ve 4. hafta antrenmanda 120 sıçrama, 5. ve 6. hafta antrenmanda 140 sıçrama). Kontrol grubu ise herhangi bir antrenman programına katılmamıştır.

3.4.1. Plyometrik Antrenmanın Uygulanması

Plyometrik çalışmalar haftanın aynı günleri (pazartesi, çarşamba ve cuma) (3, 93) ve aynı saatlerinde (15:00-17:00) antrenör eşliğinde yapılmıştır (90, 120). Bu çalışmada kullanılan plyometrik antrenman planı EKLER kısmında verilmiştir. Aşağıda antrenman gruplarının uyguladıkları plyometrik alıştırmalar bulunmaktadır.

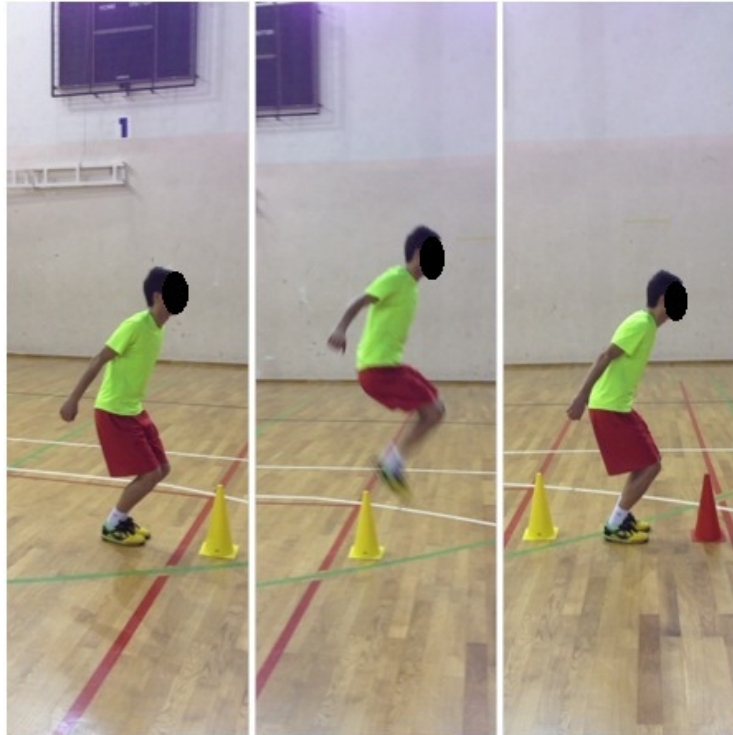
3.4.1.1. Yatay sıçrama grubuna ait plyometrik alıştırmalar



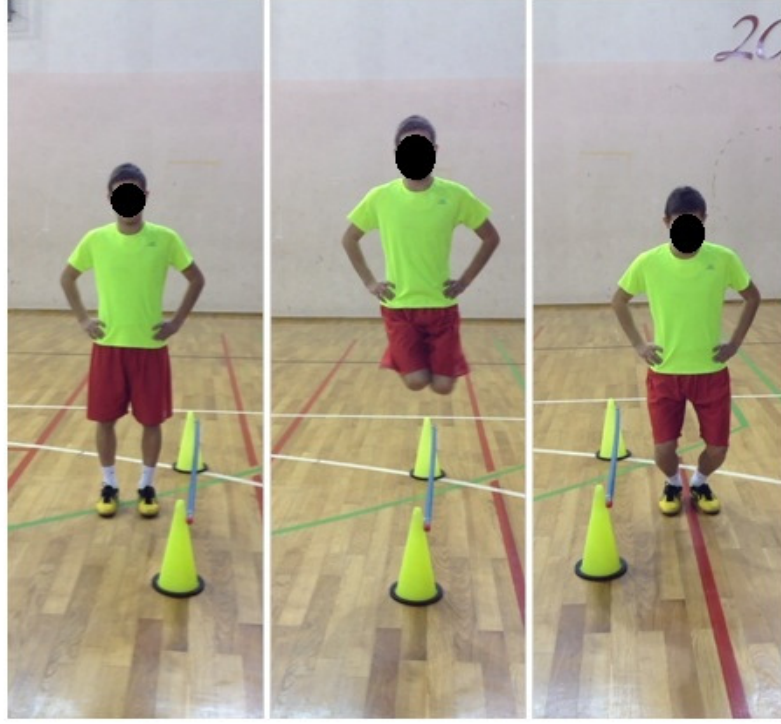
Fotoğraf 3.10. Çizgi üzerinden sağa-sola ayak bileğiyle sıçrama (Side to side ankle hops).



Fotoğraf 3.11. Öne doğru çift ayakla durarak sıçrama (Standing long jumps).



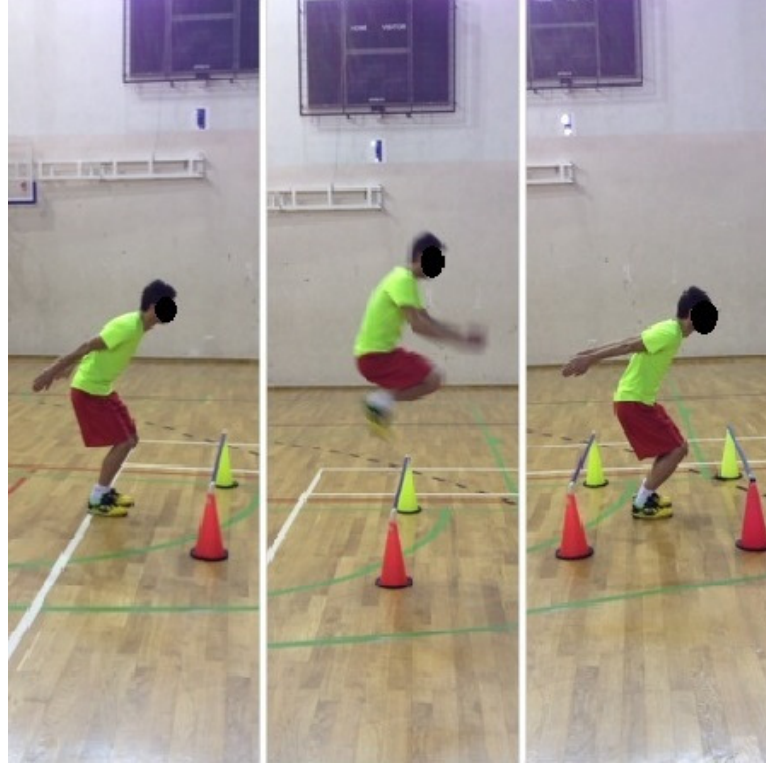
Fotoğraf 3.12. Huniler üzerinde öne doğru sıçrama (Front cone hops).



**Fotoğraf 3.13. 20 cm'lik engel üzerinden sağı-sola doğru çift ayakla sıçrama
(Lateral jump over barrier).**



Fotoğraf 3.14. Kanguru sıçraması (Kangaroo hops).



Fotoğraf 3.15. Öne doğru 30 cm'lik engeller üzerinden sıçrama (Front barrier jump).



**Fotoğraf 3.16. Tek bacakla huni üzerinde sağa-sola sıçrama
(Single leg lateral cone hops)**



**Fotoğraf 3.17. 30 cm'lik engel üzerinden sağı-sola doğru çift ayakla sıçrama
(Lateral jump over barrier)**



Fotoğraf 3.18. Dominant Bacakla öne doğru sıçrama (Single leg bounding).

3.4.1.2. Dikey sıçrama grubuna ait plyometrik alıştırılmalar



Fotoğraf 3.19. Eller belde çift ayak bileğiyle sıçrama (Two foot ankle hops).



Fotoğraf 3.20. Kutu sıçramaları (30 cm) (Box jumps).



Fotoğraf 3.21. Çift ayak bileğiyle, kolların yardımıyla yukarıya doğru sıçrama (Pogo hops).



Fotoğraf 3.22. Pasif sıçrama (Squat jump).



Fotoğraf 3.23. Yüksek diz çekerek sıçrama (Tuck jump with knees up).



Fotoğraf 3.24. Aktif sıçrama (Countermovement jump).



Fotoğraf 3.25. Dominant bacak dizinde tam ekstansiyon yapılarak sıçrama (One Leg Push off).



Fotoğraf 3.26. Derinlik sıçraması (Depth jump).

Plyometrik antrenmanın kapsamı ve şiddeti literatürdeki bazı çalışmaların önerileri dikkate alınarak tasarlanmıştır (1–3, 6, 22, 27, 31, 52, 85).

3.5. Veri Analizi

Araştırmada elde edilecek veriler, uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak çözümlenmiştir. Araştırmaya katılan denekler yansız ve rastgele olarak 3 ayrı gruba ayrılmış ve istatistiksel işlemlere geçmeden önce verilerin normal dağılım ve homojenlik testleri yapılmıştır. Varyansların homojenliği için Levene Testi (Tablo 3.3), normal dağılıma uygunluk testi içinse Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (Tablo 3.4) (6, 153, 154). Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi H_0 hipotezi reddedilmediğinden gruplar homojendir.

Tablo 3.3. Grupların homojenlik testi.

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Maksimum Güç	,666	2	23	,523
Ortalama Güç	,750	2	23	,484
Yorgunluk İndeksi	,837	2	23	,446
Dikey Sıçrama	2,241	2	23	,129
Tepki Kuvveti İndeksi	,915	2	23	,415
Vücut Yağ Yüzdesi	2,982	2	23	,071
10 Metre	,230	2	23	,796
20 Metre	,301	2	23	,743
30 Metre	,329	2	23	,723
Çeviklik	1,865	2	23	,178
<i>Vastus Medialis</i>	1,607	2	23	,222
<i>Vastus Lateralis</i>	,796	2	23	,463
<i>Gastrocnemius</i>	1,237	2	23	,309

Tablo 3.4. Grupların normal dağılıma uygunluk testi.

	Gruplar	Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p
Dikey Sıçrama (DS) (cm)	YSG	,921	9	,401
	DSG	,855	9	,084
	KG	,863	8	,129
Tepki Kuvveti İndeksi (TKİ)	YSG	,897	9	,238
	DSG	,930	9	,486
	KG	,983	8	,976
Vücut Kompozisyonu (VYY) (%)	YSG	,923	9	,415
	DSG	,904	9	,278
	KG	,943	8	,636
Maksimum Güç (MAG) (Watt)	YSG	,911	9	,322
	DSG	,924	9	,427
	KG	,944	8	,653
Ortalama Güç (OG) (Watt)	YSG	,962	9	,821
	DSG	,954	9	,738
	KG	,874	8	,165
Yorgunluk İndeksi (Yİ) (%)	YSG	,989	9	,994
	DSG	,933	9	,511
	KG	,952	8	,726
10 m (sn)	YSG	,910	9	,318
	DSG	,844	9	,063
	KG	,975	8	,931
20 m (sn)	YSG	,958	9	,773
	DSG	,911	9	,321
	KG	,851	8	,098
30 m (sn)	YSG	,887	9	,184
	DSG	,923	9	,415
	KG	,912	8	,365
Çeviklik (sn)	YSG	,921	9	,401
	DSG	,904	9	,275
	KG	,918	8	,413
VL (%)	YSG	,967	9	,871
	DSG	,876	9	,142
	KG	,967	8	,873
VM (%)	YSG	,956	9	,757
	DSG	,918	9	,376
	KG	,946	8	,668
GAS (%)	YSG	,991	9	,997
	DSG	,857	9	,088
	KG	,908	8	,338

Tablo 3.4. (Devamı) Grupların normal dağılıma uygunluk testi.

	Gruplar	Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p
Çeviklik (sn)	YSG	,921	9	,401
	DSG	,904	9	,275
	KG	,918	8	,413
VL (%)	YSG	,967	9	,871
	DSG	,876	9	,142
	KG	,967	8	,873
VM (%)	YSG	,956	9	,757
	DSG	,918	9	,376
	KG	,946	8	,668
GAS (%)	YSG	,991	9	,997
	DSG	,857	9	,088
	KG	,908	8	,338

Araştırmada verilerin analizi, gruplar normal dağılım gösterdikleri ve varyansların homojenliğinden dolayı parametrik testlerden kullanılmıştır (153). Verilerin analizinde betimsel istatistik, grupların ön test ve son test değerleri arasındaki farklarda Eşleştirilmiş Örneklem T-testi (*Paired Samples T Test*), gruplar arası karşılaştırmalarda ikiden fazla grup olduğu için Tek Yönlü Varyans Analizi (*One Way Anova*) testi yapılmış, hangi gruplar arasında farkın olduğunu belirlemek içinse *Post Hoc*'dan *Tukey* testi kullanılmıştır.

Bu çalışmada anlamlılık düzeyi çalışmanın başında $p \leq 0,05$ olarak belirlenmiş ve analizler Windows için SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) 17.0 paket programında yapılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde çalışma kapsamında elde edilen veriler sunulmuştur. Deneklere ait dikey sıçrama yüksekliğine (DS), tepki kuvveti indeksine (TKİ), vücut kompozisyonuna (VYY), maksimum güç (MAG), averaj güç (OG) ve yorgunluk indeksi değerlerine (Yİ), sürat değerlerine (10 metre (m), 20 m ve 30 m), çeviklik değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis* (VL) ve *vastus medialis* (VM)) ve *gastrocnemius* (GAS) kasları ait *root mean square* (RMS) değerlerine ait 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.) $\bar{X} \pm SS$
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	20,67 \pm 1,32	174,00 \pm 7,61	68,18 \pm 9,13
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	20,44 \pm 1,33	173,52 \pm 4,98	70,34 \pm 12,59
Kontrol Grubu (KG) n= 8	21,13 \pm 2,03	177,48 \pm 4,36	68,63 \pm 6,14
Çalışma Evreni n= 26	20,73 \pm 1,54	174,89 \pm 5,90	69,07 \pm 9,43

Yukarıdaki tabloda YSG, DSG ve KG'nun yaş, boy ve vücut ağırlıklarının ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir.

Aşağıda üç gruptan 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	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamının Ortalaması	F	p
Dikey Sıçrama (DS) (cm)	Gruplar arası	5,749	2	2,874	0,981	0,390
	Gruplar içi	67,384	23	2,930		
	Toplam	73,133	25			
Tepki Kuvveti İndeksi (TKİ) (m/sn)	Gruplar arası	0,011	2	0,006	0,300	0,744
	Gruplar içi	0,438	23	0,019		
	Toplam	0,450	25			
Vücut Kompozisyonu (VYY) (%)	Gruplar arası	2,162	2	1,081	0,327	0,724
	Gruplar içi	75,961	23	3,303		
	Toplam	78,123	25			
Maksimum Güç (MAG) (Watt)	Gruplar arası	0,006	2	0,003	0,003	0,997
	Gruplar içi	21,412	23	0,931		
	Toplam	21,419	25			
Ortalama Güç (OG) (Watt)	Gruplar arası	0,024	2	0,012	0,072	0,931
	Gruplar içi	3,842	23	0,167		
	Toplam	3,865	25			
Yorgunluk İndeksi (Yİ) (%)	Gruplar arası	0,900	2	0,450	0,010	0,990
	Gruplar içi	1083,093	23	47,091		
	Toplam	1083,993	25			
10 m Sprint (sn)	Gruplar arası	0,004	2	0,002	0,753	0,482
	Gruplar içi	0,062	23	0,003		
	Toplam	0,066	25			
20 m Sprint (sn)	Gruplar arası	0,001	2	0,001	0,033	0,968
	Gruplar içi	0,383	23	0,017		
	Toplam	0,384	25			
30 m Sprint (sn)	Gruplar arası	0,009	2	0,005	0,163	0,851
	Gruplar içi	0,665	23	0,029		
	Toplam	0,675	25			
Çeviklik (sn)	Gruplar arası	0,051	2	0,026	0,284	0,755
	Gruplar içi	2,073	23	0,090		
	Toplam	2,124	25			
VL (%)	Gruplar arası	0,003	2	0,002	0,327	0,724
	Gruplar içi	0,120	23	0,005		
	Toplam	0,124	25			
VM (%)	Gruplar arası	0,006	2	0,003	0,108	0,898
	Gruplar içi	0,663	23	0,029		
	Toplam	0,670	25			
GAS (%)	Gruplar arası	0,007	2	,003	1,218	0,314
	Gruplar içi	0,065	23	,003		
	Toplam	0,072	25			

Üç grubun ön-test verileri arasındaki farka bakmak için yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonucuna göre üç gruba ait DS, TKİ, VYY, MAG, OG, Yİ, 10 m, 20 m, 30 m, çeviklik, VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. [DS; $F_{(2, 23)} = 0,981$, $p = 0,390$, TKİ; $F_{(2, 23)} = 0,300$, $p = 0,744$, VYY; $F_{(2, 23)} = 0,327$, $p = 0,724$, MAG; $F_{(2, 23)} = 0,003$,

$p= 0,997$, OG; $F_{(2, 23)}= 0,072$, $p= 0,931$, Yİ; $F_{(2, 23)}= 0,010$, $p= 0,990$, 10 m; $F_{(2, 23)}= 0,753$, $p= 0,482$, 20 m; $F_{(2, 23)}= 0,033$, $p= 0,968$, 30 m; $F_{(2, 23)}= 0,163$, $p= 0,851$, Çeviklik; $F_{(2, 23)}= 0,284$, $p= 0,755$, VL; $F_{(2, 23)}= 0,327$, $p= 0,724$, VM; $F_{(2, 23)}= 0,108$, $p= 0,898$, GAS; $F_{(2, 23)}= 1,218$, $p= 0,314$].

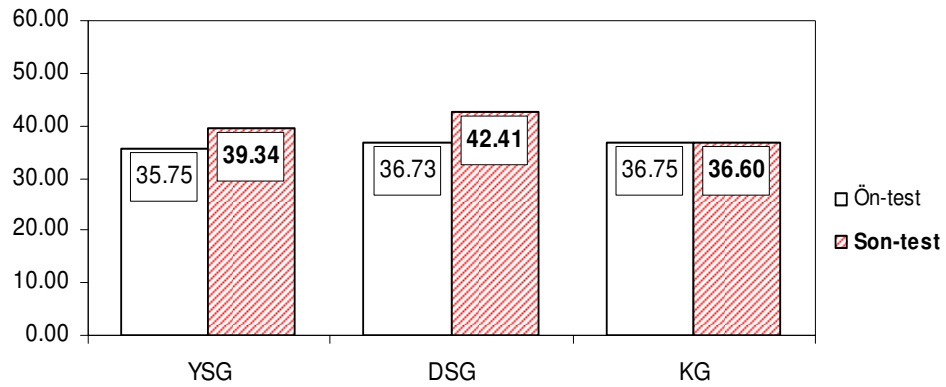
Uygulanan plyometrik antrenman programının DS, TKİ, VYY, MAG, OG, Yİ, 10 m, 20 m, 30 m, çeviklik, VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerlerine etkilerini görmek için grupların ön test – son test değerleri arasındaki farklara, Eşleştirilmiş Örneklem T-testi (*Paired Samples T Test*) yapılarak bakılmış ve bu farklar aşağıdaki tablolarda (Tablo 4.3 - Tablo 4.15) gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Grupların dikey sıçrama (DS) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (cm)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	35,75	1,94	8	-8,083	0,000***
	Son Test	39,34	2,52			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	36,73	1,87	8	-8,435	0,000***
	Son Test	42,41	1,95			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	36,75	1,16	7	,379	0,716
	Son Test	36,60	1,97			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test DS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t= -8,083$, $p \leq 0,01$ ve $t= -8,435$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test–son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t= 0,379$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.1).



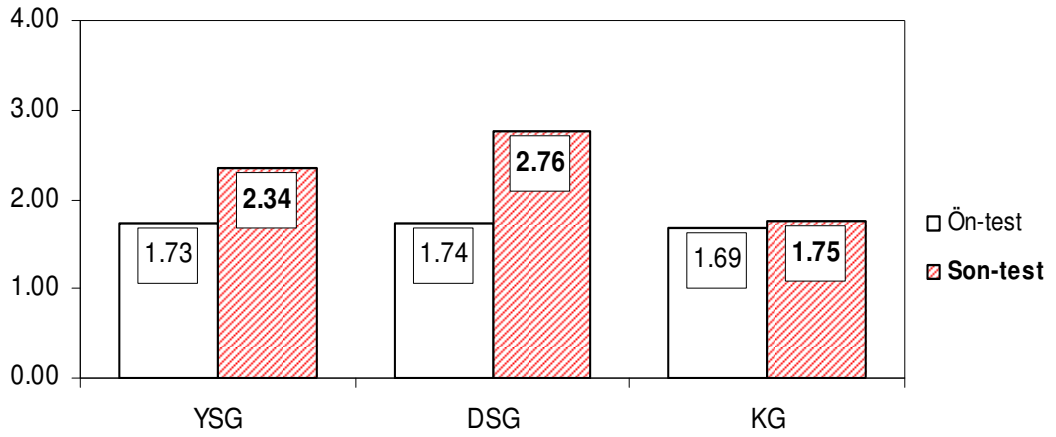
Şekil 4.1. Grupların DS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.4. Grupların tepki kuvveti indeksi (TKİ) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (m/sn)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	1,73	0,17	8	-6,886	0,000***
	Son Test	2,34	0,21			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	1,74	0,10	8	-9,024	0,000***
	Son Test	2,76	0,30			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	1,69	0,14	7	-,920	0,388
	Son Test	1,75	0,20			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test TKİ değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t = -6,886$, $p \leq 0,01$ ve $t = -9,024$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = 0,388$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.2)



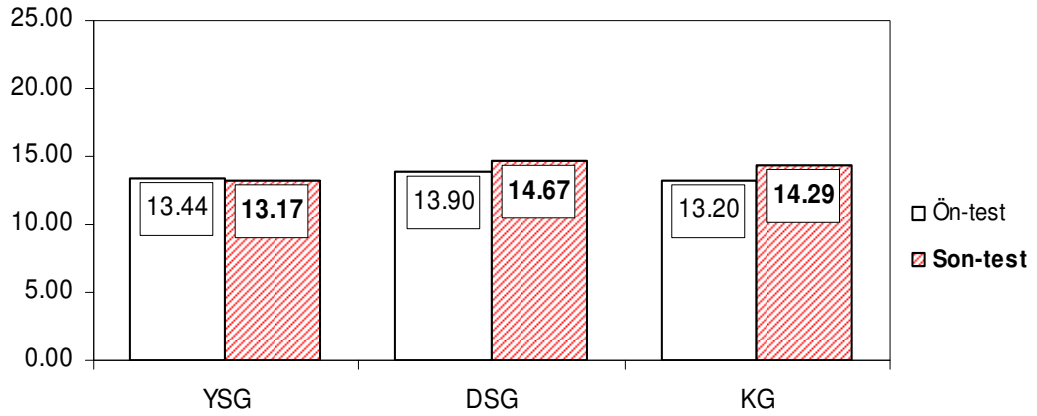
Şekil 4.2. Grupların TKİ ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.5. Grupların vücut yağ yüzdesi (VYY) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (%)	SS	SD	t	P
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	13,44	1,72	8	0,360	0,728
	Son Test	13,17	2,44			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	13,90	2,25	8	-0,850	0,420
	Son Test	14,67	2,72			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	13,20	1,30	7	-1,685	0,136
	Son Test	14,29	1,58			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG, DSG ve KG'nun ön-test son-test VYY değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır ($t = 0,360$, $p > 0,05$, $t = -0,850$, $p > 0,05$ ve $t = -1,685$, $p > 0,05$). Gruplara ait ön test – son test VYY ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.3'da gösterilmiştir.



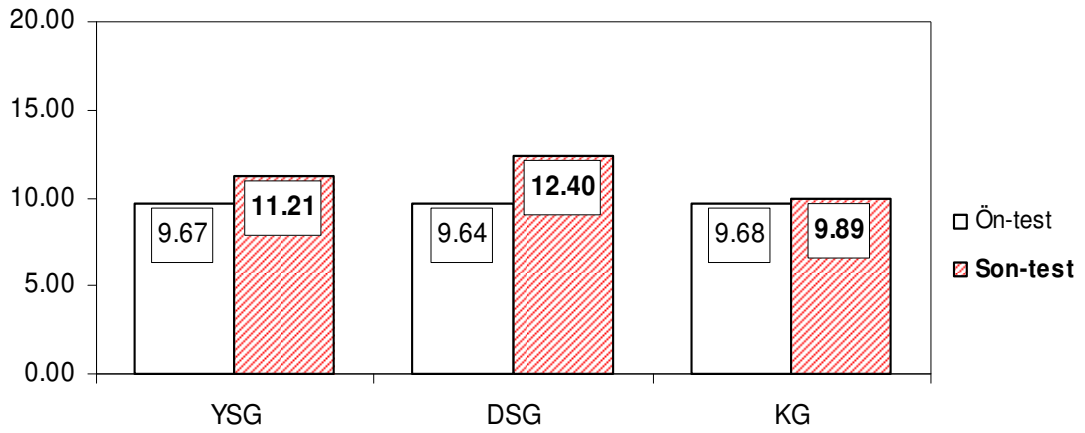
Şekil 4.3. Grupların VYY ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.6. Grupların maksimum anaerobik güç (MAG) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (W)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	9,67	1,01	8	-5,195	0,001***
	Son Test	11,21	0,82			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	9,64	1,10	8	-7,066	0,000***
	Son Test	12,40	1,14			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	9,68	0,72	7	-0,799	0,450
	Son Test	9,89	0,86			

p≤ 0,05*, p≤0,01**, p≤0,001***

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test MAG değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken (t=-5,195, p≤0,01 ve t= -7,066, p≤0,01), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (t= -0,799, p>0,05). Ortalama farklılıklarına bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.4)



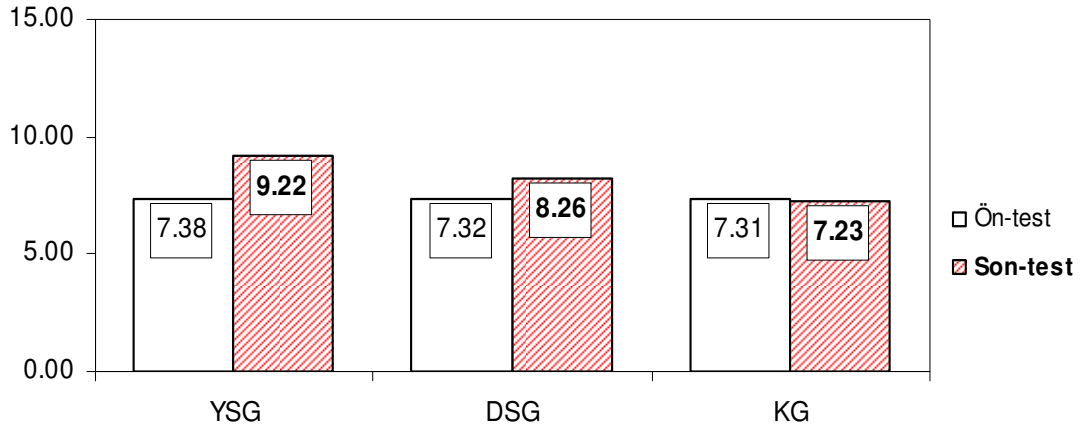
Şekil 4.4. Grupların MAG ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.7. Grupların ortalama güç (OG) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (W)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	7,38	0,29	8	-7,586	0,000***
	Son Test	9,22	0,82			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	7,32	0,42	8	-4,900	0,001***
	Son Test	8,26	0,52			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	7,31	0,51	7	0,502	0,631
	Son Test	7,23	0,55			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YS ile DSG'nun ön-test son-test OG değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t = -7,586$, $p \leq 0,01$ ve $t = -4,900$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = 0,502$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin YSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.5).



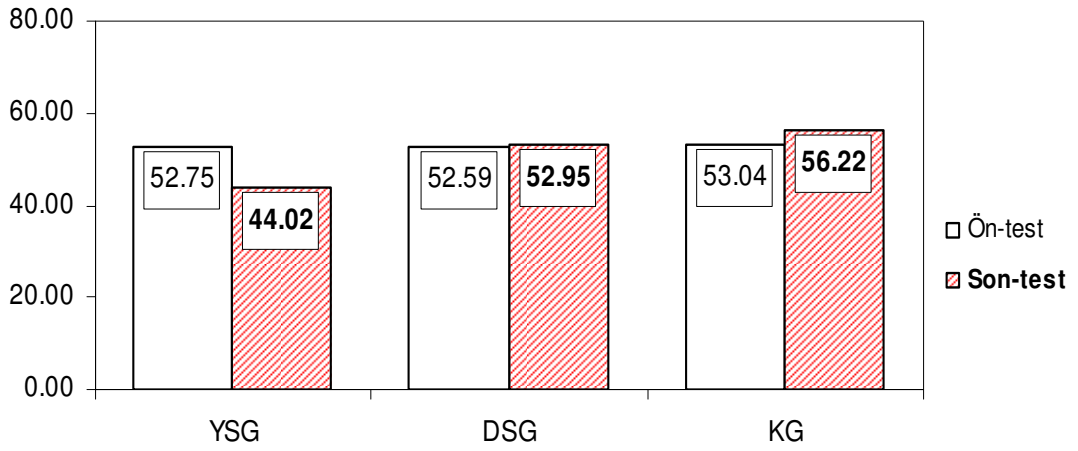
Şekil 4.5. Grupların OG ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.8. Grupların yorgunluk indeksi (Yİ) ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (%)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	52,75	8,16	8	3,221	0,012*
	Son Test	44,02	2,83			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	52,59	6,69	8	-0,210	0,839
	Son Test	52,95	6,26			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	53,04	5,24	7	-1,630	0,147
	Son Test	56,22	2,00			

p≤0,05*, p≤0,01**, p≤0,001***

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG'nun ön-test son-test Yİ değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunurken (t=-3,221, p≤0,05), DSG ve KG'nun ön test-son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (t=-0,210, p>0,05 ve t=1,630, p>0,05). Gruplara ait ön test-son test Yİ ortalamaları aşağıdaki Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



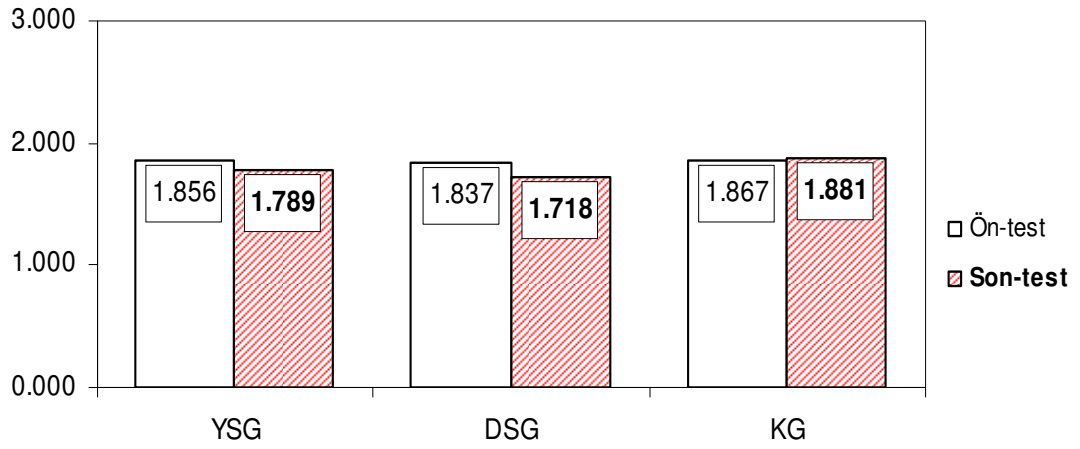
Şekil 4.6. Grupların Yİ ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.9. Grupların ortalama 10 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (sn)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	1,856	0,053	8	3,589	0,007**
	Son Test	1,789	0,026			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	1,837	0,058	8	7,953	0,000***
	Son Test	1,718	0,033			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	1,867	0,042	7	-1,012	0,345
	Son Test	1,881	0,043			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test 10 metre sürat değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t= 3,589$, $p \leq 0,01$ ve $t= 7,953$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t= -1,012$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.7).



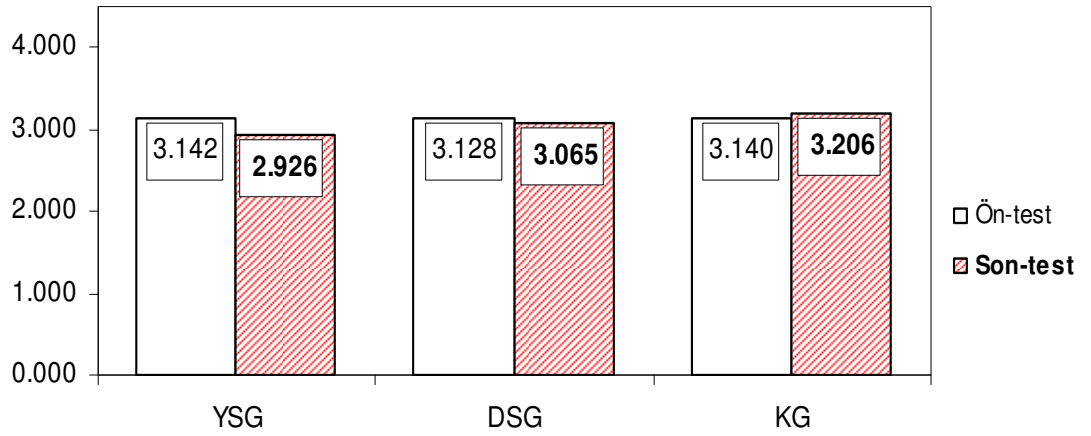
Şekil 4.7. Grupların 10 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.10. Grupların ortalama 20 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (sn)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	3,142	0,114	8	20,905	0,000***
	Son Test	2,926	0,115			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	3,128	0,125	8	2,468	0,039*
	Son Test	3,065	0,117			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	3,140	0,148	7	-2,186	0,065
	Son Test	3,206	0,099			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test 20 metre sürat değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t=20,905$, $p \leq 0,01$ ve $t=2,468$, $p \leq 0,05$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t=-2,186$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin YSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.8).



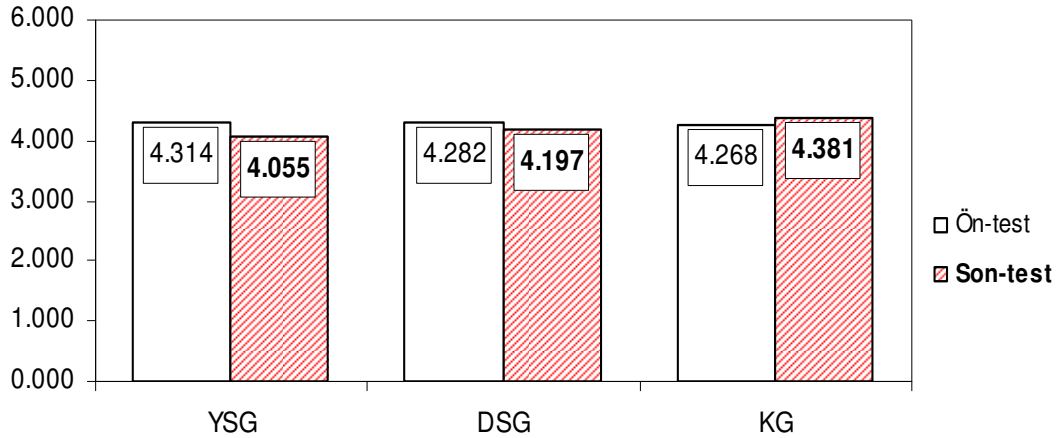
Şekil 4.8. Grupların 20 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.11. Grupların ortalama 30 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (sn)	SS	SD	t	P
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	4,314	0,154	8	8,475	0,000***
	Son Test	4,055	0,097			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	4,282	0,175	8	2,562	0,034*
	Son Test	4,197	0,106			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	4,268	0,181	7	-1,524	0,171
	Son Test	4,381	0,107			

p≤ 0,05*, p≤0,01**, p≤0,001***

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test 30 metre sürat değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken (t= 8,475, p≤0,01 ve t= 2,562, p≤0,05), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (t= -1,524, p>0,05). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin YSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.9).



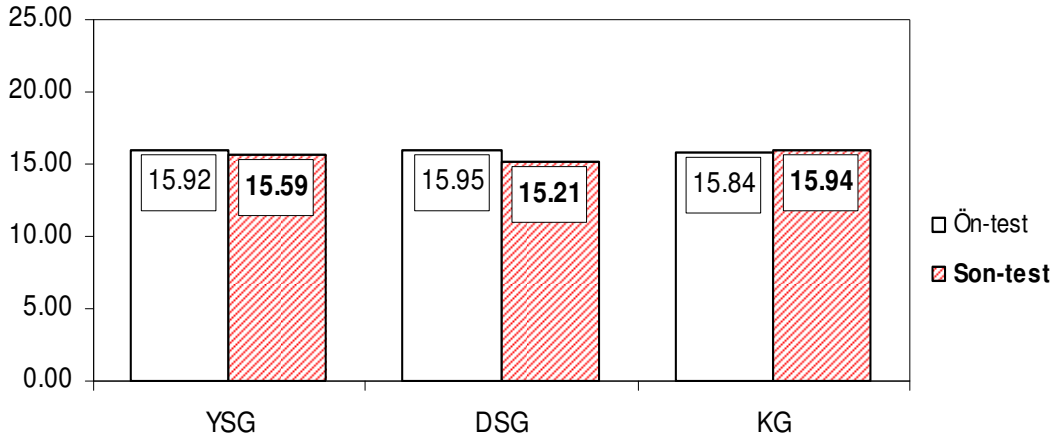
Şekil 4.9. Grupların 30 m sprint ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.12. Grupların ortalama çeviklik ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (sn)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	15,92	0,34	8	2,820	0,023*
	Son Test	15,59	0,29			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	15,95	0,15	8	11,998	0,000***
	Son Test	15,21	0,12			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	15,84	0,37	7	-1,506	0,176
	Son Test	15,94	0,24			

p≤ 0,05*, p≤0,01**, p≤0,001***

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test çeviklik değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken (t= 2,820, p≤0,05 ve t= 11,998, p≤0,01), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (t= -1,506, p>0,05). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.10).



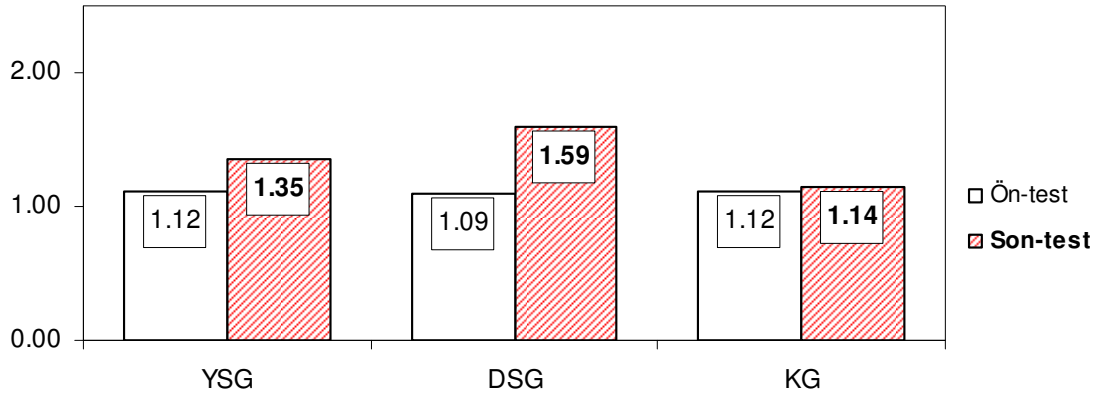
Şekil 4.10. Grupların çeviklik ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

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

Gruplar	Testler	\bar{X} (%)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	1,12	0,18	8	-4,942	0,001***
	Son Test	1,35	0,13			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	1,09	0,14	8	-12,999	0,000***
	Son Test	1,59	0,09			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	1,12	0,19	7	-0,343	0,742
	Son Test	1,14	0,21			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test VL kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t = -4,942$, $p \leq 0,01$ ve $t = -12,999$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = -0,343$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.11).



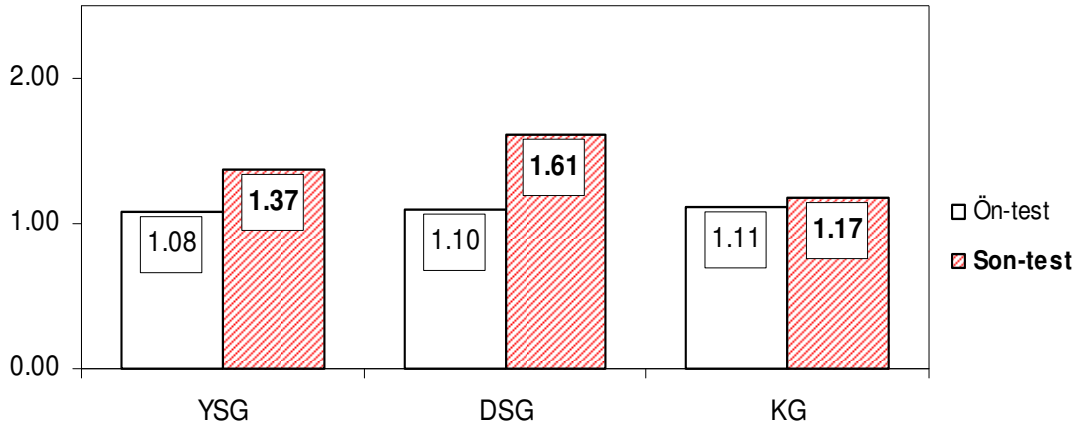
Şekil 4.11. Grupların VL kasına ait RMS ön test - son test değerlerini karşılaştırılması.

Tablo 4.14. Grupların ortalama VM kasma ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (%)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	1,08	0,09	8	-4,639	0,002**
	Son Test	1,37	0,14			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	1,10	0,07	8	-9,681	0,000***
	Son Test	1,61	0,16			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	1,11	0,04	7	-1,618	0,150
	Son Test	1,17	0,09			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test VM kasma ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t = -4,639$, $p \leq 0,01$ ve $t = -9,681$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = -1,618$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin DSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.12).



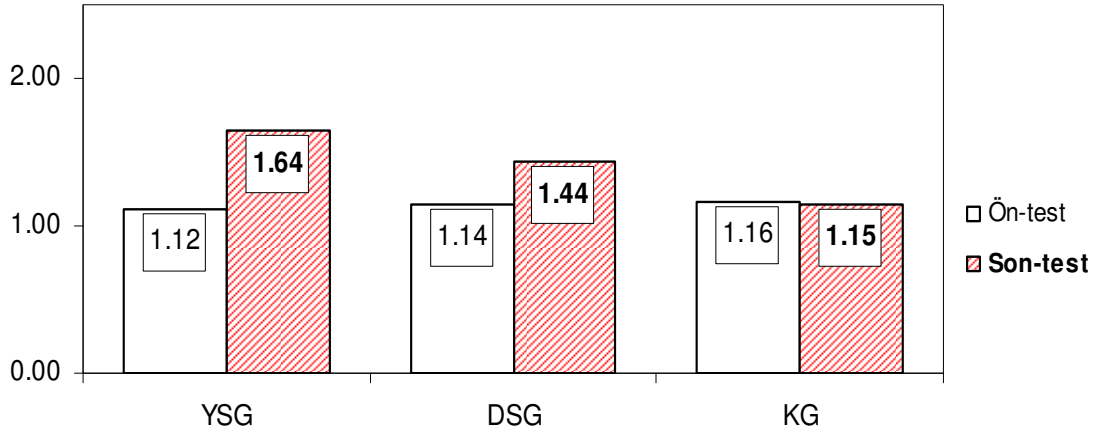
Şekil 4.12. Grupların VM kasma ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.15. Grupların ortalama GAS kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Gruplar	Testler	\bar{X} (%)	SS	SD	t	p
Yatay Sıçrama Grubu (YSG) n= 9	Ön Test	1,12	0,05	8	-9,389	0,000***
	Son Test	1,64	0,17			
Dikey Sıçrama Grubu (DSG) n= 9	Ön Test	1,14	0,04	8	-7,150	0,000***
	Son Test	1,44	0,11			
Kontrol Grubu (KG) n= 8	Ön Test	1,16	0,07	7	0,142	0,891
	Son Test	1,15	0,10			

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG ile DSG'nun ön-test son-test VM kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken ($t = -9,389$, $p \leq 0,01$ ve $t = -7,150$, $p \leq 0,01$), KG'nun ön test – son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = 0,142$, $p > 0,05$). Ortalama farklara bakıldığında en fazla gelişimin YSG'nda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Grupların GAS kasına ait RMS ön test - son test değerlerinin karşılaştırılması.

Tablo 4.16. Grupların son test ve ön-test farklarının karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Kareler Toplamı	SD	Kareler Toplamının Ortalaması	F	p
Dikey Sıçrama (DS) (cm)	Gruplar arası	146,356	2	73,178	30,123	0,000***
	Gruplar içi	55,873	23	2,429		
	Toplam	202,229	25			
Tepki Kuvveti İndeksi (TKİ) (m/sn)	Gruplar arası	3,907	2	1,954	25,316	0,000***
	Gruplar içi	1,775	23	0,077		
	Toplam	5,682	25			
Vücut Kompozisyonu (VYY) (%)	Gruplar arası	8,679	2	4,340	0,822	0,452
	Gruplar içi	121,364	23	5,277		
	Toplam	130,044	25			
Maksimum Güç (MAG) (Watt)	Gruplar arası	27,479	2	13,739	14,716	0,000***
	Gruplar içi	21,474	23	0,934		
	Toplam	48,953	25			
Ortalama Güç (OG) (Watt)	Gruplar arası	15,749	2	7,874	21,312	0,000***
	Gruplar içi	8,498	23	0,369		
	Toplam	24,247	25			
Yorgunluk İndeksi (Yİ) (%)	Gruplar arası	672,478	2	336,239	8,125	0,002**
	Gruplar içi	951,805	23	41,383		
	Toplam	1624,284	25			
10 m (sn)	Gruplar arası	0,075	2	0,037	19,000	0,000***
	Gruplar içi	0,045	23	0,002		
	Toplam	0,120	25			
20 m (sn)	Gruplar arası	0,338	2	0,169	36,939	0,000***
	Gruplar içi	0,105	23	0,005		
	Toplam	0,443	25			
30 m (sn)	Gruplar arası	0,585	2	0,292	14,778	0,000***
	Gruplar içi	0,455	23	0,020		
	Toplam	1,040	25			
Çeviklik (sn)	Gruplar arası	2,986	2	1,493	23,353	0,000***
	Gruplar içi	1,470	23	0,064		
	Toplam	4,456	25			
VL (%)	Gruplar arası	1,009	2	0,505	26,502	0,000***
	Gruplar içi	0,438	23	0,019		
	Toplam	1,447	25			
VM (%)	Gruplar arası	0,859	2	0,429	17,967	0,000***
	Gruplar içi	0,550	23	0,024		
	Toplam	1,408	25			
GAS (%)	Gruplar arası	1,222	2	0,611	27,454	0,000***
	Gruplar içi	0,512	23	0,022		
	Toplam	1,734	25			

p≤0,05*, p≤0,01**, p≤0,001***

Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakmak için yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonucuna göre üç gruba ait DS, TKİ, MAG, OG, Yİ, 10 m, 20 m, 30 m, çeviklik, VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunurken [DS; $F_{(2, 23)}= 30,123$, $p= 0,000$, TKİ; $F_{(2, 23)}= 25,316$, $p= 0,000$, MAG; $F_{(2, 23)}= 14,716$, $p= 0,000$, OG; $F_{(2, 23)}= 21,312$, $p= 0,000$, Yİ; $F_{(2, 23)}= 8,125$, $p= 0,002$, 10 m; $F_{(2, 23)}= 19,000$, $p= 0,000$, 20 m; $F_{(2, 23)}= 36,939$, $p= 0,000$, 30 m; $F_{(2, 23)}= 14,778$, $p= 0,000$, Çeviklik; $F_{(2, 23)}= 23,353$, $p= 0,000$, VL; $F_{(2, 23)}= 26,502$, $p= 0,000$, VM; $F_{(2, 23)}= 17,967$, $p= 0,000$, GAS; $F_{(2, 23)}= 27,454$, $p= 0,000$], VYY değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır (VYY; $F_{(2, 23)}= 0,822$, $p= 0,452$).

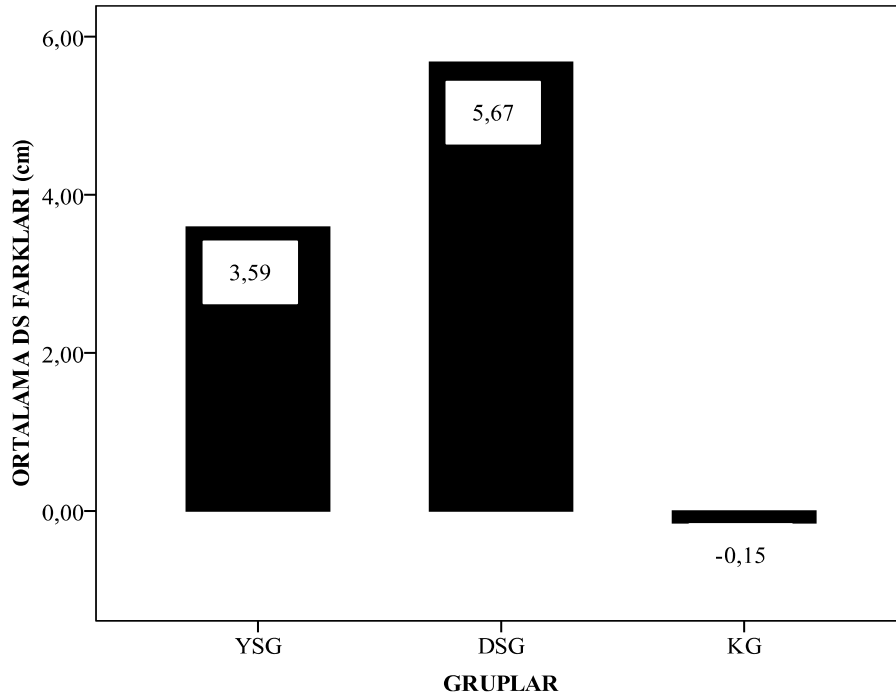
Tek Yönlü Varyans Analizi testi yapılmış ve gruplar arasında fark bulunan değişkenlerde, bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.17. Grupların DS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (3,59 ± 1,33)	DSG	5,67 ± 2,02	-2,08*	0,74	0,024*
	KG	-0,15 ± 1,14	3,74*	0,76	0,000***
DSG (5,67 ± 2,02)	YSG	3,59 ± 1,33	2,08*	0,74	0,024*
	KG	-0,15 ± 1,14	5,83*	0,76	0,000***
KG (-0,15 ± 1,14)	YSG	3,59 ± 1,33	-3,74*	0,76	0,000***
	DSG	5,67 ± 2,02	-5,83*	0,76	0,000***

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Tablo 4.17’de gruplar arasında DS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (3,59 ± 1,33 cm) ile DSG (5,67 ± 2,02 cm) arasında DSG lehine; YSG (3,59 ± 1,33 cm) ile KG (-0,15 ± 1,14 cm) arasında YSG lehine; DSG (5,67 ± 2,02 cm) ile KG (-0,15±1,14 cm) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



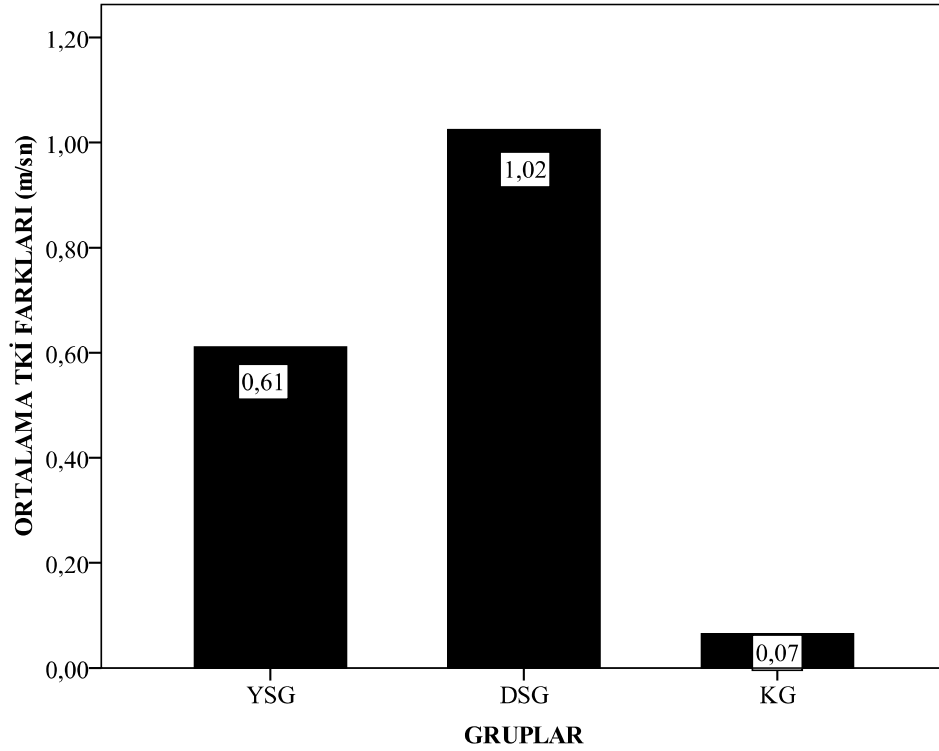
Şekil 4.14. Grupların DS son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.18. Grupların TKİ son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (0,61 \pm 0,27)	DSG	1,02 \pm 0,34	-0,41*	0,13	0,012*
	KG	0,07 \pm 0,20	0,55*	0,14	0,001***
DSG (1,02 \pm 0,34)	YSG	0,61 \pm 0,27	0,41*	0,13	0,012*
	KG	0,07 \pm 0,20	0,96*	0,14	0,000***
KG (0,07 \pm 0,20)	YSG	0,61 \pm 0,27	-0,55*	0,14	0,001***
	DSG	1,02 \pm 0,34	-0,96*	0,14	0,000***

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Tablo 4.18’de gruplar arasında TKİ son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (0,61 \pm 0,27 m/sn) ile DSG (1,02 \pm 0,34 m/sn) arasında DSG lehine; YSG (0,61 \pm 0,27 m/sn) ile KG (0,07 \pm 0,20 m/sn) arasında YSG lehine; DSG (1,02 \pm 0,34 m/sn) ile KG (0,07 \pm 0,20 m/sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



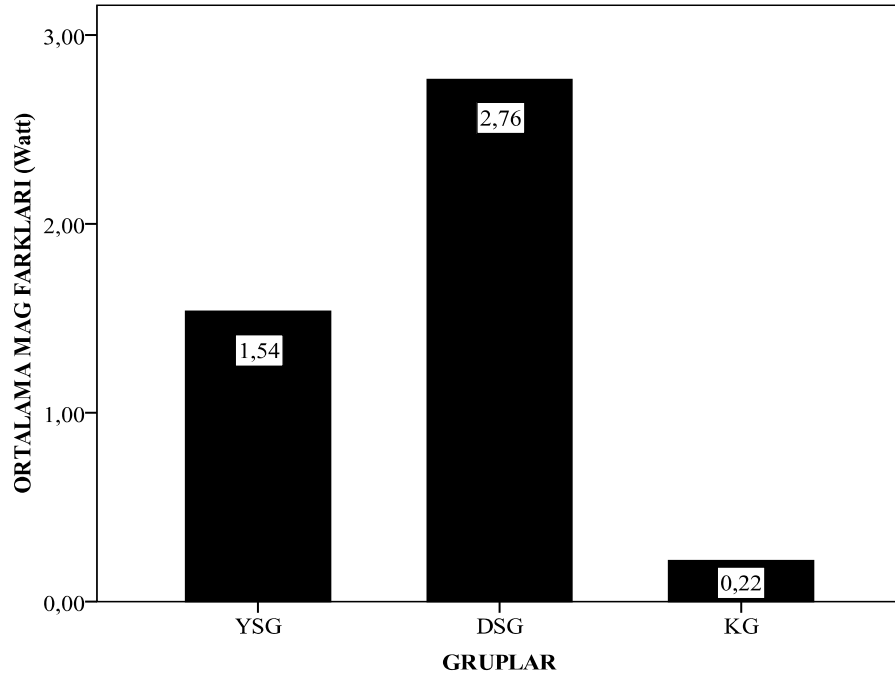
Şekil 4.15. Grupların TKİ son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.19. Grupların MAG son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (1,54 ± 0,89)	DSG	2,76 ± 1,17	-1,23*	0,46	0,033*
	KG	0,22 ± 0,77	1,32*	0,47	0,026*
DSG (2,76 ± 1,17)	YSG	1,54 ± 0,89	1,23*	0,46	0,033*
	KG	0,22 ± 0,77	2,55*	0,47	0,000***
KG (0,22 ± 0,77)	YSG	1,54 ± 0,89	-1,32*	0,47	0,026*
	DSG	2,76 ± 1,17	-2,55*	0,47	0,000***

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Tablo 4.19’da gruplar arasında MAG son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (1,54 ± 0,89 W) ile DSG (2,76 ± 1,17 W) arasında DSG lehine; YSG (1,54 ± 0,89 W) ile KG (0,22 ± 0,77 W) arasında YSG lehine; DSG (2,76 ± 1,17 W) ile KG (0,22 ± 0,77 W) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



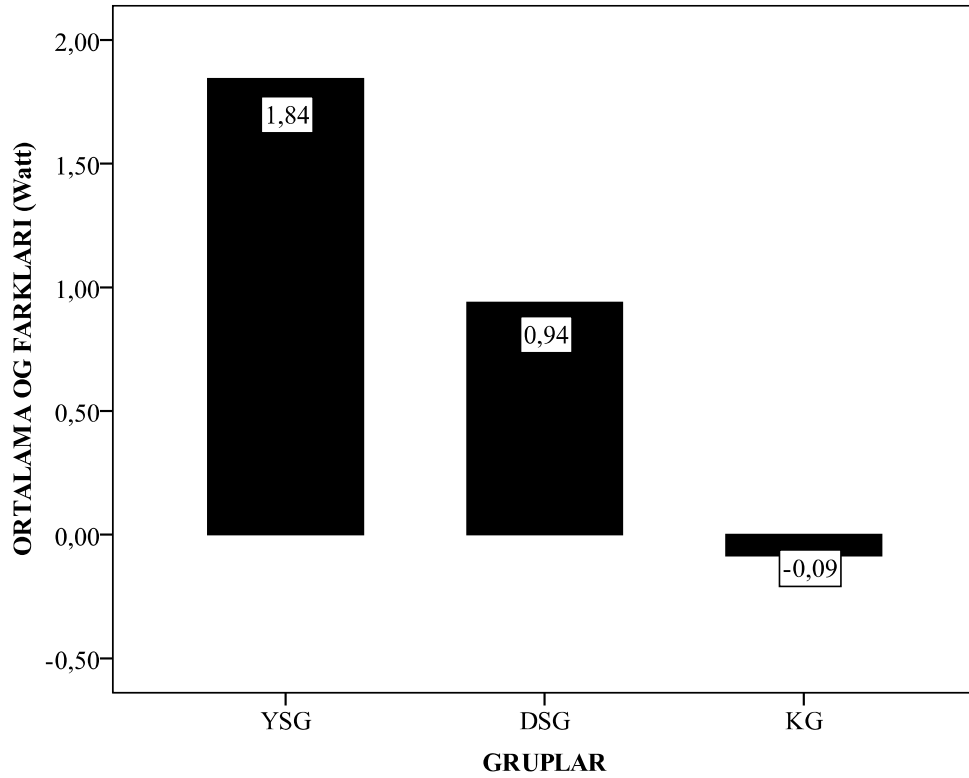
Şekil 4.16. Grupların MAG son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.20. Grupların OG son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (1,84 \pm 0,73)	DSG	0,94 \pm 0,58	0,90*	0,29	0,012*
	KG	-0,09 \pm 0,48	1,93*	0,30	0,000**
DSG (0,94 \pm 0,58)	YSG	1,84 \pm 0,73	-0,90*	0,29	0,012*
	KG	-0,09 \pm 0,48	1,02*	0,30	0,006**
KG (-0,09 \pm 0,48)	YSG	1,84 \pm 0,73	-1,93*	0,30	0,000***
	DSG	0,94 \pm 0,58	-1,02*	0,30	0,006**

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Tablo 4.20’de gruplar arasında OG son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (1,84 \pm 0,73 W) ile DSG (0,94 \pm 0,58 W) arasında YSG lehine; YSG (1,84 \pm 0,73 W) ile KG (-0,09 \pm 0,48 W) arasında YSG lehine; DSG (0,94 \pm 0,58 W) ile KG (-0,09 \pm 0,48 W) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



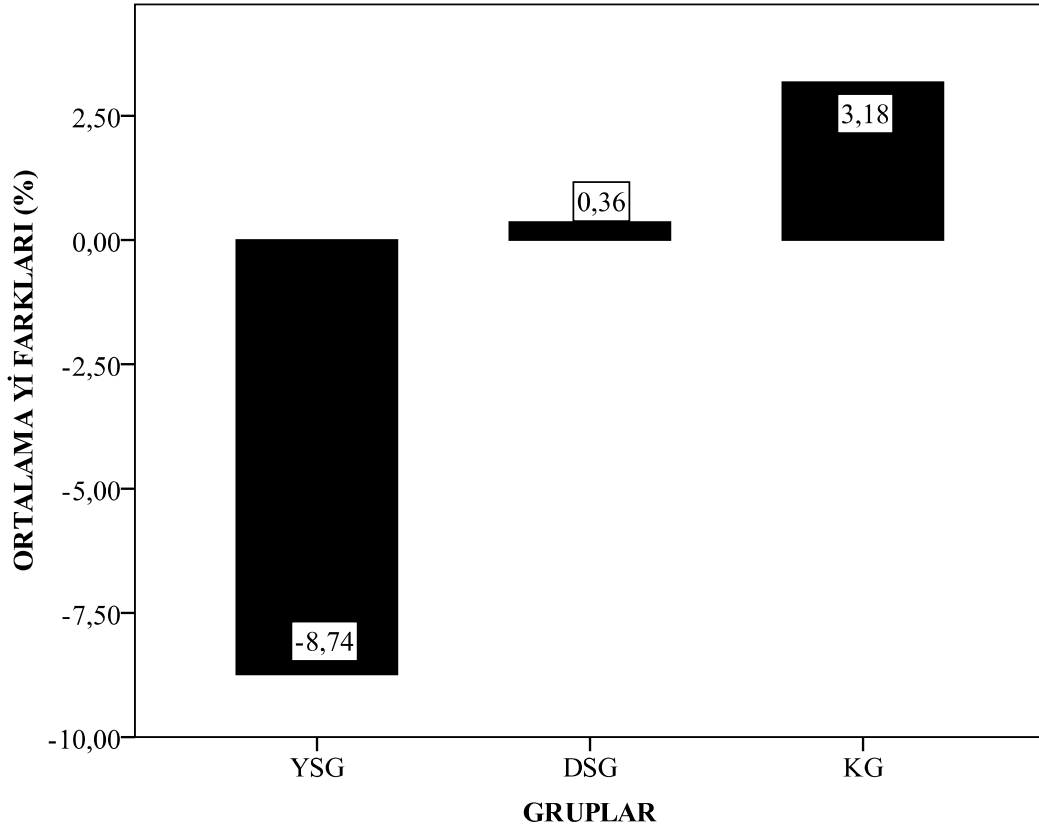
Şekil 4.17. Grupların OG son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.21. Grupların Yİ son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	p
YSG (-8,74 ± 8,14)	DSG	0,36 ± 5,12	-9,09*	3,03	0,017*
	KG	3,18 ± 5,51	-11,91*	3,13	0,002**
DSG (0,36 ± 5,12)	YSG	-8,74 ± 8,14	9,09*	3,03	0,017*
	KG	3,18 ± 5,51	-2,82	3,13	0,645
KG (3,18 ± 5,51)	YSG	-8,74 ± 8,14	11,91*	3,13	0,002**
	DSG	0,36 ± 5,12	2,82	3,13	0,645

p ≤ 0,05*, p ≤ 0,01**, p ≤ 0,001***

Tablo 4.21’de gruplar arasında Yİ son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (-8,74 ± 8,14 %) ile DSG (0,36 ± 5,12 %) arasında YSG lehine; YSG (-8,74 ± 8,14 %) ile KG (3,18 ± 5,51 %) arasında YSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülürken; DSG (0,36 ± 5,12 %) ile KG (3,18 ± 5,51 %) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmemiştir.



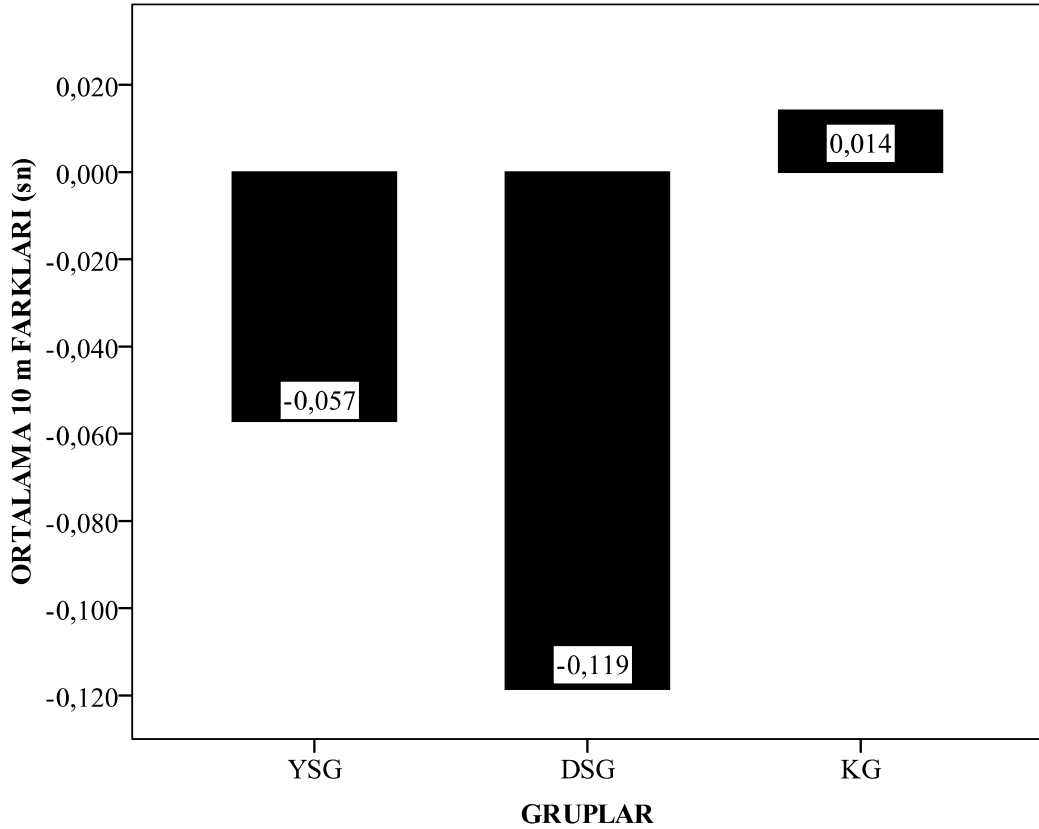
Şekil 4.18. Grupların Yİ son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.22. Grupların 10 m sprint son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (-0,057 \pm 0,048)	DSG	-0,119 \pm 0,045	0,06*	0,02	0,019*
	KG	0,014 \pm 0,040	-0,07*	0,02	0,008**
DSG (-0,119 \pm 0,045)	YSG	-0,057 \pm 0,048	-0,06*	0,02	0,019*
	KG	0,014 \pm 0,040	-0,13*	0,02	0,000***
KG (0,014 \pm 0,040)	YSG	-0,057 \pm 0,048	0,07*	0,02	0,008**
	DSG	-0,119 \pm 0,045	0,13*	0,02	0,000***

p \leq 0,05*, p \leq 0,01**, p \leq 0,001***

Tablo 4.22’de gruplar arasında 10 m son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (-0,057 \pm 0,048 sn) ile DSG (-0,119 \pm 0,045 sn) arasında DSG lehine; YSG (-0,057 \pm 0,048 sn) ile KG (0,014 \pm 0,040 sn) arasında YSG lehine; DSG (-0,119 \pm 0,045 sn) ile KG (0,014 \pm 0,040 sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



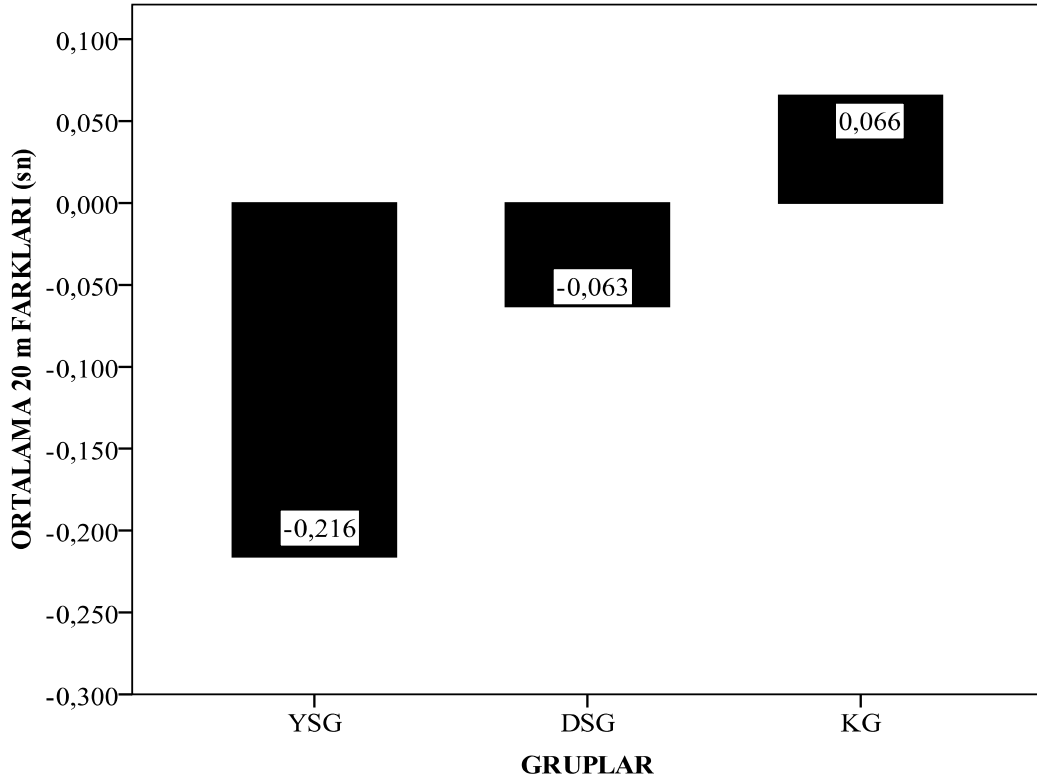
Şekil 4.19. Grupların 10 m sprint son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.23. Grupların 20 m sprint son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	p
YSG (-0,216 \pm 0,031)	DSG	-0,063 \pm 0,077	-0,15*	0,03	0,000***
	KG	0,066 \pm 0,085	-0,28*	0,03	0,000***
DSG (-0,063 \pm 0,077)	YSG	-0,216 \pm 0,031	0,15*	0,03	0,000***
	KG	0,066 \pm 0,085	-0,13*	0,03	0,002**
KG (0,066 \pm 0,085)	YSG	-0,216 \pm 0,031	0,28*	0,03	0,000***
	DSG	-0,063 \pm 0,077	0,13*	0,03	0,002**

p \leq 0,05*, p \leq 0,01**, p \leq 0,001***

Tablo 4.23’de gruplar arasında 20 m son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (-0,216 \pm 0,031 sn) ile DSG (-0,063 \pm 0,077 sn) arasında YSG lehine; YSG (-0,216 \pm 0,031 sn) ile KG (0,066 \pm 0,085 sn) arasında YSG lehine; DSG (-0,063 \pm 0,077 sn) ile KG (0,066 \pm 0,085 sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



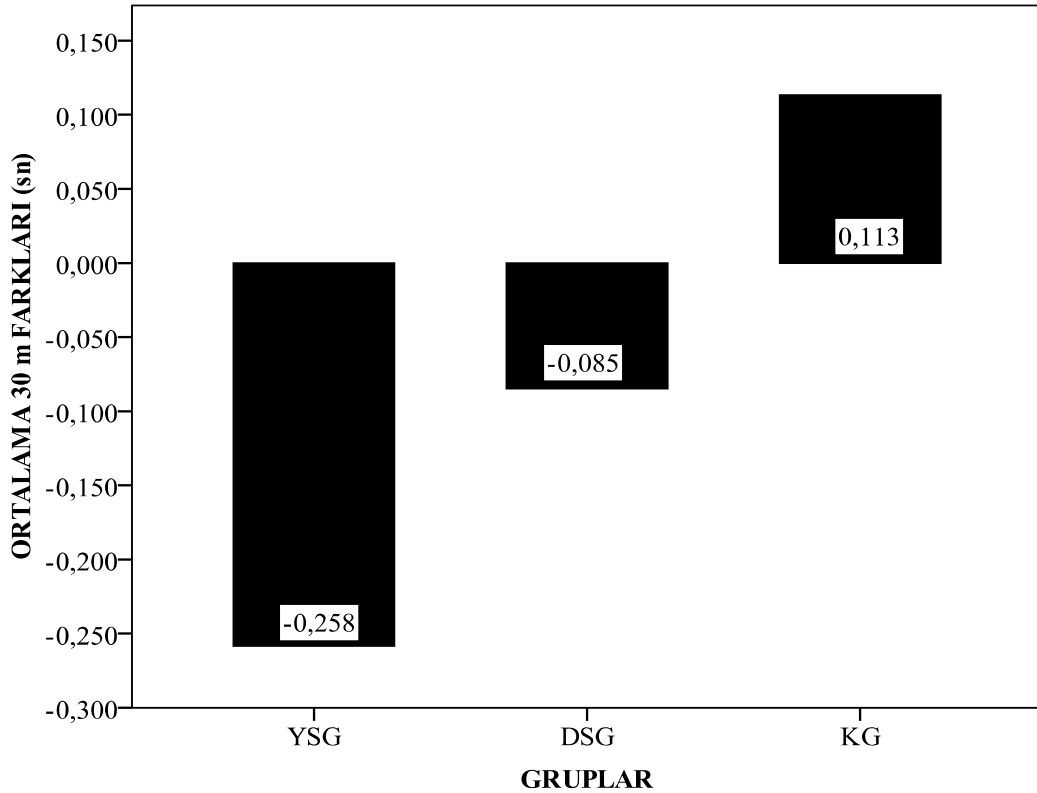
Şekil 4.20. Grupların 20 m sprint son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.24. Grupların 30 m sprint son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (-0,258 \pm 0,092)	DSG	-0,085 \pm 0,099	-0,17*	0,07	0,039*
	KG	0,113 \pm 0,210	-0,37*	0,07	0,000***
DSG (-0,085 \pm 0,099)	YSG	-0,258 \pm 0,092	0,17*	0,07	0,039*
	KG	0,113 \pm 0,210	-0,20*	0,07	0,021*
KG (0,113 \pm 0,210)	YSG	-0,258 \pm 0,092	0,37*	0,07	0,000***
	DSG	-0,085 \pm 0,099	0,20*	0,07	0,021*

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Tablo 4.24’de gruplar arasında 30 m son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (-0,258 \pm 0,092 sn) ile DSG (-0,085 \pm 0,099 sn) arasında YSG lehine; YSG (-0,258 \pm 0,092 sn) ile KG (0,113 \pm 0,210 sn) arasında YSG lehine; DSG (-0,085 \pm 0,099 sn) ile KG (0,113 \pm 0,210 sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



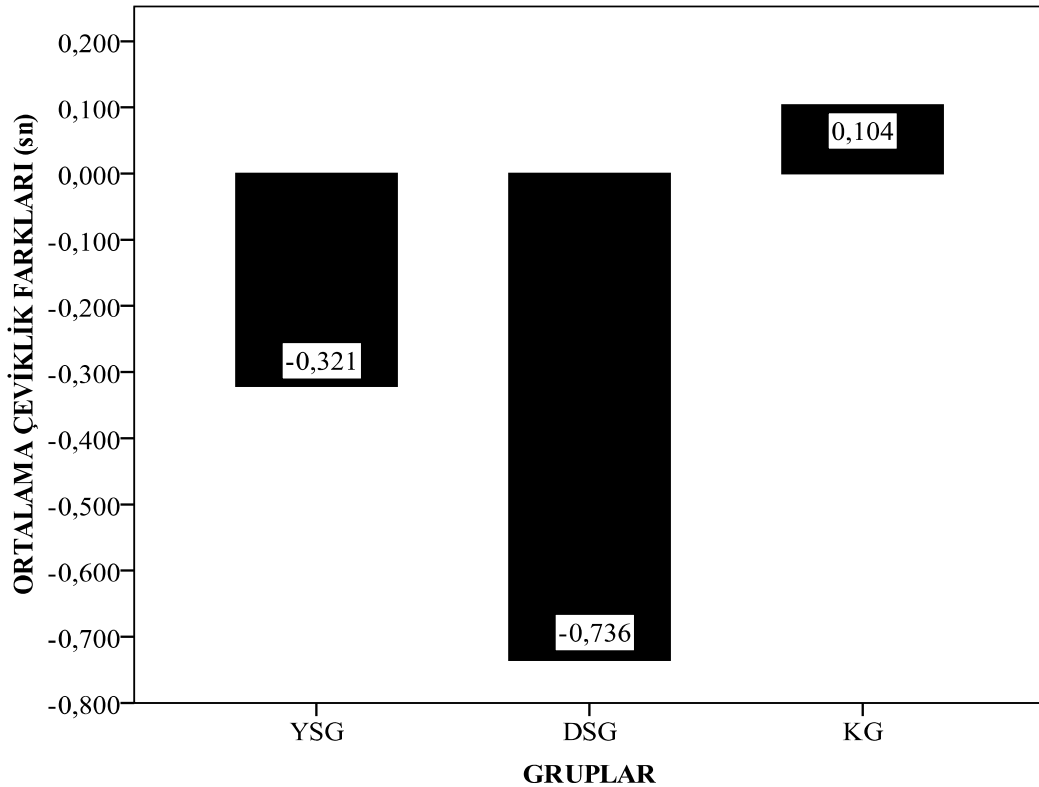
Şekil 4.21. Grupların 30 m sprint son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.25. Grupların çeviklik son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	P
YSG (-0,32 ± 0,34)	DSG	-0,74 ± 0,18	0,41*	0,12	0,006**
	KG	0,10 ± 0,20	-0,43*	0,12	0,006**
DSG (-0,74 ± 0,18)	YSG	-0,32 ± 0,34	-0,41*	0,12	0,006**
	KG	0,10 ± 0,20	-0,84*	0,12	0,000***
KG (0,10 ± 0,20)	YSG	-0,32 ± 0,34	-0,43*	0,12	0,006**
	DSG	-0,74 ± 0,18	0,84*	0,12	0,000***

$p \leq 0,05^*$, $p \leq 0,01^{**}$, $p \leq 0,001^{***}$

Tablo 4.25’de gruplar arasında çeviklik son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (-0,32 ± 0,34 sn) ile DSG (-0,74 ± 0,18 sn) arasında DSG lehine; YSG (-0,32 ± 0,34 sn) ile KG (0,10 ± 0,20 sn) arasında YSG lehine; DSG (-0,74 ± 0,18 sn) ile KG (0,10 ± 0,20 sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



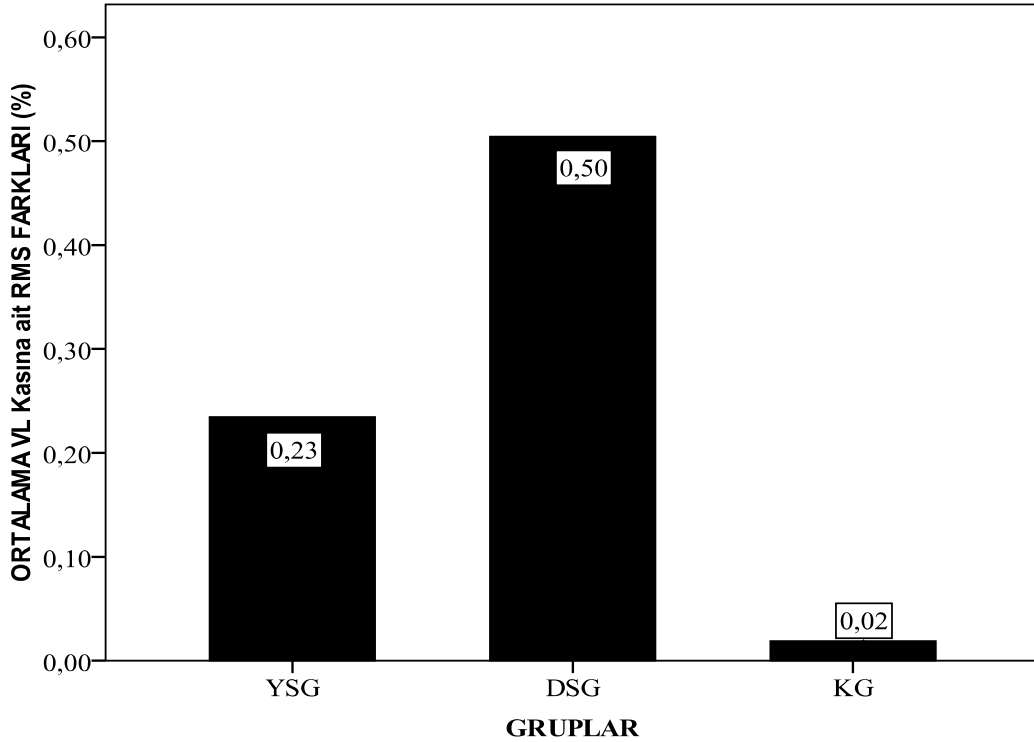
Şekil 4.22. Grupların çeviklik son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.26. Grupların VL kasına ait RMS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	p
YSG (0,23 \pm 0,14)	DSG	0,50 \pm 0,12	-0,27*	0,07	0,001***
	KG	0,02 \pm 0,16	0,22*	0,07	0,010**
DSG (0,50 \pm 0,12)	YSG	0,23 \pm 0,14	0,27*	0,07	0,001***
	KG	0,02 \pm 0,16	0,49*	0,07	0,000***
KG (0,02 \pm 0,16)	YSG	0,23 \pm 0,14	-0,22*	0,07	0,010**
	DSG	0,50 \pm 0,12	-0,49*	0,07	0,000***

p \leq 0,05*, p \leq 0,01**, p \leq 0,001***

Tablo 4.26’de gruplar arasında VL kasına ait RMS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (0,23 \pm 0,14) ile DSG (0,50 \pm 0,12) arasında DSG lehine; YSG (0,23 \pm 0,14) ile KG (0,02 \pm 0,16) arasında YSG lehine; DSG (0,50 \pm 0,12) ile KG (0,02 \pm 0,16) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



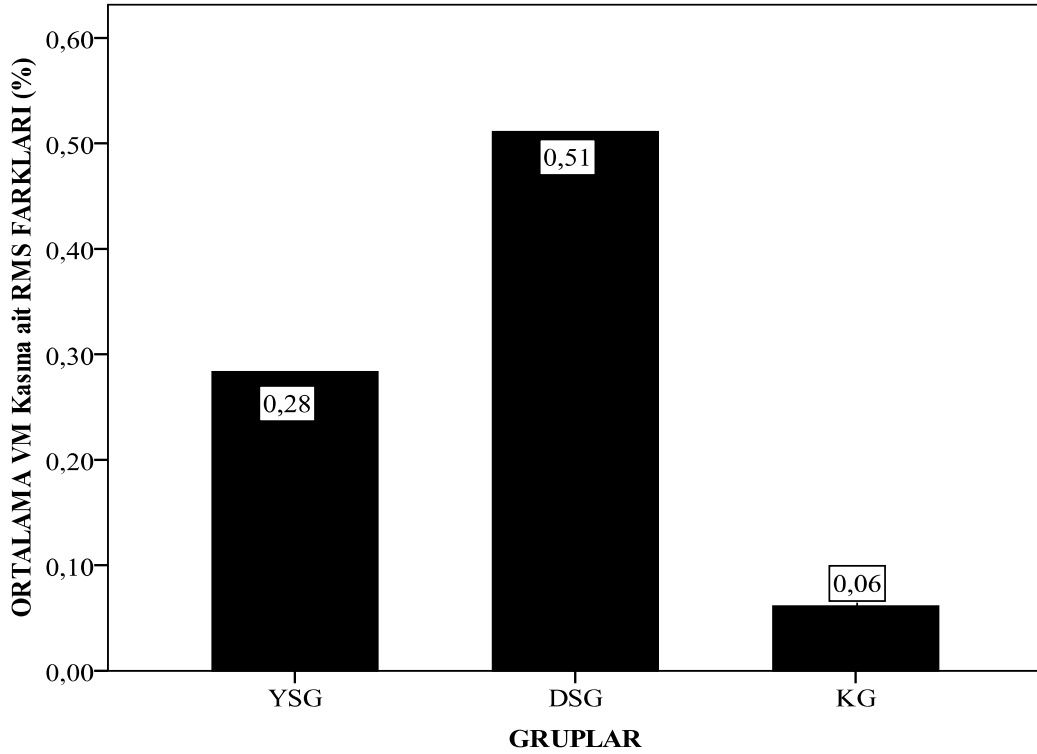
Şekil 4.23. Grupların VL kasına ait RMS son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.27. Grupların VM kasma ait RMS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	p
YSG (0,28 ± 0,18)	DSG	0,51 ± 0,16	-0,23*	0,07	0,013*
	KG	0,06 ± 0,11	0,22*	0,08	0,019*
DSG (0,51 ± 0,16)	YSG	0,28 ± 0,18	0,23*	0,07	0,013*
	KG	0,06 ± 0,11	0,45*	0,08	0,000***
KG (0,06 ± 0,11)	YSG	0,28 ± 0,18	-0,22*	0,08	0,019*
	DSG	0,51 ± 0,16	-0,45*	0,08	0,000***

p≤ 0,05*, p≤0,01**, p≤0,001***

Tablo 4.27’de gruplar arasında VM kasma ait RMS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (0,28 ± 0,18) ile DSG (0,51 ± 0,16) arasında DSG lehine; YSG (0,28 ± 0,18) ile KG (0,06 ± 0,11) arasında YSG lehine; DSG (0,51 ± 0,16) ile KG (0,06 ± 0,11) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



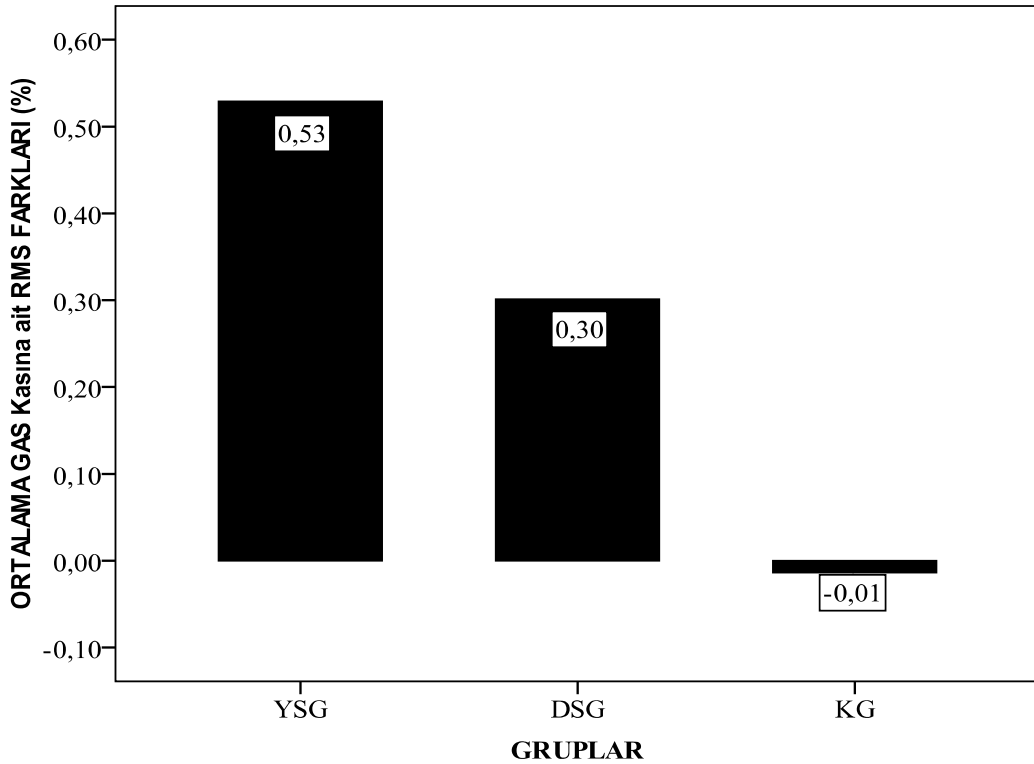
Şekil 4.24. Grupların VM kasma ait RMS son-test ön-test fark skorları.

Tablo 4.28. Grupların GAS kasına ait RMS son-test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.

Grup ($\bar{X} \pm SS$)	Gruplar	Grupların ($\bar{X} \pm SS$)	Ortalamaların Farkları	Standart Hata	p
YSG (0,53 \pm 0,17)	DSG	0,30 \pm 0,13	0,23*	0,07	0,010**
	KG	-0,01 \pm 0,15	0,54*	0,07	0,000***
DSG (0,30 \pm 0,13)	YSG	0,53 \pm 0,17	-0,23*	0,07	0,010**
	KG	-0,01 \pm 0,15	0,31*	0,07	0,001***
KG (-0,01 \pm 0,15)	YSG	0,53 \pm 0,17	-0,54*	0,07	0,000***
	DSG	0,30 \pm 0,13	-0,31*	0,07	0,001***

p \leq 0,05*, p \leq 0,01**, p \leq 0,001***

Tablo 4.28’de gruplar arasında GAS kasına ait RMS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (0,53 \pm 0,17) ile DSG (0,30 \pm 0,13) arasında YSG lehine; YSG (0,53 \pm 0,17) ile KG (-0,01 \pm 0,15) arasında YSG lehine; DSG (0,30 \pm 0,13) ile KG (-0,01 \pm 0,15) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir.



Şekil 4.25. Grupların GAS kasına ait RMS son-test ön-test fark skorları.

TARTIŞMA

Bu bölümde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların dikey sıçrama yüksekliğine, tepki kuvveti indeksine, vücut kompozisyonuna, maksimum anaerobik güç, ortalama güç ve yorgunluk indeksi değerlerine, sürat değerlerine, çeviklik değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis*, *vastus medialis*) ve *gastrocnemius* kasları ait RMS değerlerine olan etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen veriler, ilgili literatür desteğiyle tartışılarak yorumlanmıştır.

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili sadece King ve Cipriani (1)'nin 2010 yılında yaptığı çalışmaya rastlanmıştır. Bundan dolayı literatürde bulunan, her iki düzlemde de kombine olarak yapılan plyometrik antrenmanların etkilerinin incelendiği çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları karşılaştırılarak tartışıldıktan sonra, yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların farklı etkilerinin nedenleri tartışılmıştır.

6 haftalık plyometrik antrenman öncesinde 3 gruptan alınan ön-test ölçüm verileri arasındaki farka bakmak için yapılan tek yönlü varyans analizi sonucuna göre üç gruba ait DS, TKİ, VYY, MAG, OG, Yİ, 10 m, 20 m, 30 m, çeviklik, VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır [DS; $F_{(2, 23)} = 0,981$, $p = 0,390$, TKİ; $F_{(2, 23)} = 0,300$, $p = 0,744$, VYY; $F_{(2, 23)} = 0,327$, $p = 0,724$, MAG; $F_{(2, 23)} = 0,003$, $p = 0,997$, OG; $F_{(2, 23)} = 0,072$, $p = 0,931$, Yİ; $F_{(2, 23)} = 0,010$, $p = 0,990$, 10 m; $F_{(2, 23)} = 0,753$, $p = 0,482$, 20 m; $F_{(2, 23)} = 0,033$, $p = 0,968$, 30 m; $F_{(2, 23)} = 0,163$, $p = 0,851$, Çeviklik; $F_{(2, 23)} = 0,284$, $p = 0,755$, VL; $F_{(2, 23)} = 0,327$, $p = 0,724$, VM; $F_{(2, 23)} = 0,108$, $p = 0,898$, GAS; $F_{(2, 23)} = 1,218$, $p = 0,314$]. Yapılan çalışma öncesinde 3 grupta benzer özellikler göstermiştir.

Bu bölümde, çalışmamızda bulunan 3 gruba ait performans değerleri ile literatürdeki çalışmalarda gözlenen performans değişiklikleri yüzdelik (%) gelişim olarak verilmiştir [(Son test-Ön test) x (100/Ön test)].

Plyometrik antrenmanın dikey sıçrama (DS) üzerindeki etkileri

6 haftalık plyometrik antrenmanından sonra yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'na ait DS değerlerinde ön-testten son-testte %10,04 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %15,46 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenirken ($t = -8,083$, $p \leq 0,01$ ve $t = -8,435$, $p \leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %-0,41 oranında azalma olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t = 0,379$, $p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.3).

Literatürde plyometrik çalışmaların DS gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak literatürdeki bazı plyometrik çalışmalarda deneklere ait DS değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmediği de gözlemlenmiştir.

King ve Cipriani (1) sezon öncesinde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların, dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. 6 haftalık çalışmanın sonunda yatay düzlemde plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %1,13 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Ancak 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan DS test sonuçlarına göre yatay sıçrama grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Makaruk ve Sacewicz (6) yaptıkları çalışmada yerle kontakt süresi minimum olarak yapılan plyometrik antrenmanın sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. 6 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama değerlerinde %2,44, derinlik sıçrama değerlerinde %5 ve durarak 5 adım uzun atlama değerlerinde %0,38 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Ancak 6 haftalık plyometrik antrenmanın öncesinde ve sonrasında yapılan durarak uzun atlama, aktif ve derinlik sıçramaları sonuçlarına göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Miller ve ark. (52)'nin yaptıkları çalışmada, bel ve göğüs seviyesindeki havuz suyunda yapılan plyometrik çalışmaların DS performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. 6 haftalık çalışmanın sonunda göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin DS değerlerinde %2,45 ve bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin DS değerlerinde %5,38 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Ancak 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan dikey

sıçrama test sonuçlarına göre deneklerin sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Dodd ve Avlar (25)'ın yaptıkları çalışmada patlayıcı kuvvet antrenman modellerinin deneklere ait alt ekstremitte gücü gelişimine akut etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %1,91 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Ancak 15 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan DS test sonuçlarına göre deneklerin sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmemiştir. Chimera ve ark. (115)'nin yaptıkları çalışmada sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremitte kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %5,8 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Ancak 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında yapılan DS test sonuçlarına göre deneklerin sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Ploeg ve ark. (11)'nin yaptıkları çalışmada yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı (suda yapılan plyometrik) ile düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı ve düşük kapsamlı plyometrik antrenmanının DS performansı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda DS yüksekliği, yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı grubunda %3,11, düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenman grubunda %0,66 ve kontrol grubunda %5,92 oranında pozitif yönde gelişme gözlenirken, düşük kapsamlı plyometrik antrenman grubunda ise %-2,63 bir negatif gelişme gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm gruplara ait DS yüksekliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme bulunamamıştır. Sankey ve ark. (116)'nin yaptıkları çalışmada farklı yoğunluklarda uygulanan plyometrik antrenmanın DS performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda sabit şiddetli plyometrik antrenman grubu aktif sıçrama değerlerinde %8 ve değişik şiddetli plyometrik antrenman grubu aktif sıçrama değerlerinde ise %16,67 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Değerlere ait sabit şiddetli plyometrik antrenman grubu derinlik sıçrama değerleri ön-testten son-testte değişmezken, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubu derinlik sıçrama değerlerinde %8,33 oranında pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Ancak 6 haftalık çalışma sonunda her iki deney grubuna ait 2 ayrı dikey sıçrama test değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik

meydana gelmemiştir. Başka bir çalışmada Stieg ve ark. (87) farklı kapsamlardaki derinlik sıçrama antrenmanlarının dikey sıçrama performanslarına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya katılan denekler 48 saatlik aralıklarla 5 ayrı günde performans ölçümlerine katılmışlardır. Isınma sonrasında ön test olarak deneklere 3 tane 30 sn aralıklarla aktif sıçrama testi yapılmış ve ön testten sonra ise denekler rastgele atandıklarını çalışma grubuna göre 0, 3, 6, 9 ve 12 tane derinlik sıçrama çalışması yapmışlardır. Denekler derinlik sıçraması yaptıktan sonra 10 dakikaya kadar dinlenmiş ve daha sonra son test ölçümleri yapılmıştır. Isınma sonrasında sadece bekleyen ve hiç derinlik sıçraması çalışması yapılmadığında alınan dikey sıçrama yüksekliklerinde %1,28, 3 sıçrama sonrasında %1,62, 6 sıçrama sonrasında %1,63, 9 sıçrama sonrasında %0,20 ve 12 sıçrama sonrasında %2,56 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait farklı kapsamlarda yapılan derinlik sıçramalarının dikey sıçrama yüksekliğine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak gruplar kendi arasında karşılaştırıldığında, 9 derinlik sıçraması sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği sıçrama diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla azalmıştır.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın DS gelişimine istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı etkilerinin saptandığı farklı gruplar, farklı zeminler, farklı cinsiyetler, farklı süreler, farklı kapsamlar, farklı şiddetler ve farklı sporcular ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır.

King ve Cipriani (1) sezon öncesinde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların, dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. 6 haftalık çalışmanın sonunda dikey düzlemde plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %5,63 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

8 haftalık bir çalışma yapan Fouré ve ark. (86) plyometrik antrenmanın ayak bileği eklemine ait kas-eklem kompleksi ve *gastrocnemius* kasının pasif sertliği üzerine etkilerini incelemiştir. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin pasif sıçrama değerlerinde %17,6 ve 8 kez peş peşe sıçrama değerlerinde ise %19,8 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Başka bir çalışmada Boraczyński ve Urniasz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %9,18 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Benzer bir şekilde 8 haftalık bir çalışma yapan Arazi ve ark. (93) suda yapılan plyometrik ile yerde yapılan plyometrik antrenmanın sıçrama performansına olan etkilerini incelemişlerdir. 8 haftalık çalışmanın sonunda suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait durarak uzun atlama değerlerinde %6,57 ve yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait durarak uzun atlama değerlerinde ise %5,75 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait DS değerlerinde %30,45 ve yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait DS değerlerinde ise %29,33 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

8 haftalık başka bir çalışma yapan Uluçay (94) plyometrik antrenmanın 12-14 yaş grubu basketbolcuların DS performansları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %13,74 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Benzer bir grupta bir çalışma yapan Bavlı (101) basketbol antrenmanlarına eklenmiş 6 haftalık plyometrik egzersizlerin dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %3,99 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Cretu ve Vladu (95)'nin yaptıkları çalışmada voleybolda patlayıcı kuvvet antrenmanlarını geliştirilmesini incelemişlerdir. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama değerlerinde %9,2 ve pasif sıçrama değerlerinde ise %10,39 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Benzer bir grup üzerinde yapılan çalışmada Stojanović ve Kostić (98) voleybolcularda plyometrik antrenman modelinin dikey sıçrama performansı gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. 8 haftalık çalışma sonunda plyometrik antrenman

grubunda bulunan deneklerin durarak uzun atlama değerlerinde %3,77, blok sıçrama değerleri %9,52 ve smaç sıçrama değerlerinde ise %7,72 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Milic ve ark. (44) yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın erkek voleybolcuların tek ayakla ve çift ayakla sıçrama performanslarına olan etkilerini araştırmışlardır. 6 haftalık yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin çift ayakla blok sıçrama değerlerinde %1,22, sağ ayakla blok sıçrama değerlerinde %1,22, sol ayakla blok sıçrama değerlerinde %1,46, çift ayakla smaç sıçrama değerlerinde %1,76, sağ ayakla smaç sıçrama değerlerinde %1,53, sol ayakla smaç sıçrama değerlerinde %1,84, derinlik sıçrama değerlerinde %7,48 ve durarak 3 adım sıçrama değerlerinde %7,60 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Benzer bir çalışmada Soundara ve Pushparajan (3) plyometrik antrenmanın voleybolcularda DS performansına olan etkisi incelemişlerdir. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin blok sıçrama değerlerinde %6,33 ve smaç sıçrama değerlerinde ise %7,22 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Lehnert ve ark. (31) yaptıkları çalışmada plyometrik antrenman sonrasındaki 8 haftalık sürede deneklere ait patlayıcı güç değerlerini incelemişlerdir. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin durarak DS değerlerinde %8,78 ve yaklaşma koşusu ile yapılan DS değerlerinde %11,22 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Kolej seviyesindeki futbolcular üzerinde yapılan çalışmada Moore ve ark. (84) sezon dışında yapılan kombine edilmiş antrenman programının dikey sıçrama performansına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. 12 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %7 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada Kotzamanidis (12) prepubertal erkeklerde plyometrik antrenmanın DS performansı üzerine etkilerini incelemiştir. 10 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %25,72 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Benzer bir grup üzerinde yapılan çalışmada Chelly ve ark. (34) küçük futbolcularla yaptıkları çalışmada, sezon içinde yapılan plyometrik antrenmanıyla (engeller üzerinden sıçrama ve derinlik sıçramaları) dikey sıçrama performansını geliştirebileceğini savunmuşlardır. 8 haftalık yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama değerlerinde %2,5 ve pasif sıçrama değerlerinde ise %8,33 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Futbolcular üzerinde yapılan çalışmada, Kılıç (107) 10 haftalık plyometrik antrenman programının 13-15 yaş grubu erkek futbolcuların fiziksel uygunluk düzeylerine etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama değerlerinde %27,27 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur

Futbolcular üzerinden yapılan başka bir çalışmada Atacan (109) özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanının, genç erkek futbolcularda dikey ve yatay sıçrama performansına olan etkileri incelemiştir. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin yatay sıçrama mesafesinde %5,99 ve aktif sıçrama yüksekliğinde %10,50 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 6 haftalık yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama değerlerinde %8,33 ve pasif sıçrama değerlerinde ise %6,45 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Başka bir çalışmada Ebben ve ark. (33) 6 haftalık plyometrik antrenmanın, çalışma sonrasında ki dinlenme periyoduna olan etkilerini incelemişlerdir. 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasındaki 2, 4, 6, 8 ve 10. uncu günde alınan aktif sıçrama değerlerinin tamamında %33,33 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Değişik yaş grupları üzerinde yaptığı çalışmasında, Gerodimos ve ark. (99) aktif sıçrama esnasında uzama-kısalma döngüsü ve kolları savurmanın çocuklarda, ergenlerde ve yetişkinlerde DS performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir.

Çalışmanın sonunda 4 farklı yaş kategorisi olan çocuklar, genç ergenler, yaşlı ergenler ve yetişkinlerde uzama-kısalma döngüsünün DS yüksekliğine etkisi sırasıyla %9,6, %10,3, %10,1 ve %9,1 oranında iken dikey sıçrama esnasında kolların kullanılması ile %16,1, %20,9, %19,1 ve %18,2 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir.

Farklı cinsiyetler üzerinde yaptığı çalışmasında, Skurvydas ve Brazaitis, (103) ergenlik öncesi erkeklerde ve kızlarda 8 haftalık plyometrik antrenmanın merkezi ve periferik kas yorgunluğuna etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonunda deney grubunda bulunan erkeklerin aktif sıçrama değerlerinde %36,7 ve kızların aktif sıçrama değerlerinde %37,7 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Başka bir çalışmada Wu ve ark. (9) plyometrik antrenmanın *triceps surae* kasına ait EMG değerlerini, aşıl tendonun sertliğini ve elastik enerji kullanımı arttırmasını ve bu etkilerin istemli elektromekanik gecikme ve sıçrama yüksekliğiyle arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 8 haftalık yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yükseklikleri çalışmanın 5.ci haftasında artmış ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak deneklere ait 8. ci haftada alınan sıçrama yükseklikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Deneklerin aktif sıçrama yüksekliğinde 5. ci hafta sonunda %7,96 ve 8.ci hafta sonunda ise %12,04 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Bayan atletler üzerinden yaptığı çalışmasında, Myer ve ark. (104) plyometrik antrenman ile denge antrenmanının etkilerine karşılaştırmışlardır. 7 haftalık çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubuna ait dikey sıçrama yükseklikleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Deneklerin dominant bacaklarına ait dikey olarak yere uyguladıkları kuvvet değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. Denge grubuna ait değerler ön testten son testte %-7,0 oranında azalırken, bu değerler plyometrik antrenman grubunda ise %7,6 oranında artmıştır. Deneklerin dominant olmayan bacaklarına ait dikey olarak yere uyguladıkları kuvvet değerlerinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Denge grubuna

ait değerler ön testten son testte %-5,4, plyometrik antrenman grubunda ise %0,3 oranında azaldığı bulunmuştur.

Güneş (106)'in yaptığı çalışmada elit basketbolcularda klasik antrenmana eklenen modern plyometrik çalışmaların salt klasik basketbol antrenmanına karşı etkilerini incelemiştir. 5 aylık çalışmanın sonunda modern plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama yüksekliğini 1.ci ayın sonunda $49,90 \pm 10,08$ cm iken, 2.ci ayda %3,81, 3.cü ayda %5,61, 4.cü ayda %8,22 ve 5.ci ayda %12,22 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ancak 2.ci ve 3.cü aylar arasında aktif sıçrama yüksekliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gözlenmemiştir. Deneklerin tek adım alarak aktif sıçrama yüksekliği birinci ayın sonunda $56,60 \pm 9,75$ cm iken, 2. ayda %4,77, 3.cü ayda %7,24, 4.cü ayda %10,78 ve 5.ci ayda %15,55 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Benzer bir grupta çalışan Shallaby (108) plyometrik çalışmaların basketbolculara ait beceri ve fiziksel performansı üzerine olan etkilerini incelemiştir. 12 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %27,01 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Literatürde plyometrik antrenmanlar ile birlikte uygulanan farklı antrenman yöntemleri veya farklı uygulamalar ile ilgili çalışmalarda sıklıkla bulunmaktadır. Benito-Martínez ve ark. (96) kombine edilmiş elektro-uyarım ile plyometrik antrenmanların dikey sıçrama üzerindeki etkilerini incelemiştir. 8 haftalık çalışmaya katılan denekler 4 ayrı gruba rastgele atanmışlardır. Birinci grup 8 hafta boyunca, haftada 2 antrenman sadece plyometrik antrenman yapmışlardır. İkinci grup ilk önce elektro-uyarım aldıktan sonra plyometrik antrenman yapmışlardır. Üçüncü grup plyometrik antrenmandan sonra 12 dakika boyunca elektro-uyarım almışlardır. Dördüncü grup ise kombine antrenman yapmışlardır. Elektro-uyarım aldıkları aynı esnada plyometrik antrenman yapmışlardır. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yüksekliği %3,57, elektro-uyarım + plyometrik antrenman grubunun değerleri %13,51, plyometrik antrenman + elektro-uyarım grubunun değerleri %1,23 ve

kombine antrenman grubunun değerlerinde ise %0,77 oranın pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Başka bir kombine antrenmanları çalışmasında, Toumi ve ark. (49) kombine (plyometrik ve ağırlık) antrenmanları ile ağırlık antrenmanının pasif ve aktif sıçrama performansına üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. 6 haftalık çalışma sonunda ağırlık antrenman grubunda bulunan deneklerin pasif sıçrama değerlerinde %9,1 ve kombine edilmiş antrenman grubunda bulunan deneklerin pasif sıçrama değerlerinde ise %11,3 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Bununla birlikte aktif sıçrama yüksekliğinde ise sadece kombine edilmiş antrenman grubunda bulunan deneklerin değerlerinde %13,2 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Benzer bir çalışmada Brown ve ark. (85) geleneksel ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanların, dansçılar üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri karşılaştırmışlardır. 6 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %8,3 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Başka bir kombine antrenman çalışmasında, Burgess ve ark. (7) plyometrik antrenman ile izometrik antrenmanın tendon sertliğine ve dikey sıçrama yüksekliğine olan etkilerini incelemişlerdir. 6 haftalık yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %58,6 ve izometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %64,3 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin tendon sertliğinde %29,4 ve izometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin tendon sertliğinde ise %61,6 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ancak bu çalışmada deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir.

Farklı zeminlerde plyometrik antrenmanların etkilerini inceleyen Asadi (97) çalışmasında sağlıklı bireylerde kumda yapılan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenmanlarının performansa etkilerini karşılaştırmıştır. 6 haftalık çalışmanın sonunda derinlik sıçraması grubuna ait deneklerin dikey sıçrama yüksekliklerinde %15 ve aktif sıçrama grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yüksekliklerinde ise %13,5 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Farklı zeminlerde yapılan başka bir çalışmada Martel ve ark. (100) geleneksel voleybol antrenmanı ile birlikte suda uygulanan plyometrik antrenmanını, geleneksel voleybol antrenmanı ile birlikte uygulanan esneklik antrenmanlarının DS performansına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklere ait DS değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde, çalışmanın başlamasından sonraki 2.ci, 4.cü ve 6.cı haftalarında da alınmıştır. Gruplara ait DS ön test değerleriyle, 2.ci haftaya ait DS yükseklikler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Deneklerin 4.cü haftaya ait DS yükseklikleri incelendiğinde, her iki gruba ait değerlerin ön testlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Ancak yapılan çalışmanın 6.cı haftanın sonunda sadece geleneksel voleybol antrenmanı ile birlikte suda uygulanan plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %11,08 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Uzun yıllardan beri plyometrik antrenman ya da diğer adıyla gerilme-kısalma döngülü egzersizler sporcuların performanslarını arttırmak için sıklıkla kullanılmaktadır (1, 2, 90, 155). Plyometrik alıştırmalar, eksantrik kasılma ve sonrasında konsantrik kasılma içeren hareketlerdir (2, 81, 89, 90). Plyometrik aktiviteler esnasında, tendon, kas liflerini oluşturan ve çapraz köprüleri yapan aktin ve miyozini barındıran kasın elastik yapısını oluşturan bileşenler, kasın ön gerimi ve refleks uzaması için kasın hızlıca gerilmesinde rol oynar (2). Bilindiği gibi 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 (60). Aynı zamanda kasın elastik özellikleri plyometrik antrenmanda çok önemli rol oynar (81). Eksantrik kas kasılması sırasında viskoelastik doku elastik enerji depolar ve depolanan enerji hemen kullanılırsa, bu enerji konsantrik kasılma evresinde kasın daha kuvvetli kasılmasına yardımcı olur (2, 81, 90). Kas lifinin esnek yapısına bağlı olarak, hareketin eksantrik evresinde kasın potansiyel enerji depolaması sağlanır ve bu enerji konsantrik kasılma esnasında kinetik enerji olarak ortaya çıkar (2, 23, 59).

6 haftalık çalışmanın sonunda, her iki antrenman grubunda bulunan deneklerin dikey sıçrama yüksekliğindeki istatistiksel olarak pozitif yöndeki bu değişikliğin, ilgili kasta öncelikli olarak meydana gelen eksantrik kasılmanın kas gerilme refleksini tetikleyeceği, kas lifinin esnek yapısına bağlı olarak ta hareketin

eksantrik evresinde, kasın potansiyel enerji depoladıktan sonra konsantrik evrede kasılarak daha fazla kinetik enerji üretmesi sonucu olduğu düşünülmektedir.

Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın dikey sıçrama (DS) üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait dikey sıçrama değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait dikey sıçrama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 30,123$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında dikey sıçrama son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($3,59 \pm 1,33$ cm) ile DSG ($5,67 \pm 2,02$ cm) arasında DSG lehine; YSG ($3,59 \pm 1,33$ cm) ile KG ($-0,15 \pm 1,14$ cm) arasında YSG lehine; DSG ($5,67 \pm 2,02$ cm) ile KG ($-0,15 \pm 1,14$ cm) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.17).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili sadece King ve Cipriani (1)'nin 2010 yılında yaptığı çalışmaya rastlanmıştır.

King ve Cipriani (1) sezon öncesinde yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların, dikey sıçrama performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. 6 haftalık çalışmanın sonunda dikey düzlemde plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde %5,63 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlerken, yatay sıçrama grubunda bulunan deneklerin DS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmayan %1,13 oranında pozitif yönde bir gelişme gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda bu değerler YSG'nde %10,04 oranında, DSG'nde ise %15,46 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olarak bulunmuştur.

Langford ve ark. (156)'nın yaptıkları çalışmanın sonunda, antrenmanlarda yapılan hareket formları ile performans testlerinde yapılan hareket formlarının benzerliğinin olduğu koşullarda uzun süreli antrenmanlardan sonra yüksek düzeyde

pozitif transferin gerçekleştiğini belirtmiştir. King ve Cipriani (1) yapılan hareketlerin mükemmel yapılmasının hızlı bir şekilde öğrenilmesini, kişinin hareket deneyimini depolamasına (motor birikim) bağlı olduğunu bildirmiştir. Eğer bir sporcu geçmişte ne kadar çok hareket öğrenir ve bunu depolarsa, geçmişte daha az hareket öğrenmiş birine oranla, o hareketi hatırlayıp uygulaması çok daha kolay olduğunu rapor etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmaya katılan futbolcular genellikle müsabaka esnasında yataydan çok dikey sıçrama yapmaktadırlar. Bu yüzden de 6 haftalık çalışmanın sonrasında yatay sıçrama grubunda bulunan deneklerde, dikey sıçrama grubunda bulunan deneklere oranla daha az düzeyde sinir-kas (*neuromuscular*) etkinliği oluşmuş olabilir. Buna ek olarak, iki grup arasındaki anlamlı farkın oluşmasında ki etmenlerden birisinde her iki grubun sıçrama mekaniğindeki farklılıktan kaynaklanabilir. Dikey sıçrama grubunda bulunan alıştırmalarda, denekler sıklıkla üst gövdeyi sıçrama esnasında aktif bir şekilde kullandıklarından dolayı, dikey sıçrama test sonuçlarında yatay sıçrama grubunda bulunan deneklere oranla daha yükseğe sıçramalarına neden olduğu düşünölmektedir.

Plyometrik antrenmanın tepki kuvveti indeksi değerleri (TKİ) üzerindeki etkileri

6 haftalık plyometrik antrenmanından sonra yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'na ait TKİ değerlerinde ön-testten son-testte %35,26 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %58,62 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t = -6,886$, $p \leq 0,01$ ve $t = -9,024$, $p \leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %3,55 oranında gelişme olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t = 0,388$, $p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.4).

Literatürde plyometrik çalışmaların TKİ gelişimine pozitif etkileri ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte literatürde sporcuların sıçramalar esnasında yerle kontak süreleri ile ilgili çalışmalarla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Ancak literatürdeki az da olsa plyometrik çalışmalarda deneklere ait TKİ değerlerinin veya yerle kontak sürelerin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmediği de gözlemlenmiştir.

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneklerin yerle kontak sürelerine ait ön test değerleri $0,246 \pm 0,044$ sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonrasında bu değerler $\%-1,63$ 'lük bir gelişme göstererek $0,243 \pm 0,041$ sn düşmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait yerle kontak sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Bober ve ark. (7)'nin yaptıkları çalışmada basketbolda plyometrik antrenmanın yükleme şiddetinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Deneklere ait TKİ değerleri 15, 30, 45 ve 76 cm den yapılan derinlik sıçramalarıyla, *Kistler* marka kuvvet platformuyla ölçülmüştür. Yapılan çalışmada 15 ve 30 cm den yapılan derinlik sıçramalarının TKİ değerleriyle arasında istatistiksel olarak pozitif bir ilişki bulunmasına rağmen çalışmanın sonunda 4 farklı yükseklikten yapılan derinlik sıçrama yüksekliklerinde, yerle kontak sürelerinde ve TKİ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Başka bir çalışmada Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, aktif ve derinlik sıçramaları sırasındaki yerle kontak süreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Plyometrik antrenman tek veya çift ayakla yapılan, dikey ve yatay bileşenleri içeren sıçrama alıştırmalarını içermektedir. 6 haftalık plyometrik antrenmanın öncesinde ve sonrasında yapılan deneklerin derinlik sıçrama esnasındaki yerle kontak süreleri sonuçlarına göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenirken deneklerin aktif sıçrama esnasındaki yerle kontak süreleri sonuçlarına göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama esnasındaki yerle kontak süresi ön test değerleri 314 ± 32 ms iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında değerler $\%-2,23$ 'lük bir gelişim göstererek 307 ± 28 ms düşmüştür.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın TKİ gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin saptandığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Sankey ve ark. (116)'nin yaptıkları çalışmada farklı yoğunluklarda uygulanan plyometrik antrenmanın yerle kontak zamanı ve tepki kuvvet indeksi üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubunda yerle

kontakt süresi ön test değerleri $0,31 \pm 0,04$ sn iken son testte bu değerler %-16,13'lük bir gelişme göstererek $0,26 \pm 0,08$ sn düşmüş, TKİ ön test değerleri ise $80,58 \pm 24,07$ cm/sn iken son testte bu değerler %24,70'lik bir gelişme göstererek $100,48 \pm 26,16$ cm/sn yükselmiştir. Değişik şiddetli plyometrik antrenman grubunda yerle kontakt süresi ön test değerleri $0,36 \pm 0,09$ sn iken son testte bu değerler %-27,78'lik bir gelişme göstererek $0,26 \pm 0,03$ sn düşmüş, TKİ ön test değerleri ise $70,25 \pm 24,07$ cm/sn iken son testte bu değerler %40,42'lik bir gelişme göstererek $98,65 \pm 15,23$ cm/sn yükselmiştir. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontakt süre ile TKİ değerlerinde istatistiksel olarak değişik gözlenmezken değişik şiddetli plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontakt süre ile TKİ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklı gözlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada Feldmann ve ark. (117)'nin dikey sıçrama ile bazı performans değişkenleriyle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Denekler kuvvet platformunun üstünde aktif sıçrama, pasif sıçrama, 30 cm den derin sıçraması, 60 cm derinlik sıçraması, maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %50'sinden derinlik sıçraması ve maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçramasını yapmışlardır. Denekler her sıçrama çeşidini birer dakika aralıklarla ve 48 saatlik 2 seansta uygulamışlardır. Erkekler için 1.ci ve 2.ci seansta aktif sıçrama yüksekliği; $0,379 \pm 0,056$ m ve $0,383 \pm 0,058$ m, pasif sıçrama yüksekliği; $0,348 \pm 0,051$ m ve $0,354 \pm 0,053$ m, 30 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,353 \pm 0,062$ m ve $0,358 \pm 0,060$ m, 60 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,361 \pm 0,060$ m ve $0,351 \pm 0,059$ m, maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %50'sinden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,350 \pm 0,056$ m ve $0,352 \pm 0,059$ m ve maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,361 \pm 0,062$ m ve $0,360 \pm 0,061$ m olarak kayıt edilmiştir. Bayanlar için 1.ci ve 2.ci seansta aktif sıçrama yüksekliği; $0,263 \pm 0,045$ m ve $0,261 \pm 0,048$ m, pasif sıçrama yüksekliği; $0,244 \pm 0,041$ m ve $0,248 \pm 0,045$ m, 30 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,270 \pm 0,038$ m ve $0,265 \pm 0,048$ m, 60 cm'den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği; $0,263 \pm 0,047$ m ve $0,256 \pm 0,052$ m, maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %50'sinden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,259 \pm 0,047$ m ve $0,261 \pm 0,049$ m ve maksimum dikey sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçrama yüksekliği; $0,271 \pm 0,041$ m ve $0,266 \pm 0,046$ m olarak kayıt edilmiştir. Deneklerden elde edilen

dikey sıçrama yükseklikleriyle tepki kuvvet indeksi (derinlik sıçramasında elde edilen dikey sıçrama yüksekliği/ derinlik sıçraması esnasında yerle kontak süresi), elastikiyet indeksi ([aktif sıçrama yüksekliği-pasif sıçrama yüksekliği]/pasif sıçrama yüksekliği x 100%) ve eksantrik kullanma oranı (aktif sıçrama yüksekliği/pasif sıçrama yüksekliği) hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda derinlik sıçrama yüksekliğiyle ilgili değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Derinlik sıçrama yüksekliği ile yerle kontak süresi arasında deneklere uygulanan tüm derinlik sıçrama yükseklikleri arasında her iki seansta da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($r = -0,11$ ve $0,11$). Erkek ve bayan deneklerde derinlik sıçrama yüksekliği ile maksimum aktif sıçrama yüksekliğinin %75 den yapılan derinlik sıçrama yüksekliği arasında, her iki seans için (erkekler: $r = 0,57$ ve $0,41$ bayanlarda $r = -0,31$ ve $0,14$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Derinlik sıçrama yüksekliği ile TKİ arasında tüm denekler için her iki seansta da istatistiksel olarak anlamlı orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($r = 0,59$ ve $0,68$).

Basketbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada Bober ve ark. (7)'nin plyometrik antrenmanın yükleme şiddetinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Deneklere ait TKİ (dikey sıçrama yüksekliği (m) / yerle kontak süresi (sn)) ve K indeks ((derinlik sıçraması platform yüksekliği (m) + dikey sıçrama yüksekliği (m)) / yerle kontak süresi (sn)) değerleri 15, 30, 45 ve 76 cm den yapılan derinlik sıçramalarıyla, *Kistler* marka kuvvet platformuyla ölçülmüştür. Yapılan çalışmada 15 ve 30 cm den yapılan derinlik sıçramalarının TKİ değerleriyle arasında istatistiksel olarak pozitif bir ilişki bulunurken, K indeks değerleri bütün yüksekliklerle arasında istatistiksel olarak ilişki vardır. Yapılan çalışmanın sonunda 4 farklı yükseklikten yapılan derinlik sıçrama yüksekliklerinde, yerle kontak sürelerinde ve TKİ değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, K indeks değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada Miller ve ark. (36) 6 hafta yapılan plyometrik antrenmanın yerle kontak süresi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontak sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişirken kontrol grubuna ait değerlerde anlamlı bir değişiklik meydana gözlenmemiştir. Plyometrik antrenman grubuna ait yerle kontak süresi ön test değerleri $256,9 \pm 28,2$ sn iken, 6

haftalık plyometrik antrenmanı sonrasında bu değerler %-10,27'lik bir gelişme göstererek $230,5 \pm 37,2$ sn azalmıştır.

Orloff ve ark. (118) yaptıkları çalışmada plyometrik sıçramanın yere konma safhasında, bayanlara ve erkeklere ait kinetik ve kinematik parametreleri karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmanın sonunda erkeklerin belirtilen platformlardan yapılan sıçramalarda yerle kontak süresi bayanlara oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha azalmıştır. Bayanların 21,6 cm'lik platformdan yaptıkları sıçrama esnasındaki yerle kontak süresi $0,47 \pm 0,20$ sn, 30,5 cm'lik platformdan $0,35 \pm 0,06$ sn ve 46 cm'lik platformdan ise $0,51 \pm 0,19$ sn olarak kayıt edilmiştir. Erkeklerin 21,6 cm'lik platformdan yaptıkları sıçrama esnasındaki yerle kontak süresi $0,33 \pm 0,11$ sn, 30,5 cm'lik platformdan $0,30 \pm 0,08$ sn ve 46 cm'lik platformdan ise $0,32 \pm 0,12$ sn olarak kayıt edilmiştir.

Üniversite öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmada Leissring ve ark. (29) plyometrik egzersizler esnasında maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri ile maksimum diz eklemi kuvvetinin ilişkisini incelemişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait tüm sıçrama çeşitlerinde, maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde maksimum diz eklemi kuvvetinden daha büyük çıkmıştır. Deneklerin aktif sıçrama esnasındaki maksimum diz eklemi kuvveti $1,949 \pm 0,557$ kg.m/sn² iken, deneklere ait maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri $1,989 \pm 0,518$ kg.m/sn² ve %2,01 oranında daha fazla gözlenmiştir. Deneklere ait sol ayakla yapılan aktif sıçrama esnasındaki maksimum diz eklemi kuvveti $2,929 \pm 0,628$ kg.m/sn² iken, deneklere ait maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri $3,002 \pm 0,625$ kg.m/sn² ve %2,43 oranında daha fazla bulunmuştur. Deneklere ait derinlik sıçrama esnasındaki maksimum diz eklemi kuvveti $1,943 \pm 0,799$ kg.m/sn² iken, deneklere ait maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerleri $2,017 \pm 0,794$ kg.m/sn² ve %3,67 oranında daha fazla olduğu bulunmuştur.

Atletler üzerinde yaptıkları çalışmada Clegg ve Harrison (119) sürat koşucuları ile dayanıklılık koşucularına ait TKİ değerlerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya ulusal düzeyde 11 atlet katılmış ve 2 gruba ayrılmışlardır. Birinci grupta 3 erkek ve 2 bayan sürat koşucusu bulunurken, ikinci grupta ise 3 erkek ve 3 bayan dayanıklılık koşucusu yer almıştır. Yapılan istatistiksel ölçümler sonucunda sürat

koşucularına ait 30 cm, 40 cm ve 50 cm yükseklikten yapılan derinlik sıçramaları sırasındaki TKİ değerlerini, dayanıklılık sporcularına oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Flanagan ve ark. (39) yaptıkları çalışmada derinlik sıçraması esnasında TKİ değerlerinin, tekrarlar arasındaki güvenilirliğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda elde edilen istatistiksel sonuçlar TKİ değerlerini, plyometrik çalışmalarda, optimal derinlik sıçrama yüksekliğini belirlemek için kullanılabilir sonucunu desteklemiştir. TKİ değerlerinin belirlenmesi için yapılan 3 deneme sıçraması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır. Yapılan çalışmada deneklere ait ortalama TKİ değerleri $1,20 \pm 0,49$ m/sn olarak kayıt edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada Makaruk ve Sacewicz (6) 6 haftalık plyometrik antrenmanın, aktif ve derinlik sıçramaları sırasındaki yerle kontak süreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Plyometrik antrenman tek veya çift ayakla yapılan, dikey ve yatay bileşenleri içeren sıçrama alıştırmalarını içermiştir. 6 haftalık plyometrik antrenmanın öncesinde ve sonrasında yapılan deneklerin derinlik sıçrama esnasındaki yerle kontak süreleri sonuçlarına göre deneklerin performans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin derinlik sıçrama esnasındaki yerle kontak süresi ön test değerleri 283 ± 31 ms iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında değerler %19,44'lük bir gelişme göstererek 228 ± 25 ms'ye düştüğü tespit edilmiştir.

Plyometrik antrenman antrenörler tarafından sıklıkla dikey sıçrama yüksekliğini arttırmak ve eğer yapılan aktivite çoklu sıçramaları içeriyorsa, sıçramalar arasında yerle kontak süresini azaltmak için kullanılmaktadır (3, 6, 22, 28, 36, 118). Plyometrik egzersizlerde yere konma esnasında hızlı bir eksantrik kasılma kasın elastik parçalarını gerer ve germe refleksini aktive eder ve yere konma sırasında yüksek düzeyde eksantrik kuvvete ihtiyaç duyulur (29, 90). Yetersiz kuvvet düzeyi, gerilme oranının yavaşlaması ve kötü bir gerilme refleksi ile sonuçlanmaktadır (90, 91). Gerilme refleksinin amacına tam olarak ulaşmasını sağlamak için, kas zorlayarak gerilmeli, kas içiğinin harekete geçme sıklığında hızla artışa neden olan, gerilme hızına da önem verilmelidir. Bu sonuç çeşitli plyometrik alıştırmalar ile özellikle kasaların kullanıldığı derinlik sıçramalarıyla elde edilebilir (2, 59). Ancak plyometrik antrenman esnasında derinlik sıçramalarında kullanılacak

kasa veya platform yükseklik seviyesinin belirlenmesi son derece önemlidir. TKİ değerlerinin plyometrik çalışmalarda optimal derinlik sıçrama yüksekliğini belirlenmek için kullanılabilceği, bilimsel çalışmalar ile desteklemiştir (38, 39). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, plyometrik antrenmanın dikey sıçrama yüksekliğini arttırdığı (34, 93, 95, 96, 103) ve yerle kontak süresini kısalttığı (6, 36, 118) ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Diğer yandan literatürde plyometrik antrenmanın dikey sıçrama yüksekliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmaların olmasına rağmen (6, 11, 52, 87) özellikle sıçrama aktivitelerinin çok fazla kullanıldığı voleybol ve basketbol gibi spor branşlarında kullanılması önerilmektedir. Bunun nedeni ise plyometrik antrenman sonucunda belki sporcunun sıçrama yüksekliği aynı kalacak ancak sporcu basketbolda ribaunt veya voleybolda blok hareketini yapmak için çok daha az zaman harcayacak olmasıdır. Eğer sporcunun sıçrama yüksekliği istenen düzeyde ancak sıçrama süresi çok uzun ise plyometrik antrenmanlar esnasında yapılan hareketlerin uygulama hızı artırılmalıdır. Eğer sporcunun sıçrama yüksekliği artırılmak isteniyorsa sıçrama zamanı uzatılmalı ve diz eklemi açısı azaltılmalıdır (6).

Plyometrik antrenman programları sıklıkla antrenmanın şiddetini, sıçrama sayısını ve setler arasındaki dinlenme süreleri açıklarken egzersizlerin yapılması sırasında hareketin hızı, hareket sırasında kolların pozisyonu ya da yeri itiş esnasındaki vücut parçalarının açıları ile ilgi çok az bilgi verir. TKİ değerlerinin hesaplanması, belirli yükseklikteki bir platformdan (literatürde genellikle 30,5 cm'lik yükseklik kullanılır) yere doğru sıçranır ve yerle kontak yapıldıktan sonra en kısa sürede dikey ekseninde sıçrama yapılır. Sporcuların sıçrama yüksekliğinin yerle kontak süresine bölünmesi ile TKİ değerleri hesaplanır. Kullanılan bu formüle göre dikey sıçrama yüksekliğinin artırılması veya yerle kontak süresinin kısaltılması TKİ değerlerinin artmasına neden olacaktır. Yaptığımız çalışmada her iki plyometrik antrenman grubunun dikey sıçrama yüksekliklerinin gelişmesi TKİ değerlerini olum yönde etkilemiş olabilir. Clegg ve Harrison (119) kas-tendon kompleksi sertliği sıçrama aktivitelerinde kuvvet üretim oranında önemli rol oynadığını belirtmiştir. Bu yüzden yapılan plyometrik antrenmanın, deney gruplarında bulunan deneklerin alt ekstremitelere ait kas-tendon kompleksi sertliğini etkileyerek TKİ değerlerini pozitif yönde etkilediği düşünölmektedir.

Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın TKİ değerleri üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait TKİ değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait TKİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 25,316$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında TKİ son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($0,61 \pm 0,27$) ile DSG ($1,02 \pm 0,34$) arasında DSG lehine; YSG ($0,61 \pm 0,27$) ile KG ($0,07 \pm 0,20$) arasında YSG lehine; DSG ($1,02 \pm 0,34$) ile KG ($0,07 \pm 0,20$) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.18).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait TKİ değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Skurvydas (105) yaşları 21 ile 25 arasında olan 61 elit sporcu (sürat koşu, uzun mesafe koşu, halter, kayak ve bisiklet) üzerine yaptığı çalışmada, farklı spor branşlarında bulunan sporcuların sıçrama becerilerini karşılaştırmıştır. Yapılan bu çalışmada çeşitli şekillerdeki fiziksel strese karşı farklı branştaki sporcuların sinir-kas adaptasyonunun tanımlanması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda sürat koşucuları ve haltercilerin en yüksek sıçrama kapasitesine sahip oldukları belirlenmiş, bu sporcuları ise uzun mesafe koşucuları ve antrenmansız birey izlemiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre farklı disiplinlerdeki atletlerde, egzersize kasın biyomekaniksel adaptasyonu, fizyolojik ve biyokimyasal faktörlerden çok daha fazla sıçrama performanslarında önemlidir. Yapılan bazı çalışmalarda dikey sıçrama yüksekliği ile kas-tendon sertliği arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu belirtirken (9, 119), Burgess ve ark. (19) dikey sıçrama değerlerinin istatistiksel olarak tendon sertliğinden etkilendiğini ve dikey sıçrama performansını %21 oranında tendon sertliği ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmalara paralel olarak Leissring ve ark. (29) derinlik sıçraması sırasında maksimum yere uygulanan dikey kuvvet değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir oranda arttığını ifade etmişlerdir. DSG'nun antrenman programında

bulunan derinlik sıçrama çalışmaları, bu gruptaki deneklerin alt ekstremite kas-tendon sertliğini etkilediğinden dolayı DS değerlerinin artması sonucunda TKİ değerlerini YSG'na oranla daha fazla etkilediğini düşünülmektedir. Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmanın sonunda derinlik sıçraması sırasında alt ekstremite kas gruplarında kısa süreli gerilme-kısalma oluşurken, aktif sıçrama esnasında ise bu süreç daha uzun süreli olduğunu belirtmişlerdir. Derinlik sıçraması sırasında ilgili kaslarda depolanan potansiyel enerji, kısa süreli gerilme-kısalma döngüsü sayesinde, deneklerin sıçramalar arasında daha kısa süreli yerle kontak süresine sahip olacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte YSG ve DSG'na ait TKİ değerleri incelendiğinde DSG'nun değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmasının başka bir nedeni de yatay ve dikey düzlemde yapılan sıçrama mekaniğinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. King ve Cipriani (1) yatay ve dikey sıçramalarda kullanılan kasların ve sıçramalar esnasında devreye giren sinir-kas aktivasyonunun benzer olduğunu ancak aralarında biyomekaniksel farklılıkların olduğunu da belirtmiştir. Reiser ve ark. (157)'nin yaptıkları çalışma sonrasında, etkili bir aktif sıçramanın 3 önemli unsuru olduğunu belirtmişlerdir. Bunlardan birincisi; sıçrama esnasında ağırlık merkezinin dikey düzlemde olabildiğince hızlı bir şekilde yükselmesi, ikincisi; sıçradıktan sonra ağırlık merkezinin dikey düzlemde olabildiğince yukarıya yükselmesi ve üçüncüsü ise; havadayken ellerin olabildiğince ağırlık merkezinin yukarısında bulunması olarak ifade etmişlerdir. King ve Cipriani (1) ilk iki önemli unsurun yatay sıçrama uygulamasında farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte yatay sıçramalar y ve x eksenlerini içerirken, dikey sıçramalar ise sadece x eksenine karşı mücadele edildiğini rapor etmişlerdir. Bunun yanında yatay sıçramalarda kalçaların dikey sıçramaya oranla etkinliğinin çok daha fazla baskın olduğunu ifade etmişlerdir. Yatay sıçrama sırasında kalça kasları (1), dikey sıçrama esnasında ise özellikle diz ve kalça ekstansörleri, ayak bileği plantar fleksörleri ve aktif bir şekilde üst gövde kullanılması son derece önemlidir (2, 23, 57).

TKİ değerleri, 30,5 cm yükseklikten yapılan derinlik sıçramasında, dikey sıçrama yüksekliğinin yerle kontak süresine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Yapılan TKİ testinin DSG'nun antrenman programındaki egzersizlere mekanik olarak

benzemesi ve bundan dolayı antrenmanın özelleşme ilkesinin pozitif etkilerinin YSG'na oranla DSG'nda daha fazla oluşacağı düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın vücut yağ yüzdesi değerleri (VYY) üzerindeki etkileri

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG'na ait VYY değerlerinde ön-testten son-testte %-2,01 oranında azalma, DSG'na ait değerlerde %5,54 ve KG'na ait değerlerde ise %8,26 oranında artış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t = 0,360$, $p > 0,05$, $t = -0,850$, $p > 0,05$ ve $t = -1,685$, $p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.5).

Literatürde plyometrik çalışmaların VYY gelişimine olan etkileri ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmalarda plyometrik antrenmanın VYY üzerine hem negatif ve hem pozitif etkileri olduğunu gözlenmiştir.

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneklerin VYY ait ön test değerleri $\%13,0 \pm 2,0$ iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%6,15$ 'lik bir azalma göstererek $\%12,2 \pm 1,7$ düşmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait VYY istatistiksel olarak pozitif yönde azalma gözlenmiştir.

Bal ve ark. (120)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, Hindistan'da üniversiteler arası atletizm yarışmalarında atlama yarışmalarına katılan sporculara ait vücut yağ yüzdelere olan etkilerini incelemişlerdir. Deneklerin vücut yağ yüzdelerini belirlenmesi için deri altı kıvrım kalınlığının ölçüldüğü *skinfold* ölçümleri için *skinfold* kaliper kullanılmıştır. Deneklerin VYY ait ön test değerleri $\%14,26 \pm 1,7$ iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%2,81$ 'lik bir artış göstererek $\%14,66 \pm 1,1$ yükselmiştir. 6 haftalık çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deneklere ait vücut yağ yüzdesi değerleri, ön testten son testte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın VYY gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır.

Brown ve ark. (85) geleneksel ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanın, dansçılar üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri karşılaştırmışlardır. Deneklere ait VYY skinfold kaliper kullanılarak ölçülmüştür. Plyometrik antrenman yapan gruba ait ön test VYY $18,7 \pm 3,7$ iken, bu değer son testte $5,35$ azalarak $17,7 \pm 2,0$ düşmüştür. Ancak vücut yağ yüzdesindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Başka bir çalışmada Marković ve ark. (27)'nin sürat antrenmanı ile plyometrik antrenmanın fiziksel olarak aktif erkeklerin morfolojik özelliklerine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait vücut yağ yüzdeleri belirlenmesi için deri kıvrım kalınlıkları *Lange* marka *skinfold caliperle* kalf, göğüs, baldır, triceps ve skapulanın hemen altından alınmıştır. 10 haftalık plyometrik antrenman sonrasında sprint antrenman grubunda bulunan deneklerin VYY $7,7 \pm 3,0$ iken, bu değer son testte $5,20$ azalarak $7,3 \pm 2,6$ düşmüştür. Sprint grubundaki bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Plyometrik antrenman grubunun VYY $8,2 \pm 3,3$ iken, bu değer son testte $3,66$ azalarak $7,9 \pm 3,5$ düşmüştür. Plyometrik antrenman ve kontrol grubundaki deneklere ait verilerde istatistiksel anlamlı herhangi bir değişik meydana gelmemiştir.

Beden eğitimi bölümünde okuyan öğrenciler üzerinde yaptığı çalışmasında Perez-Gomez ve ark. (17) ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneklere ait vücut kompozisyonu çalışmanın öncesinde ve sonrasında DEXA (*Dual-Energy X-Ray Absorptiometry*, DR-1500, Hologic Corp., Software version 7.10, Waltham, Mass) ile ölçülmüştür. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklere ait ön test VYY değerleri $15,5 \pm 1,1$ iken, bu değer son testte $0,65$ azalarak $15,4 \pm 0,9$ düşmüştür. Çalışmanın sonunda her iki grupta bulunan deneklere ait VYY'de istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme görülmemiştir.

Yapılan başka bir çalışmada Sankey ve ark. (116)'nın farklı yoğunluklarda uygulanan plyometrik antrenmanın vücut yağ yüzdesine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklerin ait deri kıvrım kalınlığı 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında *skinfold caliperle* (Harpenden, UK), *biceps*, *triceps*, *subscapular and suprailiac* bölgelerinden alınmıştır. 4 bölgeden alınan deri kıvrım

kalınlıklarının toplamı, istatistiksel analizler için kullanılmıştır. Sabit şiddetli plyometrik antrenman grubunda deri kıvrım kalınlıklarının toplamı ön test değerleri $42,5 \pm 14,1$ mm iken son testte bu değerler %0,71'lik bir azalma göstererek $42,2 \pm 13,0$ mm düşmüş, değişik şiddetli plyometrik antrenman grubunda deri kıvrım kalınlıklarının toplamı ön test değerleriyse $43,0 \pm 11,0$ mm iken son testte bu değerler %1,63'lük bir artış göstererek $43,7 \pm 11,9$ mm yükselmiştir. Ancak vücut yağ yüzdesindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Literatürde birçok plyometrik antrenmanın sürat ve sıçrama performansı üzerine pozitif etkileri ile çalışma mevcutken sporcuların morfolojik karakteristiği ile ilgili çalışma sayısı çok kısıtlıdır (17, 27). Yüksek şiddetli aktiviteler sırasında, vücut egzersiz için karbonhidrat kaynaklarını kullanmaktadır. Sporcular tarafından yapılan yüksek şiddetli aktiviteler esnasında, vücudun enerji ihtiyacı %90'a kadar karbonhidratlardan karşılanır. Düşük şiddetli aktiviteler, vücudun enerji kaynağı olarak yağ metabolizmasını daha fazla kullanmasını ve vücut yağ yüzdesinin azalmasını sağlar. Düşük şiddetli aktiviteler sırasında yağ metabolizmasının artmasının nedenlerinden birisi büyüme hormonunun artması olabilir. Büyüme hormonu egzersizle birlikte ani bir şekilde artar ve egzersiz sonrasındaki toparlanma zamanında da üst seviyelerde kalır. Ayrıca yağ dokusu sempatik sinir sistemi ve dolaşımdaki artan katekolamin seviyesine karşı çok duyarlıdır. Bu iki durum da yağ metabolizmasının kullanımını artırır (60). Ancak plyometrik aktiviteler yüksek şiddetli kısa süreli aktivitelerdir. Plyometrik antrenmanlar sonrasında sporcuların kas performansındaki artış, antrenman sırasında uygulanan çalışmaların şiddetinden etkilenmektedir (89). Bu yüzden de plyometrik antrenmanda yapılan tüm tekrarlar maksimum hız ve patlayıcı bir tempo şeklinde uygulanır (89, 90). Brown ve ark. (85)'nin yaptıkları çalışma sonrasında düşük şiddetli ağırlık antrenmanı ile orta şiddetli plyometrik antrenmanların kas hipertrofisine katkı sağlamadığı ancak kassal gelişimi pozitif etkilediği ifade etmişlerdir. Marković ve ark. (27) 10 haftalık çalışma sonrasında kısa süreli patlayıcı (yüksek şiddetli) tempoda yapılan aktivitelerin, fiziksel olarak aktif erkeklerin morfolojik özellikleri hakkında çok kısıtlı etkisi olduğunu ve pozitif etkilerinin görülmesi için 12 hafta veya daha fazla olan çalışmalar yapılması gerektiğini rapor etmişlerdir. Bilindiği gibi bizim çalışmamız 6 hafta olarak tasarlanmış ve uygulanmıştır.

Her iki deney grubunun vücut yağ yüzdelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme olmaması çalışma süresinin az olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bununla birlikte çalışmaya katılan deneklerin yeme alışkanlıkları ile ilgili bir çalışma yapılmamış olması, vücut yağ yüzdesini etkileyebilecek unsurların göz ardı edilmesine neden olmuş olabilir. Ancak deneklere çalışma süresinde yeme alışkanlıklarını değiştirmemeleri konusunda uyarılarda bulunmuştur. Plyometrik aktivitelerin uygulama süresinin kısa olması, yağ metabolizmasının enerji kaynağı olarak kullanılmasına olanak sağlamadığı için deneklerin vücut yağ yüzdesinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişmediği düşünülmektedir.

Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın VYY üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait VYY değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait VYY değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($F_{(2, 23)} = 0,822$, $p = 0,452$) (Bkz Tablo 4.16).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait VYY değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Marković ve ark. (27)'nin yaptıkları çalışmada sürat ve plyometrik antrenmanın vücut yağ yüzdesi üzerine etkileri incelemiştir. Çalışmanın sonunda sürat antrenman grubunun plyometrik antrenman grubuna oranla vücut yağ yüzdesinde daha büyük azalma tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma sonunda sürat aktivitelerinde, gerilme-kısalma döngülü sıçrama aktivitelerine oranla daha fazla enerji ihtiyacı olmasından dolayı, sürat antrenmanı grubunda bulunan deneklerin vücut yağ yüzdesinde daha büyük azalma rapor edilmiştir. Benzer bir şekilde bizim çalışmamızda da yatay düzlemde yapılan ve mekanik olarak sürat çalışmalarına benzeyen antrenman grubunun vücut yağ yüzdesinde %-2,01 oranında azalma bulunmuştur. DS grubunun VYY değerleri ise %5,54 artış bulunmuştur. Ancak vücut yağ yüzdesindeki bu değişikliklerde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir.

Her iki antrenman grubunda bulunan alıştırımların uygulama süresi kısa ve egzersizleri uygulama şiddeti yüksektir. Her iki antrenman programının kapsamı aynıdır ve antrenman programı tasarlanırken şiddet düzeyleri benzer egzersizler seçilmiştir. İki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın kapsamı ve şiddeti benzer özelliklerde olduğundan dolayı, her iki deney grubuna ait VYY değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın anaerobik güç değerleri üzerindeki etkileri

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG'na ait maksimum anaerobik güç (MAG) değerlerinde ön-testten son-testte %15,93 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %28,63 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenirken ($t=-5,195$, $p\leq 0,01$ ve $t= -7,066$, $p\leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %2,17 oranında artış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= -0,799$, $p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.6).

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG'na ait ortalama güç (OG) değerlerinde ön-testten son-testte %24,93 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %12,02 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenirken ($t= -7,586$, $p\leq 0,01$ ve $t= -4,900$, $p\leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %-1,09 oranında azalma olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= 0,502$, $p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.7).

Yapılan istatistiksel analizler sonucu YSG'na ait yorgunluk indeksi (Yİ) değerlerinde ön-testten son-testte %-16,55 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t= -3,221$, $p\leq 0,05$), DSG'na ait değerlerde %0,69 oranında ve KG'na ait değerlerde ise ön-testten son-testte %6,00 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= -0,210$, $p>0,05$ ve $t= 1,630$, $p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.8).

Literatürde plyometrik çalışmaların anaerobik güç gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak literatürdeki bazı plyometrik çalışmalarda deneklere ait anaerobik güç değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmediği de gözlemlenmiştir.

Miller ve ark. (52)'nin yaptıkları çalışmada, bel ve göğüs seviyesindeki havuz suyunda yapılan plyometrik çalışmaların güç değerleri üzerine etkilerini

karşılaştırmışlardır. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test pasif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $930,8 \pm 260,5$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %4,15'lik bir artış göstererek $969,4 \pm 252,6$ W yükselmiştir. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test aktif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1335,8 \pm 580,5$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %2,19'lük bir artış göstererek $1365,1 \pm 424,7$ W yükselmiştir. Göğüs seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test derinlik sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1325,0 \pm 841,4$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-1,54'lik azalma göstererek $1304,6 \pm 871,8$ W düşmüştür. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test pasif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1124,8 \pm 493,2$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-8,04'lük azalma göstererek $1034,3 \pm 365,9$ W düşmüştür. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test aktif sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1546,3 \pm 576,6$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-6,18'lik azalma göstererek $1450,8 \pm 594,1$ W düşmüştür. Bel seviyesindeki havuzda plyometrik antrenman yapan deneklerin ön test derinlik sıçraması esnasında ürettikleri OG değerleri $1321,0 \pm 706,2$ W ve 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-15,72'lik azalma göstererek $1113,4 \pm 681,2$ W düşmüştür. Ancak bu çalışmada yapılan 6 haftalık plyometrik antrenmanın deneklere ait pasif, aktif ve derinlik sıçramaları esnasında ürettikleri OG değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilemediği görülmüştür. Başka bir çalışmada Brown ve ark. (85) geleneksel ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanlarının, dansçılar üzerindeki fiziksel ve fizyolojik etkileri karşılaştırmışlardır. Deneklere ait anaerobik güç değerleri wingate bisiklet testi ile ölçülmüştür. Deneklerin ön MAG test değerleri $559,5 \pm 105,0$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,97'lik bir artış göstererek $570,0 \pm 107,0$ W yükselmiştir. Deneklerin ön OG test değerleri $336,5 \pm 34,2$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %3,12'lik bir artış göstererek $347,0 \pm 49,3$ W yükselmiştir. Ancak bu çalışmada yapılan 6 haftalık plyometrik antrenman deneklere ait MAG ve OG değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki etmemiştir. Ploeg ve ark. (11)'nin yaptıkları çalışmada

yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı (suda yapılan plyometrik) ile düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı ve düşük kapsamlı plyometrik antrenmanının anaerobik güç değerleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda konsantrik kasılma safhasında ki MAG değerleri, yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı grubunda %26,91, düşük kapsamlı plyometrik antrenman grubunda %7,71 ve kontrol grubunda ise %11,81 pozitif yönde gelişme gözlenirken, düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenman grubunda %3,42 negatif bir gelişme gözlenmiştir. Eksantrik kasılma safhasında ki MAG değerleriyse, yüksek kapsamlı aqua-plyometrik antrenmanı grubunda %1,01 pozitif yönde gelişme gözlenirken, düşük kapsamlı aqua-plyometrik antrenman grubunda %0,77, düşük kapsamlı plyometrik antrenman grubunda %7,71 ve kontrol grubunda ise %1,28 negatif bir gelişme gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm gruplara ait MAG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir. Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın anaerobik güç performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deneklere ait MAG ve OG değerleri wingate bisiklet testiyle (*Monark 818E, Monark AB, Vargerg, Sweden*) ölçülmüştür. Deneklerin ön MAG test değerleri $1005,1 \pm 21,7$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,99'lük bir artış göstererek $1025,1 \pm 26,6$ W yükselmiştir. Deneklerin ön OG test değerleri $703,9 \pm 14,4$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %4,73'lük bir artış göstererek $737,2 \pm 13,3$ W yükselmiştir. Ancak bu çalışmada yapılan 6 haftalık plyometrik antrenman deneklere ait MAG ve OG değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki etmemiştir.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın anaerobik güç gelişimine istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı etkilerinin saptandığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Boraczyński ve Urniaz (28) 8 hafta süre ile yapılan plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet plakasında ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait maksimum anaerobik güç ve ortalama güç değerlerinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir.

Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin MAG değerlerinde %6,75 oranında ve OG değerlerinde ise %10,35 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

8 haftalık yapılan başka bir çalışmada Sağiroğlu (102) genç basketbolcularda plyometrik antrenmanların anaerobik performans ve dikey sıçrama yüksekliğine etkisi incelemiştir. Deneklere ait anaerobik güç ölçümleri *Monark 839E* bisiklet ergometresinde ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarına ait MAG ve OG değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan grubun MAG değerleri %1,51 oranında, Haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %4,98 oranında istatistiksel olarak pozitif yönde geliştiği, kontrol grubunun değerleri ise %-0,08 oranında azaldığı bulunmuştur. Haftada 1 gün plyometrik antrenman yapan grubun OG değerleri %2,44 oranında, Haftada 3 gün plyometrik antrenman yapan grubun aktif sıçrama değerleri %4,87 oranında istatistiksel olarak pozitif yönde geliştiği, kontrol grubunun değerleri ise %-0,64 oranında azaldığı bulunmuştur.

Başka bir çalışmada Ebben ve ark. (33)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın, çalışma sonrasında ki dinlenme periyoduna olan etkilerini incelemiştir. Deneklere ait MAG ölçümleri çalışma öncesinde ve çalışmanın sonrasındaki 2, 4, 6, 8 ve 10.cu günlerde ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deneklere ait tüm son test MAG değerleri ön test değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pozitif yönde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubundaki deneklerin ön test MAG değerleri $1810,98 \pm 323,76$ W iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasındaki 2.ci günde alınan ön test değerleri ile karşılaştırıldığında %11,79, 4. cü günde %11,58, 6. ci günde %12,80, 8. ci günde %13,50 ve 10. cu günde ise %12,93 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır.

Küçük futbolcularla yapılan çalışmada Chelly ve ark. (34) sezon içinde yapılan kısa süreli plyometrik antrenmanı (engeller üzerinden sıçrama ve derinlik sıçramaları), deneklere ait anaerobik güç değerlerini geliştirebileceğini savunmuşlardır. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet-hız testi ile bisiklet ergometresinde (*Monark 894 E Ergometer*,

Vansbro, Sweden) alınmıştır. Anaerobik güç değerleri, bisiklet testiyle, deneklerin vücut ağırlıklarının %2,5 - %5 - %7,5 - %9 ve %11,5'lik kuvvete karşılık gelecek dirençlerde, kısa süreli 5 maksimal sprint yapılarak toplanmıştır. Yapılan 8 haftalık plyometrik çalışmanın sonunda deney grubuna salt ve relatif MAG değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin salt MAG değerlerinde %4,50 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunurken, pasif sıçraması esnasında ürettikleri relatif MAG değerlerinde ise %5,94 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Genç erkek futbolcular üzerinde yapılan çalışmada Atacan (109) özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık pliometrik antrenmanının güç değerlerine olan etkileri incelemiştir. Deneklere ait güç performansı, *sargent jump* testi sırasında elde edilen verilerle hesaplanmıştır. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait güç performansı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin güç değerlerinde %7,82 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Cretu ve Vladu (95)'nin yaptıkları çalışmada voleybolda patlayıcı kuvvet antrenmanlarını geliştirilmesini incelemiştir. Deneklere ait aktif ve pasif sıçrama esnasındaki güç değerleri kuvvet platformuyla (*Quattro Jump tip Kistler 9290AD*) ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklere ait aktif ve pasif sıçrama esnasındaki güç değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama esnasında ürettikleri MAG değerlerinde %22,52 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunurken, pasif sıçraması esnasında ürettikleri MAG değerlerinde ise %22,97 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Makaruk ve Sacewicz (6)'in yaptıkları çalışmada minimum yerle kontak süreli plyometrik antrenmanın, bacaklara ait MAG değerlerine olan etkilerini incelemiştir. Deneklere ait anaerobik güç değerleri kuvvet platformuyla (*Kistler, Switzerland*) ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait aktif sıçrama hem de derinlik sıçraması esnasında üretilen MAG değerlerinde istatistiksel olarak pozitif

yönde artış gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin aktif sıçrama esnasında ürettikleri MAG değerlerinde %17,74 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunurken, derinlik sıçraması esnasında ürettikleri MAG değerlerinde ise %13,03 oranında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur.

Plyometrik egzersizler kasın en kısa sürede maksimum kuvvet üretmesini sağlayan çalışmalardır. Bu hız ve kuvvet yeteneklerinin birlikte uygulanması güç olarak bilinmektedir (80, 81, 83, 85). Uygulanan antrenman programlarına göre plyometrik antrenmanlar, en etkili güç antrenman yöntemlerinden birisidir (17, 28, 81). Kaslarda ani bir gerilme fark edilince, aşırı gerilmeyi ve sakatlanmayı önlemek için koruyucu ve istemsiz bir tepki oluşur. Bu tepki gerilme refleksi olarak bilinir. Gerilme refleksi, gerilmeye ya da eksantrik kas hareketine maruz kalan kastaki hareketi artırır ve daha kuvvetli kasılmasını sağlar (66). Özellikle futbolda yüksek şiddetli ve ardı ardına yapılan hızlı hareketler, yüksek düzeyde güç üretimi gerektirmektedir. Bu hareketlerin yapılması için gerekli enerji ise ATP-PC (*Adenosine triphosphate- phosphocreatine*) ve glikolitik sistemden karşılanır. ATP-PC sistemi deneklerin MAG değerlerinde, glikolik sistem ise deneklerin OG ve Yİ değerlerinde çok daha baskın olarak etkilidir (85). Literatürde yapılan çalışmaların sonuçları ile bizim çalışmamız benzerlik göstermektedir. King ve Cipriani (1) dikey sıçrama yüksekliği, sıçrama yeteneğinin ve gücün bir göstergesi olduğunu, Arazi ve ark. (93) ise dikey sıçrama ile maksimum anaerobik güç arasında, Behm ve ark. (138) kasların EMG aktivitesi ile güç üretimi arasında yüksek düzeyde pozitif yönde bir ilişki saptamıştır. Bizim çalışmamızda deney gruplarına ait dikey sıçrama yüksekliği, EMG ve MAG değerleri anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Bilindiği gibi plyometrik çalışmalarda özellikle yerle kontak süresini kısa olmasının, sıçrama ve güç performansına birçok fizyolojik yararları vardır. Makaruk ve Sacewicz (6) yere konduktan sonra çok hızlı bir şekilde sıçramak ve çok kısa bir yerle kontak süresinin olması, dikey sıçrama performansını arttırmaya bile maksimal güç üretimini arttıracaklarını rapor etmiştir. Bununla birlikte Chelly ve ark. (34) plyometrik antrenman koordinasyonu arttırdığını ve buna bağlı olarak güç üretiminin arttırılmasına neden olan sinir-kas adaptasyonu sağlandığını ve plyometrik antrenman sonrasındaki sinir-kas adaptasyonu, bacak kaslarının hacmini ve ortalama

güç üretiminin artmasına neden olduğunu belirtmiştir. Benzer bir sonuç bulan Skurvydas ve Brazaitis (103), plyometrik antrenman sonrasında erkeklerin quadriceps kasının kalınlığının %8,7 oranında geliştiğini, kızların quadriceps kasına ait kalınlığın ise %13,7 oranında geliştiğini belirtmiştir. Buna ek olarak Aagaard (158) plyometrik antrenman, eğer antrenmansız bireylere uygulanırsa kasların hipertrofisine neden olacağını rapor etmiştir. Birçok spor dalında yüksek hızda yapılan hareket, sportif başarı açısından son derece önemlidir (28). Literatürde sporculara ait kas gücü, miyozin ağır zincir bileşimine bağlı olduğu, plyometrik antrenman ve kuvvet antrenmanlarının sürat koşucularına ait tip I miyozin ağır zinciri oranını düşürdüğü (159) ve tip IIa miyozin ağır zincirini arttırdığı rapor edilmiştir (17, 160). Perez-Gomez ve ark. (17) plyometrik antrenman sonrasında miyozin ağır zincir tip IIa 'nın %8,4 oranında arttığını belirtmiştir. Bu tip kas fibrilleri sporcunun kuvvet, sıçrama ve güç seviyesi belirler (28). Ancak birçok sporcu için önemli olan spora özgü hareketler sırasında maksimal güç üretiminin artmasıdır. Cormie ve ark. (92) plyometrik antrenman programlarının kullanımının, spora özgü hareketler sırasında maksimal güç üretimini anlamlı bir şekilde arttırdığını, bu artışın nedenini düşük kapsamlı ve yüksek şiddetli gerilme-kısalma döngülü hareketler olarak ifade etmişlerdir. Aynı zamanda plyometrik antrenman sinir sisteminin çalışmasını, sinirsel aktivite oranını ve kas-içi kontrolünü özel olarak sağlamasının sonucunda kuvvet gelişim kapasitesinin oranını arttırmaktadır. Bununla birlikte Chelly ve ark. (34) yüksek şiddetli aktivitelerde performans artışına neden olan mekanizmaların, daha etkili hareket için ardı ardına yapılan kas aktivasyonu, öncelikli olarak en hızlı motor ünitelerin devreye girmesi, sinirsel uyarımı ileme hızındaki artışı, kasın uyarılma sıklığındaki artışı, bir aktivite sırasında kasların çalıştırılabilirliğini sürdürebilme yeteneğindeki artışın olduğunu rapor etmiştir.

Plyometrik antrenman sonucunda, egzersizlerin uygulama sürelerinin az olması ve özellikle derinlik sıçrama çalışmalarında sıçramalar arasında sporcuların aktif olması, glikolitik enerji sisteminin gelişimine yeterli düzeyde katkı sağlamayacağından dolayı DSG'nda bulunan deneklere ait Yİ değerlerinin anlamlı bir şekilde gelişmediği düşünülmektedir. Plyometrik antrenmanın, deney grubunda bulunan deneklere ait ATP-PC ve glikolitik enerji sistemlerini geliştirdiği, sinir sisteminin çalışmasını, sinirsel aktivite oranını, kas-içi kontrolünü, sinirsel uyarımı

iletme hızını ve kasın uyarılma sıklığını arttırdığı, tip I miyozin ağır zinciri oranını düşürdüğü ve tip IIa miyozin ağır zincirini arttırdığından dolayı her iki deney grubundan bulunan deneklere ait MAG ve OG performansını geliştirdiği düşünülmektedir.

Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın anaerobik güç değerleri üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait MAG değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait MAG değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 14,716$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında MAG son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($1,54 \pm 0,89$ W) ile DSG ($2,76 \pm 1,17$ W) arasında DSG lehine; YSG ($1,54 \pm 0,89$ W) ile KG ($0,22 \pm 0,77$ W) arasında YSG lehine; DSG ($2,76 \pm 1,17$ W) ile KG ($0,22 \pm 0,77$ W) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.19).

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait OG değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait OG değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 21,312$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında MAG son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($1,84 \pm 0,73$ W) ile DSG ($0,94 \pm 0,58$ W) arasında YSG lehine; YSG ($1,84 \pm 0,73$ W) ile KG ($-0,09 \pm 0,48$ W) arasında YSG lehine; DSG ($0,94 \pm 0,58$ W) ile KG ($-0,09 \pm 0,48$ W) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.20).

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait Yİ değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait Yİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 8,125$, $p = 0,002$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle

karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında Yİ son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG (-8,74 ± 8,14 %) ile DSG (0,36 ± 5,12 %) arasında YSG lehine; YSG (-8,74 ± 8,14 %) ile KG (3,18 ± 5,51 %) arasında YSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülürken; DSG (0,36 ± 5,12 %) ile KG (3,18 ± 5,51 %) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmemiştir (Bkz. Tablo 4.21).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait anaerobik güç değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Deneklere ait anaerobik güç değerleri wingate bisiklet ergometresinde yapılan test ile ölçülmüştür. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde deneklere ait anaerobik güç değerleri sıklıkla sıçrama esnasında kazanılan dikey hız kullanılarak, deneklerin anaerobik güç değerleri hesaplanmıştır (6, 28, 33, 52, 95). Bilindiği gibi bir kas ne zaman gerilirse, içciklerin eksitasyonu aynı kasın ve yakın işbirliği yapan sinerjik kasların büyük iskelet kası liflerinin refleks kasılmalarına neden olur (66). Kas uzunluğundaki değişimlere direnç göstererek gerilmiş kasın kasılmasına neden olan gerilme refleksini tetikler. Kas uzunluğundaki bu ani değişiklik, daha güçlü kas kasılmasına neden olacaktır (60). Mero ve Komi (24) maksimal sıçramalarda yere uygulanan dikey kuvvet, koşu ve öne doğru zıplama çalışmalarına göre açık bir şekilde daha büyük olduğunu ve bu sıçramalardaki kuvvet, koşu sırasında uygulanan dikey kuvvetten 1,64-1,93 katı kadar daha büyük olduğunu belirtmiştir. Bu yüzden bu tür egzersizler bacak kaslarını geliştirmek için daha etkili olabileceğini rapor etmiştir. Başka bir çalışmada ise Makaruk ve Sacewicz (6) dikey düzlemde yapılan aktif sıçrama ve derinlik sıçraması, hareketleri uygulama hızının artması, bacak kaslarına ait MAG üretimini artırdığını belirtmiştir.

DSG'nda bulunan egzersizlerin YSG'nda bulunan egzersizlere oranla daha fazla dikey kuvvet uygulaması gerektirdiğinden, bu grupta bulunan deneklerin alt ekstremitelerde kaslarında daha büyük bir gerilme refleksinin oluştuğu, bu yüzden aktif olan motor ünite sayısını ve ateşlenme oranını artırdığı, çok kısa süreli ve yüksek şiddetli aktivitelerde kullanılan ATP-PC enerji sistemini geliştirdiği ve bundan dolayı da MAG değerleri üzerindeki pozitif etkilerinin YSG'na oranla DSG'nda daha fazla oluşacağı düşünülmektedir.

Marković ve ark. (27)'nin yaptığı çalışmasında sürat ve plyometrik antrenmanın etkilerini karşılaştırmayı amaçlamış ve sürat antrenmanı yapan grubun vücut yağ yüzdesinin, plyometrik antrenman grubuna oranla daha fazla azaldığını bulmuştur. Bunun nedenini ise sürat koşusunun gerilme-kısalma döngülü çalışmalara oranla daha fazla enerji tüketimiyle açıklamıştır. Özellikle sürat özellikli aktivitelerde üst ve alt ekstremite kaslarının güçlü aktivasyonu gerekmektedir. Bunun tersine gerilme-kısalma döngülü sıçramalarda üst gövde kaslarının aktivitesi daha azdır. Bununla birlikte sürat özellikli çalışmalar *gluteus maximus*, *quadriceps femoris*, *adductor magnus*, *hamstring* and *calf* kasları büyük oranda kullanılırken, ayağın ön kısmının kullanıldığı gerilme-kısalma döngülü çalışmalarda ise öncelikli olarak *calf* kası kullanılmaktadır. Mero ve Komi, (24) yerle kontak süresinin az olması, üretilen gücün artmasına neden olacağını ve öne doğru yapılan çoklu zıplamaların sürat koşucuları için, daha kısa yerle kontak süresi, ilk çıkışta daha büyük yatay hızlanmayı ve buna bağlı olarak ta daha büyük güç üretimini sağlaması açısından diğer kuvvet egzersizlerine oranla daha faydalı özel kuvvet egzersizi olduğu söylemiştir. Lees ve ark. (57) ayak bileği ve diz eklemi (sıçramada kolların kullanılması) ile yapılan dikey sıçrama mesafesinin artmasına ve dikey sıçramada daha iyi performans için kalça ekstansör kaslarının da dikey sıçrama hareketine katılması performansını büyük ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir.

DSG'nda bulunan denekler, dikey sıçrama egzersizleri sırasında aktif bir şekilde kalça ekstansörlerini kullanırken, anaerobik güç testi esnasında kullanılan bisiklet testinde etkili bir şekilde kalça ekstansör kaslarını kullanamadıklarından dolayı DSG'nun OG ve Yİ değerleri YSG'na oranla daha az olacağı düşünülmektedir. Ayrıca YSG'nun özellikle kanguru sıçraması ve öne doğru dominant bacakla sıçrama egzersizleri, DSG'nda bulunan derinlik sıçraması ve cimnastik kasası üzerinde tam ekstansiyon (*one leg push off*) ile yapılan sıçramalara oranla hiç ara vermeden yapılması ve zaman olarak daha uzun sürmesinden dolayı, YSG'nun glikolitik enerji sistemini daha iyi geliştirdiği, tip IIa miyozin ağır zincirini daha fazla arttırdığı ve bundan dolayı da OG ve Yİ değerleri üzerindeki pozitif etkilerinin DSG'na oranla YSG'unda daha fazla oluşacağı düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın 10 m, 20 m ve 30 m sürat değerleri üzerindeki etkileri

6 haftalık plyometrik antrenmanından sonra yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'na ait 10 m sürat değerlerinde ön-testten son-testte %-3,61 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %-6,48 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t= 3,589, p\leq 0,01$ ve $t= 7,953, p\leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %0,75 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= -1,012, p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.9).

Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'na ait 20 m sürat değerlerinde ön-testten son-testte %-6,88 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %-2,01 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t= -7,586, p\leq 0,01$ ve $t= -4,900, p\leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %2,10 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= 0,502, p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.10).

Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'na ait 30 m sürat değerlerinde ön-testten son-testte %-6,00 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %-1,99 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t= -7,586, p\leq 0,01$ ve $t= -4,900, p\leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %2,65 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= 0,502, p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.11).

Literatürde plyometrik çalışmaların sürat gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak literatürdeki bazı plyometrik çalışmalarda deneklere ait sürat değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmediği de gözlemlenmiştir.

Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın 30 metre sürat performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneklerin 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 m geçiş zamanlarını kayıt edilmiştir. Deney grubuna ait ön test – son test sürat değerleri; 5 m ($1,09 \pm 0,01 - 1,12 \pm 0,02$; %2,75'lik hızda azalma), 10 m ($1,84 \pm 0,02 - 1,86 \pm 0,02$; %1,09'lük hızda azalma), 15 m ($2,51 \pm 0,02 - 2,53 \pm 0,02$; %0,80'lik hızda azalma), 20 m ($3,13 \pm 0,03 - 3,15 \pm 0,03$; %0,64'lük hızda azalma), 25 m ($3,76 \pm 0,03 - 3,75 \pm 0,03$; %0,27'lik hızda

artış) ve 30 m ($4,35 \pm 0,04$ - $4,34 \pm 0,03$; %0,23'lük hızda artış) olarak kayıt edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda her iki grupta ki deneklere ait sürat parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Dodd ve Avlar (25)'ın yaptıkları çalışmada patlayıcı kuvvet antrenman modellerinin deneklere ait alt ekstremite gücü gelişimine akut etkilerini incelemişlerdir. 15 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait 20 yard (18,29 m), 40 yard (36,58 m) ve 60 yard (54,86 m) koşu süreleri el kronometresiyle kayıt edilmiştir. Deneklerin 20 yard (18,29 m) ön test değerleri $2,899 \pm 0,111$ sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-0,12'lik bir gelişme göstererek $2,895 \pm 0,109$ sn azalmıştır. Deneklerin 40 yard (36,58 m) ön test değerleri $5,048 \pm 0,181$ sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %1,34'lük bir azalma göstererek $5,116 \pm 0,177$ sn yükselmiştir. Deneklerin 60 yard (54,86 m) ön test değerleri $7,158 \pm 0,270$ sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %0,27'lik bir azalma göstererek $7,178 \pm 0,296$ sn yükselmiştir. Çalışma sonunda, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Thomas ve ark. (32)'nin yaptıkları çalışmada iki farklı plyometrik antrenman tekniğinin genç futbolcularda sürat performansı üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Derinlik sıçrama grubunun 5 m sürat değeri %1,94 (ön test: $1,03 \pm 0,06$ – son test: $1,05 \pm 0,10$), 10 m sürat değeri %1,14 (ön test: $1,76 \pm 0,06$ – son test: $1,78 \pm 0,16$), 15 m sürat değeri %-0,41 (ön test: $2,45 \pm 0,07$ – son test: $2,44 \pm 0,17$) ve 20 m sürat değeri ise %-0,97 (ön test: $3,10 \pm 0,11$ – son test: $3,07 \pm 0,22$) oranında değişiklik kayıt edilmiştir. Aktif sıçrama grubunun 5 m sürat değeri %0,94 (ön test: $1,06 \pm 0,07$ – son test: $1,07 \pm 0,14$), 10 m sürat değeri %0,00 (ön test: $1,81 \pm 0,09$ – son test: $1,81 \pm 0,18$), 15 m sürat değeri %-0,79 (ön test: $2,52 \pm 0,11$ – son test: $2,50 \pm 0,23$) ve 20 m sürat değeri ise %-0,63 (ön test: $3,18 \pm 0,14$ – son test: $3,16 \pm 0,27$) oranında değişiklik kayıt edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Chimera ve ark. (115)'nin yaptıkları çalışmada sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremite kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait 40 yard (36,58 m) koşu süreleri el kronometresiyle kayıt edilmiştir. Deneklerin 40 yard (36,58 m) ön test değerleri $7,21 \pm 0,31$ sn iken, plyometrik

antrenman sonucunda bu değerler %-2,91'lik bir gelişme göstererek $7,00 \pm 0,33$ sn olarak kayıt edilmiştir. Çalışma sonunda gruplar arasında sürat değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın sürat gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin saptandığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Benito-Martínez ve ark. (96)'nın yaptıkları çalışmada kombine edilmiş elektro-uyarım ile plyometrik antrenmanların sürat üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Deneklerin sürat değerleri 30 metre sürat testi ile ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda deneklere ait sürat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif artış gözlenmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat değerleri %-0,45, elektro-uyarım + plyometrik antrenman grubunun değerleri %-3,87, plyometrik antrenman + elektro-uyarım grubunun değerleri %-4,56 ve kombine antrenman grubunun değerlerinde ise %-7,26 oranında gelişme gözlenmiş ve deneklerin 30 metre koşu süreleri azalmıştır.

Başka bir çalışmada Arazi ve Asadi (110)'nin yaptıkları çalışmada suda yapılan plyometrik ile yerde yapılan plyometrik antrenmanın sürat performansına olan etkilerini incelemişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Deneklerin 36,5 m sürat değerleri ön testten son testte suda plyometrik yapan grupta 0,70 sn gelişirken yerde plyometrik yapan grupta ise 0,67 sn gelişmiştir. Deneklerin 60 m sürat değerleri ön testten son testte suda plyometrik yapan grupta 0,93 sn gelişirken yerde plyometrik yapan grupta ise 0,80 sn gelişmiştir.

Kolej seviyesindeki futbolcular üzerinde yaptığı çalışmasında Moore ve ark. (84) sezon dışında 2 tane 12 haftalık yapılan kombine edilmiş antrenman programının futbolcuların performanslarına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. 12 haftalık çalışmanın sonunda deneklere ait sürat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Olimpik stil ağırlık grubuna ait sürat değerleri ön testten 6.cı haftanın sonunda 0,11 sn ve çalışmanın sonunda yapılan ölçümde 0,32 sn düşmüştür. Bu gruba ait sürat değerleri çalışmanın sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %-11 oranında gelişme göstererek, deneklere ait yüzme süresi

azalmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait sürat değerleri ön testten 6.cı haftanın sonunda 0,16 sn ve çalışmanın sonunda yapılan ölçümde 0,21 sn düşmüştür. Bu gruba ait sürat değerleri çalışmanın sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %-9 oranında gelişme göstererek, deneklere ait yüzme süresi azalmıştır.

8 haftalık çalışmasında Boraczyński ve Urniaz (28) plyometrik antrenmanları basketbolcuların alt ekstremitelerinin kuvvet-sürat yetenekleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda deneklere ait sürat değerlerinde istatistiksel olarak pozitif yönde artış gözlenmiştir. Deneklerin ön test sürat değerleri $2,829 \pm 0,184$ m/sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %5,34'lük bir artış göstererek $2,979 \pm 0,160$ m/sn yükselmiştir.

Üst düzey sürat koşucuları üzerinde çalışan Misjuk ve Viru (111)'nin yaptıkları çalışmada sıçrama testleri ile ivmelenme ve maksimal hız arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapılan çalışmaya Estonya milli takımında bulunan bayan ve erkek sürat koşucuları katılmışlardır. Deneklere ait 10 m ve 30 m sürat değerleri *Ivar Krause* tarafından geliştirilen elektronik ölçüm sistemiyle kayıt edilmiştir. Durarak uzun atlama ve durarak 5 adım uzun atlama kum havuzunda ölçülmüştür. Deneklere ait aktif sıçrama değerleri ise *MicroMuscleEab* test (Ergotest, Norway) aleti ile ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel ölçümler sonucunda bayanlara ait takozla yapılan 10 m koşu performansı ile durarak 5 adım uzun atlama ve aktif sıçrama arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde bir korelasyon vardır. Bununla birlikte takozla yapılan 30 metre koşu performansı ile durarak 5 adım uzun atlama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde korelasyon gözlenirken, 30 metre ile aktif sıçrama değerleri arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir. Erkek sürat koşucularının değerleri incelendiğinde, bayan sporculara ait değerlerle benzerlik göstermektedir. Takozla yapılan 10 m sürat koşu performansı durarak 5 adım uzun atlama ve aktif sıçrama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde bir korelasyon gözlenmiştir. Erkek sporculara ait 30 metre koşu performansları ile durarak 5 adım uzun atlama değerleri arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon gözlenirken, aktif sıçrama değerleri arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir.

López-Segovia ve ark. (112)'nin yaptıkları çalışmada 21 yaş altı futbolcularda dikey sıçrama ve sürat zamanları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Deneklere ait sürat değerleri 30 metrelik parkurda ölçülmüştür. Sürat değerleri 0-10 m, 0-20 m, 0-30 m, 10-20 m, 10-30 m, ve 20-30 m geçiş zamanları olarak kayıt edilmiştir. Deneklerin dikey sıçrama yükseklik değerleri $38,34 \pm 4,44$ cm, sürat değerleri; 10 m: $1,92 \pm 0,06$ sn, 20 m: $3,22 \pm 0,09$ sn, 30 m: $4,43 \pm 0,14$ sn, 10 - 20 m: $1,28 \pm 0,04$ sn, 10 - 30 m: $2,50 \pm 0,05$ sn, 20 - 30 m: $1,20 \pm 0,05$ sn olarak kayıt edilmiştir. Aktif dikey sıçrama yüksekliği ile 0-10 m sürat değeri arasında 0,46, 0-20 m sürat değeri arasında 0,54, 0-30 sürat değeri arasında 0,55, 10-20 m sürat değeri arasında 0,49, 10-30 m sürat değeri arasında 0,52 ve 20-30 m sürat değeri arasında 0,48 ilişki saptanmıştır. Ancak yapılan çalışma sonunda aktif dikey sıçrama yüksekliği sadece 0-20 m ve 0-30 m sürat değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

Benzer bir grup ile çalışan Atacan (109) yaptığı çalışmada özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanın, genç erkek futbolcularda sürat performansına olan etkileri incelemişlerdir. Deneklere ait sürat performansı, 30 metre sürat koşu testiyle ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait sürat performansı istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat ön test değerleri $4,73 \pm 0,22$ sn iken son testte bu değerler $\%-3,38$ 'lik bir gelişme göstererek $4,57 \pm 0,25$ sn azalmıştır.

Futbolcular üzerinden yapılan başka bir çalışmada Kılıç (107) 10 haftalık plyometrik antrenman programının 13-15 yaş grubu erkek futbolcuların fiziksel uygunluk düzeylerine etkilerini incelemiştir. Deneklere ait 20 metre sürat değerleri elektronik fotosel yardımıyla kapalı bir mekanda ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney grubuna ait 20 m sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Deneklerin 20 m sürat ön test değerleri $4,17 \pm 0,21$ sn iken, plyometrik antrenman sonrasına $\%-11,03$ 'lük bir gelişme göstererek $3,71 \pm 0,27$ sn azalmıştır.

Benzer bir çalışmasında Chelly ve ark. (34) küçük futbolcularla yaptıkları çalışmada, sezon içinde yapılan kısa süreli plyometrik antrenmanıyla (engeller üzerinden sıçrama ve derinlik sıçramaları), sürat performansını geliştirebileceğini savunmuşlardır. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait hız değerleri 40 metrelik çimenli bir parkurda alınmıştır. Test için 2 adet *sony* marka kamera

kullanılmış ve ilk kamera ilk 5 metrelik parkuru kayıt ederken, ikinci kamera son 5 metrelik bölümü (35-40.cı metreler arasında) kayıt etmiştir. Bilgisayar programı kullanılarak ilgili video kayıtlarından deneklerin kalçalarının yer değişimlerinden hızları hesaplanmıştır. Hız değerleri için; deneklerin ilk adım, ilk 5 metre ve son 5 metredeki hızları ölçülmüştür. Yapılan 8 haftalık plyometrik çalışmanın sonunda deney grubuna ait ilk adım hızı, ilk 5 metre ve son 5 metredeki hızlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Plyometrik antrenman grubunda ki deneklerin ön test ilk adım hızı değerleri $2,2 \pm 0,3 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %18,18'lik bir artış göstererek $2,6 \pm 0,3 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir. Deney grubuna ait ilk 5 metre hızı değerleri $4,0 \pm 0,5 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %10'luk bir artış göstererek $4,4 \pm 0,4 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir. Deney grubuna ait son 5 metre hızı değerleri $8,2 \pm 0,2 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %9,76'lık bir artış göstererek $9,0 \pm 0,2 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir. Yapılan bu çalışmada aynı zamanda deneklerin dikey sıçrama testleri esnasında da (aktif ve pasif sıçrama) hızları ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait aktif ve pasif sıçrama esnasındaki hızlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Deney grubuna ait pasif sıçrama esnasında hızları $2,4 \pm 0,1 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, son testler sonunda %4,17'lik bir artış göstererek bu değer $2,5 \pm 0,4 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir. Aktif sıçrama esnasında hızları $2,5 \pm 0,1 \text{ m.sn}^{-1}$ iken, son testler sonunda %4'lük bir artış göstererek $2,6 \pm 0,1 \text{ m.sn}^{-1}$ yükselmiştir.

Kotzamanidis (12)'in yaptığı çalışmasında ergenlik öncesi erkeklerde plyometrik antrenmanın sürat performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklere ait sürat performansını değerlendirmek için kapalı alanda 30 metrelik parkur seçilmiş ve 30 metre 0-10, 10-20 ve 20-30 m kısımlardan geçiş zamanlarının belirlenmesi için bölünmüştür. Deneklerin 0-10 m sürat ön test değerleri $2,24 \pm 0,10 \text{ sn}$ iken, 10 haftalık plyometrik antrenman sonrasına %2,23'lük bir gelişme göstererek $2,19 \pm 0,08 \text{ sn}$ azalmıştır. Deneklerin 10-20 m sürat ön test değerleri $1,71 \pm 0,11 \text{ sn}$ iken, plyometrik antrenman sonrasına %3,51'lik bir gelişme göstererek $1,65 \pm 0,13 \text{ sn}$ azalmıştır. Deneklerin 20-30 m sürat ön test değerleri $1,61 \pm 0,28 \text{ sn}$ iken, plyometrik

antrenman sonrasına %-3,11'lik bir gelişme göstererek $1,56 \pm 0,27$ sn azalmıştır. Deneklerin 0-30 m sürat ön test değerleri $5,55 \pm 0,03$ sn iken, plyometrik antrenman sonrasına %-2,52'lik bir gelişme göstererek $5,41 \pm 0,60$ sn azalmıştır.

Basketbolcular üzerinden yaptığı çalışmada Bavlı (101) basketbol antrenmanlarına eklenmiş 6 haftalık plyometrik egzersizlerin sürat performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklere ait sürat değerleri 30 metrelik sürat testi ile ölçülmüştür. Çalışma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarına ait sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat ön test değerleri $4,6 \pm 0,3$ sn iken son testte bu değerler %-2,17'lik bir gelişme göstererek $4,5 \pm 0,3$ sn azalmıştır.

Benzer bir grupla çalışan Güneş (106) yaptığı çalışmada elit basketbolcularda klasik antrenmana eklenen modern pliometrik çalışmaların salt klasik basketbol antrenmanına karşı etkilerinin incelemiştir. Deneklere ait 20 metre sürat performansı *Bosco New Test* 2000 test bataryasında bulunan fotosel kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait 20 metre sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde negatif yönde (koşu sürelerinde azalma) gelişmiştir. Deneklerin 20 metre sürat değerleri birinci ayın sonunda $3,00 \pm 0,20$ sn iken, 2. ayda %-1,00 ($2,97 \pm 0,18$ sn), 3.cü ayda %-1,67 ($2,95 \pm 0,19$ sn), 4.cü ayda %-3,00 ($2,91 \pm 0,20$ sn) ve 5.ci ayda %-4,33 ($2,87 \pm 0,17$ sn) oranında bir gelişme gözlenmiş ve deneklere ait koşu süreleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır.

Benzer bir çalışmada Shallaby (108) yaptığı araştırmada plyometrik çalışmaların basketbolculara ait beceri ve fiziksel performansı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait sürat değerleri 5 x 30 metre sürat zamanlarının toplamı olarak hesaplanmıştır. Deneklere ait sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde negatif yönde gelişerek deneklere ait sürat değerleri düşmüştür. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin sürat ön test değerleri 27,01 sn iken son testte bu değerler %-4,67'lik bir gelişme göstererek 25,78 sn azalmıştır.

Başka bir çalışmada de Villarreal ve ark. (88)'nin yaptıkları çalışmada uzun süreli plyometrik antrenmanın beklendiği gibi sürat performansındaki artıştaki

önemini açıklığa kavuşturmayı ve bunu etkileyen faktörleri incelemiştir. Sürat performansını en iyi şekilde arttırmak için farklı tiplerdeki plyometrik egzersizler ile daha büyük yatay ivmelenmeyi içeren antrenman formlarını kombine edilmesi (sürat özellikli plyometrik egzersizler ve yatay düzlemde yapılan sıçrama çalışmaları), istatistiksel olarak tek tip sıçrama antrenmanlarından çok daha büyük gelişim gösterdiklerinden dolayı literatürde daha fazla önerilmiştir. Bununla birlikte literatürde ağırlıklı yapılan plyometrik antrenmanların sürat performansına ekstra yarar sağladıkları bulunmamıştır.

Rimmer ve Sleivert (113) 15 antrenman seansını içeren 8 haftalık çalışmalarında sürat özellikli plyometrik antrenman programının sürat değerleri üzerine etkilerini incelemiştir. Sürat performansı 10 m ve 40 m lik parkurlarda 8 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait 10 m ve 40 m sürat değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin 10 m sürat ön test değerleri $1,96 \pm 0,10$ sn iken son testte bu değerler %-2,55'lik bir gelişme göstererek $1,91 \pm 0,08$ sn azalmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin 40 m sürat ön test değerleri $5,63 \pm 0,18$ sn iken son testte bu değerler %-1,78'lik bir gelişme göstererek $5,53 \pm 0,20$ sn azalmıştır.

Sağlıklı bireylerde yaptığı çalışmasında Asadi (97) kumda yapılan derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenmanlarının performans etkilerini karşılaştırmıştır. Deneklere ait sürat testinde 20 metrelik kapalı bir parkurda, *Joerex* ST4610-2 marka el kronometreyle kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan 6 haftalık plyometrik çalışma sonunda deney grupları ait 20 metre sürat değerleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim gösterdikleri kaydedilmiştir.

Son olarak Rahimi ve ark. (114)'nın yaptıkları çalışmada plyometrik, ağırlık ve kompleks (plyometrik+ağırlık) antrenmanlarını açısız hız değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonunda deney gruplarına ait değerler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı olarak bir gelişme göstermiştir. Kompleks antrenman grubu, plyometrik ve ağırlık antrenman grupları ile karşılaştırıldığında 15 ve 60 saniyelik bisiklet ergometresindeki açısız hız değerleri istatistiksel olarak daha fazla artmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait 15

saniyelik açısal hız değerleri %37,61'lik (ön test değerleri; $6,30 \pm 0,85 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $8,67 \pm 0,25 \text{ rad.s}^{-1}$), ağırlık antrenman grubunda %16,25'lik (ön test değerleri; $6,40 \pm 0,35 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $7,44 \pm 0,65 \text{ rad.s}^{-1}$), kompleks antrenman grubunda ise %65,53'lük (ön test değerleri; $6,18 \pm 0,41 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $10,23 \pm 0,84 \text{ rad.s}^{-1}$) bir gelişme sağlamıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait 60 saniyelik açısal hız değerleri %23,55'lik (ön test değerleri; $6,07 \pm 0,58 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $7,50 \pm 0,63 \text{ rad.s}^{-1}$), ağırlık antrenman grubunda %25,00'lik (ön test değerleri; $5,84 \pm 0,65 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $7,30 \pm 0,84 \text{ rad.s}^{-1}$), kompleks antrenman grubunda ise %49,11'lik (ön test değerleri; $5,68 \pm 0,36 \text{ rad.s}^{-1}$ – son test değerleri; $8,74 \pm 0,32 \text{ rad.s}^{-1}$) bir gelişme sağlamıştır.

Plyometrik antrenman antrenörler tarafından sıklıkla sporcuların koşu hızı arttırmak (28, 34) veya belirli bir mesafeyi en kısa sürede kat etmelerini sağlamak için kullanılmaktadır (12, 84, 96, 109, 110). Gerilme-kısalma döngüsü sürat ve çeviklik performansının kalbi olarak nitelendirilir (79). Bu yüzden de antrenörler sıklıkla gerilme-kısalma döngüsünü en iyi şekilde geliştiren antrenman yöntemlerinden birisi olan plyometrik antrenmanı kullanmaktadır. Sürat koşusunun biyomekaniksel analizi sonuçlarına göre, 100 metrelik sürat koşusu 3 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm hızlanma, ikinci bölüm maksimal hızı koruma ve üçüncü bölüm ise maksimal hızı azalması bölümüdür. Her bölümün mesafesi, koşu yapan sporcusunun fiziksel ve fizyolojik özelliklerine göre değişmektedir. Özellikle 50 metreden fazla olan sürat koşularında, plantar fleksör kaslarının elastikiyeti son derece önemlidir. Hızlanma bölümünün başarısı yüksek oranda reaksiyon zamanına ve sporcunun hızlanma esnasında ürettiği kuvvet ve güç düzeyine bağlıdır (110). Maulder ve ark. (161) sürat performansında bacak kasları tarafından üretilen gücün çok önemli olduğunu ve özellikle de aktif sıçrama esnasında üretilen ortalama gücün sürat yeteneğinin en iyi göstergesi olduğunu belirtmiştir. Aktif sıçrama esnasında alt ekstremite kasları hızlı bir şekilde gerildikten sonra çok yüksek bir hızda kasılmaktadır. Bundan dolayı sürat performansı esnasında kalça ve diz ekstansör kaslarının hızlı bir şekilde kasılma yeteneği son derece önemlidir. Misjuk ve Viru (111) Erkek sürat koşucularında takozla yapılan 10 m sürat koşu performansı ile durarak 5 adım uzun atlama ve aktif sıçrama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönde bir korelasyon olduğunu saptamıştır. Bizim çalışmamızda her

iki deney grubuna ait aktif sıçrama değerleri ve sürat değerleri anlamlı bir şekilde gelişmiştir.

Clegg ve Harrison (119) kas-tendon kompleksinin sertliğinin koşu aktivitesinde kuvvet üretme oranında anlamlı bir rol oynadığını rapor etmiştir. Moore ve ark. (84) plyometrik antrenmanların sonucunda deneklere ait bacak kaslarının aktive eden sinirsel uyarının az da olsa arttığını belirtmişlerdir. Buna benzer bir çalışma yapan Skurvydas ve Brazaitis (103) plyometrik antrenman sonrasında erkeklerde kas kasılma torkunun $323,2 \pm 210,8$, bayanlarda ise $21,2 \pm 48,2$ arttığını bulmuşlardır. Arazi ve Asadi (110) plyometrik antrenmanların sinir-kas sisteminin, eksantrik kasılmadan konsantrik kasılmaya geçişinin hızlandırılmasını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Plyometrik antrenmanın, deney grubunda bulunan deneklere ait bacak kaslarının sinirsel aktiviteleri etkilediği, koşu aktivitesinde kuvvet üretme oranından anlamlı bir rolü olan kas-tendon sertliğini etkilediği ve kasların eksantrik evreden konsantrik evreye geçiş hızını kolaylaştırdığından dolayı her iki deney grubundan bulunan deneklere ait sürat performansını geliştirdiği düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın 10 m, 20 m ve 30 m sürat değerleri üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait 10 m sürat değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait 10 m sürat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 19,000$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında 10 m sürat son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($-0,057 \pm 0,048$ sn) ile DSG ($-0,119 \pm 0,045$ sn) arasında DSG lehine; YSG ($-0,057 \pm 0,048$ sn) ile KG ($0,014 \pm 0,040$ sn) arasında YSG lehine; DSG ($-0,119 \pm 0,045$ sn) ile KG ($0,014 \pm 0,040$ sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.22).

3 gruba ait 20 m sürat değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait 20 m sürat

değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 36,939$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında 20 m sürat son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($-0,216 \pm 0,031$ sn) ile DSG ($-0,063 \pm 0,077$ sn) arasında YSG lehine; YSG ($-0,216 \pm 0,031$ sn) ile KG ($0,066 \pm 0,085$ sn) arasında YSG lehine; DSG ($-0,063 \pm 0,077$ sn) ile KG ($0,066 \pm 0,085$ sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.23).

3 gruba ait 30 m sürat değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait 30 m sürat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 14,778$, $p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında 30 m sürat son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($-0,258 \pm 0,092$ sn) ile DSG ($-0,085 \pm 0,099$ sn) arasında YSG lehine; YSG ($-0,258 \pm 0,092$ sn) ile KG ($0,113 \pm 0,210$ sn) arasında YSG lehine; DSG ($-0,085 \pm 0,099$ sn) ile KG ($0,113 \pm 0,210$ sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.24).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait sürat değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Erkekler için koşu performansının sınıflandırılması 3 ayrı evrededir. İlk 10 metreye kadar olan mesafe ilk hızlanma evresi, 10-36 metre arasında ikinci hızlanma evresi ve ondan sonra ki evre ise maksimal veya hızın korunma evresidir. Bununla birlikte hızlanmanın süresi cinsiyet ve fiziksel performans derecesi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bayanlarda ise ortalama olarak 25 m ile 35 m lik mesafeler arasında maksimal sürata ulaşılmakta, üst-düzey sürat koşucularında ise 60 metreye kadar hızlanma evresi sürebilmektedir (12). Skurvydas ve Brazaitis (103) plyometrik antrenman sonrasında erkeklerde kas kasılma kuvvetinin arttığını, Chelly ve ark. (34) plyometrik antrenmanın, deneklerin ön test ilk adım hızı değerlerinde %18,18'lik, ilk 5 metre hız değerlerinde ise %10'luk bir artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Kollath ve ark. (162) yaptıkları çalışmada sıçrama ve sürat yeteneklerinin birbirine

çok yakın ilişki iki beceri olduğunu belirtmişlerdir. Misjuk ve Viru (111) ve Maulder ve ark. (161) 10 m sürat performansı ile aktif sıçrama performansı arasında yüksek düzeyde ilişki olduğunu saptamışlardır. Yapılan bu çalışmada da aktif sıçrama değerleri istatistiksel olarak daha fazla olan DSG'nun 10 m sürat değerleri de istatistiksel olarak YSG'nun değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Sleivert ve Taingahue (163) ilk hızlanma evresinin (0-10 m) en temel olarak güç performansından ve kasların konsantrik evredeki hareketlerinden etkilendiğini, Chelly ve Denis, (164) ise maksimal hız evresinin ise kas-tendon sertliğinden etkilendiğini belirtmişlerdir. Makaruk ve Sacewicz (6) plyometrik antrenmanın sıçrama zamanını azaltılmasının, diz fleksiyon açısının ve rebound süresinin azaltılmasına bağlı olduğu ifade etmiş ve bu parametrelerin geliştirilmesi sonucunda maksimal güç üretiminin artacağını ve özellikle 100 metre sürat koşusu gibi ilk hareket hızının önemli olduğu çeşitli spor dallarında performansı artırması açısından önemli olduğu belirtmiştir.

DSG'nda bulunan deneklerin anaerobik güç değerlerinin daha fazla geliştiği göz önüne alınırsa, ilk 10 m lik mesafedeki iki grup arasındaki farkın, DSG'nda bulunan egzersizlerin yatay düzlemde yapılan egzersizlere oranla gücü daha fazla geliştirdiğini ve bundan dolayı da iki grup arasında 10 m sürat değerlerinde farkın olduğu düşünülmektedir.

Misjuk ve Viru (111) 30 metre sürat performansı ile kas gücü arasındaki ilişkinin, ilk 10 metreye kadar olan mesafedeki sürat performansı ile kas gücü arasındaki ilişki kadar yüksek düzeyde olmadığını bulmuştur. Bizim çalışmamızda benzer sonuç olarak, 20 m ve 30 m sürat değerleri daha fazla gelişmiş olan YSG'nun maksimal anaerobik güç değerleri DSG'na oranla daha düşük çıkmıştır. de Villarreal ve ark. (88) yaptıkları çalışmada uzun süreli plyometrik antrenmanın beklendiği gibi sürat performansındaki artıştaki önemini açıklığa kavuşturmayı ve bunu etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Sürat performansını en iyi şekilde arttırmak için farklı tiplerdeki plyometrik egzersizler ile daha büyük yatay ivmelenmeyi içeren antrenman formlarının kombine edilmesi (sürat özellikli plyometrik egzersizler ve yatay düzlemde yapılan sıçrama çalışmaları) gerektiğini belirtmişlerdir. Literatürde yatay sıçramalar ile sürat performansı arasındaki pozitif ilişkinin bulunduğu çalışmalara rastlanmaktadır. Maulder ve ark. (161) yatayda yapılan 5 adım sıçrama testi ile 40 m

sürat zamanı arasında yüksek düzeyde korelasyon ($r= 0,81$) olduğunu ve Maulder ve Cronin, (165) ise 20 m sürat performansı ile yatayda tek ayak sıçrama ($r= 0,74$) ve yatayda tek ayakla 3 adım sıçrama ($r= 0,86$) arasında yüksek düzeyde ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Maulder ve Cronin (165) yatay sıçrama testlerinin ($r= -0,73 - -0,86$ arasında) 20 metre sürat performansı tahmin etmede dikey sıçrama testlere ($r= -0,52 - -0,73$ arasında) oranla daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir. Mero ve Komi, (24) koşu sırasında kuvvet üretimi dikey egzersizlere oranla yatay egzersizlere çok daha benzer olduğunu belirtmiştir. Maulder ve ark. (161) sürat koşusunun ilk birkaç adımında, bir adımda geçen sürenin %81,1'i konsantrik kasılma evresi olduğunu belirtmiştir.

Rimmer ve Sleivert (113)'in yaptığı çalışmalarında plyometrik antrenmanın adım uzunluğunu veya adım frekansını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilemediğini ancak yerle kontak süresini %4,4 oranında azalttığını bulmuşlardır. Mero ve Komi (24) sürat koşucularının kuvvet antrenmanlarında sürat özellikleri içeren ve yatayda yapılan zıplamaların (*horizontal bounding*) kullanılmasını önermiştir. Bununla birlikte Maulder ve Cronin (165) yatay sıçrama testleri ile 20 m sürat testi arasında yüksek düzeyde ilişki bulmuşken, dikey sıçrama testleri ile 20 m sürat testi arasında orta düzeyde bir ilişki bulmuştur. Bu tür çalışmalar özellikle hazırlık döneminin sonu yarışma döneminin öncesinde, antrenmanın amacı yarışma performansı için sinir-kas sisteminin geliştirilmesiye kullanılması gerektiğini ifade etmiştir.

Yatay düzlemde yapılan plyometrik egzersizlerde yerle kontak sırasında özellikle diz ve ayak bileği eklemünde oluşan açılar dikey sıçrama egzersizlere oranla daha azdır (Mero ve Komi, 24). Bunun sonucunda yatay sıçrama grubunda bulunan deneklerin alt ekstremite kas gruplarında daha kısa süreli gerilme-kısalma döngüsü oluşacağı, özellikle kanguru sıçrayışı gibi bacağın üst kısmının hızlı bir şekilde öne-yukarı doğru uzatıldığı egzersizlerde hareket mekaniği sürat koşu tekniğine mekanik olarak benzemesi ve bundan dolayı da antrenmanın özelleşme ilkesinin, 20 m ve 30 m sürat performansı üzerindeki pozitif etkilerinin DSG'na oranla YSG'nda daha fazla oluşacağı düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın çeviklik değerleri üzerindeki etkileri

6 haftalık plyometrik antrenmanından sonra yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'na ait çeviklik değerlerinde ön-testten son-testte %-2,07 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %-4,64 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t= 2,820$, $p \leq 0,05$ ve $t= 11,998$, $p \leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %0,63 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= -1,506$, $p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.12).

Literatürde plyometrik çalışmaların çeviklik gelişimine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak literatürde çok az da olsa plyometrik antrenmanın deneklere ait çeviklik değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirmede de gözlemlenmiştir.

Dodd ve Avlar (25)'in yaptıkları çalışmada patlayıcı kuvvet antrenman modellerinin deneklere ait alt ekstremite gücü gelişimine akut etkilerini incelemiştir. 15 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında deneklere ait çeviklik değerleri T-çeviklik testi ile ölçülmüştür. Deneklerin ön test değerleri $9,849 \pm 0,436$ sn iken, plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %0,04'lik bir azalma göstererek $9,853 \pm 0,400$ sn yükselmiştir. Çalışma sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın çeviklik gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin saptandığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Heang ve ark. (121)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın kolej badminton oyuncularının çeviklik performansı olan etkilerini incelemiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ön test son test değerleri arasında plyometrik antrenman grubuna ait çeviklik değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $22,46 \pm 2,92$ sn iken, 6 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-7,12'lik bir gelişme göstererek $20,86 \pm 2,58$ sn azalmıştır.

Başka bir çalışmada Shallaby (108) plyometrik çalışmaların basketbolculara ait beceri ve fiziksel performansı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Deneklere ait çeviklik değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde negatif yönde gelişerek çeviklik değerleri düşmüştür. 12 haftalık plyometrik antrenman grubunda bulunan

deneklerin çeviklik ön test değerleri 10,90 sn iken son testte bu değerler %-12,07'lik bir gelişme göstererek 9,59 sn azalmıştır.

İki farklı zeminde çalışan Arazi ve ark. (93)'nin yaptıkları çalışmada suda yapılan plyometrik ile yerde yapılan plyometrik antrenmanın çeviklik performansına olan etkilerini incelemişlerdir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait çeviklik T test ön test değerleri 11,98 sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-15,78'lik bir gelişme göstererek 10,09 sn azalmıştır. Yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait çeviklik T test ön test değerleri 13,30 sn iken, bu değerler %-9,62'lik bir gelişme göstererek 12,02 sn azalmıştır. Suda plyometrik antrenman yapan grubuna ait *Illinois* çeviklik koşu testi ön test değerleri 18,49 sn iken, bu değerler %-5,90'lık bir gelişme göstererek 17,40 sn azalmıştır. Yerde plyometrik antrenman yapan grubuna ait *Illinois* çeviklik koşu testi ön test değerleri 18,91 sn iken, bu değerler %-6,08'lik bir gelişme göstererek 17,76 sn azalmıştır.

Atacan (109) yaptığı çalışmada özel olarak düzenlenmiş 8 haftalık plyometrik antrenmanın, genç erkek futbolcularda çeviklik değerlerine olan etkileri incelemiştir. Deneklere ait çeviklik performansı, altıgen çeviklik testi, çeviklik T-testi ve illinois çeviklik testi olmak üzere 3 farklı test ile ölçülmüştür. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin çeviklik T-test ön test değerleri $11,14 \pm 0,49$ sn iken son testte bu değerler %-5,74'lük bir gelişme göstererek $10,50 \pm 0,39$ sn azalmıştır. Deneklerin altıgen çeviklik ön test değerleri $11,45 \pm 0,56$ sn iken son testte bu değerler %-12,66'lık bir gelişme göstererek $10,00 \pm 0,37$ sn azalmıştır. Deneklerin altıgen çeviklik ön test değerleri $17,13 \pm 0,48$ sn iken son testte bu değerler %-6,88'lik bir gelişme göstererek $15,95 \pm 0,50$ sn azalmıştır. 8 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait tüm çeviklik test değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır.

Benzer bir grup üzerinde çalışan Thomas ve ark. (32)'nin yaptıkları çalışmada iki farklı plyometrik antrenman tekniğinin genç futbolcularda çeviklik düzeyleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında 505 çeviklik testi kullanılarak ölçülmüştür.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Genç voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmasında Lehnert ve ark. (31) 6 haftalık plyometrik antrenman sonrasında deneklere ait çeviklik değerlerini incelemiştir. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 x 6 m mekik testi ile ölçülmüştür. Çalışmanın sonunda deneklere ait çeviklik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişme gözlenmiştir. Deneklerin ön test çeviklik değerleri $11,08 \pm 0,55$ sn iken, 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler $\%-3,43$ 'lük bir gelişme göstererek $10,70 \pm 0,68$ sn azalmıştır.

İki farklı sıçrama antrenman protokolü uygulayan Asadi (35) yaptığı çalışmasında 6 hafta yapılan derinlik sıçraması ile aktif sıçrama antrenmanının çeviklik üzerine etkilerini karşılaştırmıştır. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında çeviklik T testi ve *Illinois* çeviklik testi kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda her iki deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamışken, deneklere ait ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Derinlik sıçraması grubuna ait T çeviklik testi değerleri $\%-8,13$ 'lük bir gelişme göstermiştir. Aktif sıçrama grubuna ait T çeviklik testi değerleri $\%-10,40$ 'lık bir gelişme göstermiştir. Derinlik sıçraması grubuna ait *Illinois* çeviklik testi değerleri $\%-8,61$ 'lik bir gelişme göstermiştir. Aktif sıçrama grubuna ait *Illinois* çeviklik testi değerleri ise $\%-10,91$ 'lik bir gelişme göstermiştir.

Sağlıklı atletler üzerinden yapılan çalışmada Miller ve ark. (36) 6 hafta yapılan plyometrik antrenmanının çeviklik üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklere ait çeviklik değerleri 6 haftalık çalışmanın öncesinde ve sonrasında çeviklik T testi ve *Illinois* çeviklik testi kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deney grubunun ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Plyometrik antrenman grubuna ait T çeviklik testi ön test değerleri $12,8 \pm 1,0$ sn iken, 6 haftalık plyometrik antrenmanı sonucunda bu değerler $\%-5,47$ 'lik bir gelişme göstererek $12,1 \pm 1,1$ sn azalmıştır. Plyometrik antrenman grubuna ait *Illinois* çeviklik testi ön test değerleri $17,1 \pm 1,7$ sn iken, 6

haftalık plyometrik antrenman sonucunda bu değerler %-2,93'lük bir gelişme göstererek $16,6 \pm 1,6$ sn azalmıştır.

Kas kuvveti birçok spor müsabakasında son derece önemlidir. Futbolda, sporcuların patlayıcı güç düzeyinin artırılması antrenörlerin temel esaslarından birisidir. Bu patlayıcı güç, müsabaka içerisinde sporcuların becerilerini doğru zamanda sergileyebilmesi için gereklidir. Birçok sporcu müsabaka esnasında yatay düzlemde, dikey düzlemde veya yanlara doğru patlayıcı güç kullanır (31). Sporcular için bu denli önemli olan patlayıcı gücü geliştirmek için antrenörler tarafından sıklıkla plyometrik antrenmanlar kullanılır (6, 32–34). Plyometrik alıştırmalar genellikle sıçrama, zıplamalar ve sekmeler (35) gibi aktiviteleri içermekle birlikte durup, tekrar harekete geçme ve yön değiştirilen patlayıcı güce dayalı aktiviteleri de içermektedir (36). Plyometrik alıştırmalar esnasında kas fibrillerinin ve bağ dokunun elastik bileşenleri hızın azalma evresinde (*deceleration phase*) kasın potansiyel enerji depolamasına izin verirken, hızda artış evresinde (*acceleration phase*) enerjinin salınımını sağlar (35). Çeviklik, ardı ardına yapılan hareketler sırasında, hızlı bir şekilde yön değiştirirken vücudun pozisyonunun korunma veya kontrol edilebilme yeteneğidir (36). Çeviklik, dinamik hareketlerde gerilme-kısalma döngüsünü etkili bir şekilde kullanılarak çabuk kuvvet gelişimi ve yüksek güç çıkışı gerektirir (32). Çeviklik antrenmanı, eklem reseptörleri, golgi tendon organları ve kas içciklerinin sinir adaptasyonu ve sinir-kas antrene edilmesini sağlar (36). Plyometrik antrenman, kas refleks inhibisyonunu azaltır, kas gerimi artırır, golgi tendon organlarının ve kas içciklerinin hassasiyetini artırır (2, 31). Literatürde birçok araştırmacı plyometrik antrenman sonrasında çeviklik değerlerinin artmasının nedenini kasılma esnasında aktif olan motor ünite sayısının artmasına ve sinirsel adaptasyona bağlamışlardır (32, 35, 36, 93, 121). Sinirsel adaptasyon genellikle merkezi sinir sistemi sinyalleri ile kasın duyu organları arasındaki koordinasyonun artması ile meydana gelir (36).

Plyometrik antrenmanın, bacak kaslarının sinirsel aktiviteleri etkilediği, eklem reseptörleri, golgi tendon organları ve kas içciklerinin sinir adaptasyonu geliştirdiği, kasılma esnasında aktif olan motor ünite sayısının arttırdığı, merkezi sinir sistemi sinyalleri ile kasın duyu organları arasındaki koordinasyonun arttırdığından dolayı her iki deney grubundan bulunan deneklere ait çeviklik performansını geliştirdiği düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın çeviklik değerleri üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait çeviklik değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait çeviklik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)}= 23,353$, $p= 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında çeviklik son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($-0,32 \pm 0,34$ sn) ile DSG ($-0,74 \pm 0,18$ sn) arasında DSG lehine; YSG ($-0,32 \pm 0,34$ sn) ile KG ($0,10 \pm 0,20$ sn) arasında YSG lehine; DSG ($-0,74 \pm 0,18$ sn) ile KG ($0,10 \pm 0,20$ sn) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.25).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait çeviklik değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Tekrar edilen balistik hareketler yere karşı uygulanan patlayıcı gücün ortaya çıkma yeteneğini potansiyel olarak arttırmaktadır. Plyometrik sıçramalarda yerle kontak süresi derinlik sıçraması için 300 ms ile 200 ms arasındayken, aktif sıçrama içinse 300 ms ile 400 ms arasında değişmektedir. Sürat koşusu sırasında bu değerler hızlanma evresinde 200 ms altına düşürken, en yüksek hızda ise bu değerler 100 ms altına inmektedir. Ancak sürat koşusunun tersine, çeviklik becerisi, hızı azaltmak veya arttırmak için çok daha büyük kuvvet gerektirir. Bu yüzden de çeviklik ile bacak kasları arasında orta düzeyde bir ilişki vardır. Sinir-kas adaptasyonu ateşlenme frekansı ile ve ateşlenme biçimine bağlıdır. Bu adaptasyon hızın azalma evresinden hızın arttırılma evresine hızlı ve kuvvetli bir şekilde geçebilme becerisini arttırıyor olabilir (32). Asadi (35) plyometrik antrenmanda uygulanan derinlik ve aktif sıçrama egzersizlerinin, diz ekstansörlerindeki kasların eksantrik kasılmadan konsantrik kasılma hareketine geçişini hızlandıracağını, kas gücünü ve hareket verimliliğini arttıracığından dolayı yerle kontak süresi azaltabileceğini ve bu yüzden de çeviklik performansın pozitif olarak etkileyeceğini belirtmiştir. Asadi (35) derinlik ve aktif sıçrama antrenmanlarının, hızın azalma evresi sırasında yönde değişikliğinin en

önemli unsuru olan *quadriceps* kas grubunun eksantrik kuvvetini arttırıyor olabileceğini belirtmiştir.

Yapılan çalışmada DSG'nun çeviklik değerleri istatistiksel olarak YSG'na göre daha düşüktür ve aynı zamanda DSG'nun anaerobik güç değerleri de YSG'na göre istatistiksel olarak daha yüksektir. Dikey düzlemde yapılan özellikle derinlik ve aktif sıçrama egzersizlerinin diz ekstansör kasların eksantrik kasılmadan konsantrik kasılma hareketine geçişini hızlandırdığı, kas gücünü ve hareket verimliliğini arttırdığı, hızın azalma evresindeki yön değişikliğinde önemli bir unsur olan diz ekstansör kaslarının dikey sıçrama aktivitelerinde baskın olarak kullanılmasından dolayı çeviklik performansı üzerindeki pozitif etkilerinin YSG'na oranla DSG'nda daha fazla oluşacağı düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın *vastus lateralis* (VL), *vastus medialis* (VM) ve *gastrocnemius* (GAS) kaslarına ait *root mean square* (RMS) değerleri üzerindeki etkileri

6 haftalık plyometrik antrenmanından sonra yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'nun VL kasına ait RMS değerlerinde ön-testten son-testte %20,54 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %45,87 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t = -4,942$, $p \leq 0,01$ ve $t = -12,999$, $p \leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %1,79 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t = -0,343$, $p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.13).

Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'nun VM kasına ait RMS değerlerinde ön-testten son-testte %26,85 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %46,36 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t = -4,639$, $p \leq 0,01$ ve $t = -9,681$, $p \leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %5,41 oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t = -1,618$, $p > 0,05$) (Bkz. Tablo 4.14).

Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre YSG'nun GAS kasına ait RMS değerlerinde ön-testten son-testte %46,43 oranında, DSG'na ait değerlerde ise %26,32 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenirken ($t = -9,389$, $p \leq 0,01$ ve $t = -7,150$, $p \leq 0,01$), KG'na ait değerlerde ön-testten son-testte %-0,86

oranında bir değişim olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ($t= 0,142$, $p>0,05$) (Bkz. Tablo 4.15).

Literatürde plyometrik çalışmaların EMG değerlerine pozitif etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Ancak literatürdeki bazı plyometrik çalışmalarda deneklere ait EMG değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmediği de gözlemlenmiştir.

Henry ve ark. (127)'nin yaptıkları çalışmada 6 haftalık plyometrik antrenmanın *peroneus longus* kasının reaksiyon zamanına olan etkisini incelemiştir. EMG ölçümleri ise *MATLAB (The MathWorks, Inc, Natick, MA)* marka cihazla ölçülmüştür. EMG ölçümleri tek kullanımlık yüzeysel elektrotlarla ve band-pass aralığı 10-350 Hz olarak alınmıştır. Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda plyometrik antrenman grubuna ait *peroneus longus* kasının reaksiyon zamanında %4,63 ve kontrol grubunun ise %3,50'lik bir düşüş gözlenmiştir. Ancak yapılan istatistiksel analizler sonucunda 6 haftalık plyometrik antrenmanın *peroneus longus* kasının reaksiyon zamanı değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Ritmik cimmastikçiler üzerine çalışan Arpınar ve ark. (126)'nin yaptıkları çalışmada tek ve çift bacak dikey sıçrama sırasında EMG verileri ile dikey sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Deneklerin tek ve çift bacakla sıçrama esnasındaki dikey sıçrama yükseklikleri ile *quadriceps femoris* kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Garrison ve ark. (128)'nin yaptıkları çalışmada erkek ve bayan futbolcularda tek ayakla yere iniş sırasında alt ekstremitte kaslarına ait EMG değerlerini incelemiştir. EMG değerleri tüm deneklerin sağ alt ekstremitte *gluteus medius*, *rectus femoris*, *vastus lateralis* ve *biceps femoris* kaslarından RMS değerleri olarak alınmıştır. RMS verileri deneklerin dominant ayaklarının yerle kontak yapmadan 40 ms öncesi ve 40 ms sonrasında olmak üzere 80 ms boyunca toplanmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda 4 farklı kas grubuna ait RMS değerleri ve diz eklemini içe rotasyon momentlerinde cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Literatürde bizim çalışmamızda olduğu gibi plyometrik antrenmanın EMG değerleri gelişimine istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin saptandığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Fouré ve ark. (86) plyometrik antrenmanın ayak bileği eklemine ait kas-eklem kompleksi ve gastrocnemius kasının pasif sertliği üzerine etkilerini incelemiştir. Deneklerin medial ve lateral gastrocnemiu ve soleus kaslarından yüzeysel EMG yöntemi ile EMG değerleri kayıt edilmiştir. 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda, deneklere ait ayak bileği eklemine ait hareket genişliği, aşil tendonu sertliğine veya ayak bileği eklemine ait kas-eklem pasif sertliği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişik gözlenmezken, gastrocnemius kasına ait pasif sertliği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde %33,3 oranda gelişme gözlenmiştir.

Başka bir çalışmada Chimera ve ark. (115)'nin sıçrama egzersizleri sırasında plyometrik antrenmanın alt ekstremite kas aktivasyonu ve performansı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Deneklere ait EMG verileri, vastus medialis, vastus lateralis, medial hamstrings, lateral hamstrings, kalça abdükörü ve kalça addükörü olmak üzere 6 farklı kas grubundan *Noraxon Telemetry System (Noraxon USA Inc, Scottsdale, AZ)* cihazıyla alınmıştır. Deneklerin kalça addükörlerine ait ortalama EMG değerleri, plyometrik antrenman sonucunda %10,36'lık bir gelişme göstermiştir. Deneklerin kalça addükörlerine ait maksimum EMG değerleri ise %21,56'lık bir gelişme göstermiştir. Çalışmanın sonunda deneklerin kalça addükörlerine ait EMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmasında Wu ve ark. (9) plyometrik antrenmanın tricep surae kasına ait EMG değerlerini, aşil tendonun sertliğini ve elastik enerji kullanımı arttırmasını ve bu etkilerin istemli elektromekanik gecikme ve sıçrama yüksekliğiyle arasındaki ilişkiyi incelemiştir. EMG ölçümleri tüm deneklerin sağ bacaklarına ait *medial ve lateral gastrocnemius* ve *soleus* kaslarından RMS olarak kayıt edilmiştir. Deneklere ait istemli elektromekanik gecikme, *gastrocnemius* kasına ait EMG aktivitesinin başlaması ile plantar fleksiyon torkunun başlaması arasında geçen zaman *MATLAB 7.1 software* ile ölçülmüştür. 8 haftalık çalışmanın sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin *soleus* kasına ait RMS değerleri 5.ci ve 8.ci haftalarda, tendon sertliği, elastik enerji depolama, elastik enerjiyi serbest bırakma ve istemli elektromekanik gecikme değerleri ise 8.ci

haftadan sonra istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin *soleus* kasına ait RMS değerleri 5. ci hafta sonunda %51,61 ve 8.ci hafta sonunda ise %48,39 artmıştır. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin elastik enerji girişi değerleri 8.ci hafta sonunda %34,78'lik bir artış göstermiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin elastik enerji salınım değerleri 8.ci hafta sonunda %34,21'lik bir artış göstermiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan deneklerin tendon sertliği değerleri 8.ci hafta sonunda %42,12'lik bir artış göstermiştir. Plyometrik antrenman grubunda bulunan denekler ait istemli elektromekanik gecikme değerleri 8.ci hafta sonunda %12,23'lük bir artış göstermiştir.

Triatletler üzerinde yaptıkları çalışmada Bonacci ve ark. (122) kısa süreli plyometrik antrenmanların yarışma esnasında bisikletten sonraki koşu sırasında değişen nöromotor kontrolleri artışını incelemişlerdir. Deneklerin alt ekstremite kaslarına ait EMG değerleri bisiklet aktivitesi olmadan ve 45 dakikalık bisiklet aktivitesinden sonra 12 km/sa hızda 4 dakika boyunca koşu esnasında alınmıştır. EMG değerleri deneklerin sağ bacağındaki *tibialis anterior*, *gastrocnemius lateralis*, *rectus femoris* ve *biceps femoris* kaslarından alınmıştır. 8 haftalık plyometrik antrenman sonucunda, deney grubuna ait EMG verileri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişmiştir. Deneklerin alt ekstremite kas gruplarına ait ortalama RMS *error* değerleri %58,87'lik bir azalma göstermiştir. Deneklerin alt ekstremite kas gruplarına ait ortalama EMG amplitude değerleri %96,50'lik bir artış göstermiştir.

Başka bir çalışmada Lythgo and Cofré (123) yürüyüş sırasında EMG aktivitesi ile ayak bileği plantar fleksiyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Deneklere ait EMG sinyalleri deneklerin sağ bacaklarında bulunan lateral gastrocnemius, medial gastrocnemius, soleus ve peroneus longus kaslarında 16 kanallı EMG sistemi ($CMRR=90\text{ dB}$, $SNR>50\text{ dB}$, $20\text{ M}\Omega$ impedance) ile kayıt edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda deneklerin ortalama yürüme hızı $1,42 \pm 0,02\text{ m/s}$ olarak belirlenmiştir. Deneklere ait maksimum EMG değerleri, ayak bileğinin güç üretiminde 92 ms önce oluşmuştur. Bu da *stance* periyodunun %15'ine denk gelmektedir. Ayak bileği güç üretimi başladığı anda maksimum EMG aktivitesi %88 olarak kayıt edilmiştir. EMG aktivasyonları *stance* periyodunun son %20'sine gelindiğinde hızlı bir şekilde, maksimum EMG aktivitesinin %60'e kadar düştüğü

belirlenmiştir. *Soleus* ve *peroneus longus* kaslarının maksimum EMG aktivitesi sırasında ayak bileği güç üretimi, maksimum ayak bileği güç üretiminin %20 ve %34 sırasında olduğu, bununla birlikte *medial* ve *lateral gastrocnemius* kaslarına maksimum EMG aktivitesinin ise %0,8 ve %11 sırasında olduğu saptanmıştır.

Kum zemin üzerinde yaptığı çalışmasında Asadi (97) derinlik sıçraması ve aktif sıçrama antrenmanlarının deneklere ait EMG değişimlerine etkilerini karşılaştırmıştır. Deneklere ait EMG değerleri *vastus lateralis*, *vastus medialis* ve *rektus femoris* kaslarından ölçülmüştür. Yapılan 6 haftalık plyometrik çalışma sonunda deney grupları ait *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *rektus femoris* kaslarına ait EMG değerlerinde artış gözlenmiştir. Aktif sıçrama grubuna ait *vastus medialis* ve *rektus femoris* kaslarına ait EMG değerleri kontrol gruba göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Koşucular üzerinde yaptığı çalışmasında Clegg ve Harrison (119) sürat koşucuları ile dayanıklılık koşucularının *soleus* kasına ait elektromekanik gecikme ve elastik enerjinin birikme zamanlarını karşılaştırmışlardır. EMG ölçümleri *BioPac/Powerlab 2/20 system (AD Instruments)* ile *soleus* kasından ölçülmüştür. *Soleus* kasına ait elektromekanik gecikme kas aktivasyonu ile ayak topuğunun hareketi arasındaki zaman olarak tanımlanmıştır. *Soleus* kasına ait elastik enerjinin birikme zamanı kuvvet platformuna kuvvet uygulama ile topuğun hareketi arasındaki zaman olarak tanımlanmıştır. Aynı zamanda elastik enerji kas geriminin artmaya başladığı zaman ile hareket arasında geçen zaman olarak ifade edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda sürat koşucularının *soleus* kasına ait elektromekanik gecikme zamanı ve elastik enerji birikme zamanları dayanıklılık koşucularına oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha azdır.

Benzer bir grupla çalışan Kyrolainen ve ark. (125) 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. 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.

Ritmik cimnastikçiler üzerinde yaptığı çalışmasından Arpınar ve ark. (126) tek ve çift bacak dikey sıçrama sırasında EMG verileri ile dikey sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmaya gönüllü 11 elit ritmik cimnastikçi (yaşları $11,6 \pm 1,8$ yıl, ağırlıkları $30,5 \pm 5,5$ kg ve VYY ise $\%7,9 \pm 2,7$) katılmıştır. Deneklere ait dikey sıçrama yükseklikleri *Newtest* sıçrama platformuyla üçer kez tek ve çift bacakla sıçrayarak belirlenmiştir. Deneklerin tek bacakla dikey sıçrama yükseklikleri $16,3 \pm 2,3$ cm iken, çift bacakla sıçrama yükseklikleri ise $29,6 \pm 2,8$ cm olarak kayıt edilmiştir. Deneklerin EMG verileri gümüş-gümüş klorür elektrotlar (*Biopac MP30*) ile dikey sıçrama esnasında sağ bacdant *quadriceps femoris* ve *biceps femoris* kaslarından alınmıştır. Deneklerden elde edilen EMG verilerinden RMS değerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonunda deneklerin tek ve çift bacakla yapılan dikey sıçrama testinde sıçrama yükseklikleri ile *biceps femoris* kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde yüksek ilişki olduğu gözlenmiştir.

İki farklı antrenman yöntemini karşılaştırdığı çalışmasında Mehdipour ve ark. (124) ağırlık antrenmanı ile plyometrik antrenmanın beden eğitimi bölümünde okuyan öğrencilerin alt ekstremite kaslarına ait EMG değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklere ait EMG değerleri aktif ve pasif sıçrama esnasında *biceps femoris*, *rectus femoris* ve *gastrocnemius* kaslarından kayıt edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre aktif ve pasif sıçrama esnasında her iki deney grubuna ait *biceps femoris* kasının EMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmezken *rectus femoris* ve *gastrocnemius* kaslarına ait EMG değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlenmiştir.

Benzer bir çalışmada Toumi ve ark. (49) kombine (plyometrik ve ağırlık) antrenmanları ile ağırlık antrenmanının pasif ve aktif sıçrama esnasında alt ekstremite kaslarına ait RMS değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Deneklere ait RMS değerleri *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *biceps femoris*

kaslarından ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda pasif sıçrama esnasında her iki gruba ait RMS değerleri ön testten son testte istatistiksel olarak anlam bir şekilde gelişmemiştir. *Biceps femoris* kasına ait RMS değerleri 2 farklı dikey sıçrama esnasında da istatistiksel olarak anlamlı bir gözlenmemiştir. Ancak aktif sıçrama esnasında VL ve VM kaslarına ait RMS değerleri ön testten son testte istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde gelişmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada Perez-Gomez ve ark. (17) beden eğitim bölümünde okuyan 42 erkek öğrencinin katıldığı çalışmada, ağırlık antrenman ile kombine edilmiş plyometrik antrenmanın miyozin ağır zinciri (MHC) (*myosin heavy-chain*) üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kas biopsisi *vastus lateralis* kasına lokal anestezi yapıldıktan sonra uygulanmış ve alınan kas örneği -80° C muhafaza edilmiştir. Plyometrik ile kombine edilmiş ağırlık antrenmanı, deney grubunda bulunan deneklere ait ön test MHC tip I değerleri $52,8 \pm 2,0$ iken, bu değer son testte %5,2 azalarak $49,9 \pm 2,0$ düşmüştür. Aynı grubun MHC tip IIa değerlerine bakıldığında ön testleri $46,0 \pm 2,0$ iken, bu değer %8,4 artarak son testte $49,6 \pm 1,9$ yükselmiştir. Deney grubuna ait MHC tip I değerlerini azalması ve MHC tip IIa değerlerinin artmasını istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, kontrol grubuna ait değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır.

Yüzeysel EMG, istemli kas kasılması sırasında, birçok motor ünitenin oluşturduğu elektriksel aktivitenin deri yüzeyinden toplanmasıdır. EMG genişliği kas aktivasyonunun düzeyi hakkında bilgi verir ve aktif motor ünitelerin sayısı ve motor ünitelerin ateşlenme oranından etkilenmektedir (45, 46). EMG sinyallerinin kayıt edilmesi, aktive olan motor ünite, deri altındaki yağ dokusu, kas ısısı, kasın en geniş kesiti ve kasın uzunluğu gibi fizyolojik parametrelerden anlamlı bir şekilde etkilenir (51, 72). Vücut yağ yüzdesinin belirlenmesinde kullanılan, skinfold kaliper ile yapılan deri kıvrım kalınlığı ölçümleri sırasında, EMG ölçümlerinin yapıldığı VL, VM ve GAS kaslarının bulunduğu yerlerden de deri kıvrım kalınlığı ölçümleri alınmıştır. EMG ölçümlerini negatif etkileyecek unsurlardan birisi olan deri altı yağ miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Toumi ve ark. (49) yapılan kuvvet antrenmanının, ilk haftalarında görülen maksimal kuvvetteki artışın, antrene edilmiş kasların artan motor ünite aktivitelerinden etkilenebileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte 6 haftalık sıçrama ile ağırlık antrenmanının

birleştirilmesi ile oluşturulan kombine antrenmanı sonucunda, aktif olan motor ünite sayısındaki artış veya motor ünitelerin ateşlenme sıklığının artmasında bağlı olarak EMG aktivitelerinin artmasına neden olduğunu rapor etmiştir. Fletcher ve Hartwell, (37)'in belirttiğine göre Chu, kompleks (plyometrik antrenmanın, ağırlık antrenmanı ile birleştirilmesi) antrenmanın kas-tendon sistemin ve sinir-kas sistemini değiştirdiği, yavaş kasılan fibrillerin, hızlı kasılan fibrillere, karakteristik olarak benzemesine yardımcı olacağını ifade etmiştir. Asadi (97) kum zeminde yaptığı plyometrik antrenman sonrasında deneklere ait EMG değerlerinde artış gözlemlediğini bildirmiştir.

Diz ekstansör kaslarına ait EMG değerlerindeki artışın, aktivite esnasında aktif olan motor ünite sayısının ve motor ünitelerinin ateşlenme oranının artışından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Plyometrik antrenmanın, deney grubunda bulunan deneklere ait VL, VM ve GAS kaslarına ait sinir-kas aktiviteleri pozitif etkilediği, gerilme-kısalma döngülü hareketlerin antrenman programında kullanılmasına bağlı olarak ilgili kaslarda gerilme refleksini tetiklediği ve bundan dolayı sıçrama esnasında devreye giren motor ünite sayısının ve ateşlenme oranının artmasından dolayı her iki deney grubundan bulunan deneklere ait EMG değerlerini geliştirdiği düşünülmektedir.

Plyometrik antrenmanın Plyometrik antrenmanın VL, VM ve GAS kaslarına ait RMS değerleri üzerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması

Yapılan 6 haftalık çalışmanın sonunda, 3 gruba ait VL kasına ait RMS değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait VL kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)} = 26,502, p = 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında VL kasına ait RMS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($0,23 \pm 0,14$ %) ile DSG ($0,50 \pm 0,12$ %) arasında DSG lehine; YSG ($0,23 \pm 0,14$ %) ile KG ($0,02 \pm 0,16$ %) arasında YSG lehine; DSG ($0,50 \pm 0,12$ %) ile KG ($0,02 \pm 0,16$ %) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.26).

3 gruba ait VM kasına ait RMS değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait VM kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)}= 17,967$, $p= 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında VM kasına ait RMS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($0,28 \pm 0,18$ %) ile DSG ($0,51 \pm 0,16$ %) arasında DSG lehine; YSG ($0,28 \pm 0,18$ %) ile KG ($0,06 \pm 0,11$ %) arasında YSG lehine; DSG ($0,51 \pm 0,16$ %) ile KG ($0,06 \pm 0,11$ %) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.27).

3 gruba ait GAS kasına ait RMS değerlerinin son-test ve ön-test farkları Tek Yönlü Varyans Analizi testi sonuçlarına göre incelendiğinde, üç gruba ait GAS kasına ait RMS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(2, 23)}= 27,454$, $p= 0,000$). Gruplar arasındaki bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için *Post Hoc'dan Tukey* testi kullanılarak gruplar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre gruplar arasında GAS kasına ait RMS son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ($0,53 \pm 0,17$ %) ile DSG ($0,30 \pm 0,13$ %) arasında YSG lehine; YSG ($0,53 \pm 0,17$ %) ile KG ($-0,01 \pm 0,15$ %) arasında YSG lehine; DSG ($0,30 \pm 0,13$ %) ile KG ($-0,01 \pm 0,15$ %) arasında DSG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir (Bkz. Tablo 4.28).

Yapılan literatür taramasında yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, deneklere ait EMG değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmaya katılan deneklere ait EMG verileri, aktif sıçrama esnasında kayıt edilmiştir. Aktif sıçrama esnasında özellikle diz ve kalça ekstansörleri, ayak bileği plantar fleksörleri ve aktif bir şekilde üst gövde kullanılması son derece önemlidir (23, 57). DSG'ndaki denekler dikey düzlemde hareket ettiklerinden dolayı, YSG'ndaki deneklere oranlar çok daha baskın bir şekilde diz ekstansör kaslarını kullandığı, dikey düzlemde yapılan sıçramaların, bu gruba ait deneklerin VL ve VM kaslarında daha büyük bir gerilim yarattığı ve buna bağlı olarak daha büyük bir gerilme refleksinin oluştuğu ve bunun sonucunda da EMG ölçümlerinde yapılan

dikey sıçrama aktivitesi esnasında aktif olan motor ünite sayısını ve ateşlenme oranını YSG'na oranla DSG'nda daha fazla arttırdığı düşünülmektedir.

Yatay düzlemde yapılan çalışmalarda genellikle sürat özellikli çalışmalar kullanılmıştır. Mero ve Komi, (24) sürat koşucuları genellikle antrenmanlarında öne doğru zıplama egzersizlerini kullanmakta olduğunu ve öne doğru yapılan zıplama egzersizleri kuvvet-zaman özelliği açısından sürat koşusuna benzediğini belirtmiştir. Mero ve Komi, (24) maksimal koşu esnasındaki hız, maksimal öne doğru zıplama esnasındaki hızdan %14,9 ve diğer sıçrama egzersizlerindeki hızdan ise %38,9 – 45,8 oranında daha fazla olduğunu da rapor etmişlerdir. Yatayda yapılan hareketler mekanik olarak ta sürat koşu mekaniğine benzemektedir. Bizim çalışmamızda bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. YSG'nun 20 m ve 30 m sürat değerleri DSG'nun değerlerinden istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. Maulder ve ark. (161) kısa mesafe koşusunun hızlanma evresindeki ilk birkaç adımında, ilgili kasların konsantrik evresi toplam sürenin %81,1 oluşturduğu ve Mero ve Komi (166) ise sporcunun hızı $2,5 \text{ ms}^{-1}$ den $6,7 \text{ ms}^{-1}$ çıkarıldığında, alt ekstremitte kaslarının EMG değerlerinin arttığını belirtmiştir. King ve Cipriani (1) yatay sıçramalarda kalça ekstansörleri ve Mero ve Komi (24) ise yere kuvvet uygulama sırasında ise ayağın hareket mekaniğinin yatay sıçramalarda, dikey sıçramaya oranla çok daha baskın olduğunu ifade etmişlerdir. Marković ve ark. (27) özellikle öne doğru sıçrama ve zıplama gibi gerilme-kısalma döngülü aktivitelerde öncelikli olarak *calf* kaslarının direnç uyguladığı belirtmiştir. Benzer olarak Lythgo and Cofré (123) ayak bileğindeki güç üretimi adım uzunluğu ve yürüyüş hızın güçlü bir göstergesi olduğunu belirtmiştir.

YSG'ndaki denekler yatay düzlemde hareket ettiklerinden dolayı, DSG'ndaki deneklere oranla çok daha baskın bir şekilde *triceps surae* (*gastrocnemius* ve *soleus*) kasını kullandığı, yatay düzlemde yapılan sıçramaların, bu gruba ait deneklerin GAS kasında daha büyük bir gerilim yarattığı ve buna bağlı olarak daha büyük bir gerilme refleksinin oluştuğu ve bunun sonucunda da EMG ölçümlerinde yapılan dikey sıçrama aktivitesi esnasında aktif olan motor ünite sayısını ve ateşlenme oranını DSG'na oranla YSG'nda daha fazla arttırdığı düşünülmektedir.

SONUÇLAR

6 haftalık yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanın, amatör futbolculara ait fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkileri aşağıda sunulmuştur.

1. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların dikey sıçrama değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, dikey sıçrama grubuna (DSG) ait dikey sıçrama değerlerinin, yatay sıçrama grubuna (YSG) ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
2. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların tepki kuvvet indeksi değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, DSG ait tepki kuvveti indeksi değerlerinin, YSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
3. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların vücut yağ yüzdesi değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilemediği görülmüştür.
4. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların maksimum anaerobik güç değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, DSG ait maksimum anaerobik güç değerlerinin, YSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
5. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların ortalama güç değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ait ortalama güç değerlerinin, DSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.

6. Yatay düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanın yorgunluk indeksi değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği ancak dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanın ise yorgunluk indeksi değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirmediği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ait yorgunluk indeksi değerlerinin, DSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
7. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların 10 m sürat değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, DSG ait 10 m sürat değerlerinin, YSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
8. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların 20 m sürat değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ait 20 m sürat değerlerinin, DSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
9. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların 30 m sürat değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ait 30 m sürat değerlerinin, DSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
10. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların çeviklik değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, DSG ait çeviklik değerlerinin, YSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
11. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların *vastus lateralis* kasına ait EMG değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, DSG ait *vastus lateralis* kasına ait EMG değerlerinin, YSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.
12. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların *vastus medialis* kasına ait EMG değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, DSG ait *vastus medialis* kasına ait EMG değerlerinin, YSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.

13. Yatay ve dikey düzlemde uygulanan plyometrik antrenmanların *gastrocmenius* kasına ait EMG değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Son-test ve ön-test farkları incelendiğinde, YSG ait *vastus medialis* kasına ait EMG değerlerinin, DSG ait değerlere oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir.

ÖNERİLER

Araştırmada bulunan sonuçlar ışığında, antrenörlere ve araştırmacılara yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur.

Antrenörlere yönelik öneriler;

1. Her iki düzlemde de yapılan plyometrik antrenmanlar, vücut yağ yüzdesi haricinde diğer sportif performansı olumlu yönde etkileyen parametrelerin gelişimi için antrenman programlarında kullanılması önerilebilir.
2. Dikey sıçrama performansının önemli olduğu spor branşları için dikey düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
3. Sıçrama esnasında yerle kontak süresinin kısa olmasının sportif performans açısından önemli olduğu branşlar için dikey düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
4. Çok kısa süre içerisinde uygulanan maksimal anaerobik güç aktiviteleri için dikey düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
5. Glikolik enerji sisteminin baskın olduğu, anaerobik dayanıklılık performansı için yatay düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
6. 10 metreye kadar olan mesafelerde, pozitif ivmelenme performansının önemli olduğu spor branşları için dikey düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
7. 10 m ile 30 m arasında olan mesafelerde, sürat performansının önemli olduğu spor branşları için yatay düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
8. Yüksek süratte yön değiştirebilme yeteneği olan çevikliğin önemli olduğu spor branşları için dikey düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.

9. Diz ekstansör kaslarına ait EMG değerlerini arttırarak, diz ekleminde üretilen hız ve kuvvet değerlerinin arttırılması için dikey düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.
10. Plantar fleksör kaslarına ait EMG değerlerini arttırarak, ayak bileği ekleminde üretilen hız ve kuvvet değerlerinin arttırılması için yatay düzlemde yapılan sıçramaların sıklıkla kullanılması önerilebilir.

Araştırmacılara yönelik öneriler;

1. Çalışmada kullanılan denek sayısının arttırılması ve daha uzun bir zaman periyodunda uygulama yapılması, yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların kronik etkilerini daha iyi gösterilebilir.
2. İki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, farklı popülasyonlara (yaş, cinsiyet, spor branşı) uygulanarak aralarındaki akut ve kronik etkiler değerlendirilebilir.
3. İki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, farklı performans göstergeleri (statik veya dinamik denge, yatay sıçrama performansı, koşu ekonomisi) üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla değerlendirilebilir.
4. İki farklı düzlemde yapılan üst ekstremité plyometrik antrenmanların, fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla değerlendirilebilir.
5. İki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların, farklı kas gruplarına ait RMS değerleri üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla incelenebilir.
6. İki farklı düzlemde yapılan plyometrik antrenmanların kapsamı, şiddeti ve egzersizleri değiştirilerek, bu değişikliklerin bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkileri akut ve kronik çalışmalarla araştırılabilir.

KAYNAKLAR

1. **King JA and Cipriani DJ.** Comparing preseason frontal and sagittal plane plyometric programs on vertical jump height in high-school basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2010**; 24(8): 2109-2114.
2. **Chu DA.** *Jumping Into Plyometrics*. 2nd Ed., USA: Human Kinetics, **1998**.
3. **Soundara RR and Pushparajan A.** Effects of plyometric training on the development the vertical jump in volleyball players. *Journal of Physical Education and Sport*, **2010**; 28(3): 65-69.
4. **Howard RL.** Plyometric concept reinvent lower extremity rehabilitation. *Biomechanics*, **2004**; 11: 63-67.
5. **Saunders PU, Telford RD, Pyne DB, Peltola EM, Cunningham RB, Gore CJ, Hawley JA.** Short-Term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2006**; 20(4): 947-954.
6. **Makaruk H and Sacewicz T.** Effects of plyometric training on maximal power output and jumping ability. *Human Movement*, **2010**; 11(1): 17-22.
7. **Bober T, Rutkowska-Kucharska A, Pietraszewski B, Lesiecki M.** Biomechanical criteria for specifying the load applied in plyometric training in basketball. *MedSportpress*, **2006**; 12(2): 227-231.
8. **Marković G.** Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, **2007**; 41: 349-355.
9. **Wu YK, Lien YH, Lin KH, Shih TTF, Wang TG, Wang HK.** Relationships Between Three Potentiation Effects of Plyometric Training and Performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **2009**; 1-7.
10. **Yuktasir B and Kaya F.** Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of Body work and Movement Therapies*, **2009**; 13: 11-21.
11. **Ploeg AH, Miller MG, Holcomb WR, O'Donoghue J, Berry D, Dibbet TJ.** The effects of high volume aquatic plyometric training on vertical jump, muscle power, and torque. *International Journal of Aquatic Research and Education*, **2010**; 4: 39-48.
12. **Bompa TO.** Sporda çabuk kuvvet antrenmanı (üst düzeyde çabuk kuvvet gelişimi için plyometrik). Ankara: Bağırhan yayımevi, **2001**.

- 13. Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michallidis C, Paialakovou G, Patikas D.** The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2005**; 19(2): 369-375.
- 14. Schlumberger A.** Training of sprinting and jumping abilities in soccer. *Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin*, **2006**; 57(5): 125-131.
- 15. Pinasco A and Carson J.** Preseason conditioning for college soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2005**; 27: 56-62.
- 16. Claps F.** Vertical jump equals football success: Here's how to take yours higher. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2002**; 16(4): 611-616.
- 17. Perez-Gomez J, Olmedillas H, Delgado-Guerra S, Royo IA, Vicente-Rodriguez G, Ortiz RA, Chavarren J, Calbet JAL.** Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition, and knee extension velocity during kicking in football. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, **2008**; 33: 501-510.
- 18. Marković G, Jukić I, Milanović D, Metikoš D.** Effects of sprint and plyometric training on morphological characteristics in physically active men. *Kinesiology*, **2005**; 37(1): 32-39.
- 19. Burgess KE, Connick MJ, Graham-Smith P, Pearson SJ.** Plyometric vs. isometric training influences on tendon properties and muscle output. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(3): 986-989.
- 20. Oliver JL and Meyers RW.** Reliability and generality of measures of acceleration, planned agility, and reactive agility. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **2009**; 4: 345-354.
- 21. Flanagan EP and Comyns TM.** The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *National Strength and Conditioning Association*, **2008**; 30(5): 32-38.
- 22. Kotzamanidis C.** Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2006**; 20(2): 441-445.
- 23. Hoffman J.** Physiological aspects of sport training and performance. USA: Human Kinetics, **2002**.
- 24. Mero A and Komi PV.** EMG, force, and power analysis of sprint-specific strength exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, **1994**; 10: 1-13.
- 25. Dodd DJ and Alvar BA.** Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(4): 1177-1182.
- 26. Stemm DJ and Jacobson BH.** Comparison of land- and aquatic-based plyometric training on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(2): 568-571.

- 27. Marković G, Jukic I, Milanovic D, Metikoš D.** Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(2): 543-549.
- 28. Boraczyński T and Urniaz J.** The effect of plyometric training on strength-speed abilities of basketball players. *Medsportpress*, **2008**; 14(1): 14-19.
- 29. Leissring SK, Petushek EJ, Stephenson ML, Jensen RL.** Relationship of ground and knee joint reaction forces in plyometric exercises, *28 International Conference on Biomechanics in Sports, Michigan/USA*, **2010**.
- 30. Debnam M.** Plyometrics: Training for power. *Modern Athlete and Coach*, **2007**; 45(4): 5-7.
- 31. Lehnert M, Lamrova I, Elfmark M.** Changes in speed and strength an female volleyball players during and after a plyometric training program. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, **2009**; 39(1): 59-66.
- 32. Thomas K, French D, Hayes PR.** The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2009**; 23(1): 332-335.
- 33. Ebben WP, Fauth ML, VanderZanden T, Petushek EJ, Feldmann CR.** The time course of recovery from a mesocycle of periodized plyometric training. *28 International Conference on Biomechanics in Sports, Michigan/USA*, **2010**.
- 34. Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ.** Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump and sprint performance of soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2010**; 24(10): 2670-2676.
- 35. Asadi A.** Effects of six weeks depth jump and countermovement jump training on agility performance. *Sport Science*, **2012**; 1: 67-70.
- 36. Miller MG, Herniman TJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael TJ.** The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, **2006**; 5: 459-465.
- 37. Fletcher IM and Hartwell M.** Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2004**; 18(1): 59-62.
- 38. McClymont D.** Use of the Reactive Strength Index (RSI) as a Plyometric Monitoring Tool. *5th World Congress of Science in Football, Lisbon*, **2003**.
- 39. Flanagan EP, Ebben WP and Jensen RL.** Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *Proceedings of the XXV International Symposium of Biomechanics in Sports. Brazil*, 23–27 August, **2007**.
- 40. Tsiokanos A, Kellis E, Jamurtas A, Kellis S.** The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, **2002**; 10: 107–115.

- 41. 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*, **2006**; 16(3): 257-263.
- 42. Lepers R, Pousson M, Maffiuletti N, Martin A, Van Hoecke J.** The effects of a prolonged running exercise on strength characteristics. *International Journal of Sports Medicine*, **2000**; 21; 275-280.
- 43. Sözbir K.** Farklı germe egzersizleriyle yapılan plyometrik antrenmanın EMG ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, **2006**.
- 44. Milic V, Nejc D, Kostic R.** The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps. *Physical Education and Sport*, **2008**; 6(2): 169-179.
- 45. Beck TW, Housh TJ, Mielke M, Cramer JT, Weir JP, Malek MH, Johnson GO.** The influence of electrode placement over the innervation zone on electromyographic amplitude and mean power frequency versus isokinetic torque relationships. *Journal of Neuroscience Methods*, **2007**; 162: 72-83.
- 46. Serrão FB, Cabral CMN, Bérzin F, Candolo C, Monteiro-Pedro V.** Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press. *Physical Therapy in Sport*, **2005**; 6: 15-23.
- 47. 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.
- 48. Staudenmann D, Kingma I, Stegeman DF, Dieen JHV.** 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.
- 49. Toumi H, Best TM, Martin A, Poumarat G.** Muscle plasticity after weight and combined (weight+jump) training. *American College of Sports Medicine*, **2004**; 36(9): 1580-1588.
- 50. 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.
- 51. British Association of Sport and Exercise Sciences (BASES).** Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines. Volumes II. Routledge, Taylor Francis Group, **2008**.
- 52. Miller MG, Cheatham CC, Porter AR, Ricard MD, Hennigar D, Berry DC.** Chest- and waist-deep aquatic plyometric training and average force, power, and vertical-jump performance. *International Journal of Aquatic Research and Education*, **2007**; 1: 145-155.
- 53. Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Martino F, Fiorini S, Wisloff U.** Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, **2008**; 42(1): 42-45.

- 54. Brandenburg J and Czajka A.** The acute effects of performing drop jumps of different intensities on concentric squat strength. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **2010**; 50(3): 254-261.
- 55. Ratamess A, Kraemer WJ, Volek JS, French DN, Rubin MR, Gomez AL, Newton RU, Maresh CM.** The effects of ten weeks of resistance and combined plyometric/sprint training with the meridian elite athletic shoe on muscular performance in women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(3): 882-887.
- 56. Duffield R, Cannon J, King, M.** The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high intensity sprint and plyometric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **2010**; 13(1): 136-140.
- 57. Lees A, Vanrenterghem J, De Clercq D.** The maximal and submaximal vertical jump: Implications for strength and conditioning. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2004**; Nov; 18(4): 787-791.
- 58. Carter AB, Kaminski TW, Douex JR AT, Knight CA, Richards JG.** Effects of high volume upper extremity plyometric training on throwing velocity and functional strength ratios of the shoulder rotators in collegiate baseball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(1): 208-215.
- 59. Baechle TR and Earle RW.** Essentials of Strength Training and Conditioning. China: Human Kinetics, **2000**.
- 60. Wilmore JH and Costill DL.** Physiology of Sport and Exercise. 3rd Edition, USA: Human Kinetics, **2004**.
- 61. Berne RM, Levy MN, Koepfen BM, Stanton BA.** Fizyoloji. Çeviri; Türk Fizyoloji Bilimleri Derneği. 5.ci Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, **2008**.
- 62. Weineck J.** Sporda İşlevsel Anatomi. Çeviri: A. Semra ELMACI. Ankara: Bağırğan Yayımevi, **1998**.
- 63. Fox SI.** Human Physiology. 3rd Ed., USA: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
- 64. Solomon EP.** İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş. Çeviri: L. Bikem Süzen. Antalya: Birol Basın Yayın Dağıtım ve Ticaret Ltd.Şti, **1997**.
- 65. Ganong WF.** Tıbbi Fizyoloji. 21.ci baskı, Çeviri: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri, **2002**.
- 66. Guyton AC and Hall JE.** Textbook of Medical Physiology. 10th Edition. W. B. Saunders Company, **2000**.
- 67. Hole JW Jr.** Human Anatomy and Physiology. 5th Ed., USA: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
- 68. Ganong WF.** Tıbbi Fizyoloji. 17.ci baskı, Çeviri Editörü: Ayşe Doğan. İstanbul: Barış Kitabevi, **1995**.
- 69. Sönmez GT.** Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık, **2002**.

- 70. Kaya F.** İki farklı germe egzersizinin bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, **2004**.
- 71. Ertekin C.** Sentral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, **2006**.
- 72. Herrington L.** Emg biofeedback: What can it actually show? *Physiotherapy*, **1996**; 82(10): 581-583.
- 73. Hug F and Dorel S.** Electromyographic analysis of pedaling: A review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2009**; 19: 182–198.
- 74. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Fitz KA, Culbertson JY.** Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*, **2005**; 40(2): 94–103.
- 75. Rainoldi A, Melchiorri G, Caruso I.** A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *Journal of Neuroscience Methods*, **2004**; 134: 37–43.
- 76. De Luca CJ.** The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, **1997**; 13: 135-163.
- 77. Kellis E and Kouvelioti V.** Agonist versus antagonist muscle fatigue effects on thigh muscle activity and vertical ground reaction during drop landing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2009**; 19: 55–64.
- 78. Soderberg GL.** Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: Exper perspective. U.S Department of Health and Human Service, **1992**.
- 79. Brown LE and Ferrigno VA.** Training for Speed, Agility and Quickness. 2nd Edition, USA: Human Kinetics, **2005**.
- 80. Wilk KE, Voight ML, Keirns MA, Cambetta V, Andrews JR, Dillman CJ.** Stretch-Shortening Drills for the Upper Extremities: Theory and Clinical Application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **1993**; 17(5): 225-239.
- 81. Radcliffe JC and Farentinos, RC.** High-Powered Plyometrics: 77 advanced exercises for explosive sports training. USA: Human Kinetics, **1999**.
- 82. Pire N.** Plyometrics for Athletes at All Levels: A training Guide for Explosive Speed and Power. USA: Ulysses Press, **2006**.
- 83. Shah S.** Plyometric Exercises. *International Journal of Health Sciences & Research*, **2012**; 2(1): 115-126.
- 84. Moore EH, Hickey MS, Reiser RF.** Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players' performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2005**; 19(41): 791-798.

- 85. Brown AG, Wells TJ, Schade ML, Smith DL, Fehling PG.** Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, **2007**; 11(2): 38-44.
- 86. Fouré A, Nordez A, Guette M, Cornu C.** Effects of plyometric training on passive stiffness of gastrocnemii and the musculo-articular complex of the ankle joint. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **2009**; 19: 811-818.
- 87. Stieg JL, Faulkinbury KJ, Tran TT, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA.** Acute effects of depth jump volume on vertical jump performance in collegiate women soccer players. *Kinesiology*, **2011**; 43(1): 25-30.
- 88. de Villarreal ES, Requena B, Cronin JB.** The effects of plyometric training on sprint performance: a meta analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, **2012**; 26(2): 575-584.
- 89. Chu DA, Faigenbaum AD, Falkel JE.** Progressive Plyometrics for Kids. USA: Healthy Learning, **2006**.
- 90. McNeely E and Sandler D.** Power Plyometrics: The Complete Program. 1st Edition, UK: Meyer and Meyer Sports, **2007**.
- 91. Clark MA, Lucett SC, Kirkendall DT.** NASM's Essentials of Sports Performance Training. USA: Lippincott Williams & Wilkins, **2010**.
- 92. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU.** Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, **2011**; 41(2): 125-146.
- 93. Arazi H, Coetzee B, Asadi A.** Comparative effect of land- and aquatic-based plyometric training on jumping ability and agility of young basketball players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, **2012**; 34(2): 1-14.
- 94. Uluçay G.** 12-14 yaş grubu basketbolculara uygulanan plyometrik antrenmanların dikey sıçrama kuvvetine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Edirne, **2009**.
- 95. Cretu M ve Vladu L.** Training strategy development of explosive strength in volleyball. *Journal of Physical Education and Sport*, 2010; 26(1): 51-58.
- 96. Benito-Martínez E, Lara-Sánchez AJ, Berdejo-Delfresno D, Martínez-López EJ.** Effects of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump and speed tests. *Journal of Human Sport & Exercise*, **2011**; 6(4): 603-615.
- 97. Asadi, A.** The effects of a 6-week of plyometric training on electromyography changes and performance. *Sport Science*, **2011**; 2: 38-42.
- 98. Stojanović T and Kostić R.** The effects of the plyometric sport training model on the development of the vertical jump of volleyball players. *Physical Education and Sport*, **2002**; 1(9): 11-25.

- 99. Gerodimos V, Zafeiridis A, Perkos S, Dipla K, Manou V, Kellis S.** The contribution of stretch-shortening cycle and arm swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players. *Pediatric Exercise Science*, **2008**; 20: 379-389.
- 100. Martel GF, Harmer ML, Logan JM, Parker CB.** Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **2005**; 37(10): 814-819.
- 101. Bavlı Ö.** Basketbol antrenmanı ile birleştirilmiş pliometrik çalışmaların bazı biyomotorik özellikler üzerine etkisinin incelenmesi. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, **2012**; 3(2): 90-100.
- 102. Sağıroğlu İ.** Genç basketbolcularda pliometrik antrenmanların anaerobik performans ve dikey sıçrama yüksekliğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, **2008**.
- 103. Skurvydas A and Brazaitis M.** Plyometric training does not affect central and peripheral muscle fatigue differently in prepubertal girls and boys. *Pediatric Exercise Science*, **2010**; 22: 547-556.
- 104. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE.** The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2006**; 20(2): 345-353.
- 105. Skurvydas A.** Jumping capacity of athletes engaged in various sports. *Biology of Sport*, **1998**; 15(4): 253-263.
- 106. Güneş TD.** Basketbol da özelleştirilmiş modern pliometrik antrenmanın motor gelişim üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, **2008**.
- 107. Kılıç MN.** Futbol takımları altyapı oyuncularına uygulanan pliometrik antrenman programının fiziksel uygunluk düzeylerine etkileri (Erzurumspor Örneği). Yüksek Lisans Tezi. *Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, **2008**.
- 108. Shallaby HK.** The effect of plyometric exercises use on the physical and skillful performance of basketball players. *World Journal of Sport Sciences*, **2010**; 3(4): 316-324.
- 109. Atacan, G.** Özel düzenlenmiş 8 haftalık pliometrik antrenmanın genç erkek futbolcularda güce ve çevikliğe etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Kırıkkale, **2010**.
- 110. Arazi H and Asadi A.** The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, **2011**; 6(1): 101-111.
- 111. Misjuk M and Viru M.** The relationships between jumping tests and speed abilities among estonian sprinters. *Acta Academiae Olympicae Estoniae*, **2007**; 15(1/2): 9-16.
- 112. López-Segovia M, Marques MC, van den Tillaar R, González-Badillo JJ.** Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in U21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, **2011**; 30: 135-144.

- 113. Rimmer E and Sleivert G.** Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, **2000**; 14: 295-301
- 114. Rahimi R, Arshadi P, Behpur N, Boroujerdi SS, Rahimi M.** Evaluation of plyometrics, weight training and their combination on angular velocity. *Physical Education and Sport*, **2006**; 4(1): 1-8.
- 115. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ.** Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, **2004**; 39(1): 24-31.
- 116. Sankey SP, Jones PA, Bampouras TM.** Effects of two plyometric training programmes of different intensity on vertical jump performance in high school athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences Original article*, **2008**; 2(1-4): 123-130.
- 117. Feldmann CR, Weiss LW, Schilling BK, Whitehead PN.** Association of drop vertical jump displacement with select performance variables. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2012**; 26(5): 1215-1225.
- 118. Orloff H, Warner M, Nakamura B.** Differences between genders during plyometric jumps. *30th Annual Conference of Biomechanics in Sports, Melbourne/AUS*, **2012**.
- 119. Clegg M and Harrison AJ.** Electromechanical delay and reactive strength indices of sprint and endurance trained athletes. *XXIII International Symposium on Biomechanics in Sport*, Beijing/China, **2005**; 101-104.
- 120. Bal BS, Singh S, Dhesi SS, Singh M.** Effects of 6-week plyometric training on biochemical and physical fitness parameters of Indian jumpers. *Journal of Physical Education and Sports Management*, **2012**; 3(3): 35-40.
- 121. Heang LJ, Hoe WE, Quin CK, Yin LH.** Effect of plyometric training on the agility of students enrolled in required college badminton programme. *International Journal of Applied Sports Sciences*, **2012**; 24(1): 18-24.
- 122. Bonacci J, Gren D, Saunders PU, Franettovich M, Chapman AR, Blanch P, Vicenzino B.** Short-term plyometric training improves altered neuromotor control during running after cycling in triathletes. *28th International Conference on Biomechanics in Sports, Michigan/USA*, **2010**.
- 123. Lythgo N and Cofré LE.** Relationship between ankle plantar flexor power and EMG muscle activity during gait. *30th Annual Conference of Biomechanics in Sports, Melbourne/AUS*, **2012**.
- 124. Mehdipour AR, Ferdowsi MH, Alijani A, Goharpey S.** A study of electromyography of lower extremities and comparison of effects of plyometric and isotonic weight training. *Human Movement*, **2008**; 9(2): 103–106.
- 125. Kyrolainen H, Avela J, Komi P.** Changes in muscle activity with increasing running speed. *Journal of Sports Sciences*, **2005**; 23(10): 1101-1109.
- 126. Arpınar P, Naçakan GR, Akhisaroğlu M, Kutlay E, Koşay C, Bediz CŞ.** Ritmik cimnastikçilerde sıçrama yükseklikleri, izokinetik kuvvet ve EMG profillerinin karşılaştırılması. *Spor Bilimleri Dergisi*, **2003**; 14(3): 104-113.

- 127. Henry B, McLoda T, Docherty CL, Schrader J.** The effect of plyometric training on peroneal latency. *Journal of Sport Rehabilitation*, **2010**; 19: 288-300.
- 128. Garrison JC, Hart JM, Palmieri RM, Kerrigan DC, Ingersoll CD.** Lower extremity EMG in male and female college soccer players during single-leg landing. *Journal of Sport Rehabilitation*, **2005**; 14: 48-57.
- 129. Kocatürk U.** Açıklamalı Tıp Terimleri Sözlüğü. Sekizinci Basım, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, **1999**.
- 130. Pangrazi RP.** Dynamic Physical Education For Elementary School Children.14th Ed., USA: Pearson Education, **2004**.
- 131. Karasar N.** Bilimsel Araştırma Yöntemi. 2. Baskı, Ankara: Nobel yayımevi, **2002**.
- 132. International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK).** *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom, RSA: ISAK, **2001**.
- 133. Durnin JVGA and Womersley J.** Bodyfat assesed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, **1974**; 32: 77-97.
- 134. Lintsi M, Karma H, Kull I.** Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17–18-year-old conscripts. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, **2004**; 24; 85–90.
- 135. Romero VE, Ruiz JR, Ortega FB, Artero EG, Guez GVR, Moreno LA, Castillo MJ, Gutierrez A.** Body fat measurement in elite sport climbers: Comparison of skinfold thickness equations with dual energy X-ray absorptiometry. *Journal of Sports Sciences*, **2009**; 27(5); 469–477.
- 136. Özkara A.** Futbolda Testler. İksan Matbaacılık, Basım I, Ankara. **2002**.
- 137. Owen G, Cronin J, Gill N, McNair P.** Knee extensor stiffness and functional performance. *Physical Therapy in Sport*, **2005**; 6: 38–44.
- 138. Behm DG, Wahl MJ, Button DC, Power KE, Anderson KG.** Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2005**; 19(2): 326-331.
- 139. Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W.** An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2004**; 1389-1396.
- 140. Wong YM and Gabriel YF.** Surface electrode placement affects the EMG recordings of the quadriceps muscles. *Physical Therapy in Sport* 7, **2006**; 122–127.
- 141. Mikkola JS, Rusko HK, Nummela AT, Paavolainen LM, Hakkinen K.** Concurrent Endurance and explosive type strength training increases activation and fast force production of leg extensor muscles in endurance athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **2007**; 21(2): 613-620.

- 142. Peña EF, Lucertini F, Ditroilo M.** A maximal isokinetic pedalling exercise for EMG normalization in cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2009**; 19: 162–170.
- 143. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G.** Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2000**; 10: 361–374.
- 144. De Luca CJ, Gilmore LD, Kuznetsov M, Roy SH.** Filtering the surface EMG signal: movement artifact and baseline noise contamination. *Journal of Biomechanics*, **2010**; 43: 1573–1579.
- 145. Bogey RA, Gitter AJ, Barnes LA.** Determination of ankle muscle power in normal gait using an EMG-to-force processing approach. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2010**; 20(1): 46-54.
- 146. Gore CJ.** Physiological Tests for Elite Athletes. (Ed), Australian Sports Commission, **2000**.
- 147. Roopchand-Martin S and Lue-Chin P.** Plyometric training improves power and agility in Jamaica's national netball team. *West Indian Medical Journal*, **2010**; 59(2): 182-187.
- 148. Inbar O, Bar-or O, Skinner JS.** The wingate anaerobic test, Human Kinetics, Champaign, III. **1996**.
- 149. Docherty D.** Measurement in Pediatric Exercise Science, Published for the Canadian Society for Exercise Physiology, Human Kinetics, **1996**.
- 150. Laurent CMJr, Meyers MC, Robinson CA, Green JM.** Cross-validation of the 20-s versus 30-s Wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, **2007**; 100: 645–651.
- 151. Alemdaroğlu U, Arslan E, Karakoç B, Köklü Y.** Farklı seviyedeki liglerde oynayan takımların altyapısında mücadele eden genç futbolcularda supramaksimal bacak egzersizi yanıtlarının karşılaştırılması. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2008**; 6(1): 21-25.
- 152. Özkan A, Koz M, Ersöz G.** Wingate anaerobik güç testinde optimal yükün belirlenmesi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri*, **2011**; IX(1): 1-5.
- 153. Köklü N, Büyüköztürk Ş, Bökeoğlu ÖÇ.** Sosyal Bilimler İçin İstatistik. Ankara: Pegem A yayıncılık, **2006**.
- 154. Alpar R.** Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik Güvenirlik. Ankara: Detay Yayıncılık, **2010**.
- 155. Fowler NE and Lees A.** A comparison of the kinetics and kinematic characteristics of plyometric drop-jump and pendulum exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, **1998**; 14: 260-275.
- 156. Langford GA, McCurdy KW, Ernest JM, Doscher MW, Walters SD.** Specificity of machine, barbell, and water-filled log bench press resistance training on measures of strength. *Journal of Strength & Conditioning Research*, **2007**; 21(4): 1061-1066.

- 157. Reiser RF, Rocheford EC, Armstrong CJ.** Building a better understanding of basic mechanical principles through analysis of the vertical jump. *Strength and Conditioning Journal*, **2006**; (28): 70–80.
- 158. Aagaard P.** The use of eccentric strength training to enhance maximal muscle strength, explosive force (RDF) and muscular power - consequences for athletic performance. *The Open Sports Sciences Journal*, **2010**; 3: 52-55.
- 159. Andersen JL, Klitgaard H, Saltin B.** Myosin heavy chain isoforms in single fibres from m. vastus lateralis of sprinters: influence of training. *Acta Physiologica Scandinavica*, **1994**; 151(2): 135–142.
- 160. Malisoux L, Francaux M, Nielens H, Renard P, Lebacqz J, Theisen D.** Calcium sensitivity of human single muscle fibers following plyometric training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **2006**; 38: 1901-1908.
- 161. Maulder PS, Bradshaw EJ, Keogh J.** Jump kinematic determinants of sprint acceleration performance from starting blocks in male sprinters. *Journal of Sports Science and Medicine*, **2006**, 5: 359-366.
- 162. Kollath E, Merheim G, Kleinöder H, Braunleder A.** Train the together Jumping and sprinting. *Success in Soccer*, **2009**; 12(2): 24-29.
- 163. Sleivert G and Taingahue M.** The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, **2004**; 91: 46-52.
- 164. Chelly SM and Denis C.** Leg power and hopping stiffness: Relationship with sprint running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **2001**; 33(2): 326-333.
- 165. Maulder P and Cronin J.** Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*, **2005**; 6: 74-82.
- 166. Mero A and Komi PV.** Force, EMG and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. *European Journal of Applied Physiology*, **1986**; 55: 553-561.

EKLER



T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı :B.30.2.ABÜ.0.20.05.04-050.01.04- 150
Konu: Kararlar.

19.04:2012

Sayın; Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR
A.İ.B.Ü.Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğretim Üyesi

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 19 Nisan 2012 Perşembe günü yaptığı toplantısında değerlendirilen, 2012/66 no.lu "Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların performansa olan etkilerinin incelenmesi " çalışmanızın, etik olarak uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet YAZICI
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Başkanı

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı “Yatay ve Dikey Düzlemde Yapılan Plyometrik Çalışmaların Performansa Olan Etkilerinin İncelenmesi”dir.

Bu araştırmanın amacı, yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların dikey sıçrama yüksekliğine, tepki kuvveti indeksine (RSI), vücut kompozisyonuna, maksimum ve ortalama güç değerlerine, sürat değerlerine, çabukluk değerlerine, diz ekstansör (*vastus lateralis* ve *vastus medialis*) ve *gastrocnemius* kasları ait RMS değerlerine olan kronik etkilerinin incelenmesidir. Bu araştırmanın safhaları şunlardır:

- 1. ve 2.Hafta; Ön test öncesinde yapılacak genel kuvvet ve esneklik çalışmalarının yapılması
- 3. Hafta;
 - 1.Gün; Vücut yağ yüzdesinin skinfold kaliper ve tepki kuvveti indeksinin (TKİ) Newtest 1000 test aracı ile belirlenmesi
 - 2.Gün; Dikey sıçrama performansı “Counter Movement Jump” testi kullanılarak Newtest 1000 test aracı ve yüzeysel elektrot yöntemi ile Root mean Square Değerlerinin belirlenmesi
 - 3.Gün; 30 metre testi ile sprint performansının ve Illinois Testi ile çabukluk performansının belirlenmesi
 - 4.Gün; Wingate anaerobik testi ile maksimum ve minimum güç değerlerinin belirlenmesi
- 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 haftalarda plyometrik antrenmanların yapılması
- 10 hafta son test değerlerinin, ön test değerlerinin alındığı gün ve sıralama ile tekrar alınması

Bu çalışmada yer almanızda öngörülen süreler; ön testler için yaklaşık 240 dakika, 2 haftalık genel kuvvet ve esneklik çalışmaları ve 6 haftalık plyometrik antrenman haftada 3 gün yapılacak ve her antrenman ortalama 90 dakika sürecektir. Bundan dolayı antrenman için öngörülen süre 2160 dakikadır. Son testler için öngörülen süre ön testlerde olduğu gibi 240 dakikadır. Genel olarak bu çalışmaya katılan bir kişi, bu çalışma için ortalama 2640 dakika yani 44 saatini bu çalışma için harcamış olacaktır. Herhangi bir antrenmana gelmediği durumlarda sporcu 48 saat içerisinde kaçıracağı antrenmanı uygulayacaktır. İki antrenman peş peşe gelmeyen sporcular çalışmadan çıkarılacak ve bir antrenmana gelmediğinde ise 48 saat içerisinde katılmadığınız antrenmanı yapmanız gerekmektedir.

Bu araştırma ile ilgili olarak sizin sorumluluklarınız yapılan değerlendirmelerde gerekli talimatlara uymaktır. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun ya da rahatsızlıklarınız için 0 505 775 73 72 numaralı telefonda Araştırma Görevlisi Kerim SÖZBİR’e başvurabilirsiniz.

Bu çalışmaya katılmanızdan dolayı aşağıda belirtilen sağlık sorunlarının ortaya çıkabilir:

1. Çalışma esnasında aşırı zorlanmaların yol açabileceği kas çekmesi, kas zorlanması, kas hasarı ve eklem rahatsızlığı olabilir.
2. Elektromiyografi ile ilgili verilerin toplanması esnasında ilgili kaslarda ağrı oluşabilir.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hişbir ödeme yapılmayacak; ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hişbir ücret istenmeyecektir.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırıcı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hişbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Açıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

6 Haftalık Plyometrik Antrenman Programı

Hafta	Yatay Sıçrama Grubu	Dikey Sıçrama Grubu	Set	Tekrar	Ant. Dinl.	Ant. Şidd.	Antr. Kaps.
1-2	* <i>Side to side ankle hops</i> (Çizgi üzerinden sağa-sola sıçrama)	* <i>Two foot ankle hop</i> (Eller belde, çift ayakla ve sadece ayak bilekleri ile sıçrama)	3	10	Setler arası dinlenme 45 sn Egzersizler arası dinlenme ise 3 dk.	Düşük	100 Sıçrama
	* <i>Standing long jumps</i> (Öne doğru çift ayakla sıçrama)	* <i>Box jumps</i> (Çift ayakla, yerden 30 cm'lik kutuya sıçrama ve tekrar sıçradığın yere geri konma)	3	10		Düşük	
	* <i>Front cone hops</i> (Huniler üzerinde öne doğru sıçrama)	* <i>Pogo hops</i> (Sadece çift ayak bileğiyle, kolların yardımıyla yukarıya doğru sıçrama)	5	8		Düşük	
3-4	* <i>Side to side ankle hops</i> (Çizgi üzerinden sağa-sola sıçrama)	* <i>Two foot ankle hop</i> (Eller belde, çift ayakla ve sadece ayak bilekleri ile sıçrama)	3	15	Setler arası dinlenme 50 sn Egzersizler arası dinlenme ise 4 dk	Düşük	120 Sıçrama
	* <i>Lateral jump over barrier</i> (20 cm'lik Engel üzerinden sağa-sola doğru çift ayakla sıçrama)	* <i>Squat jump</i> (Dizlerin pozisyonu 90° lik açıdayken yukarıya doğru sıçrama)	4	5		Orta	
	* <i>Kangaroo hops</i> (Yüksek diz çekerek, geniş adımlarla sıçrayarak öne doğru ilerleme)	* <i>Tuck jump with knees up</i> (Dizler göğse doğru çekilerek sıçrama)	5	5		Orta	
	* <i>Front barrier jump</i> (Öne doğru 30 cm'lik engeller üzerinden sıçrama)	* <i>One leg push off;</i> (Sağ ayak cimnastik sırasında, sol ayak yerde ve sporcu sağ dizinde tam ekstansiyon yaparak dikey sıçrar ve tekrar sağ ayağının üzerine düşer)	5	6		Yüksek	
5-6	* <i>Front cone hops</i> (Huniler üzerinde öne doğru sıçrama)	* <i>Pogo hops</i> (Sadece çift ayak bileğiyle, kolların yardımıyla yukarıya doğru sıçrama)	3	10	Setler arası dinlenme 60 sn Egzersizler arası dinlenme ise 5 dk	Düşük	140 Sıçrama
	* <i>Single leg lateral cone hops</i> (Tek bacakla huni üzerinde sağa-sola sıçrama)	* <i>Countermovement Jump</i> (Ağırlık merkezi hızlıca aşağıya doğru alındıktan sonra, aniden dikey olarak yukarıya doğru sıçrama)	4	6		Orta	
	* <i>Kangaroo hops</i> (Yüksek diz çekerek, geniş adımlarla sıçrayarak öne doğru ilerleme)	* <i>Tuck jump with knees up</i> (Dizler göğse doğru çekilerek sıçrama)	5	6		Orta	
	* <i>Lateral jump over barrier</i> (30 cm'lik Engel üzerinden sağa-sola doğru çift ayakla sıçrama)	* <i>One leg push off ;</i> (Sağ ayak cimnastik sırasında, sol ayak yerde ve sporcu sağ dizinde tam ekstansiyon yaparak dikey sıçrar ve tekrar sağ ayağının üzerine düşer)	6	6		Yüksek	
	* <i>Single leg bounding</i> (Sadece dominant bacakla öne doğru sıçramak)	* <i>Depth jump</i> (30 cm'lik kasanın derinlik sıçraması)	4	5		Yüksek	

Veri Toplama Formu

SIRA NO	ADI - SOYADI	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Ağırlık (KG)	DS (cm)	TKİ (m/sn)	VYY (%)	MAG (Watt)	OG (Watt)	Yİ (%)	1.0 m (sn)	2.0 m (sn)	3.0 m (sn)	Çeviklik (sn)	VL (%)	VM (%)	GAS (%)
Yatay Sıçrama Grubu																	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
Dikey Sıçrama Grubu																	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
Kontrol Grubu																	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Deneklere ait Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı Değerleri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Vücut Ağırlığı (Kg)
1	YSG	23,00	180,50	68,20
2	YSG	21,00	184,20	75,70
3	YSG	20,00	176,20	76,80
4	YSG	19,00	177,10	59,40
5	YSG	21,00	167,20	66,70
6	YSG	22,00	171,60	61,50
7	YSG	20,00	180,50	83,40
8	YSG	21,00	167,70	67,10
9	YSG	19,00	161,00	54,80
10	DSG	20,00	171,50	69,40
11	DSG	18,00	175,00	62,80
12	DSG	23,00	167,00	61,70
13	DSG	20,00	175,00	59,00
14	DSG	21,00	179,50	77,00
15	DSG	21,00	165,60	53,70
16	DSG	20,00	173,80	77,30
17	DSG	21,00	173,80	77,70
18	DSG	20,00	180,50	94,50
19	KG	22,00	171,20	63,40
20	KG	24,00	175,90	63,30
21	KG	23,00	180,60	70,90
22	KG	22,00	172,00	59,70
23	KG	20,00	178,50	69,40
24	KG	19,00	182,40	71,50
25	KG	21,00	182,50	72,00
26	KG	18,00	176,40	78,80

Deneklere ait Dikey Sıçrama Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (cm)	Son Test (cm)	Son Test-Ön Test Farkı (cm)
1	YSG	36,82	41,32	4,50
2	YSG	38,12	41,45	3,33
3	YSG	37,54	41,11	3,57
4	YSG	37,46	40,54	3,08
5	YSG	36,29	39,11	2,82
6	YSG	32,78	34,06	1,28
7	YSG	33,67	36,64	2,97
8	YSG	35,15	40,92	5,77
9	YSG	33,93	38,93	5,00
10	DSG	37,91	43,32	5,41
11	DSG	35,76	40,81	5,05
12	DSG	38,18	41,45	3,27
13	DSG	34,32	40,64	6,32
14	DSG	38,52	44,00	5,48
15	DSG	33,27	42,02	8,75
16	DSG	38,12	43,53	5,41
17	DSG	37,43	45,98	8,55
18	DSG	37,08	39,91	2,83
19	KG	36,62	37,45	0,83
20	KG	37,52	37,77	0,25
21	KG	36,16	35,13	-1,03
22	KG	36,11	37,50	1,39
23	KG	39,17	40,12	0,95
24	KG	35,67	34,84	-0,83
25	KG	36,97	35,76	-1,21
26	KG	35,76	34,19	-1,57

Deneklere ait Tepki Kuvvet İndeksi Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (m/sn)	Son Test (m/sn)	Son Test-Ön Test Farkı (m/sn)
1	YSG	1,76	2,47	0,71
2	YSG	1,79	2,56	0,77
3	YSG	1,83	2,54	0,71
4	YSG	1,78	2,31	0,53
5	YSG	1,65	2,33	0,68
6	YSG	1,84	2,12	0,28
7	YSG	1,36	2,09	0,73
8	YSG	1,62	2,60	0,98
9	YSG	1,95	2,06	0,11
10	DSG	1,86	2,51	0,65
11	DSG	1,80	2,73	0,93
12	DSG	1,76	2,56	0,80
13	DSG	1,82	2,38	0,56
14	DSG	1,73	2,64	0,91
15	DSG	1,53	2,66	1,13
16	DSG	1,76	3,20	1,44
17	DSG	1,67	3,20	1,53
18	DSG	1,70	2,97	1,27
19	KG	1,90	1,85	-0,05
20	KG	1,77	1,76	-0,01
21	KG	1,66	1,75	0,09
22	KG	1,56	2,09	0,53
23	KG	1,80	1,91	0,11
24	KG	1,66	1,59	-0,07
25	KG	1,69	1,62	-0,07
26	KG	1,47	1,46	-0,01

Deneklere ait Vücut Yağ Yüzdesi Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (%)	Son Test (%)	Son Test-Ön Test Farkı (%)
1	YSG	16,32	11,98	-4,34
2	YSG	13,56	15,54	1,98
3	YSG	11,30	12,11	0,81
4	YSG	13,23	11,21	-2,02
5	YSG	12,18	11,52	-0,66
6	YSG	13,79	12,56	-1,23
7	YSG	15,77	18,78	3,01
8	YSG	11,57	12,43	0,86
9	YSG	13,23	12,43	-0,80
10	DSG	12,12	13,12	1,00
11	DSG	16,67	15,45	-1,22
12	DSG	16,87	16,56	-0,31
13	DSG	10,67	11,12	0,45
14	DSG	12,37	12,47	0,10
15	DSG	12,96	12,76	-0,20
16	DSG	15,74	14,76	-0,98
17	DSG	15,23	15,54	0,31
18	DSG	12,45	20,21	7,76
19	KG	12,37	14,21	1,84
20	KG	13,19	13,98	0,79
21	KG	12,88	13,21	0,33
22	KG	14,77	13,23	-1,54
23	KG	10,67	12,98	2,31
24	KG	13,82	14,31	0,49
25	KG	14,50	14,43	-0,07
26	KG	13,40	17,95	4,55

Deneklere ait Maksimum Anaerobik Güç Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (W)	Son Test (W)	Son Test-Ön Test Farkı (W)
1	YSG	9,21	10,49	1,28
2	YSG	9,83	12,30	2,47
3	YSG	8,95	10,92	1,97
4	YSG	10,84	12,83	1,99
5	YSG	9,89	10,91	1,02
6	YSG	10,81	11,13	0,32
7	YSG	7,57	10,62	3,05
8	YSG	10,14	11,17	1,03
9	YSG	9,81	10,52	0,71
10	DSG	10,42	11,47	1,05
11	DSG	9,80	11,97	2,17
12	DSG	7,47	11,39	3,92
13	DSG	8,83	13,63	4,80
14	DSG	9,17	11,50	2,33
15	DSG	9,13	11,13	2,00
16	DSG	10,41	13,79	3,38
17	DSG	10,58	13,92	3,34
18	DSG	10,95	12,84	1,89
19	KG	10,60	9,69	-0,91
20	KG	9,39	10,28	0,89
21	KG	8,48	7,95	-0,53
22	KG	10,38	9,78	-0,60
23	KG	10,32	10,78	0,46
24	KG	9,63	10,24	0,61
25	KG	9,14	9,94	0,80
26	KG	9,45	10,47	1,02

Deneklere ait Ortalama Güç Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (W)	Son Test (W)	Son Test-Ön Test Farkı (W)
1	YSG	7,34	8,71	1,37
2	YSG	7,24	9,85	2,61
3	YSG	7,07	8,90	1,83
4	YSG	7,56	10,61	3,05
5	YSG	7,45	8,26	0,81
6	YSG	7,94	9,96	2,02
7	YSG	6,97	8,75	1,78
8	YSG	7,49	9,65	2,16
9	YSG	7,37	8,33	0,96
10	DSG	7,89	8,07	0,18
11	DSG	7,63	7,98	0,35
12	DSG	6,54	7,28	0,74
13	DSG	6,88	8,30	1,42
14	DSG	7,45	8,95	1,50
15	DSG	7,26	8,34	1,08
16	DSG	7,58	8,14	0,56
17	DSG	7,54	8,26	0,72
18	DSG	7,12	9,02	1,90
19	KG	7,82	7,32	-0,50
20	KG	7,44	7,68	0,24
21	KG	6,25	6,04	-0,21
22	KG	7,05	7,86	0,81
23	KG	7,45	7,33	-0,12
24	KG	7,36	7,37	0,01
25	KG	7,28	7,16	-0,12
26	KG	7,86	7,07	-0,79

Deneklere ait Yorgunluk İndeksi Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (%)	Son Test (%)	Son Test-Ön Test Farkı (%)
1	YSG	48,97	38,42	-10,55
2	YSG	58,49	45,53	-12,96
3	YSG	38,66	43,86	5,20
4	YSG	66,24	45,83	-20,41
5	YSG	55,51	44,36	-11,15
6	YSG	50,51	40,88	-9,63
7	YSG	45,84	47,65	1,81
8	YSG	59,27	43,60	-15,67
9	YSG	51,27	46,01	-5,26
10	DSG	55,76	59,02	3,26
11	DSG	48,67	46,35	-2,32
12	DSG	48,86	55,31	6,45
13	DSG	56,51	62,22	5,71
14	DSG	41,00	41,23	0,23
15	DSG	46,33	51,93	5,60
16	DSG	57,06	52,46	-4,60
17	DSG	56,99	53,24	-3,75
18	DSG	62,10	54,75	-7,35
19	KG	47,74	55,46	7,72
20	KG	49,20	59,68	10,48
21	KG	54,83	57,03	2,20
22	KG	51,83	55,52	3,69
23	KG	57,85	53,81	-4,04
24	KG	62,20	58,36	-3,84
25	KG	46,94	55,53	8,59
26	KG	53,76	54,36	0,60

Deneklere ait 10 Metre Sürat Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (sn)	Son Test (sn)	Son Test-Ön Test Farkı (sn)
1	YSG	1,865	1,812	-0,053
2	YSG	1,782	1,764	-0,018
3	YSG	1,900	1,804	-0,096
4	YSG	1,832	1,783	-0,049
5	YSG	1,953	1,798	-0,155
6	YSG	1,816	1,832	0,016
7	YSG	1,843	1,796	-0,047
8	YSG	1,812	1,750	-0,062
9	YSG	1,813	1,763	-0,050
10	DSG	1,785	1,723	-0,062
11	DSG	1,793	1,724	-0,069
12	DSG	1,957	1,795	-0,162
13	DSG	1,835	1,711	-0,124
14	DSG	1,831	1,679	-0,152
15	DSG	1,900	1,720	-0,180
16	DSG	1,800	1,720	-0,080
17	DSG	1,841	1,690	-0,151
18	DSG	1,787	1,700	-0,087
19	KG	1,798	1,865	0,067
20	KG	1,874	1,874	0,000
21	KG	1,897	1,928	0,031
22	KG	1,891	1,893	0,002
23	KG	1,821	1,871	0,050
24	KG	1,862	1,798	-0,064
25	KG	1,933	1,940	0,007
26	KG	1,860	1,880	0,020

Deneklere ait 20 Metre Sürat Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (sn)	Son Test (sn)	Son Test-Ön Test Farkı (sn)
1	YSG	3,117	2,900	-0,217
2	YSG	2,989	2,804	-0,185
3	YSG	3,071	2,897	-0,174
4	YSG	2,998	2,730	-0,268
5	YSG	3,318	3,090	-0,228
6	YSG	3,188	2,970	-0,218
7	YSG	3,262	3,070	-0,192
8	YSG	3,219	2,965	-0,254
9	YSG	3,117	2,910	-0,207
10	DSG	3,048	2,906	-0,142
11	DSG	3,107	2,976	-0,131
12	DSG	3,232	3,111	-0,121
13	DSG	3,172	3,165	-0,007
14	DSG	3,206	3,173	-0,033
15	DSG	3,285	3,210	-0,075
16	DSG	2,950	3,049	0,099
17	DSG	2,938	2,890	-0,048
18	DSG	3,212	3,102	-0,110
19	KG	2,909	2,986	0,077
20	KG	3,241	3,249	0,008
21	KG	3,234	3,264	0,030
22	KG	2,923	3,170	0,247
23	KG	3,194	3,210	0,016
24	KG	3,195	3,298	0,103
25	KG	3,308	3,279	-0,029
26	KG	3,119	3,192	0,073

Deneklere ait 30 Metre Sürat Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (sn)	Son Test (sn)	Son Test-Ön Test Farkı (sn)
1	YSG	4,194	4,011	-0,183
2	YSG	4,190	4,020	-0,170
3	YSG	4,285	4,110	-0,175
4	YSG	4,144	3,910	-0,234
5	YSG	4,567	4,170	-0,397
6	YSG	4,395	4,180	-0,215
7	YSG	4,531	4,116	-0,415
8	YSG	4,313	4,050	-0,263
9	YSG	4,203	3,930	-0,273
10	DSG	4,225	4,205	-0,020
11	DSG	4,321	4,210	-0,111
12	DSG	4,499	4,317	-0,182
13	DSG	4,381	4,321	-0,060
14	DSG	4,108	4,160	0,052
15	DSG	4,580	4,302	-0,278
16	DSG	4,143	4,030	-0,113
17	DSG	4,087	4,059	-0,028
18	DSG	4,194	4,171	-0,023
19	KG	4,075	4,532	0,457
20	KG	4,528	4,371	-0,157
21	KG	4,393	4,234	-0,159
22	KG	4,059	4,356	0,297
23	KG	4,233	4,329	0,096
24	KG	4,091	4,294	0,203
25	KG	4,443	4,539	0,096
26	KG	4,321	4,394	0,073

Deneklere ait Çeviklik Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (sn)	Son Test (sn)	Son Test-Ön Test Farkı (sn)
1	YSG	15,90	15,43	-0,47
2	YSG	15,94	15,69	-0,25
3	YSG	16,50	15,54	-0,96
4	YSG	15,77	15,45	-0,32
5	YSG	16,22	15,94	-0,28
6	YSG	15,24	15,20	-0,04
7	YSG	15,84	16,14	0,30
8	YSG	15,85	15,36	-0,49
9	YSG	15,98	15,60	-0,38
10	DSG	15,96	15,21	-0,75
11	DSG	15,92	15,19	-0,73
12	DSG	15,90	15,32	-0,58
13	DSG	16,09	15,23	-0,86
14	DSG	15,89	15,31	-0,58
15	DSG	16,27	15,17	-1,10
16	DSG	15,76	15,25	-0,51
17	DSG	15,80	14,94	-0,86
18	DSG	15,94	15,29	-0,65
19	KG	15,58	15,68	0,10
20	KG	16,55	16,45	-0,10
21	KG	15,78	15,76	-0,02
22	KG	15,45	15,76	0,31
23	KG	15,51	15,95	0,44
24	KG	15,73	15,88	0,15
25	KG	16,14	16,02	-0,12
26	KG	15,98	16,05	0,07

Deneklerin *Vastus Lateralis* kasına ait RMS Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (%)	Son Test (%)	Son Test-Ön Test Farkı (%)
1	YSG	1,20	1,60	0,40
2	YSG	1,29	1,28	-0,01
3	YSG	1,05	1,29	0,24
4	YSG	1,17	1,41	0,24
5	YSG	0,87	1,25	0,38
6	YSG	1,01	1,21	0,20
7	YSG	1,46	1,51	0,05
8	YSG	1,06	1,30	0,24
9	YSG	0,95	1,32	0,37
10	DSG	1,09	1,75	0,66
11	DSG	0,98	1,58	0,60
12	DSG	1,04	1,54	0,50
13	DSG	0,90	1,48	0,58
14	DSG	1,04	1,56	0,52
15	DSG	1,08	1,49	0,41
16	DSG	1,13	1,65	0,52
17	DSG	1,13	1,62	0,49
18	DSG	1,40	1,66	0,26
19	KG	1,06	1,03	-0,03
20	KG	0,87	0,81	-0,06
21	KG	1,30	1,09	-0,21
22	KG	1,10	1,10	0,00
23	KG	1,43	1,47	0,04
24	KG	0,91	1,09	0,18
25	KG	1,20	1,14	-0,06
26	KG	1,11	1,40	0,29

Deneklerin *Vastus Medialis* kasına ait RMS Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (%)	Son Test (%)	Son Test-Ön Test Farkı (%)
1	YSG	1,04	1,19	0,15
2	YSG	1,26	1,16	-0,10
3	YSG	1,14	1,33	0,19
4	YSG	1,09	1,47	0,38
5	YSG	1,15	1,61	0,46
6	YSG	1,02	1,42	0,40
7	YSG	1,05	1,45	0,40
8	YSG	0,94	1,38	0,44
9	YSG	1,05	1,28	0,23
10	DSG	1,09	1,66	0,57
11	DSG	1,02	1,49	0,47
12	DSG	1,10	1,47	0,37
13	DSG	1,03	1,45	0,42
14	DSG	1,02	1,67	0,65
15	DSG	1,13	1,67	0,54
16	DSG	1,14	1,97	0,83
17	DSG	1,19	1,50	0,31
18	DSG	1,21	1,65	0,44
19	KG	1,09	1,15	0,06
20	KG	1,13	1,15	0,02
21	KG	1,05	1,12	0,07
22	KG	1,08	1,12	0,04
23	KG	1,08	1,38	0,30
24	KG	1,17	1,09	-0,08
25	KG	1,16	1,21	0,05
26	KG	1,11	1,14	0,03

Deneklerin *Gastrocnemius* kasına ait RMS Ön Test ve Son Test Verileri

(YSG= Yatay Sıçrama Grubu, DSG= Dikey Sıçrama Grubu, KG= Kontrol grubu)

Sıra	Gruplar	Ön Test (%)	Son Test (%)	Son Test-Ön Test Farkı (%)
1	YSG	1,13	1,47	0,34
2	YSG	1,04	1,45	0,41
3	YSG	1,15	1,62	0,47
4	YSG	1,12	1,72	0,60
5	YSG	1,14	1,43	0,29
6	YSG	1,09	1,76	0,67
7	YSG	1,07	1,89	0,82
8	YSG	1,10	1,64	0,54
9	YSG	1,20	1,82	0,62
10	DSG	1,13	1,47	0,34
11	DSG	1,13	1,35	0,22
12	DSG	1,11	1,44	0,33
13	DSG	1,15	1,34	0,19
14	DSG	1,09	1,40	0,31
15	DSG	1,24	1,34	0,10
16	DSG	1,16	1,42	0,26
17	DSG	1,12	1,61	0,49
18	DSG	1,14	1,61	0,47
19	KG	1,11	1,18	0,07
20	KG	1,20	0,91	-0,29
21	KG	1,14	1,19	0,05
22	KG	1,02	1,21	0,19
23	KG	1,14	1,25	0,11
24	KG	1,21	1,11	-0,10
25	KG	1,23	1,15	-0,08
26	KG	1,19	1,18	-0,01

ÖZGEÇMİŞ

Kerim SÖZBİR 02.09.1979 tarihinde Gebze/KOCAELİ'nde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Gebze'de tamamladı. 1999 yılında girdiği Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Beden Eğitimi Öğretmenliği Bölümünden 2003 yılında mezun oldu. 2003 yılında Düzce İlinde bulunan Şıralık Vatan İlköğretim Okuluna Beden Eğitimi Öğretmeni olarak atandı ve 2004 yılı aralık ayının sonuna kadar bu kurumda çalıştı. 2003-2006 yılları arasında Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2004 yılının aralık ayından itibaren Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda araştırma görevli olarak çalışmakta ve doktora öğrenimine devam etmektedir.