



**ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ
PLİOMETRİK ANTRENMAN UYGULAMALARININ SPORTİF
PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

İsmail İLBAK

BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR ANABİLİM DALI

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mahmut AÇAK**

Yüksek Lisans – 2021

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ
PLİOMETRİK ANTRENMAN UYGULAMALARININ
SPORTİF PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

İsmail İLBAK

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mahmut AÇAK

Bu Araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından TYL-2020-2311 Proje numarası ile desteklenmiştir.

MALATYA

2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Pliometrik Antrenman.....	4
2.1.1. Pliometrik Antrenman Tanımı ve Tarihçesi.....	4
2.1.2. Pliometrik Hareketlerin Fizyolojisi.....	5
2.1.3. Pliometrik Antrenmanların Enerji Metabolizması	6
2.1.4. Pliometrik Antrenman Modelleri	6
2.1.5. Pliometrik Antrenmanların Uygulama İlkeleri.....	8
2.1.6. Pliometrik Antrenman Değişkenleri	9
2.1.7. Pliometrik Antrenmanların Avantajları ve Dezavantajları	10
2.2. Elektriksel Kas Uyarımı (EMS).....	10
2.2.1. EMS Metodunun Tarihsel Gelişimi	10
2.2.2. EMS'nin Biyokimyasal Mekanizması.....	11
2.2.3. Aksiyon Potansiyeli.....	12
2.2.4. Elektriksel Akımların Şiddet-Süre Eğrisi.....	14
2.2.5. EMS'nin Fizyolojik Mekanizması.....	15
2.2.6. EMS Metodunun Sporda Kullanımı.....	17
2.3. Basketbol	17
2.3.1. Basketbol Sporunun Tanımı.....	17
2.3.2. Basketbolun Tarihçesi.....	18
2.3.3. Türkiye’de Basketbol	18
2.3.4. Basketbol Fizyolojisi.....	18
2.3.5. Basketbolda Enerji Metabolizması.....	19
2.3.6. Basketbol ve Pliometrik Antrenman İlişkisi	20
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. Çalışmanın Dizaynı.....	21

3.2. Katılımcılar	21
3.3. Çalışmada Yer Alma Kriterleri	21
3.4. Veri Toplama Araçları	21
3.5. Etik Kurul ve Veli İzin Onam Formları	22
3.6. Deneysel Tasarım	22
3.7. Pliometrik Antrenman Programı	22
3.8. EMS Protokolü	23
3.9. Veri Toplama Araçları	25
3.9.1. Boy, Ağırlık Ölçümleri ve Beden Kitle İndeksinin Hesaplanması	25
3.9.2. Dikey Sıçrama Testi	25
3.9.3. 20 M Sürat Koşu Testi	26
3.9.4. Lane Çeviklik testi	27
3.9.5. Flamingo Denge Testi	27
3.9.6. İllionis Çeviklik Testi	28
3.9.7. Tekrarlanan Sprint Yeteneği Testi	29
3.10. Verilerin Analizi	29
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
6.1. Sonuç	51
6.2. Öneriler	52
KAYNAKLAR	53
EKLER	71
EK-1. Özgeçmiş	71
EK-2. Etik Kurul Raporu	72
EK-3. Gönüllü Onam Formu	75

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek aldığım, yanımda olmasından onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mahmut AÇAK'a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez protokolü uygulama süresince yardımlarını esirgemeyen; Özlem KILIÇ, Burak GÖNÜLTAŐ, Ahmet YASUNTİMUR, Hamit AKPULAT, Emrah ASLAN arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bu çalışmaya sporcularıyla destek veren Malatya Yıldızlar Gençlik ve Spor Kulübü Derneği- Malatya Yıldızlar Basketbol Kulübü başantrenörü Ufuk DOĞAN'a, yardımcı antrenörü Sinan ADANIR'a ve Malatya Yıldızlar Gençlik ve Spor Kulübü Derneği- Malatya Yıldızlar Basketbol Kulübü oyuncularına ve yöneticilerine teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim süresince "TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı" kapsamında aldığım maddi destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin finansmanını sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

İsmail İLBAK

ÖZET

Elektriksel Kas Uyarımı ile Birleştirilmiş Pliometrik Antrenman Uygulamalarının Sportif Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Amaç: Araştırmanın amacı elektriksel kas uyarımı ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sportif performans üzerine etkilerini incelemektir.

Materyal ve Metot: Araştırmaya katılan 20 sporculardan 10'u pliometrik antrenman grubu (PAG) ve diğer 10'u EMS uygulamalı pliometrik antrenman grubu (EMS+PAG) olmak üzere rastgele iki gruba ayrıldı. Araştırmanın başında ve sonunda olmak üzere katılımcıların boy ve ağırlık ölçümleri; dikey sıçrama testi, 20 m sürat koşu testi, lane çeviklik testi, flamingo denge testi, illionis çeviklik testi ve tekrarlanan sprint yeteneği testi ölçümleri iki defa uygulandı.

Bulgular: EMS+PAG ve PAG'ın skor ortalaması arasında dikey sıçrama performansı, line çeviklik performansı, 20 m sürat performansı, illinois çeviklik performansı ve tekrarlı sprint performansı skorlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlendi; grupların boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve flamingo denge performansı skor ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi.

Sonuç: EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının, EMS'siz uygulanan pliometrik antrenman uygulamalarına göre sporcuların dikey sıçrama, 20 m sürat koşu, lane çeviklik, illionis çeviklik ve tekrarlanan sprint yeteneği performansı gelişimi üzerinde daha etkili olduğu saptandı.

Anahtar Kelimeler: Basketbol, Elektriksel Kas Uyarımı, Pliometrik Antrenman

ABSTRACT

Examination of the Effects of Pliometric Training Applications Combined with Electrical Muscle Stimulation on Sportive Performance

Aim: The aim of the study is to examine the sportive performance content of plyometric training applications combined with electrical muscle stimulation.

Material and Method: Out of 20 athletes participating in the study were randomly divided into two groups, as 10 the plyometric training group (PAG) and the other 10 as the plyometric training group with EMS applied (EMS + PAG). Height and body weight measurements of the participants were made at the beginning and at the end of the study; vertical jump test, 20 m sprint test, lane agility test, flamingo balance test, illionis aility test and repeated sprint ability test measurements were applied to the participants twice.

Results: While it was determined that there was a statistically significant difference between the mean score of the PAG and the EMS+PAG according to the vertical jump performance, line agility, 20 m speed, illinois quickness and repeated sprint scores; It was determined that there was no statistically significant difference between the height, body weight and flamingo balance score averages of the groups.

Conclusion: It was determined that plyometric training applications combined with EMS were more effective on the development of athletes' vertical jump, 20 m sprint, lane agility, illionis quickness and repeated sprint ability performance compared to plyometric training applications applied without EMS.

Key Words: Basketball, Electrical Novation, Plyometric Training

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EMS	: Elektriksel kas uyarımı
PAG	: Pliometrik antrenman grubu
EMS+PAG	: Elektriksel kas uyarımı ile birleştirilmiş pliometrik antrenman grubu
M	: Metre
CM	: Santimetre
KG	: Kilogram
VB	: Ve benzeri
MV	: Mili Volt
YMCA	: Genç erkekler hristiyan derneği
VO₂ max	: Maksimal oksijen
ATP	: Adenozintrifosfat
ATP-PC	: Adenozintrifosfat-fosfokreatin
PC	: fosfokreatin
ADP	: Adenozindifosfat
H	: Hipotez
ARK	: Arkadaşları
SN	: Saniye
DK	: Dakika
YMCA	: Genç Erkekler Hıristiyan Derneği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil No	Sayfa No
Şekil 3.1. AQ8 marka EMS cihazı	24
Şekil 3.2. AQ8 marka EMS antrenman giysisi.....	24
Şekil 3.3. Akım şiddeti ayarlama ekranı.....	24
Şekil 3.4. EMS+PAG antrenman uygulamaları.....	25
Şekil 3.5. Dikey sıçrama testinin uygulanması	26
Şekil 3.6. 20 m sürat koşu testinin uygulanması	26
Şekil 3.7. Lane çeviklik testinin uygulanması	27
Şekil 3.8. Flamingo denge testinin uygulanması.....	28
Şekil 3.9. İllionis çeviklik testinin uygulanması.....	29
Şekil 3.10. Tekrarlanan sprint yeteneği testi	29

TABLULAR DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Pliometrik antrenman programı	23
Tablo 4.1. EMS grubunun boy değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)...	31
Tablo 4.2. Pliometrik grubunun boy değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	31
Tablo 4.3. EMSgrubunun kilo değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)....	31
Tablo 4.4. Pliometrik grubunun kilo değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	32
Tablo 4.5. EMSgrubunun dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	32
Tablo 4.6. Pliometrik grubunun dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)	32
Tablo 4.7. EMSgrubunun sürat değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)..	33
Tablo 4.8. Pliometrik grubunun sürat değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	33
Tablo 4.9. EMSgrubunun lane agility değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	33
Tablo 4.10. Pliometrik grubunun laneagility değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	34
Tablo 4.11. EMSgrubunun illionis değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	34
Tablo 4.12. Pliometrik grubunun illionis değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	34
Tablo 4.13. EMSgrubunun denge değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	35
Tablo 4.14. Pliometrik grubunun denge değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon).....	35
Tablo 4.15. EMSgrubunun süratte devamlılık değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)	35
Tablo 4.16. Pliometrik grubunun süratte devamlılık değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)	36

Tablo 4.17. Gruplarının ön testler skorlarının eşitlenerek son test skor ortalamalarının ANCOVA analizi ile karşılaştırılması.....**36**



1. GİRİŞ

Spor günümüzde birçok birey, grup ve toplum tarafından izlenip takip edilmektedir. Bundan dolayı sporcuların performanslarındaki artışın önemi çok daha artmıştır. Sporcuların başarısının altında yatan güç sporu maksimal performansta ve en verimli şekilde yapması yatmaktadır (1). Sporcuyla en başarılı hale getirebilmek için bilim alanlarından yararlanılmaktadır ve her geçen gün antrenman bilimi ile ilgili geliştirilen yeni yöntemler belirlenmektedir (2).

Günümüzde çok büyük potansiyellere sahip sporlar arasında yer alan basketbol, ülkemizde ve dünyada giderek ilgileri üzerine çeken ve çeşitli antrenman metotlarıyla sportif performansı arttıran spor branşı olma özelliğindedir (3). Geçmişten günümüze doğru basketbol organizasyonlarının artması basketbola duyulan ilginin giderek arttığının göstergesidir. Profesyonel liglerin yanı sıra Türkiye’de ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite bazında düzenlenen müsabakalar da basketbolun gelişmesinde önemli etkenlerdir. Bu artan ilgiye paralel olarak elit sporcuların yetiştirildiği de bir gerçektir. Dünya ve Avrupa Şampiyonalarında Türkiye’nin aldığı başarılar Türkiye’de ki basketbolun gelişiminin göstergesidir (2).

Spor camiasında temel hedef başarıya ulaşmaktır. Bu doğrultuda sportif performansı oluşturan öğelerin en yüksek düzeyde geliştirilmesi gerekmektedir. Bütün sporcular, katıldıkları yarışmada kazanmayı amaçlar. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için sporcu dayanıklı, süratli, kuvvetli ve iyi bir tekniğe sahip olmalıdır. Dolayısıyla sporcuların bu performanslarını daha da geliştirebilmeleri için yüklenme öğeleri doğrultusunda düzenli antrenmanlar yapmalıdırlar (4). Teknik-taktik eğitim, teorik bilgi ve psikolojik hazırlığın yanı sıra elit seviyeye ulaşmada her spor dalında olduğu gibi kondisyon eğitimi ana unsurdur. Basketbol da üst düzey performansa ulaşabilmek amacıyla güncel bilimsel yöntemlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır (5).

Günümüzde, sportif performansı artırmak için kullanılan çeşitli antrenman yöntemleri vardır. Bu bağlamda kısa sürede sportif performans üzerinde olumlu etki oluşturmak için yeni ve yenilikçi yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu yöntemlerden biri, kuvveti koruma ve geliştirme antrenmanı olarak kullanılan yapay elektriksel kas uyarılarıdır (EMS) (6-8). Elektriksel uyarıların genel amacı, kasları tekrarlayan kasılmalar yardımıyla antrene ederek temel kas özelliklerini geliştirmektir (9, 6).

Kas uyarımı literatürü ile ilgili temel sorun, EMS'nin sadece EMS uygulaması ile kas performansını nasıl değiştirdiği ya da EMS uygulamasının diğer antrenmanlarla birleştirilerek uygulandığında kas performansını nasıl değiştirdiği ile ilgilidir (10). Antrenmanların EMS ile kombine edilerek uygulandığı araştırmaların amacı EMS etkilerini tanımlamaktır. Bazı çalışmalar, egzersiz ve EMS'yi aynı anda birleştirerek yapılan uygulamaların tek başına (EMS'siz) egzersiz yapmaktan çok daha verimli olduğunu açıkça ortaya koymuştur (11, 12).

Pliometrik antrenman metodu birim zamanda gerçekleştirilen işin arttırılmasına yardımcı olan bir yöntem olup sporcuda verimliliği ve gücü arttırmaktadır. Bu yöntemde antrenmanın verimliliğini arttırmak amacıyla vücut ağırlığı ve ek araçlar kullanılmaktadır (13). Pliometrik antrenmanın genç basketbolcularda sıçrama performansını arttırdığını (14) ve pliometrik antrenmanın ergenlik çağındaki erkeklerin sıçrama performansını ve koşu hızını arttırdığını bildirmiştir (15). Ancak, pliometrik antrenman tek başına bir egzersiz programı olarak tasarlanmamıştır (16). Daha önce yapılan bazı çalışmalar, pliometrik antrenman ile direnç antrenmanı birleştirilip genç sporculara uygulandığında performansta daha fazla kazanç olduğu bildirilmiştir (17, 19).

Pliometrik antrenman ve EMS kombinasyonu ile yapılan araştırmaların literatür taramasında ulaştığımız kaynaklar ışığında elektriksel akım sadece alt ekstremiteye uygulanmıştır (20-22). Bu araştırmalara dayanarak EMS uygulamalarının alt ve üst ekstremiteye aynı anda uygulanarak yapılacak olan pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların performans öğeleri üzerinde nasıl bir etki yaratacağı araştırılmayı bekleyen önemli konulardan biridir.

Araştırmanın amacı elektriksel kas uyarımı ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sportif performans üzerine etkilerini incelemektir.

Çalışmanın hipotezleri (H) aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- H1: EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcularındaki sıçrama performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır.
- H2: EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların sürat performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır.
- H3: EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların çeviklik performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır.
- H4: EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların denge performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır.

- H5: EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların tekrarlı sprint performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pliometrik Antrenman

2.1.1. Pliometrik Antrenman Tanımı ve Tarihçesi

1920'li yıllarda başlayıp 1960'lı yıllara kadar "sıçrama antrenmanı" veya "şok antrenmanı" olarak bilinen çalışmalar doğu bloğu ülkeleri tarafından uygulanmaktaydı. Bu antrenman metodu diğer dünya ülkeleri tarafından bilinen bir antrenman metodu değildi. Fakat Rusların 1960 sonrası senelerde olimpiyat ve atletizm branşında elde ettikleri başarılar sonrasında diğer ülkelerde bu alana ilgi duymaya başlamıştır (23).

Pliometrik kelimesi yunancadaki "pleytheyin" kelimesinden türeyip "yükseltme" anlamına gelmektedir. Başka bir kaynağa göre pliometrik ifadesi "plio" (daha fazla) ve "metrik" (ölçü) ifadelerinin birleşip "daha fazla ölçüde" manasına geldiği ifade edilmiştir. Hız ile kuvvetin bileşimi "güç" olarak ifade edilmiştir. Bu bağlamda güç, birçok spor branşında ana unsur olmuştur. Spor branşlarına özgü hızı geliştirebilecek çalışmalar uygulanabilir. İlk başlarda patlayıcı kuvveti geliştirmeye yönelik hareketler üzerinde durulmuştur fakat sonrasında ise patlayıcı kuvveti geliştirecek bir antrenman metodu geliştirilmiştir. Bu antrenman metoduna da "pliometrik antrenman" denmektedir (24). Pliometrik ifadesi ilk defa Amerikalı bir atletizm antrenörü olan Fred Wilt tarafından ifade edilmiştir. Pliometrik antrenman metodunu ilk uygulayan antrenör ise Rus kökenli Verhonshanki'dir. Verhonshanki, pliometrik antrenman yöntemini şok antrenman yöntemi olarak ifade etmiştir. Daha sonra dünyanın dört bir yanına yayılan pliometrik antrenmanlar farklı isimlerle de (elastik kuvvet antrenmanları, reaktif antrenmanlar ve eksantrik antrenmanlar) telaffuz edilmiştir (25). Özetle pliometrik antrenman uygulamaları, kasların verim düzeyini mümkün olan en kısa zamanda üst düzeye çıkaracak bir takım patlayıcı hareketler dizisidir (26, 24).

Pliometrik çalışmalar, kuvvetin hızlı şekilde yerine getirilmesi ve güç üretiminde oldukça etkili çalışma biçimlerindedir. Günümüzde antrenörler özellikle son yıllarda patlayıcı güç üretimi ve gelişimi amacı ile pliometrik çalışmaları bir antrenman metodu olarak kabul etmiş ve bu çalışmalar birçok spor dalında vazgeçilmez hale gelmiş ve giderek yaygınlaşmıştır (24). Pliometrik egzersizler, hız ve kuvvet parametrelerin ön planda olduğu spor branşlarında tercih edilmektedir. Özetleyecek olursak pliometrik, şekillendirilmiş bir güç gelişimi antrenmanı yöntemidir. Pliometrik antrenmanları diğer geleneksel ağırlık antrenmanlarından ayıran yönü genel olarak vücut ağırlığı ile uygulanıyor olmasıdır (23).

2.1.2. Pliometrik Hareketlerin Fizyolojisi

Kas liflerinde ani yüklenme (gerilme) sebebi ile ortaya çıkan refleks kasılmalar pliometrik uygulamaların temelini oluşturmaktadır. Fizyolojik bakımdan aşırı yırtılma veya gerilme riski meydana geldiğinde, gerilme algıları, omuriliğe proprioseptör sinirlerinden uyarılar iletmektedir. Bu alıcılar, kas içiğini ve ve golgi kiriş (tendon) organı bulundurmaktadır. Bu yapılar, gerilmenin hızı, sabit uzunluk, basınç ve kas gerilimi hakkındaki bilgileri daha üst beyin merkezlerine iletirler. Vücuttaki değişimleri kontrol eden her düzenek bir ön alıcı (proprioseptörler)'dir. Eklemlerden, kirişlerden ve bağlardan iletilen duyuşsal bilgiler proprioseptörler yardımı ile merkezi sinir sistemine gönderilmektedir. Gerilmenin hızı, eklemlerin açısı, kas kasılmasının-uzamasının derecesi, konum gibi faktörler duyuşsal bilgiler ile ilişkilidir. Sonrasında gerilme alıcılarına bu uyarılar gönderilmektedir. Durdurma etkisi adı verilen unsur gerçekleşen geri gönderme hareketi sayesinde ortaya çıkmaktadır ve bu etki sayesinde kas liflerinde meydana gelen fazla gerilme ortadan kalkar en önemlisi pliometrik açıdan değerlendirildiğinde kuvvetli bir kas kasılmasının gevşetilmesi sağlanır (27, 28).

Birçok spor branşında eksantrik kas kasılmalarını takiben konsantrik kas kasılması takip eder. Örneğin basketbolda "slum drunk" hareketini yapan bir sporcu, potaya doğru son adımının attığında destek bacağına tüm vücut ağırlığı ile yüklenir ve horizontal yönde olan koşusunu tamamlayarak durur. Bu durumda bacağına binen yük sonucunda bacağın kaslarına bir direnç yükler ve gerilmesine neden olur. Bu durumdan ötürü bacak kasları süratli bir eksantrik kasılmaya maruz kalmış olurlar. Sinirler kaslara mesaj gönderir ve sonrasında konsantrik kasılma gerçekleşir. Eksantrik kasılmayı takiben derhal konsantrik kasılma gerçekleşmezse elde edilen potansiyel enerjinin kaybedilmesi söz konusu olabilir. Eksantrik bir işten konsantrik bir işe geçişin literatürde ki adı "amortizasyon" dur. Artarda yapılan bu eksantrik-konsantrik kasılma işleminin süresi saniyenin yüzde birlik bir dilimini kapsar. Örnekeleyecek olursak üst düzey yüksek atlama sporcuları sıçrama esnasında yere temas edinceye kadar geçirdikleri süre 0.12 saniyedir (29, 30).

Pliometrik antrenman uygulamaları kaslar üzerinde uygulama türüne göre farklı fizyolojik etkiler oluşturmaktadır. Fizyolojik açıdan pliometrik antrenmanlar incelendiğinde kendi içerisinde farklı kasılma yöntemleri olan dört ana kasılmanın meydana geldiği görülür. Bunlardan bir tanesi konsantrik kasılmalardır. Bu kasılma bazı kaynaklarda izotonik kasılma olarak da ifade edilir. Bu kasılma türünde kaslarda kısılma oluşur ve ilk halinden daha kısa bir duruma gelir. İkinci bir kasılma türü ise

izometrik veya diğerk bir ifadeyle statik kasılmalardır. İzometrik kasılmalarda kasılmanın meydana geldiğı kasın boyunda herhangi bir değişiklik olmaz ve kas boyu değişmeden hareket süresince aynı kalır. Üçüncü bir kasılma türü ise eksantrik kasılmadır. Bu kasılma gerçekleştiğı anda eklem açısı genişleyerek kasın boyunda uzama olur. Son olarak ise izokinetik kasılma yöntemidir. İzokinetik kasılmalarda artarda gerçekleştirilen hareketler ile kaslar eş zamanlı olarak kasılırlar ve kasılmalar silsile halinde devam eder (koşma esnasındaki kas kasılmaları vb.) (31).

2.1.3. Pliometrik Antrenmanların Enerji Metabolizması

Patlayıcı özellikteki pliometrik egzersizlerin süresi kısadır ve maksimum 10 sn sürsede nadiren bu süreyi geçtiğı de görülür. Dolayısıyla büyük güç gereksinimi yaratan ani hareketleri yapabilmek için vücutta depo halinde bulunan enerjiyi kullanır. Bu bağlamda adenzintrifosfat-fosfokreatin (ATP-PC) sistemine ihtiyaç duyar. Anaerobik enerji sisteminden beslenen pliometrik egzersizler sırasında birkaç saniye içerisinde adenzintrifosfat (ATP), adenzindifosfat (ADP) vefosfokreatin (PC) depoları kasların ihtiyaç duyduğı enerjiyi sağlar. Birkaç saniyeyi aşkın egzersizlerde bu sefer kaslar ağırlıklı olarak karbonhidratlardan enerji sağlar. Bu sistemde oksijen kullanılmadan depo olarak bulunan karbonhidratlar enerji kaynağı olarak kullanılır ve bu sisteme glikolitik enerji sistemi denir (32).

Pliometrik antrenman uygulamalarında gerek duyulan enerji vücutta depolanmış olan kaynaklar olduğundan oksijen kullanılmamaktadır. Bundan dolayı aerobik sistemin pliometrik antrenman uygulamaları için kullanılması anlamsızdır. Hareketler doğru ve antrenmanlar, planlı, sağlıklı ve düzenli yapıldığı takdirde sinir alışverişini arttıran ve kuvvetli kas kasılmaları oluşturan şiddetli güç egzersizleri olarak ortaya çıkar (28, 33).

2.1.4. Pliometrik Antrenman Modelleri

Pliometrik antrenmanlar birden çok uygulama türünden oluşmaktadır. Antrenörler tarafından planlama yapılırken spor branşının yapısal özellikleri ve sporcuların özel durumları gibi çok sayıda değişken göz önünde bulundurularak pliometrik antrenman planlanması yapılmalıdır. Böylece herhangi bir sakatlanma yaşanmadan en yüksek verimin elde edilmesini mümkün kılar. Temel pliometrik antrenman modelleri aşağıda yer aldığı gibidir (34).

Sıçrama Antrenmanları

Sıçrama; “Organizmanın üzerinde bulunduğu yüzeyi itmesi sonucu dikey veya yatay ekseninde üzerinde bulunduğu yüzeyi terk etmesi ve kısa bir zaman aralığında havada kalma eylemi” şeklinde ifade edilmiştir (35). Sıçrama hareketleri çok değişkenli

hareketler içermektedir. Bu bağlamda sıçrama hareketinin başarısı birçok değişkene bağlıdır. Bu değişkenler güçlü bacak kasları, patlayıcı kuvvet özelliği, sıçrama esnasında aktif kullanılan kasların esnekliği ve doğru sıçrama tekniğidir (36).

Sıçrama hareketi farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir. Genel olarak üç sıçrama çeşidinin olduğu görülmektedir. Bunlar yatay sıçrama, dikey sıçrama ve derinlik sıçraması olarak ifade edilirler (36).

Yatay Sıçrama (Horizontal Sıçrama)

Yatay sıçramada ki amaç en kısa sürede en uzun mesafeyi sıçramaktır. Yatay sıçrama hareketi farklı formlarda yapılabilmektedir. Sporcular adım almadan oldukları yerden sıçrama yaptıklarında durarak sıçrama eylemi yapmış olurlar. Bunun yanı sıra güç kazanmak amacıyla koşarak yapılan sıçramalar da yatay sıçrama metodunun diğer uygulama biçimlerindedir (36).

Dikey Sıçrama (Vertikal Sıçrama)

Basketbol, voleybol, futbol branşları dikey sıçramanın çok önemli olduğu branşların başında gelir. Dikey sıçrama genellikle iki farklı şekilde uygulanır. Bunlardan birincisi sporcunun olduğu yerden yukarıya doğru mümkün olduğunca en yüksek noktaya sıçramasıdır. İkinci olarak ise belirli bir mesafeden koşarak gelip kazandığı güçle en yüksek seviyeye sıçramasıdır (37).

Derinlik Sıçraması (Şok Sıçrama)

Derinlik sıçramaları birden fazla hareket bütününden oluşmaktadır. Yüksek bir yerden yere atlama ve hemen ardından yerden yüksek bir yere sıçrayarak uygulanır. Pliometrik antrenman içerisinde derinlik sıçramalarının yeri büyüktür. Çünkü derinlik sıçramaları ile sporcularda hem kuvvet hemde hız gelişimi olur. Fakat derinlik antrenmanları ağır antrenmanlar kategorisinde olduklarından dolayı sporcunun durumuna göre tekrar sayısı 1-10 arasında belirlenmelidir (24).

Atlama Antrenmanları

Atlama antrenmanlarının kökeni de sıçrama hareketlerini içeren bir pliometrik antrenman çeşididir. Atlama antrenmanı uygulaması aynı ya da farklı ayak ile sıçramalar yapılarak yerden temas kesilir ve devamında konma evresinde sıçrama yapılan ayak ya da ayakların üzerine düşerek hareket tamamlanır (38).

Atlama çalışmaları belirlenen tekrar sayılılarıyla ya da mesafe kat ederek gerçekleştirilir. Yaygın olarak uygulanan kısa süreli atlama hareketleri en fazla 10 tekrardan oluşur. Mesafe bakımından ise en fazla 30 metrelik (m) mesafede uygulandığı görülmektedir. Atlama hareketleri tek veya çift ayak ile uygulanabileceği gibi dikey

veya yatay yönde de sıçrama yapılabilir. Uzun süreli atlama antrenmanları ise genellikle 30 m ve üzeri mesafelerde uygulanır. Bu tür çalışmalara ayrıca derinlik sıçramaları da eklenebilir (38).

Sekme Antrenmanları

Adım uzunluğunu ve sıklığını geliştirmek için uygulanan bu egzersiz türü uzun adımlarla yapılmalıdır ve mesafe 30 m'den az olmamalıdır (39). Sekme antrenmanlarında başarıyı belirleyen temel ölçüt sekme mesafesidir. 25-60 m arası kısa mesafe, 60 m ve üstü uzun mesafe olarak kabul edilir. Temel amaç en az sekme sayısı ile en uzun mesafeyi gitmektir (38).

Üst Ekstremitte Antrenmanları

Sağlık topu ile mekik ve sağlık topu ile bench press hareketlerinden oluşmaktadır (40). Pliometrik antrenmanlar esnasında kullanılabilecek başka ekipmanlar da vardır. Bunlar; kasalar, engeller, plastik huniler, sağlık topları ve merdivenlerdir (40, 41).

2.1.5. Pliometrik Antrenmanların Uygulama İlkeleri

Pliometrik antrenmanların etkilerini sporcular üzerinde arttırmak için ve önceden belirlenen hedeflere ulaşabilmek için dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Pliometrik antrenman uygulamalarında dikkat edilmesi gereken temel ilkeler aşağıda şu şekilde sıralanmıştır (42);

- Pliometrik antrenmanlara başlamadan önce tıpkı diğer antrenmanlarda olduğu gibi ısınma ve esnetme hareketleri yapılmalıdır. Yeterli düzeyde ısınma ve esnetme uygulamaları yapılmadan pliometrik antrenmanlara başlanılmamalıdır.
- Çalışma yoğunluğu belirlenirken yüklenme şiddeti dikkate alınmalıdır ve sporcular sakatlanmadan bir maksimal tekrar seviyeleri belirlenerek antrenmanlara başlanmalıdır.
- Sıçrama ve gerilme antrenmanlarında yükleme, hafif uygulamalarla başlanmalı ve giderek yüklenme miktarı artırılarak devam ettirilmelidir.
- Yüklenme en üst seviyeye çıkarıldığında süre en aza indirilerek antrenman devam ettirilmelidir.
- Hareket uygulama adedi (tekrar sayısı) 6-12 arası olarak uygulanmalıdır.
- Her set arası dinlenme süresi 1-2 dakika olmalıdır.
- Pliometrik antrenman planlanırken kişi eksenli program düzenlenmelidir; süre ve yoğunluk belirlenirken sporcunun mevcut durumu göz önünde bulundurularak belirlenmelidir.

2.1.6. Pliometrik Antrenman Değişkenleri

Yoğunluk

Yoğunluk, egzersiz sırasında harcanan enerjiyi içerir. Pliometrik antrenmanlarda yoğunluk, egzersizin türüne göre değişiklik gösterir. Pliometrik antrenmanlar çok basit hareketlerden çok zor hareketlere kadar birçok hareket içerir. Pliometrik antrenmanlar uygulanırken her hareketin her tekrarı en yüksek hız ve patlayıcılıkla yapılmalıdır. Aksi halde pliometrik etki yok olacaktır. Ancak hareketin hızından ziyade hareketin kalitesine dikkat etmek çok daha önemlidir. Dikkat edilmezse hareket kalitesi belli bir tekrar sayısından sonra bozulmaya başlar (43, 16).

Kapsam

Bir antrenmanda yapılan toplam iş miktarına kapsam denmektedir (41). Pliometrik antrenmanlarda kapsam genellikle sıçrama adedi ile belirlenir (41, 43). Sıçrama adedi arttıkça antrenman kapsamı da artar. Antrenman kapsamı ile antrenman şiddeti her zaman ters orantılıdır (44).

Sıklık

Bir antrenmanın haftada kaç kere uygulanacağı planlanması antrenmanın sıklığı ile ilişkilidir (14). Bu planlanmanın temelinde organizmanın bir sonraki antrenman için hazır hale gelmesi vardır (41). Daha yüksek şiddetli antrenmanlar daha düşük şiddetli antrenmanlara göre daha az gerçekleştirilebilir (16). Pliometrik antrenmanlara yeni başlayanlar için iki antrenman arası en az 48 saat olmalıdır. Literatüre göre pliometrik antrenmandan sonra tam toparlanmanın olabilmesi için gerekli süre 48 ile 72 saat arasındadır (41). Pliometrik antrenmanlar (hız ve çeviklik becerilerine yönelik özel antrenmanlar hariç) haftada en fazla iki gün yapılmalıdır (43). Yapılan başka bir çalışmada ise çocuk ve ergin sporcuların yetişkinlere göre daha fazla dinlenme gereksinim duyacağı için gün aşırı olarak haftada iki pliometrik antrenman uygulamasının yeterli olacağı bildirilmiştir (16).

Toparlanma

Pliometrik antrenmanların etkinliğini belirleyen değişkenlerin en önemlisidir. Setler arasında tam toparlanma olabilmesi için 1-2 dakikalık (dk) süreye ihtiyaç vardır. Dinlenme süresi ise 1:5 ve 1:10 aralığında olmalıdır. Setler arasında tam dinlenme süresi kısa tutulursa bir sonraki sette sporcu maksimal düzeyde performans sergileyemez. Burada cinsiyet ayrımı olmaksızın sporcular aynı yoğunlukta benzer beceri derecesinde antrenman yapabilirler (45).

2.1.7. Pliometrik Antrenmanların Avantajları ve Dezavantajları

Pliometrik Antrenmanların Avantajları

- Pliometrik antrenman uygulamaları sonucunda hipertrofi ve vücut ağırlığı değişmezken maksimal kuvvette hızlı bir artış görülür.
- Uzama ve kısalma döngülü kas hareketlerinin gerçekleştiği tüm spor branşlarında uygulanabilir.
- Antrenmanlar kademeli arttırılabildiğinden dolayı her yaş ve seviyedeki sporcuya uygulanabilir.
- Çabuk kuvvet performansının ön planda olduğu spor branşlarında kuvvet gereksinimlerini gidermede etkilidir (46).

Pliometrik Antrenmanların Dezavantajları

Pliometrik antrenman üzerine çalışmalar yapan bazı spor bilimciler pliometrik antrenmanla ilgili yapılan çalışma verilerinin yetersiz olduğunu ifade etmişlerdir. Derinlik sıçramaları gibi hareketlerin sakatlık riski oluşturma potansiyelinin olduğunu ve bu çalışmaların özellikle atletlerin bacaklarında stres oluşturabileceği bildirilmiştir. Matt Brzycki derinlik sıçramaları içeren antrenman uygulamalarının alt ekstremiteye çok fazla yük bindirdiğinden sakatlık oluşturabileceği konusunda görüş bildirmiştir (23).

2.2. Elektriksel Kas Uyarımı (EMS)

2.2.1. EMS Metodunun Tarihsel Gelişimi

Çok eski tarihlerde sinir sisteminin anatomik incelemesinin yapıldığı bilinmektedir (47). Sinirler üzerine elektrikle uygulanan terapilerin geçmişi milattan öncesine dayanmaktadır. Antik mısırlılar, Romalılar ve Yunanlar, elektrik üretme özelliği olan balıkları ağrı tedavisinde bir yöntem olarak kullanmışlardır. On yedinci yüzyılın sonlarına doğru Jan Swammerdam ve Giovanni Borelli adlı iki araştırmacı da bir kurbağanın kaslarını uyaran sinire statik elektrik akımları uygulamışlardır ve kas kontraksiyonlarına dışarıdan uyaran vermeyi başarmalardır (48). On sekiz ve on dokuzuncu yüzyıllarda gelişen teknolojiyle birlikte doğal elektriksel akımlar insan yapımı elektronik cihazlarla elde edilmeye başlanmıştır (49, 50).

1746'da Petrus Van Musschenbroek'in tarafındangeliştirilen basit bir kondansatör olan Leyden Kavanozu, tıp alanında elektrik kullanımı kolaylaşmış ve yaygınlaşmıştır (51). İtalyan bir fizikçi olan Jean Jallabert 1747 yılında Leyden Kavanozu sayesinde elektriksel uyarımı kullanarak elinde kas hasarı olan hastasında

önemli bir iyileşme kaydetmiştir. Bu çalışma sayesinde EMS'nin tedavi amaçlı kullanılmasında öncülük etmiştir (52, 53).

1789'da Luigi Galvani kurbağa üzerinde EMS deneyleri yaparken kurbağanın bacağına şiddetli bir kasılma oluşumunu sağlamıştır. Bu deney sayesinde Galvani dışarıdan verilen elektrik uyarını il e kasılmanın mümkün olabileceğini ve sinirlerin ise iyi birer iletici olduğunu gözlemlemiştir (54-57).

On dokuzuncu yüzyılın ortalarında Faraday'ın geliştirdiği faradik akımlar sayesinde yüz kaslarının uyarılmasını başaran ilk kişi modern elektro terapinin öncü kişilerinden olan Guillaume Duchenne'dir (58, 59).

Yirminci yüzyılın başlarında rehabilitasyonlarda tedavi amaçlı kullanılan elektriksel akımların arttığı gözlemlenmiştir. 1977 yılında Concordia Üniversitesi'nde Rus bilim adamı Yakov Kots'un verdiği konferansta üst düzey sporcularda hızlı ve büyük oranda kuvvet kazanımlarının kısa süreli yüksek frekanslı EMS yöntemiyle sağlanabileceğini iddia etmiştir (60-62). EMS uygulamalarının sporda kullanımıyla ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

2.2.2. EMS'nin Biyokimyasal Mekanizması

EMS vücuttaki iyonları hareket ettirerek biyokimyasal etki sağlar. Elektriksel akım kuvveti ulaşılabilen dokular üzerinde etkisini gösterdiği durumda vücutta bulunan pozitif yüklü iyon parçacıkları negatif kutba, negatif yüklü iyon parçacıkları ise pozitif kutba doğru ilerlemektedir. Eğer elektriksel akım uyarısı aralıklı bir şekilde gerçekleşiyorsa akışın olmadığı bölümlerde elektronlar başlangıçtaki pozisyonlarını geri alırlar. Normal bir sinir hücresi içerisindeki ve dışarısındaki iyon yoğunluğu, sinir hücre zarının dışında bulunan birikmiş sodyum ve kalsiyum yoğunluğu ile hücre zarı içerisindeki sıvıda birikmiş potasyum iyonları nedeniyle farklılık göstermektedir. Bu yüzden bir sinir hücresinin iç kısmı ve dış kısmı arasında 60 ila 90 mili volt (mv) arasındaki değerler miktarı kadar bir potansiyel fark bulunmaktadır. Bir sinir hücresinde pozitif iyonlar hücre dışında, negatif iyonlar hücre içinde ise bu sinir hücresi dinlenme durumunda bulunmaktadır. Dinlenmiş olan hücre zarı potansiyelinde hücre dışında mevcut olan sodyum yoğunluğu, hücre içinde mevcut olan sodyum yoğunluğundan fazla iken potasyum için ise bu durumun tam tersi gerçekleşmektedir. Bu olayların yanı sıra hücre zarının potasyum geçirgenlik potansiyeli, sodyum geçirgenlik potansiyelinden daha fazladır. Çünkü hücre zarında sodyum kapısız-kanalından daha çok miktarda potasyum kapısız-kanalı vardır. Bu nedenle dinlenmiş haldeki hücre zarı potansiyeli sodyum denge potansiyeline göre potasyum denge potansiyeline çok daha

yakın değerdedir. Sinir hücresinde sodyum +60 mv,potasyum - 100 mv denge potansiyeline sahiptir. Hücre zarı boyunca yayılmış haldeki kanallar iyon dengesini etkiler. Belli iyonlar hücre zarından geçebilirken, diğer bazı iyonlar hücre zarından geçemez çünkü hücre zarı seçici geçirgen özellik göstermektedir. Açık ve kapalı olmak üzere iki kapı türü mevcuttur. Bunlar voltaj kapılı ve kapısız kanallar olarak sınıflandırılmaktadır. Dış faktörlerden belirgin bir şekilde etkilenmeyen ve her zaman açık konumda bulunan kapısız kanallar dinlenik potansiyel korunumunda en büyük öneme sahip kapılardır. Sodyum ve potasyum iyonları pasif bir şekilde ilerleme kaydedebilmek için bu geçitlerin iznine ihtiyaç duyarlar (63, 64).

Herhangi bir uyarı olmadığı zaman hücre zarı kutuplaşmamış halde bulunmaktadır. Hücre zarının bir bölümündeki pozitif iyonlar diğer bölümündeki negatif iyonlara eşit durumdadır.Mevcut bölgelerden herhangi bir elektriksel uyarılma ile karşı karşıya kalırsa plazma hücre zarı boyunca potansiyel farkta azalma olduğu görülür.Bu düşüş durumunun belli bir sınırı bulunmaktadır ve bu seviyeye ulaşıldığı durumda hücre zarının sodyum iyonlarına olan geçirgenliği aktif hale gelir,bunun sonucunda hücre içi ve dışında eşitliği sağlayamayan iyon geçişleri gerçekleşerek "polarizasyon" oluşumuna neden olur. Negatif iyonlar hücre zarı içinde, pozitif iyonlar se hücre zarı dışında daha yoğun bulunmaktadır. Sodyum iyonlarına olan geçirgenlik durumu aktif hale gelince, sodyum iyonları hücre zarı içine doğru hızlı şekilde ilerler. Geçirgenliğin aktif oluşu hücre içi ve dışındaki yoğunlukların farkına sebep olur. Potansiyel farktaki azalma +25 ile +50 mv eşik şiddetine ulaşana kadar polarizasyon tek yönlü şekilde devamını sağlar. Polarizasyonun ters devamını sağlaması sonucunda hücre içi pozitif, hücre dışı negatif yükü yüklenerek "depolarizasyon" adını verdiğimiz oluşuma neden olur. Bu gelişmelerden sonra ise sodyum iyonları geri çekilir ve uyarı alan bölüm dinlenmiş hücre zarı potansiyeline geri dönüş yaparak "repolarizasyon" durumunu sağlar. Bu değişim durumları "aksiyon potansiyeli " olarak adlandırılmaktadır ve aksiyon potansiyelinin oluşabilmesi için gereken kural verilen uyarının 12mv den büyük olmasıdır. Sinirin aktif ve dinlenik bölümler arasındaki potansiyel farkın, bölümler arası lokal elektron akışına neden olabilmesi için bu durumların gerçekleşmesi gerekmektedir (65).

2.2.3. Aksiyon Potansiyeli

Temel sinir iletim birimi, aksiyon potansiyeli olarak ifade edilir ve uyarıya cevap veren depolarizasyon ve repolarizasyonlar sonucu gerçekleşmesi uyarının sınır hücresi boyunca yayılma gösterdiğine işarettir. Sinirin iç kısmının daha negatif olması

ve iç-dış arasında -60 ile -90mv potansiyel fark olması sinirin dinlenik halde olduğunu işaret eder. Bir sinire yeterli şiddet ve sürede uyarı verildiğinde hücre zarı depolarize olarak pozitif iyonlar hücre içine, negatif iyonlar hücre dışına doğru yol alır. Yakın hücre zarının depolarize olmasına neden olarak depolarizasyon durumunun devamını sağlayan unsur, elektrik potansiyelindeki değişimdir. Hücre zarı potansiyeli +30 mv ye ulaşana kadar devam etmektedir. Bu sınıra ulaşıldığında hücre zarının sodyum geçirgenlik potansiyeli düşürülerek potasyum kanallarının açılması ile potasyum geçirgenliğinin arttırılmasına neden olunmaktadır. Çünkü potasyum yoğunluğu hücre içinde artış göstermektedir. Potasyum iyonları hücre dışına çıkarak hücrenin repolarize olmasına neden olur ve hücre zarı potansiyelinin -60 ila - 90 mv olan dinlenik hale geri dönüş yapmasını sağlar. Aksiyonpotansiyeli adı verilen olay, hücre zarının birbirinin ardı sıra gerçekleşen depolarizasyon ve repolarizasyon durumları ile hücre zarı boyunca iyon akışı sayesinde gerçekleşmesi olayıdır. Aksiyon potansiyeli uyarı şiddeti veya süresini arttırırken, hızı ya da genliği etkilemez. Verilen uyarı şiddetinin büyüklüğü aksiyon potansiyelini arttırıcı veya azaltıcı yönde etki yapmaz yani en az şiddet büyüklüğünde de en fazla şiddet büyüklüğünde de aynı aksiyon potansiyeli diğer bir tanımla aynı depolarizasyon dalgası oluşmaktadır (65).

Aksiyon potansiyelinin postsinaptik sinir ya da kas hücresiyle sinaps yapıp sinir uyarabilmesi için aksiyon terminaline ulaşması gerekir. Motor sinirin akson dalları çok miktarda kas lifleriyle sinaps yapar. Motor ünite adı verilen kavram, bir motor sinir hücresinin sinaps yaptığı tüm kas fibrinleri anlamına gelmektedir. Motor ünite oluşumunu sağlayan kas fibrinleri, sinaps yapmış olduğu sinir hücresinden gelen eşik şiddet de ki uyarı ile bir aksiyon potansiyeline yanıt oluşturabilmek için maksimum düzeyde kasılma gerçekleştirirler. Sodyum kanallarının açılması ile aksiyon potansiyelinin oluşabilmesi için eşik değerinde bir uyarı alınması gerekir. Bu uyarı aksiyon başlangıcından aksiyonun sonlanım noktasına kadar aynı hızda ve şiddette iletilir. Eğer verilen uyarı eşik şiddetin altında bir değer ise sodyum kanallarını açabilecek büyüklükte olmadığından aksiyon potansiyelinin oluşumu gerçekleşmez. Bu olaya "ya hep ya hiç" yasası adı verilmektedir. Bu yasa dikkate alındığında yarım bir aksiyon potansiyeli oluşturma durumu söz konusu değildir (66-68).

Dışarıdan alınan elektrik uyarımı ile oluşturulan akım potansiyeli başladıktan sonra sinir hücresi repolarize olana kadar farklı bir aksiyon potansiyeli oluşturulması söz konusu değildir. Refrakter periyot, hücre zarının depolarizasyonun başlangıcından tekrar uyarılabilir olacağı hiperpolarizasyon sonuna kadar olan süredir. Refrakter

periyot, görel ve mutlak refrakter periyot adı verilen iki fazdan meydana gelmektedir. Mutlak refrakter periyotta, hücre zarı potansiyeli oluşmaz bunun nedeni ise birbirini izleyen depolarizasyon ve repolarizasyon olaylarını içeren bu süreçte sodyum kanallarının açık olmasıdır. Aksiyon potansiyelinin repolarizasyon anı sırasında aktif edilmemiş kanallar bir süre kapalı konumda kalarak başka bir aksiyon potansiyeli oluşumuna izin vermez. Sinir hücresine çok şiddetli bir uyarı dahi verilse bir sinir daha fazla uyarılma gücüne sahip değildir. Aksiyon potansiyelinin ateşleme oranının sınırlandırılması ve yanlış yöne gitmesini önlemek için mutlak refrakter çok büyük öneme sahiptir. Görel refrakter periyottaysa sodyum kanalları bir sonraki aksiyon potansiyelini oluşturmak için kapalı durumda bulunmaktadır. Hücre zarında hiperpolarizasyon oluşumunun nedeni, aksiyon potansiyeli repolarizasyonun dinlenik potansiyeli aşmasıdır. Bu durum sinir hücresinin sodyum geçirgenlik kapasitesi yüksek olduğu takdirde ortaya çıkmaktadır. Bu olaylar zinciri sayesinde hücre zarı potansiyeli, denge potansiyeline yakın değerler alır. Bu hiperpolarizasyon süresine karşılık gelen görel refrakter periyotta hücre zarı uyarılabilme ihtimali yüksektir. Ancak bu uyarılabilme ihtimalinin tam olarak gerçekleşebilmesi için yüksek şiddette bir uyarı alınması gereklidir. Yeni bir aksiyon potansiyelini oluşturabilmek için gerekli olan hücre zarının kısa sürede uyarılabilmesi için uyarılabilirlik bu periyotlarda geri kazanılır (69, 64, 65).

2.2.4. Elektriksel Akımların Şiddet-Süre Eğrisi

Sinir uyarısı oluşturma çalışmalarının amacı doğrultusunda pil ve elektronik devre elemanından yardım alan Luici Galvani, sinir uyarısı oluşturmak için uyarının ne büyüklükte şiddet ve ne kadar sürede uygulanması gerektiği, uyarı ve uyarılabilirlik potansiyellerinin arasındaki bağlantıyı kurmada zorluklarla mücadele etmiştir. Hoorweg ve Weiss tarafından daha önce akım şiddeti ve süresi arasındaki bağlantı deney yolu ile açıklanmıştır ancak bu bağlantıyı teorik model ile açıklamayı başaran ilk kişi Louis Lapidicque'dir. Lapidicque, bir kasılmanın meydana gelebilmesi için gerekli olan en küçük elektrik akım şiddeti olan "reobaz" terimini, reobazın değerinin iki katı şiddeti büyüklüğüne sahip olan akımın bir sinir veya kasta uyarım oluşturabilmesi için gereken kısa süre anlamına gelen "kronaksi" terimini literatüre kazandırmayı başarmıştır (70, 71).

Aksiyon potansiyelinin oluşumu için sinir fibrini yeterli şiddet ve sürede uyarılmalıdır. Uygulanan minimum şiddet belirli bir zaman boyunca devam ederse aksiyon potansiyeli oluşumunu sağlar ve bu oluşumu gerçekleştiren değer "eşik şiddet"

adını alır. Şiddet-süre eğrisi adı verilen kavram, doku uyarılabilirlik kapasitesinin uyarının şiddeti ve süresi sayesinde belirlendiğini açıklar (72, 73). Grafik olarak şiddet-süre eğrisinin oluşturulabilmesi için, uyarı farklı süre miktarlarında uygulanarak her süre için farklı bir eşik şiddeti değeri bulunur ve böylece bilgiler grafik olarak aktarılabilir hale gelir (66). Bu eğri atım süre miktarı artış gösterirken uyarı şiddetinin düşüyle ayırt edilir (74). Sinir fibrin boyunca devamını sağlayan potansiyel, şiddeti ve süre ilişkisini etkiler. Elektrot boyutu, ısı, polarizasyon ve elektrotlar arası mesafe şiddeti ve süre bağlantısını etkilemektedir (75, 76).

2.2.5. EMS'nin Fizyolojik Mekanizması

Elektrotlar deri üzerine yerleştirilerek dışarıdan verilen elektriksel uyarılar aracılığıyla kas ve sinirlere uyarı gönderir. Bu elektriksel uyarılar motor nöronların depolarizasyonu ile direkt, duyuşal afferentlerin depolarizasyonu ile de indirek aksiyon potansiyelleri oluşturarak kasta istemsiz bir kasılmaya neden olur. Kontraksiyonlar uyarı bölgesine bakılmaksızın ilk önce uyarı elektrodun hemen altındaki motor aksonları uyarır. Bu esnada duyuşal aksonları da uyararak aktive edebilir. Uyarı gönderen elektrotlar lokal bir elektriksel bölge oluştururlar ve bu sayede nöronlara yakın olan hücre membranlarını depolarize eder. Depolarizasyonun kritik eşığe ulaşması durumunda hücre dışı boşluktan hücre içi boşluğa doğru olan sodyum iyonlarının akışı uyarı bölgesinden her iki yöne doğru ilerlemeye başlayan bir aksiyon potansiyeli oluşturur. Distal yönlü olan potansiyel motor son plağa ulaşır ve kas fibrininin kasılmasına neden olur (77-79).

Teorideki EMS'nin en önemli avantajı aktif edilmesi zor olan motor liflerin aktivasyonunu sağlıyor olmasıdır. Henneman'ın motor ünite katılımını açıklayan boyut prensibinin geçerliliğı EMS anında ortadan kalkar (80, 81). Henneman prensibinin içeriğine bakılırsa istemli olan kas kasılmaları anında inen nöral sürüş ve refleksif girdiler sayesinde aktif hale getirilen motor ünitelerin katılımı küçük ünitelerden büyük ünitelere doğru yol almaktadır (62, 82). EMS uygulama esnasında motor ünitelerin eş zamanlı katılımı gerçekleşir, çünkü motor ünite katılımında sırasıyla yerleştirme ve seçici olma durumları söz konusu değildir (83). Katılım şekli ise elektrotların tipine, yüzeyine, yerleşme halindeki konumuna, uyarıların ilerlediğı dokuların iletim gücüne ve elektrik akım şiddetine göre değişmektedir (58).

Elektriksel uyarılı kontraksiyonlar sırasında aktive edilmiş motor ünitelerin aktivasyon sırasının değiştiğı yani istemli kasılma sırasındaki aktivasyon sırasının tersine dönerek hızlı motor ünitelerin ilk önce aktive edildiğı teorisini destekler nitelikte

araştırmalar olduğu gibi (84-86) seçici olmayan senkron motor ünite katılımını destekleyen araştırmalar (83, 87, 88) ve motor ünite katılımının istemli kasılmalar esnasındaki katılımı aynı olduğunu bildiren araştırmalar da vardır (89, 90). Aynı zamanda elektriksel uyarılı ve istemli kontraksiyonlar sırasındaki motor ünite katılımı arasında belirgin bir ayırım olmadığını belirten araştırmalar da vardır (91, 62).

EMS uygulama esnasında dışarıdan verilen düşük elektriksel akımlar aracılığıyla küçük aksonlara göre büyük motor ünitelerin büyük çaplı aksonlarındaki ranvier boğumları, daha geniş aralıklarla sıralandığından hücre zarında voltaj değişimi yükselişe geçer. Bundan dolayı büyük motor üniteler daha düşük akson direncine sahiptirler ve dışarıdan verilen düşük elektriksel akımlarla daha kolay depolarize edilirler (78, 82). Böylece kastaki motor üniteler elektriksel akımlarla seçici olmayan ve senkron katılımı aktive edilirler. Bununla birlikte EMS uygulaması esnasında ağrı reseptörleri vasıtasıyla (yani refleks yolla) büyük motor üniteler de aktive edilirler (92, 82). Hızlı kasılan kasların büyük bir kısmı, kas lifi demetlerinin dış yüzeylerine yakın yerlerde bulunmasına rağmen elektriksel akımlarla aktivasyon gerçekleştirildiğinde kasın bütünü aktive olmaktadır. Bu bağlamda EMS ile hızlı motor ünitelerini aktive etmede kolaylık sağlanması amaçlanır (83).

Daha önce de belirtildiği gibi EMS'nin en önemli avantajı aktif edilmesi zor olan motor liflerin aktivasyonunu sağlıyor olmasıdır (83). Bunun yanı sıra EMS'nin kuvvet (nöral ve kassal) (7, 93, 94), hipertrofi (95, 96), atrofiden korunma (97-99), sprint (7, 100), sıçrama yüksekliliği (8,100), toparlanma (101) ya da spor dalına özgü performans (7) zerine literatürde pozitif etkilerini ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır. Ancak sağlıklı bir istemli kasılmanın EMS' ye oranla kas kuvveti gelişimi üzerine daha üstün olduğu bildirilmiştir (97, 102-104). Bu duruma iki ana neden gösterilmektedir. Bu nedenlerden ilki optimal spatial motor ünite aktivitesini kısıtlayan kesintisiz elektriksel akımlardır. İkinci bir neden ise istemli kasılma esnasında aktive edilen sinerjist ve stabilizatör kas gruplarının EMS uygulaması esnasında uyarılması ve kaslar arası koordinasyonu EMS'nin kolaylaştırmada etkisiz kalmasıdır. Ayrıca EMS esnasında ihtiyaç duyulan enerjinin anaerobik glikoluz sisteminden temin edilmesine dayalı olarak fosfokreatinin ve glikojenin azalması ve laktik asit birikimi ile hücre içi hidrojenin gücü (Ph) düşüşü sonucunda erken yorgunluğa sebep olmaktadır. Motor nitelerin eş zamanlı katılımı ve sabit aralıklı aktivasyonlar sebebiyle kaslarda oluşan yorgunluğun istemli efora oranla daha çabuk açığa çıkmasıdır (86, 105).

2.2.6. EMS Metodunun Sporda Kullanımı

Günümüzde, sportif performansı artırmak için kullanılan çeşitli antrenman yöntemleri vardır. Bu doğrultuda kısa sürede sportif performans üzerinde olumlu etki oluşturmak için yeni ve yenilikçi yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu yöntemlerden biri, kuvveti koruma antrenmanı olarak kullanılan yapay elektriksel kas uyarırlarıdır (EMS) (8, 9, 106, 107). Elektriksel uyarıların genel amacı, kasları tekrarlayan kasılmalar yardımıyla antrene ederek temel kas özelliklerini geliştirmektir (9, 107).

Sporda EMS kullanımı 1960'lı yıllarda Kots'un uygulamalarıyla başlamıştır ve yeni bir uyarım formunun (Rus formu) elit atletler için kasları %40'a kadar güçlendirdiği iddia edilmiştir (61). Böylece sporda EMS kullanımı popüler olmuştur. 1970'li yıllarda bu çalışmalar batılı spor kurumları ile paylaşılmıştır. Ancak, EMS' de yer alan mekanizmalar tam olarak anlaşılamadığından, sonuçlar çelişkili bulunmuştur. Son tıbbi fizyolojik araştırmalar, kas hücrelerinin, kan damarlarının (108) ve sinir sisteminin (109) elektriksel uyarım ile adaptasyon sağladığını tam olarak ortaya koymuştur.

EMS uygulamalarının sporda kullanımıyla ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Yüzme (9), basketbol (107), voleybol (110), buz hokeyi (7), ragbi (8), tenis (111), futbol (112), jimnastik (113), atletizm (114), halter (115), kayaklı koşu (116) gibi spor branşlarında EMS etkinliği incelenmiştir.

Elektriksel kas uyarılarının kas performansı üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, yüksek frekans uyarılarının güçlendirme açısından etkili olduğunu ortaya koymuştur (117-120). Düşük frekans dürtüleri ise dayanıklılık açısından etkilidir (121, 122). Ayrıca, düşük frekanslı dürtüler, yorgunluğun ardından kas iyileşmesi için kullanılır (101).

2.3. Basketbol

2.3.1. Basketbol Sporunun Tanımı

Basketbol tüm dünyada her geçen yıl daha da büyük bir seyirci kitlesine ulaşan popüler takım sporlarından biridir. Oyun beşer kişilik iki takım arasında oynanır. Her takımda beş aktif yedi yedek kulübesinde olmak üzere on iki sporcudan oluşur. Ulusal Basketbol Birleşimi (NBA) hariç, ülkemiz de dahil olmak üzere bir çok ligin ve organizasyonun düzenlediği maçlar 10 dk süren 4 periyotluk maçlar toplamda 40 dk ya tekabül etmektedir. Maç sonunda beraberlik olması durumunda beşer dakikalık uzatma periyotları oynanabilir. Oyun sahasında zemine paralel olarak belli bir yükseklikte konumlandırılmış pota adındaki çemberler bulunur. Çembere atılan her isabetli şut

basket olarak isimlendirilir. Basketin atıldığı bölgeye göre 1, 2 veya 3 puan değerinde sayı olarak değerlendirilir. El ile oynanan ve basketbol olarak adlandırılan bu oyunda amaç, rakip takımın potasına sayı atarak puan elde etmek ve rakip takımın ise sayı almalarını engellemektir. Oyun süresinin tamamlanması ile en çok sayı alan takım maçı kazanmış olur (123).

2.3.2. Basketbolun Tarihçesi

Basketbol, bir Beden Eğitimi öğretmeni olan Amerikalı Dr. James Naismith tarafından tasarlanmıştır. Dr. James Naismith öğretmenlik yaptığı Young Men's Christian Association (YMCA) okulunda spor salonunda ilk defa öğrencilerine oynatmıştır. 1892 yılında Amerika'nın Springfield eyaletinde, YMCA spor salonunda temelleri atılan basketbol, kısa bir süre içinde bütün Amerika'ya yayılmıştır (124).

Basketbol 1893 yılında Paris'te oynanmaya başlanmış olsa da, Birinci Dünya Savaşı için Avrupa'ya gelen Amerikalı askerler sayesinde Avrupa'da yaygınlaşmıştır. Avrupa'da yaygınlaşmasının ardından Afrika'ya geçmiş ve buradan da Avustralya'ya geçmiştir. Uzak doğuda ise basketbol 1913 yılında oynanmaya başlamıştır (125).

2.3.3. Türkiye'de Basketbol

Basketbol Avrupa'da yaygınlaştıktan sonra Türkiye'ye de ulaşmıştır. Basketbol 1904'de ülkemizde Robert Kolejinin spor salonunda Amerikalı öğretmenlerin denetiminde oynanmıştır. Fakat bu oyun herhangi bir ilerleme göstermemiş ve denemeden öteye geçememiştir. Galatasaray Lisesi'nde beden eğitimi ve spor öğretmenliği yapan Ahmet Robenson, 1911 yılında basketbol kurallarını dilimize çevirmiştir ve onar kişilik takımlar arasında müsabaka düzenlenmesini sağlamıştır. Fakat teknik bilgi eksikliğinden dolayı bu çalışmalar olumlu sonuçlar vermemiştir. Türkiye'de basketbolla ilgili ilk ciddi çalışmalar 1919 yılında şube açan YMCA müdürü Dr. Desver ve Selim Sırrı Tercan sayesinde başlamıştır (126).

Türk Basketbol Milli Takımı 1934 yılında kurulmuştur ve ilk resmi maçını Yunanistan ile 1936 yılında yapmıştır. Yunanistan'ı 49-12 gibi bir skorla yenerek galip gelmiştir. Türkiye Basketbol Federasyonu ise 1 Mart 1959'da resmen kurulmuştur (124).

2.3.4. Basketbol Fizyolojisi

Takım sporlarında performans birçok farklı niteliğe bağlıdır. Vücut yapısı, zindelik durumu, psikolojik özellikler, spor branşına özgü beceriler ve taktik bu niteliklerdendir. Bu bağlamda basketbolda antrenör ve sporcular için fiziksel uygunluk yüksek önceliğe sahiptir (127).

Basketbol branşı temel olarak anaerobik metabolizma gereksinimi oluşturan aralıklı ve yüksek yoğunluklu spor dalları arasında yer alır. Basketbolda atışlar, sıçramalar, engelleme ve taktiksel hamleler sıkça yapılan hareketlerdir ve bu hareketlerin gerçekleştirilmesinde anaerobik sistemin büyük bir katkısının olduğu bilinmektedir (128). Ayrıca sporcuların sahadaki mevki ve görevlerine göre anaerobik kondisyonları bazı farklılıklar gösterir (129). Basketbol maçı boyunca kreatin fosfat sentezlenmesi, aktif olan kaslardan laktat uzaklaştırılması ve birikmiş hücre içi inorganik fosfat miktarını azaltmak amacıyla anaerobik metabolizmanın yanı sıra yüksek düzeyde aerobik metabolik süreçleri de kapsamaktadır (128).

Aerobik kapasite, doku ve hücrelerin fiziksel aktivite esnasında kullanabildiği maksimal oksijen (VO_2max) olarak tanımlanır. Bunun yanında VO_2max fiziksel aktivite sonrası bir dakikalık süre içinde yenilenen ATP miktarı belirleyicisi olarak önem arz etmektedir (130). Basketbolcuların aerobik kapasitelerini belirlemek amacıyla laboratuvar ve saha testlerinin uygulandığı çalışmalar yapılmıştır. Alemdaroğlu'nun yaptığı çalışmada VO_2max 50.55 ± 6.7 ml/kg/dk olarak belirlenirken (131), Castagna ve arkadaşlarının elit sporcular üzerinde yaptıkları çalışmada VO_2max 60.88 ± 6.26 ml/kg/dk olarak belirlenmiştir (132). Köklü ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada sporcuların oynadıkları pozisyona göre VO_2max değerlerinin değişmediğini belirtmişlerdir (133).

2.3.5. Basketbolda Enerji Metabolizması

Basketbol temel anlamda anaerobik bir spor dalı olsa da basketbol oyunu esnasında üç ana enerji sistemi de kullanılmaktadır. Basketbolda sıkça yapılan ani sprintler ve yön değiştirmelerin yanı sıra blok, şut ve benzeri aksiyonlarda temel enerji kaynağı olarak Adenozintrifosfat-fosfokreatin (ATP-PC) sistemden yararlanılmaktadır (129). ATP-PC sistem kısa süreli yoğun fiziksel aktivite esnasında devreye giren enerji sistemidir. Kaslarda depo olarak bulunan ATP-PC kısa süreli yoğun fiziksel aktivite esnasında total enerji kaynağı olarak kullanılır (134). Antrenman uygulamaları ve müsabaka esnasında hareketlerin süresinin ve şiddetinin artmasına bağlı olarak anaerobik glikoluz sistem devreye girer. Anaerobik glikoluz sistemde kas glikojenleri ana substrat kaynağı olmaktadır. Savunmadan hücumla geçişte ya da alan savunması gibi durumlarda anaerobik glikoluz sayesinde hücrede enerji üretilmektedir. Oyunun durağan olduğu zamanlarda özellikle mola, oyuncu değişikliği gibi durumlarda ve oyun esnasında yürüme, serbest atış vb. düşük şiddetli aktiviteler esnasında aerobik metabolizma sistemi devreye girmektedir (127).

2.3.6. Basketbol ve Pliometrik Antrenman İlişkisi

İnsan vücudu, fiziksel aktivitelere yapısal ve fonksiyonel açıdan büyük oranda uyum potansiyeline sahiptir. Bu uyum, branşa özel performans geliştirmeye yönelik yapılan spesifik egzersizler ile sağlandığından dolayı farklı antrenman yöntemlerinin oluşmasına yol açmaktadır (135). Örneğin bir basketbol müsabakasının son dakikalarında sporcuların çok yorgun olabileceği muhtemeldir ve yorgunluk durumuna rağmen sporcular maksimal performansla yüksek bir sıçrama performansını gerçekleştirebilmeleri gerekmektedir (136). Basketbolda üst düzey başarıyı oluşturan etkenlerden birinin kuvvet olduğu belirtilmiştir. Özellikle teknik hareketleri uygulama esnasında sıçrama kuvveti, sprint kuvveti ve atış kuvveti oldukça önemli bir yere sahiptir (137). Ayrıca en kısa sürede maksimal güç üretebilme kapasitesi, yüksek sportif performansa ulaşmak için gerekli olduğu düşüncesi de bildirilmektedir (138).

Pliometrik antrenmanların kuvvetin süratli bir şekilde oluşumu ve güç üretimi üzerinde çok büyük etkileri olduğu ve bu yüzden kullanımının çok yaygın olduğu bilinmektedir (139). Pliometrik antrenmanların amacı, kasların patlayıcılık gücünü artırarak sporcunun daha hızlı koşmasını, daha uzağa atlayabilmesini ve daha yükseğe sıçramasını sağlamaktır (140). Basketbol gibi sıçramaya, koşmaya, sekmeye, yükselmeye, fırlatmaya ve atlamaya dayalı spor branşlarında pliometrik antrenman metodu uygulama ihtiyacından dolayı zorunlu olarak kullanılmaya başlanmıştır (139).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmanın Dizaynı

Araştırma, İnönü Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alındıktan sonra (karar numarası: 2020/133, EK-2) Helsinki Deklarasyonuna uygun olarak yürütüldü. Araştırmaya dâhil edilecek katılımcı sayısının belirlenmesinde G*power (3.1.9.3) güç analiz programı kullanıldı. Güç Analizi (güven aralığı=.95, alfa değeri=.05 ve beta değeri=.80) sonucunda araştırmaya toplam 20 gönüllünün dahil edilmesi gerektiği tespit edildi. Yapılan güç analizi sonrasında araştırmaya, Malatya ilinde bulunan basketbol sporcularından 15-20 yaş aralığında aktif olarak spor yapan ve 2020-2021 müsabaka dönemi içerisinde yarışmalara katılan erkek katılımcı dâhil edildi. Araştırma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklendi (TYL-2020-2311). Çalışma öncesinde çalışmaya katılan her gönüllü katılımcılar ile görüşme yapılarak; araştırmanın amacı, süresi, araştırmada kullanılan değerlendirme formları ve yapılan değerlendirmeler hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgi verilmiş ve katılımcılara “Bilgilendirilmiş Onam Formu” imzalatıldı (EK-3).

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın evrenini Malatya ilinde bulunan basketbol branşında aktif olarak spor yapan bireyler oluştururken örneklem grubunu 15-20 yaş aralığında ve 2020-2021 müsabaka dönemi içerisinde basketbol müsabakalarına katılan erkek sporcular oluşturdu. Örneklem grubunun belirlenmesi için yapılan Güç Analizi (güven aralığı=.95, alfa değeri=.05 ve beta değeri=.90) sonucunda çalışmaya dâhil edilmesi gereken gönüllü sayısı toplam 20 sporcu olarak belirlendi.

3.3. Çalışmada Yer Alma Kriterleri

- En az iki yıllık lisanslı sporcu olmak,
- Müsabık sporcu olmak,
- En az iki yılı aşkın süre ile basketbol antrenmanlarına katılıyor olmak,
- Pliometrik antrenmanı uygulayacak fiziki güce sahip olmak,
- Herhangi bir kronik rahatsızlığı olmamak,
- Veli izin onam formu almış olmak.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmaya katılan sporcuların sportif performans gelişimini belirlemek amacıyla araştırmada veri toplama araçları olarak araştırma öncesinde ve sonrasında

dikey sıçrama, line çeviklik, 20 m sürat, illionis çeviklik, tekrarlı sprint ve flamingo denge testi; boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri yapıldı.

3.5. Etik Kurul ve Veli İzin Onam Formları

Tüm katılımcılara ve ailelerine önceden araştırma ve testler hakkında bilgi verildi. 20 adet veli izin onam formu imzalatıldıktan sonra testler uygulandı (Ek-3). Bu araştırma İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu tarafından onaylandı (Ek-2).

3.6. Deneysel Tasarım

Araştırmada ilk ölçümler ve uygulamalar öncesi katılımcılar randomize olarak 2 gruba ayrıldı. EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarına katılacak olan grup EMS+PAG olarak, sadece pliometrik antrenman uygulamalarına katılacak olan grup ise PAG olarak isimlendirildi. Çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden tüm katılımcılara çalışma öncesinde çalışmaların içeriği ile ilgili bilgiler ayrıntılı olarak anlatıldı ve katılımcıların yapacakları egzersizler uygulamalı olarak gösterildi. Uygulamalara başlamadan önce testlerin şekli, içeriği, yeri ve zamanı hakkında gönüllülere gerekli bilgiler verilerek gönüllü olur formu doldurtulup imzalatıldı. Egzersiz öncesi katılımcıların 24 saat önce ağır egzersiz yapmamaları, alkol, kafein ve ergojenik yardımcı kapsamına giren maddeleri kullanmamaları hususunda gerekli bilgilendirmeler yapıldı. Araştırma öncesinde katılımcıların EMS ve egzersizlere alışabilmeleri amacıyla 3 alıştırmaya fazı uygulandı. Alıştırma fazından sonra çalışmada kullanılan egzersizler antrenman bilgisine sahip lider gözetiminde yapıldı.

Araştırma süresince PAG haftada 2 gün pliometrik antrenmanlara katıldı. EMS+PAG haftada 2 gün EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenmanlara katıldı. Haftada 2 birim uygulanan pliometrik ve EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenmanlar 10 dakikalık ısınmanın ardından 20 dakikalık pliometrik egzersizlerden oluşan ana evre ile devam etti. Ana evrenin sonunda 10 dakikalık soğuma (stretching) uygulamalarıyla sonlandırıldı.

3.7. Pliometrik Antrenman Programı

Antrenman programı detaylı literatür taraması sonucunda hazırlandı ve antrenman programı dizaynı Miller ve ark. 2006; Özen ve ark. 2020 tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılarak oluşturuldu (141-143) (tablo 3.1). Antrenman ekipmanı olarak AQ8 EMS cihazı (İspanya) ve 40 cm'lik atlama kasaları kullanıldı. Sporcuların haftalık antrenman birimleri arasında yeterli toparlanma süresi verilmesi açısından 48 saatlik ara ile (143) pliometrik antrenman uygulandı. Pliometrik antrenman egzersizleri aşağıdaki hareketlerinden oluşturuldu:

- Dikey sıçrama,
- Durarak uzun atlama,
- Eller gövdede dizleri bükerek sıçrama,
- Havada 180 derece dönerek sıçrama,
- Kolları kullanarak yukarı sıçrama,
- Dizleri göğse çekerek sıçrama,
- Kasaya atlama,
- Kasadan yere yerden yukarı sıçrama.

Tablo 3.1 Pliometrik antrenman programı

	1-3 hafta	4-6 hafta	7-9 hafta	10-12 hafta
Egzersiz adı	(tekrar x set)	(tekrar x set)	(tekrar x set)	(tekrar x set)
Dikey sıçrama	8x3	10x3	12x3	14x3
Durarak uzun atlama	8x3	10x3	12x3	14x3
Eller gövdede dizleri bükerek sıçrama	8x3	10x3	12x3	14x3
Havada 180 derece dönerek sıçrama	8x3	10x3	12x3	14x3
Kolları kullanarak yukarı sıçrama	8x3	10x3	12x3	14x3
Dizleri göğse çekerek sıçrama	8x3	10x3	12x3	14x3
Kasaya atlama	8x3	10x3	12x3	14x3
Kasadan yere, yerden yukarı sıçrama	8x3	10x3	12x3	14x3
Toplam sıçrama adedi	168	210	252	336

3.8. EMS Protokolü

EMS uygulamalarına alışmak amacıyla sporculara araştırmaya başlamadan önce deneme seansları uygulandı. EMS protokolü haftada 2 gün ve pliometrik antrenmanlar ile kombine edilerek uygulandı. EMS protokolü olarak AQ8 marka EMS (şekil 3.1) cihazının 20 dakikalık fitness paketi uygulandı.



Şekil 3.1. AQ8 marka EMS cihazı

EMS giysisi (şekil 3.2) üzerine yapıştırılmış elektrotlar sayesinde alt ve üst ekstremitelere akım verilerek elektriksel kas uyarımı sağlandı. Uyaran sıklığı ve dalga boyu AQ8 marka EMS cihazının 20 dakikalık fitness paketi programı tarafından otomatik ayarlı olup şiddet ise sporcuların bireysel farklılıkları göz önünde bulundurularak sporculara göre manüel ayarlandı. Akım şiddeti ayarlama ekranı şekil 3.3 de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. AQ8 marka EMS antrenman giysisi



Şekil 3.3. Akım şiddeti ayarlama ekranı



Şekil 3.4. EMS+PAG antrenman uygulamaları

3.9. Veri Toplama Araçları

EMS ile pliometrik antrenman kombinasyonunun genç basketbolcuların bazı motorik özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada, etki büyüklüğünü belirlemek amacıyla dikey sıçrama testi, 20 m sürat koşu testi, lane çeviklik testi, flamingo denge testi, illionis çeviklik testi ve tekrarlanan sprint yeteneği testi ölçümleri alındı.

3.9.1. Boy, Ağırlık Ölçümleri ve Beden Kitle İndeksinin Hesaplanması

Boy metre ile cm cinsinden ve vücut ağırlığı elektronik baskül ile kg cinsinden ölçüldü (144).

3.9.2. Dikey Sıçrama Testi

Sporcudan vücut ağırlığı her iki ayağa eşit dağılmış şekilde ve ayakları omuz genişliğinde açık olarak durması istendi. Sporcuların vertec'te uzanabileceği en yüksek noktaya uzanmaları istendi, burası sıfır başlangıç noktası olarak kabul edildi. Sporcudan adım almadan diz, kalça ve ayak bileğinden bükme yaparak sıçraması ve vertec'te ulaşabildiği en yüksek noktaya dokunması istendi (145).



Şekil 3.5. Dikey sıçrama testinin uygulanması

3.9.3. 20 m Sürat Koşu Testi

Sporcuların süratının ölçülmesi için 20 m sürat testi uygulandı. 20 m sürat testi kronometre kullanılarak ölçüldü. Test için 20 m'nin başlangıç ve bitiş noktalarına 2 huni yerleştirildi. Testten önce test protokolü hakkında bilgi verilerek sporculara bir deneme yaptırıldı. Sporcular 2 dakikalık aralıklarla testi 3 kez uyguladı. Performanslarının ortalama değerleri hesaplanarak kaydedildi. Sporcuların 20 m'yi geçmeden yavaşlama ihtimaline karşı 25 m'ye farklı renkte bir antrenman hunisi daha konularak huniye kadar koşmaları istendi. Sporcular başlangıç noktası olarak başlangıç çizgisinin hemen yanından durağan bir şekilde başladı. Sürat testi 3 kez tekrarlanıp ortalaması saniye cinsinden kaydedildi (146, 147).



Şekil 3.6. 20 m sürat koşu testinin uygulanması

3.9.4. Lane Çeviklik Testi

Bu test için genişliği 4,90 m ve uzunluğu 5,80 m olan bir dikdörtgen parkur kuruldu. Dikdörtgen parkurun her bir köşesine birer huni yerleştirildi. Her huni sırasıyla A, B, C ve D noktası olarak isimlendirildi. Katılımcılar başlangıç noktası olan A'dan B noktasına koşarak ilerledi, ulaştıkları B noktasından, C noktasına ulaşmak için kayma adımlarıyla ilerledi, C noktasından D noktasına geri koşarak ulaştı, D noktasından A noktasına yan kayma adımlarıyla ilerledi. Dinlenmeden yeniden kayma adımlarıyla D noktasına ilerledi, D noktasından koşarak C noktasına ulaştı, B noktasına ulaşmak için C noktasından yana kayma hareketi yaptı ve ulaştığı B noktasından başlangıç olarak belirlenen A noktasına ulaşmak için geri geri koşarak testi tamamladı (148).



Şekil 3.7. Lane çeviklik testinin uygulanması

3.9.5. Flamingo Denge Testi

Sporcuların denge performanslarını değerlendirmek için flamingo denge testi uygulandı. Bu testte sporculardan dominant bacak üzerinde dengede durması ve diğer bacağını dizinden fleksiyon yaparak, kalçasına doğru kıvrması ve eli ile tutup sabitlemesi istendi. Bir dakikalık süre zarfında sporcunun her denge kaybında süre durduruldu. Her denge kaybından sonra sporcudan başlangıç pozisyonunu alması istendi. Sonrasında süre kaldığı yerden devam ettirilerek, katılımcının her denge kaybı bir puan olarak değerlendirildi ve kaydedildi (149).



Şekil 3.8.1 Flamingo denge testinin uygulanması

3.9.6. İllionis Çeviklik Testi

İllionis çeviklik testinin uygulanabilmesi için genişliği 5 m ve uzunluğu 10 m olan bir dikdörtgen parkur kuruldu. Parkur için 8 tane huni kullanıldı. Dikdörtgenin her bir köşesine birer huni yerleştirilmek üzere toplam 4 huni kullanıldı. Bu huniler sırasıyla A, B, E ve F noktası olarak isimlendirildi. Dikdörtgenin her iki kısa kenarı arasında 4 huni yerleştirildi. Ortada yer alan huniler arasındaki mesafe 3,3 m olarak ayarlandı. B ile E noktası arasında yerleştirilen huni D noktası ve A noktası ile F noktası arasında yerleştirilen huni C noktası olarak isimlendirildi. A noktası başlangıç noktası olarak belirlendi. Başlangıç noktasında sporcu yüzüstü yatar pozisyonunda beklemede kaldı. Testi başlatmak için sporcuya verilen uyarı sesi ile sporcu kalktı ve testi uygulamaya başladı. Aynı zamanda kronometre de uyarı sesi ile başlatıldı. Başlangıç noktası olan A noktasından sporcu koşuya başladı ve B noktasına ulaştığında, geriye dönüş yaparak C noktasına doğru yol aldı. C noktasına ulaştığında bulunan huninin etrafından döndü ve D noktasına kadar hunilerin arasından slalom hareketi ile ilerledi. D noktasına ulaştığında huninin çevresinden geriye dönerek, C noktasına kadar slalom hareketini sürdürdü. C noktasında huninin etrafından döndü ve koşuyu E noktasına kadar devam ettirdi. E noktasına ulaştığında yeniden dönüş yaptı ve sonrasında F noktasına koşarak test uygulamasını bitirdi. Sporcu testi tamamladığında kronometre durduruldu (150).



Şekil 3.9.2 İllionis çeviklik testinin uygulanması

3.9.7. Tekrarlanan Sprint Yeteneği Testi

Test sporcunun 20 m'lik mesafeyi 6 defa sprint atmasıyla uygulandı. Aralarda jog atması ve tekrar başlangıç çizgisine gelmesi için 25 saniye zaman tanındı. Sporcuların uyguladıkları 6 sprint performans değerlerinin ortalamaları hesaplanarak kaydedildi (151).



Şekil 3.10.3 Tekrarlanan sprint yeteneği testi

3.10. Verilerin Analizi

Araştırmanın verileri SPSS 22.0 programı kullanılarak analiz edildi. Araştırma grubundan elde edilen ön test ve son test verileri parametrik test varsayımları yerine getirilmediği durumda iki eş arasındaki farkın önemlilik testinin yerine kullanılabilen “Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi” kullanılarak analiz edildi. Verilerin istatistiksel anlamlılık derecesi $p < 0.05$ olarak ele alındı. Araştırmada gruplarının ön test skorları arasındaki farkın

eşitlenerek (kovariyet) son test skor ortalamaları arasındaki farkın karşılaştırması için ANCOVA analizi uygulandı.



4.BULGULAR

Araştırma grubundan elde edilen veriler analiz edilerek aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 4.1. EMS grubunun boy değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Boy uzunluğu son test-ön test	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-1.414	.157
	Pozitif Sıralar	2	1.50	3.00		
	Eşit	8				
	Toplam	10				

Tablo 4.2'e göre EMS grubunun boy değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Pliometrik grubunun boy değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Boy uzunluğu son test-ön test	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-1.633	.102
	Pozitif Sıralar	3	2.00	6.00		
	Eşit	7				
	Toplam	10				

Tablo 4.4'ye göre Pliometrik grubunun boy değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.5. EMS grubunun vücut ağırlığı değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Vücut ağırlığı son test-ön test	Negatif Sıralar	3	2.67	8.00	-1.134	.257
	Pozitif Sıralar	1	2.00	2.00		
	Eşit	6				
	Toplam	10				

Tablo 4.6'e göre EMS grubunun kilo değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.7 Pliometrik grubunun vücut ağırlığı değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Vücut ağırlığı son test-ön test	Negatif Sıralar	3	3.33	10.00	-.707	.480
	Pozitif Sıralar	2	2.50	5.00		
	Eşit	5				
	Toplam	10				

Tablo 4.8'e göre pliometrik grubunun kilo değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.9. EMS grubunun dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Dikey sıçrama son test-ön test	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-2.816	.005*
	Pozitif Sıralar	10	5.50	55.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.10'e göre EMS grubunun dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.11. Pliometrik grubunun dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Dikey sıçrama son test-ön test	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-2.814	.005*
	Pozitif Sıralar	10	5.50	55.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.12'ye göre pliometrik grubunun dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.13. EMS grubunun sürat değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Sürat son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.803	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.14'e göre EMS grubunun sürat değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.15. Pliometrik grubunun sürat değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Sürat son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.807	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.16'e göre pliometrik grubunun sürat değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.17. EMS grubunun lane çeviklik değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Lane çeviklik son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.807	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.18'a göre EMS grubunun lane çeviklik değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.19. Pliometrik grubunun lane çeviklik değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Lane çeviklik son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.803	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 10 a göre pliometrik grubunun lane çeviklik değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.11. EMS grubunun illionis çeviklik değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
İllionis çeviklik son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.805	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 11'e göre EMS grubunun illionis değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.12 Pliometrik grubunun illionis çeviklik değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Çabuklukson test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.805	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.12'ye göre pliometrik grubunun illionis çeviklik değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.13. EMS grubunun denge değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Dengeson test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.814	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.20'e göre EMS grubunun denge değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Pliometrik grubunun denge değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Denge son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.805	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.21'e göre pliometrik grubunun denge değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.15. EMS grubunun tekrarlı sprint değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Tekrarlı sprint son test-ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.805	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.22'e göre EMS grubunun tekrarlı sprint değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.16. Pliometrik grubunun tekraralı sprint değişkenine göre ön test son test analizi (Wilcoxon)

Parametre	Sıralar	N	S.O.	S.T.	Z	P
Tekrarlı sprint son test- ön test	Negatif Sıralar	10	5.50	55.00	-2.803	.005*
	Pozitif Sıralar	0	.00	.00		
	Eşit	0				
	Toplam	10				

*p<0.05

Tablo 4.23'ya göre pliometrik grubunun tekrarlı sprint değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.17. Grupların ön test skorlarının eşitlenerek son test skor ortalamalarının ANCOVA analizi ile karşılaştırılması.

Değişken	Test	Grup		f	p	η^2
		EMS+PAG	PAG			
Boy Uzunluğu (cm)	Son Test	187.9±10.67	179.8±5.69	.074	.789	.01
Vücut Ağırlığı (kg)	Son Test	78.6±15.02	73.6±15.77	.001	.979	.00
Dikey Sıçrama (cm)	Son Test	63.3±3.97	56.7±5.96	66.570	.000**	.80
Line Çeviklik (s)	Son Test	11.35±0.81	12.71±1.12	5.840	.027*	.26
20m Sürat (s)	Son Test	2.58±0.27	3.03±0,13	17.356	.001**	.51
Denge (sayı)	Son Test	4.6±2.45	7.3±4.37	1.621	.220	.09
İlinois Çeviklik (s)	Son Test	15.23±0.81	17.02±0.78	39.923	.000**	.70
Tekrarlı Sprint (s)	Son Test	2.51±0.25	3.12±0.11	49.316	.000**	.74

* p<0.05. ** p<0.01

Araştırmada EMS ve kontrol gruplarının fiziksel performans parametrelerinde antrenman öncesi ön test skorları arasındaki farkın eşitlenerek (kovariyet) son test skor ortalamaları arasındaki farkın karşılaştırması için uygulanan ANCOVA analiz sonuçları Tablo 17'de sunulmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre grupların dikey sıçrama performansının karşılaştırmasında EMS+PAG grubunun skor ortalamasının PAG grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenirken, line çeviklik, 20m sürat, ilinois çeviklik ve tekrarlı sprint skorlarında ise EMS+PAG grubunun ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde PAG grubuna göre daha düşük

olduğu tespit edilmiştir($p<0.05$). Diğer taraftan grupların son test boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve flamingo denge skor ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Analiz sonuçlarının etki büyüklüklerinin incelemesinde anlamlı farklılık gösteren lane çeviklik testinde düşük ($\eta^2= 0.26$), 20m sürat testinde orta ($\eta^2= 0.51$), dikey sıçrama ($\eta^2=08.0$), illinois çeviklik ($\eta^2= 0.70$) ve tekrarlı sprint testlerinde ($\eta^2= 0.84$) ise yüksek düzeyde etki büyüklüğu saptanmıştır.



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının lisanslı ergen basketbolcuların boy ve kilo değerleri; dikey sıçrama, sürat, tekrarlı sprint, denge ve çeviklik performans değerleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi, çalışma kapsamında elde edilen bulguların benzer çalışmalar ile karşılaştırılması ve bu bağlamda bazı önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Çalışmaya Malatya Yıldızlar Gençlik ve Spor Kulübü Derneği- Malatya Yıldızlar Basketbol Kulübü sporcularından en az iki yıllık lisanslı 20 müsabık sporcu katılmıştır. Bu bölümde çalışma kapsamında elde edilen bulgular benzer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

EMS+PAG ve PAG arasında boy değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç literatürdeki bilgiler ile örtüşmektedir. Aydemir, 12-14 yaş grubu tekwondoculara 8 hafta boyunca haftada 3 gün pliometrik antrenman uyguladığı çalışmasında deney grubundaki tüm kadın sporcuların boy uzunluklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ancak erkek sporcuların boy uzunluklarında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir (152). Erkeklerin boylarında kadın katılımcılara oranla anlamlı bir gelişimin olmaması, erkeklerin kadınlara oranla daha geç ergenliğe girmesi ve bu yaş grubunda kadınların daha fazla gelişim göstermelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şirin, 36 gönüllü erkek futbolcunun katılımıyla yaptığı araştırmada vücut ağırlıklarının %1'i kadar ağırlık kullanarak ve ağırlık kullanmadan yapılan pliometrik antrenman uygulamalarının fiziksel ve fizyolojik özellikler üzerindeki etkilerini araştırmış, deney ve kontrol grubu arasında boy uzunluğu ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını tespit etmiştir (153). Yıldırım, 24 voleybolcu ile 8 hafta pliometrik antrenman uygulamış ve çalışmanın sonucunda alınan ölçümlerde sporcuların boy uzunluklarında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. Öztin ve arkadaşları yaptığı bir çalışmada 8 hafta boyunca haftada 3 gün çabuk kuvvet ve pliometrik antrenman uygulamalarını 15-16 yaş grubu basketbolculardan oluşan iki ayrı gruba uygulamıştır. Her iki antrenman grubunun ve kontrol grubunun boy uzunluklarında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir (154).

EMS+PAG ve PAG kilo değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir. Literatürde de benzer sonuçlar vardır. 8 hafta süresince haftada 5 gün EMS destekli antrenman uygulamalarının vücut

ağırlığı, BMI veya cilt kıvrımının kalınlığı ile ilgili sonuçlar göstermediği, ancak kas gücü ve dayanıklılığında önemli iyileşmeler yaptığı bildirilmiştir (155). Futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmaya göre EMS destekli antrenman uygulamalarının vücut ağırlığı ve boy üzerinde olumlu bir sonuç gözlemlenmemiştir (156). Sağlıklı üniversite öğrencilerine 8 hafta sürede haftada 3 kez uygulanan EMS antrenmanının vücut kompozisyonu ve fiziksel görünümüne önemli etkisinin görülmediğini belirtmiştir. Bu nedenle, kilo kaybı ürünü olarak EMS'nin ticari kullanımının bilimsel desteğe sahip olmadığı savunulmuştur (155). Ancak yapılan ilgili çalışmaların çoğunda deney grupları sporculardan oluştuğundan dolayı EMS'nin kilo faktörü üzerinde önemli etkileri olmadığı görüşünün olduğunu düşünmekteyiz. Bu nedenle sedanter bireyler üzerinden yapılacak olan ilgili çalışmaların yapılması oldukça önem arz etmektedir. Yıldırım, lise öğrencisi sporcu çocuklara 8 hafta süre ile uyguladıkları pliometrik antrenmanlar sonucunda çocukların vücut ağırlıklarında istatistiksel olarak anlamlı sayılacak bir değişimin olmadığını bildirmiştir (154). Ancak bazı sportif performans değerlerinde anlamlı farklılık olduğunu bildirmiştir. Şirin, 36 gönüllü erkek futbolcunun katılımıyla yaptığı araştırmada vücut ağırlıklarının %1 kadar ağırlık kullanarak ve ağırlık kullanmadan pliometrik antrenman uygulamalarının fiziksel ve fizyolojik özellikler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmanın bulgularına göre her iki deney grubu ve kontrol grubunda vücut ağırlığı ile ilgili istatistiksel açıdan bir fark olmadığı tespit edilmiştir (153). Yıldırım, 24 voleybolcu ile 8 hafta pliometrik antrenman uygulamış ve çalışmanın sonucunda alınan ölçümlerde sporcuların vücut ağırlığı değişkenlerinde istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığını bildirilmiştir (154). Öztin ve arkadaşları yaptığı bir çalışmada 8 hafta boyunca haftada 3 gün çabuk kuvvet ve pliometrik antrenman uygulamalarını 15-16 yaş grubu basketbolculardan oluşan iki ayrı gruba uygulamıştır. Her iki antrenman grubunun vücut ağırlıklarında anlamlı fark gözlenirken haftada 3 gün teknik ve taktik basketbol antrenmanı uygulayan sporcuların vücut ağırlığında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir (5).

Araştırmamızın sonucunda EMS+PAG, dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızın verileri literatürdeki bilgileri destekler niteliktedir. EMS destekli antrenman uygulamalarının çeşitli takım sporlarından sporcuların spesifik performansı üzerindeki etkileri bazı spor bilimciler tarafından tespit edilmeye çalışmıştır. Örneğin, Maffiuletti ve arkadaşları ile Malatesta ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada kısa süreli

EMS antrenmanlarının basketbol ve voleybolcuların dikey sıçrama performansı üzerindeki olumlu etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir (6, 110). Djokic yaptığı bir çalışmada EMS uygulamalarının patlayıcı kuvvet gelişimine olumlu etkisi olduğunu bildirmiştir. İlgili çalışma on dokuz, otuz ve kırk yaşında üç sporcunun katılımı ile 4 hafta süre ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların dikey sıçrama performanslarında anlamlı düzeyde artış olduğu bildirilmiştir (155). Benzer bir metodoloji ile yapılan başka bir çalışmada da deney gruplarında dikey sıçramanın önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (88). Herrero ve arkadaşları, 4 hafta süre ile yaptığı bir çalışmada EMS ve pliometrik antrenman birleşiminden oluşan antrenman uygulamalarının sporcuların sıçrama performansı üzerinde olumlu sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Antrenman uygulamadan sadece EMS uygulamasının ise sıçrama performansı üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmiştir (20). EMS ile antrenman uygulamalarının araştırıldığı ve bu uygulamaların sıçrama performansı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirten birçok çalışma daha vardır (20, 100,101, 110,113,156). Literatür incelenmesi sonucunda EMS destekli antrenman uygulamalarının sporcuların sıçrama performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler çalışmamızın birinci hipotezi olan “EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların dikey sıçrama performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır” hipotezini doğrular niteliktedir. Ayrıca çalışmamızda literatürle benzer sonuçlar elde etmiş olmamız araştırmamızın literatürdeki ilgili bilgileri desteklediği söylenebilir. Araştırmamızın sonucunda PAG, dikey sıçrama değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde pliometrik antrenman uygulamalarının sıçrama performansı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaların özellikle futbolcular üzerinde yapıldığı saptanmıştır. Vaczi ve arkadaşları, futbolcuların dikey sıçrama performansındaki değişimleri belirlemek amacıyla 6 hafta süresince pliometrik antrenman uygulamıştır. 6 haftanın sonunda deney grubunun dikey sıçrama performansı ile kontrol grubun dikey sıçrama performansı arasında istatistiksel açıdan fark olduğu bildirilmiştir (157). Ateş ve Ateşoğlu yaptıkları bir çalışmada futbol antrenmanı öncesi uygulanan 160-200 kontak sıçrama içeren pliometrik antrenman uygulamalarının sportif performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. 10 hafta süren bu uygulama sonucunda sporcuların dikey sıçrama performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu saptanmıştır (40). Bavlı, pliometrik antrenman uygulamalarının bazı sportif parametreler üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada farklı bir branş sporcuları benzer sonuçlar bulmuştur. 6

hafta süresince haftada 2 gün basketbol antrenmanlarını takiben 30 dk süren pliometrik antrenman uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda pliometrik antrenmanın basketbolcuların dikey sıçrama performansı üzerinde olumlu etkileri olduğunu saptamışlardır (158). Karadenizli, pliometrik antrenmanların seçilmiş antropometrik ve bazı motorik özellikler üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada deney grubuna 12 hafta süresince haftada 2 gün pliometrik antrenman uygulamıştır. 12 hafta sonunda dikey sıçrama parametresinin ilk test ve son test verileri karşılaştırıldığında dikey sıçramada anlamlı bir artış olduğunu saptamıştır (42). Özbar ve arkadaşları, 8 hafta boyunca haftada 1 gün futbolculara pliometrik antrenman uygulamıştır. Pliometrik antrenmanların haftada sadece bir gün bile uygulanmasının dikey performans üzerinde anlamlı derecede gelişme sağladığı bildirilmiştir (159). Chelly ve arkadaşları, futbolculara 8 hafta boyunca haftada 2 gün 15 dk ısınmanın ardından 15 dk süren pliometrik antrenman uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda sporcuların dikey sıçrama performanslarında artış olduğunu bildirmiştir (160). Cicioğlu ve arkadaşları, deney grubunun basketbolculardan oluştuğu bir çalışmada 8 hafta süresince haftada 3 gün basketbol teknik antrenmanlarından önce pliometrik antrenman uygulamıştır. Kontrol ve deney grubunun ikisinde dikey sıçrama performanslarında artış olduğunu belirten Cicioğlu iki grup arasındada anlamlı fark olduğunu bildirmiştir (161). Araştırmamızın her iki katılımcı grubuna ait dikey sıçrama performansı değerlendirilerek literatürde var olan çalışmalarda belirtilen performans değerleri $[(\text{Son test} - \text{Ön test}) \times (100 / \text{Ön test})]$ formülü kullanılarak yüzdelik (%) olarak verilmiştir (32). Araştırmamızın bulgularına dayanarak EMS+PAG grubuna ait dikey sıçrama değerleri ortalamaları ön test 45.40 cm ve son test 64.30 cm olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda % 41.62 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. PAG grubuna ait dikey sıçrama değerleri ortalamaları ise ön test 48.30 cm ve son test 61.30 cm olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda % 26.91 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Literatürde var olan bazı dikey sıçrama performansı ile ilgili yapılan çalışmalarda ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde, ön test ve son test ortalamalarında pozitif yönde % 13.88 (36), % 8.77 (32), % 4.3 (162), % 12.32 (163), % 8.33 (164), % 15.79 (165), % 25.72 (166), % 3.99 (158), % 4.27 (167), % 9.44 (168) oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki verilere dayanarak pliometrik antrenman ile dikey sıçrama performansı gelişiminin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Dikey sıçrama performansındaki gelişimin farklı oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların antrenman süresi, kapsamı, çalışma grubunun yaşı ve branşı ve de

pliometrik antrenmanlara ek olarak uygulanan ağırlık uygulamaları, farklı antrenman kombinasyonları ve EMS gibi modern cihazların kullanılmasından ötürü olduğu düşünülmektedir. EMS+PAG grubunun dikey sıçrama değerlerindeki artışın PAG grubuna oranla neredeyse iki katı olması ve literatürdeki ortalama değerlerin çok üstünde olması EMS'nin performansı arttırmak için sporda etkin olarak kullanılabilen bir ekipman olduğunu söyleyebiliriz.

Araştırmamızın sonucunda EMS+PAG, sürat değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatürdeki ilgili çalışmalar incelendiğinde çalışmamıza benzer çalışmaların ve benzer sonuçların olduğu tespit edilmiştir. Herrero ve arkadaşları 4 hafta süre ile yaptığı bir çalışmada EMS ve pliometrik antrenman birleşiminden oluşan antrenman uygulamalarının sporcuların 20 m sürat performansı üzerinde olumlu sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Antrenman uygulamadan sadece EMS uygulamasının ise 20 m sürat performansı üzerine olumlu yönde bir etkisinin olmadığını hatta sürat performansı üzerinde olumsuz etki bıraktığını bildirmiştir (20). Başka bir araştırmada elit futbolcular üzerinde yapılan 14 haftalık EMS destekli antrenman uygulamalarının sporcuların sprint yetenekleri üzerinde istatistiksel olarak olumlu sonuçlar verdiğini bildirilmiştir (169). Voelzke ve arkadaşları voleybol sporcularının sprint yeteneğini geliştirmek amacı ile beş hafta boyunca voleybolculara alt ekstremitelerle beraber EMS uygulamıştır. İlk test ve son test arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğunu bildirmiştir (170). Literatür incelenmesi sonucunda EMS destekli antrenman uygulamalarının sporcuların sprint performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler çalışmamızın ikinci hipotezi olan "EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların sürat performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır" hipotezini doğrular niteliktedir. Ayrıca çalışmamızda da literatürle benzer sonuçlar elde etmiş olmamız araştırmamızın literatürdeki ilgili bilgileri destekler nitelikte olduğu söylenebilir. PAG, sürat değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde benzer ve farklı sonuçların olduğu birçok çalışmaya rastlanmıştır ancak benzer sonuçların olduğu çalışmaların sayıca daha çok olduğu belirlenmiştir. Karadenizli, pliometrik antrenmanların motorik özellikler üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada 30 m sprint performansının ön test ve son test değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir $p>0.05$ (42). Bu çalışmanın aksine Bavlı yaptığı araştırmada havuz pliometrik egzersiz uygulamaları ile alan pliometrik egzersiz

uygulamalarının basketbolcuların 30 m sprint performansları üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu bildirmiştir (158). Yine benzer sonuçlar veren bir çalışmada Chelly ve arkadaşları 8 haftalık pliometrik egzersiz uygulamaları sonrasında 23 elit hentbol sporcusunun 30 m sprint performansları üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu bildirmiştir (171). Rimmer ve Sleivert, 8 hafta boyunca 26 sporcuya sprint yeteneğine özgü pliometrik egzersizler uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda sporcuların 10 m sprint performanslarında olumlu yönde değişimler olduğunu kaydetmişlerdir (172). Akçınar, 8 haftalık pliometrik antrenmanların 11-12 yaş grubu erkek futbolcuların bazı motorik performansları üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, sporcuların 30 m sürat performanslarının ön test ve son test değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğunu belirtmiştir (173).

Çalışmamızın bir diğer parametresi 20 m sürat testidir. 20 m sürat test ortalamaları çalışmamızın her iki katılımcı gruba ait performans değerleri ile literatürde var olan çalışmalarda belirtilen performans değişiklik değerleri $[(\text{Son test}-\text{Ön test}) \times (100/\text{Ön test})]$ formülü kullanılarak yüzdelik (%) olarak verilmiştir (32). Araştırmamızın bulgularına dayanarak EMS+PAG grubuna ait 20 m sürat değerleri ortalamaları ön test 3.27 sn ve son test 2.57 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %21.40 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. PAG grubuna ait 20 m sürat değerleri ortalamaları ise ön test 3.38 sn ve son test 3.03 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %10.35 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Literatürde var olan bazı sürat performansı ile ilgili yapılan çalışmalarda ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde, ön test ve son test ortalamalarında pozitif yönde 30 m sürat testinde % 5.29 (159), %4.09 (27), %0.24 (158), %6.51 (5); 20 m sürat testinde %11.03 (29) %3.44 (174), %0.95 (175), %6.05 (176) oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki verilere dayanarak pliometrik antrenman ile sürat performansı gelişiminin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Sürat performansındaki gelişimin farklı oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların antrenman süresi, kapsamı, çalışma grubunun yaşı ve branşı ve de pliometrik antrenmanlara ek olarak uygulanan ağırlık uygulamaları, farklı antrenman kombinasyonları ve EMS gibi modern cihazların kullanılmasından ötürü olduğu düşünülmektedir. EMS+PAG grubunun sürat performansı değerlerindeki artışın PAG grubuna oranla daha yüksek olması ve literatürdeki ortalama değerlerin çok üstünde

olması EMS'nin performansı arttırmak için sporda etkin olarak kullanılabilen bir ekipman olduğunu göstermektedir.

Çeviklik performansının değerlendirilmesi incelendiğinde araştırmamızın sonucunda EMS+PAG, çeviklik değişkenlerine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sportif performans üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalarda çeviklik değişkeni üzerine herhangi ölçüm yapılmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda çeviklik değişkeni üzerinde durmuş olmamız literatüre yenilikçi bir katkı sunacağını söyleyebiliriz. Bu sonuç çalışmamızın üçüncü hipotezi olan ‘EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların çeviklik performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır’ hipotezini doğrular niteliktedir. Literatürdeki ilgili çalışmaların çeviklik performansı üzerinde durmamış olması çalışmamızın literatüre yenilikçi katkı sağlayacağı kanaatindeyiz. Araştırmamızın sonucunda PAG grubunun çeviklik değişkenlerine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde pliometrik antrenmanların çeviklik gelişimi üzerine pozitif etkilerinin olduğunu belirleyen birçok çalışma olmasına karşın az sayıda çalışmada ise negatif yönde ya da herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Miller ve arkadaşları 6 haftalık pliometrik antrenman çalışması yapmışlardır. Kontrol grubu pliometrik antrenmana dahil olmazken, antrenman grubu 6 haftalık pliometrik antrenman uygulamışlardır. Program sonunda iki gruba da çeviklik testi yapılmıştır. Program uygulanan antrenman grubunun gelişme gösterdiği tespit edilmiş, 6 haftalık pliometrik antrenman programı uygulanan sporcuların çevikliklerinin geliştiği belirlenmiştir (141). Atacan, 14 yaş grubu futbolculara pliometrik antrenman uygulayarak pliometrik antrenmanın çeviklik performansı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Ölçüm parametresi olarak illinois çeviklik testini kullanmış ve araştırmanın sonucunda pliometrik antrenmanların sporcuların çeviklik performansını geliştirme üzerinde önemli derecede etkisi olduğu sonucunu kaydetmiştir (177). Akçınar, 8 haftalık pliometrik antrenmanların 11-12 yaş grubu erkek futbolcuların bazı motorik performansları üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, sporcuların illionis çeviklik performanslarının ön test ve son test değerleri arasında istatistiksel olarak fark olduğunu belirtmiştir (173). Şirin, 36 gönüllü erkek futbolcunun katılımıyla yaptığı araştırmada vücut ağırlıklarının %1 kadar ağırlık kullanarak ve ağırlık kullanmadan

pliometrik antrenman uygulamalarının fiziksel ve fizyolojik özellikler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmanın bulgularına göre her iki deney grubunda illinois çeviklik testinin ön test ve son test değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (153).

İllinois çeviklik testi değerleri incelendiğinde çalışmamızın her iki denek grubuna ait performans değerleri ile literatürde var olan çalışmalarda belirtilen performans değişiklik değerleri $[(\text{Son test}-\text{Ön test}) \times (100/\text{Ön test})]$ formülü kullanılarak yüzdelik (%) olarak verilmiştir (32). Araştırmamızın bulgularına dayanarak EMS+PAG grubunun illinois çeviklik testi değerleri ortalamaları ön test 18.26 sn ve son test 15.52 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %15.00 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. EMS+PAG grubunun lane çeviklik testi değerleri ortalamaları ön test 12.93 sn ve son test 11.35 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %21.40 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. PAG grubunun illinois çeviklik testi değerleri ortalamaları ise ön test 3.27 sn ve son test 2.57 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %8.00 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. PAG grubunun lane çeviklik testi değerleri ortalamaları ise ön test 13.82 sn ve son test 12.71 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %8.03 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Literatürde var olan bazı çeviklik performansı ile ilgili yapılan çalışmalarda ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde, ön test ve son test ortalamalarında negatif yönde %0.77 (32), %-09.59 (178) %2.50 (179) oranında istatistiksel açıdan azalma olduğu gözlemlenmiştir. Literatürde var olan bazı çeviklik performansı ile ilgili yapılan çalışmalarda ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde, ön test ve son test ortalamalarında pozitif yönde illinois çeviklik testinde %7.12 (180), %-2.93 (141), %-12.07 (177), %0.47 (176), %6.88 (177), %5.92 (182); T çeviklik testi ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde %-5.47 (141), %3.77 (183), %9.33 (184); lane çeviklik testi ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde %1.57 (183), %2.73 (185) oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki verilere dayanarak pliometrik antrenman ile çeviklik performansı gelişiminin ağırlıklı olarak olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Çeviklik performansındaki gelişimin farklı oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların antrenman süresi, kapsamı, çalışma grubunun yaşı ve branşı ve de pliometrik antrenmanlara ek olarak uygulanan ağırlık uygulamaları, farklı antrenman kombinasyonları ve EMS gibi modern cihazların kullanılmasından ötürü olduğu

düşünülmektedir. EMS+PAG grubunun çeviklik performansı değerlerindeki artışın PAG grubu ile benzerlik göstermesi EMS'nin çeviklik performansını artırma üzerinde sürat ve patlayıcı kuvvet performanslarını geliştirme kadar etkili olmadığını göstermektedir.

Denge performansının değerlendirilmesi bakımından araştırmamızın sonucunda EMS+PAG grubunun denge değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sportif performans üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalarda denge değişkeni üzerine herhangi ölçüm yapılmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda denge değişkeni üzerinde durmuş olmamız literatüre yenilikçi bir katkı sunacağını söyleyebiliriz. Bu sonuç çalışmamızın dördüncü hipotezi olan "EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların denge performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır" hipotezini doğrular niteliktedir. Literatürdeki ilgili çalışmaların denge performansı üzerinde durmamış olması çalışmamızın literatüre yenilikçi katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmamızın sonucunda PAG grubunun denge değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde pliometrik antrenmanların denge gelişimi üzerine etkilerini araştırıldığı az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Akçınar, 8 haftalık pliometrik antrenmanların 11-12 yaş grubu erkek futbolcuların bazı motorik performansları üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, sporcuların dinamik denge testi ölçümlerinde sağ ayak lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (173). Özgül, "17 Ve 19 Yaş Grubu Futbolcularda Uygulanan Core ve Pliometrik Antrenmanların Bazı Motorik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışmasında sporcuların denge performansının ön test ve son test verileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğunu bildirmiştir (184). Alikhani ve arkadaşları, 8 hafta süresince uyguladıkları pliometrik antrenmanın sporcuların dinamik denge performansı üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğunu bildirmiştir (186). Arazi ve arkadaşları genç basketbolcular ile yaptığı çalışmada iki antrenman grubu ile su içinde ve dışında pliometrik antrenman uygulamıştır. Her iki katılımcı grubunun da denge performanslarında gelişme olduğunu kaydetmiştir (187). Flamingo denge testi değerleri; aşağıda çalışmamızın her iki denek grubuna ait performans değerleri ile literatürde var olan çalışmalarda belirtilen performans değişiklik değerleri $[(\text{Son test}-\text{Ön test}) \times (100/\text{Ön test})]$ formülü kullanılarak

yüzelik (%) olarak verilmiştir (32). Araştırmamızın bulgularına dayanarak EMS+PAG grubunun flamingo denge testi değerleri ortalamaları ön test 3 düşme ve son test 1 düşme olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %66.66 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. PAG grubunun flamingo denge testi değerleri ortalamaları ön test 4 düşme ve son test 1 düşme olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %75.00 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Literatürde var olan bazı denge performansı ile ilgili yapılan çalışmalarda ön test ve son test ortalamaları değerlendirildiğinde, ön test ve son test ortalamalarında pozitif yönde denge testinde %6.71 (184), %8.54 (186), %47.42 (188), %28.93 (173) oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki verilere dayanarak pliometrik antrenman ile denge performansı gelişiminin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Denge performansındaki gelişimin farklı oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların antrenman süresi, kapsamı, çalışma grubunun yaşı ve branşı ve de pliometrik antrenmanlara ek olarak uygulanan ağırlık uygulamaları, farklı antrenman kombinasyonları ve EMS gibi modern cihazların kullanılmasından ötürü olduğu düşünülmektedir. EMS+PAG grubunun denge performansı değerlerinin PAG grubuna oranla daha düşük çıkması, EMS+PAG grubunun boy uzunluğunun PAG grubuna oranla çok daha uzun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tekrarlı sprint performansının değerlendirilmesi; araştırmamızın sonucunda EMS+PAG grubunun tekrarlı sprint değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç çalışmamızın beşinci hipotezi olan ‘EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların tekrarlı sprint performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır’ hipotezini doğrular niteliktedir. Literatür incelendiğinde EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sportif performans üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalarda tekrarlı sprint değişkeni üzerine herhangi bir ölçüm yapılmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamızda denge değişkeni üzerinde durmuş olmamız literatüre yenilikçi bir katkı sağlayacağını söyleyebiliriz. Araştırmamızın sonucunda PAG grubunun tekrarlı sprint değişkenine göre ön test son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. EMS ile birleştirilmiş antrenman uygulamalarının sporcu performansı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildiren birçok çalışma vardır (7-9, 20, 117-122, 107, 110, 112-116). Ancak literatür taraması sonucunda ilgili çalışmalarda tekrarlı sprint parametresi üzerine yapılan bir test

olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızın araştırma parametreleri arasında tekrarlı sprint parametresinin olmasından dolayı literatüre önemli ve yenilikçi bir katkı sunacağı kanaatindeyiz. EMS ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının tekrarlı sprint performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu çalışmamız kapsamında belirlenmiş ancak bire bir benzerlik gösteren çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla pliometrik antrenman uygulamalarının tekrarlı sprint yeteneği üzerine yapılan çalışmalar kapsamında literatür incelendiğinde benzer sonuçlar veren çalışmalar tespit edilmiştir. Ceylan, 20 futbolcunun katılımı ile 12 hafta boyunca haftada 2 gün uyguladıkları pliometrik antrenman sonucunda tekrarlı sprint yeteneği üzerinde ilk test ve son test arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğunu bildirmiştir. Tekrarlı sprint testi 10 sn dinlenme süresini takiben 6x35 metreden oluştuğunu bildirmiştir (189). Haghghi ve arkadaşları, dayanıklılık ve pliometrik antrenmanlarının genç futbolcuların beceri ve sprint performanslarına olan etkisini belirlemek için dayanıklılık antrenmanının yanında başka bir gruba ek olarak alt ekstremiteye yönelik 8 hafta süren pliometrik antrenman uygulamışlardır. Dayanıklılık ve pliometrik antrenman gruplarının çalışma öncesi veya sonrası hızlarını ölçmek amacıyla ayrı ayrı olarak 30 sn toparlanmayla 6x15 m tekrarlı sprint testi uygulanmıştır. Uygulanılan testler sonrasında gruplar arasında antrenman grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur (190). Ergenlik öncesi futbol oyuncularına pliometrik antrenman uygulayan Michailidis ve arkadaşları, haftada 2 kez olmak üzere 12 hafta boyunca antrenman programını uygulamışlardır. Uygulanan antrenman programı sonrasında süratte devamlılık performanslarına bakıldığında grubun 10 m, 20 m ve 30 m sürat testinde ilk test ve son test arasında anlamlı fark oluştuğunu tespit etmişlerdir (191). Buchheit ve arkadaşları, sporculara patlatıcı kuvvet ve gidiş-geliş (shuttle) sprint antrenmanlarını haftada iki kez toplamda 10 hafta olmak üzere uygulamışlardır. Uygulanan antrenmanlar sonrasında her iki grupta da gelişme olduğu belirlenmiştir (192). Pliometrik antrenman ve tekrarlı sprint yeteneği ile ilgili literatür incelendiğinde birçok çalışma bulunmaktadır. Genellikle tekrarlı sprint performansının fizyolojik özellikler üzerine olan etkilerini belirlemek amacı ile pliometrik antrenman çalışmaları uygulanmıştır. Pliometrik antrenman araştırmaları özellikle genç sporcular üzerinden gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Literatürde farklı pliometrik antrenman programları 2 ile 3 seans arasında uygulanmıştır ve bu seans şekli önerilmiştir. Uygulanan pliometrik antrenman sonrasında deney gruplarında tekrarlı sprint kapasitelerinde gelişme kaydedilmiştir. Bazı hentbol, voleybol ve badminton sporcularına periyotlaşmış ve bireyselleştirilmiş antrenman uygulanmıştır. Pliometrik

antrenman uygulamaları sonucunda deney grubu olarak katılan tüm sporcuların anaerobik güç ve 30m sprint performanslarında istatistiksel olarak gelişme olduğu kaydedilmiştir. Pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların performansı üzerinde önemli etkileri olduğu literatürde belirlenmiştir (189). Araştırmamızın her iki katılımcı grubuna ait tekrarlı sprint performansı değerlendirilerek literatürde var olan çalışmalarda belirtilen performans değerleri $[(\text{Son test} - \text{Ön test}) \times (100 / \text{Ön test})]$ formülü kullanılarak yüzdelik (%) olarak verilmiştir (32). Bu bağlamda EMS+PAG grubunun tekrarlı sprint testi değerleri ortalamaları ön test 3.64 sn ve son test 2.51 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %31.04 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. PAG grubunun tekrarlı sprint testi değerleri ortalamaları ön test 3.74 sn ve son test 3.12 sn olarak tespit edilmiştir. Bu bağlamda %16.57 oranında istatistiksel açıdan artış olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki verilere dayanarak pliometrik antrenman ile tekrarlı sprint performansı gelişiminin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Tekrarlı sprint performansındaki gelişimin farklı oranlarda olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların antrenman süresi, kapsamı, çalışma grubunun yaşı ve branşı ve de pliometrik antrenmanlara ek olarak uygulanan ağırlık uygulamaları, farklı antrenman kombinasyonları ve EMS gibi modern cihazların kullanılmasından ötürü olduğu düşünülmektedir.

Literatürdeki çalışmalar süre açısından incelenmesi

Süre açısından araştırmamız değerlendirildiğinde 12 hafta boyunca haftada 2 gün EMS uygulanmıştır. Literatür incelendiğinde ise benzer ve farklı sürelerde EMS antrenman planlamalarının yapıldığı tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar süre açısından değerlendirildiğinde EMS antrenmanı uygulamaları 3 hafta olarak kısa süreli, 12 hafta olarak uzun süreli uygulamalar olarak değerlendirilmektedir (88). Basketbolcularda 4 hafta, haftada 3 kez (107), 6 hafta, haftada 3 kez (193), voleybolcularda 4 hafta, haftada 3 kez (110), 4 hafta, haftada 4 kez (20), 4 hafta, haftada 10 kez (195), yüzücülerde 3 hafta, haftada 3 kez (196), buz hokeyi oyuncularında 3 hafta, haftada 3 kez (7), futbolcularda 5 hafta, haftada 3 kez (112), elit rugby oyuncularında 12 hafta olacak şekilde ilk 6 hafta haftada 3 kez, son 6 hafta haftada 1 kez (197), cimnastik sporcularında 6 hafta olacak şekilde ilk 3 hafta haftada 3 kez, son 3 hafta haftada 1 kez (113), atletlerde 6 hafta, haftada 3 kez (137) şeklinde EMS antrenmanı uygulanmıştır.

Çalışmamızın her iki grup değerleri istatistiksel analiz sonuçlarına göre grupların dikey sıçrama performansının karşılaştırmasında EMS grubunun skor ortalamasının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenirken, line agility, 20 m sürat, illinois çabukluk ve tekrarlı sprint skorlarında ise EMS grubunun ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde kontrol grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan grupların son test boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve flamingo denge skor ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Analiz sonuçlarının etki büyüklüklerinin incelemesinde anlamlı farklılık gösteren line agility testinde düşük, 20 m sürat testinde orta, dikey sıçrama, illinois çabuklukve tekrarlı sprinttestlerinde ise yüksek düzeyde etki büyüklüğü tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda belirlenen hipotezlerimiz kapsamında;

- H1: “EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların dikey sıçrama performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır” hipotezimiz doğrulanmıştır.
- H2: “EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların sürat performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır” hipotezimiz doğrulanmıştır.
- H3: “EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların çeviklik performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır” hipotezimiz doğrulanmıştır.
- H4: “EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların denge performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır” hipotezimiz doğrulanmıştır.
- H5: “EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamalarının sporcuların tekrarlı sprint performansı gelişimi üzerinde etkisi vardır” hipotezimiz doğrulanmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların dikey sıçrama performansını geliştirir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların sürat performansını geliştirir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların çeviklik performansını geliştirir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların denge performansını geliştirir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların tekrarlı sprint performansını geliştirir.
- Pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların dikey sıçrama performansını geliştirir.
- Pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların sürat performansını geliştirir.
- Pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların çeviklik performansını geliştirir.
- Pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların denge performansını geliştirir.
- Pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların tekrarlı sprint performansını geliştirir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların dikey sıçrama, 20 m sürat ve tekrarlı sprint performanslarını pliometrik antrenman uygulamalarına oranla daha etkili olarak geliştirir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları ve pliometrik antrenman uygulamaları sporcuların boy uzunlukları üzerine bir etki yapmaz.
- Araştırmamızın sonuçlarından hareketle daha sonra yapılacak olan akademik çalışmalara katkı sağlamak amacıyla aşağıdaki önerilerin yapılması uygun görülmüştür.

6.2. Öneriler

- EMS uygulaması ile birleştirilmiş pliometrik antrenman uygulamaları kapsamında sporcuların sportif parametreleri üzerine yapılacak olan çalışmalarda daha fazla değişkenin (çeviklik, denge, tekrarlı sprint, reaksiyon v.b.) ölçülmesi önerilebilir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş farklı antrenman uygulamalarının sporcuların sportif performansı üzerindeki etkilerinin araştırılması önerilebilir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş farklı antrenman uygulamalarının farklı branş sporcuları ile yapılması önerilebilir.
- EMS uygulaması ile birleştirilmiş farklı antrenman uygulamalarının yetişkin sporcular üzerinde uygulanması önerilebilir.
- EMS uygulamalarının vücut ağırlığı değişkeni üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için denek gruplarının sedanter bireylerden oluşturulması önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Neiva HP, Marques MC, Barbosa TM, Izquierdo M, Marinho DA. Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Med* 2014, 44: 319-30.
2. Ögün ES. Türkiye Bölgesel Bayan Basketbol Ligi B Grubunda Oynayan Bayan Basketbolcuların Sakatlanma Sıklıkları ve Nedenleri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2012.
3. Savucu Y, Erdemir İ, Akan, İ, Canikli A. Elit bayan basketbol ve bayan hentbol oyuncularının fiziksel uygunluk parametrelerinin karşılaştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2006, 3: 111-6.
4. Sevim Y. *Antrenman Bilgisi*, 3. Baskı. Ankara, Pelin Ofset Tipo Matbaacılık, 2010: 17-21
5. Öztin S, Erol AE, Pulur A. 15-16 yaş grubu basketbolcularda uygulanan çabuk kuvvet ve pliometrik çalışmalarının fiziksel ve fizyolojik özelliklere etkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2003, 1: 8.
6. Maffiuletti NA, Cometti G, Amiridis IG, Martin, Pousson M, Chatard JC. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J Sports Med* 2000, 21: 437-43.
7. Brocherie F, Babault N, Cometti G, Maffiuletti N, Chatard JC. Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med Sci Sports Exerc* 2005, 37: 455-60.
8. Babault N, Cometti G, Bernardin M, Pousson M, Chatard JC. Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *J Strength Cond Res* 2007, 21: 431-7.
9. Pichon F, Chatard J, Martin A, Cometti G. Electrical stimulation and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc* 1995, 27: 1671-6.
10. Kaya F, Erzeybek MS. Electrical Muscle Stimulation and Its Use for Sports Training Programs: A review In: Çamlı AA, Ak B, Arabacı R, Efe R. *Recent Advances in Health Sciences* 1th ed.Sofia, St. Kliment Ohridski University Press, 2016: 711-34.
11. Convery A, Racer B, Rohland R, Shannon J, Sorg J. The effects of electrical stimulation and electromyographic biofeedback on muscle performance output with training of the quadriceps muscle. *Isokinet Exerc Sci* 1994, 4: 122-7.

12. Burkett LN, Phillips WT, Alvar B, Bartelt L, Stone W. The effect of electrical stimulation combined with dynamic strength training on healthy individuals. *Isokinet Exerc Sci* 1998, 7: 101-6.
13. Dündar U. *Antrenman Teorisi*, 10. Baskı, Ankara, Nobel Yayın, 2017: 130- 63
14. Matavulj D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Phys Fit Sports Med* 2001, 41: 159-64.
15. Kotzamanidis C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res* 2006, 20: 441-5.
16. Chu D, Faigenbaum A, Falkel J. *Progressive Plyometrics For Kids*, 1th ed. Monterey, Healthy Learning Press, 2006: 89-107.
17. Adams K, O'Shea JP, O'Shea KL, Climstein M. The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J Strength Cond Res* 1992, 6: 36-41.
18. Fatouros IG, Jamurtas AZ, Leontsini D, Kyriakos T, Aggelousis N, Kostopoulos N, Buckenmeyer P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jump performance and leg strength. *J Strength Cond Res* 2000, 14: 470-6.
19. Almoslim H. Effect of combined plyometric-weight training on speed of male students with different body fat percent. *J Physic Educ Sport* 2014, 14: 22-6.
20. Herrero J A, Izquierdo M, Maffiuletti N A, García-López J. Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *J Sports Exerc Med* 2006, 27: 533-9.
21. Herrero AJ, Martín J, Martín T, Abadía O, Fernández B, García-López D. Short-term effect of plyometrics and strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and anaerobic performance: A Randomized Controlled Trial. *J Strength Cond Res* 2010, 24: 1616-22.
22. Martínez-López EJ, Benito-Martínez E, Hita-Contreras F, Lara-Sanchez A, Martínez-Amat A. Effects of electrostimulation and plyometric training program combination on jump height in teenage athletes. *J Sports Sci Med* 2012, 11: 727-35.
23. Bayraktar I, Çilli M. *Pliometrik Antrenmanlar*. 1. Baskı. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2017: 1-2, 27-8.

24. Bayraktar I. *Farklı Spor Branşlarında Pliometrik*. 1. Baskı, Ankara: Bağırğan Yayınevi, 2010: 114-33.
25. Sözbir K. Farklı Germe Egzersizleriyle Yapılan Pliometrik Antrenmanın Emg Değerleri ve Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 2006.
26. Arı Y. On İki Haftalık Pliometrik Antrenman Programının 14-16 Yaş Grubu Bayan Futbolcuların Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2012.
27. Yıldırım T. Liseli Erkek Voleybolcularda Sekiz Haftalık Pliometrik Antrenman Programının Seçilmiş Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2010.
28. Bompa T. *QuickStrength Training in Sports*. Çeviri: Tüzüman E. *Sporda Çabuk Kuvvet Antrenmanı*, 3. Baskı. Ankara, Bağırğan yayınevi, 2001: 12-168.
29. Kılıç MN, 2008. Futbol Takımları Altyapı Oyuncularına Uygulanan Pliometrik Antrenman Programının Fiziksel Uygunluk Düzeylerine Etkileri (Erzurumspor Örneği). Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2010.
30. Chu DA. The language of pliometrics. *NSCA Journal* 1984, 3:48-60.
31. Uzun A. Judoculara Uygulanan 10 Haftalık Pliometrik Antrenmanların Anaerobik Güç ve Denge Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi, 2011.
32. Öztürk E. Sezon İçinde Yapılan Düşük Kapsam-Yüksek Şiddetli Pliometrik Antrenmanın Anaerobik Performans ve Alt Ekstremitte Kaslarına Ait Elektromiyografik Aktivitelere Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Bolu: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 2019.
33. Karadeniz Ç. Yarışmacı Erkek Voleybolcularda Polimetrik Çalışma Programının Dikey Sıçrama ve Belirlenmiş Model Çalışma Süresine Etkisinin

- Araştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 1998.
34. Sheppard J. The effects of accentuated eccentric load on jump kinetics in high-performance volleyball players. *Int J Sports Sci Coach* 2007, 2: 267-84.
 35. Turnagöl H. Voleybol ve fizyolojisi. *Hacettepe Üniversitesi Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi* 1995, 2: 13-7.
 36. Güzel Ö. 8 Haftalık Seçilmiş Pliometrik Antrenman Programının Kadın Voleybolcularda Dikey Sıçrama ve Çeviklik Üzerine Olan Etkilerinin Araştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Giresun: Giresun Üniversitesi, 2020.
 37. Baktaal DG. 16-22 Yaş Bayan Voleybolcularda Pliometrik Çalışmaların Dikey Sıçrama Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, 2008.
 38. Göktaş E. Sekiz Haftalık Pliometrik Egzersizlerin 14-17 Yaş Futbolcuların Bazı Motorik Özelliklerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2019.
 39. Çavdar K. Pliometrik Antrenman Yapan Öğrencilerin Sıçrama Performanslarının İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 2006.
 40. Ateş M, Ateşoğlu U. Pliometrik antrenmanın 16-18 yaş grubu erkek futbolcuların üst ve alt ekstremitte kuvvet parametreleri üzerine etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2007, 1: 21-8.
 41. Chu DA. *Jumping Into Plyometrics*, 2nd ed. Illinois, Leisure Press 1998: 3-29.
 42. Karadenizli İ. Pliometrik Eğitim Çalışmalarının, Seçilmiş Antropometrik ve Motorik Özelliklere Olan Etkisinin Araştırılması. 5. Antrenman Bilimi Kongresi, Hacettepe - Beytepe 2-4 Temmuz. 2013.
 43. McNeely E, Sandler D. *Power Plyometrics: The Complete Program*. 1st ed. Florida, Meyer Sport Press. 2007: 53-87.
 44. Clark MA, Lucett SC, Kirkendall DT. NASM's essentials of sports performance training, https://www.academia.edu/signup?a_id=50275694 Son Erişim Tarihi: 23 Eylül 2020.

45. Göllü G, 14-16 Yaş Kız ve Erkek Basketbol Öğrencilerinde İki Aylık Sadece Pliometrik veya Pliometrik ile Yaygın İnteryal Antrenman Programının Birlikte Uygulamasının Fizyolojik Değerlere Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, 2006.
46. Muratlı S, Kalyoncu O, Şahin G. *Antrenman ve Müsabaka*. 3. Baskı, İstanbul, Atölye Ofset Yayınevi, 2011: 173,279,345,429,450-2.
47. Bahşi İ, Orhan M, Çetkin M, Turhan B, Sayın S. Anatomy of cranial nerves in the first Turkish illustrated anatomy manuscript. *Childs Nerv Syst* 2017, 33: 1855-62.
48. Gondin J, Cozzone PJ, Bendahan D. Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes. *Eur J Appl Physiol* 2011, 111: 2473-87.
49. Schechter DC. Origins of electrotherapy. *NY Med* 1971, 71: 997-1008.
50. Heidland A, Fazeli G, Klassen A, Sebekova K, Hennemann H, Bahner U, DiIorio B. Neuromuscular electrostimulation techniques: Historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle waisting. *J Clin Nephrol* 2013, 79: 12-23.
51. Beaudreau SA, Finger S, Medical electricity and madness in the 18th century: The legacies of Benjamin Franklin and Jan Ingenhousz. *Perspect Biol Med J* 2006, 49: 333.
52. Malmivuo J, Plonsey R. *Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields*, 1th ed, New York, Oxford University Press, 1995: 13.
53. Singh J. *Textbook of Electrotherapy*, 1th ed. New Delhi, Jaypee Digital Press, 2005: 1-68.
54. Geddes LA, Hoff HE. The discovery of bioelectricity and current electricity. *IEEE Spectrum* 1971, 8: 38-46.
55. Bresadola M. Medicine and science in the life of Luigi Galvani (1737-1798), *Brain Res Bull* 1998, 46: 372.
56. Loeb GE. Galvani's delayed legacy: Neuromuscular electrical stimulation. *Expert Rev Med Devices* 2005, 2: 379-81.
57. Barr RC, Basic electrophysiology. In: JD Bronzino, DR Peterson, *Biomedical Engineering Fundamentals*, 4thed Florida, CRC Press, 2015:38-41.

58. Dehail P, Duclos C, Barat M. Electrical stimulation and muscle strengthening, *Ann Rehabil Med* 2008, 51: 441-51.
59. Singh J. *Textbook of Electrotherapy*, 2nd ed. New Delhi, Jaypee Digital Press, 2012: 1-2.
60. Lloyd T, Domenico GG, Strauss GR, Singer K. A review of the use of electro-motor stimulation in human muscles. *Aust J Physiother* 1986. 32: 18-30.
61. Ward AR, Shkuratova N. Russian electrical stimulation: The early experiments. *The Physical Therapy* 2002, 82: 1019-30.
62. Dudley GA, Stevenson SW. Use of electrical stimulation in strength and power training, In: PV Komi (ed). *Strength and Power in Sport*, 2nded. Oxford, Blackwell Science Press, 2008: 426-37.
63. Treacy C. *Nörolojik Bilimler Hemşireliği Kanıtı Dayalı Uygulamalar*. 4. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitap Evi, 2013: 11-12.
64. Forehand CJ. The action potential, synaptic transmission and maintenance of nerve function. In: R Rhoades, DR Bell (eds). *Medical Physiology: Principles for Clinical Medicine*, 3rd ed. Baltimore, Wolters Kluwer/Lippincott Press, 2009: 41-6.
65. Knight KL, Draper DO. *Therapeutic Modalities: The Art and Science*, 2nd ed., USA, Lippincott Williams & Wilkins Press, 2012: 323-4.
66. Khurana I. *Textbook of Medical Physiology*, 1th ed. Uttar Pradesh, Elsevier press, 2005: 66-7.
67. Sherwood L. Principles of Neural and Hormonal Communication. In: Brooks T (eds). *Fundamentals of Physiology: A Human Perspective*, 3rded. Southbank, Cole Press, 2006: 83.
68. Plotnik R, Kouyoumdjian H. *Introduction to Psychology*, 10th ed, Belmont, Wadsworth/Cengage Learning Press, 2013: 52.
69. Macintosh BR, Gardiner PF, McComas AJ. *Skeletal Muscle: Form and Function*, 1th ed. Illionis, Human Kinetics Press, 2006: 130-1.
70. Irnich W. Georges Weiss' fundamental law of electrostimulation is 100 years old. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002, 25: 245-8.
71. Brunel N, Rossum MC. Lopicque's 1907 paper: From frogs to integrate-and-fire. *Biol Cybern* 2007, 97: 337-9.

72. Ashley Z, Sutherland H, Lanmuller H, Unger E, Li F, Mayr W, Kern H, Jarvis JC, Salmons S. Determination of the chronaxie and rheobase of denervated limb muscles in conscious rabbits. *J Artif Organs* 2005. 29: 212-5.
73. Merrill DR, Bikson M, Jefferys JG. Electrical stimulation of excitable tissue: Design of efficacious and safe protocols. *J Neurosci Methods* 2005, 141: 184.
74. Holsheimer J, Dijkstra EA, Demeulemeester H, Nuttin B. Chronaxie calculated from current-duration and voltage-duration data. *J Neurosci Methods* 2000, 97: 45-50.
75. Tasaki I. Electric stimulation and the excitatory process in the nerve fiber. *American Journal of Physiology* 1939, 125: 380-95.
76. Irnich W. The terms "chronaxie" and "rheobase" are 100 years old. *Pacing Clin Electrophysiol* 2010. 33: 491-6.
77. Siff M. Applications of electrostimulation in physical conditioning. *J Strength Cond Res* 1990, 4: 20-6.
78. Peckham PH, Knutson JS. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. *Annu Rev Biomed Eng* 2005, 7: 327-60.
79. Kemmler W, Stengel S, Schwarz J, Mayhew JL. Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *J Strength Cond Res* 2012, 26: 240-5.
80. Zatsiorsky VM, Kraemer WJ. *Science and Practice of Strength Training*, 2nd ed, II, Human Kinetics Press, 2006: 132-3.
81. Ratamess NA. (2008). Adaptation to anaerobic training programs, In: TR Baechle, WE Roger (eds), *Essentials of Strength Training and Conditioning/National Strength and Conditioning Association*, 3rd ed. Illinois, Human Kinetics Press, 2008: 97.
82. Bergquist AJ, Clair JM, Lagerquist O, Mang CS, Okuma Y, Collins DF. Neuromuscular electrical stimulation: implications of the electrically evoked sensory volley. *Eur J Appl Physiol* 2011, 111: 240-9
83. Gregory CM, Bickel CS. Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical Therapy Journal* 2005, 85: 358-64.
84. Delitto A, Snyder-Mackler L. Two theories of muscle strength augmentation using percutaneous electrical stimulation. *Phys Ther Sport* 1990, 70: 158-64.
85. Enoka RM. Activation order of motor axons in electrically evoked contractions. *Muscle Nerve* 2002, 25: 763-4.

86. Paillard T. Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Med* 2008, 38:161-77.
87. Jubeau M, Gondin J, Martin A, Sartorio A, Maffiuletti NA. Random motor unit activation by electrostimulation. *Int J Sports Med* 2007, 28: 901-4.
88. Seyri K, Maffiuletti N. Effect of electromyostimulation training on muscle strength and sports performance. *Strength Cond J* 2011, 33: 70-5.
89. Knaflitz M, Merletti R, De Luca, CJ. Inference of motor unit recruitment order in voluntary and electrically elicited contractions. *J Appl Physiol* 1990, 68: 1657-67.
90. Thomas CK, Nelson G, Than L, Zijdewind I. Motor unit activation order during electrically evoked contractions of paralyzed or partially paralyzed muscles. *Muscle Nerve* 2002, 25: 797-804.
91. Requena SB, Padial PP, González-Badillo JJ. Percutaneous electrical stimulation in strength training: An update. *J Strength Cond Res* 2005, 19: 438-48.
92. Vanderthommen M, Duchateau J. Electrical stimulation as a modality to improve performance of the neuromuscular system. *Exerc Sport Sci Rev* 2007, 35: 180-5.
93. Singer KP. The influence of unilateral electrical muscle stimulation on motor unit activity patterns in atrophic human quadriceps. *Aust J Physiother* 1986, 32: 31-7.
94. Farthing JP. Cross-education of strength depends on limb dominance: Implications for theory and application. *Exerc Sport Sci Rev* 2009, 37: 179-87.
95. Maffiuletti NA, Zory R, Miotti D, Pellegrino MA, Jubeau M, Bottinelli R. Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 2006, 85: 167-75.
96. Gondin J, Brocca L, Bellinzona E, D'Antona G, Maffiuletti NA, Miotti D, Pellegrino MA, Bottinelli R. Neuromuscular electrical stimulation training induces atypical adaptations of the human skeletal muscle phenotype: A functional and proteomic analysis. *J Appl Physiol* 2011, 110: 433-50.
97. Hainaut K, Duchateau J. Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. *Sports Med.* 1992, 14: 100-13.

98. Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med.* 2005, 35: 191-212.
99. Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol* 2010, 110: 223-34.
100. Maffiuletti NA, Bramanti J, Jubeau M, Bizzini M, Deley G, Cometti G. Feasibility and efficacy of progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. *J Strength Cond Res* 2009, 23: 677-82.
101. Babault N, Cometti C, Maffiuletti NA, Deley G. Does electrical stimulation enhance post-exercise recovery. *Eur J Appl Physiol* 2011, 111: 2501-7.
102. Garhammer J. An introduction to the use of electrical muscle stimulation with athletes. *Strength Cond J* 1983, 5: 44-5.
103. Holcomb WR. Is neuromuscular electrical stimulation an effective alternative to resistance training. *Strength Cond J* 2005, 27: 76-9.
104. Seyri KM, Maffiuletti NA. Supplemental EMS and dynamic weight training: effects on knee extensor strength and vertical jump of female college track & field athletes. *J Strength Cond Res* 2011, 33: 135-42.
105. Papaiordanidou M, Guiraud D, Varray A. Kinetics of neuromuscular changes during low-frequency electrical stimulation. *Muscle Nerve* 2010, 41: 54-62.
106. Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, Di Pierno E, Mauro F. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc* 2002. 34: 1638-44.
107. Maffiuletti NA, Cometti G, Amiridis IG, Martin A, Pousson M, Chatard JC. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J Sports Med* 2000. 21: 437-43.
108. Perez M, Lucia A, Rivero JL, Serrano AL, Calbet JA, Delgado MA, Chicharro JL. Effects of transcutaneous short term electrical stimulation on M. vastus lateralis characteristics of healthy young men. *Pflügers Archiv–Eur J Physiology* 2002, 443: 866-74.
109. Jubeau M, Zory R, Gondin J, Martin A, Maffiuletti NA. Late neural adaptations to electrostimulation resistance training of the plantar flexor muscles. *Eur J Appl Physiol* 2006, 98: 202-11.

110. Malatesta D, Cattaneo F, Dugnani S, Maffiuletti NA. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *J Strength Cond Res* 2003, 17: 573-9.
111. Maffiuletti NA, Bramanti J, Jubeau M, Bizzini M, Deley G, Cometti G. Feasibility and efficacy of progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. *J Strength Cond Res* 2009, 23: 677-82.
112. Billot M, Martin A, Paizis C, Cometti C, Babault N. Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. *J Strength Cond Res* 2010, 24: 1407-13.
113. Deley G, Cometti C, Fatnassi A, Paizis C, Babault N. Effects of combined electromyostimulation and gymnastics training in prepubertal girls. *J Strength Cond Res* 2011, 25: 520-6.
114. Russ DW, Clark BC, Krause J, Hagerman FC. Development of a neuromuscular electrical stimulation protocol for sprint training. *Med Sci Sports Exerc* 2012, 44: 1810-9.
115. Wax B, Kavazis AN, Brown SP. Effects of supplemental carbohydrate ingestion during superimposed electromyostimulation exercise in elite weightlifters. *J Strength Cond Res* 2013, 27: 3084-90.
116. Govus AD, Andersson EP, Shannon OM, Provis H, Karlsson M, McGawley K. Commercially available compression garments or electrical stimulation do not enhance recovery following a sprint competition in elite cross-country skiers. *Eur J Sport Sci* 2018, 18: 1-10.
117. Filipovic A, Kleinöder H, Dörmann U, Mester J. Electromyostimulation systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *J Strength Cond Res* 2011, 25: 3218-38.
118. Komi PV. *Strength And Power Training For Sports*, 2nd ed. Massachusetts, Blackwell Science Press, 2003: 55-80
119. Matsunaga T, Shimada Y, Sato K. Muscle fatigue from intermittent stimulation with low and high frequency electrical pulses. *Arch Phys Med Rehabil* 1999, 80: 48-53.
120. Mohr T, Carlson B, Sultentic C, Landry R. Comparison of isometric exercise and high volt galvanic stimulation on quadriceps femoris muscle strength. *Phys Ther Sport* 1985, 65: 606-12.

121. Thériault R, Boulay MR, Thériault G, Simoneau J. Electrical stimulation-induced changes in performance and fiber type proportion of human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996, 74: 311-7.
122. Atherton PJ, Babraj JA, Smith K, Singh J, Rennie MJ, Wackerhage H. Selective activation of AMPK-PGC-1 α or PKB-TSC2-mTOR signaling can explain specific adaptive responses to endurance or resistance training-like electrical muscle stimulation. *FASEB J* 2005, 19: 786-8.
123. FIBA - International Basketball Federation. 2018 FIBA women's basketball world cup bid and event manual. *Mies*, 2018; 29: 5-8.
124. Çözeli MS. Farklı Antrenman Modellerinin 13-15 Yaş Bayan Basketbolcuların Beceri Gelişimine Etkisi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilimdalı, Yüksek lisans tezi, Niğde: Niğde Üniversitesi, 2010.
125. Sevim Y. *Basketbol Teknik-Taktik Antrenman*, 7. Baskı. Ankara, Fil Yayınevi, 2010: 23-98.
126. Emiroğlu M. Milli Eğitim Bakanlığı'na Bağlı İlköğretim Okullarında Basketbol Eğitiminin Niğde İli Uygulamaları. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilimdalı, Yüksek lisans tezi, Niğde: Niğde Üniversitesi, 1999.
127. Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med* 2008, 38: 565-78.
128. Araujo GG, Manchado-Gobatto FB, Papoti M, Camargo BHF, Gobatto CA. Anaerobic and aerobic performances in elite basketball players. *J Hum Kinet* 2014, 42: 137-47.
129. Delextrat A, Cohen D. Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *J Strength Cond Res* 2009, 7:1974-81.
130. Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol* 2008, 586: 35-44.
131. Alemdaroğlu U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *J Hum Kinet* 2012, 3: 149-58.

132. Castagna C, Chaouachi A, Rampinini E, Chamari K, Impellizzeri F. Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *J Strength Cond Res* 2009, 23:1982-87.
133. Köklü Y, Alemdaroğlu U, Koçak FÜ, Erol AE, Fındıkoğlu G. Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. *J Hum Kinet* 2011, 30: 99-106.
134. Maughan RJ, Shirreffs SM. Nutrition for sports performance: issues and opportunities. *Proc Nutr Soc* 2012, 71: 112–9.
135. Güneş TD. Basketbolda Özelleştirilmiş Modern Pliometrik Antrenmanın Motor Gelişim Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 2008.
136. Kraemer WJ, Hakkinen K. *Strength Training For Sport*, 1th ed. USA: Blackwell Science Press, 1993: 48.
137. Erol AE, Sevim Y. Çabuk kuvvet çalışmalarının 16-18 yaş grubu basketbolcuların motorsal özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 1993, 4: 25-37.
138. Hedrick A. Strength and power training for basketball. *Strength Cond J* 1993. 15: 31-6.
139. Özyurt G. *Basketbol ve Antrenman İlkeleri*, 1. Baskı. İstanbul, Onlar Matbaası, 1999: 110-1.
140. Panneerselvam R. *Research Methodology*, 1th ed. New Delhi, PHI Learning Private Limited Press, 2011: 102-60.
141. Miller MG, Herniman JJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael TJ. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *J Sports Sci Med* 2006, 5: 459-65.
142. Ramirez-Campillo R, Álvarez C, García-Pinillos F, García-Ramos A, Loturco I, Chaabene H, Granacher U. Effects of combined surfaces vs. single-surface plyometric training on soccer players' physical fitness. *J Strength Cond Res* 2019, 20: 740-4.
143. Özen G, Atar Ö, Koç H. (2020). The effects of a 6-week plyometric training programme on sand versus wooden parquet surfaces on the physical

performance parameters of well-trained young basketball players. *J Sports Sci Med* 2020, 1: 27-32.

144. Kamar A. *Sporda Yetenek, Beceri ve Performans Testleri*, 1. Baskı. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2009: 38-63.
145. Michael PR, Robert CM. *Functional Tests İn Human Performance*. Çeviri: Bulgan, Ç, Başar MA. *İnsan Performansında Fonksiyonel Testler*, 1. Baskı İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık, 2018: 151.
146. Özkara A. *Futbolda Testler*, 1. Baskı, Ankara, İlksan Matbaacılık, 2002: 12-50.
147. Özer K. *Fiziksel Uygunluk*. 1. Baskı, Ankara, Nobel Kitabevi, 2001: 87-124.
148. Brown A. E. The reliability and Validity of the Lane Agility Test for Collegiate Basketball Players. College of Science and Health Human Performance, Master of Science Thesis. Wisconsin: University of Wisconsin-La Crosse, 2012.
149. Hazar F, Taşmektepligil Y. The effects of balance and flexibility on agility in prepuberte period. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2008, 6: 9-12.
150. Açak M, Karademir T, Taşmektepligil Y, Çalışkan E. İşitme engelli futsal sporcularının çeviklik ve görsel reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2012, 14: 283-9.
151. Fukuda DH. *Assesmentsfor Sport and Athletic Performance*, 1th ed. Human Kinetics Press, 2019: 120-5.
152. Aydemir B. Taekwondo Temalı Pliometrik Antrenmanların 12-14 Yaş Taekwondo Sporcularının Motorik Özellikleri ve Müsabaka Performansları Üzerine Etkisi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Trabzon: Trabzon Üniversitesi, 2020.
153. Şirin T. Futbolcularda Ek Ağırlıkla Yapılan Pliometrik Antrenmanların Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Özellikler ile Kronik Kas Hasarına Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi, 2020.
154. Yıldırım T. Liseli Erkek Voleybolcularda Sekiz Haftalık Pliometrik Antrenman Programının Seçilmiş Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, 2010.

155. Djokic Z. Electrical Muscle Stimulation (Ems) Implementation In Explosive Strength Development. *Sport Mont* 2013, 37: 207-11.
156. Marqueste T, Hug F, Decherchi P, Mes Y. Changes in neuromuscular function after training by functional electrical stimulation. *Muscle & Nerve* 2003, 28: 181-8.
157. Vaczi M. Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *J Hum Kinet* 2013, 36: 17-26.
158. Bavlı Ö. Basketbol antrenmanı ile birleştirilmiş pliometrik çalışmaların bazı biyomotorik özellikler üzerine etkisinin incelenmesi. *Pamukkale Journal of Sport Sciences* 2012, 3: 90-100.
159. Özbar N, Ateş S, Anı A, The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. *J Strength Cond Res* 2014, 28: 2888-94.
160. Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of inseason short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res* 2010, 24: 2670-6.
161. Cicioğlu İ, Gökdemir K, Erol E. Pliometrik antrenmanın 14-15 yaş grubu basketbolcuların dikey sıçrama performansı ile bazı fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi* 1996, 11-23.
162. Campillo RR, Meylan C, Alvarez C, Henriquez C, Martinez C, Canas R, Andrade DC, Izquierdo M. Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *J Strength Cond Res* 2014, 28: 1335-42.
163. Albayati K. 8 Haftalık Pliometrik Antrenmanların Badmintoncularda Aerobik ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2018.
164. Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of inseason short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res* 2010, 24: 2670-6.
165. Turgut C. Ortaöğretimde öğrenim gören erkek hentbolcu öğrencilere yapılan 8 haftalık pliometrik antrenmanın sporcuların çeşitli fiziksel ve fizyolojik

parametreleri üzerine etkisi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Bartın: Bartın Üniversitesi, 2017.

166. Kotzamanidis C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *J Strength Cond Res* 2006, 20: 441-5.
167. Sağıroğlu İ. Genç Basketbolcularda Pliyometrik Antrenmanların Anaerobik Performans ve Dikey Sıçrama Yüksekliğine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, 2008.
168. Ağlönü A, Kıratlı G. 8 haftalık pliometrik antrenmanın 12-16 yaş kadın hentbolcuların bazı fiziksel uygunluk parametrelerine etkisinin incelenmesi. *International Journal of Human Sciences* 2015, 12: 1216-28.
169. Filipovic A, GrauM, Kleinöder H, Zimmer P, Hollmann W, Bloch W. Effects of a whole-body electrostimulation program on strength, sprinting, jumping, and kicking capacity in elite soccer players. *J Sports Sci Med* 2016, 15: 639-48.
170. Voelzke M, Stutzig N, Thorhauer HA ve Granacher U. Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: Effects of two combined training methods. *J Sci Med Sport* 2012, 15: 457-62.
171. Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Shephard RJ. Effects of 8-week in season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *J Strength Cond Res* 2014, 28: 1401-10.
172. Rimmer E, Sleivert G. Effects of a plyometrics program on sprint performance. *J Strength Cond Res* 2000, 3: 295-301.
173. Akçınar F. 11-12 Yaş Çocuklarda Pliometrik Antrenmanın Denge ve Futbola Özgü Beceriler Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora tezi, Malatya: İnönü Üniversitesi, 2014.
174. Aksovic N, Beric D, Kocic M, Jakovljevic S, Milanovic F. Plyometric training and sprint abilities of young basketball players. *Facta Universitatis Series: Physical Education And Sport* 2019, 17: 539-48.
175. Zghal F, Colson SS, Blain G, Behm DG, Granacher U, Chaouachi A. Combined resistance and plyometric training is more effective than plyometric training alone for improving physical fitness of pubertal soccer

players, <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01026> Son Erişim Tarihi: 23 Eylül 2020.

176. Kryeziu AR, Begu B, Asllani I, Iseni A. Effects of the 4 week plyometric training program on explosive strength and agility for basketball players. *Turkish Journal of Kinesiology* 2019, 5: 110-6.
177. Atacan B. Özel Düzenlenmiş 8 Haftalık Pliometrik Antrenmanın Genç Erkek Futbolcularda Güce ve Çevikliğe Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi, 2010.
178. Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J Strength Cond Res* 2009, 23: 2605-13.
179. Vaczi M, Tollár J, Meszleri B, Juhász I, Karsai I. Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *J Hum Kinet* 2013, 36: 17-26.
180. Heang LJ, Hoe WE, Quin CK, Yin LH. Effect of plyometric training on the agility of students enrolled in required college badminton programme. *Int J Appl Sports Sci* 2012, 24: 18-24.
181. Shallaby HK. The effect of plyometric exercises use on the physical and skillful performance of basketball players. *WJSS* 2010, 3: 316-24.
182. Güzel Ö. 8 Haftalık Seçilmiş Pliometrik Antrenman Programının Kadın Voleybolcularda Dikey Sıçrama ve Çeviklik Üzerine Olan Etkilerinin Araştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Giresun: Giresun Üniversitesi, 2020.
183. Usgu S. Profesyonel Basketbol Oyuncularında Fonksiyonel Eğitimin Performansla İlişkili Fiziksel Uygunluk Parametrelerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Fizyoterapistliği Programı, Doktora tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 2015.
184. Özgül AB. 17 ve 19 Yaş Grubu Futbolcularda Uygulanan Core ve Pliometrik Antrenmanların Bazı Motorik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı, Yüksek lisans tezi, İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi, 2019.

- 185.** Öz H. Türkiye Kadın Basketbol Süper Liginde Oynayan Basketbolcuların 8 Haftalık Bireysel Kuvvet ve Kondisyon Programı Sonrası Antropometrik ve Motorik Gelişimlerinin Değerlendirilmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi, 2018.
- 186.** Alikhani R, Shahrjerd S, Golpaigany M, Kazemi M. The effect of a six-week plyometric training on dynamic balance and knee proprioception in female badminton players. *CMCC* 2019, 63: 144-53.
- 187.** Arazi H, Asadı A. The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *CHSE* 2011, 6: 101-11.
- 188.** Ölçücü B, Canikli A, Ağaoğlu YS, Erzurumluoğlu A. 10-14 yaş çocuklarda tenis becerisinin gelişimine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2010, 12: 1-11.
- 189.** Ceylan L. Amatör Futbolcularda Pliometrik Antrenmanın Tekrarlı Sprint Performansı Üzerine Etkisi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi (Hitit Üniversitesi İle Ortak Program) Amasya: Amasya Üniversitesi, 2016.
- 190.** Haghghi A, Moghadasi M, Nikseresht A, Torkfar A, Haghghi M. Effects of plyometric versus resistance training on sprint and skill performance in young soccer players. *Eur J Exp Biol* 2012, 2: 2348-51.
- 191.** Michailidis Y, Fatouros IG, Primpa E, Michailidis C, Avloniti A, Chatzinikolaou A, Barbero-Alvarez JC, Tsoukas D, Douroudos II, Draganidis D, Leontsini D, Margonis K, Berberidou F, Kambas A. Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *J Sports Sci Med* 2013, 27: 38-49.
- 192.** Buchheit M, Mendez-Villanueva A, Delhomel G, Brughelli M, Ahmaidi S. Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *J Strength Cond Res* 2010, 24: 2715-22.
- 193.** Willoughby DS, Simpson S. Supplemental EMS and dynamic weight training: Effects on knee extensor strength and vertical jump of female college track&field athletes. *J Strength Cond Res* 1998, 12: 131-7.
- 194.** Porcari JP, Miller J, Cornwell K, Foster C, Gibson M, McLean K, Kernozek, T. The effect of neuromuscular stimulation training on abdominal strength,

endurance and selected anthropometric measures. *J Sports Sci Med* 2005, 4: 66-75.

- 195.** Marqueste T, Messan F, Hug F, Laurin J, Dousset E, Grelot L. Effect of repetitive biphasic muscle electrostimulation training on vertical jump performances in female volleyball players. *JSHS* 2010, 8: 50-5.
- 196.** Porcari JP, McLean KP, Foster C, Kernozek T, Crenshaw B, Swenson C. Effects of electrical muscle stimulation on body composition, muscle strength, and physical appearance. *J Strength Cond Res* 2002, 16: 165-72.
- 197.** Babault N, Cometti G, Bernardin M, Pousson M, Chatard JC. Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *J Strength Cond Res* 2007, 21: 431-7.



EKLER

EK-1. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: İsmail İLBAK

Mezun Olduğu Üniversite: İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu - Antrenörlük Eğitimi

Mezuniyet Tarihi: 2018

İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu - Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Eğitimi (çift anadal programı)

Mezuniyet Tarihi: 2019

EK-2. Etik Kurul Raporu







EK-3. Gönüllü Onam Formu

Tarih: 30.03.2018 Versiyon: 1.0

MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi Doç. Dr. Mahmut AÇAK tarafından yürütülen "Elektriksel Kas Uyarımı ile Birleştirilmiş Pliometrik Antrenman Uygulamalarının Sportif Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmamızın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkına sahipsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmayacak olup, hiçbir hak kaybına uğramadan araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz. Araştırma konusuyla ilgili ve gönüllünün araştırmaya katılmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde gönüllünün veya kanuni temsilcisi zamanında bilgilendirilecektir. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen **Araştırma amacı** ile kullanılacaktır. **Araştırma yayınlanırsa bile isminiz ve kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli kalacak ve 3. Bir şahısa verilmeyecektir.** Sizlerden biyolojik materyaller (kan, idrar, doku vs.) alındığı taktirde materyallerin neler olduğunu, hangi amaçla alındığı ve analizlerinin nerede yapılacağına dair bilgiler (analizlerin yurt dışında yapılması durumunda biyolojik materyallerin nereye gönderileceğinin açıklanması) verilecektir. Hazırlanmış olduğumuz Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu, gönüllü veya kanuni temsilcisinin yasal haklarını ortadan kaldıracak bir hüküm veya ifade içermez ayrıca araştırmacıyı, kurumu, destekleyici veya bunların temsilcilerini kendi ihmallerinden kaynaklanan herhangi bir yükümlülükten kurtaracak hüküm veya ifade taşıyamaz.

18 yaşının altındaki katılımcı/gönüllülerin, velayet veya vesayetindeki yasal temsilcilerine gerekli açıklamalar yapılarak bilgilendirildi. Çalışma için gerekli İzin/Onam alındı. **Çalışmaya katılmanız, soruları yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam/onay verdiğiniz anlamına gelmektedir.** Size verilen formlardaki soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayınız.

1. Araştırmanın açık adı:
Elektriksel Kas Uyarımı ile Birleştirilmiş Pliometrik Antrenman Uygulamalarının Sportif Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi
2. Gönüllüye çalışmanın bir araştırma olduğunu açıkladınız mı?
Evet
3. Araştırmanın amacı nedir?
4. Araştırmanın amacı elektriksel kas uyarımı ile pliometrik antrenman birleşiminin genç basketbolcuların sportif performansları üzerindeki etkilerini incelemektir.
5. Gönüllünün araştırmaya devam etmesi için öngörülen süre nedir?
1 Yıl
6. Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı nedir?
20 gönüllü çalışmaya dahil edilecektir.
7. Varsa araştırmada uygulanacak tedaviler nelerdir?
8. Varsa farklı tedaviler için gönüllülerin araştırma gruplarına rastgele atanma ihtimali var mı?
9. Araştırma sırasında uygulanacak olan invazif yöntemler dâhil olmak üzere izlenecek veya gönüllüye uygulanacak yöntemlerin tümünü anlayabileceği ifadelerle açıklayınız:

MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Ölçümler İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi spor salonunda gerçekleştirilecektir. Çalışmaya katılmayı kabul eden tüm katılımcılara çalışma öncesinde çalışmaların içeriği ile ilgili bilgiler ayrıntılı olarak anlatılacak ve uygulamalı olarak gösterilecektir. Uygulamalara başlamadan önce testlerin şekli, konusu, yeri ve zamanı hakkında gönüllülere gerekli bilgiler verilerek gönüllü olur formu doldurtulup imzalatılacaktır. Egzersizler lider gözetiminde yapılacak, deneklere 24 saat önce ağır egzersiz yapmamaları, alkol, kafein ve ergojenik yardımcı kapsamına giren maddeleri kullanmamaları hususunda gerekli bilgilendirmeler yapılacaktır. Çalışma kapsamında tüm uygulamalar boyunca, denekler gerek test lideri gerekse test yöneticileri tarafından maksimal efor sergilenmesi konusunda sözel olarak desteklenecektir. Çalışmanın ilk haftası gönüllülerin biyometrik ölçümleri yapılacak, 48 saat sonra alışma fazına geçilecek ve gönüllülere 48 saat aralıklarla antrenmanlara alışabilmeleri için 3 alıştırma fazı uygulanacaktır.

10. Araştırmanın deneysel kısımlarını açıklayınız:

Araştırmaya katılan 20 sporculardan 10 tanesi pliometrik antrenman grubu (PAG), 10 tanesi EMS uygulamalı pliometrik antrenman grubu (EMS+PAG) olmak üzere rastgele iki gruba ayrılacaklardır. PAG haftada 2 gün kulüp antrenmanlarına katılmış ayriyeten haftada 2 günde pliometrik antrenmanlara katılacaklardır. EMS+PAG haftada 2 gün kulüp antrenmanlarına katılmış ayriyeten haftada 2 günde EMS uygulaması ile pliometrik antrenmanlara katılacaklardır. Katılımcılara araştırmanın başında ve sonunda olmak üzere dikey sıçrama testi, 20 m sürat koşu testi, lane agility (çeviklik) testi ölçümleri iki defa yapılacaktır.

11. Gönüllünün maruz kalacağı öngörülen riskler veya rahatsızlıklar (araştırma hamilelerde veya lohusalarda yapılacak ise embriyo, fetüs veya süt çocuklarının da maruz kalacağı öngörülen riskler veya rahatsızlıklar dahil olmak üzere) açıklayınız:

12. Araştırmadan makul ölçüde beklenen yararlarla ilgili olarak gönüllü açısından hedeflenen herhangi bir klinik yarar olmadığında gönüllünün bu durum hakkında bilgilendirilecek mi? Evet
13. Gönüllüye uygulanabilecek olan alternatif yöntemler veya tedavi şeması ve bunların olası yarar ve risklerini açıklayınız:



