



**ATLETLERDE TECAR TERAPİ YÖNTEMİNİN YORGUNLUK
VE KAS HASARI PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

Abdullah ALTUNHAN

BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR ANABİLİM DALI

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

Doktora Tezi – 2021

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

**ATLETLERDE TECAR TERAPİ YÖNTEMİNİN YORGUNLUK VE KAS
HASARI PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

Abdullah ALTUNHAN

**Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

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

Bu Araştırma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından 2294/
TDK-2020-2294 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
1.1. Araştırmanın Amacı ve Özgün Değeri	2
1.2. Problem Cümlesi.....	2
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	2
1.4. Araştırmanın Varsayımları	2
1.5. Araştırmanın Hipotezleri	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Egzersiz.....	4
2.1.1. Pliometrik Egzersizler.....	4
2.1.2. Pliometrik Egzersizlerin Fizyolojisi	5
2.1.3. Pliometrik Antrenmanların Avantajları ve Dezavantajları	6
2.2. Toparlanma	7
2.2.1. Toparlanma Çeşitleri.....	7
2.2.2. Toparlanmayı Etkileyen Etmenler	8
2.2.3. Toparlanma Yöntemleri	9
2.2.4. Egzersiz Sonrası Fizyolojik Açıdan Yenilenme	10
2.3. Yorgunluk	10
2.3.1. Kas Hasarı.....	12
2.3.2. Egzersize Bağlı Kas Hasarının Oluşumu.....	14
2.3.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı Göstergeleri.....	14
2.4. TECAR (Kapasitif ve Dirençli Enerji Transferi) Terapi	16
3. MATERYAL VE METOD.....	19
3.1. Çalışmanın Dizaynı.....	19
3.2. Katılımcılar	19
3.3. Veri Toplama Araçları ve Deneysel Tasarım	20
3.3.1. Deneysel Tasarım	20

3.3.2. Biyometrik Ölçümlerin Alınması	21
3.3.3. Egzersiz Planlaması	21
3.4. Egzersiz sonrası TECAR Uygulaması	25
3.5. Kan Alımı ve Biyokimyasal Analizler	26
3.5. Veri Analizleri	28
4. BULGULAR	29
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	42
EKLER	57
EK-1. Özgeçmiş	57
EK-2. Etik Kurul Onayı	58
EK-3. İzin Yazısı	61
EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	62

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın tamamlanmasında yardımlarını esirgemeyen ve doktora yaptığım süre boyunca akademik anlamda tecrübe sahibi olmama katkı sağlayarak destek ve motivasyonundan ötürü danışman hocam sayın Prof. Dr. Mahmut AÇAK' a, tezim için gerekli verilerin toplanmasında yardımlarını esirgemeyen Malatya atletizm il temsilcisi ve milli takım antrenörü sayın Mahmut ALUÇLUER'e, çalışma süresince kan numunelerinin toplanmasında destek veren hemşire sayın Ayşe Eda KINACI'ya, doktora süresince ve tez aşamasında her türlü destek veren hocam sayın Doç. Dr. Serkan DÜZ' e, ayrıca tez dönemi içerisinde bütün destekleri sağlayan sayın Doç. Dr. Suat TEKİN' e teşekkür ederim.

Bu araştırma yapılırken mesai harcayan Malatyasporun kıymetli Fizyoterapisti Savaş AKKAYA'ya teşekkür ederim.

Bu araştırmanın tamamlanması amacıyla verilere ulaşmama yardımcı olan Malatya atletizm sporcularına özellikle teşekkür ederim. Araştırmamın her aşamasında desteği ile yanımda olan kardeşim Ramazan BAYER' e teşekkür ederim.

Projenin gerçekleşmesi için maddi destek sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi'ne teşekkür ederim.

ÖZET

Atletlerde TECAR Terapi Yönteminin Yorgunluk ve Kas Hasarı Parametrelerine Etkisi

Amaç: Çalışmada, fiziksel yorgunluk oluşturulmuş sporcularda TECAR terapinin toparlanma üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırmanın evrenini Malatya ilinde yaşayan atletizm branşında faal sporcular oluşturdu. Araştırmanın örneklen grubunu 18-25 yaş aralığında aktif olarak atletizm sporu yapan 10 erkek sporcu oluşturmaktadır. TECAR terapi uygulanan deney grubu ve kontrol grubundaki sporcuların egzersizlerin öncesinde, hemen sonrasında, 24., 48 ve 72 saat sonra kan örnekleri alındı. Kas hasarı düzeyini belirlemek amacıyla 6 farklı zamanda alınan kan numuneleri analiz edildi. Alınan numunelerden CK, IL-6, TNF- α ve LDH kan parametreleri analizleri yapıldı.

Bulgular: Elde edilen bulgulara göre kontrol grubu ile TECAR grubunun egzersiz sonrası farklı zamanlarda CK, LDH, IL-6 ve TNF- α ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Altı farklı zamanda alınan CK ölçümlerine ilişkin değerler arasında 24, 48 ve 72 saat sonrası TECAR ve kontrol grubu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenirken sadece egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası ölçümde anlamlı fark olmadığı tespit edildi.

Sonuç: Araştırma sonucunda atletlerin yoğun egzersizler sonrası toparlanma sürecini hızlandırmak için TECAR terapi uygulamalarının yararlı olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: TECAR terapi, Yorgunluk, Kas Hasarı, Toparlanma

ABSTRACT

The Effect of TECAR Therapy Method on Fatigue and Muscle Damage Parameters in Athletes

Aim: The aim of this study was to evaluate the effectiveness of TECAR therapy on recovery in athletes with physical fatigue.

Material and Method: The universe of the study consisted of active athletes living in Malatya. The sample group of the study consists of 10 male athletes between the ages of 18-25 who are actively engaged in athletics. In the TECAR therapy protocol, the experimental group athletes were given 40 minutes of TECAR therapy after exercise, before the 24th, 48th and 72nd hours of blood draw. Blood samples were taken at 6 different times to determine muscle damage. CK, IL-6, TNF- α and LDH blood parameters were analyzed from the samples.

Results: According to the findings, a statistically significant difference was found between the averages of CK, LDH, IL-6 and TNF- α of the control group and the TECAR group at different times after exercise. It was determined that there was a statistically significant difference between the values of CK measurements taken at six different times at 24, 48 and 72 hours between the TECAR and control group values, but no significant difference was found only in the measurements before and after exercise.

Conclusion: As a result of the research, it was determined that TECAR therapy applications can be used to accelerate the recovery process after exercise in athletes.

Key Words: TECAR therapy, Fatigue, Muscle Damage, Recovery

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACSM	: Amerikan Koleji Spor Tıbbı
ATP	: Adenozin Trifosfat
CK	: Kreatin Kinaz
CK-BB	: Kreatin Kinaz-Beyin
CK-MB	: Kreatin Kinaz-Kalp Kası
CK-MM	: Kreatin Kinaz-İskelet Kas
CP	: Kreatin Fosfat
EMS	: Elektromyostimulasyon
GKA	: Gecikmiş Kas Ağrısı
IL-6	: İnterlökin-6
KAH	: Kalp Atım Hızları
LDH	: Laktat Dehidrojenaz
MR	: Manyetik Rezonans
TNF-α	: Tümör Nekrozis Faktör Alfa
TECAR	: Kapasitif ve Dirençli Enerji Transferi
USG	: Ultrason

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 3.1. Split Squat Jump Uygulamaları.....	22
Şekil 3.2. Lateral Hurdle Jump Uygulamaları.....	23
Şekil 3.3. Box Jump Uygulamaları.....	24
Şekil 3.4. TECAR Terapinin Uygulama Sıralaması.....	26



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 3.1. Split squat jump egzersiz ve dinlenme süresi	22
Tablo 3.2. Lateral hurdle jump egzersiz ve dinlenme süresi.....	23
Tablo 3.3. Box jump egzersiz tekrar sayıları ve dinlenme süresi	24
Tablo 3.4. Borg algılanan zorluk derecesi skalası.....	25
Tablo 3.5. Deney Grubu Kan Alımı Akış Şeması.....	27
Tablo 3.6. Kontrol Grubu Kan Alımı Akış Şeması.....	27
Tablo 4.1. Katılımcıların Demografik Bilgilerinin Tanımlayıcı İstatistiği	29
Tablo 4.2. Katılımcıların Uyguladıkları Egzersizlerin BORG Skalası Ortalamaları Tanımlayıcı İstatistiği	29
Tablo 4.3. Kontrol Grubu Katılımcılarının CK, LDH, IL6 ve TNF- α Ortalamaları.....	30
Tablo 4.4. TECAR Terapi Uygulanan Katılımcıların CK, LDH, IL6 ve TNF- α Ortalamaları	32
Tablo 4.5. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan CK (U/L) Ortalamaları.....	33
Tablo 4.6. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan LDH (U/L) Ortalamaları	34
Tablo 4.7. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan IL-6 (mg/mL) Ortalamaları.....	35
Tablo 4.8. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan TNF- α (pg/mL) Ortalamaları	36

1. GİRİŞ

Yorgunluk, günlük aktiviteler içerisinde bedensel veya zihinsel enerjinin subjektif azlığının insanlar tarafından algılanması durumudur (1). İçerisinde hem fizyolojik hem psikolojik etmenleri bulunduran yorgunluk, yalnızca tek bir kavram ya da süreç değildir. İçerisinde çok farklı komponentleri bulunan yorgunluk, santral sinir sistemi ve kaslarda birçok rol alır (2). Sporcuların yapmış oldukları yüksek yoğunluklu egzersiz sonrası vücutlarında laktik asit birikmesi, yorgunluk ve kas hasarı olduğu bilinmektedir (3). Egzersiz sonrası oluşan kas hasarı çoğu zaman minimal düzeyde bir problem olmasına rağmen sporcuların antrenman ve müsabaka performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle profesyonel anlamda spor yapan sporcular için kas hasarının geç oluşması veya oluşan kas hasarının en kısa sürede giderilmesi antrenman bilimi açısından önemli bir durumdur.

Spora katılım arttıkça sporun rekabetçi yönünün de gelişmesi kaçınılmaz bir unsurdur. Antrenman veya müsabaka esnasında harcanan efor ise kişisel gelişim veya kazanma arzusu nedeniyle belirli bir düzeyin üstünde gerçekleşmektedir. Bu durum sporcularda yorgunluk ve kas hasarı gibi olumsuz sonuçları da beraberinde getirir.

Günümüzde ortaya çıkan yenilikler göz önüne alındığında sahaya sporcu kısa süreli dinlenme dönüş süresini azaltmak amacıyla tedavi sürecine elektroterapi, hidroterapi ve termoterapi yöntemleri de dahil edilmektedir (4). TECAR (kapasitif ve dirençli Enerji Aktarımı kısaltması) sistemi, fizik ve elektrojide iyi bilinen bir prensibe dayanmaktadır. TECAR terapi (odaklanmış radyofrekans terapisi de denilen tedavi), gelişmiş ülkelerde uygulanmaya başlayan oldukça yeni bir metottur. Bu metotta yüksek frekanslı elektromanyetik enerji transferiyle derin dokuda hipertermi (ısı artışı) meydana getirilerek kişilerin tedavi edilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemin hızlı analjezik ve antienflamatuar, kas gevşetici etkiler gösterdiği bilimsel olarak da kanıtlanmıştır. Tedavinin doğal ve önemli bir sonucu olarak doku metabolizmasında iyileşme gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, yumuşak doku travmalarında kısa sürede gözle görülür bir iyileşme gözlenmektedir. Bu çalışma fiziksel yorgunluk oluşturulmuş sporcularda TECAR terapi yönteminin toparlanma üzerine etkisini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, Guimaraes ve ark., TECAR terapinin uygulanmasıyla birlikte 24 saat içerisinde kas ağrısında azalma olduğunu ve

72 saatlik protokol sonrasında kas gücü ve fonksiyonunda olumlu sonuçlar belirlemişlerdir (5). Osti ve ark. ise yapmış oldukları çalışmada, TECAR terapi ile yüksek ışınlı lazer tedavisinin bel ağrısında önemli derecede azalma sağladığını tespit etmişlerdir (6). Szabo ve ark., ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası TECAR ve kinesiyoterapi programının ağrı ve dönüş süresinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır (4).

1.1. Araştırmanın Amacı ve Özgün Değeri

Sağlıklı yaşam parametreleri dikkate alındığında egzersiz yapan kişilerde fiziksel anlamda yorgunluk yaşadıkları bilinmektedir. Buna göre egzersiz sonrasında yorgunluk seviyesi ve kas hasarı artan sporcuların en kısa sürede toparlanmalarını sağlamak amacıyla bazı önlemler alınmaktadır. TECAR ile yapılmış ve kan parametreleri üzerine etkisini inceleyen bilimsel bir araştırmaya bugüne kadar rastlanmadı. Çalışma sonucunda TECAR'ın sporcuların daha hızlı toparlanmaları, rehabilitasyon süresinin kısaltacağı, spor kulüplerine hem zaman hem de maliyet bakımından büyük kazanımlar sağlayacaktır. Ayrıca TECAR'ın etkinliğini fizyolojik olarak tespit edileceğinden dolayı çalışmamıza özgün bir değer kazandıracaktır.

1.2. Problem Cümlesi

Atletlerde TECAR tedavi yönteminin yorgunluk ve kas hasarı parametrelerine etkisi var mıdır?

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışma Malatya ili ile sınırlıdır.

Çalışma 18-25 yaş aralığında aktif olarak atletizm sporu yapan sporcular ile sınırlıdır.

Çalışma kısıtlı katılımcı sayısı (10) ile sınırlıdır.

Katılımcıların günlük fiziksel aktiviteleri takip edilmesine rağmen ve beslenme davranışları kontrol edilmemiştir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Katılımcıların çalışma süresince çalışma haricinde herhangi antrenman yapmadıkları varsayıldı.

Katılımcıların uyguladıkları egzersizleri maksimum performans ile yaptıkları varsayıldı.

Katılımcıların uygulayacakları egzersiz öncesi çalışmaya dinlenik olarak katıldıkları varsayıldı.

1.5. Araştırmanın Hipotezleri

H1: Egzersiz sonrası TECAR tedavi yönteminin yorgunluk ve kas hasarı CK parametrelerine etkisi var mıdır?

H2: Egzersiz sonrası TECAR tedavi yönteminin yorgunluk ve kas hasarı LDH parametrelerine etkisi var mıdır?

H3: Egzersiz sonrası TECAR tedavi yönteminin yorgunluk ve kas hasarı IL-6 parametrelerine etkisi var mıdır?

H4: Egzersiz sonrası TECAR tedavi yönteminin yorgunluk ve kas hasarı TNF-a parametrelerine etkisi var mıdır?

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Egzersiz

Egzersiz; performans artışı hedefine yönelik olarak, bedensel, zihinsel ve ruhsal sağlığı korumak, geliştirmek ve formda kalmak amacı ile tasarlanmış devamlı ve planlı bir şekilde sürdürülen hareketler bütünüdür (7-9).

Egzersize adaptasyon sağlandığında metabolik ve fizyolojik fonksiyonlarda sinir, kas, dolaşım ve solunum fonksiyonlarında uyum sağlanır. Egzersiz kişilere ve sporculara çevikliğin, uyanıklığın ve fiziki sağlık halinin korunmasının yanında kişilere zevk vererek psikolojik bir rahatlama sağlar (10-14).

Egzersiz sırasında kullanılan enerji sistemleri birbiri ile bağlantılı olarak düşünülmelidir. Buna göre yapılan egzersiz türüne, şiddetine ve süresine bakılarak kullanılan enerji sistemleri hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür (15-17). Egzersizin süresi ve yoğunluğu, hangi tip enerji sisteminin kullanıldığını belirler. Kullanılan enerji durumuna göre kısa süreli enerji sistemleri (18-21);

- 30-90 saniye: ATP-CP ve laktat sistemi,
- 90-180 saniye: Laktat ve oksijen sistemi,
- >180 saniye: Oksijen sistemi (22, 23).

2.1.1. Pliometrik Egzersizler

İnsan performansının tüm alanlarında spor bilimi ve teknolojisi, sporcuları, antrenörleri ve spor hekimliği profesyonellerini günlük atletik gelişimi eğitmek ve yakından izlemek için en etkili yolları aramaya teşvik etmiştir. Gücü ve hızı iyileştirmek için en etkili egzersizlerden bazıları çok az ekipman içerir veya hiç kullanmaz. Yarım asırdan fazla bir süre önce, antrenörler ve spor bilimcileri, insan vücudunun kuvvet üretim niteliklerini iyileştirmek için patlayıcı atletik hareketler sisteminden yararlanan bir eğitim yaklaşımı geliştirdiler. Bu eğitim sistemi artık yaygın olarak pliometrik olarak adlandırılmaktadır (24, 25).

1920'den 1960'lı yıllara kadar "sıçrama antrenmanı" veya "şok antrenmanı" olarak bilinen antrenmanlar 1975'te ABD'li koşucu ve antrenör Fred Wilt tarafından ilk olarak icat edilen pliometrik terimi, "daha fazla" veya "daha uzun" anlamına gelen

Yunanca ön ek “pliiodan” ve “ölçmek” anlamına gelen “metrik” son ekinden türetilmiştir. Pliometrik, kasın nöromüsküler ve elastik özelliklerini koşullandırarak patlayıcı yeteneği geliştirmeyi amaçlayan egzersizlerdir (26, 27). Pliometrik eğitim, belirli bir egzersiz dizisinin aksine bir eğitim yöntemidir. En gerçek haliyle, bir pliometrik egzersiz, vücuttaki kasın hızlı uzamasına karşı doğal tepkisini kullanır. Bu yanıt aynı zamanda gerilme kısılma döngüsü veya miyotatik refleks olarak da adlandırılır. Araştırmalar, bir kasılmadan önce hızla gerilen bir kasın kasılacağını ve daha kuvvetli ve hızlı bir şekilde kısılacağını, güç ve hız için olumlu adaptasyonlar yaratacağını göstermiştir (28, 29).

Rus kökenli Yuri Verkhoshansky, optimum eğitim yöntemlerini belirlemek için çeşitli plyometrik atlama yöntemlerini araştıran ilk kişilerden biriydi. Verkhoshansky'nin 1973 yılında yapmış olduğu çalışması şok antrenman yöntemi, atlama gücünü artırmak ve patlayıcı atletik hareketler için gerekli işlevi simüle etmek için yüksekten atlama ve sıçrama yapmayı içeriyordu. Haftada iki antrenman seansı için 40 tekrar nispeten önemli bir yükseklikten tamamlanan derinlik sıçramalarının dinamik güç ve hız yetenekleri geliştirmede etkili olduğunu buldu (30). 1970'lerin başında Amerika Birleşik Devletleri'ne plyometrik eğitim sunulduğunda, devrim niteliğinde bir eğitim fenomeni olarak sunuldu. Konuyla ilgili çok sayıda makale ve kitap yazmış olan Dr. Donald Chu, plyometrik eğitimi güç ve hız arasındaki boşluğu doldurmanın bir yöntemi olarak tanımladı (29, 31). Günümüz spor dünyasında, plyometrik egzersizler her yaştan ve yetenekten sporcular için patlayıcı güç eğitiminin temelidir. Bu egzersizler, tüm sporcularda güç ve hızı geliştirmenin bir yolu olarak eğitim uzmanları tarafından yaygın olarak kabul görmektedir. Ek olarak, daha yeni araştırmalar, plyometrik antrenmanın uzun süreler boyunca hareket ekonomisini iyileştirerek dayanıklılık sporcuları için önemli faydaları olduğunu göstermiştir (32-36).

2.1.2. Pliometrik Egzersizlerin Fizyolojisi

Patlayıcı hareketler, mevcut kas lifinin maksimum düzeyde toplanmasını gerektiren hareket türüdür. Kasın büyüklüğü ne olursa olsun beyinden ve omurilikten (merkezi sinir sistemi) uygun sinyaller gönderilmezse patlayıcı hareketler için azami çaba harcanamamaktadır (37, 38). Pliometrik bir harekette güçlü bir kasılmayı tetikleyen duyu mekanizması kas lifleri ve Golgi tendon organıdır. Bu özel gerilme reseptörü (Golgi tendon), tendonlarda bulunur ve kuvvetli bir şekilde gerildiğinde,

kasılmış bir kasa karşı inhibe edici bir yanıt oluşturmak için omuriliğe sinyaller iletir. Omuriliğe gönderilen sinyaller vasıtasıyla kasın temel kuvvet üreten unsurları, aktin ve miyozin moleküllerinden oluşan aktin ve miyozin miyofilamentleri devreye girmektedir. Bu miyofilamentler, bireysel kas liflerindeki miyofibrilleri topluca oluşturur. Bu kas lifleri, insan hareketini ortaya çıkaran iskelet kaslarını oluşturmak için birleşen kas fasiküllerinin daha büyük demetlerini oluşturur. Kasılan bir kasta hareket, aktin ve miyozin filamentleri çapraz köprüler oluşturduğunda ve birbirlerini geçtiklerinde başlar. Kayma eylemi, aktin filamentleri üzerindeki miyozinin döngüsel bir bağlanması ve ayrılması yoluyla gerçekleşir. Bu şekilde Golgi tendon organının hareketi, kasın aşırı gerginlikten ve olası yaralanmalardan korunmasını sağlayan koruyucu bir mekanizma olarak tasvir edilmektedir (39-42).

2.1.3. Pliometrik Antrenmanların Avantajları ve Dezavantajları

Pliometrik Antrenmanların Avantajları

Yapılan antrenman programları içerisinde pliometrik antrenmanlarda yüklenme yoğunluğunun yüksek ve kas içi koordinasyonun desteklenmesinden dolayı kas kütlelerinde herhangi bir değişiklik göstermemesi veya vücut ağırlığı üzerinde bir değişime neden olmaması hızlı bir şekilde maksimal kuvvet değişimine neden olur. Bu durum patlayıcı kuvvet gerektiren bütün spor branşlarında geçerliliğini korumaktadır (43). Uzama kasılma döngülü kas çalışmasını içeren hareketlerin yapıldığı çok sayıda spor branşının özel kuvvet antrenmanı olarak tercih edilebilir. Pliometrik antrenmanlar zorluk derecesi basitten zora doğru olarak kademeli olarak programlanabilmesinden dolayı her yaş ve güç seviyesine göre hazırlama avantajı ve kas-sinir sisteminin reaktif yeteneğinin geliştirilme kapasitesine katkı sunmaktadır. (44, 45).

Pliometrik Antrenmanların Dezavantajları

Yapılan bazı çalışmalara göre; pliometrik ve eksantrik çalışmaların, konsantrik çalışmalardan çok daha fazla kas ağrısı ürettiği, özellikle derinlik sıçramaları gibi çalışmaların sakatlık riski oluşturma potansiyelinin olduğu, yapılan sıçrama egzersizlerinde alt vücuda aşırı yük bindiği ve alt ekstremitte yaralanmalarına sebep olduğu ve bu durumdan dolayı pliometrik çalışmaların sakatlık için potansiyel oluşturduğu iddia edilmektedir (46-50).

2.2. Toparlanma

Toparlanma, herhangi bir egzersiz sonrası vücudun fizyolojik ve psikolojik olarak egzersiz öncesi duruma geri dönme süreci olarak ifade edilmektedir (51-53). Toparlanma süreci sporcular açısından önem arz eden bir süreç olduğu için sporcular ve antrenörler toparlanma sürecini hızlandırmak amacıyla daha fazla zaman harcamak zorunda kalmışlardır. Bundan dolayı spor bilimciler ve egzersiz fizyolojisi uzmanları toparlanma ile alakalı çalışmalara önem vermişlerdir. Bazı spor bilimciler ve egzersiz fizyolojisi uzmanları setler, tekrarlar veya antrenmanlar/yarışmalar arası toparlanma diye iki gruba ayırırken bazıları ise uygulama arası, uygulamalar sonrası ve uzun süreli toparlanma olarak ayırmaktadırlar (54, 55).

Sporda başarı elde edebilmek ve elde edilen başarıların devamlılığını sağlayabilmek amacıyla antrenmanların sayısı ve süresinin artırılması kaçınılmazdır. Bundan dolayı sporcular başarıyı sağlamak amacıyla antrenmanlarda performans sınırlarını zorlamaları gerekmektedir. Antrenman sonrası ise toparlanmanın düzenli bir duruma gelmediği durumlarda kronik yorgunluklar ortaya çıkmakta bunun sonucu ise sportif yaralanmalara neden olmaktadır (56-58).

Etkili bir toparlanmanın sağlanabilmesi için yüklenmeler arasında uygulanan yöntemin yanında dinlenme süresinin de göz önüne alınması gerekmektedir (59). Örneğin vücutta depo halde bulunan ve enerji kaynağı olarak kullanılan kreatin fosfatlar ilk birkaç saniye ile birkaç dakika arasında yenilenebilirken, glikojen depoları ise tüketilen besine ve yapılan antrenmana bağlı olarak birkaç saatle birkaç gün arasında yenilenmektedir (60-62). Bununla birlikte egzersiz sonrası toparlanma süresinin azaltılması amacıyla, masaj, aktif toparlanma, beslenme, sıvı alımı, ergojenik takviyeler, kompresyon giysileri, uyku, farmakolojik ajanlar (ilaçlar) ve soğuk/sıcak su terapileri uygulamaları sıklıkla kullanılmaktadır (59).

2.2.1. Toparlanma Çeşitleri

Toparlanma; rejenerasyon, yenilenme ve dinlenme gibi kavramların tarif edildiği en geniş ifade biçimidir. Sporcular müsabaka sırasında veya sonrasında zamanın önemli bir bölümünü toparlanma faktörleri ile geçirdikleri bilinmektedir. Fakat toparlanma çeşitleri sporcudan sporcuya farklılık gösterdiği için net bir ayrım söz konusu değildir. Bundan dolayı yapılan antrenmanlar sonrası toparlanma süreçleri çabuk toparlanma,

kısa süreli toparlanma ve uzun süreli toparlanma olarak 3 bölümde incelenmektedir (63).

Çabuk Toparlanma

Egzersiz esnasında görülen çok kısa sürelerde tekrarlanan yüklenmeden hemen sonraki toparlanma çeşididir. Bu süreçte kısa süreli egzersizler arası görülen ATP ve kreatin fosfat (CP) depoları yenilenmeye çalışır. CP'nin %84'ü ilk 2 dakikada, %89'u için 4 dakika ve tamamı için yaklaşık 8 dakikaya ihtiyaç vardır ATP depoları ise ilk 30 saniyede %70 yenilenirken, 3-4 dakika içinde ise %100' ü yenilenmektedir (64).

Kısa Süreli Toparlanma

Kısa süreli toparlanmada dinlenme süresi sporcunun bir sonraki performansı gerçekleştirebilmesi için çok önemlidir ve egzersizin kesilmesinden sonra ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte enerji depoları yenilenerek oksijen kaynakları doldurulmaktadır. Setler arası veya tekrarlı sprintler arasındaki toparlanma çeşidi olarak bilinmektedir (65). Yapılan bir çalışmada motor öğrenme becerisinin en uygun olması için 10 saniye ve üzeri sprint performanslarında en az 6 dakikalık dinlenme gereksinimi belirtilmektedir (66).

Uzun Süreli Toparlanma

Yapılan antrenman programları arasında özellikle dikkat edilmesi ve planlama içerisinde bulunması gerekli olan parçalardandır. Uzun süre ve tekrarlayan müsabaka dönemlerinde sporcuların psikolojik ve fizyolojik toparlanmalarını sağlamak uzun süreli toparlanma çeşidinin görevidir (55, 67).

Tekrarlayan müsabakalarda laktik asit birikmesi artarak enerji depoları tükenmektedir. Bundan dolayı da sporcularda yorgunluk oluşmaktadır. Sporcuların performanslarının devamlılığını sağlamak için ise eksilen enerji depolarının yenilenmesi gerekmektedir. Uzun süreli toparlanmada özellikle eksilen glikojen depoları tamamlanmaktadır. Bundan dolayı egzersiz sonrası karbonhidrat tüketim miktarı ve zamanlaması önemlidir (54).

2.2.2. Toparlanmayı Etkileyen Etmenler

Sporcunun egzersiz sırasında harcadığı enerji depolarının yeniden tamamlanması toparlanma olarak ifade edilmekte ve bu süreçte vücutta fiziksel ve psikolojik

değişiklikler görülmektedir. Bu değişiklikleri de etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

İç faktörler; Sporcunun yaşı, cinsiyeti, antrenman durumu, kas lifi tipi ve ruhsal sorunlar.

Dış faktörler; Oynanan maçın durumu, maçın oynandığı yer, çevresel şartlar (iklim, sıcaklık, sosyal ortam, nem vs.) rakibin kalitesi ve maçın niteliği (68, 69).

Toparlanma sürecinde etkili olan diğer etmenlere bakıldığında ise; sporcunun sağlık durumu, özel yaşantısı, uyku, genetik etmen, yapılan branşın özelliği, masaj, akupunktur ve termoterapi gibi özel toparlanma yöntemleri toparlanma sürecini etkilemektedir (70).

2.2.3. Toparlanma Yöntemleri

Antrenman veya müsabaka sonrası tercih edilen uygun toparlanma yöntemi başarı elde edebilmek için en önemli ölçütlerdendir. Bundan dolayı spor bilimciler en uygun toparlanma yöntemlerinin hangisi veya hangilerinin olduğuna dair yıllardır araştırmalar yapmaktadırlar. Fakat belirlenen ve kullanılan toparlanma yöntemlerinin etkinliği ile ilgili konular hala tartışılmaktadır (71). Kullanılan bu yöntemlerin asıl amacı toparlanmayı hızlandırarak olası sporcu yaralanmalarının önüne geçmektir. Uygulanan toparlanma yöntemlerinin bazıları teknolojiden faydalanılarak yapılırken bazıları ise manuel terapi şeklinde uzun yıllardır kullanılan ve etkinliği olduğu düşünülen yöntemlerdir (72). Spor bilimcileri antrenman veya müsabaka sonrası aktif toparlanma ve pasif toparlanma türlerini tercih etmektedirler. Tercih edilen toparlanma türü duruma göre değişkenlik göstermektedir. Yapılan çalışmalara göre toparlanmada etkili olan ve genellikle kullanılan toparlanma yöntemleri ise;

- Hafif koşular ve streching,
- Sıvı ve besin alımı,
- Soğuk, sıcak ve kontrast su terapileri,
- Sıkı (kompresyon -dar) giysiler,
- Masaj, akupunktur, ultrason (USG), elektromyostimulasyon (EMS),
- Hiperbarik oksijen terapileri,
- Farmakolojik ajanlar (ilaçlar) (73).

2.2.4. Egzersiz Sonrası Fizyolojik Açıdan Yenilenme

Uygulanan antrenman şiddetine bağlı olmakla beraber bir antrenman seansı sonrasında bile metabolik süreç bir miktar daha yüksek seyretmektedir. Örneğin kalp atım hızı antrenman bitimi ile beraber antrenman öncesi duruma hemen düşmemektedir. Toparlanma süresine ve toparlanma yöntemine göre düşüş başlamakta ve düşme hızı uygulanan toparlanma yöntemine göre değişkenlik göstermektedir. Egzersiz esnasında enerji harcaması egzersiz şiddetine bağlı olarak değişebilmekte ve kullanılan enerjiye paralel olarak vücutta tüketilen enerji kaynakları farklılık göstermektedir (74). Antrenmanın tamamlanmasından sonra organizma kullandığı enerjilere bağlı olarak vücutta meydana gelen egzersiz kaynaklı yıkımları onarmaya başlamaktadır (75).

Egzersiz bitiminden sonra devam eden enerji tüketimi toparlanma süreci için gereklidir (76, 77). Toparlanma sürecinin metabolik yönden açıklanabilmesi amacıyla bazı önemli ölçütlere dikkat etmek gerekmektedir (77, 78);

2.3. Yorgunluk

Yorgunluk, aşırı fiziksel hareketlerin ardından metabolizma artıklarının kaslarda birikerek, kişinin ruhsal ve bedensel faaliyetler bakımından verimlilik oranının azalmasıdır. Kassal yorgunluğu, kasların güç üretim kapasitelerini yeteri düzeyde sürdüremeyip, geçici olarak performansın azalması ve kaslara gelen doğal uyaranlara tepki verme becerilerinin azalması olarak tanımlanmıştır (80).

Sürekli (kronik) yorgunluk, sporcuda antrenman uyaranlarının meydana getirdiği fizyolojik ve psikolojik zorlanmalara bağlı olarak yorgunluğa karşı istirahati sağlayamadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Sürekli yorgunluk hali, kuvvet üretimi ve kuvvet gelişim hızı ile bağlantılı olarak verimliliğinde ve enerji yedek depolarının dolumunda azalmalar, hormonal değişiklikler, sarkoplazmik retikulumda Ca^{+2} düzeyindeki değişiklikler, sinirsel yorgunluk biçiminde karşımıza çıkmaktadır (81).

Yorgunluk oranı birçok faktöre göre değişim gösterir. Küçük kas gruplarında meydana gelen yorgunluk, oksijen ihtiyacı, kası besleyen damarların oranındaki değişikliklerle dengelenebilir; büyük kas gruplarında kanın maximum oksijen taşıma kapasitesi artabilir. Yorgunluk diğer taraftan hareketin hızı ile de alakalıdır. Kasılma ve gevşeme arasındaki zaman kısa olursa, kısa dinlenme esnasında arterial kapiller kanla yeterince beslenmez kan ve oksijen desteği yetersiz kalır. Bu vaziyet statik harekette

daha belirgindir. Uzun süreli çalışmalarda enerji ikmali ve kullanımının dengede olması gerekmektedir (82).

Yorgunluk, devamlı submaksimal egzersizler esnasında ilkin merkezi sinir sisteminde dolaşımda olan glikozun eksilmesiyle oluşur. Yorgunluk temelinde beyindeki hipoglisemiden, ikincil olarak kas glikojeninin eksilmesinden meydana gelirken, besin azlığından sonuçlanan yorgunluk, aerobik yolla enerji üretmek için yeterli oksijen varlığı olsa bile ortaya çıkar. Maksimal bir yüklenme sırasında yorgunluk sinirsel hareketliliğin azalmasıyla ortaya çıkar. Bu vaziyete, bir bakıma nöromuskuler ya da sinir iletisinin bozulması neden olur (83).

Yüklenmeler ile alakalı yorgunluk, tekrarlı uyarıcılarda kasın kuvvet açığa çıkarma kapasitesindeki düşüştür, üç ana kavram üzerinde durulur, merkezi yorgunluk; beyin ve omurilikteki sistemleri, periferik yorgunluk; motor nöronları ve kas fibrillerini, metabolik yorgunluk; enerji depolarını içerir (84).

Yüklenmenin yoğunluğuna bağlı olarak aerobik kapasitenin sınırlarının aşılması glikoliz hızını artırır, bu durum sonucunda laktik asit ortaya çıkar. Laktik asit oluşumu ile birlikte pH düşer, pH düşmesi kas kasılmasını etkiler ve fosfofruktokinaz enzim inhibasyonuna sebep olur. Glikoliz yavaşlar ve enerji veren metabolitler tükenir. Kas ve kanda toplanan laktik asit ise yorgunluğa sebep olur ve sporcunun performansını düşürür (85).

Yüklenme ile dinlenme arasındaki dengenin sağlanamaması sonucu ortaya çıkan ve sporcu yorgunluk durumunda iken yüksek yoğunlukta ve şiddette egzersizlere devam ettirilmesi sürantrenman (overtraining) olarak tanımlanır. Fiziksel egzersizlerden sonra ortaya çıkan yorgunluk; yeterli solunum olmamasından kaynaklanan kısa süreli yorgunluk, sinir sisteminden kaynaklanan kronik yorgunluk, kas sisteminden kaynaklanan bir ya da iki günlük dinlenme gerektiren yorgunluk olarak üçe ayrılmaktadır (86).

Liflerin metabolik ve fonksiyonel özelliklerinden kaynaklı ST lifleri yorgunluğa daha fazla dirençlidirler ve yorgunluk ST liflerinde daha uzun zamanda gerçekleşir. Öte taraftan kas ve kanda laktik asidin toplanması yorgunluğu hızlandırmakta, kasın güç-kuvvet ve dayanıklılığını azaltmaktadır. Çünkü laktik asidin birikimi metabolik asidoza neden olmakta, pH'ı asit ortama kaydırmakta ve ATP üretiminin hızını azaltmaktadır (87).

Fiziksel hareketlenmeler ile insan metabolizmasında bulunan enerji depoları kullanılır. Bu enerji submaksimal egzersizlerde uzun zaman harcanabilirken, maksimal egzersizlerde kısa sürede harcanır. Enerjinin kısa sürede tüketilmesi, dokular arasında artık maddelerin yoğun şekilde birikmesine sebep olur. Soluk sayısı ve soluk derinliği ile kalp atım sayısının fazlalaşmasına rağmen, egzersizin devamı için gerekli oranda oksijen alınamaz. Şiddetli kas hareketi sırasında glikojen laktik aside evrilir, kanda ve kaslarda laktik asit birikmeye başlar. Laktik asidin artması kasların kasılmasında güçsüzlüğe ve böylece yorgunluğun ortaya çıkmasına sebep olur. Spor aktivitelerinde kasın kısa sürede yorulması ve bu aktivitelerde meydana gelen yorgunluk hali, metabolik artıkların vücutta birikimiyle yakın ilgisi vardır (88). Yorgunluğun ortadan kaldırılması ve çabuk toparlanma için kan ve kasta toplanmış laktik asidin vücuttan atımı önemli etkenlerden biridir. Buna ilişkin çabuk toparlanma spor başarısının ana etkenlerinden biri olarak kabul görülür (89).

2.3.1. Kas Hasarı

İskelet kası olağanüstü bir dokudur. Kuvvet üretme ve esneme yeteneğinden dolayı, nefes alıp yürüyebilir, günlük yaşantımızda gerekli olan tüm fiziksel aktiviteleri yerine getirebiliriz. Bir iskelet kası travma veya alışık olunmayan egzersizler sebebiyle hasar gördüğünde acı hisseder ve bu durumda önemli günlük görevleri gerçekleştirme kabiliyetimizin bir kısmını kaybederiz (90). İskelet kası hasarı, rekreasyonel egzersizlerin yanı sıra rekabetçi sporun sonucunda oluşan yaygın bir olaydır ve genellikle kontüzyon, zorlanma veya aşırı yüklenmeden kaynaklanan yaralanmanın bir sonucudur (91).

Bilimsel literatürde, yeni egzersizi izleyen saatler ve günlerde ağrı ve güç kaybı semptomları, büyük ölçüde, karmaşık kas yapısının fiziksel hasarına veya yırtılmasına atfedilmiştir. Bu nedenle toplu olarak, "egzersize bağlı kas hasarı" olarak adlandırılmıştır (92).

Planlanmış düzende sürekli ve nizami antrenman yapmak gelişebilecek sakatlanmalar için sporcuyu daha güçlü ve dirençli kılar. Ancak, devamlı icra edilen egzersizler sonucunda kaslarımızın yorgunluğa karşı koyma direnci azalır ve zayıflar. Yapılan egzersizler alışılmışın dışında veya çok yoğun bir antrenman ise kaslarımız hasar görebilir ve normale dönüşü zaman alabilir, güçlenme amacıyla yapılan egzersizin şiddetine göre toparlanmaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle yaşanan kas hasarları antrenman

kaynaklı kas hasarı olarak isimlendirilir (93). Otuz kırk yıldan buyana hareket ve antrenman bilimciler araştırmalarını kas hasarı konusuna yoğunlaştırmaktadırlar. Egzersiz kaynaklı kas hasarına bağlı mekanik değişiklikler ve metabolik stres, sonraki doku onarımını ve yeniden yapılanmasını sağlamak için iskelet kası içindeki farklı hücre tiplerini uyarırlar (92). Bu uyarım özėül olarak, uydu hücreler, enflamatuar hücreler, vasküler hücreler ve stromal hücrelerle karşılıklı etkileşirler. Bu hücreler arasındaki bağın dinamikleri, kas hasarının ardından toparlanmanın etkinliğine ve hızına etki eder (94).

Antrenmanın, kaslarda yerel mikro travma ve bunun sonucunda hipertrofik bir cevap ortaya çıkardığı düşünölmektedir. Mikro travma, çok az sayıda makro moleküle özėü ortaya çıkabileceği gibi sarkomerde, bazal lamina veya destekleyici bağ dokuda da yırtılmalarla ortaya çıkabilmektedir. Alışılmadık kasılmalar sonrasında, her bir miyofibrilin farklı bölgelerinde yer alan, en güçsüz sarkomerlerin olduğu kısımdan miyofibrillerin yırtılmasına sebep olur. Bu özellikle T-tüböllerini deforme eder, kalsiyum homeostazının bozulmasına yol aar ve sonuğa, zarların yırtılması ve/veya gerginlikle aktive olan kanalların açılması sonucu hasar görür. Bunun sonucunda uydu hücresi çoğalmasını ve değişimini düzenleyen farklı büyüme faktörlerinin salınımının fazlalaşmasına yol açtığı düşünölmektedir (95). Egzersiz sonlandıktan birkaç saat sonrasında hissedilmeye başlanan ve yorgunluk yanında farklı etkileri olan sendrom olarak tanımlanmıştır. Başka bir tanımlamada, şiddetli ve alışılmadık yüklenmelerde, kas lifi içerisindeki zayıf miyofibrillerde oluşan mikro yırtıklar sebebiyle hissedilen kas hasarı olarak tanımlanmaktadır. GKA'nın ortaya çıkması egzersizin tipi, süresi ve şiddetine göre farklılık göstermektedir (96).

Farklı türdeki egzersizlerin farklı boyutlarda ağrı meydana getirdiği gibi kas hasarına etkisi de farklıdır. Bunun yanında eksantrik kasılma diğer kasılma türlerine göre daha fazla kas hasarı meydana getirmektedir (97). Alışık olunmayan eksantrik kasılmanın yol açtığı hasar myofibrillere özėü yapının bozulmasına sebep olur. Özellikle Z bandındaki kopmalara myofibril iskeletindeki kırılmalar eşlik eder (98). Oluşan ağrının muhtemel nedeni kas hasarının da katkısıyla kas içinde oluşan ödem ve bu ödem oluşturduğu baskı olduğunu bildiren ıalışmalar mevcuttur (99). Egzersizde ıarpma ve burkulmalar sonucu yumuşak doku zedelenmeleri oldukđa yaygındır. Bu zedelenmeler normal rehabilitasyon sonucu rehabilite edilebilen zedelenmelerdir. Fakat egzersizde bu yumuşak doku zedelenmeleriyle birlikte hücresel düzeyde de bir hasar

meydana gelmektedir. Bu zedelenme türü terminolojide tam tanımlanmamış olmakla birlikte (microtrauma) mikro travma, (microinjury) mikro yaralanma ve (muscle damage) kas hasarı terimleri yaygın olarak kullanılmaktadır (100). Kas hasarının tespitinde yaygın olarak iki metot kullanılır. Birincisi direkt yöntem olan görüntüleme teknikleridir. Bu yöntem hem pahalı hem alana uygulanabilirliği zor yöntemlerdir (MR spektroskopu, mikrogafi, elektron mikroskobu). Bunun yanında biyopsi tekniklerinden kaynaklanan farklılıklar sonuçları etkileyebilmektedir. İkinci yöntem ise kas içi enzimlerinin plazmadaki miktarlarının tespit edilmesini içeren yöntemdir. Kas hasarıyla birlikte plazmada bulunan kasa özel enzim ve protein yapıları artar. Temelde bu mekanizmadan faydalanılarak egzersizde kas hasarının boyutu tespit edilir. Araştırmalarda yaygın olarak bu yöntem kullanılmaktadır (101).

2.3.2. Egzersize Bağlı Kas Hasarının Oluşumu

Alışık olunmayan egzersize bağlı ya da pliometrik egzersiz gibi yüksek eksantrik kasılmaları (uzayarak kasılma) içeren uygulamalardan sonra oluşan hasar kasın geniş bir alanı üzerinde yaygın olarak hissedilir (102, 103). Eksantrik tip egzersiz sonrası kas hasarı konsantrik ya da izometrik egzersizle karşılaştırıldığında daha fazla görülmektedir (104-106). Kuvvet oluşumu esnasında kas liflerinin uzadığı eksantrik kas kontraksiyonu, kas liflerinde yüksek gerilim yaratır ve kasın yapısal bütünlüğünde önemli oranlarda değişiklikler görülür. Bu yapısal değişiklikler Z diski kopmaları, ince filamentlerdeki kayıp, anormallik gösteren bölgede mitokondri kaybı ve A bandındaki filamentlerin diziliminde bozulma olarak ortaya çıkmakta ve kasılmaya bağlı kas hasarıyla sonuçlanmaktadır (107, 108).

2.3.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı Göstergeleri

Kas Hasarı Enzim Yapıları

Egzersize bağlı kas hasarının tespitinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Hasar doğrudan hücresel seviyede ve dolaylı olarak kas fonksiyonunun çeşitli göstergelerinde meydana gelen değişikliklerden (azalmış kas kuvveti, kas ağrısı vb.) gözlenebilir (109). MR, ultrasonografi gibi görüntüleme teknikleri yanında kas hasarına bağlı olarak yükselen kan ve kastaki bazı proteinler de kas hasarı hakkında bize bilgi vermektedir (110). Özellikle kreatin kinaz (CK) enziminin plazmadaki seviyesinin artması kas doku hasarının önemli göstergelerinden birisidir (111, 114). Ayrıca laktat dehidrojenaz

(LDH) kas enzimleri, Tümör Nekrozis Faktör Alfa (TNF- α) ve İnterlökin-6 (IL-6) sitokinleri de kas hasarı belirteçleri olarak gösterilmektedir (115, 116).

Kreatin Kinaz (CK)

Adenozin trifosfat'ın (ATP) bir fosfatının kreatine transferini katalizler. Böylece CK, kas kasılması için enerji stoklar (117). CK iskelet ve kalp kası hasarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılan 2 alt üniteden oluşan bir dimerdir. İskelet ve kalp kasın da oluşan hasar sonrasında kreatin kinaz düzeyinde yükselme meydana gelir (118, 119). CK enziminin iki alt birimi bulunmaktadır. Dokuya özgü üç oluşuma izin veren izoenzimler: CK-MB (kalp kası), CK-MM (iskelet kas) ve CK-BB (beyin). Genellikle, alt birimlerin oranı kas tipine göre değişir (120-123).

İlgili literatür incelendiğinde miyokard infarktüsü, şok ve dolaşım yetmezliği, rabdomiyoliz, cerrahi girişim sonrası, iskelet kası travması, şiddetli egzersizler, miyozit, fizyolojik, kas içi zedelenmelerden sonra, alkolizm (olasılıkla kısmen alkol miyozitine bağlı olarak), musküler distrofi (özellikle “Duchenne sendromu”) durumlarında serum CK aktivitesini arttırmaktadır (124, 125).

İnterlökin-6 (IL-6)

Akut faz yanıtı, akut faz proteinleri olarak bilinen birçok plazma proteininin konsantrasyonlarındaki değişiklikleri ve ayrıca çok sayıda davranışsal, fizyolojik, biyokimyasal ve beslenmeyle ilgili değişiklikleri içermektedir. Akut faz proteinleri, inflamatuvar bozukluklarda en az % 25 artan veya azalan konsantrasyonlara sahip bir dizi plazma proteini olarak tanımlanmıştır (126, 127). Akut faz proteinlerinin konsantrasyonlarındaki değişiklikler, büyük ölçüde bunların hepatositler tarafından üretimindeki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Enflamatuvar süreçler sırasında üretilen ve bunlara katılan sitokinler, akut faz proteinlerinin üretiminin uyarıcılarıdır. Bu inflamasyonla ilişkili sitokinler arasında IL-6 bulunur (128). Çeşitli hücre tipleri tarafından üretilirler, ancak en önemli kaynaklar, iltihaplanma bölgelerindeki makrofajlar ve monositlerdir.

IL-6, çoğu akut faz proteinlerinin üretiminin baş uyarıcısıdır ve (129) egzersize verilen yanıtta, egzersizin şekline ve yüklenme büyüklüğüne göre miktarı değişmekle birlikte, artış göstermektedir (130, 131).

Tümör Nekrozis Faktör Alfa (TNF- α)

TNF- α , ilk defa 1975'te tanımlanmış olup endotoksin salınımını indükleyen 185 aminoasitten oluşan esas olarak monosit ve makrofajlar tarafından üretilen, bazı durumlarda da T lenfosit, nötrofil, mast hücresi, fibroblast ve endotel hücrelerinin de üretimine katkıda bulunduğu glikoprotein yapıda bir moleküldür. Doku hasarı ya da fiziksel stres sonrası kanda ilk saptanan sitokindir (132, 134).

Doku hasarı ve inflamasyonu takip eden 4-6 saat içinde salınmaya başlar ve yaklaşık 36 saat içinde maksimal plazma konsantrasyonuna erişir. Yarı ömrü 4-8 saat arasındadır. Plazma konsantrasyonu 3-8 mg/l, akut faz cevabı sırasında 1000 kat kadar artış gösterebilir (134-139).

Laktad Dehidrogenaz (LDH)

Vücudumuzun hemen hemen her hücresinde bulunan LDH, kanda belirlenen, hücre hasarı veya yıkımı durumunda hücrelerden salınarak kan dolaşımına karışan 4 polipeptid zincirinden oluşmuş sitoplazmik bir enzimdir (91,140).

LDH seviyeleri, yapılan antrenmanlar sonrası vücudun antrenmanlara olan metabolik uyum seviyelerini göstermektedir. Bundan dolayı LDH seviyesi kas hasarı değerlendirilmesinde önemli bilgiler vermektedir. Yapılan ağır ve şiddetli antrenmanlardan sonra LDH seviyesi oldukça artış göstermektedir. Antrenman sonrası ortaya çıkan kas hasarında, serum LDH seviyesi en yüksek değerine ilk 6 saatte ulaşır ve egzersizden önceki bazal seviyesine 48-72 saat sonra geri döner (141-144).

2.4. TECAR (Kapasitif ve Dirençli Enerji Transferi) Terapi

İnsanların fiziksel olarak sağlıklı bir yaşam arzulaması dolayısıyla spora katılım gün geçtikçe artış göstermektedir. Antrenman ve müsabaka esnasında sarf edilen enerjinin şiddetine göre kişilerde birçok fiziksel ve fizyolojik değişiklikler olmaktadır. Bu değişimin başında yorgunluk ve kas hasarı gibi olumsuz sonuçları da beraberinde getirir.

Son yıllarda teknolojinin gelişimi ile birlikte, sporcu yaralanmalarından sonraki süreç daha komplike ancak kısa süreli çözümlerle ilerlemektedir. Sporunun sakatlık anından itibaren sahaya dönüşe kadar geçen zaman dilimi multidisipliner bir konsantrasyon ve çaba gerektirmektedir. Günümüzde ortaya çıkan yenilikler göz önüne alındığında sahaya dönüş süresini azaltmak amacıyla tedavi sürecine elektroterapi,

hidroterapi ve termoterapi yöntemleri de dahil edilmektedir (4). TECAR terapi de 448 kHz'lik kapasitif / dirençli bir radyofrekans tetikleyerek elektrik dalgalarıyla derin doku ısıyı üreten bir termoterapi sürecidir (6, 145). Literatürde, TECAR terapinin vücudun kendini yenilemesini sağlayan, 300kHz ve 1mHz arasında yayılma göstermeyen frekanslı bir enerji olduğu da ifade edilmektedir (146).

TECAR terapi, kapasitif ve dirençli modlar ile iki farklı elektrik yükü aktarımı şeklinde gerçekleştirilebilir. Bu iki farklı enerji transferi modu, vazodilatasyon, oksijenasyon, mikrodolaşımda ve iç sıcaklıkta artışa olanak sağlar (147). Elektrik aktarımı genellikle paslanmaz çelikten yapılmış çeşitli elektrotlar aracılığıyla dağıtılır. Aktif durumdaki elektrot, dielektrik ortamda (CAP) yalıtkan seramik bir katman ile enerji iletimini sağlar. Elektrotta herhangi bir yalıtım söz konusu değilse, radyofrekans enerjisi inaktif elektrot yönünde vücuttan geçer ve daha dirençli doku katmanlarında ısı üretimini gerçekleştirir (145). TECAR terapi, elektroterapi ve dokunmatik diaterminin birleştirilerek uygulanan çeşidi olarak adlandırılabilir. Kısaca, dokuya elektromanyetik enerji uygulanır. Bu elektromanyetik enerji, radyo frekansı spektrumundan gelir. Diğer elektroterapi yöntemlerinden farklı şekilde herhangi bir kas kasılması yaşanmaz (4). Daha önce yapılan çalışmalarda, fiziksel rehabilitasyon ve kas, kemik, bağ ve tendon lezyonlarının tedavisi amacıyla TECAR terapi yöntemi kullanılmıştır (6, 148). Enerji transferi kapasitif ve dirençli tedavi (TECAR), tissutal ısıtma artışına neden olan farmakolojik olmayan bir diatermik modalitedir. Kan akışını artırma yeteneği genellikle dolaşımı iyileştirmenin, doku iyileşmesini teşvik etmenin, kas ve eklem ağrısını hafifletmenin ve bağ dokusu elastikiyetini artırmanın birincil modu olarak kabul edilir (149).

Bu nedenlerden dolayı TECAR tedavisi iyileşme süreçlerinde ve eklem kapsülünün patolojileri, artrit süreci, kas spazm ve kontritürü, nevralji ve ödem gibi belirli bozuklukları tedavi etmek için kullanılır (150, 151). Başlıca kontrendikasyonları takviye edici süreçler, damar hastalıkları, neoplazi ve gebeliktir. Ayrıca gözlere, testislere ve büyüme plakası kırırdağına doğrudan uygulanması önerilmez (152). Kapasitif dirençli diatermi tedavisi (enerji transferi kapasitif ve dirençli-TECAR gibi) iyileşme sürecini hızlandırabilecek kan dolaşımı artışına sekonder diatermik etkisi nedeniyle rehabilitasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır (153).

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, Guimaraes ve ark., TECAR terapinin uygulanmasıyla birlikte 24 saat içerisinde kas ağrısında azalma olduğunu ve

72 saatlik protokol sonrasında kas gücü ve fonksiyonunda olumlu sonuçlar belirlemişlerdir (5). Osti ve ark. ise yapmış oldukları çalışmada, TECAR terapi ile yüksek ışınlı lazer tedavisinin bel ağrısında önemli derecede azalma sağladığını tespit etmişlerdir (6). Szabo ve ark., ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası TECAR ve kinesiyoterapi programının ağrı ve dönüş süresinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır (4).

TECAR tedavisi, dokularda derin ısı oluşturarak kan dolaşımını ve doku hemoglobinin salınımını artıran yüksek frekanslı elektromanyetik akımlar 0.3-1.2MHz (154, 155) kullanır. İki farklı elektrot türü kullanarak iki "dirençli" ve "kapasitif" yöntemi vardır. Kapasitif yöntem, düşük dirençli kaslara ve sinirlere sahip yüzeysel dokulara etki etmek için kullanılırken, kemik gibi yüksek dirençli derin dokular için dirençli yöntem kullanılmaktadır (156). Kapasitif veya dirençli elektromanyetik dalgaların terapötik etkileri üzerine yapılan birkaç çalışmaya rağmen (157), çoğu çalışmada bel ağrısı (158), Aşil tendinopatisi ve patellar tendonit gibi kas-iskelet sistemi lezyonlarında ağrının azaldığı ve fonksiyonun iyileştiği bildirilmiştir. Bu modalitenin fizyolojik mekanizmaları hücresel yenilenme, metabolizma hızının artması ve endorfin salınımı ile ağrının azalmasıdır (149).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışmanın Dizaynı

Araştırma, İnönü Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alındıktan sonra (karar numarası: 2020/61, 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 toplam 10 gönüllünün olması gerektiği tespit edildi. Yapılan güç analizi sonrasında araştırmaya, Malatya ilinde bulunan atletizm sporcularından 18-25 yaş aralığında aktif olarak spor yapan ve 2020-2021 yarış dönemi içerisinde yarışmalara katılan 10 erkek katılımcı dâhil edildi. Araştırma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklendi (TDK-2020-2294). Çalışma öncesinde çalışmaya katılan her bir gönüllü katılımcı 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” imzalatılmıştır (Ek-4).

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın evrenini Malatya ilinde bulunan atletizm sporcuları oluştururken örneklen grubunu 18-25 yaş aralığında aktif olarak spor yapan ve 2020-2021 yarış dönemi içerisinde yarışmalara katılan sporcular oluşturmaktadır. Araştırmanın İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde (İÜSBF) yapılabilmesi amacıyla İÜSBF Dekanlığı'ndan gerekli izin alındı (Ek-3).

Örnekleme Dâhil Edilme Kriterleri;

- 1) Aktif sporcu olmaları,
- 2) Araştırmaya katılan sporcuların testlerin uygulanması konusunda herhangi bir sağlık problemlerinin olmaması,
- 3) Testler süresince gönüllü olmaları,
- 4) Çalışmaya düzenli katılım göstermeleri,
- 5) Çalışma öncesi yapmış oldukları antrenman sonrası yorgunluk ve uykusuzluk problemi yaşamamaları.

Araştırmadan Dışlanma Kriterleri;

- 1) Son 6 ay içinde özellikle alt ekstremitelerde kas-iskelet sistemi veya eklem yaralanmaları olması,
- 2) Düzenli bir şekilde ilaç kullanımı veya kronik bir rahatsızlık (kardiyovasküler hastalık, diyabet, diğer metabolik hastalıklar vb.) öyküsü,
- 3) Son 1 yılda düzenli bir antrenman programına katılmamış olma,
- 4) Düzenli alkol, sigara kullanım öyküsü bulunma.

Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri;

- 1) Testler süresince herhangi bir sağlık probleminin yaşanması,
- 2) Ölçümlere katılım noktasında düzensizlik,
- 3) Performansın optimum düzeyde sergilenmesi ile ilgili özensiz davranışlar gösterilmesi olarak belirlendi.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Deneysel Tasarım

Araştırmada veri toplama araçları olarak araştırmaya katılan sporcuların egzersiz sonunda algılanan zorluk derecesinin belirlenmesi amacıyla Borg Skalası uygulandı (159). Egzersize bağlı kas hasarı ve kas hasarı sonrası TECAR'ın etkisini belirlemek amacıyla kas hasarı belirteçlerinden CK, IL-6, TNF- α ve LDH kan parametreleri analizleri yapılmıştır (111, 114, 115).

3.3.1. Deneysel Tasarım

Ölçümler öncesi araştırmaya katılan katılımcılar rastgele olarak deney ve kontrol olmak üzere toplam 2 gruba ayrıldı ve katılımcıların biyometrik ölçümleri alındı. Biyometrik ölçümler sonrası ölçümler İÜSBF'si spor salonunda gerçekleştirildi. 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 ve egzersiz öncesi katılımcıların biyometrik ölçümleri alınarak katılımcılara egzersize alışabilmeleri

amacıyla 3 alıştırma fazı uygulandı. Alıştırma fazından sonra çalışmada kullanılan egzersizler antrenman bilgisine sahip lider gözetiminde yapıldı. Çalışma kapsamında yapılan egzersizler boyunca, katılımcılar gerek test lideri gerekse test yöneticileri tarafından maksimal efor sergilenmesi konusunda sözel olarak desteklendi.

3.3.2. Biyometrik Ölçümlerin Alınması

Katılımcıların boy uzunlukları hassaslık derecesi 0.01 metre (m) olan stadiometre (SECA, Almanya) ve vücut ağırlıkları hassaslık derecesi 0.1 kilogram (kg) olan elektronik baskülle ölçüldü. Boy uzunluğu katılımcılar yalınayak, topuklar bitişik, dizler düz ve gergin, vücut ve baş dik ve karşıya bakacak şekilde durur pozisyonda ölçüldü. Stadiometrenin kayan kaliperi katılımcıların başının üzerine değdiğinde durduruldu ve en yakın değer boy değeri olarak santimetre (cm) cinsinden kaydedildi. Vücut ağırlık ölçümü katılımcılar yalınayak ve üzerlerinde ağırlığı etkilemeyecek şort veya mayo bulunur şekilde yapıldı. Ölçüm sonucu elde edilen değerler kg cinsinden kaydedildi (160).

3.3.3. Egzersiz Planlaması

Çalışmaya başlamadan önce katılımcıların dinlenik durumdaki kalp atım hızları (KAH) belirlenerek, çalışmanın ana bölümünden önce 10 dk süresince ısınma ve germe egzersizleri yaptırıldı. Isınma sonrasında katılımcılarda egzersize bağlı kas hasarı oluşturabilmek amacıyla eksantrik pliometrik egzersizlerden;

- a) Split squat jump,
- b) Lateral hurdle jump,
- c) Box jump egzersizleri yaptırıldı (161).

a) *Split Squat Jump*

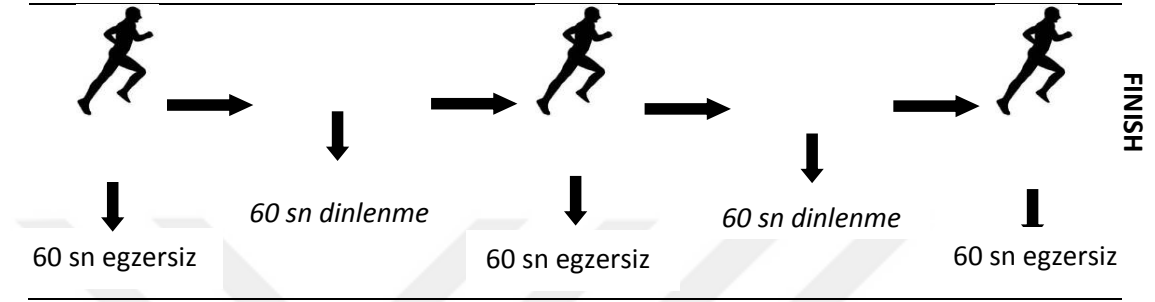
1. Bir ayak kalçaların önünde ve diğer ayak kalçaların arkasında tutularak kısmi bir hamle pozisyonuna başlanır. Bacaklar çok fazla ayrılmalı çünkü bu, yeterli bir sıçrama yüksekliği oluşturmak için kalçalar tarafından üretilebilecek kuvvet miktarını azaltmaktadır.

2. Stabilyiteyi arttırmak için kollar bacaklara zıt olarak hareket ederken çift veya tek kol sallanımı sağlanmaktadır. Uçuş aşamasında bacaklar inişe hazırlanmak için pozisyon değiştirilir.

3. İniş sırasında ayaklar, egzersizin başlangıcında belirlenen aynı aralıktaki pozisyonu alır. Ön ayak yere nispeten düz bir şekilde iner ve kuvvet Emilimi hamstringler, kuadrisepsler ve gluteal kaslar aracılığıyla gerçekleşir.

4. Alt vücut kaslarının elastik özelliklerinden yararlanmak için, kollar kuvvetli bir şekilde yukarı doğru sallanarak bir sonraki sıçrama hızlıca başlatılır (25).

Tablo 3.1. Split squat jump egzersiz ve dinlenme süresi

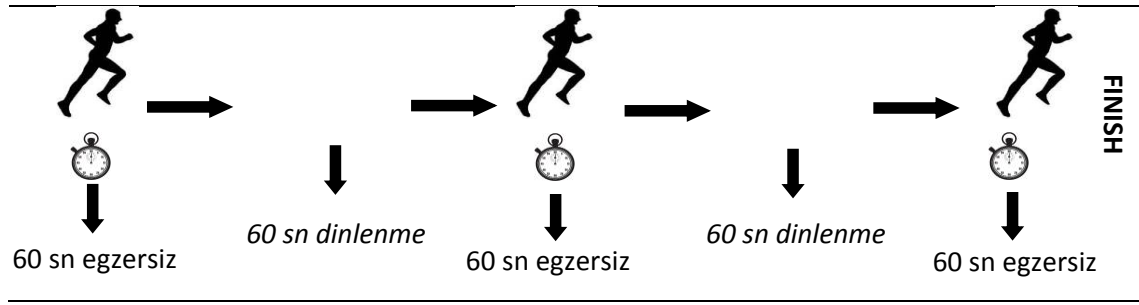


Şekil 3.1. Split Squat Jump Uygulamaları.

b) Lateral Hurdle Jump

Katılımcılar 30 cm yüksekliğindeki engel üzerinden çift ayak sağa ve sola sıçrama gerçekleştirir. Engelin sağ tarafında bulunan katılımcı başlama komutu ile dizleri karın bölgesine çekerek çift ayak engelin sol tarafına doğru çift ayak yere düşecek şekilde sıçrama yapar ve çift ayak zemine bastıktan sonra tekrar çift ayak engelin sağına doğru çift ayak zemine basarak dur komutu gelene kadar harekete aynı formda devam eder (25).

Tablo 3.2. Lateral hurdle jump egzersiz ve dinlenme süresi



Şekil 3.2. Lateral Hurdle Jump Uygulamaları.

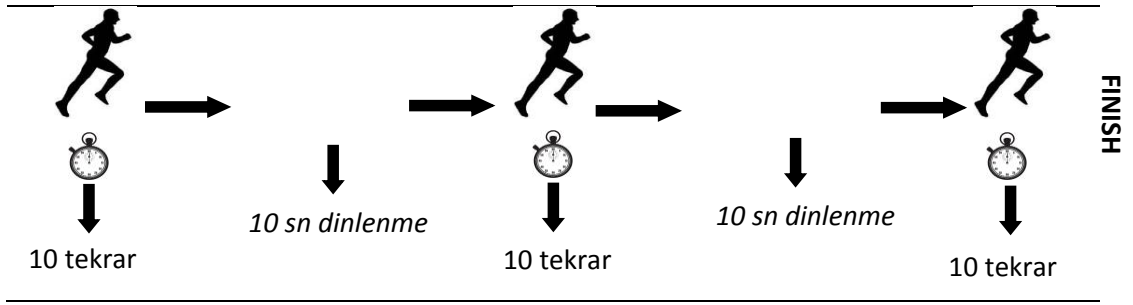
c) Box Jump

1. 60 cm yüksekliğindeki kasa önünde vücut düz bacaklar omuz genişliğinde kollar yanlardan serbest salınım pozisyonunda durulur. Sıçrama yapılacağı zaman maksimum güç için dizler bükülü kollar geride öne salınım yapacak şekilde harekete başlanır.

2. Sıçrama yaparken kollar öne doğru salınım yapar ve çift ayak kasa üzerine sıçrama yapılır.

3. Sıçrama yaptıktan sonra kasa üzerine çift ayak basılır. Kalça dizlerden bükülü squat pozisyonunda durulur ve kasa üzerinde tekrar dizler normal pozisyonunda ayakta beklenir. Sıçrama tekrar çift ayak zemine sıçrayıp başlangıç pozisyonuna gelince 1 tekrar tamamlanmış olur (25).

Tablo 3.3. Box jump egzersiz tekrar sayıları ve dinlenme süresi



Şekil 3.3. Box Jump Uygulamaları.

Algılanan Zorluk Derecesi Ölçümü (BORG Skalası): Egzersiz sonunda egzersizin algılanan zorluk derecesinin belirlenmesi amacıyla Borg Skalası uygulandı. BORG skalası pliometrik egzersizler öncesinde araştırmaya katılan katılımcılara tanıtıldı. Egzersiz zorluk derecesinin belirlenmesi ACSM’ nin kriterlerine göre yapıldı. BORG skalası her pliometrik egzersizinden sonra araştırmaya katılan katılımcılara gösterildi ve araştırmaya katılanlardan alınan zorluk derecesini skalaya bakarak tanımlaması istendi. Gönüllü tarafından belirtilen algılanan zorluk derecesi araştırmacı tarafından kaydedildi (28, 159).

Algılanan zorluk derecesi, egzersizde fizyolojik adaptasyonların bir sonucu olarak ortaya çıkan duyuları tespit etme ve cevap verme yeteneğidir. Bu duyuların bilişsel farkındalığı, egzersiz sırasında merkezi, çevresel ve metabolik değişikliklerin asimile edildiği bir biofeedback biçimi olarak kabul edilmektedir (162).

Borg Skalası 6 ile 20 skaladan oluşan kişinin egzersiz sırasındaki genel eforunu ölçmek için değerli bir göstergedir. Borg skalası katılımcının egzersiz sırasında hissettiği yorgunluğu zorluk yok (6), çok çok hafif (7-8), çok hafif (9-10), hafif (11-12), biraz zor (13-14), zor (15-16), çok zor (17-18), çok çok zor (19), tükenme (20) arasındaki bir aralıkta ifade etmesine dayanır. Özellikle egzersiz testi sırasında kişinin maksimal efora ilerleyişini izlemek için kullanılabilir (159, 163).

Tablo 3.4. Borg algılanan zorluk derecesi skalası (159).

Skor	Algılanan Zorluk Derecesi
6	Zorluk yok
7	Çok çok hafif
8	-
9	Çok hafif
10	-
11	Hafif
12	-
13	Biraz zor
14	-
15	Zor
16	-
17	Çok zor
18	-
19	Çok çok zor
20	Maksimum zor

3.4. Egzersiz sonrası TECAR Uygulaması

Araştırmaya katılan katılımcıların uyguladıkları egzersizlerden sonra araştırmaya katılan deney grubuna alanında uzman fizyoterapist tarafından TECAR uygulamalarını WINTECARE T-PLUS-İsviçre marka ile uygulama yapılmıştır. TECAR uygulaması katılımcıların birinci gün pliometrik egzersizlerden sonra kalp atım hızlarının (KAH) dinlenik düzeye gelmesinden sonra yapılmıştır. Diğer TECAR uygulamaları 24, 48 ve 72 saat sonra uygulanmıştır. TECAR uygulamasına dâhil edilen deney grubundaki katılımcılara iki bacağa 0,448 Mhz sabit frekansta, quadriceps (10 dk), hamstring (10 dk), gastrocnemius (10 dk) kaslarına toplam 30 dk 85W düzeyinde, sağ ön gruptan başlayarak sol arka grupta TECAR terapi tamamlandı. Kontrol grubu TECAR uygulamasına dâhil edilmemiştir.



1. TECAR'ın kontrol edilmesi.



2. Yalıtımlı plakanın temizlenmesi.



3. Yalıtımlı plakanın yerleştirilmesi



4. TECAR terapi cihazı kreminin yüzeye sürülmesi



5. TECAR terapinin uygulanması



6. TECAR terapinin uygulanması

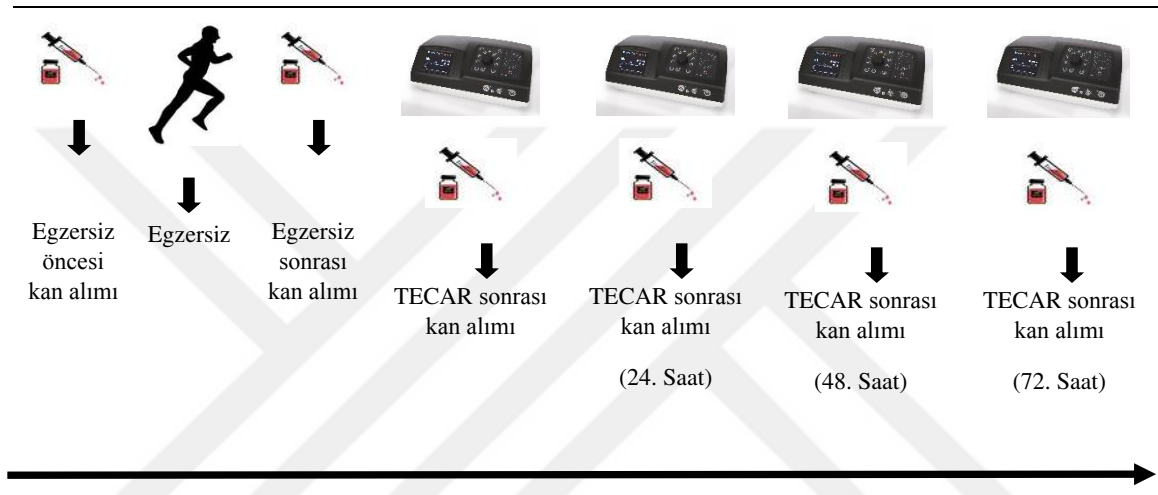
Şekil 3.4. TECAR Terapinin Uygulama Sıralaması

3.5. Kan Alımı ve Biyokimyasal Analizler

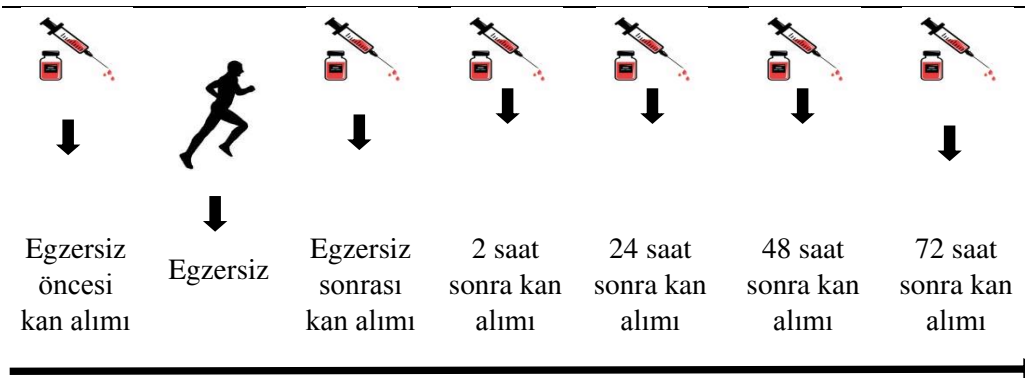
Çalışmaya katılan katılımcılardan elde edilen kan örneklerinin biyokimyasal parametrelerin analizi, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Klinik Biyokimya Laboratuvarı'nda yapıldı. Tüm kan alma işlemleri tecrübeli bir hemşire tarafından yapıldı. Kan numuneleri sabah 09.00-13.00 saatleri arasında venöz ponksiyon yöntemi ile alınarak biyokimya tüplerine konup soğuk zincir uygulaması yapılarak analiz yapılacak laboratuvara ulaştırıldı. Alınan numune kan örnekleri +4 °C'de 10 dakika süreyle 4000 devirde santrifüj edilerek kan hücreleri serumdan ayrıştırıldı. Çalışma süresince toplanan kan örnekleri -70 C'de biyokimyasal analizler yapılana kadar bekletilmiş ve kan örneklerinin tamamı alındıktan sonra biyokimyasal analizleri yapılmıştır. Elde edilen kan örneklerinden, CK, IL-6, TNF- α ve LDH kan parametreleri analizleri yapılmıştır.

Kan parametreleri ölçümünde CK, IL-6, TNF- α ve LDH parametreleri deney grubundan her bir protokol için; egzersiz öncesi (istirahat seviyesi), egzersizin hemen sonrası (egzersizin akut etkisi), TECAR bitiminin hemen sonrası, 24., 48 ve 72. saatlerde olmak üzere 6 defa, kontrol grubunda ise egzersiz öncesi (istirahat seviyesi), egzersizin hemen sonrası (egzersizin akut etkisi), egzersizden 2 saat sonra (TECAR bitiminin hemen sonrası alınan kan numuneleri ile aynı zaman), 24., 48. ve 72. saatleri olmak üzere 6 defa kan örneği alınarak analiz edildi.

Tablo 3.5. Deney Grubu Kan Alımı Akış Şeması



Tablo 3.6. Kontrol Grubu Kan Alımı Akış Şeması



IL-6: Roche HITACHI marka cobas 600 model model cihazda chamilümin esans yöntemi kullanılarak çalışıldı. (Roche Diagnostics GmbH, SandhoferStrase 116, D-68305 Mannheim www.roche.com, intra-assay CV=%9).

TNF- α : BioTek marka, SYNERGY H1 model cihazda ELİSA yöntemiyle çalışıldı.

(Bender Med Systems GmbH CompusVienna Biocenter 2 1030 Vienna, Austria)
(intra-assay CV=%8, inter-assay CV=%9).

CK: Abott marka C 16000 model cihazda spektrofotometrik yöntem ile çalışıldı.
(Abott Laboratories Diagnostics Abbott Park, IL 60064, USA) (intra-assey CV=%5,2).

LDH: Abott marka C 16000 model cihazda spektrofotometrik yöntem ile çalışıldı. (Abott Laboratories Diagnostics Abbott Park, IL 60064, USA) (intra-assey CV=%3,4).

3.5. Veri Analizleri

Araştırmaya katılan gönüllü sayısı 50'den küçük olduğu için verilerinin normallik analizleri Shapiro Wilk's testi ile sınıandı. Toparlanma protokollerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla tekrarlı ölçümlerde küresellik varsayımının karşılanıp karşılanmadığını belirlemek amacıyla Mauchly's Sphericity Testi kullanıldı ve grup içi ikiden fazla tekrarlı karşılaştırmalarda Friedmann ve Chi-square (ki-kare) Testleri kullanıldı. Gruplar arasında var olan anlamlı farkın kaynağını belirlemek için Wilcoxon Signed Rank Testinden faydalanıldı. Tüm istatistiksel analizler IBM Statistics (SPSS, sürüm 25.0, Armony, NY) paket programı ile gerçekleştirildi. Veriler ortalama±standart sapma ($\bar{x}\pm ss$) olarak ifade edildi ve anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu bölümde TECAR terapi öncesi ve sonrası yapılan analizler ile ilgili bulgulara, yorumlamalara ve açıklamalara yer verildi.

Tablo 4.1. Katılımcıların Demografik Bilgilerinin Tanımlayıcı İstatistiği

Parametreler (n=10)	$\bar{x} \pm ss$
Yaş (yıl)	21.67 $\pm$ 2.14
Boy (cm)	176.3 $\pm$ 2.77
Kilo (kg)	69.67 $\pm$ 2.83
BKİ (kg/m ²)	22.41 $\pm$ 1.27

Katılımcıların yaşları 21.67 $\pm$ 2.14 yıl, boyları 176.3 $\pm$ 2.77 cm, vücut ağırlıkları 69.67 $\pm$ 2.83 kg ve BKİ 22.41 $\pm$ 1.27 kg/m² olduğu görüldü.

Tablo 4.2. Katılımcıların Uyguladıkları Egzersizlerin BORG Skalası Ortalamaları Tanımlayıcı İstatistiği

Parametreler	$\bar{X}$	ss
Split Squat	15.67	.985
Lateral Hurdle Jump,	15.75	1.055
Box Jump	13.58	1.084

Katılımcıların egzersize bağlı kas hasarı oluşturmak amacıyla uyguladıkları egzersizlerin zorluk dereceleri incelendiğinde split squat 15.67 $\pm$.985, lateral hurdle jump 15.75 $\pm$ 1.055 ve box jump 13.58 $\pm$ 1.084 olduğu görüldü.

Tablo 4.3. Kontrol Grubu Katılımcılarının CK, LDH, IL6 ve TNF- α Ortalamaları

Değişkenler	CK (U/L)	LDH (U/L)	IL-6 (mg/mL)	TNF- α (pg/mL)
	$\bar{X} \pm ss$			
1) Egzersiz öncesi	211 $\pm$ 39	233 $\pm$ 35	1.51 $\pm$.13	2.53 $\pm$.70
2) Egzersiz sonrası	314 $\pm$ 38	379 $\pm$ 53	1.73 $\pm$.14	3.81 $\pm$ 1.23
3) 2 Saat sonrası	320 $\pm$ 37	397 $\pm$ 51	1.82 $\pm$.13	4.10 $\pm$ 1.23
4) 24 Saat	446 $\pm$ 67	636 $\pm$ 90	2.07 $\pm$.23	5.78 $\pm$ 1.26
5) 48 Saat	580 $\pm$ 94	624 $\pm$ 100	2.42 $\pm$.21	6.90 $\pm$ 1.01
6) 72 Saat	466 $\pm$ 83	681 $\pm$ 112	2.32 $\pm$.25	5.90 $\pm$ 1.09
χ^2	56.524	54.905	57.363	58.333
p	.000	.000	.000	.000
Fark	4, 5, 6>1 4, 5>2 5>3	4, 5, 6>1 4, 5, 6>2 6>3	4, 5, 6>1 5, 6>2 5>3	4, 5, 6>1 4, 5, 6>2 5>3

p<0,05

Kontrol grubu katılımcılarının egzersiz sonrası farklı zamanlarda CK, LDH, IL-6 ve TNF- α ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. CK ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi 211 $\pm$ 39, egzersiz sonrası 314 $\pm$ 38, 2 saat sonra 320 $\pm$ 37, 24 saat sonra 446 $\pm$ 67, 48 saat sonra 580 $\pm$ 94 ve 72 saat sonra 466 $\pm$ 83 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.3). Kontrol grubuna uygulanan egzersiz uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrası CK ortalamalarının egzersiz öncesi CK ortalamasından, 24 saat ve 48 saat sonrası CK ortalamalarının egzersiz sonrası CK ortalamasından, 48 saat sonrası CK ortalamalarının ise 2 saat sonrası CK ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi (χ^2 =56.524, p=.000).

LDH ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi 233 $\pm$ 35, egzersiz sonrası 379 $\pm$ 53, egzersizden 2 saat sonrası 397 $\pm$ 51, 24 saat sonrası 636 $\pm$ 90, 48 saat sonrası 624 $\pm$ 100 ve 72 saat sonrası 681 $\pm$ 112 olarak U/L görüldü (Tablo 4.3). Kontrol grubuna uygulanan egzersiz uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrası LDH ortalamaları egzersiz öncesi LDH ortalamasından, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrası LDH ortalamaları egzersiz sonrası LDH ortalamasından, 72 saat sonrası LDH

ortalaması 2 saat sonrası LDH ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=54.905$, $p=.000$) saptanmıştır.

IL-6 ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi $1.51\pm.13$, egzersiz sonrası $1.73\pm.14$, 2 saat sonrası $1.82\pm.13$, 24 saat sonrası $2.07\pm.23$, 48 saat sonrası $2.42\pm.21$ ve 72 saat sonrası $2.32\pm.25$ olarak mg/mL görüldü (Tablo 4.3). Kontrol grubuna uygulanan egzersiz uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrası IL-6 ortalamalarının egzersiz öncesi IL-6 ortalamalarından, 48 saat ve 72 saat sonrası IL-6 ortalamalarının egzersiz sonrası IL-6 ortalamalarından, 48 saat sonrası IL-6 ortalamasının ise 2 saat sonrası IL-6 ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=57.373$, $p=.000$).

TNF- α ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi $2.53\pm.70$, egzersiz sonrası $3.81\pm.1.23$, 2 saat sonrası $4.10\pm.1.23$, 24 saat sonrası $5.78\pm.1.26$, 48 saat sonrası $6.90\pm.1.01$ ve 72 saat sonrası $5.90\pm.1.09$ pg/mL olarak görüldü (Tablo 4.3). Kontrol grubuna uygulanan egzersiz uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrası TNF- α ortalamaları egzersiz öncesi TNF- α ortalamalarından, 24 saat, 48 saat ve 72 saat sonrası TNF- α ortalamaları egzersiz sonrası TNF- α ortalamalarından, 48 saat sonrası TNF- α ortalamasının ise 2 saat sonrası TNF- α ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=58.333$, $p=.000$).

Tablo 4.4. TECAR Terapi Uygulanan Katılımcıların CK, LDH, IL6 ve TNF- α Ortalamaları

Değişkenler	CK (U/L)	LDH (U/L)	IL-6 (mg/mL)	TNF- α (pg/mL)
	$\bar{X} \pm ss$			
1) Egzersiz öncesi	227 $\pm$ 34	229 $\pm$ 42	1.49 $\pm$.09	3.55 $\pm$.64
2) Egzersiz sonrası	308 $\pm$ 54	310 $\pm$ 39	1.65 $\pm$.09	5.86 $\pm$.64
3) 2 Saat sonrası	280 $\pm$ 52	268 $\pm$ 44	1.54 $\pm$.10	4.79 $\pm$.99
4) 24 Saat	253 $\pm$ 53	229 $\pm$ 42	1.45 $\pm$.08	3.63 $\pm$.90
5) 48 Saat	229 $\pm$ 50	211 $\pm$ 41	1.36 $\pm$.07	2.87 $\pm$.74
6) 72 Saat	215 $\pm$ 54	191 $\pm$ 42	1.29 $\pm$.06	2.08 $\pm$.61
χ^2	52.542	50.967	54.905	55.238
p	.000	.000	.000	.000
Fark	2, 3, 4>6 2, 3>1 2, 3>5	2, 3, 4>6 2, 3>5 2>1 2>4	1, 2, 3, 4>6 2, 3>5 2>4	1, 2,3,4>6 2, 3>5 2>4 2>1

p<0,05

Katılımcıların TECAR terapi sonrası farklı zamanlarda CK, LDH, IL-6 ve TNF- α ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. CK ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi 227 $\pm$ 34, egzersiz sonrası 308 $\pm$ 54, TECAR sonrası 280 $\pm$ 52, 24 saat sonra 253 $\pm$ 53, 48 saat sonra 229 $\pm$ 50 ve 72 saat sonra 215 $\pm$ 54 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.4). TECAR terapi uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, egzersiz, TECAR ve 24 saat sonrası CK ortalamalarının egzersiz öncesi CK ortalamasından, egzersiz ve TECAR sonrası CK ortalamalarının egzersiz öncesi CK ortalamasından, egzersiz ve TECAR sonrası CK ortalamalarının ise 48 saat sonrası CK ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=52.542$, p=.000).

LDH ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi 229 $\pm$ 42, egzersiz sonrası 310 $\pm$ 39, TECAR sonrası 268 $\pm$ 44, 24 saat sonrası 229 $\pm$ 42, 48 saat sonrası 211 $\pm$ 41 ve 72 saat sonrası 191 $\pm$ 42 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.4). TECAR terapi uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, egzersiz, TECAR ve 24 saat sonrası LDH ortalamaları 72 saat sonrası LDH

ortalamasından, egzersiz ve TECAR sonrası LDH ortalamaları 48 saat sonrası LDH ortalamasından, egzersiz sonrası LDH ortalaması egzersiz öncesi LDH ortalamasından, egzersiz sonrası LDH ortalaması ise 48 saat sonrası LDH ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=50.967$, $p=.000$).

IL-6 ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi $1.49\pm.09$, egzersiz sonrası $1.65\pm.09$, TECAR sonrası $1.54\pm.10$, 24 saat sonrası $1.45\pm.08$, 48 saat sonrası $1.36\pm.07$ ve 72 saat sonrası $1.29\pm.06$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.4). TECAR terapi uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, egzersiz öncesi, egzersiz, TECAR ve 24 saat sonrası IL-6 ortalamaları 72 saat sonrası IL-6 ortalamasından, egzersiz ve TECAR sonrası IL-6 ortalamaları 48 saat sonrası IL-6 ortalamasından, egzersiz sonrası IL-6 ortalaması ise 24 saat sonrası IL-6 ortalamasından istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=54.905$, $p=.000$).

TNF- α ortalamaları incelendiğinde egzersiz öncesi $3.55\pm.64$, egzersiz sonrası $5.86\pm.64$, TECAR sonrası $4.79\pm.99$, 24 saat sonrası $3.63\pm.90$, 48 saat sonrası $2.87\pm.74$ ve 72 saat sonrası $2.08\pm.61$ pg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.4). TECAR terapi uygulamasının hangi ölçüm zamanları arasında fark yarattığına ilişkin yapılan post-hoc analizine göre, egzersiz öncesi, egzersiz, TECAR ve 24 saat sonrası TNF- α ortalamaları 72 saat sonrası TNF- α ortalamasından, egzersiz ve TECAR sonrası TNF- α ortalamaları 48 saat sonrası TNF- α ortalamasından, egzersiz sonrası TNF- α ortalaması 24 saat sonrası TNF- α ortalamasından, egzersiz sonrası TNF- α ortalaması ise egzersiz öncesi TNF- α ortalamasından, istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlendi ($\chi^2=55.238$, $p=.000$).

Tablo 4.5. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan CK (U/L) Ortalamaları (Wilcoxon Signed Rank Testi)

Değişkenler	TECAR Grubu	Kontrol Grubu	Z	p
	$\bar{X} \pm ss$			
Egzersiz öncesi	227±44	211±39	-1.059	.289
Egzersiz sonrası	308±54	314±38	-.314	.764
TECAR sonrası	280±52	320±37	-1.649	.099
24 Saat	253±53	446±67	-3.037	.003
48 Saat	229±50	580±94	-3.061	.002
72 Saat	215±54	466±82	-3.048	.003
p<0,05				

Katılımcıların 6 farklı zamanda alınan CK ölçümlerine ilişkin TECAR ve kontrol grubu ortalamalarına bakıldığında egzersiz öncesi TECAR grubu 227 ± 44 , kontrol grubu 211 ± 39 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.5) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z = -1.059$; $p = .289$). Egzersiz sonrası TECAR grubu 308 ± 54 , kontrol grubu 214 ± 38 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.5) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z = -.314$; $p = .764$). TECAR sonrası TECAR grubu 280 ± 52 , kontrol grubu 320 ± 37 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.5) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z = -1.649$; $p = .099$). 24 saat sonrası TECAR grubu 253 ± 53 , kontrol grubu 446 ± 67 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.5). TECAR ve kontrol grubu CK ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.037$; $p = .003$). 48 saat sonrası TECAR grubu 229 ± 50 , kontrol grubu 580 ± 94 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.5). TECAR ve kontrol grubu CK ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.061$; $p = .002$). 72 saat sonrası TECAR grubu 215 ± 54 , kontrol grubu 466 ± 82 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.5). TECAR ve kontrol grubu CK ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.048$; $p = .003$).

Tablo 4.6. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan LDH (U/L) Ortalamaları (Wilcoxon Signed Rank Testi)

Değişkenler	TECAR Grubu	Kontrol Grubu	Z	p
	$\bar{X} \pm ss$			
Egzersiz öncesi	229±42	233±35	-.235	.814
Egzersiz sonrası	310±39	379±53	-2.590	.010
TECAR sonrası	268±44	392±51	-2.981	.003
24 Saat	229±42	636±90	-3.136	.009
48 Saat	211±41	624±100	-3.238	.004
72 Saat	191±42	681±112	-3.341	.002

$p < 0,05$

Katılımcıların 6 farklı zamanda alınan LDH ölçümlerine ilişkin TECAR ve kontrol grubu ortalamalarına bakıldığında egzersiz öncesi TECAR grubu 229 ± 42 , kontrol grubu 233 ± 35 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.6) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z = -235$; $p = .814$). Egzersiz sonrası TECAR grubu 310 ± 39 , kontrol grubu 379 ± 53 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.6). TECAR ve kontrol grubu LDH ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -2.590$; $p = .010$). TECAR sonrası TECAR grubu 268 ± 44 , kontrol grubu 392 ± 51 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.6). TECAR ve kontrol grubu LDH ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -2.981$; $p = .003$). 24 saat sonrası TECAR grubu 229 ± 42 , kontrol grubu 636 ± 90 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.6). TECAR ve kontrol grubu LDH ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.136$; $p = .009$). 48 saat sonrası TECAR grubu 211 ± 41 , kontrol grubu 624 ± 100 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.6). TECAR ve kontrol grubu LDH ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.238$; $p = .004$). 72 saat sonrası TECAR grubu 191 ± 42 , kontrol grubu 681 ± 112 U/L olduğu görüldü (Tablo 4.6). TECAR ve kontrol grubu LDH ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.341$; $p = .002$).

Tablo 4.7. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan IL-6 (mg/mL) Ortalamaları (Wilcoxon Signed Rank Testi)

Değişkenler	TECAR Grubu	Kontrol Grubu	Z	p
	$\bar{X} \pm ss$			
Egzersiz öncesi	1.49±.09	1.51±.13	-.510	.610
Egzersiz sonrası	1.65±.09	1.73±.14	-1.258	.209
TECAR sonrası	1.54±.10	1.82±.13	-2.825	.005
24 Saat	1.45±.08	2.07±.23	-2.918	.004
48 Saat	1.36±.07	2.42±.21	-3.021	.003
72 Saat	1.29±.06	2.32±.25	-3.064	.002
p<0,05				

Katılımcıların 6 farklı zamanda alınan IL-6 ölçümlerine ilişkin TECAR ve kontrol grubu ortalamalarına bakıldığında egzersiz öncesi TECAR grubu $1.49 \pm .09$, kontrol grubu $1.51 \pm .13$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.7) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z = -.510$; $p = .610$). Egzersiz sonrası TECAR grubu $1.65 \pm .09$, kontrol grubu $1.73 \pm .14$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.7) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z = -1.258$; $p = .209$). TECAR sonrası TECAR grubu $1.54 \pm .10$, kontrol grubu $1.82 \pm .13$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.7). TECAR ve kontrol grubu IL-6 ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -2.825$; $p = .005$). 24 saat sonrası TECAR grubu $1.45 \pm .08$, kontrol grubu $2.07 \pm .23$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.7). TECAR ve kontrol grubu IL-6 ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -2.918$; $p = .004$). 48 saat sonrası TECAR grubu $1.36 \pm .07$, kontrol grubu $2.42 \pm .21$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.7). TECAR ve kontrol grubu IL-6 ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.021$; $p = .003$). 72 saat sonrası TECAR grubu $1.29 \pm .06$, kontrol grubu $2.32 \pm .25$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.7). TECAR ve kontrol grubu IL-6 ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z = -3.064$; $p = .002$).

Tablo 4.8. TECAR ve Kontrol Grubu Katılımcılarının 6 Farklı Zamanda Alınan TNF- α (pg/mL) Ortalamaları (Wilcoxon Signed Rank Testi)

Değişkenler	TECAR Grubu	Kontrol Grubu	Z	p
	$\bar{X} \pm ss$			
Egzersiz öncesi	$3.55 \pm .64$	$2.53 \pm .70$	-2.510	.012
Egzersiz sonrası	$5.86 \pm .99$	3.81 ± 1.2	-2.903	.004
TECAR sonrası	$4.79 \pm .99$	4.10 ± 1.2	-1.490	.136
24 Saat	$3.63 \pm .90$	5.78 ± 1.2	-2.903	.004
48 Saat	$2.87 \pm .74$	6.90 ± 1.0	-3.051	.002
72 Saat	$2.08 \pm .61$	5.90 ± 1.0	-2.984	.003

$p < 0,05$

Katılımcıların 6 farklı zamanda alınan TNF- α ölçümlerine ilişkin TECAR ve kontrol grubu ortalamalarına bakıldığında egzersiz öncesi TECAR grubu $3.55 \pm .64$, kontrol grubu $2.53 \pm .70$ mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.8). TECAR ve kontrol grubu TNF- α ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z=-2.510$; $p=.012$). Egzersiz sonrası TECAR grubu $5.86 \pm .99$, kontrol grubu 3.81 ± 1.2 mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.8). TECAR ve kontrol grubu TNF- α ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z=-2.903$; $p=.004$). TECAR sonrası TECAR grubu $4.79 \pm .99$, kontrol grubu 4.10 ± 1.2 mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.8) ve elde edilen sonuçlar matematiksel olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği görüldü ($Z=-1.490$; $p=.136$). 24 saat sonrası TECAR grubu $3.63 \pm .90$, kontrol grubu 5.78 ± 1.2 mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.8). TECAR ve kontrol grubu TNF- α ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z=-2.903$; $p=.004$). 48 saat sonrası TECAR grubu $2.87 \pm .74$, kontrol grubu 6.90 ± 1.0 mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.8). TECAR ve kontrol grubu TNF- α ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z=-3.051$; $p=.002$). 72 saat sonrası TECAR grubu $2.08 \pm .61$, kontrol grubu 5.90 ± 1.0 mg/mL olduğu görüldü (Tablo 4.8). TECAR ve kontrol grubu TNF- α ortalamaları arasındaki farklılığa bakıldığında TECAR ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görüldü ($Z=-2.984$; $p=.003$).

5. TARTIŞMA

Antrenman uygulamalarının, organizmada meydana getirdiği yorgunluk ve yorgunluk sonrası toparlanma süreçleri farklılık göstermektedir. Bu araştırmada, TECAR terapi yöntemi ile toparlanma parametrelerinin test skorları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlandı. Elde edilen bulgulara göre kontrol grubu ile TECAR gurubunun egzersiz sonrası farklı zamanlarda CK, LDH, IL-6 ve TNF- α ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. İlgili literatür incelendiğinde TECAR terapinin etkinliği ile alakalı çalışmamız ile kıyaslayabileceğimiz çalışmalar sınırlı olmasına rağmen yapılan çalışmalara bakıldığında; Clijsen ve ark., TECAR terapinin cilt ve kas mikrosirkülasyonunun sıcaklığını ve perfüzyonunu etkileme durumunu ele almışlardır. Çalışmanın sonucuna göre; TECAR terapi cilt mikrosirkülasyonunun perfüzyonu ve kas içi kan akışında anlamlı farklılıklara neden olmaktadır (164). Kim ve ark., gastrocnemius kasında gerginlik olan bireylere yaptıkları ve TECAR terapinin etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucunda, TECAR terapinin gastrocnemius kasında gerginlik olan bireylerde kasın mimari özelliklerini ve fonksiyonel faktörlerini iyileştirmede kısa sürede etki gösterdiğini tespit etmişlerdir (165). Raffaeta ve ark., spor ile ilgisi olmayan patolojik durumlarda dahi TECAR terapinin “ağrı ve kas kontraktürü ile karakterize edilen servikal ağrı sendomu”na önemli etkileri olduğunu vurgulamışlardır (166). Ribeiro ve ark., kas-iskelet sistemindeki rahatsızlıklara yönelik uygulanan TECAR terapinin rehabilitasyon sürecinde olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir (167). Ayrıca TECAR terapinin erken tedavi sürecinde hastalığın ilerlemesini önemli ölçüde azalttığını açıklamışlardır. Szabo ve ark., ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası TECAR ve kinesiyoterapi programının ağrı ve dönüş süresinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır (4). Tsubasa ve ark., TECAR terapinin aşıl tendonu üzerindeki etkilerini analiz etmiş ve terapiyi takiben peritendinöz bölgede dolaşımın olumlu şekilde arttığını dolayısıyla doku iyileşmesinin hızlandığını açıklamışlardır (168). Osti ve ark., bacak ve bel ağrısı olan hastalarda lazer ve TECAR terapi uygulamalarının ağrıyı önemli oranda azaltabileceğini, dolayısıyla yaşam kalitesinin artacağını belirlemişlerdir (6). Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamız ile benzer sonuçlara ulaşıldığı, TECAR terapinin egzersiz sonrası oluşan yorgunluğun ve kas hasarının giderilmesi amacıyla kullanılmasının faydalı olacağı ifade edilebilir.

Araştırmaya katılan sporcuların altı farklı zamanda alınan CK ölçümlerine ilişkin değerlerine göre 24, 48 ve 72 saat sonrası TECAR ve kontrol grubu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenirken sadece egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası ölçümde anlamlı fark olmadığı tespit edildi. Altı farklı zamanda alınan LDH ölçümlerine ilişkin değerlere göre TECAR ve kontrol grubu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlemlendi. Ayrıca altı farklı zamanda alınan IL-6 ölçümlerine ilişkin değerlere göre TECAR ve kontrol grubu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu, TNF- α ölçümlerinde ise TECAR ve kontrol grubu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlendi ve TECAR terapi uygulamasının egzersiz sonrası, 24, 48 ve 72 saat aralıklarla tekrar edilmesi ile CK, LDH, IL-6 ve TNF- α ortalamalarının kontrol grubu ortalamalarının çok altında tutulmasını sağladı. TECAR terapinin farklı zamanlarda uygulandığı çalışmalara bakıldığında; Guimaraes ve ark., TECAR terapinin uygulanmasıyla birlikte 24 saat içerisinde kas ağrısında azalma olduğunu ve 72 saatlik protokol sonrasında kas gücü ve fonksiyonunda olumlu sonuçların olduğunu belirlemişlerdir (5). Notarnicola ve ark., bel ağrısı yaşayan hastalara yapılan 10 seanslık TECAR terapi ile birlikte tedavi sonunda önemli ölçüde iyileşmenin görüldüğünü açıklamışlardır. Bununla birlikte, 1. ve 2. ay takibinde elde edilen verilere göre TECAR terapi istatistiksel olarak lazer tedavisinden daha önemli sonuçlar ortaya çıkarmıştır (149). Lenfödemin nedenini anlamak için BT ve MRG gibi ileri radyolojik incelemeler düşünülebilir. Özellikle alt ekstremitedeki lenf ödemde arteriyel ve venöz sistemin değerlendirilmesi için Doppler USG tercih edilebilir. Cau ve ark., bilateral alt ekstremitte lenfödemie sahip 48 ciddi durumdaki hastayla yaptıkları çalışmada, 6 seanslık TECAR terapi sonrası tüm uzuv ve uyluktaki lenf ödeminde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir (169). Neonila-Gabriela ve ark., spor travmatolojisinde TECAR terapinin etkisini incelemek için iki hentbolcuya TECAR terapi ve fizik tedavi programı uygulamışlardır. Sporcuların rehabilitasyon sürecinde TECAR terapinin önemli olduğunu ancak fizik tedavi programlarıyla birlikte uygulandığı takdirde daha iyi sonuçların ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte, bel omurgası seviyesinde kas ve kemik ağrısı; servikal ağrı-hatalı duruşlar, tortikollis; interkostal gerilim; uzuvlarda ameliyat sonrası sorunların neden olduğu eksiklikler ile plantar seviyede ve üst ekstremitede burkulma ve gerilmeler açısından TECAR terapinin faydaları açıklanmıştır. Ayrıca, sakatlığın derecesine göre TECAR terapi seansı 5 ve 10 arasında değişebilmektedir (170). Yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamız ile benzer sonuçlara ulaşıldığı, TECAR terapinin belirli bir protokol dahilinde ve farklı zaman aralıklarında uygulanmasının faydalı olacağı ifade edilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sporcuların uyguladıkları egzersizler sonucu mikro düzeyde kas hasarı meydana geldiği bilinmektedir. Özellikle eksantrik pliometrik egzersizler sonucu kas hasarı belirteçleri artmaktadır. Yapılan araştırmada, uygulanan pliometrik egzersiz sonrası TECAR terapi uygulanan sporcuların 72 saat sonra yapılan kas hasarı belirteçleri olan CK, LDH, IL-6 ve TNF- α değerlerinin egzersiz öncesi seviyesine doğru yönelim olduğu belirlenmiştir.

Öneriler

Araştırma süresince ilgili literatür incelendiğinde, sporcuların toparlanma sürelerini azaltmak amacıyla birçok araştırmanın yapıldığı belirlenmiştir. Bu araştırmalar arasında TECAR terapi uygulamalarına rastlanmamıştır. Araştırmamızda uygulanan TECAR terapi toparlanmaya etkili olduğu tespit edilmiş olup, bu sonuç araştırmamıza katılan orta mesafe atletizm sporcuları ile sınırlıdır. Buna göre yapılacak başka araştırmalara destek olmak amacıyla önerilerimiz;

- Yapılan egzersizlere göre sporcularda oluşan yorgunluk derecesi spor branşlarına göre farklılık göstermektedir. Bu bağlamda TECAR terapi toparlanma üzerine etkisini belirlemek amacıyla farklı branş sporcuları ile yapılacak karşılaştırmalı araştırmalar yapılmalıdır.
- Araştırmamıza katılan sporcuların araştırma sonrası araştırmaya ne kadar bağlı kaldıkları tam olarak tespit edilememiştir. Ancak yapılacak benzer araştırmalarda araştırmaya katılan sporcuların kontrolü sağlanabilecek (kamp, yiyecek vb.) ortamlarda yapılması ile araştırma sonucunun daha objektif olabileceği düşünülmektedir.
- Yapılacak benzer araştırmalarda araştırmaya katılan farklı branşları yapan bayan sporculara uygulanması ile araştırma sonucunun daha objektif olabileceği düşünülmektedir.
- Spor branşlarında yapılan her antrenman seansı sonrası 1 günden fazla dinlenme aralığı verilmediği bilinmektedir. Sporcuların toparlanma süreleri ile alakalı yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle egzersiz sonrası tek toparlanma protokolü uygulandığı ve takip eden günlerde egzersiz

yaptırılmadığı belirlenmiştir. Yapılacak başka çalışmalarda antrenman veya müsabaka döneminde olduğu gibi her egzersiz sonrası toparlanma protokolü uygulandığı takdirde daha gerçekçi sonuçların elde edileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

1. Ertürk Ö. Yorgunluk(fatigue) ve multiple skleroz. *Yaşamsal* 2004, 1(2): 11-2.
2. McKenna MJ. Mechanisms of muscle fatigue. In: Hargreaves M, Hawley J (eds). *Physiological Bases of Sports Performance*, Sydney 2003: 79-107.
3. Schwane J, Watrous B, Johnson S, Armstrong R. Is lactic acid related to delayed onset muscle soreness. *Phys Sportsmed* 1983,11(3): 124-31.
4. Szabo DA, Neagu N, Popoviciu HV, Szasz S, Şopterean TA, Munteanu RM. The benefits of the TECAR therapy in flexion recovery after revision of the anterior cruciate ligament (ACL). *Timişoara Physical Educ Rehabil J* 2020, 13(25): 27-35.
5. Guimares B, Bareto J, Martins AU, Silva J, Matos J, Cardoso R, Melo F, Branco CA. The role of TECAR therapy in the delayed onset muscle soreness and functional recovery. *Ann Phys Rehabil Med* 2018, 61:75-6.
6. Osti R, Pari C, Salvatori G, Massari L. Tri-length laser therapy associated to TECAR therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series. *Lasers Med Sci.* 2015, 30(1): 407-12.
7. Çetin N, Flock T. *Sporda Performans Kontrolü*. Ankara, Setma Baskı, 1996: 10.
8. Tipton CM. Historical perspective origin to recognition. In: Tipton CM, Michael N, Charlotte A, Ronal I (eds). *ACSM's advanced exercise physiology*. First ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2006: 11-39.
9. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*, first ed. Philadelphia Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2010: 28-32.
10. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*. 11th ed. USA: Elsevier Saunder, 2006.
11. Akgün, N. *Egzersiz Fizyolojisi*. Exercise Physiology, Morehouse E. Miller T. 6. Baskı, Bornova Ege Üniversitesi Matbaası, 1973.
12. Jafari M, Pouryamehr E, Fathi M. The effect of eight weeks high intensity interval training (HIIT) on E-selection and p-selection in young obese females. *Int J Sport Stud Hlth* 2018, 1(1): e64336.

13. Nabilpour M, Mayhew J. Effect of peripheral heart action on body composition and blood pressure in women with high blood pressure. *Int J Sport Stud Hlth* 2018, 1(2): e81874.
14. Reza SM, Assessing SM. Demographic conditions of freshman “15” male medical students. *Int J Sport Stud Hlth* 2018, 1(1): e67421.
15. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of Exercise Physiology*, 2th ed. Lippincott Williams and Wilkins, 2000: 170-205.
16. Foss ML, Keteyian SJ. *Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport*, 6th ed. WCB/McGraw-Hill, 1998.
17. Ruikar D. Effect Of Aerobic Exercises On Endurance Of School Boys. People. *Aayushi Inter Interdiscip Res J* 2020, 3(2): 125-7.
18. Nagle FJ. Physiological Assessment of Maximal Performance. In: Wilmore JH. Edt. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, New York, Academic Press, 1973: 313-39.
19. Scott C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *J Int Soc Sports Nutr* 2005, 2: 32-7.
20. Baker J, Rambsbottom R, Hazeldine R. Maksimal shuttle running over 40m As a measure of anaerobic performance. *Br Sports Med* 1993, 27(4): 228.
21. Maline RM. Physycal activity and training effects on stature and the adolescent frowth spurt. *Med Sci Sports Exercise* 1994, 26 (6): 759-66.
22. Fox EL, Robinson S, Wiegman DL. Sürekli ve aralıklı çalışma sırasında metabolik enerji kaynakları. *J Appl Physiol* 1969, 27(2): 174-8.
23. Naik KE. Influence of aerobic exercises on cognitive abilities among children. *Inter J Health, Physc Educ Computer Sci Sports* 2020, 38(2): 75-7.
24. Fukutani A, Kurihara T, Isaka T. Factors of force potentiation induced by stretch-shortening cycle in plantarflexors. *PLoS ONE* 2015, 10(6): e0120579.
25. Hansen D, Kennelly S. *Plyometric Anatomy*. Human Kintics, 2017: 1-4.
26. Komi PV. Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics* 2000 33(10): 1197-206.

27. De Villarreal ES, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *J Sci Med Sport* 2010, 13: 513-22.
28. Bayraktar I, Çilli M. *Pliometrik Antrenmanlar*. 1. Baskı. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2017: 27-8.
29. Holcomb WR, Kleiner DM, Chu DA. Plyometrics: Considerations for safe and effective training. *NSCA J Streng Cond* 1998, 20(3): 36-41.
30. Verkhoshansky Y. Depth jumping in the training of jumpers. *Track Technique* 1973, 41: 1618-9.
31. Chu DA. Jumping into plyometrics. *NSCA J* 1984, 6(6): 51.
32. Spurrs RW, Murphy AJ, Watsford ML. The effect of plyometric training on distance running performance. *Euro J Applied Phys* 2003, 89(1): 1-7.
33. Saunders PU, Telford RD, Pyne DB. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *J Streng Cond Research* 2006, 20(4): 947-54.
34. Simenz CJ, Dugan CA, Ebben WP. Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *J Streng Cond Research* 2005, 19: 495-504.
35. Ebben WP, Carroll RM, Simenz CJ. Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches. *J Streng Cond Research* 2004, 18: 889-97.
36. Ebben WP, Hintz MJ, Simenz CJ. Strength and conditioning practices of Major League Baseball strength and conditioning coaches. *J Streng Cond Research* 2005, 19: 538-46.
37. Chu DA, Myer GD. *Plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2013.
38. Comyns TM, Harrison AJ, Hennessy LK. An investigation into the recovery process of a maximum stretch-shortening cycle fatigue protocol on drop and rebound jumps. *J Streng Cond Research* 2011, 25(8): 2177-84.
39. Enoka R. Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of Biomechanics* 1997, 30(5): 447-55.

40. Spudich JA. The myosin swinging cross-bridge model. *Nav Rev Mol Cell Biol* 2001, 2(5): 387-92.
41. Rassier DE, Herzog W, Wakeling J, Syme DA. Stretch-induced steady state force enhancement in single skeletal muscle fibers exceeds the isometric force at optimum fiber lengths. *Journal of Biomechanics* 2003, 36: 1309-16.
42. Herzog W, Leonard TR. The history dependence of force production in mammalian skeletal muscle following stretch-shortening and shortening-stretch cycles. *Journal of Biomechanics* 2000, 33: 531-42.
43. Brown ME, Mayhew JL, Boleach LW. The effect of plyometric training on the vertical jump of high school boys' basketball player. *J Sports Med Phys Fitness* 1986, 26(1): 1-4.
44. Rajan SR, Pushparajan A. Effects of plyometric training on the development the vertical jump in volleyball players. *J Physical Educ Sport/Citius Altius Fortius* 2010, 28(3): 65-9.
45. Muratlı S, Kalyoncu O, Şahin G. *Antrenman ve Müsabaka*, 3. Baskı, İstanbul, Atölye Ofset Yayınevi, 2011: 173-9.
46. Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J Appl Physiol* 1996, 81(6): 2339-46.
47. 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.
48. Stemm J, Jacobson B. Comparison of land-and aquatic-based plyometric training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2007, 21(2): 568-71.
49. Blattner S, Noble L. Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Res Q* 1979, 50(4):583-8.
50. Brzycki M. *Kuvvet Antrenmanına Pratik Bir Yaklaşım*. Çağdaş Kitaplar, 1995.
51. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine* 2001, 31(1): 1-11.
52. Gümüşdağ H, Egesoy H, Cerit E. Sporda toparlanma stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2015, 8(1), 53-70.

53. Causil VLA, Herrera BYM, Pardo PE. Diversidad genética de palomas domésticas (*Columba livia*) en Ciénaga de Oro (Colombia), utilizando genes del plumaje. *Revista de Med Veterin* 2017, (35): 93-101.
54. Terrados N, Calleja GJ, Jukic I, Ostojic S. “Physiological and medical strategies strategies in post-competition recovery: practical implications based on scientific evidence”. *Serbian J Sports Sci* 2009, 3(1): 29-37.
55. Bompa TO. *Periodization: Theory and Methodology Of Training*. Champaign, III: Human Kinetics, 2009.
56. Kenttä G. Hassmén P. Overtraining and recovery a conceptual model. *Sports Medicine* 1998, 26(1): 1-16.
57. Reilly T, Ekblom B. The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci* 2005 23(6): 619-27.
58. Burke LM, Loucks AB, Broad N. Energy and carbohydrate for training and recovery. *J Sports Sci* 2006, 24(7): 675-85.
59. Alemdaroğlu U, Koz M. Egzersiz sonrası toparlanma; Toparlanma çeşitleri ve yöntemleri. *Turkiye Klinikleri Spor Bilimleri* 2011, 3(1): 38-46.
60. Hirvonen J, Rehunen S, Rusko H, Harkönen M. Breakdown of highenergy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1987, 56(3): 253-9.
61. Hargreaves M. Richter EA. Regulation of skeletal muscle glycogenolysis during exercise. Canadian journal of sport sciences. *J Canadien Des Sci Du Sport* 1988, 13(4): 197–203.
62. Bessman S. The creatine-creatine phosphate energy shuttle. *Annual Review Of Biochemistry* 1985, 54(1): 831-62.
63. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Coutts AJ. Recovery and performance in sport: Consensus statement. *Inter J of Sports Physiology and Perform* 2018, 13(2): 240-5.
64. Hultman E, Bergström J, Anderson NM. Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular work in man. *Scand J Clin Lab Invest* 1967, 19(1): 56-66.

65. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: A brief review. *J Strength Cond Res* 2008, 22(3): 1015-24.
66. Merlau S. Recovery time optimization to facilitate motor learning during sprint intervals. *NSCA* 2005, 27(2): 68-74.
67. Jeffreys I. A multidimensional approach to enhancing recovery. *Strenth Cond J* 2005,27(5): 46-7.
68. Magal M, Dumke Cl, Urbıztondo ZG, Cavill MJ, Triplett NT, Quindry JC, McBride JM, Epstein Y. Relationship between serum creatine kinase activity following exerciseinduced muscle damage and muscle fibre composition. *J Sports Sci* 2010, 28(3): 257-66.
69. Diker G. Futbol Oyuncularıyla Yapılan İki Farklı Süratte Devamlılık Antrenmanının Aerobik/Anaerobik Performansa ve Egzersiz Sonrası Toparlanma Süresine Etkisinin İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri Anabilim Dalı. Doktora tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2018.
70. Tessitore A, Meeusen R, Cortis C, Capranica L. Effects of different recovery interventions on anaerobic performances following preseason soccer training. *J. Stretigfh Cond Res* 2007, 21(3): 745-50.
71. Marqués JD, Calleja GJ, Arratibel I, Delextrat A, Terrados N. Fatigue and recovery in soccer: evidence and challenges. *Open Sport Sci J* 2017, 10(1): 52.
72. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer. *Sports Medicine* 2013, 43(1): 9-22.
73. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. *Sports Medicine* 2006, 36(9): 781-96.
74. Murray A, Fullagar H, Turner AP, Sproule J. Recovery practices in division 1 collegiate athletes in North America. *Physical Therapy in Sport* 2018, 32: 67-73.
75. Børsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Medicine* 2003, 33(14): 1037-60.
76. Ergen E. *Spor Hekimliği*. Ankara, Türk Tabipler birliği, 1992: 60-4.

77. Özdemir Ö. Sıçanlarda Tüketici Egzersizden Sonra Uygulana Melatoninin Kas Glikojen Düzeyine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Antalya: Akdeniz Üniversitesi, 2006.
78. Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*, 2th ed. Human Kinetics, USA, 1999:117-8.
79. Demirhan B. Güreşçilerde Buz Masajının Toparlanmaya İlişkin Bazı Biyokimyasal Parametrelere Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2013.
80. Maclaren DPM, Gibson H, Parry – Billings M, Edwards RHT. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. *ESSR* 1989, 17:29-65.
81. Bompa TO, Haff GG. *Dönemleme Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. Ankara, Spor Yayınevi ve Kitapevi. 2015; 36-83.
82. Yüksel İ. *Masaj Teknikleri*. Ankara, Alp Yayınevi, 2007.
83. Karatosun H. *Antrenmanın Fizyolojik Temelleri*. Üçüncü baskı. Isparta, Altıntuğ Matbaası, 2010.
84. Zainuddin Z, Newton M, Sacc P, Nosaka K. Effect of massage on Dalayed-Onset Muscle Soreness, Swelling and Recovery of Muscle Function. *J. Athlet Training* 2005, 40(3): 174-80.
85. Sarı R, Demirkan E, Kaya M. Analyzing the effect of different recovery implementations upon blood lactic acid level and hearth rate on swimmers. *J Contemp Med* 2016, 6(4): 327-33.
86. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Ankara, Gazi Kitapevi, 2013.
87. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Ankara, Gazi Kitapevi. 2006: 45-270.
88. Kirkendal DT. Mechanism of peripheral fatigue. *Med. Sei. Sport and Exer.* 1990, 22(4): 444-9.
89. Kaya M, Şenel Ö. Maksimal egzersiz sonrası uygulanan lokal spor masajının kan laktat düzeyi, kan basıncı ve kalp atım sayısı üzerindeki etkileri. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 1999, 2:17-22.

90. Tiidus PM. *Skeletal Muscle Damage and Repair*: Champaign, IL. Human Kinetics, 2008.
91. Tiidus PM. Skeletal Muscle Damage and Repair: Classic Paradigms and Recent Developments. *J Musculoskeletal Pain* 2010, 18(4): 396-402.
92. Hyldahl RD, Hubal MJ. Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Muscle Nerve* 2014, 49:155-70.
93. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, Peake JM. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev* 2012; 18: 42-97.
94. Hancıoğlu S, Kapalı ve Açık Kinetik Zincir Kuvvet Egzersizlerinin Hormonal Cevap ve Kas Hasarı Üzerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Malatya: İnönü Üniversitesi, 2020.
95. Schoenfeld BJ. Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Research* 2012, 26(5): 1441-53.
96. Dokumacı B, Atabek HÇ. Gecikmiş Kas Ağrısı ve Oluşum Mekanizmaları: Oksidatif Stres ile İlişkisi. *Türkiye Klinikleri J Sport Sci* 2016, 8(1): 22- 34.
97. Brown S, Day S, Donnelly A. Indirect Evidence of Human Skeletal Muscle Damage and Collagen Breakdown After Eccentric Muscle Action. *J Sport Science* 1999, 17(5): 397-402.
98. Friden J, Sjöström M, Ekblom B, Myofibrillar Damage Following Intense Eccentric Exercise in Man. *Int. Sports Med.* 1983, (4): 170-6.
99. Friden A. Morphological Study of delayed muscle soreness. *Experientia* 1981, 37(5): 506-7.
100. Smith LL, Miles MP. Exercise Induce Muscle Injury And Inflammation. *Exerc Sport Sci* 2000, 163-73.
101. Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA, “High-Volume, Heavy-Resistance Strength Training And Muscle Damage In Young And Older Women”. *J Appl. Physiol.* 2000, 88 (3): 1112-8.
102. Lovering RM, McMillan AB, Gullapali RP. Location of myofiber damage in skeletal muscle after lengthening contractions. *Muscle Nerve* 2009, 40: 589-94.

103. Hyldahl RD, Hubal MJ. Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Muscle Nerve* 2014, 49(2): 155-70.
104. Hunter KD, Faulkner JA. Pliometric contraction-induced injury of mouse skeletal muscle: effect of initial length. *J Appl Physiol* 1997, 82(1): 278-83.
105. Dolezal BA, Potteiger JA, Jacobsen DJ, Benedict SH. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc* 2000, 32(7): 1202-7.
106. Kendall B, Eston R. Exercise-induced muscle damage and the potential protective role of estrogen. *Sports Med* 2002, 32(2): 103-23.
107. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise- induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002, 81: 52-69.
108. Yanagisawa O, Sakuma J, Kawakami Y, Suzuki K, Fukubayashi T. Effects of exercise-induced muscle damage on muscle hardness evaluated by ultrasound real-time tissue elastography. *SpringerPlus* 2015, (4): 308.
109. Clakson PM, Sayers SP. Etiology of exercise-induced muscle damage. *Can J Appl Physiol* 1999, 24(3): 234-48.
110. Hunter AM, Galloway S, Smith JI, Tallent, J, Ditroilo M, Fairweather MM, Howatson G. Assessment of eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors by tensiomyography. *J Electromyography and Kinesiology* 2012, 22(3): 334-41.
111. Foley JM, Jayaraman RC, Prior BM, Pivarnik JM, Meyer RA. MR measurements of muscle damage and adaptation after eccentric exercise. *J Appl Physiol* 1999, 87(6): 2311-8.
112. Sorichter S, Mair J, Koller A, Pelsers MM, Puschendorf B, Glatz JF. Early assesment of exercise induced skeletal muscle injury using plasma fatty acid binding protein. *Br J Sports Med* 1998, 32(2): 121-4.
113. Dinesh K, William P, Brett D. Validity of serum creatine kinase as a measure of muscle injury produced by lumbar surgery. *Clinical Spine Surgery* 2008, 21(1): 49-54.

114. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab* 2012, 20(12): 1-13.
115. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwel VW. *Harper'in Biyokimyası*, 24.Baskı. İstanbul, Barış Kitabevi, 1998: 24-68.
116. Goebel MU, Mills PJ, Irwin MR, Ziegler MG. Interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha production after acute psychological stress, exercise, and infused isoproterenol: differential effects and pathways. *Psychosom Med* 2000, 62 (4): 591-8.
117. Özgönen T, Üstüdal M. *Hekimlikte Biyokimya: Hangi Test İstenmeli?* Ankara, Barış Kitabevi, 1997: 191.
118. Günay M, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi*, 1. Baskı. Ankara, Gazi Kitabevi, 2001: 75-87.
119. Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M, Basu S, Vessby B, Kallner A, Sjöberg LB, Pedersen BK. Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. *J Physiol* 2004, 558: 633-45.
120. Schlattner U, Tokarska-Schlattner M, Wallimann T. Mitochondrial creatine kinase in human health and disease. *Biochim et Biophys Acta (BBA)-Mol Basis of Dis* 2006, 1762(2): 164-80.
121. Hornemann T, Rutishauser D, Wallimann T. Why is creatine kinase is a dimer? Evidence for cooperativity between two subunits, *Biochimica et Biophysica Acta* 2000, 14: 365-73.
122. Bhagavan NV. *Medical Biochemistry, Chapter 21.3, Energy supply in muscle*, 4th ed. Canada, Acad. Pub, 2002: 122.
123. Tsung SH. Several conditions causing elevation of serum CK-MB and CK-BB. *Am J Clin Pathol* 1981, (75): 711-5.
124. Ebbeling CB, Clarkson PM. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Med* 1989, (7): 207-34.

125. Kayhan RF. Farklı Kuvvet Antrenmanlarının Kreatin Kinaz Enzim Aktivitesi ve Kan Parametrelerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, 2014.
126. Gabay C, Kushner I. Akut faz proteinleri ve inflamasyona diğer sistemik tepkiler. *N Engl J Med*. 1999, (340): 448-54.
127. Gitlin JD, Colten HR. Akut faz plazma proteinlerinin moleküler biyolojisi. Lenfokinler. *Academic Press* 1987, 123-53.
128. Wigmore SJ, Fearon KCH, Maingay JP, Lai PBS, Ross JA. Interleukin-8, izole edilmiş insan hepatositleri tarafından akut faz protein üretimine aracılık edebilir. *Ben J Physiol* 1997, (273): 720-6.
129. Gauldie J, Richards C, Harnish D, Lansdorp P, Baumann H. Interferon β 2 / B-hücre uyarıcı faktör tip 2, monosit türevli hepatosit uyarıcı faktör ile özdeşliği paylaşır ve karaciğer hücrelerindeki majör akut faz protein yanıtını düzenler. *Proc Natl Acad Sci ABD* 1987, (84): 7251-5.
130. Nielsen S, Pedersen BK. Skeletal muscle as an immunogenic organ. *Curr Opin Pharmacol* 2008, (8): 342-51.
131. Cannon JG, Kluger MJ. Endogenous pyrogen activity in human plasma after exercise. *Science* 1983, (220): 617-9.
132. Tracey MD, Kevin J, Cerami, Ph. DA. Tumor necrosis factor: A pleiotropic cytokine and therapeutic target. *Ann Rev Med* 1994, 45(1): 491-503.
133. Vilcek J. First demonstration of the role of TNF in the pathogenesis of disease. *J Immunol* 2008, 181(1): 5-6.
134. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender Differences In Muscle Inflammation After Eccentric Exercise. *J Appl Physiol* 2000, 89: 2325-32.
135. Cecilian F, Giordano A, Spagnolo V. The Systemic Reaction During Inflammation: The Acute Phase Proteins. *Protein Pept Lett* 2002, 9(3): 211-23.
136. Black S, Kushner I, Samols D. C-Reactive Protein. *J Biol Chem* 2004, 279(47): 48487-90.

137. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005, 45(10): 1563-9.
138. Nieman DC, Berk M, Simpson WK. Effects of long-endurance running on immune system parameters and lymphocyte function in experienced marathoners. *Int J Sports Med* 1989, 10: 317-23.
139. Donde A, Wong H, Frelinger J, Power K, Balmes JR, Arjomandi M. Effects of exercise on systemic inflammatory, coagulatory, and cardiac autonomic parameters in an inhalational exposure study. *Int J Occup Environ Med* 2012, 54 (4): 466.
140. Light RW. *Pleural Diseases*, 3th Edition, Baltimore. Williams & Wilkins 1995: 36-116.
141. Astrand PO, Rodahl K, Dahl HA, Stromme SB. *Text Book of Work Physiology*, 4th ed, Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.
142. Vierck J, Oreilly B, Hossner K, Antonio J, Byrne K, Dodson M. Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell Biology International* 2000, 24(5): 263-72.
143. Lindstedt SL, Reich TE, Keim P, Lastayo PC. Do muscles function as adaptable locomotor springs? *J Exp Biol* 2002, 205: 2211-6.
144. Knitter AE, Panton L, Rathmacher JA, Petersen A, Sharp R. Effects of b-hydroxymethylbutyrate on muscle damage after a prolonged run. *J Appl Physiol* 2000, 89:1340-4.
145. Kumaran B, Watson T. Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy adults. *Int J Hyperthermia* 2015; 31: 883-95.
146. Molina A, Eschacho B, Molina V, Mariscal S. Cervicalgia, lumbago sciatica: application of capacitive energy transfer system. *Rehabilitation Unit University Hospital of Valladolid*, 2009. 1: 65.
147. Ley A, Cladellas JM, Colet S, De las Heras P, Florensa R, Prim J, Calbet J. Transferencia eléctrica capacitiva (TEC). Técnica no invasiva de hipertermia

profunda en el tratamiento de los gliomas cerebrales. Resultados preliminares. *Neurocirugía*, 1992, 3(2), 118-23.

148. Costantino C, Pogliacomi F, Vaienti E. Cryoultrasound therapy and tendonitis in athletes: A comparative evaluation versus laser CO2 and TECAR therapy. *Acta Bio Medica Atenei Parmensis* 2005, 76(1): 37e41.
149. Notarnicola A, Maccagnano G, Gallone MF, Covelli I, Tafuri S, Moretti B. Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: A prospective randomized controlled trial. *J. Biol. Reg. Homeos. Ag.* 2017, (31): 509-15.
150. Bansal PS, Sobti VK, Roy KS. Effects of diathermy on the healing of experimental tendinous injury in dogs. *Indian Vet. J.* 1990, (67): 583-4.
151. Bansal PS, Sobti VK. Effects of diathermy therapy on the healing of experimental muscular injury in dogs. *Indian Vet. J.* 1991, (68): 336-9.
152. Dragone L. La termoterapia. In *Fisioterapia Riabilitativa del Cane e del Gatto*, Elsevier 2010, (2): 21-7.
153. Valentini S, Bruno E, Nanni C, Musella V, Antonucci M, Spinella G. Superficial Heating Evaluation by Thermographic Imaging before and after TECAR Therapy in Six Dogs Submitted to a Rehabilitation Protocol: A Pilot Study. *Animals* 2021, 11(2): 249.
154. Weintraub MI, Herrmann DN, Gordon Smith A, Backonja MM, Cole SP. Pulsed electromagnetic fields to reduce diabetic neuropathic pain and stimulate neuronal repair: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2009, 90(7): 1102-9.
155. Cameron M. *Physical agents in rehabilitation: From research to practice*, 4thed. China, Elsevier, 2012: 4557-820.
156. Tashiro Y, Hasegawa S, Yokota Y, Nishiguchi Sh, Fukutani N, Shirooka H, et al. Effect of capacitive and resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature. *Int J Hyperthermia* 2017, 33(6): 696-702.
157. Wiegerinck JJ, Kerkhoffs GM, van Sterkenburg MN, Sierevelt IN, van Dijk CN. Treatment for insertional Achilles tendinopathy: A systematic review. *Knee Surg, Sports Traum, Arth*, 2013, 21(6):1345-55.

158. Costantino C, Vulpiani MC, Romiti D, Vetrano M, Saraceni VM. Cryoultrasound therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis with heel spurs. A randomized controlled clinical study. *Euro J Phys Rehabil Med* 2014, 50(1): 39-47.
159. Borg. Psycho physical basis of perceive exertion. *Med Sci Sports Exercise* 1982, (14): 377-81.
160. Tamer K. *Sporda Fiziksel Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi*, Ankara, Bağırhan Yayınevi, 2000: 86.
161. Chang WG, Chen CY, Li WF, Chou CC, Liao YH. Traditional Chinese acupressure massage ameliorates systemic inflammatory responses and joint mobility limitation after acute repeated jumping exercise. *EXPLORE* 2020, 16(1): 26-34.
162. Noble BJ, Robertson RJ. *Perceived Exertion*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996: 320.
163. Moore GE, Durstine JL, Marsh AP. Framework. In: Durstine JL, Moore GE, eds: *ACSM's Exercise Management For Persons With Chronic Diseases And Disabilities*. USA, Human Kinetics; 2003: 5-15.
164. Clijisen R, Leoni D, Schneebeli A, Cescon C, Soldini E, Li L, Barbero M. Does the Application of TECAR Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *The J Altern Complement Med* 2020, 26(2): 147-53.
165. Kim JH, Park JH, Yoon HB, Lee JH, Jeon HS. Immediate Effects of High-frequency Diathermy on Muscle Architecture and Flexibility in Subjects With Gastrocnemius Tightness. *J Phys Therapy Korea* 2020, 27(2):133-9.
166. Raffaetà G, A Menconi, R Togo. Studio sperimentale: Applicazione terapeutica della TECAR terapia nelle sindromi algiche cervicali. *Eur. Med. Phys.* 2007, 43(1): 26.
167. Ribeiro S, Henriques B, Cardoso R. The Effectiveness of TECAR Therapy in Musculoskeletal Disorders. *Int J Pub Health Health Systems* 2018, 3(5): 77-83.
168. Tsubasa B, Tashiro Y, Suzuki Y, Kajiwaru Y, Zeidan H, Kawagoe M. Acute effects of capacitive and resistive electric transfer (CRET) on the Achilles tendon. *Electromagnetic Biol Med* 2019, 38(1): 48-54.

169. Cau N, Cimolin V, Aspesi V, Galli M, Postiglione F, Todisco A, Tacchini E, Darno D, Capodaglio P. Preliminary evidence of effectiveness of TECAR in lymphedema. *Lymphology* 2019, 52(1): 35-43.
170. Gabriela ŞN, Anca TR, Elena MC. The TECAR Therapy to Support Sports Traumatology. *Interdisciplinary J Phys Educ Sports* 2019, 19(2): 69-74.



EKLER

EK-1. Özgeçmiş



EK-2. Etik Kurul Onayı







EK-3. İzin Yazısı



EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu







