



**T.C.**

**HİTİT ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**FARKLI SQUAT EGZERSİZLERİYLE UYGULANAN  
AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYONUNUN SIÇRAMA  
PERFORMANSINA ETKİLERİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ELİF GİZEM MÜDERRİSOĞLU**

**Çorum 2022**



**FARKLI SQUAT EGZERSİZLERİYLE UYGULANAN AKTİVASYON  
SONRASI POTANSİYASYONUNUN SIÇRAMA PERFORMANSINA  
ETKİLERİ**

**Elif Gizem MÜDERRİSOĞLU**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**TEZ DANIŞMANI**

**Dr. Öğr. Üyesi Erbil Murat AYDIN**

**Çorum 2022**

Elif Gizem MÜDERRİSOĞLU tarafından hazırlanan “Farklı Squat Egzersizleriyle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonunun Sıçrama Performansına Etkileri” adlı tez çalışması 20/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Dr. Öğr. Üyesi Hakan YARAR

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Erbil Murat AYDIN

Jüri Üyesi:

Doç. Dr. Erkan DEMİRKAN

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile Elif Gizem Müderrisoğlu'nun Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

(İmza)

Prof. Dr. Muhammed Asıf YOLDAŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdür V.

\* Jüri Başkanının adı yazılmalıdır.

\*\* Tez danışmanının adı yazılmalıdır.

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

(İmza)

Elif Gizem MÜDERRİSOĞLU

# FARKLI SQUAT EGZERSİZLERİYLE UYGULANAN AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYONUNUN SIÇRAMA PERFORMANSINA ETKİLERİ

Elif Gizem MÜDERRİSOĞLU

ORCID:0000-0002-3351-1451

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Mayıs 2022

## ÖZET

Bu çalışma farklı squat egzersizleriyle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonunun (ASP) dikey sıçrama performansına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya 14 erkek birey gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara eksantrik, konsantrik, eşit eksantrik-konsantrik ve kontrol olmak üzere 4 farklı uygulama yapılmıştır. 1 TM %85'i ile 3 set 3 tekrar yapılan squat egzersizlerinden 30 sn, 3, 6 ve 9 dk sonra dikey sıçrama testleri tekrar edilmiştir. Eksantrik faz süresi uzun tutulan egzersiz uygulamasında squat egzersizi eksantrik faz süresi 4 sn konsantrik faz süresi 2 sn'de tamamlanmıştır. Konsantrik faz süresi uzun tutulan egzersiz uygulamasında squat egzersizi eksantrik faz süresi 2 sn konsantrik faz süresi 4 sn'de tamamlanmıştır. Bir diğer uygulamada squat egzersizinin eksantrik faz süresi 3 sn ve konsantrik faz süresi 3 sn'de tamamlanmıştır. Kontrol uygulamasında ise herhangi bir aktivite yapılmadan squat egzersiz uygulamasında geçen süre kadar pasif dinlenme yapılmıştır. Verilerin istatistiksel analizi için tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda konsantrik faz süresi uzun tutulan squat uygulaması ile kontrol uygulaması arasında ön test ile karşılaştırıldığında 30 sn, 3. ve 6. dakikalarda dikey sıçrama performansında anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Performans artışının en yüksek olduğu zaman dilimi 3. dakika olmuştur. Eksantrik faz süresi uzun tutulan ve eşit eksantrik-konsantrik faz süreli squat uygulamalarında dikey sıçrama performansında kontrol uygulamasına göre anlamlı bir fark görülmemiştir. Sonuç olarak 1 TM %85'i ile yapılan 3 set 3 tekrar konsantrik faz süresi uzatılan squat egzersizinin dikey sıçrama performansını artırdığı bulunmuştur.

**Anahtar Kavramlar:** aktivasyon sonrası potansiyasyon, dikey sıçrama, squat

**Bilim Kodu:** 130101



# THE EFFECTS OF POST ACTIVATION POTENTIATION APPLIED WITH DIFFERENT SQUAT EXERCISES ON JUMP PERFORMANCE

Elif Gizem MÜDERRİSOĞLU

ORCID:0000-0002-3351-1451

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science Thesis

May 2022

## ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of post activation potentiation (PAP) applied with different squat exercises on vertical jump performance. 14 male individuals voluntarily participated in this study. Four different treatments were applied to the participants as eccentric, concentric, equal eccentric-concentric, and control. Vertical jump tests were repeated after 30th sec, 3rd, 6th, and 9th min after 3 sets of 3 repetitions of squat exercises with 1 RM 85%. In the exercise where the eccentric phase duration was kept long, the eccentric phase duration of the squat exercise was completed in 4 sec, the concentric phase duration was completed in 2 sec. In the exercise where the concentric phase duration was kept long, the eccentric phase duration of the squat exercise was completed in 2 sec, the concentric phase duration was completed in 4 sec. In another treatment, the eccentric phase duration of the squat exercise was completed in 3 sec and the concentric phase duration in 3 sec. In the control treatment, passive rest was performed for the duration of the squat exercise treatment without any activity. The two-way analysis of variance with repeated measures was used for the statistical analysis of the data. As a result of the study, there was a significant difference in vertical jump performance at 30 seconds, 3rd, and 6th minutes between the squat treatment with a long concentric phase duration and the control treatment when compared with the pre-test ( $p<0,05$ ). The time period with the optimal performance increase was the 3rd min. There was no significant difference in vertical jump performance in squat treatments with long eccentric phase duration and equal eccentric-concentric phase duration compared to the control treatment. As a result, it was found that squat exercises with 3 sets of 3 repetitions of 1 TM 85% extended concentric phase time increased vertical jump performance.

**Key Terms:** post activation potentiation, vertical jump, squat

**Science Code:** 130101



## TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın hazırlanmasında ve yüksek lisans öğrenimim boyunca yardımını, desteğini esirgemeyen her daim tecrübesi ve bilgisiyle bana yol gösteren değerli danıőmanım Dr. Öğr. Üyesi Erbil Murat AYDIN'a, araőtırmama gönüllü katılım sağlayan öğrenci arkadaşlarıma ve her zaman yanımda olan, beni her konuda koşulsuz destekleyen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Elif Gizem MÜDERRİSOğLU

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xiv
GİRİŞ.....	1

### 1. BÖLÜM

#### GENEL BİLGİLER

1.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon .....	5
1.2. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon Yöntemleri.....	7
1.2.1. Kompleks Antrenman.....	7
1.2.2. Ağırlık Yöntemi.....	8
1.2.3. Maksimal İstemli Kasılma.....	8
1.2.4. Pliometrik Egzersizler .....	10
1.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları.....	10
1.4. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler .....	13
1.5. Dikey Sıçrama Performansı.....	14
1.6. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Dikey Sıçrama Performansına Etkisini İnceleyen Çalışmalar .....	15

## **2. BÖLÜM**

### **YÖNTEM**

2.1. Araştırma Grubu.....	17
2.2. Verilerin Toplanması.....	17
2.2.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi.....	18
2.2.2. Standart Isınma Protokolü.....	19
2.2.3. 1 Tekrar Maksimum Squat Ağırlığının Belirlenmesi .....	19
2.2.4. Dikey Sıçrama Testi.....	20
2.2.5. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Uygulanması.....	21
2.3. İstatistiksel Analiz.....	22

## **3. BÖLÜM**

### **BULGULAR**

3.1. Katılımcılara İlişkin Tanımlayıcı Bulgular .....	23
3.2. Farklı Squat Egzersizleriyle Uygulanan ASP'nin Dikey Sıçrama Performansına Etkisi ...	24

## **4. BÖLÜM**

### **TARTIŞMA**

4.1. ASP ve Dikey Sıçrama Performansına Etkisi.....	26
---	----

<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>31</b>
--------------------------------	-----------

<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>33</b>
------------------------	-----------

<b>EKLER .....</b>	<b>39</b>
--------------------	-----------

<b>EK-1 Etik Kurul Onayı .....</b>	<b>39</b>
------------------------------------	-----------

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 3.1.</b> Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı bulgular.....	<b>23</b>
<b>Tablo 3.2.</b> Uygulama grupları ve dikey sıçrama performansları.....	<b>24</b>
<b>Tablo 3.3.</b> Dikey sıçrama yüksekliklerinin karşılaştırılması.....	<b>24</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. ASP örneği .....	5
Şekil 1.2. Fırsat penceresi .....	7
Şekil 1.3. ASP'nin izometrik kuvvet-frekans ilişkisine etkisi .....	9
Şekil 1.4. ASP fizyolojik mekanizması.....	11
Şekil 1.5. Kasın pennasyon açısı.....	12
Şekil 1.6. ASP'den faydalanma stratejisi.....	14
Şekil 2.1. Araştırma deseni.....	18
Şekil 3.1. Uygulamalara göre sıçrama yükseklikleri.....	25

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

FOTOĞRAF	Sayfa
<b>Fotoğraf 2.1.</b> 1 TM squat ağırlığının belirlenmesi.....	<b>20</b>
<b>Fotoğraf 2.2.</b> Dikey sıçrama testi.....	<b>21</b>
<b>Fotoğraf 2.3.</b> Squat egzersizinin uygulanışı.....	<b>22</b>



## KISALTMALAR

### Kısaltmalar

ASP	Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon
1TM	1 Tekrar Maksimum
DS	Dikey Sıçrama
Kg	Kilogram
Cm	Santimetre
M	Metre
Dk	Dakika
Sn	Saniye

## GİRİŞ

Son yıllarda teknoloji, tıp ve sağlık alanlarındaki hızlı gelişim sportif performans gelişimini de önemli oranda etkilemiştir. Artık gelişmiş ülkeler birbirlerine karşı olan üstünlüklerini spor sahalarında ispat etmeye çalışmaktadır. Sporun dev bir sektör haline gelmesi sporcunun ve dolayısı ile ülkelerin başarısının önemini daha da artırmıştır. (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2009).

Sportif performans, hedeflenen atletik görevin başarı ile gerçekleştirilebilmesi için ortaya konulan çabanın tümüdür. Bir başka ifade ile sportif performans, sportif aktivite sırasında gösterilen fiziksel ve zihinsel performansların bütünüdür (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2004). Performans fizyolojik ve psikolojik etmenlerle bağlantılı çok boyutlu bir kavramdır. Özel beceri ve yeteneklerin geliştirilmesi, çevresel etmenlere uyum sağlama ve rekabet durumunda bu beceri ve yeteneklerin sürekli ve güvenli bir şekilde devam ettirilebilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Dayanıklılık, kuvvet, hız veya esneklik gibi fizyolojik ve konsantrasyon, motivasyon, irade gibi psikolojik faktörler performansı etkilemektedir (Kellmann ve ark., 2018). Sporcuların elde ettiği başarılar önem kazandıkça performansı en üst seviyeye çıkarmak için en doğru yöntem arayışı da devam etmektedir.

Antrenman bilimindeki yeni gelişmeler ile sportif performansı korumak ve geliştirmek için pek çok yeni yöntem antrenörler ve sporcular tarafından uygulanmaktadır. Hız, güç ve kuvvet atletik performansın kilit öğeleridir ve bunların en üst seviyeye çıkarılması için uygun ısınma yöntemleri kullanılmaktadır. Tüm sportif müsabakalardan önce ısınma periyodu performansı geliştirmek ve sakatlıklardan korunmak için gerçekleştirilir. Aktivasyon sonrası potansiyasyonu (ASP) son dönemlerde üzerinde en çok araştırma yapılan, antrenörler ve sporcular tarafından sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biridir (Till ve Cooke, 2009). ASP maksimal ya da maksimale yakın istemli kas kasılmasından sonra kasın kontraktıl geçişinin bir sonucu olarak akut güç çıktısındaki artışı ifade eden fizyolojik bir olgudur (Robbins, 2005). Bir kasın kasılma cevabı büyük ölçüde kasın performans öncesindeki kontraktıl geçişi ile yakından ilgilidir (Rassier ve MacIntosh, 2000). Kasın kontraktıl geçişi performansı olumlu ya da olumsuz etkileyebilmektedir. ASP, ön yüklenme aktiviteleri sonrası kas gücünde ve performansta akut artış sağlamaktadır (Marshall, Turner, Jarvis, Maloney, Cree ve Bishop, 2019).

Kasa uygulanan kısa süreli uyarılar kasın kontraktıl performansını artırırken uyarıların sürekli devam etmesi kontraktıl cevabı olumsuz etkilemektedir (Rassier ve MacIntosh, 2000). Performans öncesi benzer biyomekanik özellikte, maksimuma yakın yüklerle yapılan ön yüklenme aktiviteleri ile performans artışı hedeflenir. ASP bu ön yüklenme aktivitesi sonrasında gözlenen nöromusküler durumu ifade eder (Lim ve Kong, 2013). ASP'den faydalanmak için uygulanan yüksek şiddetli ön yüklenme aktiviteleri aynı zamanda yorgunluğa da neden olmaktadır.

Kasın performansını artıran durum ASP ve yorgunluk arasındaki dengedir. Bu nedenle ASP'yi en üst düzeye çıkaran ve yorgunluğu en aza indiren uygun yüklenme protokolü seçilmelidir (Johnson, Baudin, Ley ve Collins, 2019).

Yüksek şiddetli ön yüklenme aktiviteleri hem potansiyasyonu hem de yorgunluğu ortaya çıkarmaktadır. Yorgunluğun azalıp potansiyasyonun baskın olduğu optimal zaman dilimi ASP'nin olumlu etkisinin görülebilmesi için önemlidir. Bu optimal zaman aralığı "fırsat penceresi" olarak adlandırılmaktadır (Robbins, 2005).

ASP etkisini açıklayan farklı fizyolojik mekanizmalar vardır. Miyozin düzenleyici hafif zincirlerin (MDHZ) fosforilasyonu miyoflamentlerin  $Ca^{+2}$  (kalsiyum) duyarlılığını artırmaktadır. Miyozin başlarının aktivasyonundaki artış ile aktin-miyozin çapraz köprü aktivitesinde de artış sağlanır ve submaksimal  $Ca^{+2}$  konsantrasyonlarında kas kuvvet oranında gelişme sağlanır (Gago, Zoellner, Silva ve Ekblom, 2020). Bir diğer mekanizma ise maksimal ya da maksimale yakın meydana gelen kasılmalar sonucu omurilik boyunca uyarım devam eder, postsinaptik uyarım artar böylece kuvvet üretim kapasitesi artırılmış olur (Esformes, Cameron, Bampouras, 2010).

Sıçrama yüksekliği futbol, voleybol ve basketbol gibi pek çok farklı branşta performansı etkileyen önemli bir faktördür. Sıçrama performansı fiziksel uygunluk testlerinde ve yetenek seçimlerinde optimum performans gelişimini sağlar (Castagna ve Castellini, 2013). Sıçrama yüksekliğini geliştirmek için uzun sürede yanıt oluşturacak prosedürler kullanılsa da yarışma sırasında akut etki gösterecek farklı uygulamalar da tercih edilmektedir. Yüksek yoğunluklu ön yüklenme aktiviteleriyle uygulanan ASP kas performansındaki artışla birlikte sıçrama performansını da geliştirmektedir (Gasch, Tomas, Amat, Pueo ve Olmedo, 2022).

Araştırmacılar farklı şekillerde uygulanan ASP fenomeninin performans gelişimi üzerindeki etkileri açısından çelişkili sonuçlar elde etmiştir. Yapılan çalışmalarda potansiyasyonun akut etkisinden faydalanabilmek için eksantrik, konsantrik veya izometrik ön yüklenme aktivitelerinde farklı şiddetler ve tekrar sayısı ile uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalar sırasında optimal performans ve en az yorgunluk için gereken yüklenme şiddeti, uygulama süresi ve uygulama sonrası performansın en üst düzeye çıktığı zaman dilimi belirlenmeye çalışılmıştır (Beato, Stiff ve Coratella, 2021; Beato, De Keijzer, Leskauskas, Allen, Iacono ve McErlain Naylor, 2021; Beato, Bigby, De Keijzer, Nakamura, Coratella ve McErlain Naylor 2019; Hanson, Leigh ve Mynark, 2007; Chatzopoulos ve ark., 2007; Chiu, Fry, Weiss, Schilling, Brown ve Smith, 2003; Crewther, Kilduff, Cook, Middleton, Bunce ve Yang, 2011). Literatüre bakıldığında ASP'nin sıçrama performansına etkilerini araştıran pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda farklı tip ön yüklenme aktiviteleri, farklı şiddet ve sürelerde uygulanmış ve optimal performans gelişimi için farklı öneriler ortaya sürülmüştür (Hindistan, Muratlı, Özer ve Erman, 1999; Scott ve Docherty, 2004; Ünlü, Çevikol ve Melekoğlu, 2020; Yeleğen ve Özkaya, 2021; Bogdanis, Tsoukos, Veligeas, Tsolakis ve Terzis, 2014; Bevan, Owen, Cunningham, Kingsley ve Kilduff, 2009).

Yapmış olduğumuz çalışmada aynı grup üzerinde 1 TM %85'i ile farklı eksantrik ve konsantrik faz süreleri ile gerçekleştirilen squat egzersizinin dikey sıçrama performansına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Problem cümlesi:

1 TM %85'i ile farklı eksantrik ve konsantrik faz süreleri ile gerçekleştirilen squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansı üzerinde akut etkisi var mıdır?

Alt problemler:

- 1) 1 TM %85'i ile yapılan eksantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi var mıdır?
- 2) 1 TM %85'i ile yapılan konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi var mıdır?
- 3) 1 TM %85'i ile yapılan eksantrik-konsantrik faz sürelerinin eşit tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi var mıdır?

Hipotezler:

H0: 1 TM %85'i ile yapılan eksantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi yoktur.

H1: 1 TM %85'i ile yapılan eksantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi vardır.

H0: 1TM %85'i ile yapılan konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi yoktur.

H1: 1 TM %85'i ile yapılan konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi vardır.

H0: 1 TM %85'i ile yapılan eksantrik-konsantrik faz süresinin eşit tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi yoktur.

H1: 1 TM %85'i ile yapılan eksantrik-konsantrik faz süresinin eşit tutulduğu squat ön yüklenme uygulamasının dikey sıçrama performansına akut etkisi vardır.

Sınırlılıklar:

- 1) Çalışma 18-26 yaş aralığında 14 erkek birey ile sınırlıdır.
- 2) Çalışma aktif sıçrama (countermovement jump) ile sınırlıdır.
- 3) Çalışma yarım squat egzersizi ile sınırlıdır.
- 4) Çalışma 1 TM %85'i ile sınırlıdır.

5) Çalışmada uygulanan yarım squat egzersizi 3 set ve 3 tekrar ile sınırlıdır.

Sayıtlar:

Araştırmaya gönüllü dahil edilen tüm katılımcıların testleri tam performans ile yaptıkları varsayılmıştır.

Çalışmanın amacı:

Çalışmamızın amacı farklı eksantrik ve konsantrik faz süreleri ile gerçekleştirilen squat egzersizinin meydana getirdiği aktivasyon sonrası potansiyasyonunun sıçrama performansı üzerine akut etkilerini incelemektir.

Çalışmanın önemi:

ASP son yıllarda üzerinde çok fazla araştırma yapılan ve antrenörler tarafından tercih edilen bir yöntemdir. Yapılan araştırmalarda pek çok farklı ön yüklenme protokolü ve egzersizler kullanılmıştır. Farklı süreler ve yüklerle eksantrik ve konsantrik ön yüklenme egzersizlerinin dikey sıçrama, sprint ve yön değiştirme performansları üzerine uzun süreli etkileri daha önce karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile farklı sürelerde yapılan eksantrik ve konsantrik squat ön yüklenme egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkileri incelenecektir. Elde edilecek bilgiler aktivasyon sonrası potansiyasyonunun antrenörler ve sporcular tarafından daha etkili bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

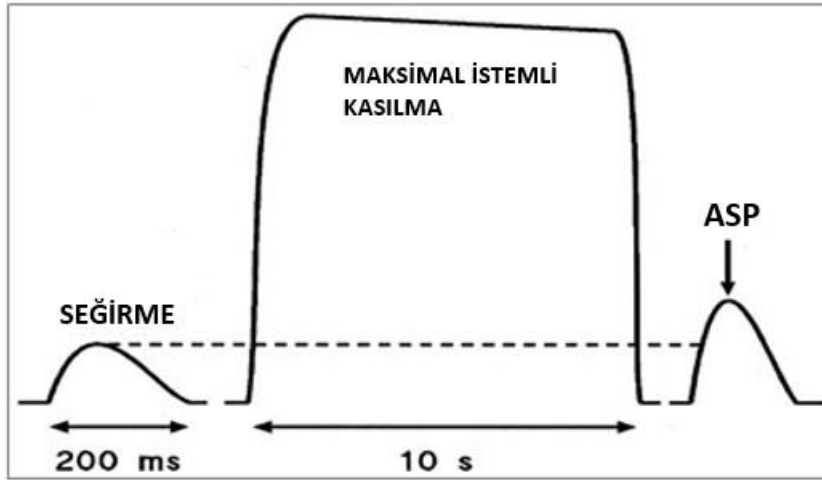
## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

Bu bölümde çalışma içerisinde yer alan kavramlarla ilgili kuramsal bilgiler verilmiştir.

#### 1.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

İskelet kasının kasılma performansı, kasın kontraktil geçmişinden etkilenir. Kontraktil geçmişin en belirgin etkisi kasın performansını düşüren yorgunluktur. Bir diğer etkisi ise aktivasyon sonrası potansiyasyondur. ASP, kasın kontraktil geçmişi sonucu kas gücü çıktısındaki akut artışı ifade eden bir fenomendir (Robbins, 2005; Sale, 2002). Kasılma geçmişi yorgunluk oluşması veya ASP etkisi ile performansı olumsuz etkileyebilir, geliştirebilir ya da etkisiz kalabilir. ASP, yorgunluğu en aza indirirken kas gücü çıktısını artıran spesifik kasılmalar ile kasın koşullandırılması sonucu meydana gelir (Robbins, 2005; Downey, Deprez ve Chilibeck, 2022).



**Şekil 1.1.** Aktivasyon sonrası potansiyasyon ile güçlendirme örneği. İlk olarak dinlenme halinde olan kasa başlangıç uyarısı verilir. Ardından elektriksel tetanik uyarı ya da maksimum istemli kasılma ön yüklenmesi yapılır. Yüklenme kasılmasından sonra ASP'ye özgü artan güç ve kısaltılmış zaman süreci (Sale, 2002).

Sporcular için yarışma ve antrenmanlardan önce uygulanabilen çeşitli ısınma protokolleri vardır. Geleneksel ısınma protokolleri düşük yoğunluklu aerobik aktivite ardından statik, dinamik germeler ve aktiviteye özgü hareketleri içeren kısa süreli uygulamalardan oluşur.

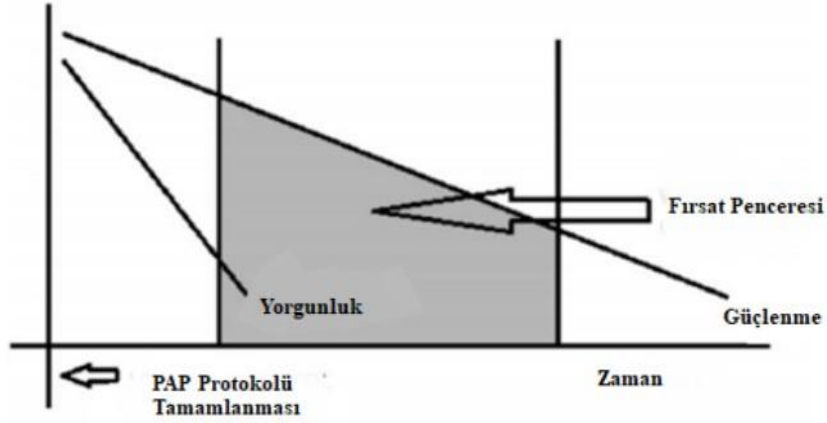
Aktiviteye uygun, spesifik hareketler içeren ısınma programları performans gelişimini sağlamanın yanı sıra sporcuyla yaralanmalara karşı korumaktadır (Chiu ve ark., 2003).

Antrenörler sporcuların fiziksel hazırlık sürecinde direnç antrenmanlarından faydalanmaya çalışmaktadır. Uygulanan direnç antrenmanı akut, birikimli ya da uzun vadede etki gösterebilmektedir. Direnç antrenmanı sonrası yön değiştirme, sprint ve sıçrama performansı gibi pek çok alanda gelişme sağlanabilmektedir (Wagle ve ark., 2021).

Direnç antrenmanı, merkezi sinir sistemi ve motor nöronların uyarımını artırmaktadır. ASP indüklemesi genellikle ağır direnç egzersizleri ile gerçekleştirilmektedir. Performansa özgü hareketleri ve kasılma tiplerini içeren ön yüklenme aktiviteleri ASP gelişimini sağlamaktadır. (Hanson ve ark., 2007; Chorley ve Lamb, 2019).

ASP, yüksek yoğunluklu direnç antrenmanı sonrası akut kas gücü çıktısını geliştirmektedir. Genellikle maksimal ya da maksimale yakın kas kasılmaları sonrası elektriksel olarak kas kontraktıl fonksiyonları uyarılmaktadır. Ön yüklenme aktivitesinden sonra kas seğirmesinde ve düşük frekanslı tetanik kuvvette artış meydana gelmektedir (Sarramian, Turner ve Greenhalgh, 2015; Sale, 2002). Yapılan çalışmalarda ASP'nin özellikle patlayıcı aktivitelerde performans gelişimi sağladığı belirtilmektedir. Bu nedenle son yıllarda sporcular ve antrenörler tarafından uygulanma sıklığı artmıştır (Gago ve ark., 2020, Tobin ve Delahunt, 2014; Coratella ve ark., 2018). Güllich ve Schmidtbleicher (1996), yapmış oldukları bir çalışmada yatay ve dikey sıçrama performansı öncesi yapılan yüksek yoğunluklu maksimum istemli kasılmaların sıçrama performansını geliştirdiğini bildirmiştir. Bir başka çalışmada maksimuma yakın yüklenme ile yapılan squat egzersizleri ve kısa süreli dinlenme periyodu sonrası ASP'nin dikey sıçrama performansını artırdığı gözlenmiştir. Daha düşük ağırlıkla yapılan yüklenme sonrası dikey sıçrama performansında anlamlı bir gelişme olmadığı belirtilmiştir (Hanson ve ark., 2007).

ASP protokolleri patlayıcı aktiviteler öncesinde akut performansı geliştirmek için ısınma egzersizleri olarak uygulanmaktadır. Sıçrama aktiviteleri öncesi optimal performans gelişimi yaklaşık 8-12 dakika aralığında görülmektedir. Farklı kas aktivasyonları ile gerçekleştirilen ASP etkisi ile hem performans gelişimi hem de yorgunluk bir arada gözlenebilmektedir. Yorgunluğun azalıp performansın en üst düzeye ulaştığı zaman dilimi "fırsat penceresi" olarak adlandırılmaktadır (Marshall ve ark., 2019; Beato ve ark., 2021; Carbone ve ark., 2020).



Şekil 1.2. Fırsat penceresi (Hancock, Sparks ve Kullman, 2015)

## 1.2. ASP Yöntemleri

ASP etkisini ortaya çıkarmak için kullanılan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Özellikle performans öncesi yapılacak aktiviteye uygun benzer biyomekanik özellikleri taşıyan egzersizler seçilmelidir (Carter ve Greenwood, 2014). Kompleks antrenman, ağırlık yöntemi (1 TM %85 ve üzeri), pliometrik egzersizler ve maksimum istemli kasılmalar günümüzde kullanılan ASP yöntemleridir (Sönmez, 2020).

### 1.2.1. Kompleks antrenman

Kompleks antrenman, aynı egzersiz seansı içinde hem kuvvet hem de güç gelişimini sağlamayı hedeflemektedir. Aynı egzersiz seansı içinde benzer biyomekanik özelliklere sahip hem ağır direnç antrenmanı hem de pliometrik egzersiz yapılır (Carter ve Greenwood, 2014; Ebben ve Watts, 1998). Kompleks antrenman tekniğinde ağır direnç egzersizi ve hemen ardından takip eden hafif yüklü hızlı pliometrik egzersiz tepe güç seviyesine ulaşmada önemli bir etki göstermektedir. Ağır dirençli hareketlerle yüksek hızlı hareketlerin yapılması önlenmiş olur ve bu durum nöromusküler sistemi "süper uyarılmış" hale getirir (Dodd ve Alvar, 2007). Genellikle tek veya çok sayıda set ile ağır direnç egzersizini ( $\geq 85$  1 TM) takiben hafif yüklü pliometrik veya balistik aktiviteler ile uygulanır (Marshall ve ark., 2019). Kompleks antrenmanın en kuvvetli adaptasyonu nöromusküler sistemin uyarılmasıdır. Ağır direnç antrenmanı motor nöronların uyarılabilirliğini artırır, refleks potansiyasyon gelişimini sağlar (Ebben ve Watts, 1998). Kas kuvvetinin kontraktil geçmiş sonucunda geliştirilebilmesi için yorgunluk ile aradaki dengenin sağlanabilmesi gerekmektedir. Yorgunluk kontraktil yanıtta bozulmaya neden olur bu da beklenenden daha düşük bir kuvvet gelişimi sağlar (Lockie, Lazar, Davis ve Moreno, 2018).

### **1.2.2. Ağırılık yöntemi**

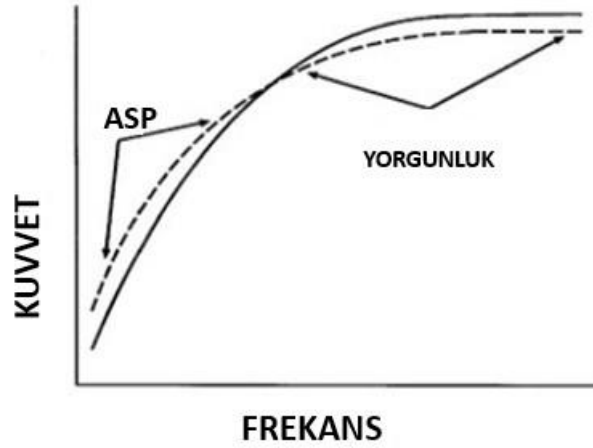
Güç veya hız temelli bir aktivite öncesi ASP, genellikle bireyin maksimum tek tekrarda kaldırabileceği yükün %85'ine eşit veya daha fazla bir yükü gerçekleştiren kuvvet temelli egzersizle meydana gelir. Bu kuvvet temelli egzersiz ön yüklenme olarak adlandırılır (Lockie, ve ark., 2018). Ağırılık yöntemi, ASP'yi ortaya çıkarmada en sık tercih edilen ön yüklenme aktivitelerinden biridir. Ağır direnç antrenmanlarının sıçrama, koşma, sprint ve yön değiştirme performanslarına akut etkisini araştıran pek çok çalışma mevcuttur (Chatzopoulos ve ark., 2007; Chorley ve Lamb, 2019; Esformes ve ark., 2010).

ASP etkisi izometrik, eksantrik veya konsantrik kasılmaları içeren ağır direnç egzersizleri ile meydana getirilebilir. Eksantrik ön yüklenme egzersizleri sportif performansı geliştirmek için sıklıkla tercih edilen ağırılık yöntemlerinden biridir. Özellikle performans öncesi uygulanan squat egzersizleri ile sıçrama yüksekliğinin geliştirilebildiği çalışmalarla ortaya konmuştur (Beato ve ark., 2021; Beato ve ark., 2021).

18 aktif erkek katılımcı ile gerçekleştirilen bir çalışmada maksimal yükte eksantrik ön yüklenme egzersizi squat ile yapılmıştır. Maksimal yük ile 3 set 6 tekrar yarım squat çalışmasının ardından 15 saniye, 1, 3, 5, 7 ve 9 dakika sonrasında sıçrama performansı ve alt ekstremité gücü ölçülmüştür. Çalışma sonucunda eksantrik ön yüklenme egzersizinin sıçrama performansı, tepe gücü oluşumu, hamstring ve quadriceps izometrik kas kuvvetini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Optimal performans gelişiminin sağlandığı "fırsat penceresi" aralığı 3 ve 9 dakikalar arasında kaydedilmiştir (Beato ve ark., 2021).

### **1.2.3. Maksimum istemli kasılma**

ASP etkisinin ortaya çıkarılması için kullanılan farklı kasılma tipleri vardır. Maksimal ya da maksimale yakın ( $\geq 85$  1 TM) yüklerle yapılan dinamik veya maksimal istemli izometrik kasılmalar ASP etkisini meydana getirerek performansı etkilemektedir (Marshall ve ark., 2019). ASP ile kuvvet-frekans ilişkisini inceleyen pek çok çalışmada izometrik kasılmalar tercih edilmektedir. Kas kasılma tipi hem kuvvet-frekans ilişkisini hem de ASP'nin oluşturduğu frekans aralığını etkilemektedir. Konsantrik kasılmalarda, özellikle daha yüksek hızlarda maksimum kuvvet yüzdesini uyarabilmek için daha yüksek frekanslara ihtiyaç vardır (Sale, 2002).



**Şekil 1.3.** ASP'nin izometrik kuvvet-frekans ilişkisine etkisi. Ön yüklenme sonrası oluşturulan ASP (kesikli çizgi) yüksek frekanslı tetanik kuvveti artırmaz. Şekildeki gibi ön yüklenme yorgunluğa sebep olarak yüksek frekanslı kuvveti azaltabilmektedir (Sale, 2002).

Rixon, Lamont ve Bemben'in (2007), yapmış oldukları çalışmada bir grup maksimal izometrik squat protokolü bir diğer grup ise maksimal dinamik squat protokolünü uyguladıktan sonra dikey sıçrama testlerini tekrar etmiştir. Çalışma sonunda maksimal izometrik kasılmaların sıçrama gücü çıkışını daha iyi artırdığı gözlenmiştir. İzometrik kasılmaların dinamik kasılmalara göre daha iyi ASP etkisi ortaya çıkardığı tespit edilmiştir.

Hamada, Sale, MacDougall ve Tarnopolsky (2000), 20 erkek gönüllü katılımcının diz ekstansörüne 10 sn süre ile maksimal istemli kasılma yaptırarak ASP gelişmesini uyarmıştır. Maksimal istemli kasılma sonrası 5 saniye dinlenmenin ardından kasılma zirve tork değerinin arttığı gözlenmiştir. 30 ve 60 sn aranın ardından zirve tork değeri %44 ve %31 oranlarında azalmıştır. Eksantrik, konsantrik ve izometrik ön yüklenme aktivitelerinin dikey sıçrama performansına etkisini ve optimal potansiyasyon zamanının belirlenmesini hedefleyen bir başka çalışmada denekler 3 tekrarlı yarım squat egzersizi yapmıştır. 3 sn süre ile 3 tekrar yaptırılan izometrik yarım squat egzersizi sonrası dikey sıçrama performansında önemli artışlar sağlandı. İzometrik egzersiz grubundaki deneklerin dikey sıçrama performansındaki artışın eksantrik ve konsantrik ön yüklenme gruplarından daha etkili olduğu gözlenmiştir. Ek olarak optimal ASP etkisini ortaya çıkarabilmek için izometrik ön yüklenme aktivitelerinden sonra toparlanma süresinin en az 4-6 dk olması gerektiği belirtilmiştir (Bogdanis ve ark., 2014).

#### **1.2.4. Pliometrik egzersizler**

Pliometrik egzersizler sportif performansı geliştirmek için kullanılırken son yıllarda yapılan çalışmaların da etkisiyle yaralanma sonrası spora dönüşe hazırlık evresinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Atletler koşu ve sıçrama gibi patlayıcı aktivitelere hazırlanırken antrenman programlarında pliometrik egzersizlere yer vermektedir (Chmielewski, Myer, Kauffman ve Tillman, 2006; Bobbert, Huijing ve Schenau, 1987).

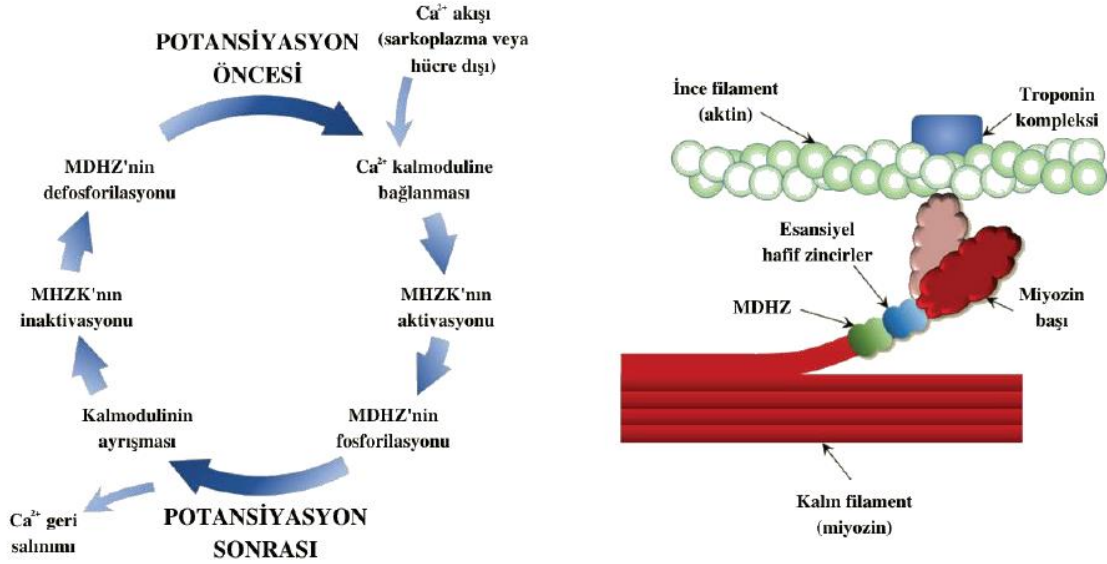
Pliometrik egzersizler gerilme-kısalma döngüsü ile meydana gelen; sıçrama, atlama gibi aktiviteleri içeren fiziksel kondisyonlanma şeklidir. Kas-tendon ünitesinin gerilme-kısalma döngüsü ile çalışması daha kısa sürede maksimal kuvvet üretimine katkı sağlamaktadır. Gerilme-kısalma döngüsü elastik yüklenme fazı ile başlar, eksantrik kasılmayı takiben patlayıcı konsantrik kasılma ile sonlanır. Elastik ve reaktif özellikli maksimum kuvvet üretimi için gerilme-kısalma döngülü egzersizler kullanılır. Gerilme-kısalma döngüsünde vücut proprioseptörlerinin (golgi tendon organı, kas iğciğı, eklem kapsülü ve bağı reseptörleri) uyarılması ile daha kısa sürede kas toparlanması da sağlanmaktadır (Chmielewski ve ark., 2006; Wilk, Voight, Keirns, Gambetta, Andrews ve Dillman, 1993).

Kısa ve yoğun kas kasılmalarını içeren egzersizler kasın güç üretme ve motor üniteleri uyarma yeteneğini önemli ölçüde güçlendirmektedir. Pliometrik egzersizler geleneksel eğitim içinde daha çok kasın güç üretme yeteneğini artırmak için tercih edilir. Sıçrama performansı antrenmanı sırasında ASP'yi indükleyen alternatif tekniklerden biridir. Bu nedenle geleneksel ısınma programında tamamlayıcı olarak tercih edilmektedir (Silva ve ark., 2021). Profesyonel ragbi oyuncularında pliometrik egzersizlerin sıçrama performansına akut etkilerini inceleyen bir çalışmada 40 sıçrama aktivitesi sonrası 1, 3 ve 5. dakikalarda sıçrama performansı tekrar edilmiştir. Çalışma sonucunda pliometrik egzersizlerin sıçrama yüksekliğini ve zirve güç değerlerini 3. ve 5. dakikalarda anlamlı bir şekilde arttırdığı gözlenmiştir (Tobin ve Delahunt, 2014).

#### **1.3. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Fizyolojik Mekanizmaları**

ASP etkisini ortaya çıkardığı düşünölen çeşitli fizyolojik mekanizmalar bulunmaktadır. Üzerinde en çok durulan mekanizmalardan biri miyozin düzenleyici hafif zincirlerin (MDHZ) fosforilasyonu ile  $Ca^{+2}$  duyarlılığının artmasıdır. Yüksek dereceli motor ünite katılımı ve pennasyon açısındaki değişiklikler ASP etkisini ortaya çıkardığı düşünölen diğer fizyolojik mekanizmalardır (Sönmez, 2020). Tüm durumlarda, gelişmiş bir kontraktıl yanıtın bulunması ön yüklenme aktivitesiyle kas veya motor sinire bilinen bir uyarının uygulanmasına dayanır. ASP genellikle maksimal kas kasılmalarından sonra elektriksel olarak kasın kontraktıl fonksiyonlarının uyarılması olarak ifade edilir. İskelet kaslarındaki miyozin molekülünün fosforile edilebilir bir hafif zincir içerdığı tespit edilmiştir. Daha sonra bunun ASP oluşumu mekanizmasında rol oynadığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Blazevich ve Babault, 2019).

MDHZ fosforilasyonu miyozinin kalsiyum duyarlılığını ve aktin-miyozin çapraz köprü verimliliğini artırır. Artan kalsiyum konsantrasyonları ve miyozin başı aktivasyonu ile ASP'nin indüklendiği varsayılır. Sonuç olarak kasılma ve kuvvet geliştirme hızında artış meydana gelmektedir (Gago ve ark., 2020; Johnson ve ark., 2019).



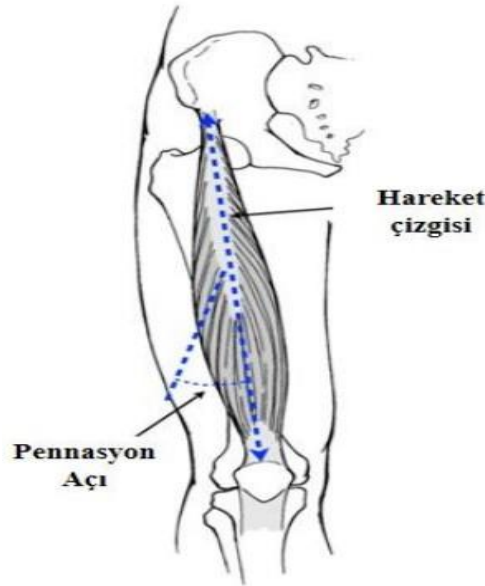
**Şekil 1.4.** ASP mekanizması. Kalsiyum ve kalmodulene bağlanmasının ardından MHZK aktivasyonu gerçekleşmektedir. Sonraki adımda MDHZ fosforilasyonu meydana gelmektedir. MDHZ fosforilasyonu sayesinde kuvvet üretiminde artış gözlenmektedir. Bu döngü belirli kalsiyum konsantrasyonlarında devam ederek kuvvet üretimini gerçekleştirmektedir (Blazevich ve Babault, 2019).

ASP etkisini ortaya çıkarmak için uygulanan ön yüklenme aktivitesinin etkisi hem uygulanan yoğunluğa hem de kas lifi tiplerinin dağılımına göre değişiklik göstermektedir (Johnson ve ark., 2019). Hızlı kasılan tip II kas liflerinin daha fazla fosforilasyona uğradığı ve ASP etkisi ile güç üretim kapasitesinin daha fazla arttığı bildirilmektedir. Buna göre daha fazla tip II kas lifine sahip kaslar (örneğin gastrocnemius ve soleus) daha iyi ASP sergiler (Sale, 2002).

Nöral güçlendirme ASP gelişimini sağlayan bir diğer olasılıktır. Sinir sistemi, ateşlenen motor ünite sayısı ve ateşleme hızındaki değişiklik ile kasılma yoğunluğunu artırabilir veya azaltabilir. Merkezi sinir sisteminin işlevini ve refleks yoluyla  $\alpha$  motor nöron uyarılabilirliğini değerlendirmenin bir yolu da H reflektir (Hoffmann Refleksi). H refleksi tekniği genellikle motor nöron membranı ve Ia afferent yoluyla  $\alpha$  motor nöron uyarılabilirliğindeki değişiklikleri tahmin etmek için kullanılır (Anthi, Dimitrios ve Christos, 2014).

ASP'den faydalanmak için gerçekleştirilen bir ön yüklenme aktivitesi sonrası  $\alpha$  motor nöron uyarılabilirliğinin artması ya da Ia afferentleri üzerindeki presinaptik inhibisyonun azalması beklenir. Her iki durumda da refleks yolu ile daha fazla motor ünitenin aktive edilmesi sağlanıyor. Aktive olan motor ünite oranının artması mekanik çıktının artmasını sağlamaktadır (Hodgson, Docherty ve Robbins, 2005).

ASP oluşumu ile ilgili ortaya atılan bir diğer mekanizmada pennasyon açısı olmuştur. Pennasyon açısı, bir kasın tendon ve bağ dokusuna bağlı olarak liflerinin dağılımını ifade etmektedir. Pennasyon açısı kasın önemli bir fonksiyonel özelliğidir. Büyük pennasyon açısına sahip kaslar (örneğin soleus) belirli bir kesit alanı içerisinde daha fazla kas lifinin paralel dağılmasına sebep olacağı için kasın kuvvet üretme kapasitesi de daha fazla olmaktadır (Manal, Roberts ve Buchanan, 2008). Pennat kaslarda, kısa kas lifleri kasın hareketine bağlı olarak kasılma sırasında belirli bir açıyla dizilir. Hareket sırasında kasın liflerinin açısı ve uzunluğu değişir. Kas liflerinin bu şekilde geometrik düzenlenmesi kas fonksiyonları ve eklem hareketi açısından oldukça önemlidir (Fukunaga, Ichinose, Ito, Kawakami ve Fukashiro, 1997). 8 gönüllü üzerinde yapılan bir deneyde ultrason ile vastus lateralisin kas mimarisindeki değişiklikleri inceleyebilmek için maksimal istemli kasılma öncesi ve sonrası 3-6 dakika boyunca pennasyon açısındaki değişiklikler gözlenmiştir. Pennasyon açısının kasılma sonrasında daha fazla azaldığı tespit edilmiştir. Böylece tendonlar üzerinde %0,9 oranında kuvvet transferi gerçekleşmiş ve ASP gelişimi sağlanmıştır (Mahlfeld, Franke ve Awiszus, 2004).



**Şekil 1.5.** Kasın pennasyon açısı ve hareket hattı (Pitman ve Peterson, 1989)

#### 1.4. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonu Etkileyen Faktörler

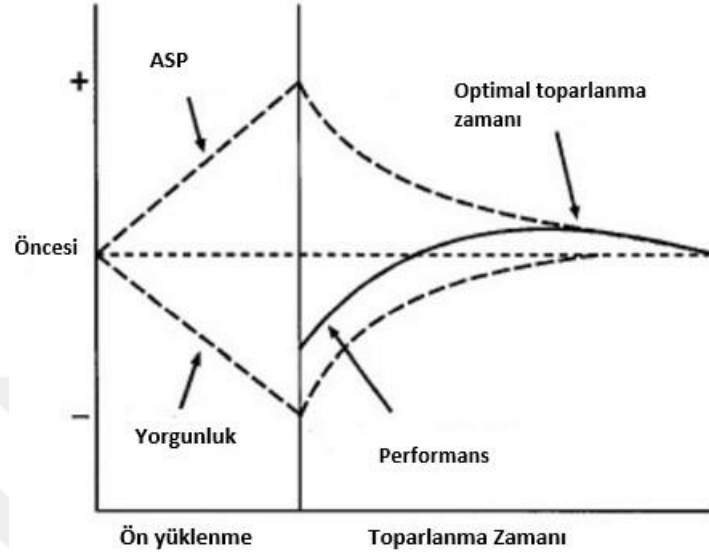
ASP'nin kas kuvveti ve sportif performans üzerindeki etkileri tüm antrenman türlerinde olduğu gibi pek çok değişkenden etkilenmektedir.

Uygulanan kondisyon aktivitesinin özellikleri ve yoğunluğu, ön yüklenme aktivitesinden sonra geçen dinlenme süresi, antrenman deneyimi ve cinsiyet ASP'nin kas kuvveti ve sportif performansa etkisinde değişiklik meydana getiren faktörlerdendir (Sarramian ve ark., 2015). Kas kasılma tipi ve kas lifi dağılımına ek olarak genetik faktörlerde ASP gelişiminde etki göstermektedir. Yapılan çalışmalar kesit alanı büyük ve daha fazla tip II kas lifi dağılımına sahip kasların ASP etkisi ile maksimum kuvvete daha hızlı ulaşabildiğini göstermektedir. Genetik kas lifi dağılımına ek olarak antrenman geçmişi ile kas lifi özelliklerinde değişim ve tip II kas lifi dağılımında artış sağlanabilmektedir. Kas lifi boyutunda sağlanan gelişme ile kuvvet eğitiminde daha fazla motor ünite aktive olmaktadır (Rixon ve ark., 2007). Hızlı kasılan tip II kas liflerinde ASP etkisi güçlü bir şekilde ortaya çıktığı için yüksek oranda tip II kas lifi olan sporcularda ASP'yi uyaran ısınma protokolleri performans gelişimi açısından oldukça fayda göstermektedir (Johnson ve ark., 2019). Yapılan çalışmalar ASP etkisinin meydana gelmesi için yüksek yoğunluklu, düşük hızlı ön yüklenme aktivitesi önermektedir. Özellikle 1 TM yükünün %80 ve üzeri direnç antrenmanının optimal ASP etkisinin görülebilmesi için önemli olduğu bildirilmiştir (Hanson ve ark., 2007).

Kuvvetlendirme egzersizleri sporcunun zindelik düzeyini artırmanın yanı sıra yorgunlukta meydana getirmektedir. Antrenman sonrası meydana gelen potansiyasyon ve yorgunluk, antrenmanın hacmi ve yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Stone, Sands, Pierce, Ramsey ve Haff, 2008). Yorgunluk, tekrarlanan kas kasılmaları sonrası meydana gelen kuvvet performansındaki azalmadır. Yorgunluğun plazmadaki  $Ca^{+2}$  konsantrasyonunun azalması ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir.  $Ca^{+2}$  konsantrasyonundaki azalma, sarkoplazmik retikulum üzerinden  $Ca^{+2}$  salınımının inhibisyonu ile açıklanmaktadır. Potansiyasyon ve yorgunluk iskelet kasında kuvvet üretimi üzerinde zıt etkilere neden olmaktadır. Buna rağmen potansiyasyon ve yorgunluk bir arada bulunabilir (Rassier ve MacIntosh, 2000). Bu iki mekanizmanın birbirini dengelemesi ve performansın optimum seviyeye çıkarılabilmesi uygulanan ön yüklenme aktivitesinin çeşidi, uygulanma süresi ve dinlenme aralığı ile bağlantılıdır (Anthi ve ark., 2014).

Ön yüklenme sonrası yorgunluğun azalıp potansiyasyonun baskın geldiği zaman dilimi "fırsat penceresi" olarak tanımlanmaktadır (Carbone ve ark., 2020; Fowles ve Green, 2003). Yapılan çalışmalarda ASP etkisinin direnç egzersizlerinden sonra 3. dakikada başlayıp yaklaşık 10 dakika boyunca devam ettiği gözlenmiştir. Ağır ve orta şiddetli eksantrik ön yüklenme aktivitesinin sıçrama ve yön değiştirme performansına etkisini inceleyen bir çalışmada her iki yüklenmenin de performansı optimize etmek için önerilebileceği belirtilmiştir.

Her iki yöntem de benzer zaman penceresi ile potansiyasyon geliştirir. Toparlanma döneminin erken evresinde (ilk 30 saniye) yorgunluk daha baskın iken ikinci evrede (3 ve 6. dakikalar) potansiyasyon daha baskın gelmektedir (Beato ve ark., 2021).



**Şekil 1.6.** Performansı geliştirmek için ASP'den faydalanma stratejisi. Ön yüklenme aktivitesi ASP'yi uyarır ve tetanik güçte değişiklik olarak gözlenen yorgunluğu tetikler. Dikey sıçrama gibi yüksek frekanslı güç-hız performansı ASP'nin varlığına rağmen ön yüklenme aktivitesinden hemen sonra bir miktar azalır. Fakat yorgunluk ASP etkisinin zayıflamasından daha hızlı azalırsa performans ön yüklenme aktivitesi öncesindeki performansını aşacaktır (optimal toparlanma zamanı) (Sale, 2002).

Hanson ve ark., (2007), hafif ve yüksek şiddetli yapılan squat egzersizinin dikey sıçrama performansına etkisini araştırdıkları çalışmada; düşük ya da yüksek şiddetli squat egzersizinin uzun dinlenme aralıkları ile uygulandığında dikey sıçrama performansını geliştirmediğini belirtmiştir. Maksimuma yakın ağır yüklerle yapılan squat egzersizinin daha kısa süreli dinlenme periyodu ile uygulanması ile dikey sıçrama performansının geliştiği çalışmanın bir diğer sonucudur.

### 1.5. Dikey Sıçrama Performansı

Sıçrama, insan bedeninin alt ve üst segmentleri arasında motor kontrol gerektiren karmaşık bir hareket bütünüdür (Markovic, Dızdar, Jukic ve Cardinale, 2004). Dikey sıçrama yüksekliği, sporcunun durarak eliyle ulaşabildiği yer ile sıçradığında ulaştığı yer arasındaki mesafe farkıdır (Günay, Tamer ve Cicioğlu, 2013, s.473).

Dikey sıçramalar aynı zamanda patlayıcı kuvvet egzersizi kategorisine dahil edilmektedir. Bir sporcunun üst düzey performansa erişebilmesi için geliştirmesi gereken en önemli sportif becerilerden biridir.

Özellikle dikey sıçrama sırasında alt ekstremitelerde meydana gelen itici gücün, elit sporcularda patlayıcı özellikleri değerlendirmek için uygun olduğu düşünülmüştür. Ayrıca fiziksel uygunluk testlerinde ve yetenek seçimlerinde sıklıkla tercih edilmektedir (Castagna ve Castellini, 2013; Markovic ve ark., 2004).

Patlayıcı güç çıkışı performansın ana belirleyicilerinden biridir. Sıçrama, fırlatma, vurma aktivitelerinde patlayıcı kas hareketleri gerekmektedir. Ayrıca, çeşitli spor branşlarında (futbol, basketbol, beysbol vb.) hızlanırken veya yön değiştirme esnasında ani güç patlamaları gerekmektedir (Newton ve Kraemer, 1994).

#### **1.6. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Dikey Sıçrama Performansına Etkisini İnceleyen Çalışmalar**

Eksantrik ön yüklenme ve geleneksel halter ile oluşturulan ASP'nin sıçrama ve sprint performansına etkisini inceleyen bir çalışmaya 10 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar rastgele düzende eksantrik ön yüklenme ve geleneksel halter ile yarım squatı 3 set 6 tekrar gerçekleştirmiştir. Uygulama sonrası 1, 3 ve 7. dakikalarda dikey sıçrama ve 5 m sprint testleri tekrar edilmiştir. Çalışma sonucunda her iki grupta da sıçrama performansında artış gözlenirken 5 m sprint performansı için anlamlı bir gelişme tespit edilememiştir. İki grupta da ASP fırsat penceresi 3 ve 7. dakikalar arasında bulunmuştur (Beato ve ark., 2019).

Yüksek ve orta şiddetli eksantrik ön yüklenme dikey sıçrama, durarak uzun atlama ve yön değiştirme performansına etkisini karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada katılımcılar ergometrede belirlenen ağırlıklı disklerle 3 set 6 tekrar yarım squat egzersizi yapmıştır. Ön yüklenme sonrası 30 saniye, 3 ve 6. dakikalarda performans testleri tekrarlanmış ve başlangıç değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki grupta da sıçrama ve yön değiştirme performansında artış gözlenmiş fakat iki grup arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Ön yüklenme sonrası ilk 30 saniye yorgunluğun ön planda olması nedeniyle performans artışı 3. dakikadan sonra kaydedilmiştir. Araştırmacılar ASP etkisinden faydalanabilmek için fırsat penceresi zaman aralığına dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir (Beato ve ark., 2021).

Baeto ve ark. (2021)'nin eksantrik ön yüklenme ile meydana gelen ASP'nin sıçrama performansı ve alt ekstremitte gücü üzerine etkisini inceledikleri bir başka çalışmada 18 aktif erkek gönüllü katılım sağlamıştır. Deney grubunda, maksimal güçte 3 set 6 tekrar (setler arası 2 dk pasif dinlenme) yarım squat egzersizi yaptırılmıştır. Kontrol grubu sadece ısınma protokolünü uygulamıştır. Her iki grupta da 15 saniye, 1, 3, 5, 7 ve 9. dakikalarda sıçrama performansı ve izokinetik kas kuvveti ölçümleri karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda eksantrik ön yüklenme uygulanan grupta ASP etkisi ile sıçrama performansında, quadriseps ve hamstring tepe kuvvetinde anlamlı gelişme tespit edilmiştir. Ayrıca ASP etkisi için en uygun zaman diliminin 3 ve 9. dakikalar arasında olduğu bildirilmiştir.

Ön yüklenme uygulamasında kas kasılma tipinin dikey sıçrama performansına etkisini karşılaştıran bir çalışmaya 14 erkek atlet katılmıştır. Katılımcılar rastgele sırayla kontrol, eksantrik, konsantrik ve izometrik olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Konsantrik ön yüklenme grubu 1 TM %90'ı ile, eksantrik ön yüklenme grubu 1 TM %70'i ile 1 dk dinlenme aralıklarıyla 3 set tek tekrar yarım squat egzersizi gerçekleştirmiştir. İzometrik ön yüklenme grubunda 1 dk dinlenme aralığı ile 3 set tek tekrar 3 saniye süre ile yarım squat egzersizi yaptırılmıştır. Kontrol grubu 10 dk pasif dinlenme yapmıştır. Toplam 21 dk boyunca yapılan dikey sıçrama testlerinden sonra izometrik ön yüklenmenin ASP'yi eksantrik ve konsantrik ön yüklenmeden daha iyi indüklediği ortaya çıkmıştır. İzometrik ön yüklenme grubu hem kontrol hem de eksantrik ve konsantrik ön yüklenme gruplarına göre dikey sıçrama performansını daha fazla geliştirmiştir. Eksantrik ön yüklenme grubunda özellikle 6 ve 10. dakikadan itibaren dikey sıçrama performansı kontrol grubuna göre daha üstün bulunmuştur. Eksantrik ön yüklenme grubu konsantrik ön yüklenme grubuna göre daha üstün bulunurken, izometrik ve eksantrik ön yüklenme gruplarında optimal performans için fırsat penceresinin 2-10 dakika sonra gerçekleştiği bildirilmiştir (Bogdanis ve ark., 2014).

ASP'nin erkek futbolcularda sprint ve sıçrama performansına etkisini araştıran bir çalışmaya 12 kişi gönüllü katılım sağlamıştır. ASP etkisini meydana getirmek için 4 farklı grupta sırası ile deadlift (maksimum 5 tekrar), tuck jump (5 tekrar), izometrik diz eksatansiyonu (3 tekrar 3 saniye boyunca) ve kontrol (sadece ısınma) egzersiz seansları gerçekleştirilmiştir. Tüm gruplarda ön yüklenme egzersizi sonrası 4, 5 ve 6. dakikalarda 10 ve 20 m sprint testi; 7, 8 ve 9. dakikalarda dikey sıçrama testi tekrar edilmiştir. 2 farklı dinamik egzersiz formu ve maksimum istemli izometrik kasılmaların ASP etkisini nasıl etkilediğini ortaya çıkarmayı hedefleyen bu çalışmada kontrol grubu ile yapılan kıyaslamada anlamlı bir fark elde edilememiştir. Tüm yöntemlerden sonra performansta grup üzerinde anlamlı bir değişim olmamasına rağmen özellikle deadlift programından sonra performansta bireysel iyileşmeler gözlenmiştir. Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu da ASP'nin egzersiz hacmi, yükü ve bireysel değişkenlere bağlı olarak performans geliştirme potansiyelinde farklılıklar gösterdiği (Till ve Cooke, 2009).

Mike ve ark. (2017), farklı eksantrik kasılma sürelerinin kas kuvveti, dikey sıçrama ve yorgunluk üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada katılımcılara 1 TM %80 ağırlığı ile 4 set 6 tekrar squat egzersizi yaptırmıştır. Katılımcılar rastgele sıra ile eksantrik faz süresinin 2 sn, 4 sn ve 6 sn olduğu squat egzersizlerini 4 hafta boyunca gerçekleştirmiştir. Çalışma sonunda veriler incelendiğinde eksantrik fazın 2 sn olarak tamamlandığı egzersiz grubunda dikey sıçrama performansı anlamlı bir fark elde ederken diğer gruplarda anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM

#### 2.1. Araştırma Grubu

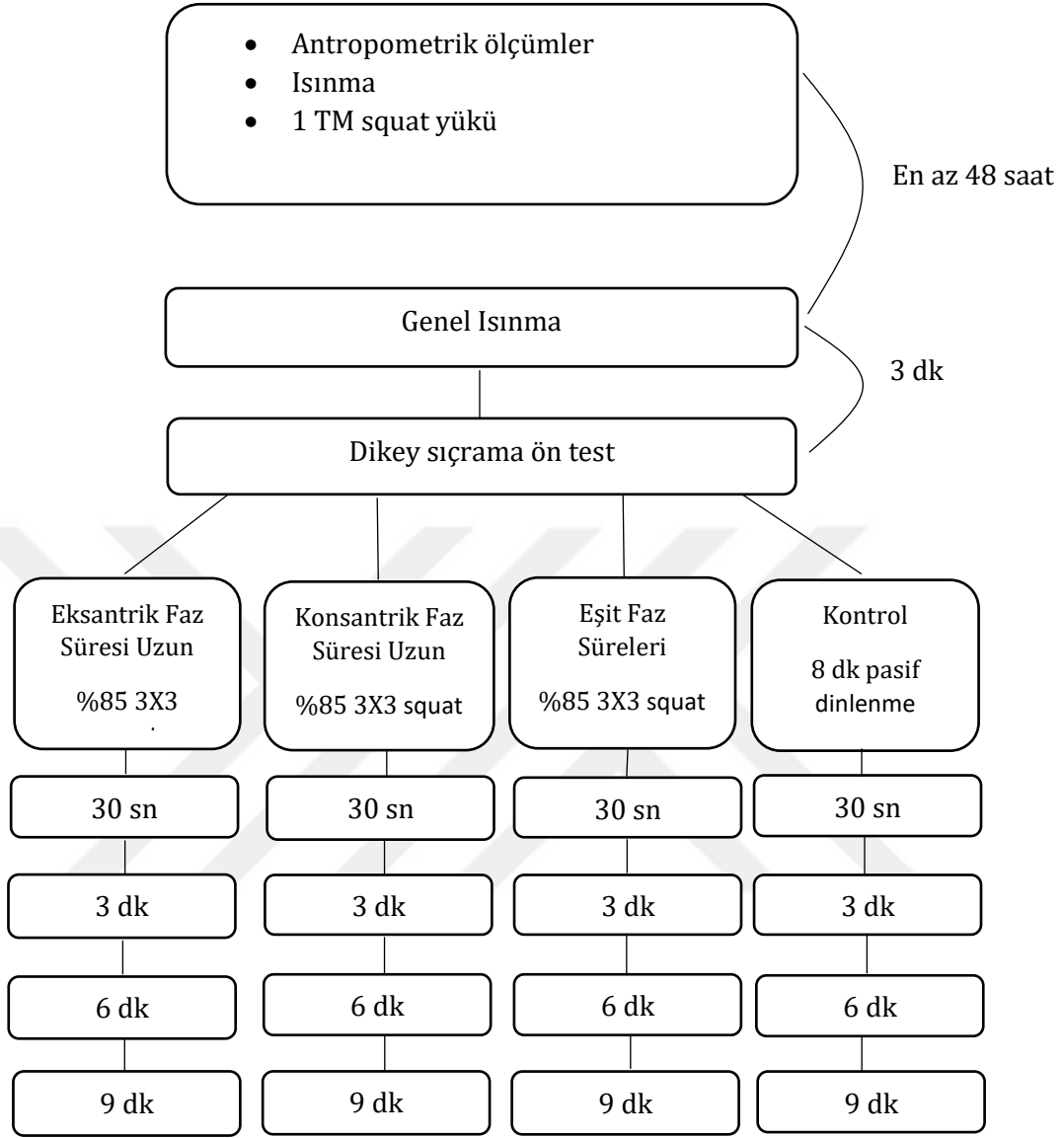
Çalışmaya, 18-26 yaş aralığında 14 erkek birey gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar ağırlık antrenmanı geçmişine sahip, serbest ağırlık sisteminde squat egzersizi yapmış bireylerden oluşmuştur. Son 6 ay içerisinde her hangi bir alt ekstremite sakatlığı geçirmiş bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışma öncesi Hitit Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulundan 06.12.2021 tarihinde çalışma için gerekli izinler alınmıştır (EK1), (Karar numarası 2021-85).

#### 2.2. Verilerin Toplanması

Veri toplamaya başlamadan önce katılımcılara test uygulamaları detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Aynı gün katılımcılara dikey sıçrama testi anlatılmış ve deneme yapmaları istenmiştir. Çapraz deney deseni yöntemi ile her katılımcı tüm uygulamalara katılmış ve 48 saat aralıklarla uygulamalara alınmıştır. İlk test ölçümünden 48 saat önce tüm katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut yağ yüzdesi ölçümü yapılmış, 1 TM squat yükleri belirlenmiştir. Tüm testler sabah saat 08.00-12.00 aralığında gerçekleştirilmiştir. Her test öncesi tüm katılımcılar aynı ısınma prosedürünü uygulamıştır.

Katılımcılar test ölçümünden bir gün önce alkol, kafein tüketmemeleri, ağır direnç antrenmanı yapmamaları ve ölçümden en az 2 saat önce yemek yemeleri gerektiği konusunda uyarılmıştır.

Her test ölçümünde katılımcılardan ilk önce genel ısınma yapmaları istenmiştir (5 dk treadmill ve 1 TM ağırlığının %50'si ile 10 tekrar yarım squat). Genel ısınmanın ardından 3 dk pasif dinlenme süresi verilmiştir ve ilk dikey sıçrama testi gerçekleştirilmiştir. Ardından her bir ön yüklenme uygulaması için 1 TM %85 ağırlığında 3 set 3 tekrar yarım squat egzersizi yaptırılmıştır (Carbone ve ark., 2020; Beato ve ark., 2021). Her set arasında 3 dk pasif dinlenme süresi verilmiştir. Son squat seti bittikten 30 sn, 3, 6, ve 9 dk sonra dikey sıçrama testi tekrarlanmıştır (Beato ve ark., 2021).



**Şekil 2.1.** Araştırma deseni

### 2.2.1. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi

**Yaş:** Katılımcıların nüfus cüzdan bilgilerinden bitirdikleri yaşları araştırmacı tarafından kaydedilmiştir.

**Boy Uzunluğu:** Katılımcılardan Seca marka boy uzunluğunu ölçen alete çıplak ayakla çıkmaları, ölçü çizgilerinin olduğu çubuğa sırtlarını ve başın arka kısmını yaslamaları istenmiştir. Ölçüm aletinin ölçme çantası başın en üst kısmına değdiğinde okunan değer kaydedilmiştir.

Vücut Ağırlığı: Katılımcılardan sırayla, kalibrasyonu yapılmış Tanita BC-418 MA marka tartı aleti üzerine çıplak ayakla ve şort-tişört ile çıkmaları istenmiştir. Daha sonra tartı üzerinde görünen değer kg cinsinden araştırmacı tarafından kayda geçirilmiştir.

Vücut Yağ Yüzdesi: Katılımcıların vücut yağ yüzdesi sırayla kalibrasyonu yapılmış Tanita BC-418 vücut kompozisyon analizatörü ile belirlenmiştir. Katılımcıların vücut yağ yüzdeleri üzerlerinde şort ve tişört varken belirlenmiştir.

### **2.2.2. Standart ısınma protokolü**

Katılımcılar tüm test ölçümlerinden önce 5 dk boyunca treadmill ve ardından 1 TM %50 ağırlığı ile 10 tekrar yarım squat egzersizi ile ısınma uygulamasını gerçekleştirmiştir.

### **2.2.3. 1 tekrar maksimum squat ağırlığının belirlenmesi**

Diz fleksiyon açısının 90 derece olduğu yarım squat egzersizi ile test yapılmıştır. Test serbest ağırlık sisteminde gerçekleştirilmiştir. Standart ısınma uygulamasının ardından 1 TM testine başlanmıştır. Katılımcının isteği ve araştırmacı tarafından öngörülen ağırlık ile birinci sette 7-10 tekrar arasında kaldırış yapılmıştır. Kaldırdıkları ağırlığa ve hissettikleri zorluğa göre 2,5-5 kg eklenerek tekrar etmeleri istenmiştir. Kilo artırma işlemi katılımcının sadece 1 tekrar yapabildiği ağırlığa kadar sürdürülmüştür. Kaldırılan 1 tekrar ağırlığı kg cinsinden araştırmacı tarafından kaydedilmiştir. Bir günde katılımcılara en fazla 5 set deneme hakkı verilmiş eğer başarılı olunamamışsa test 48 saat sonra tekrar edilmiştir (Kafkas ve ark., 2018).



**Fotoğraf 2.1. 1 TM squat ağırlığının belirlenmesi**

#### **2.2.4. Dikey sıçrama testi**

Katılımcıların dikey sıçrama performansları Boscco Mat'ı (Newtest 1000, Oulu, Finlandiya) kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcıların burada havada kalma süreleri ölçülmüştür. Katılımcıların dikey sıçrama mesafeleri aktif sıçrama (countermovement jump) test protokolü kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcılar birer dakika ara ile iki deneme gerçekleştirmişlerdir. Denemelerden elde edilen en yüksek havada kalma süresi kaydedilmiştir. Ölçülen havada kalma sürelerinden aşağıdaki formül kullanılarak, katılımcıların yerden yükseklikleri hesaplanmıştır.

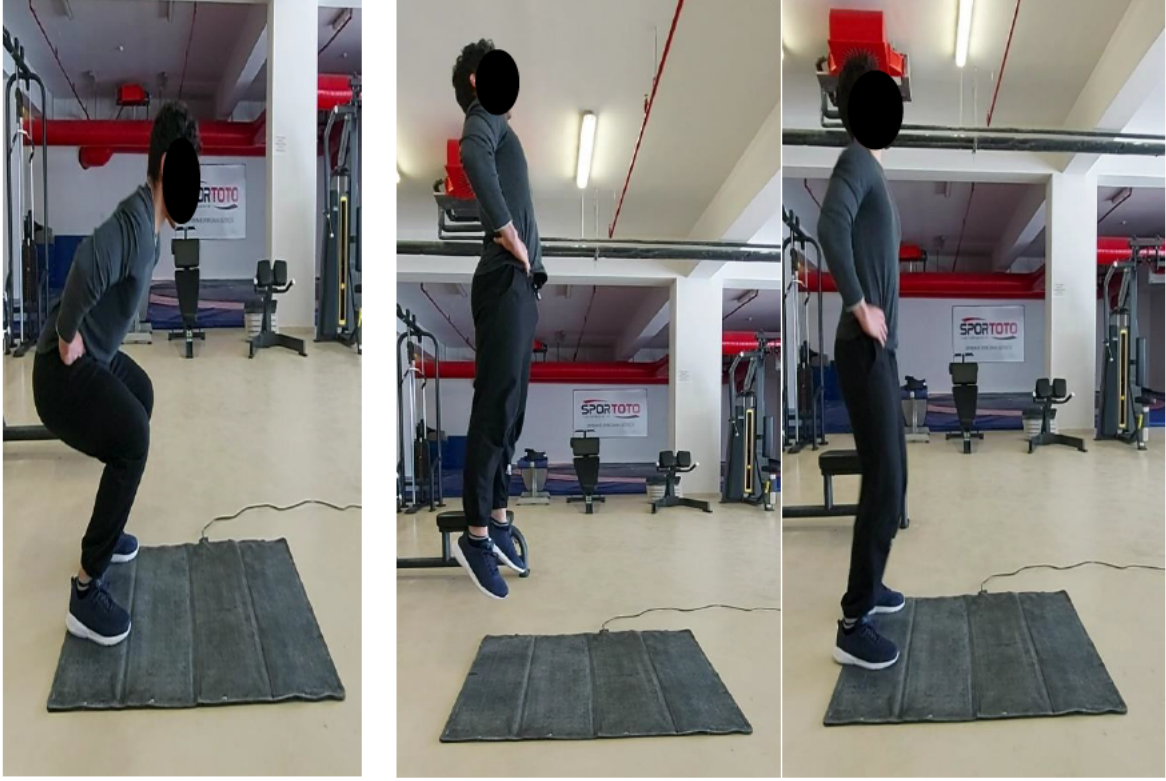
$$h = g \cdot t^2 / 8$$

Burada;

*h = yerden yükselme mesafesi (m)*

*g = yerçekimi ivmesi (9.81m/s<sup>2</sup>)*

*t= havada kalma süresi (s)*



**Fotoğraf 2.2. Dikey sıçrama testi**

### **2.2.5. Aktivasyon sonrası potansiyasyonun uygulanması**

Tüm katılımcılar 1 TM değerinin %85'i ile 3 set 3 tekrar yarım squat egzersizi yapmıştır. Yarım squat egzersizi diz fleksiyon açısı 90 derece olacak şekilde yapılmıştır.

Diz fleksiyon açısı araştırmacı tarafından gonyometre ile ölçülmüştür. Set aralarında 3 dk pasif dinlenme süresi verilmiştir (Carbone ve ark., 2020; Beato ve ark., 2021).

Eksantrik fazın uzun olduğu egzersiz uygulamasında (E) squat egzersizini eksantrik faz 4 saniye, konsantrik faz 2 saniye sürecek şekilde 6 saniyede tamamlanmıştır. Konsantrik fazın uzun olduğu egzersiz uygulamasında (K) eksantrik faz 2 saniye, konsantrik faz 4 saniyede tamamlanmıştır. Eşit faz süreleri ile yapılan egzersiz uygulamasında (E-K) squat egzersizini hem eksantrik hem de konsantrik faz 3 saniye sürecek şekilde gerçekleştirmiştir. Kontrol uygulamasında ise herhangi bir aktivite yapmadan squat egzersizi uygulama süresi kadar pasif dinlenme gerçekleştirilmiştir. Egzersiz süreleri katılımcının görebildiği bir dijital kronometre ile takip edilmiştir.



**Fotoğraf 2.3.** Squat egzersizinin uygulanışı

### **2.3. İstatistiksel Analiz**

Çalışma grubuna ait tamamlayıcı istatistikler için verilerin ortalama ve standart sapma ( $\bar{X} \pm SS$ ) değerleri kullanılmıştır. Bütün verilerin normal dağılım özellikleri Shapiro-Wilk normallik testi ile belirlenmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Bütün istatistiksel analizler için anlamlılık seviyesi  $p < 0,05$  kabul edilmiştir. Analizler SPSS 25 paket programında yapılmıştır.

### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR

Bu çalışma farklı eksantrik-konsantrik faz süreleri ile gerçekleştirilen squat egzersizinin sıçrama performansına akut etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan 14 erkek birey 48 saat aralıklarla bütün uygulamalara ve ardından 30 sn, 3, 6 ve 9 dk sonra dikey sıçrama testine katılmışlardır. Çalışmada elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

#### 3.1. Katılımcılara İlişkin Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmaya dahil edilen katılımcıların tanımlayıcı bulguları Tablo 3.1.1' de sunulmuştur. Toplanan veriler ışığında katılımcıların yaşları  $20,29 \pm 1,44$  yıl, boy uzunlukları  $177,89 \pm 5,40$  cm, vücut ağırlıkları  $77,55 \pm 11,06$  kg, vücut yağ yüzdesi  $\%12,84 \pm 4,96$  ve 1 TM squat ağırlığı  $136,91 \pm 39,17$  kg olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 3.1.** Katılımcılara ilişkin tanımlayıcı bulgular

Değişkenler	N	Ort	Ss
Yaş (yıl)	14	20,29	1,44
Boy (cm)	14	177,89	5,40
Vücut Ağırlığı (kg)	14	77,55	11,06
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	14	12,84	4,96
1 TM Ağırlığı (kg)	14	136,91	39,17

### 3.2. Farklı Squat Egzersizleriyle Uygulanan ASP'nin Dikey Sıçrama Performansına Etkisi

**Tablo 3.2.** Uygulama grupları ve dikey sıçrama yüksekliklerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Değişken	Uygulama	Ön test	30 sn	3 dk	6 dk	9 dk
Sıçrama Yüksekliği (cm)	E	39,86±4,05	38,76±4,44	39,05±4,59	39,20±4,22	39,90±4,44
	K	38,84±4,65	39,63±5,23	40,42±6,29	40,05±4,52	37,72±3,29
	E-K	40,06±3,65	39,15±5,78	39,89±5,32	38,10±4,77	38,53±3,81
	Kontrol	39,73±4,21	37,59±3,16	38,31±4,80	38,16±4,05	39,63±5,60

Tablo 3.2.1. 'de eksantrik faz süresinin uzun tutulduğu uygulamaya (E), konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu uygulamaya (K), eksantrik-konsantrik faz süresinin eşit tutulduğu uygulamaya (E-K) ve kontrol uygulamasına ait dikey sıçrama performansları verilmiştir.

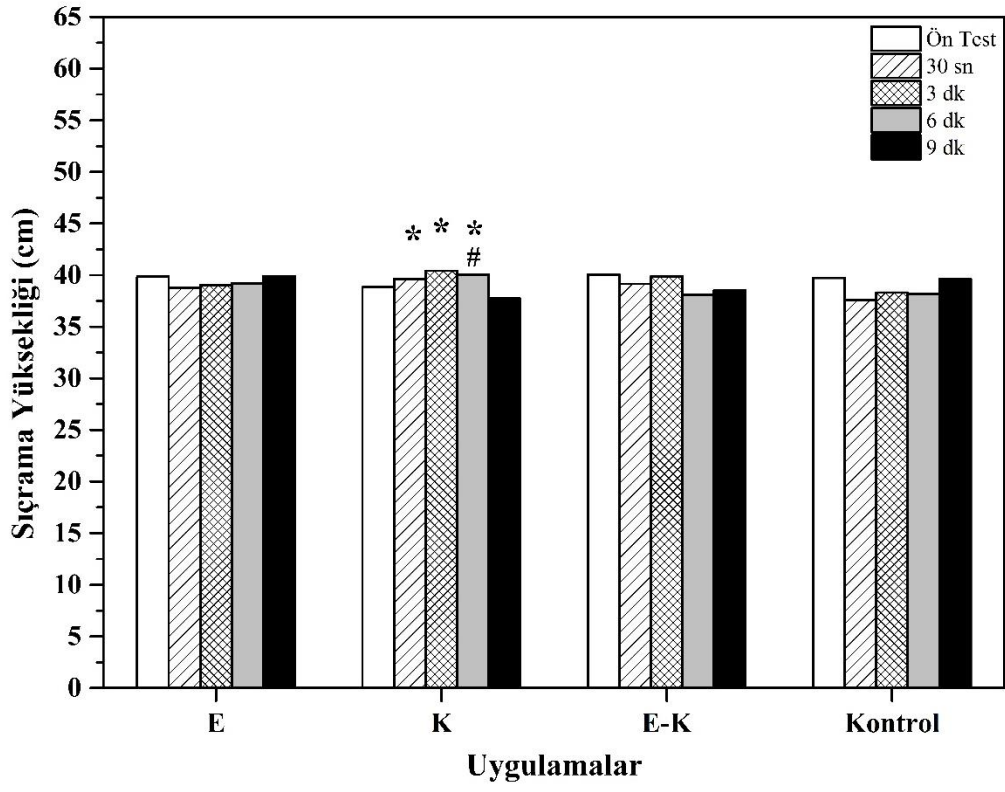
**Tablo 3.3.** Dikey sıçrama yüksekliklerinin karşılaştırılması

Değişken	KT	SD	KO	F	p
Zaman	30,315	4	7,579	1,336	0,269
Zaman×Uygulama	138,791	12	11,566	2,421	0,007
Uygulama	20,236	3	6,745	0,489	,692
Grupiçi Hata	745,177	156	4,777		
Gruplararası Hata	197,690	13	15,207		

KT: Kareler toplamı; KO: Kareler ortalaması; SD: Serbestlik derecesi.

Dikey sıçrama yüksekliklerinin karşılaştırılması için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (4 uygulama × 5 zaman) sonuçlarına göre, uygulama × zaman etkisinde ( $F_{(12-156)}= 2,421$ ;  $p=0,007$ ) istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken, uygulama etkisinde ( $F_{(3-39)}= 0,489$ ;  $p=0,692$ ) ve zaman etkisinde ( $F_{(4-52)}=1,336$ ;  $p=0,269$ ) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Farkın hangi uygulama ve ölçümler arasında olduğunu saptamak için yapılan istatistiksel analizler sonucunda kontrol uygulaması ile konsantrik faz süresi uzun tutulan uygulama arasında ön test ile 30.sn, 3.dk ve 6.dk arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Ayrıca konsantrik faz süresi uzun tutulan uygulama ile konsantrik-eksantrik faz sürelerinin eşit olduğu uygulama arasında ön test ile 6.dk arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).



**Şekil3.1.** Uygulamalara göre sırama yükseklikleri.

\*Kontrol uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı fark var.

#E-K uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı fark var.

## 4. BÖLÜM

### TARTIŞMA

Her geçen gün sporun ve sportif performansın önemi hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak sportif performansın geliştirilebilmesi için yeni arayışlar ve çalışmalar da devam etmektedir. ASP uygulamaları sporcuların ve antrenörlerin performansı geliştirmek için sıklıkla tercih ettiği yöntemlerin başında gelmektedir. Bu nedenle ASP'nin performans gelişimi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar da artmaktadır. Literatürde ASP uygulamalarının dikey sıçrama performansına akut ve kronik etkilerini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Çalışmamızın birincil amacı farklı eksenrik-konsantrik faz süreleri ile gerçekleştirilen ön yüklenme aktiviteleri arasında optimal performans gelişimini sağlayan egzersiz tipini tespit etmektir. Çalışmanın bir diğer amacı ise patlayıcı aktivite öncesinde optimal performans gelişiminin sağlandığı toparlanma süresini tespit etmektir.

#### 4.1. ASP ve Dikey Sıçrama Performansına Etkisi

Literatür incelemesi yapıldığında ASP etkisini ortaya çıkarmak için sıklıkla squat egzersizleri tercih edilmektedir. Squat egzersizlerinin uygulamasının kolay ve performans gelişiminde kanıtlanmış etkilerinin olması tercih edilmesinin sebepleridir (Crewther ve ark., 2011; Kilduff ve ark., 2007). Ağır direnç antrenmanları sporcunun müsabaka dönemi için uzun süreli hazırlık bileşenlerinden biridir. Ağır direnç antrenmanlarının uzun dönem sonuçlarına odaklanan çalışmalarda kasın kuvvet ve güç üretim yeteneğinin arttığı, hız ve sportif becerilerin geliştiği belirtilmiştir (Chiu ve ark., 2003, Ünlü ve ark., 2020; Lin, Wu, Huang ve Cai, 2017; Hindistan ve ark., 1999; Dood ve Alvar, 2007).

Ön yüklenme aktivitelerinin kas kuvveti, güç üretimi, dikey sıçrama performansı ve kas yorgunluğu üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar uygulama süresi, kas kasılma tipi ve yüklenme hacmine bağlı olarak farklı sonuçlar bildirmişlerdir. Weber, Brown, Coburn ve Zinder (2008), 12 erkek sporcu ile yaptıkları çalışmada ağır squat ön yüklenme egzersizinin ardışık squat sıçrama performansına akut etkisini incelemiştir. Katılımcılar 1 TM %85'i ile 5 tekrar squat ve ardışık 5 tekrar squat sıçrama yapacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Çalışma sonunda 1 TM %85'i ile squat egzersizi yaptırılan grupta ortalama ve tepe sıçrama yüksekliğinin anlamlı seviyede arttığı belirtilmiştir. Genel ısınma sonrası ön yüklenme aktivitesi olarak 5 tekrarlı squat sıçrama yaptırılan grupta ise ortalama ve tepe sıçrama yüksekliğinin anlamlı seviyede düştüğü gözlenmiştir. Bu bulgular yapmış olduğumuz çalışmada 1 TM %85'i ile yapılan squat egzersizlerinin dikey sıçrama gibi pliometrik aktivitelerde performans artışı sağlayabileceğini doğrulamaktadır. Yine aynı çalışmada katılımcıların güç antrenmanı geçmişinin olması tip II kas lifi oranının daha yüksek ve motor ünite senkronizasyonunun daha gelişmiş olmasını sağladığı belirtilmiştir.

Bu durum çalışmamızdaki bireysel farklılıkları da açıklamaktadır. Ayrıca ön yüklenme aktivitesi olarak ardışık squat sıçrama yapılan grupta tekrarlar arası dinlenme süresinin 3 dk ile sınırlı olmasının performans öncesi kas toparlanmasına yeterli gelmeyeceği için oluşan yorgunlukla performansı olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Weber ve ark., 2008).

Elit kadın voleybolcularla yapılan bir çalışmada 1 TM %90'ı ile 3 tekrar squat egzersizi yapılmıştır. Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmada deney grubunda sıçrama performansında anlamlı iyileşmeler gözlenmiş ve maç esnasında birkaç dakika süre ile ASP etkisinin devam ettiği bildirilmiştir. Aktivasyon protokolünde daha yüksek bir ağırlık kullanılmasına rağmen deney grubundaki sporcuların antrenman geçmişi ve doğru toparlanma süresi (8 dk) ASP etkisinin meydana gelmesini sağlamıştır (Gasch ve ark., 2022).

Yeleşen ve Özkaya (2021), antrenman seviyesi yüksek 12 katılımcı ile gerçekleştirdikleri çalışmada 1 TM %90'ı ile bir gruba 5 set 1 tekrar squat diğer gruba ise kalça itiş egzersizi (hip thrust) yaptırmıştır. Çalışma sonunda her iki grupta da sprint performansında anlamlı bir değişme görülmezken squat egzersizi yapan grupta dikey sıçrama performansında anlamlı bir iyileşme olduğu bildirilmiştir. Performans öncesi seçilen yüksek ağırlıklı direnç antrenmanı ya da kompleks antrenmanlarda tercih edilen egzersizin performansa uygun kinezyolojide olması performans gelişimini etkileyen önemli bir faktördür. Yapmış olduğumuz çalışma ile benzer olarak, ASP'yi uyarmak için tercih edilen ağır direnç egzersizinde tüm setlerde hareketin açılma hızının sabit tutulması yorgunluğu azaltarak performans gelişimini sağlamaktadır.

Volan ergometresi ve serbest ağırlık sisteminde meydana getirilen ASP'nin performans üzerine etkilerini kıyaslamak için yapılan bir çalışmada 28 erkek profesyonel sporcu 1 TM % 90'ı ile çalışmıştır. Ayrıca bu çalışmada katılımcılar daha güçlü ve daha zayıf olarak sınıflandırılarak ASP etkisi açısından karşılaştırılmıştır. Hem volan hem de serbest ağırlık grubunda sıçrama performansında anlamlı bir gelişme sağlanırken sadece volan grubunda daha güçlü sınıfa dahil olan katılımcıların sprint performansında anlamlı bir gelişme olmuştur. Bu durum bir sporcunun güç seviyesinin yorgunluk ve güçlenme arasında doğrudan bir bağlantısı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda katılımcıların dikey sıçrama performansını bireysel farklılıkların, antrenman geçmişinin ve kas gücü farklılıklarında önemli ölçüde etkileyebildiği belirtilmiştir. Ayrıca sporcuların yeterli güç seviyesine sahip olmadığında daha uzun süreli toparlanma vaktine ihtiyaç duyabileceği çalışmanın bir diğer bulgusudur (Sañudo, Hoyo, Haff ve Muñoz-López, 2020).

Daha gelişmiş bir güç ve kas aktivasyonu için eksantrik kasılmaların ağır direnç egzersizleri ile karşılaştırıldığında daha iyi tip II kas lifi ve kortikal aktivite uyarımını sağladığı bilinmektedir. Ayrıca eksantrik kasılmalar uzama kısalma döngüsü ile kastaki elastik bileşenleri uyararak sonraki kas eylemlerinde güç üretimini geliştirebilmektedir (Maroto-Izquierdo, García-López, Fernandez-Gonzalo, Moreira, González-Gallego ve de Paz, 2017).

Timon, Allemano, Camacho-Cardenosa, Camacho-Cardenosa, Martinez-Guardado ve Olcina (2019), volan ergometresi (eksantrik kasılma uygulayabilmek için) ve geleneksel serbest ağırlık sisteminde meydana getirilen ASP'nin dikey sıçrama performansına etkisini, yaptıkları çalışmada karşılaştırmışlardır. 16 kişinin katıldığı çalışmada her iki grupta da maksimal güç ile 3 set 6 tekrar (setler arası 3 dk dinlenme) yarım squat egzersizi performans öncesi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda volan ergometresi ile egzersizleri tamamlayan grupta dikey sıçrama performansının anlamlı düzeyde geliştiği gözlenirken geleneksel ağırlık sistemini kullanan grupta sıçrama performansında anlamlı bir gelişme olmadığı bildirilmiştir. Özellikle 4. ve 8. dakikalarda performans gelişiminin optimal olduğu gözlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada uygulanan eksantrik faz süresinin uzun tutulduğu ön yüklenme aktivitesinin benzer sonuçları vermemesinin nedeni özellikle yüklenme ağırlığının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özelleşmiş hareketler ve bireysel farklılıklarla birlikte meydana gelen ASP etkisinin atletik performansa etkisini inceleyen bir başka çalışmada 9 elit ragbi oyuncusu 1 set 3 TM ağırlığında squat egzersizi gerçekleştirmiştir. 15 sn, 4, 8, 12 ve 16. dakikalarda tekrar edilen sıçrama, sprint ve yatay kızak itme performansları incelenmiştir. Çalışma sonunda tek bir 3 TM squat egzersizinin toparlanma süresi kişiselleştirildiğinde her sporcu için sıçrama performansında olumlu bir sonuç görülebileceği bildirilmiştir. Veriler incelendiğinde özellikle ilk 15 saniyede sıçrama performansı azalırken 4, 8 ve 12. dakikalarda performansın pozitif yönde değiştiği gözlenmiştir. Elde ettiğimiz veriler incelendiğinde çalışma gruplarında bazı sporcuların özellikle ilk 30 sn performansındaki düşmenin sporcunun yeterli toparlanma zamanına sahip olamadığı için meydana geldiği söylenebilir. Ön yüklenme aktivitesi sonrası yaklaşık ilk 15 sn-1 dk aralığında performansın olumsuz etkilenmesi ağır direnç antrenmanına bağlı gelişen kas yorgunluğuna bağlanmaktadır. Ağır direnç antrenmanı sonrası kasların toparlanması için yeterli süre verildiğinde ASP etkisi ile performans pozitif yönde değişmeye başlamaktadır (Crewther ve ark., 2011).

Hughes, Massiah ve Clarke (2016), aşırı yüklenmiş eksantrik ön yüklenme aktivitesi ve geleneksel squat egzersizini kıyasladıkları çalışmada eksantrik ön yüklenme grubunda dikey sıçrama performansında anlamlı bir gelişme gözlemlerken geleneksel squat egzersizi yapan grupta performansın olumsuz etkilendiğini belirtmiştir. Optimal performans gelişimi için ön yüklenme ağırlığı olarak submaksimal yük (3 TM) tercih edilmiştir. Aşırı yüklenmiş eksantrik ön yüklenme geleneksel squat egzersizine göre artan hızlı motor ünite aktivasyonu ve buna bağlı laktat birikimi nedeniyle daha fazla yorgunluğa neden olabilmektedir. Buna rağmen uygun toparlanma süresi (8-12 dk) ile ASP etkisi meydana gelmiş ve dikey sıçrama performansında gelişme gözlenmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmada yüklenme ağırlığının 1 TM %85'i ve toparlanma süresinin maksimum 9 dk ile sınırlı olması nedeniyle eksantrik faz süresi uzatılan uygulamada yorgunluğun ön plana çıkarak performansı olumsuz etkilemiş olabileceği söylenebilir.

Ön yüklenme aktivitesi sonrası gelişmiş güç ve performans elde edebilmek için direnç egzersizi, direnç egzersizinin hacmi, türü, aktivite öncesi geçen süre, test protokolü ve deneklerin antrenman durumu oldukça önemlidir (Scott ve Docherty, 2004).

Rixon ve ark. (2007), 1 TM %90'ı ile 1 set 3 tekrar squat egzersizleriyle yapılan ön yüklenmenin yorgunluğa neden olabileceği nedeniyle atletik performansı düşürebileceğini bildirmişlerdir. 3 set 3 saniye süre ile uygulanan maksimal izometrik kasılmalar ASP etkisi meydana getirmede daha üstün bulunmuş ve daha düşük yorgunlukla performans gelişiminin pozitif yönde olduğunu bildirmişlerdir. Marshall ve ark. (2019) ise yapmış oldukları çalışmada maksimal istemli izometrik kasılmaların atletik performans üzerine olumlu bir etki göstermediğini bildirmiştir. Yine aynı çalışmada performans gelişimi açısından bireysel farklılıkların olması diğer müdahale planları için örnek teşkil etmekte olduğu bildirilmiştir.

Scott ve Docherty (2004), ağır ön yüklenme egzersizinin sıçrama performansına akut etkisini inceledikleri çalışmada 5 TM yükünün tamamı ile 1 set 5 tekrar squat egzersizini kullanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler incelendiğinde dikey sıçrama ve durarak uzun atlama performanslarında test öncesi ve sonrası anlamlı bir fark oluşmamıştır. Çalışmada kullanılan ağır direnç egzersizlerinin türü ve yoğunluğu elde edilen bulguların belirsiz olmasına neden olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

ASP uygulamalarında bireysel farklılıkların etkisini inceleyen başka bir çalışmada 8 kadın ve 8 erkek katılımcı ile cinsiyete göre performans gelişimi de kıyaslanmıştır. McCann ve Flanagan (2010), dikey sıçrama performansı öncesi uygulanan ön yüklenme aktivitesi ile egzersiz seçimi, cinsiyet ve dinlenme aralıklarının ASP oluşumuna etkisini incelemiştir. Denekler 4 dk veya 5 dk dinlenme süresi ile squat ve hang clean egzersiz protokollerini tamamlamıştır. Veriler incelendiğinde sıçrama performansında 4 dakikalık dinlenme aralığı ile ön test ve son test arasında anlamlı bir fark elde edilirken 5 dakikalık dinlenme grubunda anlamlı bir fark elde edilememiştir. Erkeklerin dikey sıçrama yükseklikleri kadınlara oranla daha yüksek olmasına rağmen çalışma sonunda ASP oluşumu açısından kadınlar ve erkekler arasında anlamlı bir fark elde edilemediği bildirilmiştir. Farklı egzersiz seçimleri bireysel farklılıklarla birleştğinde performans üzerinde genele yansıyan anlamlı bir gelişme göstermemiştir. Çalışma sonunda ASP için uygun bir zaman dilimi kesin olarak belirlenememiştir.

Karmaşık ön yüklenme aktiviteleri ile ASP meydana getirebilmek için bireysel farklılıkların iyi belirlenip, doğru egzersiz seçimi yapılmasının atletik performansta anlamlı bir gelişme sağlayabileceği belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar ağır direnç antrenmanı ile ASP etkisi meydana getirebilmek için 1 TM yükünün %80-%100 aralığında uygulanması gerektiğini belirtmektedir (Sañudo ve ark., 2020; McBride, Nimphius ve Ericson, 2005; Rixon ve ark., 2007).

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde yorgunluğun daha az olması ve performans gelişiminin nispeten daha yüksek olduğu yüklenme ağırlığı ortalama 1 TM %85-90 olarak bulunmuştur (Beato ve ark., 2021, Beato ve ark., 2021; Golas, Maszczyk, Zajac, Mikolajec ve Stastny, 2016; Munger ve ark., 2017). Bu nedenle çalışmamızda yüklenme ağırlığı 1 TM %85'i tercih edilmiştir.

Khamoui ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada ön yüklenme aktivitesi için 1 TM %85'i ile 4 farklı grupta sırasıyla 2, 3, 4 ve 5 tekrar squat protokolü uygulamıştır. Çalışma sonucunda rekreasyonel olarak aktif bireylerde 1 TM %85'i ile yapılan ön yüklenme aktivitesinin dikey sıçrama performansını olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Seçilen denek grubunun kas kuvvetinin düşük olması ve ağır ön yüklenme sonrası yeterli toparlanma süresinin (5 dk) sağlanamaması nedeniyle ASP'nin meydana gelmediği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.



## SONUÇ VE ÖNERİLER

ASP ile ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla squat egzersizleri tercih edilmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada squat egzersizlerinin eksantrik ve konsantrik faz sürelerindeki değişimlerle meydana getirdiği ASP'nin dikey sıçrama performansına etkisi incelenmiştir.

Ön yüklenme aktivitelerinde belirlenen yüklenme protokolü daha önce yapılmış çalışmalar incelenerek en fazla performans gelişiminin sağlandığı aralıkta belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda:

1. 1 TM %85'i ile 3 set 3 tekrar yapılan, konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu yarım squat egzersizinin dikey sıçrama performansını 30. sn, 3. dk ve 6. dk'da anlamlı düzeyde geliştirdiği tespit edilmiştir.
2. Konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu egzersiz uygulamasında performans gelişiminin en üst düzeyde olduğu (fırsat penceresi) zaman dilimi ön yüklenme aktivitesi sonrası 3. dakika olarak tespit edilmiştir.
3. Eksantrik faz süresi uzun tutulan ve eşit eksantrik-konsantrik faz süreli squat egzersizi uygulamalarında dikey sıçrama performansı kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark göstermemiştir.
4. Konsantrik faz süresi uzun tutulan squat egzersiz uygulaması ile eşit eksantrik-konsantrik faz süreli squat egzersiz uygulaması arasında yapılan dikey sıçrama performansı karşılaştırmasında 6. dk'da anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sporcular ve antrenörler için aşağıdaki öneriler sunulabilir:

1. Sıçrama performansı öncesi konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu 1 TM % 85'i ile 3 set 3 tekrar yapılan squat ön yüklenme egzersizi sporcular ve antrenörler tarafından kullanılabilir.
2. Konsantrik faz süresinin uzun tutulduğu squat egzersizi sonrası dikey sıçrama performansının optimal seviyede olması için toparlanma süresinin 3 dk olması önerilebilir.
3. 9 dakikadan daha uzun süren toparlanma süresinin dikey sıçrama performansında herhangi bir etkisinin olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda araştırmacılar için aşağıdaki öneriler sunulabilir:

1. Çalışmamız 14 erkek birey ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma gelecekte kadın sporcular ile tekrar edilebilir ve cinsiyet farklılığı araştırılabilir.
2. Bu çalışma düzenli antrenman geçmişi olan ve olmayan gruplar arasında tekrar edilip antrenman geçmişinin ASP oluşumu üzerindeki etkisi hakkında bilgi edinilebilir.

3. ASP yöntemi olarak aynı yük ve set sayıları kullanılarak maksimal istemli kasılma protokolünün dikey sıçrama performansına etkisi karşılaştırılabilir.
4. Çalışma sportif branşa uygun bir çalışma grubu ve egzersiz protokolü ile tekrar edilip sportif performanstaki değişme incelenebilir.



## KAYNAKÇA

- Anthi, X., Dimitrios, P. ve Christos, K. (2014). On the mechanisms of post-activation potentiation: the contribution of neural factors. *Journal of Physical Education and Sport*, 14(2), 134.
- Bayraktar, B. ve Kurtoğlu, M. (2009). Sporda performans, etkili faktörler, değeriendirilmesi ve artırılması. *Klinik Gelişim Dergisi*, 22(1), 16-24.
- Bayraktar B. ve Kurtoğlu M. (2004). Sporda performans ve performans artırma yöntemleri. *Doping ve Futbolda Performans Artırma Yöntemleri*, Ed.: Atasü T, Yücesir İ, İstanbul. 269-296.
- Beato, M., Bigby, A. E., De Keijzer, K. L., Nakamura, F. Y., Coratella, G. ve McErlain-Naylor, S. A. (2019). Post-activation potentiation effect of eccentric overload and traditional weightlifting exercise on jumping and sprinting performance in male athletes. *PLoS One*, 14(9), e0222466.
- Beato, M., De Keijzer, K. L., Leskauskas, Z., Allen, W. J., Iacono, A. D. ve McErlain-Naylor, S. A. (2021). Effect of postactivation potentiation after medium vs. high inertia eccentric overload exercise on standing long jump, countermovement jump, and change of direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(9), 2616-2621.
- Beato, M., Stiff, A. ve Coratella, G. (2021). Effects of postactivation potentiation after an eccentric overload bout on countermovement jump and lower-limb muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(7), 1825-1832.
- Bevan, H. R., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Kingsley, M. I., ve Kilduff, L. P. (2009). Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1780-1785.
- Blazevich, A. J. ve Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in physiology*, 1359.
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Veligekas, P., Tsolakis, C. ve Terzis, G. (2014). Effects of muscle action type with equal impulse of conditioning activity on postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2521-2528.
- Bobbert, M. F., Huijing, P. A. ve van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 19(4), 332-8.
- Carbone, L., Garzón, M., Chulvi-Medrano, I., Bonilla, D. A., Alonso, D. A., Benítez-Porres, J. ve Vargas-Molina, S. (2020). Effects of heavy barbell hip thrust vs back squat on subsequent sprint performance in rugby players. *Biology of Sport*, 37(4), 325.
- Carter, J. ve Greenwood, M. (2014). Complex training reexamined: Review and recommendations to improve strength and power. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 11-19.
- Castagna, C. ve Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161.

- Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B. ve Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E. ve Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 671-677.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D. ve Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(5), 308-319.
- Chorley, A. ve Lamb, K. L. (2019). The effects of a cycling warm-up including high-intensity heavy-resistance conditioning contractions on subsequent 4-km time trial performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1), 57-65.
- Coratella, G., Beato, M., Milanese, C., Longo, S., Limonta, E., Rampichini, S., Cè, E., Bisconti A. V., Schena, F. ve Esposito, F. (2018). Specific adaptations in performance and muscle architecture after weighted jump-squat vs. body mass squat jump training in recreational soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 921-929.
- Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Middleton, M. K., Bunce, P. J., ve Yang, G. Z. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3319-3325.
- Dodd, D. J. ve Alvar, B. A. (2007). Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1177-1182.
- Downey, R. J., Deprez, D. A. ve Chilibeck, P. D. (2022). Effects of Postactivation Potentiation on Maximal Vertical Jump Performance After a Conditioning Contraction in Upper-Body and Lower-Body Muscle Groups. *Journal of strength and conditioning research*, 36(1), 259-261.
- Ebben, W. P. ve Watts, P. B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: Complex training. *Strength & Conditioning Journal*, 20(5), 18-27.
- Esformes, J. I., Cameron, N. ve Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1911-1916.
- Fowles, J. R. ve Green, H. J. (2003). Coexistence of potentiation and low-frequency fatigue during voluntary exercise in human skeletal muscle. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 81(12), 1092-1100.
- Fukunaga, T., Ichinose, Y., Ito, M., Kawakami, Y. ve Fukashiro, S. (1997). Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 82(1), 354-358.
- Gago, P., Zoellner, A., Da Silva, J. C. L. ve Ekblom, M. M. (2020). Post Activation Potentiation and Concentric Contraction Performance: Effects on Rate of Torque Development, Neuromuscular Efficiency, and Tensile Properties. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(6), 1600-1608.

- Golas, A., Maszcyk, A., Zajac, A., Mikolajec, K. ve Stastny, P. (2016). Optimizing Post Activation Potentiation for Explosive Activities in competitive Sports. *Journal of Human Kinetics*, 52/2016, 95-106
- Güllich, A. ve Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*, 11, 67-84.
- Günay M, Tamer K. ve Cicioğlu İ. (2013). Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara: İlksan Matbaası.
- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D. ve Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of applied physiology*.
- Hancock, A. P., Sparks, K. E. ve Kullman, E. L. (2015). Postactivation potentiation enhances swim performance in collegiate swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 912-917.
- Hanson, E. D., Leigh, S. ve Mynark, R. G. (2007). Acute effects of heavy-and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1012-1017.
- Hindistan, E. İ., Muratlı, S., Özer, M.K. ve Erman, A. K. (1999). Eksantrik, Konsantrik ve Uzama Kısalma Döngülü Kas Çalışmaları İle Yapılan Kuvvet Antrenmanlarının Dikey Sıçrama Performansına Etkisi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(2), 11-21.
- Hodgson, M., Docherty, D. ve Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports medicine*, 35(7), 585-595.
- Hughes, J. D., Massiah, R. G. ve Clarke, R. D. (2016). The potentiating effect of an accentuated eccentric load on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(12), 3450-3455.
- Johnson, M., Baudin, P., Ley, A. L. ve Collins, D. F. (2019). A warm-up routine that incorporates a plyometric protocol potentiates the force-generating capacity of the quadriceps muscles. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(2), 380-389.
- Kafkas, M. E., İlbak, İ., Eken, Ö., Çınarlı, F., Yılmaz, N. ve Kafkas, A. Ş. (2018). Farklı Isınma Protokollerinin 1-Maksimum Tekrar Skuat Performansı Üzerine Akut Etkisi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 192-205.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R. ve Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 13(2), 240-245.
- Khamoui, A. V., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A., Uribe, B. P., Nguyen, D. ve Noffal, G. J. (2009). Effect of potentiating exercise volume on vertical jump parameters in recreationally trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1465-1469.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J. ve Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of strength and conditioning research*, 21(4), 1134.

- Lim, J. J. ve Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2730-2736.
- Lin, K. H., Wu, C., Huang, Y. ve Cai, Z. (2017). Effects of hip thrust training on the strength and power performance in collegiate baseball players. *Journal of Sports Science*, 5, 178-184.
- Lockie, R. G., Lazar, A., Davis, D. L. ve Moreno, M. R. (2018). Effects of postactivation potentiation on linear and change-of-direction speed: analysis of the current literature and applications for the strength and conditioning coach. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 75-91.
- Mahlfeld, K., Franke, J. ve Awiszus, F. (2004). Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 29(4), 597-600.
- Manal, K., Roberts, D. P. ve Buchanan, T. S. (2008). Can pennation angles be predicted from EMGs for the primary ankle plantar and dorsiflexors during isometric contractions? *Journal of biomechanics*, 41(11), 2492-2497.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. ve Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Maroto-Izquierdo S., García-López D., Fernandez-Gonzalo R., Moreira O. C., González-Gallego J. ve de Paz JA. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 20(10): 943-951.
- Marshall, J., Turner, A. N., Jarvis, P. T., Maloney, S. J., Cree, J. A. ve Bishop, C. J. (2019). Postactivation potentiation and change of direction speed in elite academy rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1551-1556.
- McBride, J. M., Nimphius, S. ve Erickson, T. M. (2005). The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 893-897.
- McCann, M. R. ve Flanagan, S. P. (2010). The effects of exercise selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1285-1291.
- Mike N. J., Cole N., Herrera C., VanDusseldorp T., Kravitz L. ve Kerksick M. C. (2017). The effects of eccentric contraction duration on muscle strength, power production, vertical jump and soreness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 773-786.
- Munger, C. N., Archer, D. C., Leyva, W. D., Wong, M. A., Coburn, J. W., Costa, P. B. ve Brown, L. E. (2017). Acute effects of eccentric overload on concentric front squat performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(5), 1192-1197.
- Newton, R. U. ve Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.

- Pitman, M. I. ve Peterson, L. (1989). Biomechanics of skeletal muscle. Basic biomechanics of the musculoskeletal system, Eds Nordin M and Frankel VH, Lea & Febiger, Philadelphia, PA, 2nd Ed. p: 44-65.
- Rassier, D. E. ve MacIntosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(5), 499-508.
- Rixon, K. P., Lamont, H. S. ve Bembien, M. G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 500.
- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453-458.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and sport sciences reviews*, 30(3), 138-143.
- Sañudo, B., De Hoyo, M., Haff, G. G. ve Muñoz-López, A. (2020). Influence of strength level on the acute post-activation performance enhancement following flywheel and free weight resistance training. *Sensors*, 20(24), 7156.
- Sarramian, V. G., Turner, A. N. ve Greenhalgh, A. K. (2015). Effect of postactivation potentiation on fifty-meter freestyle in national swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1003-1009.
- Scott, S. L. ve Docherty, D. (2004). Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 201-205.
- Silva, D., Ferreira, A. R. P., Aidar, F. J., de Matos, D. G., Kalinine, E., Silva-Grigoletto, D. ve de Souza, R. F. (2021). Post-Activation Potentiation Effect after Acute Plyometric Exercises on the Performance of Long Jumpers. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ)*, 11(3).
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Ramsey, M. W. ve Haff, G. G. (2008). Power and power potentiation among strength-power athletes: preliminary study. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(1).
- Sönmez, Ç. (2020). Farklı ön yüklenimli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonunun sürat performansına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Till, K. A. ve Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.
- Timon, R., Allemano, S., Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., Martinez-Guardado, I. ve Olcina, G. (2019). Post-activation potentiation on squat jump following two different protocols: Traditional vs. inertial flywheel. *Journal of human kinetics*, 69(1), 271-281.
- Tobin, D. P. ve Delahunt, E. (2014). The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 367-372.

Ünlü, G., Çevikol, C. ve Melekoğlu, T. (2020). Comparison of the effects of eccentric, concentric, and eccentric-concentric isotonic resistance training at two velocities on strength and muscle hypertrophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 337-344.

Villalon-Gasch, L., Penichet-Tomas, A., Sebastia-Amat, S., Pueo, B. ve Jimenez-Olmedo, J. M. (2022). Postactivation Performance Enhancement (PAPE) Increases Vertical Jump in Elite Female Volleyball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 462.

Wagle, J. P., Cunanan, A. J., Carroll, K. M., Sams, M. L., Wetmore, A., Bingham, G. E. ve Stone, M. H. (2021). Accentuated eccentric loading and cluster set configurations in the back squat: A kinetic and kinematic analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(2), 420-427.

Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W. ve Zinder, S. M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 726-730.

Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R. ve Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(5), 225-239.

Yeleğen, B. ve Özkaya, Ö. (2021). Geriye Çömelme ve Kalça İtiş Egzersizleriyle Oluşturulan Aktivite Sonrası Performans Artışının İyi Antrene Erkek Sporcuların Dikey Sıçrama ve Sprint Performanslarına Etkilerinin Karşılaştırılması. *Spor Bilimleri Dergisi*, 32(4), 197-206.

## EKLER

### EK-1. Etik kurul onayı



T.C.  
HİTİT ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı : 2021-279

Konu: Başvuru Değerlendirme Sonucu

06/12/2021

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Erbil Murat AYDIN

Etik Kurulumuza yapmış olduğunuz başvurunuzla ilgili kurul kararımız ve ilgili bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Bilgilerinize rica ederim.



Başvuru Numarası	2021-221
Sorumlu Araştırmacı	Dr. Öğr. Üyesi Erbil Murat AYDIN
Araştırma Başlığı	Farklı Squat Egzersizleriyle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonunun Sıçrama Performansına Etkisi
Toplantı Tarihi	02.12.2021
Karar Numarası	2021-85

- Araştırma başvurunuz etik açıdan uygun bulunmuştur.
- Araştırmaya Kurum İzni/İzinleri alındıktan sonra başlanması uygun bulunmuştur.
- Başvurunun, ekte belirtilen düzeltmelerin yapılması halinde tekrar değerlendirilmesine karar verilmiştir.\*
- Araştırma projesi etik açıdan uygun olmadığından başvurunun reddine karar verilmiştir.

