

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

**FARKLI ÖN YÜKLEMELİ PLİOMETRİK EGZERSİZLERLE
UYGULANAN AKTİVASYON SONRASI POTANSİYASYONUN
SÜRAT PERFORMANSINA ETKİSİ**

Çisil SÖNMEZ

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2020**

TEŞEKKÜR

‘Çalışmadan, yorulmadan ve üretmeden, rahat yaşamak isteyen toplumlar; evvela haysiyetlerini, sonra hürriyetlerini daha sonra da istiklal ve istikballerini kaybetmeye mahkumdurlar.’

Mustafa Kemal ATATÜRK

Çalışmamın her anında yanımda bulunan, hatalarımı yumuşak bir dille düzelten, görüş ve bilgileriyle bana ışık olan ve beni destekleyip başarılı olacağıma inandıran ve bana inanan çok sevdiğim değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER’e,

Bu çalışmanın tasarlanması, geliştirilmesi ve istatistik konusunda her türlü desteği sunan çok sevdiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tahir HAZIR’a,

Bu çalışmanın ölçüm aşamasında bana değerli zamanından harcayan ve her zaman her konuda bana destek olan çok sevdiğim değerli hocam Arş. Gör. Ferhat ESATBEYOĞLU’na

Ölçüm aşamasında bana destek olan ve her zaman yanımda olan arkadaşım Taylan AYTAÇ’a ve her zaman bana inanan, destekleyen ve fikirlerine güvendiğim ve her ihtiyacım olduğunda sabırla bana yardım edip zamanını harcayan değerli arkadaşım Arş. Gör. Yunus Emre EKİNCİ’ye

Çalışmaya katılan sporcu arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan, beni her konuda destekleyen ve yalnız bırakmayan sevgili aileme,

Çok teşekkür ederim.

ÖZET

SÖNMEZ Ç. Farklı Ön Yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Sürat Performansına Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, 2020, Ankara. Bu çalışma farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun sürat performansına etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya takım sporu ve bireysel sporlarla uğraşan farklı branşlardan 22 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Her ASP uygulaması öncesinde referans ölçüm olarak kullanılacak başlangıç 30 m sprint performansının belirlenmesi için katılımcılar 30 m sürat testine katılmışlardır. Ardından katılımcılar rastgele sırayla ön koşullama uygulaması olarak tek set (1 x 10) veya çok set (3 x 10) tuck jump yapmış ve uygulama sonrasında 15. sn, 2. dk, 4. dk, 8. dk, 12. dk ve 16. dk’larda 10 m ara zamanlı 30 m sürat testine katılmışlardır. 30 m sürat testi sırasında katılımcıların 10 m, hızlanmalı 10 m, 20 m, hızlanmalı 20 m ve 30 m sprint zamanları ölçülmüştür. Başlangıç 30 m sprint testi sonrası tek ve çok set tuck jump (set) ASP uygulaması sonrasında 6 farklı zamanda (15. sn, 2. dk, 4. dk, 8. dk, 12. dk, 16. dk) ölçülen sürat performansı üzerine ASP etkisi ve zamana bağlı değişim 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiş ve F istatistiği anlamlı çıktığında farkın hangi ölçümden kaynaklandığı Bonferroni post hoc analizi ile belirlenmiştir. Ayrıca tek ve çok set ASP uygulamasının sürat performansına etkisi bireysel düzeyde de En Küçük Gerçek Fark değerleri hesaplanarak incelenmiştir. 10 m sürat performansında set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşimi anlamlı değildir ($p>0,05$). Hızlanmalı 10 m sürat performansında ise set etkisi ile set x zaman etkileşimi anlamlı bulunmazken ($p>0,05$), zaman etkisi anlamlıdır ($p<0,05$) ve bonferroni analizi bu farkın 15. sn ile 8. 12. ve 16. dk’lardaki hızlanmalı 10 m sprint zamanının başlangıç değerlerinden daha yavaş olmasından kaynaklandığını göstermiştir. 20 m sürat performansına bakıldığında set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşiminin anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Hızlanmalı 20 m sürat performansında ise hem set ile zaman etkisi ve hem de set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Set etkisi açısından bakıldığında çok set tuck jump uygulamasının tek sete göre sürat zamanlarında yavaşlamaya neden olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Zaman etkisinde ise 15. sn dışındaki tüm zamanlardaki hızlanmalı 20 m sürat performansının başlangıç değerlerinden daha yavaş olmasından kaynaklandığı görülmüştür ($p<0,05$). Set x zaman etkileşiminde ise anlamlı etkinin çok set 4. dk sürat performansının tek set uygulamasında göre daha yavaş olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir ($p<0,05$). 30 m sürat performansında set etkisi ile set x zaman etkileşimi anlamlı değilken ($p>0,05$) zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Bonferroni post hoc analizi bu farkın 15. sn sürat performansının başlangıç sürat performansından daha yavaş olmasından kaynaklandığını göstermiştir ($p<0,05$). Tüm mesafeler için bireysel yanıtlar incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunda tek ve çok set tuck jump uygulaması sonrasında bir aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi olmadığı görülmüştür. Ayrıca çok set tuck jump uygulaması sonrasında 20 m sürat testi performansında tüm katılımcıların 15. sn sürat performanslarının artış gösterdiği, hızlanmalı 20 m sürat performansında ise yine tüm katılımcıların 4. dk’daki sürat performansının düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerin (tek ve çok set) hızlanmalı 20 m sürat performansı dışındaki tüm mesafelerde sürat performansında bir farklılaşmaya neden olmadığını göstermiştir. Ayrıca tek ve çok set pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun sürat performansına etkisinin bireysel olduğu da belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon, Pliometrik Egzersiz, Sürat

ABSTRACT

SÖNMEZ, Ç. The Effect of Post Activation Potentiation Applied with Different Preloaded Plyometric Exercises on Sprint Performance. Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, M.Sc. Thesis in Sport Sciences and Technology, 2020, Ankara.

This study was conducted to investigate the effect of post activation potentiation (PAP) applied with different preloaded plyometric exercises on sprint performance. 22 male athletes from various branches of team and individual sports voluntarily participated in this study. Before each PAP application, participants performed 30 m sprint test to determine the baseline sprint performance as a reference measurement. After that participants performed either a single set (1x10) or multiple sets (3x10) of tuck jump as a preconditioning application in random order, and then, at 15th sec, 2nd, 4th, 8th, 12th and 16th min, they participated in 30 m sprint test with 10 m split time. During the 30 m test, 10 m, flying 10 m, 20 m, flying 20 m and 30 m sprint times were measured. A 2x7 (set x time) two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures was used for statistical analysis and when the F statistics was significant, Bonferroni post hoc analysis was performed to determine the source of difference. In addition, to determine the effect of single set and multi sets of PAP application on sprint performance at individual level the Smallest Real Difference values were calculated. In 10 m sprint performance set and time effect and set x time interaction were not significant ($p>0.05$). For flying 10 m sprint performance, set effect and set x time interaction were not significant ($p>0.05$) while significant time effect was found ($p<0.05$). Results of Bonferroni analysis showed that this difference was due to faster baseline flying 10 m sprint times compared to 15th sec and 8th, 12th and 16th min sprint times. For 20 m sprint performance, it was seen that there was no significant set and time effect and set x time interaction ($p>0.05$). In flying 20 m sprint performance on the other hand, set and time effect and set x time interaction were found to be statistically significant ($p<0.05$). In terms of set effect, it was found that multiple sets of tuck jump application, resulted in more decrease in sprint times in flying 20 m sprint performance compared to single set application. For time effect, the difference was resulted from the performance decrease in all times except 15th sec, compared to baseline performance ($p<0.05$). Significant set x time interaction on the other hand, was resulted from the slower performance at 4th min following multiple sets of tuck jump application compared to single set ($p<0.05$). For 30 m sprint performance, the time effect was statistically significant ($p<0.05$) while the set effect and set x time interaction was not ($p>0.05$). Bonferonni post hoc analysis showed that significant interaction was as a result of 15th sec sprint time being slower than the baseline performance ($p<0.05$). When individual responses were examined for all distances, it was determined that for majority of participants there was no PAP effect after single-set or multiple-sets of tuck jump application. In addition, it was determined that in 20 m sprint test, the sprint performance of all participants increased at 15th sec and during the flying 20 m sprint test, the sprint performance of all participants was decreased at 4th min after multiple sets of tuck jump application. As a conclusion, the results of this study showed that different preloaded plyometric exercises (single set and multiple sets) did not cause any difference in sprint performance in all distances except flying 20 m sprint performance. In addition, it was concluded that PAP effect of single set or multiple sets of plyometric exercises on sprint performance was individual.

Key Words: Post Activation Potentiation, Plyometric Exercise, Sprint

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ONAYSAYFASI | iii |
| YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI | iv |
| ETİK BEYAN | v |
| TEŞEKKÜR | vi |
| ÖZET | vii |
| ABSTRACT | viii |
| İÇİNDEKİLER | ix |
| SİMGELER ve KISALTMALAR | xii |
| ŞEKİLLER | xiii |
| TABLolar | xiv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Araştırmanın Amacı | 3 |
| 1.2. Problem | 3 |
| 1.3. Alt Problemler | 3 |
| 1.4. Denenceler | 3 |
| 1.5. Sınırlılıklar | 4 |
| 1.6. Sayıtlar | 4 |
| 1.7. Araştırmanın Önemi | 4 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 6 |
| 2.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon | 6 |
| 2.2. ASP'ye Neden Olan Fizyolojik Mekanizmalar | 7 |
| 2.2.1. Miyozin Hafif Zincir Fosforilasyonu | 7 |
| 2.2.2. H Refleks | 8 |
| 2.2.3. Pennasyon Açısı | 9 |
| 2.3. ASP Uygulamasını Etkileyen Faktörler | 9 |
| 2.3.1. Cinsiyet | 10 |
| 2.3.2. Yaş | 11 |
| 2.3.3. Yorgunluk ve Toparlanmanın Optimal Süresi | 12 |
| 2.3.4. Antrenman Şiddeti ve Hacmi | 13 |
| 2.3.5. Bireysel Özellikler | 14 |
| 2.4. ASP Yöntemleri | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.1. Ağırlık Yöntemi | 16 |
| 2.4.2. Kompleks Antrenman | 17 |
| 2.4.3. Maksimum İstemli Kasılma | 17 |
| 2.4.4. Pliometrik Egzersizler | 18 |
| 2.5. Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan ASP Çalışmaları | 20 |
| 2.6. Sürat | 22 |
| 2.7. Sürati Etkileyen Etmenler | 22 |
| 2.7.1. Enerji Sistemi | 22 |
| 2.7.2. Enerji Maddesi Yedekleri | 23 |
| 2.7.3. Yorgunluk Sırasında Biriken Maddeler | 24 |
| 2.7.4. Kas Lifi Tipleri | 24 |
| 2.7.5. Sinirsel Etmenler | 25 |
| 2.8. ASP'nin Sürat Performansına Etkisini İnceleyen Çalışmalar | 26 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM | 28 |
| 3.1. Araştırma Grubu | 28 |
| 3.2. Verilerin Toplanması | 28 |
| 3.2.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi | 30 |
| 3.2.2. Sürat Performansının Belirlenmesi | 31 |
| 3.3. Verilerin Analizi | 32 |
| 4. BULGULAR | 34 |
| 4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular | 34 |
| 4.2. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 10m Sürat Performansına Etkisi (Denence 1) | 35 |
| 4.3. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Hızlanmalı 10m Sürat Performansına Etkisi (Denence 2) | 39 |
| 4.4. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 20m Sürat Performansına Etkisi (Denence 3) | 43 |
| 4.5. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Hızlanmalı 20m Sürat Performansına Etkisi (Denence 4) | 47 |
| 4.6. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 30m Sürat Performansına Etkisi (Denence 5) | 54 |
| 5. TARTIŞMA | 59 |

| | |
|--|----|
| 5.1. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 10m ve hızlanmalı 10m Sürat Performansına Etkisi (Denence 1 ve 2) | 59 |
| 5.2. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 20 m ve hızlanmalı 20 m Sürat Performansına Etkisi (Denence 3 ve 4) | 62 |
| 5.3. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 30 m Sürat Performansına Etkisi (Denence 5) | 65 |
| 5.4. Genel Tartışma | 66 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER | 72 |
| 6.1. Sonuçlar | 72 |
| 6.2. Öneriler | 73 |
| 7. KAYNAKLAR | 74 |
| 8. EKLER | |
| EK-1: Tez Çalışması Etik Kurul İzni | |
| EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu | |
| EK-3: Katılımcı Bilgi Formu | |
| EK-4: Orijinallik Ekran Çıktısı | |
| EK-5: Dijital Makbuz | |
| 9. ÖZGEÇMİŞ | |

SİMGELER ve KISALTMALAR

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| ADP | : Adenozin difosfat |
| AMP | : Adenozin monofosfat |
| ASP | : Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon |
| ATP | : Adenozin trifosfat |
| Ca⁺² | : Kalsiyum |
| Cm | : Santimetre |
| dk | : Dakika |
| EKGF | : En Küçük Gerçek Fark |
| EMG | : Elektromyografi |
| ε | : Epsilon |
| gr | : Gram |
| H Refleks | : Hoffman Refleks |
| IMP | : İnozin monofosfat |
| kg | : Kilogram |
| LDH | : Laktat Dehidrogenaz |
| m | : Metre |
| MHC | : Miyozin Ağır Zincir |
| mm | : milimetre |
| MVC | : Maksimum İstemli Kasılma |
| MZF | : Miyozin Hafif Zincir Fosforilasyonu |
| PCr | : Fosfokreatin |
| PFK | : Fosfofruktokinaz |
| pH | : Proton hidrojen eksi logaritması |
| PHOS | : Glikojen Fosfolaz |
| RLC | : Düzenleyici Hafif Zincir |
| SEC | : Seri Elastik Bileşen |
| sn | : Saniye |
| TM | : Tekrar Maksimum |
| η² | : Eta Kare |

ŞEKİLLER

| Şekil | | Sayfa |
|--------------|--|--------------|
| 2.1. | Miyozin hafif zincir fosforilasyonu | 8 |
| 3.1. | Araştırma deseni | 29 |
| 3.2. | 30m sürat testi | 31 |
| 3.3. | ASP uygulaması | 32 |
| 4.1. | Hızlanmalı 20m sürat performansı set etkisi grafiği | 50 |
| 4.2. | Hızlanmalı 20m sürat performansında set x zaman etkileşim grafiği. | 51 |

TABLOLAR

| Tablo | Sayfa |
|--|--------------|
| 4.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı bulgular | 34 |
| 4.2. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP öncesi ve sonrası 10 m sürat değerleri | 35 |
| 4.3. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin 10m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA Sonuçları | 36 |
| 4.4. 10 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri (sn) | 36 |
| 4.5. Tek Set ASP uygulaması sonrası 10 m sürat performansındaki bireysel değişim | 37 |
| 4.6. Çok Set ASP uygulaması sonrası 10 m sürat performansındaki bireysel değişim | 38 |
| 4.7. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP öncesi ve sonrası hızlanmalı 10m sürat değerleri | 39 |
| 4.8. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin hızlanmalı 10m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA Sonuçları | 40 |
| 4.9. Hızlanmalı 10 m Sürat Performansına Ait EKGf Değerleri (sn) | 40 |
| 4.10. Tek Set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 10 m sürat performansındaki bireysel değişim | 41 |
| 4.11. Çok Set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 10 m sürat performansındaki bireysel değişim | 42 |
| 4.12. Farklı ön yüklemeli (pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin 20m sürat performans değerleri | 43 |
| 4.13. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin 20m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü (ANOVA) Sonuçları | 44 |
| 4.14. 20 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri (sn) | 44 |
| 4.15. Tek Set ASP uygulaması sonrası 20 m sürat performansındaki bireysel değişim | 45 |
| 4.16. Çok set ASP uygulaması sonrası 20 m sürat performansındaki bireysel değişim | 46 |
| 4.17. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin hızlanmalı 20m sürat performans değerleri | 48 |
| 4.18. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin hızlanmalı 20m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü (ANOVA) Sonuçları | 49 |

| | |
|---|----|
| 4.19. Hızlanmalı 20 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri(sn) | 51 |
| 4.20. Tek Set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 20 m sürat performansındaki bireysel değişim | 52 |
| 4.21. Çok Set ASP Uygulaması Sonrası Hızlanmalı 20 m Sürat Performansındaki Bireysel Değişim | 53 |
| 4.22. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin 30m sürat performans değerleri | 55 |
| 4.23. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin 30m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA Sonuçları | 56 |
| 4.24. 30 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri (sn) | 57 |
| 4.25. Tek Set ASP uygulaması sonrası 30 m sürat performansındaki bireysel değişim | 57 |
| 4.26. Çok Set ASP uygulaması sonrası 30 m sürat performansındaki bireysel değişim | 58 |

1. GİRİŞ

Aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP), maksimal ya da maksimale yakın bir şiddette uygulanan istemli bir kasılma sonucu meydana gelen, sonraki kasılma sırasında zirve gücü ve güç gelişim oranını artırdığı gözlemlenen bir durum olarak ifade edilmektedir (1) ve bir ön kondisyonlanma yöntemi olarak son yıllarda antrenman bilimi araştırma ve uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun ortaya çıkmasına sebep olan iki ana fizyolojik faktör olduğu düşünülmektedir: Miyozin hafif zincir fosforilasyonu (MZF) ve harekete katılan motor ünite sayısındaki artış (2). Fosforilasyonu miyozin hafif zincir kinaz yapmaktadır. Kalsiyum, kalsiyum bağlayıcı protein olan kalmoduline bağlanınca MHZK aktif hale gelmekte, fosforilasyon gerçekleşmekte ve aktin-miyozin çapraz köprü oluşumu artmaktadır (3). Bu durum her bir çapraz köprüde üretilen gücün artmasına sebep olur ve patlayıcı egzersizlerde performans üzerine pozitif bir etki gözlemlenir (3). Aktivite kaynaklı elektriksel potansiyel artışının temelinde yüksek şiddetli bir kuvvet egzersizinden sonra bu aktiviteye biyomekanik olarak benzeyen bir egzersiz içeren kompleks antrenman yöntemi yatmaktadır (4). Ön kondisyonlanma sonrası, potansiyasyonun maksimum, yorgunluğun minimum olduğu avantajlı zaman periyodu fırsat penceresi olarak görülmektedir (4).

Farklı şartlar altında ASP etkisinin büyüklüğü birçok faktörden etkilenmektedir (1). ASP etkisinin incelendiği araştırmalarda farklı şiddet, set sayısı ve tekrar sayısında uygulandığı görülmektedir (5-7). Bu çalışmalardaki sonuçlara göre ASP uygulamasının şiddeti birincil derecede önemlidir ve maksimale yakın olmalıdır. Ayrıca izometrik kasılma dinamik kasılmaya göre daha iyi ASP yanıtı oluşturmaktadır (5). Hızlı kasılan tip II kas lifleri yavaş kasılan tip I kas liflerinden daha fazla miyozin hafif zincir kinaz ve daha az antagonist miyozin hafif zincir fosfat içerir (8). Bu nedenle tip II kas lifi daha fazla olan kaslar daha iyi ASP yanıtı oluşturmaktadır (8). ASP'yi etkileyebilecek bir diğer faktör ön kondisyonlanma uyarısından sonra değişebilecek kas mimarisidir. Maksimal istemli kasılma sonrası 3-6 dakika dinlenme sonrası pennasyon açısında yani kastan tendona kuvvet iletme hızında bir azalma gözlemlenmektedir (9). ASP uygulandıktan sonra etkisinin en iyi şekilde görülmesi için dinlenme için verilen zaman da çok önemlidir (9). ASP kas düzeyinde meydana gelen bir fenomendir, bu nedenle kası çevreleyen dokular ve kas içindeki olayların

ifadesinden sorumlu olması beklenir (10). Bununla birlikte ASP uygulaması yorgunluğu da tetiklemektedir (10). Yorgunluk ve ASP antagonistik olarak etki eder ve ölçülen hem ASP hem yorgunluğun net sonucudur (11).

Pliometrik egzersizler, sporcuda güç ve patlayıcılık özelliklerini geliştirmek için mümkün olan en kısa sürede maksimum kuvvete ulaşmak için kasları antrene eden egzersizlerdir (12). Pliometrik egzersizlerin amacı daha fazla motor üniteyi hızla aktive etmek ve reaktif gücün hızla uygulanabilme becerisini geliştirebilmektir (13). Pliometrik egzersizler ASP yöntemi olarak yazılı kaynaklarda kullanılmaktadır. Till ve diğ. (15) erkek futbol oyuncularında ön koşullama sonrasında sürat ve sıçrama performansının nasıl etkilendiğini inceledikleri çalışmalarında 5 TM deadlift, 5 tekrar tuck jump (dizleri karna çift bacak çekerek sıçrama), 3 tekrar maksimum istemli kasılma ve kontrol grubu kullanılmış ve 4. 5. ve 6. dakikalarda 10 metre ve 20 metre sürat performansı, 7. 8. ve 9. dakikalarda ise drop jump (düşüş sıçraması) performansındaki değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda uygulanan egzersizler veya süre açısından sürat ve dikey sıçrama performansında zamana göre herhangi bir fark bulunmamıştır. Aynı çalışmada futbol oyuncuları 5 TM deadlift egzersizindeki performansa göre güçlü ve zayıf olarak 2 gruba ayrılmış ve yine gruplar arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir (15). Turner ve diğ. (14) 23 erkek sporcuya 3 set 10 tekrar leg bound egzersizini her set dinlenme ile birlikte 25 saniye sürecek şekilde öncelikle vücut ağırlığı ile ve vücut ağırlığına % 10 eklenerek uygulamış ve 15. sn, 2, 4, 8, 12. dakikalardaki sürat performansını gözlemlenmişlerdir. Çalışma sonucunda en iyi sprint zamanı 8. dakikada ve vücut ağırlığının % 10'u eklenerek uygulanan grupta elde edilmiştir.

Daha önce de bahsedildiği gibi ASP antrenman bilimleri uygulama ve araştırmalarında oldukça ilgi çekici bir konu olmuştur ve son yıllarda bu konudaki çalışmalarda artış görülmektedir. Bir ön kondisyonlanma yöntemi olarak ASP etkisini hedefleyen uygulamalar farklı egzersiz türleri ile farklı şiddet, set ve tekrar sayılarında sıklıkla uygulanmaktadır. Ancak farklı setlerle uygulanan pliometrik egzersizlerle oluşturulan ASP'nin sürat performansına olan etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (15).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu alışma farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun sürat performansına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

1.2. Problem

Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyon uygulamasının sürat performansına etkisinde bir fark var mıdır?

1.3. Alt Problemler

1. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 10 metre sürat performansına etkisinde bir fark var mıdır?

2. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun hızlanmalı 10 metre sürat performansına etkisinde bir fark var mıdır?

3. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 20 metre sürat performansına etkisinde bir fark var mıdır?

4. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun hızlanmalı 20 metre sürat performansına etkisinde bir fark var mıdır?

5. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 30 metre sürat performansına etkisinde bir fark var mıdır?

1.4. Denenceler

1. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 10 metre sürat performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

2. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun hızlanmalı 10 metre sürat performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

3. Farklı n yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 20 metre sürat performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

4. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun hızlanmalı 20 metre sürat performansına istatistiksel olarak anlamlı etkisinde bir fark vardır.

5. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 30 metre sürat performansına etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

1.5. Sınırlılıklar

1. Bu çalışma yaşları 18-30 arasında değişen, en az 2 yıl sürat ve pliometrik antrenman geçmişi olan takım ya da bireysel olarak sporla uğraşan erkek sporcularla sınırlandırılmıştır.

2. Bu çalışma patlayıcı aktivite olarak sürat performansı ile sınırlandırılmıştır.

1.6. Sayıtlar

1- Çalışmaya katılan sporcuların tüm testleri maksimum eforla yaptıkları varsayılmıştır.

2- Çalışmaya katılan sporcuların ASP uygulamalarını maksimum eforla yaptıkları varsayılmıştır.

1.7. Araştırmanın Önemi

Yazılı kaynaklarda farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizler içeren aktivasyon sonrası potansiyasyon uygulamasının sürat performansına etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı ön yüklemeli ASP uygulamasına sporcuların farklı yanıtlar verdikleri gözlenmiştir. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP yanıtının bireysel ve takım sporuyla uğraşan farklı antrenman geçmişine sahip sporcular üzerinde farklılıklar gösterebileceği düşünülmektedir. Buradan hareketle bu çalışma farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun sürat performansına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Elde edilecek bulgular takım sporu ve bireysel sporla uğraşan sporcuların farklı veya benzer ASP cevabı verip vermediklerinin anlaşılmasına, ve bu doğrultuda antrenörlerin, ve kondisyonerlerin antrenman planlamalarına ve yüklenme/dinlenme stratejileri geliştirebilmelerine ışık

tutacaktır. Farklı ön yüklemeli pliometrik çalışmaların sürat performansına etkisi değişebileceği için bu çalışmanın bulguları aynı zamanda antrenörlere, kondisyonerlere ve spor bilimcilere uygun kondisyonlanma aktivitesi seçiminde, şiddet, hacim ve dinlenme süresi belirlenmesinde rehber olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

İnsan hareketlerinin çoğunda kuvvet ve hızın birlikte güç ($Güç=Kuvvet \times Hız$) üretmesi nedeniyle kuvvet ve hız parametreleri çok önemli bir yere sahiptir (16). Güç, çabuk kuvvet, kuvvet, kuvvet üretme hızı bir bütünlük içinde geliştirilmesi gereken özelliklerdir (16). Maksimal çabuk kuvvet geliştirebilme düzeyi, maksimal verim düzeyini gerektiren atlama, sprint, halter, yön değiştirme ve yer değiştirme gibi etkinliklerde gerekli görülmektedir (17). Sporcunun maksimal kuvvet ve çabuk kuvvet gelişimi tamamlandıktan sonra, patlayıcı alıştırmaları ya da ağır yüklemeli, çok eklemlili, büyük kütle geliştirici alıştırmaları sprint ya da sıçrama gibi egzersizlerden önce kullanması önemli avantajlar sağlamaktadır (18). Bu bütünlük uygulama antrenman sonrası kazanım bütünlüğü olarak tanımlanmaktadır (18). Antrenman sonrası kazanım bütünlüğü; kuvvet geliştirme oranı, sıçrama yüksekliği, sprint verimi ve sprintte adım sıklığını anlamlı düzeyde artırmaktadır (18). Buna karşın başlangıç antrenmanlarında çok fazla yorgunluk ortaya çıkarması nedeniyle ikinci alıştırmalarda verim düşüklüğü ortaya çıkmaktadır (19). Bu sebeple antrenman sonrası kazanım bütünlüğü sağlayan alıştırmalar yeterli dinlenme süresi verilerek üst düzey antrenmanlı bireylerde kullanılmalıdır (20). Seçilen ön kondisyonlanma egzersizinin türü de büyük önem taşımaktadır. Ön kondisyonlanma diğer bir deyişle ön yüklenme aktivitesi, ASP etkisini ortaya çıkaran genel ve özel ısınmayı takiben maksimal ya da maksimale yakın şiddette uygulanan yüksek şiddetli direnç egzersizi, izometrik maksimum istemli kasılma veya pliometrik egzersizler gibi dinamik ya da izometrik uygulamalar olup sonrasında ön yükleme aktivitesine biyomekanik olarak benzeyen alıştırmaların gelişimine neden olan uygulamadır (4).

2.1. Aktivasyon Sonrası Potansiyasyon

Bir kas grubunun istemli ya da elektriksel uyarı olarak bir uyarana karşı vermiş olduğu tepki o kas grubunun kontraktıl geçmişi ile yakından ilişkilidir (21). Kontraktıl geçmişin etkisiyle bir kasın performansı tekrarlayan kasılmaların sebep olduğu yorgunluk nedeniyle düşerken, maksimal ya da maksimale yakın kasılmalar yani ön kondisyonlanma egzersizinin sebep olduğu ASP sebebiyle artış gösterebilmektedir (21).

Daha önceki çalışmalar bir kas üzerinde tekrarlayan uyarılmalardan sonra üretilen kasılma kuvvetinin, tekrarlayan uyarıların sona ermesinden sonra kısa bir süre boyunca arttığını göstermiştir (22). Maksimal ya da maksimale yakın kas kasılmasının sonraki egzersiz üzerinde kuvvet/güç üretimini artırabileceği öne sürülmektedir. Bu durum ASP olarak ifade edilmektedir (1).

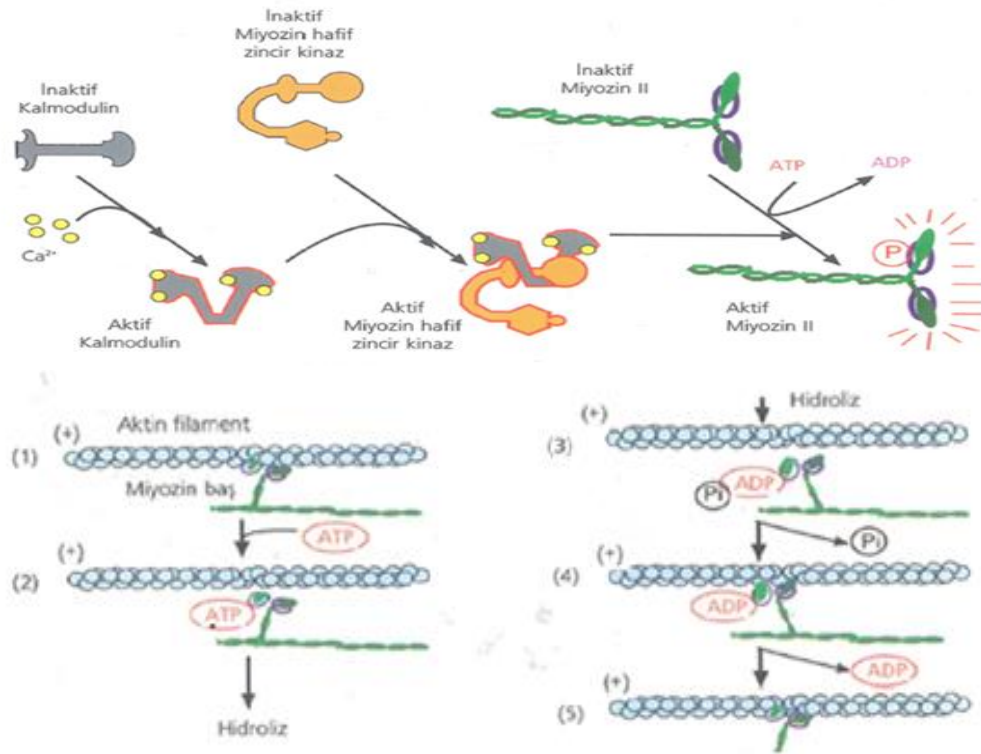
2.2. ASP'ye Neden Olan Fizyolojik Mekanizmalar

ASP, yoğun kasılma sonrası nöromusküler performans özelliklerinin arttığı bir olgudur (23). ASP'den üç ana mekanizmanın sorumlu olduğu düşünülmektedir (2). Birincisi miyozin hafif zincir fosforilasyonu, ikincisi yüksek dereceli motor ünite katılımı ve üçüncüsü ise pennasyon açısındaki değişikliklerdir (20).

2.2.1. Miyozin Hafif Zincir Fosforilasyonu

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde maksimal uygulanan beç press egzersizinden sonra 7-8 dakika dinlenme verilmiş, sonrasında uygulanan beç press egzersizinde gelişme gözlenmiştir (24). Daha önce de belirtildiği gibi güçlü bir uyarıdan sonra atletik performansı geliştirici nöromusküler süreç ASP olarak adlandırılmıştır (25). ASP'den sorumlu mekanizmaların hem merkezi hem de periferal (kassal) olarak meydana geldiği düşünülmektedir (25)

Merkezi seviyede potansiyasyon uyarısı omurilik boyunca uyarılabilme potansiyelini artırarak ve daha sonraki kasılma sırasında artan bir kuvvet kapasitesine neden olabilmektedir (25). Periferal düzeyde ise, miyozin hafif zincir fosforilasyonu gerçekleşmektedir. Güç ile ilişkili bir enzim olan miyozin hafif zincir kinaz kalsiyum-kalmodulin bağımlı multifonksiyonel olarak çalışan bir enzim olarak düz kas kasılmasında kritik bir önem taşımaktadır ve fosforilasyonu bu enzim sağlamaktadır. Bu fosforilasyon, kas kasılmasında yardımcı protein olan troponin-C'nin sarkoplazmik retikulumdan salgılanan kalsiyuma olan ilgisini artırır (26). Dahası kalsiyum, kalsiyum bağlayıcı protein olan kalmoduline bağlanınca miyozin hafif zincir kinaz aktive olur ve miyozin hafif zincir fosforilasyonu gerçekleşir (27). Bu durum sonucunda miyozin ATPaze aktivitesi artar ve daha fazla ATP hidrolizlenerek aktin-miyozin çapraz köprü oluşumunu artırır. Böylece patlayıcı faaliyetler sırasında olumlu etki yaratabilecek çapraz köprü başına güç çıkışı artar (28).



Şekil 2.1. Miyozin hafif zincir fosforilasyonu

2.2.2. H Refleks

H refleksi, Ia afferent nöron aracılığı ile motor nöron uyarılabilirliğini inceleyen bir tekniktir (29). H refleksi, motor nöron membranının (sinaptik sonrası) ve Ia afferent terminalinin uyarılabilirliği (sinaptik öncesi) tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle H refleksi genliğindeki değişiklikler, merkezi azalan komutlar ve periferel duyuşal girdi tarafından yönetilen sinaptik sonrası ve sinaptik öncesi mekanizmalar ile açıklanmaktadır (30). H refleksi, sinir üzerinde alfa aksonları seçici olarak uyarır ve böylece alfa motor nöronları toplayan sinir üzerinde düşük yoğunluklu elektriksel stimülasyon ile uyarılır. EMG elektrotları ile kas üzerinden kaydedilen kas hareket potansiyeli H refleksi temsil eder ve bunun en yaygın ölçüsü tepeden tepeye genliktir (29).

H refleksi potansiyasyonu ASP'ye katkıda bulunan olası bir mekanizma olarak kabul edilmektedir. Küçük örneklem boyutuna rağmen kondisyonlanma uyarısından sonra 5-13 dakika aralığında medial gastrocnemius kasında H refleksi arttığına yönelik göstergeler mevcuttur (30). Bununla birlikte diğer çalışmalar incelendiğinde

bu nöral katkının ASP üzerindeki etkisi çelişkili görünmektedir (31). Son bulgulara göre, 1-3 dakika içinde potansiyasyon güçlenmeden ön kondisyonlanma değerlerine geri dönmesi ve Ia afferentin aktivasyon sonrası baskılanmasından dolayı kondisyonlanma kasılmasının bitiminden hemen sonra H refleksin azaldığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (32)

2.2.3. Pennasyon Açısı

Bir kasın pennasyon açısı bağ dokusu ve tendonu ile bağlantılı olarak kas liflerinin yönelimini yansıtır (33). Bu nedenle pennasyon açısı tendonlara ve kemiklere kuvvet iletimini etkiler (34). Kas kasılması sırasında ilgili tendona uygulanan tüm kuvvet pennasyon açısı tarafından azaltılır (34). Sonuç olarak daha küçük pennasyon açısı tendona kuvvet aktarımı açısından mekanik bir avantaja sahiptir (34). Maksimal istemli kasılma, iskelet kasının mekanik özelliklerini değiştirmektedir. Ultrason kullanılarak 8 gönüllü üzerinde vastus lateralis kası kas mimarisindeki değişiklikleri incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada maksimal istemli kasılma öncesi ve kasılma sonrası 3-6 dakika boyunca pennasyon açısındaki değişiklikler gözlemlenmiş ve kasılma sonrası pennasyon açısındaki azalmanın kasılma öncesine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (9). Bu değişiklik tendonlara % 0.9'luk bir kuvvetin transferi sağlamış ve bu etkinin ASP'ye katkıda bulunmuştur (9) çünkü bu durum kuvvet iletiminin biyomekanik optimizasyonu için oldukça önemlidir. Ön kondisyonlanma kasılmaları aynı zamanda bağ dokusu tendon uyumunu artırarak pennasyon açısının düşmesiyle daha fazla güç aktarımına neden olmaktadır (35).

2.3. ASP Uygulamasını Etkileyen Faktörler

ASP'yi etkileyen faktörlerin incelendiği Seitz ve Haff'ın (21) yapmış olduğu meta analiz sonuçlarına göre ön kondisyonlanma aktivitesinin tipi (geleneksel yüksek şiddet, geleneksel orta şiddet, pliometrik, maksimal izometrik istemli kasılma) değerlendirildiğinde en etkili yöntemin pliometrik egzersiz olduğu görülmektedir. Dinlenme periyodu (0, 3-4 dk, 5-7 dk, >8 dk) için en etkili aralık 5-7 dk olarak ifade edilmektedir. Set sayısı (tek, çok set) bakımından değerlendirildiğinde ise en iyi ASP etkisinin çok setlerde gözlemlendiği belirtilmektedir. Ön kondisyonlanma aktivitesinin yüklemesinin şiddeti ise 1TM (% 85-90) ve maksimal altı (% 65-80)

olarak değerlendirildiğinde ön kondisyonlanma aktivitesi sırasında 1TM %85-90 aralığında yükü kullanmanın daha büyük bir etkiye neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bireysel olarak değerlendirildiğinde kuvvetli ve antrenman geçmişi 2 yıldan fazla olan bireylerde ASP etkisi daha güçlü olarak görülmektedir. Aynı çalışmada parametreler güçlü ve zayıf bireylerin verdikleri cevaplara göre incelendiğinde ise her iki grupta da ön kondisyonlanma aktivitesinin tipi geleneksel ağır yüklemelerde (1TM'un % 85-95) en etkili bulunmuştur. Dinlenme periyodu aralığı güçlü bireylerin olduğu grupta 5-7 dk aralığında daha anlamlı iken, zayıf bireylerin bulunduğu grupta 8 dakika ve üstü zaman aralığında daha anlamlıdır. Tek setler güçlü bireylerde daha iyi sonuç verirken, zayıf bireylerde çok setler daha güçlü ASP etkisi yaratmaktadır.

Bu sonuçlar ışığında aşağıda ASP'yi etkileyen faktörler daha detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

2.3.1. Cinsiyet

ASP'yi etkileyen faktörlerden biri cinsiyettir. Yazılı kaynaklar incelendiğinde ASP'yi indükleyen bir ön kondisyonlanma uyarısından sonra performans üzerindeki cinsiyet farklılıkları sadece yetişkinlerde incelenmiştir. Yapılan bir çalışma da kadınların izometrik skuat sonrasında erkeklere kıyasla dikey sıçramada daha küçük ASP etkisi gösterdikleri gözlemlenmiştir (5). Wilson ve diğ'nin (7) yapmış olduğu meta analiz sonuçlarına göre kadın ve erkekler arasında ASP etkisi bakımından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Erkek ve kadınlarda yapılan başka bir çalışmada ergenlik öncesi (10-12), ergenlik (14-15), ve yetişkinlik (20-25) olmak üzere zirve kuvvet geliştirme oranı ve skuat sıçrama üzerindeki ASP etkisi değerlendirilmiştir. 3x3 saniyelik maksimal izometrik skuat sonrası sıçrama performansı 20. saniye ve 4. dakika sonrasında gözlemlenmiştir. Sonuçlar erkeklerde ve kadınlarda skuat sıçrama performansında farklı bir yaş etkisi ortaya çıkarmıştır. Kuvvet geliştirme oranı zirve değeri hem erkeklerde hem de kadınlarda yaşa bağlı olarak anlamlı şekilde artmıştır. Ön kondisyonlanma uyarısından sonra skuat sıçrama performansındaki artış sadece erkeklerde gözlemlenmiştir. Fakat kadınlarda ve ergenlerde herhangi bir fark gözlemlenmemiştir. Zirve kuvvet geliştirme oranı üzerinde ASP etkisi yetişkinlerde ve ergenlik öncesinde gözlemlenirken, ergenlerde gözlemlenmemiştir. Sonuç olarak ASP'nin skuat sıçrama ve kuvvet geliştirme oranı üzerindeki etkisinin yaşa ve

cinsiyete bağılı olarak değiştiği görülmüştür. ASP etkisi erkeklerde skuat sıçramayı akut bir şekilde arttırmak için uygun bir yöntem olarak görülürken pediatrik popülasyonda uygun olmadığı belirlenmiştir (36). Erkek ve kadın cimnastikilerde drop jump performansı zerindeki ASP etkisinin incelendiği bir başka çalışmada 3, 6, 9 dakika dinlenme sonrasında erkek ve kadın cimnastikiler için sonuçlar incelendiğinde drop jump yksekligi her iki cinsiyet için de gelişme göstermiştir. Fakat drop jump kontak zamanı erkeklerde 6. ve 9. dakikalarda anlamlı olarak farklı iken, kadın cimnastikilerde sadece 9. dakikada farklılık belirlenmiştir. Her iki cinsiyetin cimnastikileri kıyaslandığında erkek cimnastikiler kadın cimnastikilere kıyasla daha fazla potansiyasyon etkisi göstermiştir (37). Kuvvet ve g değerleri erkeklerde kadınlara kıyasla daha fazla olduğu için ASP etkisi açısından cinsiyetler arasında fark gözlenmesinin nedeni olarak gösterilmiştir.

2.3.2. Yaş

Yetişkinler ocuklara kıyasla daha yüksek oranda tip II kas liflerine sahiptir ve daha fazla motor üniteyi devreye sokma yeteneği sergilemektedir (38). Sürat ve sıçrama performanslarındaki kuvvet ve g yetisi çocukluktan yetişkinliğe doğru aşamalı olarak artmaktadır. Bu nedenle ASP etkisinin büyüklüğünün olgunlaşmaya bağlı olduğu ve buna bağlı olarak artış göstereceği düşünülebilir (39).Yapılan bir çalışmada yetişkin erkeklerde, ergenlerde ve preadlasan grupta ASP etkisinin incelendiği 3 farklı yaş grubunda arasında plantar fleksr kaslarında herhangi bir ASP etkisi gözlenmemiştir (40). Wilson ve diğ. (7) yapmış olduğu meta analiz sonucunda 25 yaş altı popülasyonda herhangi bir yaş etkisi gözlenmemiştir. 24 genç kadın (8-13 yaş) artistik cimnastiki üzerinde iki farklı n kondisyonlanma uyarısının düşüş sıçraması performansına etkisinin incelendiği çalışmada 2 set 5 tekrar çift bacak tuck jump ve 2 set 5 tekrar bacak bloklama hareketi uygulandıktan sonra 4. 8. 12. ve 16. dakikalarda drop jump performansı ölçülmüştür. İki uygulamada da drop jump yksekligi, uçuş zamanı, yerden ayrılma zamanı arasında anlamlı derecede ilişki vardır ve sıçrama performansı anlamlı derecede iyileşme göstermiştir. Bu alışmalar ASP uygulaması etkisinin yaşa göre farklılaştığını göstermektedir.

2.3.3. Yorgunluk ve Toparlanmanın Optimal Süresi

Yüksek şiddetli bir kasılma sonrası yorgunluk ve potansiyasyon eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır. Yorgunluk nedeniyle kas aktivasyonundaki azalma performans üzerindeki ASP'yi olumsuz etkilemektedir. Önceki aktivitenin bir sonucu olarak kuvvet seviyesindeki düşme, azalmış ortalama sarkoplazmik serbest kalsiyuma ya da azalmış kalsiyum iyon hassasiyetine dayanmaktadır (41). Azalmış kalsiyum iyon duyarlılığı kalsiyum-troponin afinitesinde azalma veya kasılmalar sırasında her bir çapraz köprü tarafından üretilen kuvvet azalması ile açıklanmaktadır (42). Yorgun kasta miyoplazmada azalmış bir kalsiyum konsantrasyonundan söz edilmektedir (43). Yorgunlukla ilgili birçok faktör azalmış kalsiyum duyarlılığı ile ilişkilidir (43, 44). Bu faktörler temelde azalmış pH ve artmış inorganik fosfat konsantrasyonu ile ilişkilidir (45). Yüksek frekanslı yorgunluğun temel nedeni sarkolemma ya da onun içindeki transvers tübüller boyunca aksiyon potansiyeli yayılmasının baskılanmasından kaynaklanmaktadır (42). Merkezi yorgunluk ise, motor birim katılımını, motor birim ateşleme hızını azaltarak etki etmektedir (46).

Ön kondisyonlanma şiddeti düşük olduğunda ASP yorgunluktan daha baskındır ve sonraki patlayıcı performansta hemen bir artış söz konusudur. Ön kondisyonlanma şiddeti arttıkça yorgunluk dominant hale gelir ve sonraki performans olumsuz etkilenir. Takiben yorgunluk ASP'den daha hızlı dağılır ve toparlanma döneminde bir noktada performansın güçlenmesi ile sonuçlanır (47). Yapılan bir çalışmada 16 set 5 saniyelik izometrik maksimum istemli kasılma (MVC) diz ekstansiyonu kullanılmış ve her seti 3 saniyelik dinlenme aralığı ile ayırmışlardır. Kasılma zirve tork değerleri ilk 3 setten sonra % 127 artış göstermiştir. Bu durum maksimum istemli kasılma henüz yorgunluk baskın olmadığı için ilk 3 setten sonra ASP yorgunluktan daha baskındır diye düşünülebilir. Fakat 16. MVC setinden sonra kasılma zirve tork değerleri % 32 azalma göstermiştir. Bu durum yorgunluğun ASP'den daha baskın hale geldiğini göstermektedir. Yorgunluk protokolünün ardından kasılma zirve tork değerleri yavaş yavaş artmaya başlamış ve 30-120 saniyelik dinlenmeden sonra temel değerleri aşmıştır (47)

Farklı tipteki kasılmalar farklı nöromüsküler yorgunluk yaratmaktadır (46). Dinamik kasılmaların eksantrik hareketi kas içiği ateşleme hızını artırır ve Ia sinir fibril gruplarını aktive eder. Böylece omurilik afferent sinir yolunu açar (48). Bu

durum dinamik kasılmadan sonraki patlayıcı aktivite sırasında yüksek dereceli motor ünite aktivasyonunu artırır (48). Maksimal izometrik kasılmalar dinamik kasılmalardan daha fazla motor üniteyi aktive eder (49). Daha fazla kas lifi izometrik kasılma boyunca rol alır bu da yüksek oranda MZF fosforilasyonunun yüzdesinin artması ile sonuçlanır ve kas mimarisinde değişikliğe sebep olur (49).

Geleneksel ağırlık antrenmanları kullanıldığı zaman optimal dinlenme süreleri back skuat hareketi için 4-12 dakika, bench press için 3-16 dakika, power clean için ise 7 dakika olarak belirtilmektedir (50). Yapılan bir çalışmada skuat sonrası sprint performansındaki en iyi değer 8. dakikada gözlemlendiği belirtilmektedir (51). 10 ve 15 saniyelik kısa dinlenme aralıkları sonraki aktivite üzerinde gücü azaltıcı etki yaratabilmektedir (51, 52). Bu nedenle ASP uygulaması sırasında çok önemli bir diğer husus yüksek şiddetli ve hafif şiddetli egzersizler arasındaki zaman olan dinlenme aralığıdır (52). Yazılı kaynaklar incelendiğinde dinlenme aralıkları 5 saniyeden 24 dakikaya kadar geniş bir yelpaze olarak belirtilmektedir (51-53). Örneğin, 9 erkek ve 9 kadın üzerinde yapılan bir çalışmada 5 TM back skuat sonrası 30 sn, 2., 4., 6. dakika dinlenme aralığı verildikten sonra sıçrama performansı değerlendirilmiştir. 30. sn ve 6. dakikada performans düşerken, 4. dakikada artmıştır. Çalışma sonucuna göre cinsiyetler arasında dinlenme süreleri açısından herhangi bir fark yoktur (54). Dinlenme periyodu olarak antrenmanlı ve antrenmansız bireylerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise antrenmanlı bireylerde 7-10 dakika aralığı ASP etkisi yaratmak için daha etkili iken, 3-7 dakika dinlenme periyodu sporcularda daha etkili olarak bulunmuştur (7).

2.3.4. Antrenman Şiddeti ve Hacmi

ASP etkisi kondisyonlanma aktivitesinin hacmi, şiddeti ve dinlenme süresinin uzunluğu gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Farklı şiddet ve hacimde uygulanan ön kondisyonlanma aktiviteleri, sonra uygulanan güç aktivitelerinde farklı nöromüsküler yanıtları tetiklemektedir (7). Farklı şiddette ön kondisyonlanma kasılmalarının patlayıcı aktiviteler üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada 3 sn x 3 izometrik MVC ile 5 sn x 3 MVC uygulanmış ve 0-5 saniye dinlenme verildikten sonra performansa etkisi incelendiğinde 3 saniyelik kasılmadan sonra aktif sıçramada değişiklik gözlenmezken, 5 saniyelik kasılmadan sonra drop jump % 5.0 artmıştır (55). 1TM %

80'inde 2x4 izometrik MVC sırttan skuat sonrası 4 dakika dinlenmeden sonra 40 metre sürat performansında %3 azalma gözlemlenmiştir (56). 1 TM % 90'ında 1 tekrar sırttan skuat egzersizi sonrasında 3 dakika dinlenme verilmiş ve aktif sıçrama performansında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir (57). 14 kadın basketbolcu üzerinde yapılan bir çalışmada 1 TM'un % 20, % 40, % 60, % 80, % 90'ında 2 tekrar 5 set yarım skuat sonrasında güç çıktısı, hız, dikey yükseklik için 2 aktif sıçrama uygulamış ve dikey sıçrama yüksekliğinde 1TM'un % 90'ında % 2.9 artış gözlemlenmiştir (58). Başka bir çalışmada 1TM'un %87'sinde 3x3 sıttan skuat uygulanmış 15. sn, 4., 8., 12., 16., 20. ve 24. dakikalarda aktif sıçrama performansı ölçülmüştür. Aktif sıçrama performansı 15. saniyede azalmış, 4. ve 8. dakikalarda artmış ve diğer zamanlarda azalma göstermiştir (59). ASP etkisinin ortaya çıkması için set sayısı (tek-çok set) ve şiddet değerlerinin önemi çok büyüktür. Set sayısı tek ve çok olarak uygulanan ve şiddetin 1TM'nin %60'ı olduğu çalışmada yarım skuat sonrası düşüş sıçraması performansı üzerindeki ASP etkisi değerlendirilmiş ve protokoller arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir(60) .

2.3.5. Bireysel Özellikler

Kas Kuvveti ve Kas Lifi Tipi

Bir bireyin kas kuvvetinin kasılmayı takiben ASP yanıtını belirleyebileceğini gösteren kanıtlar vardır. 160 kg yükten fazlası ile skuat yapan bireylerde 5 set back skuat sonrası aktif sıçrama yüksekliğinde % 4'lük artış gözlemlenmiştir (58). 3 TM back skuat sonrası 12. dakikada aktif sıçrama ve kas kuvveti arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur (58). Bu bulgular için olası açıklama kas lifi tipi ile açıklanmaktadır. Kas kuvveti ve tip II lif yüzdesi arasındaki ilişki kanıtlanmıştır (61, 62). Tip II kas lifleri ön kondisyonlanma kasılmasını takiben hafif zincir fosforilasyonunda en büyük artışı gösterir (63). Dahası yüksek oranda tip II kas liflerine sahip bireylerde ön kondisyonlanma kasılmasını takiben daha fazla motor ünite katılımı gözlenmektedir. Tip II kas lifi yüzdesi fazla olan bireylerde daha fazla motor ünite katılımı ve hafif zincir fosforilasyonu daha iyi bir ASP yanıtı oluşturmaktadır (63). Farklı seviyelerde 16 erkek rugby oyuncusunda 1TM'un % 65'inde 6 tekrar beç press egzersizi sonrasında 5 tekrar beç press uygulanmış ve güç çıktısı % 4.5 artmıştır (64). Direnç antrenmanı yapan hokey oyuncusu 11 kadın üzerinde yapılan bir başka çalışmada 3

set 3 TM yarım skuat sonrasında maksimum güç, zirve güç ve sıçrama yüksekliği için 4 tekrar skuat sıçrama uygulanmıştır. Başlangıçta herhangi bir fark gözlenmemiştir. Grup daha sonra yüksek ve düşük kuvvete sahip sporcular olarak ikiye bölünmüş ve yüksek kuvvetli grupta maksimum kuvvet % 2 daha fazla çıkmıştır (65).

ASP ve kas lifi tipi arasındaki ilişkiyi kanıtlamak amacıyla yapılan bir çalışmada katılımcılar tip I ve tip II kas liflerine sahip olmaları bakımından iki gruba ayrılmıştır. 3 saniyelik maksimum istemli kasılma sonucunda tip II kas liflerine sahip katılımcılarda daha fazla zirve tork yanıtı oluşmuştur (47). Yüksek oranda tip II kas liflerine sahip bireylerde daha yüksek MVC (maksimum istemli kasılma) zirve tork beklenirken, daha yüksek anaerobik ATP devir hızı oranı, anaerobik enerji depolarının daha fazla kullanılması ve yorulma ile ilişkili metabolitlerin üretilmesi nedeniyle daha fazla yorgunluk ve set sayısı arttıkça zirve torkta daha fazla azalma göstermeleri muhtemeldir (8).

Antrenman Düzeyi

Bireysel antrenman düzeyi, ASP ve yorgunluk cevabını etkilemektedir. Antrenman düzeyi yüksek ve güçlü bireylerin daha büyük ASP etkisi göstermeleri ağır yüklerle karşı yorulma direnci gösterebilmeleri ile açıklanmaktadır (66). Chiu ve ark. (14) 24 katılımcı üzerinde yapılan çalışmada sporcuları milli seviyede 7 kişi, kalan 17 kişiyi rekreasyonel direnç egzersizi yapan bireylerden seçmişlerdir. 1 TM'un % 90'unda 5 set sırttan skuat egzersizi yapılmış, 5-7 dakika toparlanma süresi verildikten sonra 7 kişilik milli sporcu grubunda aktif sıçrama ve drop jump performansında % 1-3 oranında artış gözlemlenmiştir. Bunun aksine 17 kişiden oluşan rekreasyonel grupta aynı kondisyonlanma kullanılmış fakat aktif ve skuat sıçrama performansında % 4 oranında azalma meydana gelmiştir. Bunun sonucunda kuvvet seviyesi yüksek antrenmanlı bireylerin yorulmaya karşı direnç gösterecekleri belirtilmiştir. Ayrıca bu kişilerin ASP görülme olasılıklarının daha yüksek olacağı öne sürülmüştür. 10 rekreasyonel erkek üzerinde 1 TM % 90'unda sırttan skuat sonrası 3 dakika dinlenme verdikten sonra uygulanan aktif sıçrama performansında herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir (57). Antrenman durumunun aktivasyon sonrası potansiyasyonu etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla kuvvet antrenman geçmişi olan ve rekreasyonel antrenmanlı sporcular karşılaştırılmıştır. Ön kondisyonlanma olarak

1TM %90'nında back skuat 5 set 1 tekrardan oluşmak üzere uygulanmış ve 5 dakika dinlenme sonrası her iki gruba jump skuat uygulanmıştır. Ağır yük ön kondisyonlanmanın katılımcılar üzerinde bir etkisi olmamıştır. Ancak iki grup kıyaslandığında kuvvet ve güç parametreleri kuvvet antrenman geçmişi olan grupta anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (20). Antrenman seviyesi, yorgunluk ve ön kondisyonlanma arasındaki ilişki göz önüne alındığında daha güçlü ve antrenman seviyesi yüksek bireylerin maksimum ve yüksek yoğunluklu egzersizden sonra yorgunluğu daha hızlı giderebildikleri ve daha yüksek ASP yanıtı oluşturabildikleri belirtilmektedir (66).

2.4. ASP Yöntemleri

ASP etkisini ortaya çıkarmak için kullanılan yöntemler sonraki aktiviteye biyomekanik olarak benzeyen egzersizlerden seçilmelidir. ASP yöntemlerinden biri olan kompleks antrenman ağır yüklü kuvvet egzersizinden sonra biyomekanik olarak benzer pliometrik egzersizin uygulanması yöntemidir (67). ASP yöntemlerinde geleneksel ağırlık yöntemi (1TM %80-95) kullanılacağı gibi pliometrik egzersizler (drop jump, tuck jump(dizleri karna çift bacak çekerek sıçrama) ve izometrik maksimum istemli kasılmalar da kullanılabilir.

2.4.1. Ağırlık Yöntemi

ASP etkisini ortaya çıkarmak için en yaygın kullanılan yöntemlerden biri de ağırlık yöntemidir. Kullanılan yükler geleneksel yüksek şiddet % 80-95 aralığı olabildiği gibi, geleneksel orta şiddet % 60-80 aralığı da olabilmektedir. ASP etkisini elde etmek için kullanılan şiddet kişinin antrenman geçmişine, kas lif tipi yüzdesine bağlı olarak değişmektedir. 9 ragbi oyuncusu üzerinde yapılan bir çalışmada 1 set 3 TM back skuat sonrası 15. sn, 4., 8., 12. ve 16. dakikalarda aktif sıçrama performansındaki değişiklikler gözlemlenmiştir. 15. sn ve 16. dakikada -%3,3'lük azalma gözlenirken, diğer zamanlarda artış gözlenmiştir (68). Seitz ve Haff. (21) 9 ragbi oyuncusu üzerinde 1 TM'un % 90'nında 3 sırttan skuat sonrası 15. sn, 3., 6., 9., 12. dakikalarda skuat sıçrama egzersizi uygulamıştır. Çalışma sonucunda 15. sn hariç diğer zamanlarda skuat sıçrama performansında artış gözlemlenmiştir. 15 rekreasyonel düzeyde spor yapan erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada 1 TM'un % 90'nında 1x10

sırttan skuat sonrası 3 ve 5 dakika dinlenme verildikten sonra 3 dakikanın sonunda 30 m sprint performansında değişiklik gözlenmezken, 5 dakika dinlenme sonucunda 0-10 metre sprint zamanı ve 0-30 m sprint zamanında azalma gözlemlenmiştir (69). Bevan ve ark. (51) 16 profesyonel ragbi oyuncusunda 1 TM %91'inde 3 sırttan skuat egzersizi ön kondisyonlanma olarak uygulanmış ve 4., 8., 12. ve 16. dakikalarda 5 m ve 10 m sprint zamanı gözlemlenmiştir. 8. dakikanın sonunda 5 m ve 10 m sprint zamanında artış gerçekleşmiştir.

2.4.2. Kompleks Antrenman

Kompleks antrenman, aynı antrenman sezonu içinde hem güç hem de kuvveti geliştirmeyi amaçlayan bir antrenman yöntemidir (67). Fleck ve Kontor (1) kompleks antrenmanı ağır direnç egzersizini takiben ona biyomekanik olarak benzer hafif egzersizin uygulanması olarak tanımlamıştır. Ağır kuvvet egzersizi aynı zamanda ön kondisyonlanma egzersizi olarak ifade edilir ve yavaş hızda ağır yüklerle uygulanan skuat (5TM) ya da yüksek hızla orta yükte uygulanan power clean egzersizi olabilmektedir (70). Kompleks antrenman kişinin daha sonra uygulanan hafif setlerde daha fazla güç üretmesini sağlamak için nörolojik, kassal ve psikomotor sistemlerin optimal kapasitelerini ortaya çıkarır (70). Kompleks antrenman, motor ünite uyarılabilirliğini ve miyozin hafif zincir fosforilasyonunu artırır. Bu cevap ASP olarak adlandırılmaktadır (2). Basketbolcularda 8 haftalık kompleks antrenman uygulaması sonucunda dikey sıçrama, çeviklik ve box jump performanslarında iyileşme gözlemlenmiştir (71).

2.4.3. Maksimum İstemli Kasılma

Yaygın olarak kullanılan ve maksimal ya da maksimale yakın (>%80) şiddette dinamik veya izometrik maksimum istemli kasılmalar ASP etkisini ortaya çıkarmak için yaygın olarak kullanılan yöntemler arasındadır (72). Hamada ve ark(8) yapmış olduğu çalışmada diz ekstansöründe 10 saniye boyunca izometrik maksimum istemli kasılma sonrasında 5 saniye dinlenme verildikten sonra kasılma zirve tork değerlerinin arttığını gözlemlenmiştir. Ancak 30 saniye ve 60 saniye sonra kasılma zirve tork potansiyasyonu sırasıyla % 44 ve % 31 oranında azalmıştır. 10 antrenmanlı birey üzerinde ön kondisyonlanma olarak 10 saniye izometrik maksimum istemli kasılma

diz ekstansiyonu uygulamış ve 20 saniye ve 40 saniye dinlenme süresi sonrası her iki zaman aralığında da dinamik diz ekstansiyonunda herhangi bir fark gözlenmemiştir (73). Robbins ve Docherty (74) 16 antrenmanlı birey üzerinde ön kondisyonlanma olarak 3 set 7 saniye ve her set aralığı 8 dakika olmak üzere izometrik maksimum istemli kasılma sırttan skuat uygulamış ve 4 dakika dinlenme sonrasında aktif sıçrama performansında herhangi bir değişim gözlenmemiştir. 30 antrenmanlı birey üzerinde 3 TM dinamik sırttan skuat sonrası 3 dakika dinlenme verildikten sonra aktif sıçrama performansındaki değişiklikler incelemiştir. ASP uygulaması sonrasında sıçrama yüksekliği %2,9, zirve güç %8,7 artmıştır. Aynı çalışmada katılımcılara 3x3 saniye her set arası 2 dakika dinlenme verildikten sonra izometrik maksimum istemli kasılma sırttan skuat uygulanmış ve sıçrama yüksekliğinde herhangi bir değişiklik belirlenmezken, zirve güç %8,0 artmıştır (5).

2.4.4. Pliometrik Egzersizler

Pliometrik egzersizler gerilme kısalma döngüsü kas eylemini kullanarak vücut ağırlığı ile yapılan sıçrama, atlama tipi egzersizleri içeren fiziksel bir kondisyonlanma şeklidir (75). Gerilme-kısalma döngüsü, eksantrik ve konsantrik evrelerin kas etkinliğinin bütünlüğü olarak ifade edilmektedir (76). Bu durum eksantrik kas etkinliğinin, konsantrik kas etkinliğinden önce gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır (76). Pliometrik egzersizlerin amacı, kas ve tendonun doğal elastik bileşenleri ve gerilme refleksini kullanarak sonraki aktivitenin gücünü artırmaktır (75). Gerilme kısalma döngüsü hareketin son bölümünde (konsantrik kas etkinliğinde) etkiyi ortaya çıkarmaktadır (76). Gerilme kısalma döngüsü çok kısa bir süre içerisinde kas tendon ünitesinin maksimal kuvvet üretimini sağlamaktadır (77). Bu etki sonucu ortaya çıkan verim düzeyindeki artış, eksantrik evrede elastik enerjinin yedeklenmesi, gerilme refleksinin etkinliğe katılması ve kas etkinliğinin en iyi duruma getirilmesine bağlı olmaktadır (76).

Kas dokusunun gerilme kısalma döngüsü ya da pliometrik kas etkinliği iki önemli faktör üzerinden açıklanmaktadır. İlki kasın seri elastik komponentleridir. İkincisi ise gerilme refleksinin aktivasyonu için kas gerginliğini önceden ayarlama ve hızlı kas gerilmesi ile duyuşal girdiyi iletme rolünü üstlenen proprioseptörlerdir (78). Kas içiği iskelet kaslarımızın orta kısmına yerleşmiş, gerilmeye duyarlı

reseptörlerdir. Kas iğcikleri intrafüzal kas lifinden yapılmıştır. Kas gerildiğinde kas iğciği uzunluktaki değişikliği kaydeder ve spinal korda uyarılar gönderir. Bu germe myotetik refleksi tetikler. Aktive olan kas iğcikleri omurilikteki motor nöronları uyarır ve bu da hizmet ettikleri kas liflerini harekete geçirir. Bu şekilde gerilme refleksi agonist kas aktivitesini gerçekleştirir. Gerilme refleksi, gerilen kasta kasılma ile kas uzunluğundaki değişikliğe direnç gösterir (79).

Kas elastikiyeti gerilme kısalma döngüsünün eş zamanlı bir kas hareketinden daha fazla güç üretebileceğini anlamada önemli bir faktördür. Çünkü kaslar hızlı bir şekilde gerilme sonucu oluşan gerilimi kısa süre içinde depolayabilir böylece bir tür potansiyel elastik enerjiye sahip olurlar. Bu tıpkı lastik bandı her uzattığımızda lastik bandın eski uzunluğuna dönme potansiyeline sahip olması gibi düşünülebilir (79). Golgi tendon organı ise kasın gerimi ve gerimindeki değişimin hızı hakkında sinir sistemine bilgi taşır. Golgi tendon organı uyarıldığında kasın çalışmasını inhibe ederek aşırı kas kasılmasını önlerler. Kısaca kas iğcikleri ve golgi tendon organları kasların ve tendonların primer reseptörleridir. Kasın içindeki gerginliği tespit eder ve bir kasın kontraksiyonuna yanıt verirler (79).

Gerilme kısalma döngüsü; eksantrik faz, amortizasyon fazı ve konsantrik faz olmak üzere 3 ayrı fazdan oluşmaktadır. Eksantrik faz (yükleme fazı), hızlı kas uzamasını içeren pliometrik hareketin ilk aşamasıdır (76). Yüklemeye aşaması kas tendon ünitesinin yerçekimine karşı iş yapmaya başladığında ortaya çıkar ve bu direnç antrenman literatüründe negatif iş olarak tanımlanır (80). Yüklemeye aşaması sırasında aktif kasın gerilmesi, gerilme kısalma döngüsü ile ilişkili 3 mekanizma ile kuvvet çıktısı ortaya çıkarmaktadır. Bunlar kas potansiyalizasyonu, gerilme refleksi ve seri elastik komponentlerdir (81) Kas potansiyalizasyonu, kas kasılma özelliklerinin değişmesidir. Kas sarkomerinin hafifçe uzamasına ve böylece aktin miyozin yakınlığının artmasına sebep olur. Artan yakınlık daha yüksek kuvvet üretimine neden olan çapraz köprü oluşumuna neden olur (81). Üçüncü mekanizma ise, elastik potansiyel enerjinin seri elastik komponentlerde depolanmasıdır. Ekleme yük bindiğinde kas ve tendondaki aktin miyozin filamentler (seri elastik komponentler) gerilir ancak kas tendon ünitesindeki ana katkıyı sağlayan elastik potansiyel enerjinin esas depolanan yeri tendonlardır (82). Tendonun içinde yatan ve bir duyu reseptörü olan golgi tendon organı, tendonun gerilmesi ile uyarılır. Golgi tendon organından

duyusal bilgiler omurilikteki bir internöron üzerine iletilir ve inhibe edici geri bildirim gergin kasa gönderilir (83).

Kısaca, eksantrik safhada seri elastik elemanlar enerjiyi depolar ve kas iğcikleri uyarılır. Kas iğcikleri gerilir ve tip Ia sinir lifleri aracılığı ile omuriliğin ventral köküne sinyal gönderilir ve agonist kasın gerilmesi meydana gelir (76, 84).

Amortizasyon fazı, pliometrik egzersizin eksantrik evresi (negatif iş) ve konsantrik evresi (pozitif iş) arasındaki geçiş birleştirme evresi olarak tanımlanmaktadır (85, 86). Gerilme ve kısıalma evresi arasındaki geçiş sürekli ve hızlı değilse kazanılan enerji ısı olarak kaybolacaktır (76). Amortizasyon fazında gecikme yaşanması durumunda aktivite artık pliometrik olarak kabul edilmeyecektir çünkü gerilme kısıalma döngüsünün yararları kaybedilecektir (76). Aslında depolanan elastik enerjisindeki düşüşler 23 ms daha fazla olan birleştirme aşamalarında meydana gelmektedir (87)

Pliometrik aktivitenin bu son aşaması olan konsantrik faz, geri tepme, kısıalma, itme aşaması olarak da adlandırılır (76, 77, 88). Pliometrik aktivitenin konsantrik fazı, birleştirme fazından hemen sonra gelir ve kas tendon ünitesinin kısaltılmasını içerir (89). Pliometrik aktivitenin bu aşaması yükleme fazı sırasında ortaya çıkan mekanizmaların kuvvet üretim verimliliğinin artmasına katkıda bulunduğu zamandır (76). Gelişmiş verimlilik ve kuvvet üretimi elastik enerjinin kullanımı, kas kuvvetlendirilmesi ve gerilme refleksinin katkısının toplamından elde edilir (90-92).

Kısaca, eksantrik safhada seri elastik bileşen (SEC) gerilir ve elastik enerji depolanır. Kas boyu uzar. Bu yolla kas iğcikleri uyarılır ve tip Ia sinir lifleri aracılığı ile omuriliğin ventral köküne afferent sinyal gönderilir. Amortizasyon fazında SEC’de hareket yoktur ve sinyal omuriliğe gider ve alfa motor nöronlar ile sinaps yapıp kasa döner. Konsantrik fazda SEC dinlenme halindeki uzunluğuna döner ve sinyal kasa ulaşır ve kas aktivitesine neden olan reflekse sebep olur. Eksantrik evrede depolanan elastik enerji kullanılır.

2.5. Pliometrik Egzersizler ile Uygulanan ASP Çalışmaları

Farklı antrenman hacminde iki düşüş sıçraması uygulamasının (düşük şiddet; 1 set 5 tekrar 30 cm yükseklikten, yüksek şiddet 3 set 5 tekrar 30 cm yükseklikten) aktif sıçrama yüksekliğinde yaratacağı ASP etkisinin incelendiği çalışmada düşük

şiddet derinlik sıçraması protokolü aktif sıçrama yüksekliğinde artışa neden olmuştur (93). Genç futbolcularda farklı şiddetlerde (1TM %100, %80'i, %60'ı) uygulanan ASP etkisinin sıçrama, sürat ve yön değiştirme performansına etkisini inceleyen diğer bir çalışmada ise yüksek şiddette (1TM % 80) uygulanan skuat egzersizi sonrasında performans değerlerinde gelişme gözlenmiştir (94). Kompleks antrenman uygulamasının (yüksek yoğunluklu egzersiz sonrası düşük yoğunluklu egzersiz) aktif sıçrama yüksekliği, dikey sıçrama yüksekliği, 1 TM skuat performansı ve 10, 20, 30, 40 metre sürat performansına etkisinin incelendiği bir başka çalışmada kompleks antrenman tüm performanslarda pozitif yönde etkili olmuştur (95). Profesyonel ragbi oyuncularında pliometrik uyarının akut etkisinin sıçrama performansı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada 40 sıçrama performansı sonrası 1, 3, ve 5. dakikalarda aktif sıçrama performansı gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucuna göre pliometrik egzersiz aktif sıçrama yüksekliğinde ve zirve güç değerlerinde 3. ve 5. dakikalarda anlamlı bir gelişmeye sebep olmuştur (96).

12 erkek futbolcu üzerinde yapılan bir başka çalışmada kontrol grubu, 5 TM deadlift, 5 tekrar tuck jump, 3 tekrar 3 saniye izometrik diz ekstansiyonu olmak üzere 4 farklı protokol uygulanmıştır. Protokoller sonrasında 4, 5 ve 6. dakikalarda sürat performansı değerlendirilirken, 7, 8 ve 9. dakikalarda dikey sıçrama performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda protokoller arasında sprint ve drop jump performansında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (15). Pliometrik egzersizler kullanılarak sürat performansı üzerindeki ASP etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada kontrol grubu, 3 set 10 tekrar leg bound ve vücut ağırlığının %10'u eklenerek uygulanan 3 set 10 tekrar leg bound olmak üzere 3 grup oluşturulmuş ve 15.sn, 2, 4, 6, 8, 12 ve 16. dakikalarda 20 m sürat performansındaki değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda 15. sn ve 4. dakikada vücut ağırlığının %10'u eklenerek uygulanan 3 set 10 tekrar leg bound grubunda sürat performansında gelişme gözlenmiştir (14). Sürat performansı üzerinde drop jump potansiyasyon etkisinin incelendiği başka bir çalışmada kontrol grubu, dinamik ısınma ve dinamik ısınma ile beraber drop jump uygulandığı 3 grup oluşturulmuş ve 20 metre sürat performansı incelenmiştir. Sürat performansındaki gelişme dinamik ısınma ve drop jump uygulandığı grupta gözlemlenmiştir (13). Son zamanlarda yapılan meta analiz sonuçlarına göre bir pliometrik egzersizin kondisyonlanma uyarısı olarak kullanılması

yüklü geleneksel direnç egzersizine göre daha az yorgunluk yaratacağı yönündedir. Böylece pliometrik egzersizler ASP yöntemi olarak kullanıldığında daha büyük bir kuvvetlendirme etkisi elde edilecektir (6).

2.6. Sürat

Sürat, mesafeleri hızlı bir şekilde alma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (97). Sürat, çoğu spor dalında düz bir doğrultuda çabuk hareket etmeyi sağlaması bakımından önemli bir parametre olarak düşünülmektedir (97-99). Sürat; çıkış, ivmelenme, maksimal hız evresi olmak üzere üç evrede incelenmektedir (97). Çıkış evresinde, sürata başlamak için hareketsiz konumdan patlayıcı bir bacak kuvveti uygulaması ile eylemin başlatılması gerekmektedir. Çıkışın doğru bir şekilde yapılması için gövdenin öne doğru hareketi sırasında yatayla 45 ya da daha düşük bir açı olmalıdır. Çıkıştan sonra ivmelenme bölümü, hareket hızını en kısa süre içinde artırabilme yeteneği olarak ifade edilmektedir (100). İvmelenme maksimal kuvvet düzeyine göre değişmekte ve kuvvet sürat yeteneği ile doğrudan ilişkili olarak değerlendirilmektedir (101). Çıkıştan sonraki ilk ivmelenme evresinde adım uzunluğu ve sıklığı 15-20 metre ya da 8-10 adıma kadar artmaktadır (102). Bu evrede adım sıklığı birincil olarak önem kazanmaktadır. İvmelenme bölümü tamamlandıktan sonra sporcu maksimal koşu hızına ulaşmaktadır. Yüksek düzeyde ivmelenme kapasitesine sahip sporcular bu yetenek sayesinde yüksek sürat hızına ulaşma ve koruma özelliklerini sergilemektedirler (102). Maksimal koşu hızına ulaşıldığında adım sıklığı ve adım uzunluğu birlikte hareket hızını oluşturmak için gövde konumu yukarı doğru yönlendirilmektedir (103).

2.7. Sürati Etkileyen Etmenler

2.7.1. Enerji Sistemi

Sürat, çapraz köprü döngüsünde yüksek düzeyde enerjinin hızlı olarak açığa çıkarılması ve buna bağlı olarak kaslarda hızlı ve sürekli kas kuvvetinin oluşturulması ile elde edilmektedir. Fosfojen ve glikolitik sistem sürat etkinliklerinde baskın olan sistemlerdir (104). Oksidatif enerji sisteminin kullanım düzeyi sprintin süresine, uzunluğuna, dinlenme süresine bağlı olarak değişmektedir (105). Fosfojen sistem

(ATP-PC), sprint esnasında kaslardaki ATP ve fosfokreatin (PCr) yedeklerinin azalması ile kendini göstermektedir (106). Üst düzey sürat atletleri üzerinde yapılan bir çalışmada 60 metrelik bir sprint esnasında PCr seviyelerinin %60'ın üzerinde tükendiğini göstermiştir (107). Bu durumda sürat antrenmanlarında kreatin fosfokinaz (CPK) düzeyinin artması beklenir (104). ATP'nin sürat antrenmanı sırasında yüklenmelere bağlı olarak artışı; miyokinaz (MK) enziminin artması ile oluşmaktadır. Miyokinaz ATP'nin yeniden oluşumunu artırmaktadır (104). Miyokinaz ve fosfokinaz bazı çalışmalarda kısa sürat antrenmanı sonucunda küçük artışlar göstermiştir ve elit sprinterlerin PCr'ni daha hızlı parçalayabildiği belirtilmektedir (107). Bu nedenle kısa sürat antrenmanlarının miyokinaz aktivitesinde küçük değişiklikler yaratacağı ve bunun da ATP resentezinin ve sürat performansının artmasına neden olacağı belirtilmektedir (107). Glikoliz, 10 saniyelik maksimal dinamik egzersizin enerji üretimine % 55-75 oranında katkı sağlamaktadır (107). Benzer şekilde glikolitik enzim aktivitesinin (özellikle laktat dehidrogenaz (LDH), fosfofruktokinaz (PFK), glikojenfosforilaz) uzun ve kısa sprintlerden oluşan antrenmanlarda arttığı belirtilmektedir (107). Çok sayıda enzim ile beraber glikolitik sistem, sürat antrenmanını değişik biçimlerde etkilemektedir. (108-110). Mitokondrial enzim seviyesi de kısa sprintler arasında toparlanma süresi kısa olduğunda ve uzun sprintler sonrasında artış göstermektedir. (107) Glikolitik sistemi düzenleyicisi olan PFK enzimi ise kısa süreli ve uzun süreli sürat etkinliklerinde artmaktadır. PFK enzimi sürat gibi yüksek şiddetli uygulamalardaki performans düzeyi ile oldukça ilişkilidir (111). LDH artışı kısa ve uzun süreli sürat etkinliklerinde ortaya çıkmaktadır (112). Sürat düzeyinin azalması hidrojen iyon yoğunluğunun artmasının sonucu glikolitik sistemin yavaşlaması ve laktatın artmasına bağlı olarak oluşmaktadır (113).

2.7.2. Enerji Maddesi Yedekleri

İskelet kası bir egzersiz uyarısına birçok farklı şekilde uyum sağlayabilen dinamik bir dokudur (107). Metabolik adaptasyonlar bir kasın enerji üretmek amacıyla gerçekleştirdiği adaptasyonlardır (107). Son çalışmalar 10 saniyelik sprint sırasında enerjinin % 13'nün, 20 saniyelik bir sprint sırasında enerjinin % 27'sinin aerobik olarak üretildiğini belirtmektedir (107). 10 saniyelik ve daha kısa süreli sürat performanslarında kas kasılması için gerekli enerji öncelikle ATP ve PCr

parçalanmasından elde edilir. Ancak kısa sprintler tekrarlanırsa ve sprint egzersizi 30 saniyeye kadar uzarsa anaerobik enerji üretiminin enerji verimine katkısı azalır ve aerobik metabolizmadan önemli miktarda enerji elde edilir (107). Sürat antrenmanı esnasında gerekli olan metabolik maddelerin (PCr, ATP ve glikojen) kullanımının fazla olması sporcunun antrenman düzeyine ya da antrenmanın şiddetine göre değişmektedir (104). Kısa sprint antrenmanlarının PCr ve glikojen düzeyini, uzun sprint antrenmanlarının ise sadece glikojen düzeyini tükettiği belirtilmektedir (107).

2.7.3. Yorgunluk Sırasında Biriken Maddeler

Sürat çalışmaları esnasında ATP devir hızı kastaki ATP:ADP oranında bir azalmaya neden olur. Bu orandaki azalma ADP'nin AMP'ye katabolizmasına sebep olur. AMP ise IMP'ye (inozinmonofosfat) dönüşür ve daha sonra inozin ve hipoksantine parçalanır (114). Hem inozin hem de hipoksantin hücre zarı boyunca yayılabildiğinden yüksek şiddetli sürat antrenmanları sırasında ortaya çıkan ATP'nin hızlı döngüsü kastan pürin bazlarının kaybıyla sonuçlanmasına neden olabilmektedir (115). Glikoliz ise hızlıdır ve yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında kas kasılmasının başlamasından çok kısa bir süre sonra başlatılır (116). Kas boyunca önemli miktarda laktik asit birikir. Laktik asidin ayrışmasından meydana gelen hidrojen iyonları yorgunluğa neden olma potansiyeline sahiptir. Ancak laktik asit tamponlama sistemleri (bikarbonat, fosfat, protein ve hemoglobin) sayesinde nötralize edilir (116). Tekrarlı sprintler sonrasında laktik asit birikimi sürat performansında düşüşlere neden olmaktadır (117). Laktik asit birikiminin artmasının yanı sıra PFK etkinliğinin azalmasına neden olan hidrojen iyon konsantrasyonunun artması (118), Ca^{+2} aktarım hızında düşüşe (119) ve Ca^{+2} iskelet kaslarında çapraz köprü döngüsü düzeyinde azalmaya neden olmaktadır (120).

2.7.4. Kas Lifi Tipleri

Kas lifi tiplerinin sürat performansını belirlemede önemli bir işlevi bulunmaktadır. Sürat antrenmanlarında yaygın adaptasyon tipIIb/IIx oranında azalma, tip IIa MHC'de artış ile sonuçlanmaktadır (121). Tip IIa MHC, tip IIb MHC'den daha fazla yorulma direncine sahiptir (121). Sürat eğitimine morfolojik adaptasyonlar arasında kas lifi tipinin tip IIa kasına doğru bir kaymayı indüklemesi, kas kesit alanını

artırması ve kalsiyum salınımına yardımcı olmak için sarkoplazmik retikulumun hacmini artırması beklenebilir (107).

2.7.5. Sinirsel Etmenler

Maksimal şiddette uygulanan sürat antrenmanları üst düzeyde sinirsel etkinliği gerektirmektedir. Kas etkinliği, gerilme refleksi, sinirsel yorgunluk gibi çok sayıda sinirsel etmen sprint performansını etkilemektedir (122).

Kas Etkinliği

Sürat antrenmanları sırasında çok sayıda farklı kaslar belirli sürelerde şiddetli uyarılarla hareket etkinliğini en iyi duruma getirmek için devreye girmektedir (122). Sürat performansı sinirsel katılım ve etkili bir motor sistemin sonucu olarak meydana gelmektedir (122). Agonist kaslar ile uyum sağlanarak, kas kasılma hızı değiştirilmektedir (122). Gerilme kısalma döngüsünde değişme ve koşu sırasında gerekli olan kuvvet sağlanmaktadır. Tip II kas liflerinin kasılması ile sprint performansı daha üst düzeye ulaşmaktadır (122).

Gerilme Refleksi

Gerilme refleksi, sürat koşu performansı üzerine etkide bulunmaktadır (122). Gerilme refleksi kuvvet üretimine katkısı ile sürat antrenmanının belirleyicisi konumundadır. Sürat performansında çok sayıda kas kuvvet üretmek için etkinliğe katılır ve bu durum kas iğciklerinin duyarlılığını artırmaktadır. Kas iğcikleri duyarlılığının, antrenman uyumu olarak ortaya çıkması sürat antrenmanına bir yanıt olarak görülmektedir. Bu durumda kas sertliği artırılarak, yerle temas sağlanmaktadır (122). Eklem kas sertliğinin de artması hem maksimal koşu sürati hem de süratin korunmasını sağlamaktadır. Eklem kas sisteminin sertliğinin artırılması, destek evresinde kuvvet gelişim oranını artırmaktadır. Buna bağlı olarak süratin destek evresinde yerle temas zamanını azaltmaktadır (122).

Sinirsel Yorgunluk

Sinirsel yorgunluk sürat performansında istemli kuvvet oluşturma kapasitesini düşürmektedir (123). Sinirsel yorgunluğun sonucu olarak adım sıklığındaki düşüşün

nedenlerini, motor ünitelerde ve motor ünitelerdeki ateşleme hızındaki değişime bağlı olduğu düşünülmektedir (123). Yorgunluk esnasında tip II lifleri, akut sinirsel yorgunluğa bağlı olarak daha kısa kasılma süresi ve hız engellemeleri ile karşılaşmaktadır (124). Ateşleme hızındaki düşüşün esas nedeni sinir kas kavşağındaki yorgunluk, ateşleme hızındaki düşüş, ya da motor birimlerdeki ateşlemenin azalmasından kaynaklanmaktadır (tip IIb ya da tip IIx liflerinde) (107). Akut sinirsel yorgunluk, gerilme refleksi duyarlılığının azalmasının nedeni olarak gösterilmektedir. Bu durum, gerilme kısılma döngüsünün uzun sürmesine bağlı olarak gerilme refleksi duyarlılığının azalmasına neden olmaktadır ve koşu sırasında kuvvet uygulaması azalmaktadır. Kuvvet uygulaması azalınca sürat verimi de olumsuz etkilenmektedir (107).

2.8. ASP'nin Sürat Performansına Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Pliometrik bir egzersizin sürat performansına etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada 3 set 10 tekrar leg bound egzersizi 15 sn, 2, 4, 8, 12 ve 16 dk dinlenme verildikten sonra vücut ağırlığında ve vücut ağırlığına %10 eklenerek uygulanmış ve 20 m sürat performansındaki değişimler gözlemlenmiştir. ASP etkisi 4. ve 8. dk da vücut ağırlığına %10 eklenerek uygulanan grupta bulunmuştur (14).

Yapılan başka bir çalışmada 5 dk jogging uygulanan kontrol grubu, 5 dk jogging ve 10 dk dinamik esnetme uygulanan diğer grup ve 5 dk jogging. 10 dk esnetme ve 3 drop jump uygulanan grup olmak üzere 3 ayrı grup üzerinde 1 dk dinlenme verildikten sonra 20 m sürat performansındaki değişim incelenmiştir. En iyi gelişim dinamik esnetme ve drop jump'ın beraber uygulandığı grupta gözlemlenmiştir (13).

De Sousa ve ark. (140) 19-27 yaş aralığında basketbol oyuncuları üzerinde farklı ısınma stratejilerinin sürat performansına etkisinin incelendiği çalışmada 5 farklı (aerobik, kuvvet antrenmanı, aerobik + sıçrama, kuvvet antrenmanı + sıçrama, sadece sıçrama) ön kondisyonlanma uygulanmış ve sürat performansını artıran en etkili ön kondisyonlanma kuvvet antrenmanı + sıçrama olmuştur.

Bir başka çalışmada orta derecede antrenmanlı 12 erkek ve 8 kadın üzerinde ön kondisyonlanma egzersizi olarak kettlebell kullanılmış ve 4, 8 ve 12. dakikalarda

20m sürat performansı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 4 dakikaya kıyasla 12. dakika 20m sürat süresi için önemli bir zaman etkisi bulunmuştur (125).

Dello Iacono ve Seitz (14)18 futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmalarında 1TM %85'inde barbell hip trust egzersizi ön kondisyonlanma egzersizi olarak uygulanmış ve 15 sn, 4. ve 8. dakikalarda 5, 10, 20 m sürat performansına etkisi incelenmiştir. 5 ve 10 m sürat performansı sadece 15. sn'de gelişme gösterirken, 4. ve 8. dakikalarda üç sürat mesafesi için de anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir.

23 ragbi oyuncusu üzerinde 1 set 3 tekrar sırttan skuat ve 1 TM % 90 power clean egzersizi ön kondisyonlanma egzersizi olarak uygulanmış ve 20 m sürat performansı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Her iki uygulamada sürat zamanı, sürat hızı, ortalama hızlanma değerlerinde anlamlı iyileşme gözlemlenmiştir. Ancak protokoller kıyaslandığında power clean egzersizi sırttan skuat egzersizinden daha etkili olduğu görülmüştür (126).

13 elit ragbi oyuncusu üzerinde 1TM'un % 90'nında power clean ön kondisyonlanma egzersizi olarak kullanılmış ve 7 dakika dinlenme verildikten sonra 20 m sürat performansındaki değişim incelenmiştir. ASP uygulaması sonrasında sürat zamanı, hız ve ortalama hızlanma sırasıyla % 3,1, % 3.2, % 6.6 oranında artmıştır (126).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

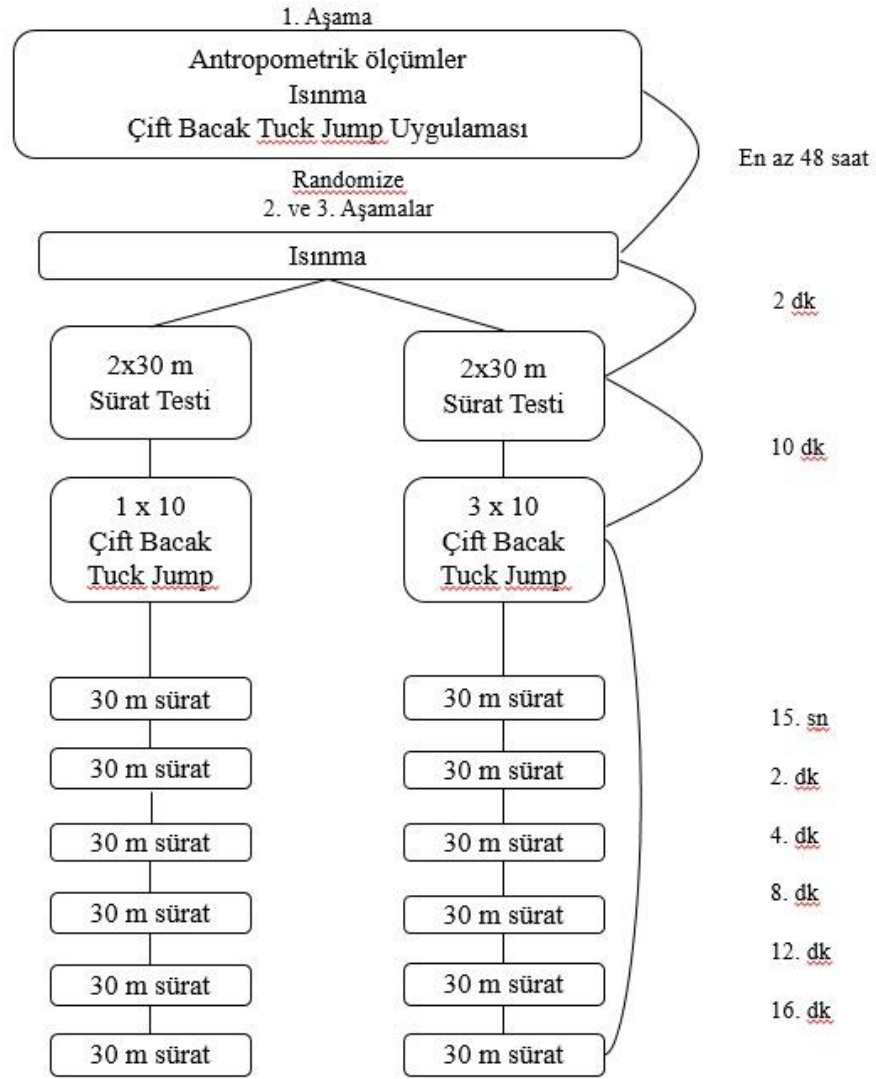
Bu çalışmaya yaşları 18-28 arasında değişen takım sporları (Voleybol, Amerikan Futbolu, Futbol, Ragbi, Basketbol ve Buz Hokeyi) veya bireysel sporlarla uğraşan (Sprint, Crossfit), sprint ve pliometrik antrenmanı ile birlikte en az 2 sene kuvvet antrenmanı geçmişi olan 22 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Başlangıçta çalışmaya toplam 30 erkek sporcu katılmıştır. Ancak 8 sporcu çalışma kriterlerine uygun olmadığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışma öncesi Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulundan 03.09.2019 (Karar no: 2019/20-48) tarihinde bilimsel ve etik açıdan uygun bulunduğu dair etik kurul izni alınmıştır (EK-1). Sporculara çalışma ile bilgi verilmiş ve karşılaşılabilecekleri risk ile rahatsızlıkları içeren bilgilendirme onam formu okutulup imzalatılmıştır (EK-2).

3.2. Verilerin Toplanması

Veri toplama süreci, aralarında en az 48 saat olacak şekilde 3 aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamadan sonraki tüm aşamalar rastgele sırayla uygulanmıştır. Öncelikle katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu ölçümleri yapılmış ve kişisel bilgi formu (EK-3) doldurulmuştur. Tüm testler sabah 09.00-11.00 ve öğleden sonra 14.00-16.00 saatleri arasında gerçekleştirilirken testler her katılımcı için ± 1 saat aralığında uygulanmıştır. Ayrıca sirkadiyen ritim etkisini elimine etmek için her katılımcı aynı saatte test edilmiştir. Katılımcılardan testlerden bir gün önce herhangi bir antrenman yapmamaları, kafeinli içecek tüketmemeleri ve testlerden en az 2 saat önce yemek yemeleri istenmiştir.

Çalışmanın araştırma deseni Şekil 3.1'de verilmiştir. Katılımcılardan öncelikle 10 dakika (5 dk jogging, 5 dk alt ekstremitelere uygun dinamik ısınma esnetmeler) genel ısınma yapmaları istenmiştir. Genel ısınmanın ardından 2 dk dinlenme verildikten sonra başlangıç sprint performansının belirlenmesi için her ASP uygulaması öncesinde katılımcılar 30 m sürat testine katılmışlardır. 30m sürat 2 deneme olarak yapılmış (2x30) ve iki sprint arası 2 dk dinlenme verilmiştir. Başlangıç 30m sürat testi sonrasında en iyi sprint zamanı değerlendirilmeye alınmıştır. Bu uygulamadan sonra

10 dk dinlenme verilmiş ve ardından katılımcılar rastgele sırayla ASP uygulaması olarak tek set (1x10 tekrar) veya çok set (3x10 tekrar) tuck jump yapmışlardır. Çok set tuck jump uygulamasında set aralarında 30 sn dinlenme verilmiştir (14). ASP uygulamasının sonrasında 15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12. dk ve 16. dakikalarda 10m aralı 30 metre sürat ölçümleri yapılmıştır. 30m ölçümleri sırasında 10m, hızlanmalı 10m, 20m, hızlanmalı 20m ve 30m sprint zamanı değerlendirilmiştir. Katılımcıların tüm testleri maksimal eforla koşmaları istenmiş ve sözel olarak motive edilmişlerdir. 30m sürat testleri öncesinde dinlenme süresinin bitmesine 5sn kala katılımcıların hazır pozisyonu almaları, testin başlamasına 3 sn kala ise sesli şekilde geriye doğru sayım yapılarak teste başlamaları sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma deseni

3.2.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Boy Uzunluğunun Belirlenmesi

Katılımcıların boy uzunlukları hassaslık derecesi ± 1 mm olan duvara monte edilmiş stadiometre (Holtain, İngiltere) ile ölçülmüştür. Ölçüm ayakkabısız olarak, ayakta topuklar bitişik, vücut ve baş dik olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir (127). Stadiometrenin hareketli parçası başın en üst kısmına getirilmiş, saçlar yeteri kadar sıkıştırılarak ölçüm 1mm'ye kadar not edilmiştir. Ölçüm sırasında katılımcılardan derin nefes almaları ve dik pozisyonu topuklarını yerden ayırmaksızın korumaları istenmiştir.

Vücut Ağırlığının Belirlenmesi

Katılımcıların vücut ağırlığı, hassaslık derecesi ± 100 gr olan elektronik baskül (Tanita TBF401A, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcıların vücut ağırlıkları çıplak ayakla ve standart spor kıyafetleriyle (şort-tişört) anatomik pozisyonda kg cinsinden ölçülmüştür. Her ölçüm öncesinde analizöre ait ölçüm tablası alkollü bezle temizlenerek dezenfekte edilmiştir. Ölçüm sırasında her katılımcı için giysi ağırlığı - 0,5 kg olarak girilmiş ve bu değer vücut ağırlığından çıkarılmıştır.

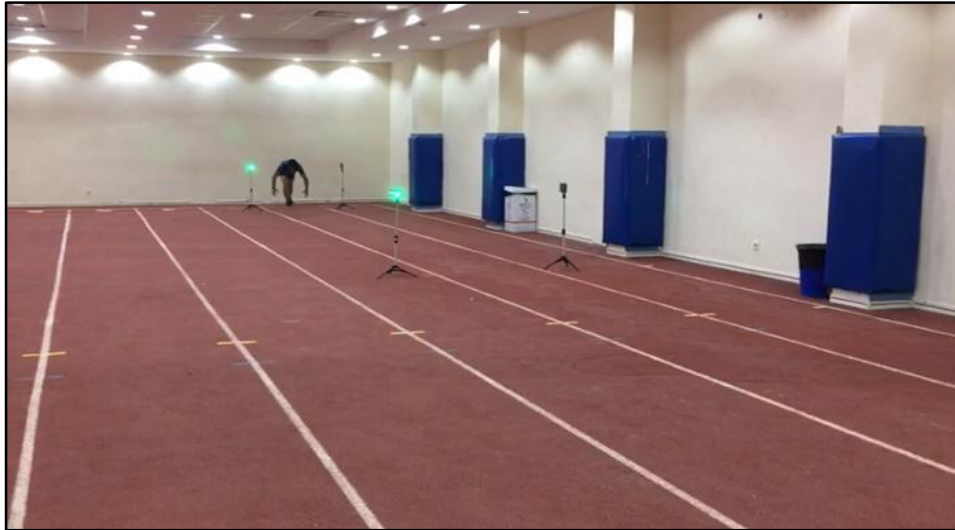
Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi

Vücut kompozisyonu dual energy x-ray absorptiometry (DXA, Lunar Prodigy Narrow Fan Beam (4.5), GE Healty Care, Madison Winconsin, ABD) cihazı ile belirlenmiştir. Kullanımdan önce cihaz kalibre edilmiş ve ölçümler firmanın önerdiği protokoller doğrultusunda yapılmıştır. Katılımcılardan aç gelmeleri, bir gün önce alkol tüketmemeleri ve egzersiz yapmamaları istenmiştir. Ayrıca ölçüm öncesinde katılımcılardan üzerindeki tüm metal eşyaları çıkarmaları istenmiştir. Ölçüm sonrasında katılımcıların vücut yağ yüzdesi (%VYY), yağ kütlesi (YK) ile yağsız vücut kütlesi (YVK) belirlenmiştir.

3.2.2. Sürat Performansının Belirlenmesi

30 m Sürat Testi

30 metre sürat testi kapalı atletizm salonundaki tartan pistte 30 metrelik düz bir parkur oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Test 10 metre ara zamanlı olarak yapılmış ve 30 metrelik parkurun başlangıç, 10 m, 20 m ve bitişine $\pm 0,001$ sn hata ile ölçüm yapan fotosel kronometre yerleştirilmiştir (Fusion Sport, Avustralya). Fotosel kronometre ölçümü katılımcıların tüm vücudu geçtikten sonra kayıt etmiştir. Parkur hazırlandıktan sonra sporculara parkur hakkında teorik olarak bilgi verilmiş ve uygulamalı olarak gösterilmiştir. Katılımcılar 30 m başlangıç çizgisinden 50 cm uzakta tutularak yüksek çıkış pozisyonunda hazır olduğunda maksimum hızda teste başlamıştır. Başlangıç ve bitiş arasında 0-10, 10-20, 20-30 metre kapılarında fotoseller otomatik olarak ölçümleri gerçekleştirmiştir. Her sprint tekrarı öncesinde dinlenme süresinin bitmesine 5 sn kala katılımcıların hazır pozisyonu almaları ve testin başlamasına son 3 sn kala sesli bir şekilde geri sayılarak teste başlamaları sağlanmıştır. Başlangıç 30m sprint testini katılımcılar 2 dakika arayla iki kez yaparken, ASP sonrasında yapılan 30m sürat testi 15. sn, 2. dk, 4. dk, 8. dk, 12. dk ve 16. dakikalarda yine 10 m ara zamanlı olarak yapılmıştır. 30m ölçümleri sonrasında 10m, hızlanmalı 10 m, 20 m, hızlanmalı 20m ve 30m sprint zamanı değerlendirmeye alınmıştır. Katılımcıların tüm sprint tekrarlarında en iyi sprint performansını göstermeleri istenmiştir.



Şekil 3.2. 30m sürat testi

ASP Uygulaması

Bu çalışmada ASP uygulaması olarak tek (1x10 tekrar) ve çok set (3x10 tekrar) Tuck Jump yaptırılmıştır. Çok set (3x10) tuck jump uygulamasında set aralarında 30 sn dinlenme verilmiştir. Tuck jump uygulaması da sürat testleri gibi kapalı atletizm salonunda gerçekleştirilmiştir. ASP uygulamasını standartlaştırmak için katılımcıların elleri belde olacak şekilde sıçrama yapmaları istenmiştir (15). Sıçrama sırasında katılımcılara dizlerini karına kadar çekmeleri ve tekrarlar arasında yerle temas süresinin olabildiğince az olması gerektiği söylenmiştir (Şekil 3.3). 5sn kala katılımcıların hazır pozisyonu almaları ve testin başlamasına 3 sn kala sesli bir şekilde geri sayılarak teste başlamaları söylenmiştir.



Şekil.3.3. ASP uygulaması

3.3. Verilerin Analizi

Tüm değişkenlerin normal dağılıma uyumu Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edildikten sonra tanımlayıcı istatistikleri (Ortalama \pm Standart sapma) hesaplanmıştır. Normal dağılımdan sapma tüm değişkenler için önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Standart ısınmadan sonra gerçekleştirilen sürat performansı sonrası tek ve çok set tuck jump (set) ASP uygulaması sonrasında 6 farklı zamanda (15sn, 2dk, 4dk, 8dk, 12dk ve 16dk) ölçülen sürat performansı üzerine ASP etkisi ve zamana bağlı değişim 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir. F istatistiği anlamlı çıktığında farkın hangi ölçümlerden kaynaklandığı Bonferroni post hoc test ile belirlenmiştir. Tekrarlı ölçümlerde verilerin küresellik varsayımına uyumu Mauchly Testi ile kontrol edilmiştir. Küresellik varsayımı yerine

gelmeyen değişkenlerde Epsilon (ϵ) < 0,75 olduğu için Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmıştır (128). Deneme etkisinin boyutu için (Effect Size), kısmi eta kare (η^2) hesaplanmıştır. Eta kare (η^2) 0,01= küçük etki, 0,06= orta etki, 0,14= büyük etki olarak sınıflandırılmıştır. ASP etkisi pozitif yanıt verenler, negatif yanıt verenler, ölçümden ölçüme değişken yanıtlar verenler ve yanıt vermeyenler (129) şeklinde bireysel seviyede değişkenlik gösterdiği için ASP uygulamasının (tek ve çok set tuck jump) sürat performansı üzerine etkisi bireysel seviyede de değerlendirilmiştir. Bunun için %95 güven sınırları için En Küçük Gerçek Fark (EKGF) değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (130, 131):

$$\text{EKGF: } \text{ÖSH} \times 1.96 \sqrt{2} \text{ sn}$$

Formülde ÖSH: Ölçümün Standart Hatası, 1.96: %95 güven sınırları için z istatistiği, $\sqrt{2}$: iki ölçümün varyans farkı için sabittir. Ölçümün standart hatası = $\text{SH} \sqrt{1-r}$ formülünden hesaplanmıştır (132). Formülde SH: iki ölçümün ortak standart sapması, r: iki ölçüm arasındaki korelasyon katsayısıdır. Ölçümün standart hatasındaki ortak SH ve r değerleri ASP uygulaması sonrasında birbirini takip eden 6 farklı zamanda yapılan her bir ölçümde elde edilen sprint zamanı (15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk, 16.dk) ve başlangıç sprint zamanı değerlerinden hesaplanmıştır (ASP öncesi sürat testini tamamlama zamanı ve ASP uygulamasından 15 sn sonra sürat testini tamamlama zamanı için “r ve ortak SH”, ASP öncesi sürat testini tamamlama zamanı ve ASP uygulamasından 2 dk sonra sürat testini tamamlama zamanı için “ r ve ortak SH gibi). Tek ve çok setler için ASP öncesi elde edilen sürat performansına göre ASP uygulanmasından sonra elde edilen sürat performansında ortaya çıkan bireysel seviyedeki farklar (yani ASP öncesi sürat testini tamamlama zamanı – ASP sonrası sürat testini tamamlama zamanı) pozitif ve EKGF değerinden büyükse (+ Fark > EKGF) pozitif ASP etkisi (sürat performansında artış), negatif ve EKGF değerinden büyükse (- Fark > EKGF) negatif ASP etkisi (sürat performansında düşüş) olarak değerlendirilmiştir. ASP öncesi ve sonrası fark değerleri (negatif ve pozitif) EKGF’ye eşit veya küçükse ($\pm \text{Fark} \leq \text{EKGF}$) ASP etkisi yok (nötr) şeklinde değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel analizler SPSS (Ver 21) ve Excel programlarında yapılmıştır. Yanılma düzeyi $p = 0.05$ olarak kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışma farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin sürat performansına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla bu çalışmaya farklı branşlarda takım ya da bireysel olarak sporla uğraşan 22 erkek sporcu katılmış ve 2 farklı günde rastgele sırayla tek (1x10) ve çok (3x10) set çift bacak tuck jump sonrası 15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk'da sürat testine katılmışlardır. Çalışmada elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular

Katılımcıların tanımlayıcı bulgularına ait istatistik bilgileri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcılara ait tanımlayıcı bulgular

| Değişkenler | Ort | Ss |
|---|--------|------|
| Yaş (yıl) | 21,63 | 3,07 |
| Boy (cm) | 176,09 | 3,90 |
| Ağırlık (kg) | 75,20 | 5,28 |
| VYY (%) | 16,42 | 2,84 |
| YK(kg) | 12,34 | 2,97 |
| YVK (kg) | 59,19 | 4,51 |
| Spor yaşı (yıl) | 7,09 | 3,62 |
| Pliometrik ve Sürat Ant. Geçmişi (yıl) | 6,50 | 3,86 |
| Kuvvet Ant. Geçmişi (yıl) | 4,22 | 3,39 |

Tablo 4.1'e bakıldığında çalışmaya katılan 22 sporcunun yaş ortalamasının $21,63 \pm 3,07$ yıl, boy uzunluğunun $176,09 \pm 3,90$ cm, vücut ağırlığının $75,20 \pm 5,28$ kg, VYY'nin $\% 16,42 \pm 2,84$, YK'nın $12,34 \pm 2,97$ kg, YVK'nın ise $59,19 \pm 4,51$ kg olduğu görülmektedir. Yine tabloya bakıldığında katılımcıların spor yaşının $7,09 \pm$

3,62 yıl, pliometrik ve sürat antrenman geçmişinin $6,50 \pm 3,86$ yıl ve kuvvet antrenmanı geçmişinin ise $4,22 \pm 3,39$ yıl olduğu görülmektedir.

4.2. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 10m Sürat Performansına Etkisi (Denence 1)

Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizler öncesinde (başlangıç) ve ASP sonrasındaki 10 m sürat performans değerleri Tablo 4.2.'de, bu değerlere ait 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA sonuçları ise Tablo 4.3.'te verilmiştir.

Tablo 4.2. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP öncesi ve sonrası 10 m sürat değerleri ($X \pm SS$)

| Set/Zaman | Başlangıç | 15.sn | 2.dk | 4.dk | 8.dk | 12.dk | 16.dk |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tek (sn) | $1,76 \pm 0,22$ | $1,91 \pm 0,25$ | $1,87 \pm 0,08$ | $1,85 \pm 0,08$ | $1,84 \pm 0,09$ | $1,81 \pm 0,17$ | $1,85 \pm 0,11$ |
| Çok (sn) | $1,85 \pm 0,11$ | $1,89 \pm 0,15$ | $1,87 \pm 0,20$ | $1,84 \pm 0,11$ | $1,83 \pm 0,09$ | $1,82 \pm 0,07$ | $1,82 \pm 0,14$ |

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi tek set ASP uygulaması başlangıç sürat ortalaması $1,76 \pm 0,22$ sn, 15.sn sürat ortalaması $1,91 \pm 0,25$ sn, 2.dk sürat ortalaması $1,87 \pm 0,08$ sn, 4.dk sürat ortalaması $1,85 \pm 0,08$ sn, 8.dk sürat ortalaması $1,84 \pm 0,09$ sn, 12.dk sürat ortalaması $1,81 \pm 0,17$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $1,85 \pm 0,11$ sn'dir. Çok set ASP uygulaması sürat değerlerine bakıldığında ise, başlangıç sürat ortalaması $1,85 \pm 0,11$ sn, 15.sn sürat ortalaması $1,89 \pm 0,15$ sn, 2.dk sürat ortalaması $1,87 \pm 0,20$ sn, 4.dk sürat ortalaması $1,84 \pm 0,11$ sn, 8.dk sürat ortalaması $1,83 \pm 0,09$ sn, 12.dk sürat ortalaması $1,82 \pm 0,07$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $1,82 \pm 0,14$ sn'dir

Tablo 4.3. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin 10m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA Sonuçları

| Bağımsız Değişken | F | p | Kısmi η^2 |
|--------------------|-------|-------|----------------|
| Set | 0,110 | 0,744 | 0,005 |
| Zaman | 2,224 | 0,082 | 0,096 |
| Set x Zaman | 1,887 | 0,122 | 0,082 |

Tablo 4.3'ten de görüldüğü üzere farklı ön yüklemeli ASP'nin 10m sürat performansına etkisinde set ($F_{(2,42)} : 0,110$; $p>0,05$) ve zaman etkisi ($F_{(2,42)} : 2,224$; $p>0,05$) ile set x zaman ($F_{(2,42)} : 1,887$; $p>0,05$) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir.

ASP etkisi pozitif yanıt verenler, negatif yanıt verenler, ölçümden ölçüme değişken yanıt verenler ve yanıt vermeyenler şeklinde bireysel seviyede değişkenlik gösterdiği için ASP uygulamasının (tek ve çok set) sürat performansı üzerine etkisi bireysel seviyede de değerlendirilmiştir. Bunun için daha önce de belirtildiği gibi EKGf değerleri hesaplanmıştır. 10 m sürat performansına ait EKGf değerleri Tablo 4.4.'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. 10 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri (sn)

| Set | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------|-------|------|------|------|-------|-------|
| Tek | 0,61 | 0,44 | 0,33 | 0,44 | 0,50 | 0,46 |
| Çok | 0,21 | 0,32 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,26 |

Tek set ASP uygulaması sonrası 10 m sürat performansındaki bireysel değişim ve sporcuların branşları ve antrenman yaşları Tablo 4.5'te, çok sete ait bireysel değişim ise Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Tek Set ASP uygulaması sonrası 10 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1-BH | - 0,31 | -0,03 | -0,06 | -0,02 | 0,02 | -0,08 |
| 2-R | 0,01 | 0,03 | -0,02 | -0,03 | 0,04 | 0,06 |
| 3-C | -1,06* | -0,04 | 0,04 | -0,10 | -0,14 | -0,09 |
| 4-B | -0,01 | -0,05 | -0,09 | -0,02 | -0,08 | -0,04 |
| 5-AF | 0,07 | -0,04 | -0,08 | -0,08 | -0,03 | -0,08 |
| 6-AF | 0,00 | 0,05 | -0,06 | -0,04 | 0,00 | -0,06 |
| 7-AF | -0,03 | 0,01 | -0,03 | 0,07 | 0,11 | 0,14 |
| 8-AF | 0,00 | -0,04 | -0,01 | 0,03 | -0,01 | 0,07 |
| 9-V | 0,01 | -0,01 | -0,02 | 0,03 | 0,00 | -0,08 |
| 10-V | -0,76* | -0,81* | -0,70* | -0,69* | -0,71* | -0,71* |
| 11-S | 0,02 | 0,05 | -0,03 | 0,02 | -0,01 | -0,04 |
| 12-S | - 0,7* | -0,7* | -0,58* | -0,67* | -0,58* | -0,64* |
| 13-S | -0,04 | -0,14 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| 14-F | -0,05 | -0,08 | -0,10 | 0,04 | -0,04 | -0,08 |
| 15-F | -0,12 | -0,19 | -0,21 | -0,17 | -0,22 | -0,04 |
| 16-F | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | -0,04 | 0,06 |
| 17-F | 0,09 | 0,00 | 0,07 | -0,01 | 0,10 | -0,04 |
| 18-F | -0,2 | -0,20 | -0,04 | -0,01 | -0,15 | -0,19 |
| 19-F | 0,01 | -0,09 | -0,04 | 0,03 | 0,57** | -0,03 |
| 20-F | 0,00 | -0,03 | 0,10 | 0,01 | 0,10 | 0,09 |
| 21-F | -0,02 | 0,01 | -0,02 | -0,03 | -0,04 | -0,24 |
| 22-F | -0,11 | -0,04 | -0,06 | -0,09 | -0,03 | -0,11 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansında düşüş), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artış), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre tek set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 3 no'lu katılımcının 15. sn'deki, 10 ve 12 no'lu katılımcıların ise tüm zamanlardaki sürat değeri farkları EKGf'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş). Buna karşılık 19 no'lu katılımcının ASP uygulaması öncesine göre ASP sonrası 12. dakikadaki 10 m sprint zamanı farkı

EKGF'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitiftir (sprint performansında artış). Diğer katılımcılarda tüm zamanlarda 10m sprint performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

Tablo 4.6. Çok Set ASP uygulaması sonrası 10 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------------|---------------|---------------|-------|-------|---------------|---------------|
| 1-BH | -0,05 | -0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2-R | -0,04 | -0,71* | -0,05 | -0,01 | 0,00 | -0,07 |
| 3-C | -0,04 | -0,71* | -0,05 | -0,01 | 0,00 | -0,07 |
| 4-B | -0,02 | -0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,04 |
| 5-AF | 0,19 | -0,07 | -0,03 | 0,1 | 0,19** | 0,15 |
| 6-AF | -0,15 | -0,01 | -0,17 | -0,2 | -0,11 | -0,23 |
| 7-AF | -0,01 | -0,02 | -0,02 | 0,05 | -0,02 | 0,07 |
| 8-AF | -0,02 | 0,24 | 0 | 0,02 | 0 | 0,02 |
| 9-V | -0,26* | 0,01 | 0,02 | -0,02 | -0,02 | 0,00 |
| 10-V | -0,01 | 0,02 | -0,09 | -0,05 | -0,08 | -0,07 |
| 11-S | -0,03 | -0,09 | -0,04 | -0,11 | -0,03 | -0,09 |
| 12-S | -0,01 | 0,02 | 0,00 | -0,08 | -0,05 | -0,09 |
| 13-S | 0,08 | 0,24 | 0,17 | 0,15 | 0,15 | 0,14 |
| 14-F | -0,13 | -0,13 | -0,09 | -0,03 | 0,03 | -0,02 |
| 15-F | -0,05 | -0,01 | 0,15 | 0,11 | 0,14 | 0,15 |
| 16-F | 0,02 | 0,01 | -0,01 | 0,04 | -0,05 | -0,03 |
| 17-F | 0,01 | 0,09 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| 18-F | 0,16 | -0,01 | 0,05 | 0,15 | 0,14 | 0,01 |
| 19-F | 0,01 | -0,02 | 0,04 | -0,02 | 0,09 | 0,04 |
| 20-F | -0,04 | -0,01 | -0,14 | -0,06 | -0,07 | 0,44** |
| 21-F | 0,00 | 0,05 | 0,04 | 0,00 | 0,03 | -0,16, |
| 22-F | -0,06 | 0,22 | 0,13 | 0,14 | 0,2 | 0,15 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşüş), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artış), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre çok set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 9 no'lu katılımcının 15.sn'deki, 2 ve 3 no'lu katılımcıların ise 2.dk'daki sürat değerleri farkları EKGf'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş). Buna karşılık 5 no'lu katılımcının ASP uygulaması öncesine göre ASP sonrası 12.dk'daki 10 m sprint zamanı farkı ile 20 no'lu katılımcının 16.dk'daki 10 m sprint zamanı farkı EKGf'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitifdir (sprint performansında artış). Diğer katılımcılarda tüm zamanlarda 10 m sprint performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

4.3. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Hızlanmalı 10m Sürat Performansına Etkisi (Denence 2)

Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizler öncesinde (başlangıç) ve ASP sonrasındaki hızlanmalı 10m sürat performansı değerleri Tablo 4.7'de, bu değerlere ait 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA sonuçları Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP öncesi ve sonrası hızlanmalı 10m sürat değerleri ($X \pm SS$)

| Set/Zaman | Başlangıç | 15.sn | 2.dk | 4.dk | 8.dk | 12.dk | 16.dk |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Tek (sn) | 1,26± 0,04 | 1,30± 0,05 | 1,27± 0,05 | 1,27± 0,05 | 1,28± 0,04 | 1,29± 0,05 | 1,28± 0,05 |
| Çok (sn) | 1,26± 0,04 | 1,31± 0,96 | 1,28± 0,05 | 1,27± 0,05 | 1,27± 0,04 | 1,28± 0,05 | 1,27± 0,04 |

Tablo 4.7'de görüldüğü gibi tek set başlangıç sürat ortalaması $1,26 \pm 0,04$ sn, 15.sn sürat ortalaması $1,30 \pm 0,05$ sn, 2.dk sürat ortalaması $1,27 \pm 0,05$ sn, 4.dk sürat ortalaması $1,27 \pm 0,05$ sn, 8.dk sürat ortalaması $1,28 \pm 0,04$ sn, 12.dk sürat ortalaması $1,29 \pm 0,05$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $1,28 \pm 0,05$ sn'dir. Çok set sürat değerlerine bakıldığında ise başlangıç sürat ortalaması $1,26 \pm 0,04$ sn, 15.sn sürat ortalaması $1,31 \pm 0,96$ sn, 2.dk sürat ortalaması $1,28 \pm 0,05$ sn, 4.dk sürat ortalaması $1,27 \pm 0,05$ sn,

8.dk sürat ortalaması $1,27 \pm 0,04$ sn, 12.dk sürat ortalaması $1,28 \pm 0,05$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $1,27 \pm 0,04$ sn'dir.

Tablo 4.8. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin hızlanmalı 10m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA Sonuçları

| Bağımsız Değişken | F | p | Kısmi η^2 |
|-------------------|-------|---------------|----------------|
| Set | 0,094 | 0,762 | 0,004 |
| Zaman | 7,359 | 0,001* | 0,260 |
| Set x Zaman | 0,974 | 0,392 | 0,044 |

*p<0,05

Tabloya bakıldığında farklı ön yüklemeli ASP'nin hızlanmalı 10m sürat performansına etkisinde set etkisi ($F_{(2,42)}$: 0,094; $p>0,05$) ile set x zaman ($F_{(2,42)}$: 0,974; $p>0,05$) etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, ancak hızlanmalı 10m sürat performansında zaman etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($F_{(2,42)}$: 7,359; $p<0,05$) görülmektedir. Farkın hangi zaman diliminden kaynaklandığının belirlenmesi için yapılan bonferroni post hoc analizi bu farkın 15. sn, ile 8., 12. ve 16. dk'lardaki hızlanmalı 10m sprint zamanlarının başlangıç değerlerinden daha yavaş olmasından kaynaklandığını göstermiştir. Başlangıç sürat zamanı ile 2. ve 4. dk sürat zamanları arasında ise herhangi bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$).

Hızlanmalı 10 m sürat performansına ait EKGf değerleri Tablo 4.9'da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Hızlanmalı 10 m Sürat Performansına Ait EKGf Değerleri (sn)

| Set | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----|-------|------|------|------|-------|-------|
| Tek | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,09 |
| Çok | 0,10 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 |

Tablo 4.10. Tek Set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 10 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| 1-BH | -0,13* | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | -0,04 |
| 2-R | -0,02 | 0,05 | -0,01 | -0,03 | -0,03 | 0,00 |
| 3-C | -0,04 | -0,03 | -0,07 | -0,04 | -0,05 | -0,04 |
| 4-B | -0,06 | -0,01 | -0,01 | -0,04 | -0,02 | -0,02 |
| 5-AF | -0,06 | -0,06 | -0,05 | -0,06 | -0,13* | -0,07 |
| 6-AF | -0,04 | -0,01 | -0,04 | -0,07 | -0,03 | -0,03 |
| 7-AF | -0,06 | -0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 8-AF | -0,1 | -0,03 | 0,00 | -0,06 | -0,08 | -0,02 |
| 9-V | -0,07 | -0,06 | -0,04 | -0,01 | -0,03 | -0,05 |
| 10-V | -0,02 | 0,05 | -0,01 | -0,03 | -0,03 | 0,00 |
| 11-S | -0,02 | 0,01 | -0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,01 |
| 12-S | -0,14* | -0,13* | -0,12* | -0,09* | -0,08 | -0,07 |
| 13-S | -0,05 | -0,03 | -0,01 | -0,02 | -0,06 | -0,01 |
| 14-F | -0,02 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,03 | 0,00 |
| 15-F | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | -0,01 | -0,03 |
| 16-F | -0,02 | -0,03 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | -0,03 |
| 17-F | -0,06 | -0,01 | -0,06 | -0,04 | -0,04 | -0,05 |
| 18-F | -0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| 19-F | -0,02 | 0,00 | -0,01 | -0,03 | -0,01 | -0,01 |
| 20-F | -0,03 | 0,01 | 0,03 | -0,01 | -0,01 | 0,02 |
| 21-F | 0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| 22-F | -0,03 | -0,01 | -0,03 | -0,02 | -0,04 | -0,03 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansında düşüş), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artış), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre tek set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 1 no'lu katılımcının 15.sn'deki, 5 no'lu katılımcının 12.dk'daki, 12 no'lu katılımcının ise 15. sn, 2. dk, 4. dk ve 8. dk sürat değerleri farkları EKGf'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş). Diğer

katılımcılarda tüm zamanlar için hızlanmalı 10 m performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

Tablo 4.11. Çok Set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 10 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1-BH | -0,03 | 0,01 | -0,01 | 0,01 | 0,01 | -0,08* |
| 2-R | -0,04 | -0,03 | 0,01 | 0,00 | -0,01 | 0,05 |
| 3-C | -0,06 | -0,05* | -0,02 | -0,02 | -0,04 | 0,03 |
| 4-B | -0,05 | -0,05* | -0,02 | -0,05 | -0,02 | 0,04 |
| 5-AF | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,12** |
| 6-AF | -0,05 | -0,05* | -0,04 | -0,02 | -0,03 | -0,27* |
| 7-AF | -0,04 | -0,01 | 0,00 | -0,05 | -0,04 | 0,06 |
| 8-AF | -0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | -0,03 | 0,01 |
| 9-V | -0,06 | -0,03 | -0,07* | -0,03 | -0,11* | -0,03 |
| 10-V | -0,08 | -0,01 | -0,02 | -0,02 | -0,03 | -0,12* |
| 11-S | -0,02 | -0,01 | -0,04 | -0,01 | 0,00 | -0,09* |
| 12-S | 0,07 | -0,01 | -0,01 | 0,06* | 0,07* | -0,09* |
| 13-S | 0,01 | -0,08* | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,11* |
| 14-F | -0,04 | -0,04 | -0,03 | -0,01 | -0,02 | -0,06 |
| 15-F | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13** |
| 16-F | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | -0,02 | -0,04 |
| 17-F | -0,42* | 0,00 | -0,01 | 0,00 | -0,02 | 0,08* |
| 18-F | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| 19-F | -0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,06 |
| 20-F | -0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,04 | -0,01 | 0,02 |
| 21-F | -0,04 | -0,03 | -0,02 | -0,06* | -0,07* | -0,27* |
| 22-F | -0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,23** |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşüş), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artış), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

Çok set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 1 no'lu katılımcının 16. dk'daki, 9 no'lu katılımcının 4. ve 12.dk'daki, 4 no'lu katılımcının 2.dk'daki, 6 no'lu katılımcının 2. ve 16. dk'daki, 21 no 'lu katılımcının 8., 12. ve 16. dk'daki, 17 no'lu katılımcının 15.sn'deki, 3no'lu katılımcının 2.dk'daki, 12 no'lu katılımcının 16.dk'daki, 13 no'lu katılımcının 2.dk'daki, 11 no'lu katılımcının 16.dk'daki, 10 no'lu katılımcının 16.dk'da sürat değerleri farkları EKGf'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş). Buna karşılık 5, 13, 15, 17 ve 22 no'lu katılımcıların 16.dk'daki, 12 no'lu katılımcının ise 8.ve 12.dk'lardaki hızlanmalı 10m sprint zamanı farkı EKGf'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitifdir (sprint performansında artış). Diğer katılımcılarda tüm zamanlarda hızlanmalı 10 m performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

4.4. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 20m Sürat Performansına Etkisi (Denence 3)

Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizler öncesinde (başlangıç) ve ASP sonrasındaki 20m sürat performansı değerleri Tablo 4.12' te, bu değerlere ait 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü Varyans analiz sonuçları Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.12. Farklı ön yüklemeli (pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin 20m sürat performans değerleri ($X \pm SS$)

| Set/Zaman | Başlangıç | 15.sn | 2.dk | 4.dk | 8.dk | 12.dk | 16.dk |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tek (sn) | 3,06 ± 0,17 | 3,22 ± 0,27 | 3,14 ± 0,11 | 3,13 ± 0,12 | 3,13 ± 0,12 | 3,10 ± 0,20 | 3,14 ± 0,13 |
| Çok (sn) | 3,13 ± 0,13 | 3,20 ± 0,18 | 3,16 ± 0,22 | 3,12 ± 0,14 | 3,11 ± 0,12 | 3,10 ± 0,11 | 3,10 ± 0,16 |

Tablo 4.12'de görüldüğü gibi 20 m sürat performansında tek set başlangıç sürat ortalaması $3,06 \pm 0,17$ sn, 15.sn sürat ortalaması $3,22 \pm 0,27$ sn, 2.dk sürat ortalaması $3,14 \pm 0,11$ sn, 4.dk sürat ortalaması $3,13 \pm 0,12$ sn, 8.dk sürat ortalaması $3,13 \pm 0,12$ sn, 12.dk sürat ortalaması $3,10 \pm 0,20$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $3,14 \pm 0,13$ sn'dir. Çok set sürat değerlerine bakıldığında ise başlangıç sürat ortalaması $3,13 \pm 0,13$ sn,

15.sn sürat ortalaması $3,20 \pm 0,18$ sn, 2.dk sürat ortalaması $3,16 \pm 0,22$ sn, 4.dk sürat ortalaması $3,12 \pm 0,14$ sn, 8.dk sürat ortalaması $3,11 \pm 0,12$ sn, 12.dk sürat ortalaması $3,10 \pm 0,11$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $3,10 \pm 0,16$ sn'dir.

Tablo 4.13. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin 20m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü (ANOVA) Sonuçları

| Bağımsız Değişken | F | P | Kısmi η^2 |
|-------------------|-------|---------------|----------------|
| Set | 0,001 | 0,970 | 0,000 |
| Zaman | 3,289 | 0,022* | 0,135 |
| Set x Zaman | 1,442 | 0,226 | 0,064 |

* $p < 0,05$

Tablo 4. 13.'ten de görüldüğü üzere farklı ön yüklemeli ASP'nin 20m sürat performansına etkisinde set etkisi ($F_{(2,42)} : 0,001$; $p > 0,05$), ve set x zaman ($F_{(2,42)} : 0,094$; $p > 0,05$) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değilken, zaman etkisi ($F_{(2,42)} : 3,289$; $p < 0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşılık bonferonni düzeltmesi yapıldığında ölçüm etkisi anlamını kaybetmiştir. 20m sürat performansı üzerinde zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir.

20 m sürat performansına ait EKGf değerleri Tablo 4.14.'de sunulmuştur.

Tablo 4.14. 20 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri (sn)

| Set/Zaman | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------|-------|------|------|------|-------|-------|
| Tek | 0,57 | 0,35 | 0,30 | 0,37 | 0,45 | 0,39 |
| Çok | 0,24 | 0,35 | 0,19 | 0,19 | 0,21 | 0,28 |

Tek ve çok set ASP uygulaması sonrası 20 m sürat performansındaki bireysel değişim Tablo 4.15 ve 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.15. Tek Set ASP uygulaması sonrası 20 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1-BH | -0,44 | -0,01 | -0,05 | -0,02 | 0,06 | -0,13 |
| 2-R | -0,04 | 0,02 | -0,03 | -0,04 | -0,01 | -0,02 |
| 3-C | -1,09* | -0,06 | -0,03 | -0,13 | -0,19 | -0,12 |
| 4-B | -0,07 | -0,06 | -0,10 | -0,06 | -0,10 | -0,05 |
| 5-AF | 0,01 | -0,10 | -0,13 | -0,13 | -0,16 | -0,15 |
| 6-AF | -0,02 | 0,05 | -0,08 | -0,10 | -0,02 | -0,07 |
| 7-AF | -0,09 | -0,01 | -0,02 | 0,09 | 0,13 | 0,15 |
| 8-AF | -0,10 | -0,07 | -0,01 | -0,04 | -0,10 | 0,05 |
| 9-V | -0,07 | -0,07 | -0,07 | 0,02 | -0,04 | -0,01 |
| 10-V | -0,11 | -0,08 | -0,03 | -0,05 | -0,07 | -0,04 |
| 11-S | 0,00 | 0,06 | -0,05 | 0,01 | 0,00 | -0,05 |
| 12-S | -0,84* | -0,83* | -0,70* | -0,75* | -0,67* | -0,71* |
| 13-S | -0,08 | -0,15 | 0,03 | 0,00 | -0,02 | 0,00 |
| 14-F | -0,07 | -0,08 | -0,10 | 0,05 | -0,07 | -0,07 |
| 15-F | -0,08 | -0,17 | -0,17 | -0,16 | -0,21 | -0,06 |
| 16-F | -0,01 | 0,00 | -0,01 | 0,03 | -0,03 | 0,03 |
| 17-F | 0,03 | -0,01 | 0,01 | -0,05 | 0,06 | 0,09 |
| 18-F | -0,21 | -0,15 | 0,01 | 0,01 | -0,12 | -0,16 |
| 19-F | 0,01 | -0,07 | -0,02 | 0,03 | 0,59** | -0,01 |
| 20-F | -0,02 | -0,02 | 0,14 | 0,00 | 0,09 | 0,11 |
| 21-F | 0,02 | 0,01 | 0,01 | -0,03 | -0,05 | -0,23 |
| 22-F | -0,12 | -0,03 | -0,07 | -0,09 | -0,05 | -0,12 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşüş), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artış), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Rugby, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre tek set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 3 no'lu katılımcının 15.sn ve 12 no'lu katılımcının ise tüm zamanlardaki sürat değerleri farkları EKGF'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş).19 no'lu katılımcının 12.dk'daki sürat değeri farkı EKGF'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitiftir (sprint performansında artış). Diğer katılımcılarda tüm zamanlarda 20 m sürat performansı üzerine ASP etkisi ise nötrdür.

Tablo 4.16. Çok set ASP uygulaması sonrası 20 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1-BH | 0,48** | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | -0,03 |
| 2-R | 0,66** | -0,01 | -0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,04 |
| 3-C | 0,6** | 0,04 | 0,11 | 0,13 | 0,08 | 0,06 |
| 4-B | 0,54** | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 5-AF | 1,12** | 0,25 | 0,00 | 0,10 | 0,21 | 0,17 |
| 6-AF | 0,46** | -0,12 | -0,21* | -0,22* | -0,14 | -0,22 |
| 7-AF | 0,62** | -0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,05 | 0,07 |
| 8-AF | 0,58** | -0,04 | -0,03 | 0,00 | -0,03 | 0,03 |
| 9-V | 0,41** | -0,10 | -0,07 | -0,03 | -0,08 | -0,10 |
| 10-V | 0,39** | -0,05 | -0,05 | 0,13 | 0,08 | 0,06 |
| 11-S | 0,67** | -0,03 | -0,06 | -0,1 | -0,01 | -0,08 |
| 12-S | 0,53** | 0,01 | -0,01 | -0,02 | 0,01 | -0,09 |
| 13-S | 0,72** | -0,77 | 0,19 | 0,18 | 0,20 | 0,17 |
| 14-F | 0,47** | -0,07 | -0,12 | -0,04 | 0,01 | -0,03 |
| 15-F | 0,76** | -0,08 | 0,15 | 0,11 | 0,15 | 0,13 |
| 16-F | 0,6** | 0,01 | 0,00 | 0,04 | -0,06 | -0,02 |
| 17-F | 0,57** | 0,17 | 0,14 | 0,16 | 0,12 | 0,14 |
| 18-F | 0,81** | 0,03 | 0,06 | 0,17 | 0,18 | 0,05 |
| 19-F | 0,62** | 0,01 | 0,07 | -0,01 | 0,09 | 0,06 |
| 20-F | 0,55** | -0,02 | -0,10 | -0,02 | -0,07 | 0,45** |
| 21-F | 0,62** | -0,05 | 0,02 | -0,06 | -0,04 | -0,26 |
| 22-F | 0,78** | 0,26 | 0,17 | 0,19 | 0,24** | 0,18 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşme), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artma), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre çok set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında,13 no'lu katılımcının 2.dk'daki, 6 no'lu katılımcının 4. ve 8.'dk'daki sürat değerleri farkları EKGF'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş). Buna karşılık bütün katılımcıların 15.sn'deki, 20'nolu

katılımcının 16.dk'daki, 22 no'nolu katılımcının ise 12.dk'daki sürat zamanı farkı EKGF'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitiftir (sprint performansında artış). Diğer katılımcılar için tüm zamanlarda 20 m performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

4.5. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Hızlanmalı 20m Sürat Performansına Etkisi (Denence 4)

Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizler öncesinde (başlangıç) ve ASP sonrasındaki hızlanmalı 20m sürat performansı değerleri Tablo 4.17'de ,bu değerlere ait 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü Varyans analiz sonuçları Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin hızlanmalı 20m sürat performans değerleri ($X \pm SS$)

| Set/Zaman | Başlangıç | 15.sn | 2.dk | 4.dk | 8.dk | 12.dk | 16.dk |
|------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Tek (sn) | 2,45 ± 0,09 | 2,48 ± 0,22 | 2,48 ± 0,10 | 2,49 ± 0,10 | 2,49 ± 0,10 | 2,52 ± 0,16 | 2,52 ± 0,16 |
| Çok (sn) | 2,45 ± 0,11 | 2,52 ± 0,10 | 2,49 ± 0,10 | 3,06 ± 0,15 | 2,48 ± 0,09 | 2,49 ± 0,11 | 2,51 ± 0,13 |

Tablo 4. 17. 'de görüldüğü üzere hızlanmalı 20m sürat testi için tek set başlangıç sürat ortalaması $2,45 \pm 0,09$ sn, 15.sn sürat ortalaması $2,48 \pm 0,22$ sn, 2.dk sürat ortalaması $2,48 \pm 0,10$ sn,4.dk sürat ortalaması $2,49 \pm 0,10$ sn, 8.dk sürat ortalaması $2,49 \pm 0,10$ sn, 12.dk sürat ortalaması $2,52 \pm 0,16$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $2,52 \pm 0,16$ sn'dir. Çok set sürat değerlerine bakıldığında ise başlangıç sürat ortalaması $2,45 \pm 0,11$ sn, 15.sn sürat ortalaması $2,52 \pm 0,10$ sn, 2.dk sürat ortalaması $2,49 \pm 0,10$ sn, 4.dk sürat ortalaması $3,06 \pm 0,15$ sn, 8.dk sürat ortalaması $2,48 \pm 0,09$ sn, 12.dk sürat ortalaması $2,49 \pm 0,11$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $2,51 \pm 0,13$ sn'dir.

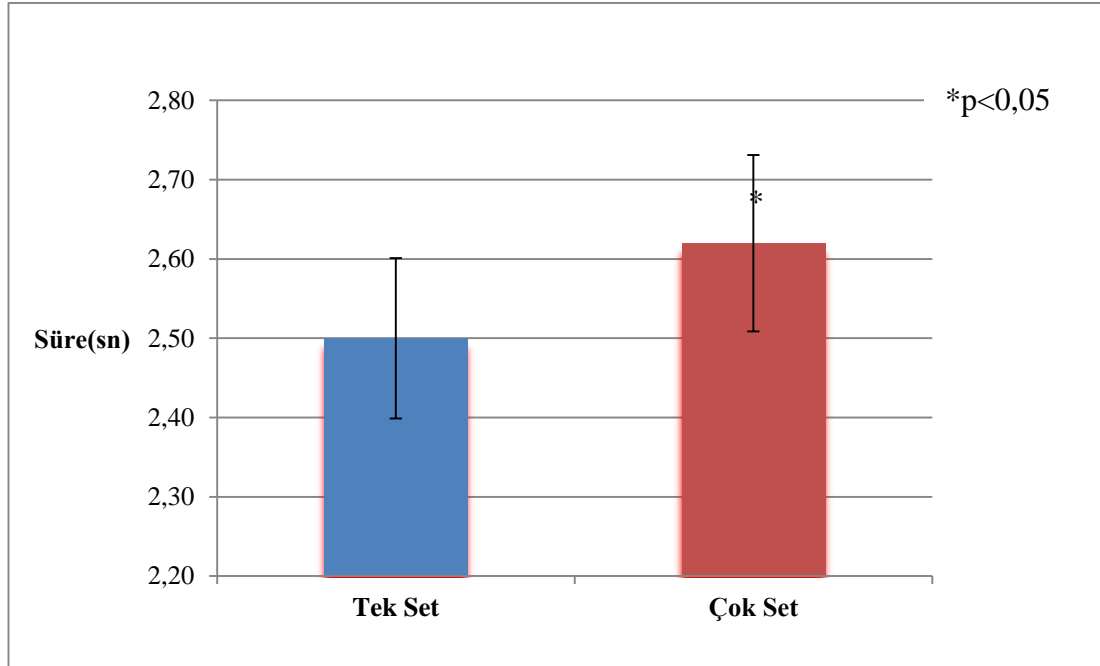
Tablo 4.18. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin hızlanmalı 20m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü (ANOVA) Sonuçları

| Bağımsız Değişken | F | p | Kısmi η^2 |
|-------------------|--------|---------------|----------------|
| Set | 22,969 | 0,000* | 0,522 |
| Zaman | 67,316 | 0,000* | 0,762 |
| Set x Zaman | 58,647 | 0,000* | 0,736 |

*p<0,05

Tablo 4.18.'e bakıldığında farklı ön yüklemeli ASP'nin hızlanmalı 20m sürat performansına etkisinde set ($F_{(2,42)}$: 22,969; p<0,05) ve zaman etkisi ($F_{(2,42)}$:67,316; p<0,05) ile set x zaman ($F_{(2,42)}$:58,647; p<0,05) etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Set etkisi açısından bakıldığında çok set uygulanan tuck jump sonrasında sürat zamanı tek set tuck jump uygulamasına göre yavaşlamıştır, diğer bir değişle sürat zamanı çok set sonrası kötüleşmiştir. Zaman etkisinin hangi ölçümden kaynaklandığının belirlenmesi için yapılan bonferonni analizi bu farkın 15. sn dışındaki tüm zamanlardaki hızlanmalı 20m sürat değerlerinin başlangıç değerlerinden daha yavaş olmasından kaynaklandığını göstermiştir (p<0,05). 15.sn ile başlangıç hızlanmalı 20m sürat zamanı arasında ise herhangi bir fark belirlenmemiştir (p>0,05). Set x zaman etkileşimi değerlendirildiğinde ise anlamlı etkinin çok set 4.dk sürat performansının uzamasından kaynaklandığı görülmektedir(p<0,05).

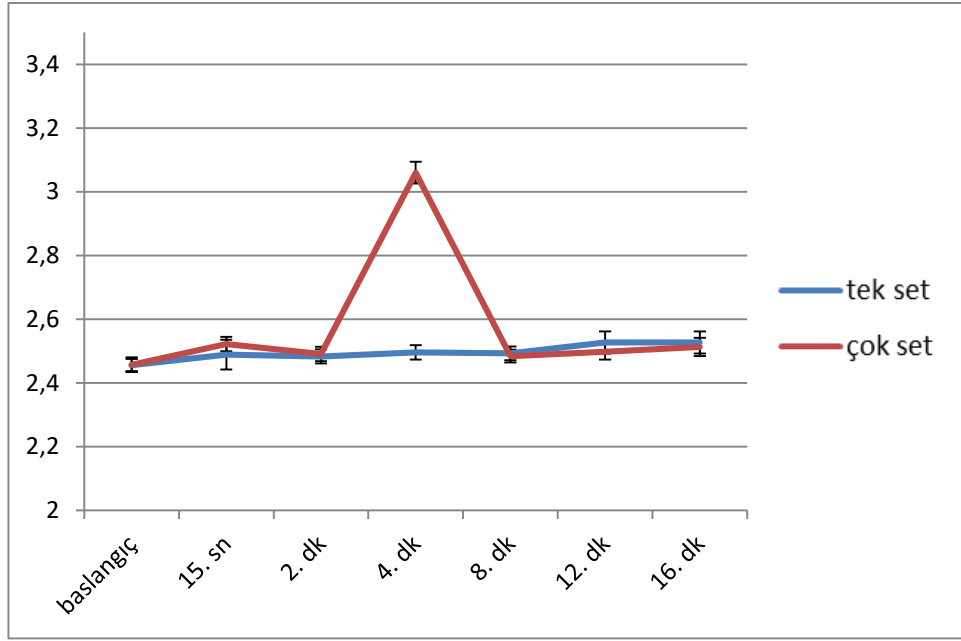
Hızlanmalı 20m sürat performansına ait set etkisi grafiği Şekil 4.1.'de verilmiştir



Şekil 4.1. Hızlanmalı 20m sürat performansı set etkisi grafiği

Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere hızlanmalı 20m set etkisi grafiğine bakıldığında tek set ortalaması $2,50 \pm 0,10$ sn, çok set ortalaması $2,62 \pm 0,11$ sn olarak görülmektedir. Set etkisi açısından bakıldığında çok set uygulanan tuck jump sonrasında sürat zamanı tek set tuck jump uygulamasına göre yavaşlamıştır, diğer bir deyişle kötüleşmiştir ($p < 0,05$).

Hızlanmalı 20m sürat performansına ait set x zaman etkileşim grafiği Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Hızlanmalı 20m sürat performansında set x zaman etkileşim grafiği.

Set x zaman etkileşim grafiğine bakıldığında bu anlamlı etkinin çok set 4. dk sürat performansının uzamasından, diğer bir deyişle kötüleşmesinden kaynaklandığı görülmektedir.

Hızlanmalı 20 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri Tablo 4.19.'de verilmiştir.

Tablo 4.19. Hızlanmalı 20 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri(sn)

| Set/Zaman | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------|-------|------|------|------|-------|-------|
| Tek | 0,40 | 0,09 | 0,08 | 0,21 | 0,43 | 0,31 |
| Çok | 0,20 | 0,11 | 0,42 | 0,09 | 0,13 | 0,18 |

Tek ve çok set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 20 m sürat performansındaki bireysel değişim sırasıyla Tablo 4.20 ve 4.21'de sunulmuştur.

Tablo 4.20. Tek Set ASP uygulaması sonrası hızlanmalı 20 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|
| 1.BH | -0,22 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | -0,04 |
| 2.R | -0,14 | -0,07 | -0,02 | -0,02 | -0,05 | -0,08 |
| 3.C | 0,90** | -0,03 | -0,07 | -0,04 | -0,05 | -0,04 |
| 4.B | -0,11 | -0,04 | -0,01 | -0,04 | -0,02 | -0,02 |
| 5-AF | -0,10 | -0,13* | -0,05 | -0,06 | -0,13 | -0,07 |
| 6-AF | -0,07 | -0,02 | -0,04 | -0,07 | -0,03 | -0,03 |
| 7-AF | -0,08 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 8-AF | -0,16 | -0,07 | 0,00 | -0,06 | -0,08 | -0,02 |
| 9-V | -0,08 | -0,06 | -0,01 | -0,03 | -0,03 | 0,00 |
| 10-V | -0,11 | -0,09 | -0,04 | -0,01 | -0,03 | -0,05 |
| 11-S | -0,06 | -0,11* | -0,12* | -0,09 | -0,08 | -0,07 |
| 12-S | -0,05 | -0,03 | -0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,01 |
| 13-S | -0,05 | -0,01 | -0,01 | -0,02 | -0,06 | -0,01 |
| 14-F | -0,05 | -0,04 | -0,06 | -0,04 | -0,04 | -0,05 |
| 15-F | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | -0,01 | -0,03 |
| 16-F | -0,04 | -0,04 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | -0,03 |
| 17-F | -0,90* | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| 18-F | -0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |
| 19-F | -0,05 | 0,03 | -0,01 | -0,03 | -0,01 | -0,01 |
| 20-F | -0,06 | 0,00 | 0,03 | -0,01 | -0,01 | 0,02 |
| 21-F | -0,04 | -0,05 | 0,01 | -0,01 | -0,02 | -0,01 |
| 22-F | -0,04 | -0,01 | -0,03 | -0,02 | -0,04 | -0,03 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşüş), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artış), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre tek set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 5 no'lu katılımcının 2.dk'daki,17 no'lu katılımcının 15.sn'deki 11 no'lu katılımcının 2.dk ve 4.dk sürat değerleri farkları EKGf'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş).3'nolu katılımcının ise 15.sn sürat değerleri farkları EKGf'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitifdir (sprint performansında artış).Diğer katılımcılarda tüm zamanlarda hızlanmalı 20m performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

Tablo 4.21. Çok Set ASP Uygulaması Sonrası Hızlanmalı 20 m Sürat Performansındaki Bireysel Değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| 1-BH | -0,08 | 0,01 | -0,49* | 0,01 | 0,01 | -0,07 |
| 2-R | -0,07 | -0,06 | -0,75* | 0,01 | 0,01 | 0,04 |
| 3-C | -0,10 | -0,08 | -0,54* | -0,04 | -0,08 | -0,06 |
| 4-B | -0,10 | -0,07 | -0,55* | -0,06 | -0,02 | -0,03 |
| 5-AF | 0,27** | 0,04 | -0,84* | -0,01 | -0,05 | -0,03 |
| 6-AF | -0,08 | -0,04 | -0,67* | 0,00 | -0,04 | -0,05 |
| 7-AF | -0,06 | -0,04 | -0,64* | -0,08 | -0,04 | -0,02 |
| 8- AF | -0,14 | -0,06 | -0,67* | -0,02 | -0,04 | -0,01 |
| 9-V | -0,19 | -0,02 | -0,59* | -0,07 | -0,09 | -0,09 |
| 10-V | -0,19 | -0,10 | -0,57* | -0,07 | -0,25* | -0,03 |
| 11-S | -0,01 | 0,00 | -0,45* | 0,07 | 0,05 | 0,00 |
| 12-S | -0,08 | -0,06 | -0,67* | -0,09 | -0,07 | -0,08 |
| 13-S | -0,23* | -0,21* | -0,73* | - | -0,15* | -0,16 |
| | | | | 0,16* | | |
| 14-F | -0,08 | -0,03 | -0,44* | -0,05 | -0,07 | -0,06 |
| 15-F | -0,06 | -0,04 | -0,55* | -0,02 | -0,01 | -0,01 |
| 16-F | -0,03 | 0,01 | -0,57* | -0,03 | -0,02 | -0,01 |
| 17-F | -0,10 | -0,05 | -0,62* | -0,01 | -0,02 | -0,04 |
| 18-F | 0,04 | 0,02 | -0,65* | 0,01 | 0,04 | 0,01 |
| 19-F | -0,01 | 0,03 | -0,48* | 0,01 | -0,03 | 0,02 |
| 20-F | 0,00 | 0,05 | -0,59* | 0,06 | 0,05 | -0,43* |
| 21-F | -0,04 | -0,03 | -0,60* | -0,07 | -0,07 | -0,12 |
| 22-F | -0,10 | -0,01 | -0,62* | 0,00 | 0,01 | -0,01 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşme), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artma), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

Hızlanmalı 20m sürat performansı için ASP uygulaması öncesine göre çok set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 13 no'lu katılımcının 16.dk hariç diğer zamanlardaki sürat değerleri, 10 no'lu katılımcının 12.dk'daki, 20 no'lu katılımcının 16.dk'daki sürat değerleri farkları ve bütün katılımcıların 4.dk'daki sürat zamanları EKGf'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş).Buna karşılık 5 no'lu katılımcının 15sn'deki hızlanmalı 20 m sprint zamanı farkı EKGf'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitiftir(sprint performansında artış). Diğer katılımcılarda tüm zamanlarda hızlanmalı 20 m performans üzerine ASP etkisi nötrdür.

4.6. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 30m Sürat Performansına Etkisi (Denence 5)

Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizler öncesinde (başlangıç) ve ASP sonrasındaki 30m sürat performansı değerleri Tablo 4.22’de, bu değerlere ait 2x7 (set x zaman) Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA sonuçları Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin 30m sürat performans değerleri ($X \pm SS$)

| Set/Zaman | Başlangıç | 15.sn | 2.dk | 4.dk | 8.dk | 12.dk | 16.dk |
|-------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Tek (1x10) | 4,29 ± 0,15 | 4,40 ± 0,18 | 4,35 ± 0,15 | 4,35 ± 0,16 | 4,33 ± 0,17 | 4,34 ± 0,18 | 4,38 ± 0,23 |
| Çok (3x10) | 4,33 ± 0,17 | 4,41 ± 0,22 | 4,36 ± 0,24 | 4,33 ± 0,19 | 4,32 ± 0,16 | 4,32 ± 0,17 | 4,33 ± 0,17 |

Tablo 4.22. 'de görüldüğü gibi 30 m sürat performansında tek set başlangıç sürat ortalaması $4,29 \pm 0,15$ sn, 15.sn sürat ortalaması $4,40 \pm 0,18$ sn, 2.dk sürat ortalaması $4,35 \pm 0,15$ sn, 4.dk sürat ortalaması $4,35 \pm 0,16$ sn, 8.dk sürat ortalaması $4,33 \pm 0,17$ sn, 12.dk sürat ortalaması $4,34 \pm 0,18$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $4,38 \pm 0,23$ sn'dir. Çok set sürat değerlerine bakıldığında ise başlangıç sürat ortalaması $4,33 \pm 0,17$ sn, 15.sn sürat ortalaması $4,41 \pm 0,22$ sn, 2.dk sürat ortalaması $4,36 \pm 0,24$ sn, 4.dk sürat ortalaması $4,33 \pm 0,19$ sn, 8.dk sürat ortalaması $4,32 \pm 0,16$ sn, 12.dk sürat ortalaması $4,32 \pm 0,17$ sn ve 16.dk sürat ortalaması $4,33 \pm 0,17$ sn'dir.

Tablo 4.23. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizle uygulanan ASP'nin 30m sürat performansına etkisinde 2x7 (set x zaman) tekrarlı ölçümlerde Çift Yönlü ANOVA Sonuçları

| Bağımsız Değişken | F | p | Kısmi η^2 |
|-------------------|-------|---------------|----------------|
| Set | 0,030 | 0,864 | 0,001 |
| Zaman | 3,420 | 0,019* | 0,140 |
| Set x Zaman | 1,145 | 0,341 | 0,052 |

* $p < 0,05$

Tablo 4.23' de görüldüğü üzere farklı ön yüklemeli ASP'nin 30 m sürat performansına etkisinde zaman etkisi ($F_{(2,42)}:3,420$; $p < 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, set etkisi ($F_{(2,42)} : 0,030$; $p > 0,05$), ve set x zaman ($F_{(2,42)} : 1,145$; $p > 0,05$) etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Farkın hangi zaman diliminden kaynaklandığının belirlenmesi için yapılan bonferroni post hoc analizi bu farkın 15.sn'deki 30 m sürat zamanlarının başlangıç değerinden daha yavaş olmasından kaynaklandığını göstermiştir. Başlangıç sürat zamanı ile 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk sürat zamanları arasında ise herhangi bir fark belirlenmemiştir ($p > 0,05$).

30 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri Tablo 4.24.'de sunulmuştur.

Tablo 4.24. 30 m sürat performansına ait en küçük gerçek fark değerleri (sn)

| | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------|-------|------|------|------|-------|-------|
| Tek | 0,22 | 0,15 | 0,15 | 0,23 | 0,26 | 0,40 |
| Çok | 0,32 | 0,38 | 0,20 | 0,19 | 0,23 | 0,23 |

30m sürat performansı için tek ve çok set ASP uygulaması sonrası bireysel değişimler Tablo 4. 25 ve Tablo 4.26’da sunulmuştur.

Tablo 4.25. Tek Set ASP uygulaması sonrası 30 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|-----------------|---------------|---------------|-------|-------|---------------|---------------|
| 1-BH | -0,53* | 0,01 | -0,07 | -0,05 | 0,1 | -0,20 |
| 2-R | -0,12 | -0,03 | -0,06 | -0,08 | -0,05 | -0,51* |
| 3-C | -0,15 | -0,07 | -0,08 | -0,09 | -0,27* | -0,19 |
| 4-B | -0,11 | -0,07 | -0,05 | -0,08 | -0,13 | -0,08 |
| 5-AF | -0,01 | -0,15 | -0,12 | -0,12 | -0,20 | -0,21 |
| 6-AF | -0,02 | 0,08 | -0,04 | -0,08 | 0,01 | -0,07 |
| 7-AF | -0,11 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 0,16 | 0,21 |
| 8-AF | -0,16 | -0,11 | -0,01 | -0,07 | -0,13 | -0,08 |
| 9-F | 0,04 | 0,04 | -0,03 | -0,03 | 0,07 | -0,10 |
| 10-V | -0,11 | -0,10 | -0,07 | -0,03 | -0,02 | 0,02 |
| 11-V | -0,19 | -0,21* | -0,06 | -0,07 | -0,09 | -0,10 |
| 12-A | -0,04 | -0,09 | -0,12 | -0,06 | 0,01 | 0,02 |
| 13-A | -0,08 | -0,15 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |
| 14-A | -0,04 | 0,02 | -0,08 | -0,05 | -0,03 | -0,06 |
| 15-F | -0,11 | -0,17* | 0,03 | 0,00 | -0,22 | -0,08 |
| 16-F | -0,04 | -0,01 | -0,01 | 0,00 | -0,05 | 0,05 |
| 17-F | -0,13 | -0,09 | -0,06 | 0,01 | -0,09 | -0,12 |
| 18-F | -0,23* | -0,16* | 0,01 | 0,01 | -0,17 | -0,16 |
| 19-F | -0,02 | -0,05 | -0,02 | -0,03 | -0,02 | -0,03 |
| 20-F | -0,06 | -0,02 | 0,00 | -0,03 | 0,09 | 0,12 |
| 21-F | -0,05 | -0,03 | -0,06 | -0,06 | -0,09 | -0,30 |
| 22-F | -0,11 | -0,02 | -0,05 | -0,05 | -0,05 | -0,16 |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşme), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artma), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF:Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre tek set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 1 no’lu katılımcının 15.sn’deki,2 no’lu katılımcının 16.dk’daki, 3 no’lu katılımcının 12.dk’daki, 11 no ‘lu katılımcının 2.dk’daki, 15 no’lu katılımcının 2.dk’daki, 18 no’lu katılımcının 15.sn ve 2.dk’daki sürat değerleri farkları EKGf’den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş).

Diğer katılımcılar için tüm zamanlarda 30 m sürat performansı üzerine ASP etkisi nötrdür.

Tablo 4.26. Çok Set ASP uygulaması sonrası 30 m sürat performansındaki bireysel değişim

| Katılımcı-Branş | 15 sn | 2 dk | 4 dk | 8 dk | 12 dk | 16 dk |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1-BH | -0,14 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | 0,00 | -0,08 |
| 2- R | -0,10 | -0,04 | -0,08 | 0,02 | 0,03 | -0,03 |
| 3-C | -0,57* | 0,00 | 0,09 | 0,10 | 0,04 | 0,03 |
| 4-B | -0,09 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,04 |
| 5-AF | 0,46* | 0,28 | -0,03 | 0,09 | 0,13 | 0,12 |
| 6-AF | -0,22 | -0,11 | -0,23* | -0,20* | -0,14 | -0,27* |
| 7-AF | -0,07 | -0,04 | -0,02 | -0,03 | -0,06 | 0,06 |
| 8-AF | -0,15 | -0,07 | -0,04 | 0,01 | -0,04 | 0,01 |
| 9- V | -0,16 | -0,11 | -0,11 | -0,08 | -0,13 | -0,12 |
| 10-V | -0,46* | -0,12 | -0,13 | -0,09 | -0,27* | -0,03 |
| 11-S | -0,02 | 0,01 | -0,03 | -0,01 | 0,00 | -0,09 |
| 12-S | -0,04 | -0,02 | -0,04 | -0,12 | -0,02 | -0,09 |
| 13-S | -0,02 | -0,80* | -0,13 | 0,11 | 0,13 | 0,11 |
| 14-F | 0,05 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,07 | 0,08 |
| 15-F | -0,11 | -0,13 | 0,14 | 0,09 | 0,13 | 0,13 |
| 16-F | -0,01 | 0,01 | -0,01 | 0,01 | -0,07 | -0,04 |
| 17-F | -0,23 | -0,08 | -0,13 | -0,04 | 0,01 | -0,06 |
| 18-F | 0,20 | 0,04 | 0,06 | 0,16 | 0,18 | 0,02 |
| 19-F | 0,01 | 0,02 | 0,07 | -0,01 | 0,06 | 0,06 |
| 20-F | -0,03 | 0,04 | -0,05 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| 21-F | -0,03 | -0,03 | 0,02 | -0,06 | -0,03 | -0,27* |
| 22-F | -0,07 | 0,32 | 0,24** | 0,23** | 0,29** | 0,23** |

*Negatif ASP etkisi (Sprint performansına düşme), **Pozitif ASP etkisi (Sprint performansında artma), işaret koyulmayan değerler için nötr ASP etkisi. BH: Buz Hokeyi, R: Ragbi, C:Crossfit, B:Basketbol, AF: Amerikan Futbolu, V:Voleybol, S:Sprint, F:Futbol

ASP uygulaması öncesine göre çok set olarak yapılan ASP uygulaması sonrasında 10 no'lu katılımcının 15.sn ve 12.dk'daki, 13 no'lu katılımcının 2.dk'daki, 6 no'lu katılımcının 4, 8 ve 16.dk'daki, 21 no'lu katılımcının 16.dk'daki, 3 no'lu katılımcının 15.sn'deki sürat değerleri farkları EKG'F'den büyük ve negatif olduğu için ASP etkisi negatiftir (sprint performansında düşüş). Buna karşılık 5 no'lu katılımcının 15.sn'deki ve 22 no'lu katılımcının 4, 8, 12 ve 16.dk sürat değerleri farkı EKG'F'den büyük ve pozitif olduğu için ASP etkisi pozitifdir (sprint performansında artış).

5. TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan ASP'nin sürat performansına etkisini incelemektir. Bu amaçla çalışmaya katılan 22 erkek sporcu 2 farklı günde 1x10 ve 3x10 tuck jump uygulaması sonrası 15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk.'larda ara zamanlı 30m sürat testine katılmışlardır. Bu bölümde araştırma sonunda elde edilen bulgular denenceler doğrultusunda tartışılmıştır.

5.1. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 10m ve hızlanmalı 10m Sürat Performansına Etkisi (Denence 1 ve 2)

10 m sürat performansı set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 4.3). Bu bulgular tek ve çok set tuck jump olarak uygulanan ASP'nin katılımcıların performansında bir değişime neden olmadığını göstermektedir. Hızlanmalı 10 m sürat performansında ise zaman etkisi anlamlı bulunurken ($p < 0,05$), set etkisi ile set x zaman etkileşimi anlamlı değildir ($p > 0,05$) (Tablo 4.8). Ölçüm zamanlarının kendi içerisinde ikili karşılaştırılması sonucunda başlangıç sürat zamanına göre 15.sn, 8.dk, 12.dk ve 16.dk sürat zamanlarının arttığı, başlangıç sürat zamanı ile 2.dk ve 4.dk sürat zamanları arasında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür. Bu bulgular ASP uygulamasının 15.sn, 8.dk, 12.dk ve 16. dk'lardaki hızlanmalı 10m sürat performansında bir yorgunluk etkisine neden olduğunu göstermektedir.

Yazılı kaynaklarda farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerin hızlanmalı 10m sürat performansına etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmazken, 10m sürat performansına etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışmada bu çalışmanın bulgularını destekleyen bulgulara rastlanmıştır. Örneğin; genç futbolcularda ASP'nin sürat performansına etkisinin incelendiği çalışmada Till ve Cooke (15) 1 set 5 tekrar tuck jump sonrası 4, 5, 6.dakikalardaki 10 m sürat performansında herhangi bir değişim belirlememiştir. 10 m gibi kısa mesafe sürat performanslarında etki oluşmamasının nedeni olarak katılımcıların aynı başlangıcı yapamamaları ve sürat sonu vücut pozisyonlarında oluşan değişime bağlanmıştır. Ayrıca yazarlar tek set 5 tekrar tuck jump uygulamasının ASP etkisi yaratabilecek kadar yeterli olmayabileceğini ve daha

fazla sayıda tekrar kullanarak ve daha yüksek şiddetli bir pliometrik egzersiz kullanmanın performansı artırabileceğini belirtmişlerdir. Tuck jump'ın bir ASP yöntemi olarak kullanılarak sürat ve sıçrama performansına ASP etkisinin incelendiği birçok çalışmada ise sırasıyla % 0,26, % 0,04, % 0,37 gibi düşük gelişim gözlenmiştir (53, 134, 135). Yine bir başka çalışmada 3 tuck jump sonrası 1 TM skuat performansı % 0,6 artış göstermiştir. Drop jump kullanıldığında ise 1TM skuat egzersizinin çömelme pozisyonunda % 3,5 gelişim gözlenmiş, karşı hareketin yani ayağa kalkma hareketinin gücünde ise % 2,2 gelişim belirlenmiştir(133). Drop jump'ın skuat egzersizine olan benzer mekanizmasının tuck jump'tan daha fazla olması nedeniyle drop jump'ın patlayıcı özelliği hızlı kasılan motor ünite uyarılabilirliğini artırdığı ve performansta artışa neden olduğu belirtilmiştir (133). Bizim çalışmamızda 10 m ve hızlanmalı 10 m sürat performansında tuck jump uygulamasının olumlu bir etki yaratmaması kullanılan pliometrik egzersizin yeterli motor üniteyi devreye sokamamasından kaynaklanmış olabilir ya da sürat performansına biyomekanik olarak benzer farklı bir pliometrik egzersizin kullanılması durumunda daha iyi bir ASP etkisi yaratılabilmesi mümkün olabilir. Sprint esnasında baskın kullanılan kas gruplarına özgü bir pliometrik egzersiz çeşidi daha iyi sonuç verebilir. Daha fazla sayıda tekrar kullanmak ve daha yüksek şiddette bir pliometrik egzersiz (drop jump) kullanmak performansı artırabilir (136).

Bizim çalışmamızın sonuçlarıyla farklılık gösteren çalışmalarda yazılı kaynaklarda bulunmaktadır. De Villarreal ve ark. (143) pliometrik egzersiz kullanılarak süratin diğer fazlarından ziyade ilk 10 m de hız artışının daha fazla gözlemleneceğini belirtmiştir. Başka bir çalışmada 3 set 10 tekrar leg bound egzersizini vücut ağırlığında ve vücut ağırlığına %10 ek ağırlık yeleği uygulamış ve sonrasında 15.sn, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk'larda hızlanmalı 10m sürat hızını gözlemlemişlerdir. Vücut ağırlığına göre ek yüklenerek uygulanan pliometrik egzersiz grubunda başlangıç sürat zamanına göre 4. ve 8.dk'larda sürat hızı artmıştır (14). Bu bulgular kullanılan ön kondisyonlanma aktivitesinin önemini ortaya koymaktadır. Leg bound egzersizi tek bacağa yüklenme hareketi ve yatay düzlemde gerçekleşen bir pliometrik egzersiz olduğundan 10m gibi kısa mesafede ivmelenmede tuck jump gibi iki bacağa yüklemeli ve dikey düzlemde gerçekleşen harekete göre daha fazla etki yaratmış olabilir. Ayrıca ASP yöntemi olarak geleneksel yüksek şiddet ağırlık

antrenmanları kullanıldığında 10 m sürat performansında artış gösteren çalışmalar da mevcuttur. Örneğin, TM'un % 90'unda 1 tekrar 10 set sırttan skuat sonrasında 5 dk dinlenme verilmiş ve 10m sürat performansında iyileşme gözlemlenmiştir (137).Yine başka bir çalışmada Bevan ve diğ. (51) 16 profesyonel ragbi oyuncusunda 1TM'un % 91'inde 3 sırttan skuat sonrası 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk da 5m ve 10m sürat performansını gözlemlemiştir. Sonuçta 5m sprint zamanı % 5, 10m sprint zamanı ise % 8 gelişim göstermiştir (138). Geleneksel yüksek şiddet ağırlık antrenmanının kullanıldığı bir başka çalışmada Crewther ve diğ. (68) 9 ragbi oyuncusunda 3 TM sırttan skuat sonrası 15. sn, 4. dk, 8. dk, 12. dk ve 16. dk'da 10 m sürat performansını gözlemlemiştir. 5m en iyi sprint zamanı % 2,6 gelişim gösterirken, 10m sprint zamanı % 1,8 gelişmiştir. Çalışmalardan da anlaşılacağı gibi bu çalışmada 10m ve hızlanmalı 10m gibi kısa mesafe sprintlerde geleneksel ağırlık yöntemi ile uygulanan ön kondisyonlanma aktivitesi daha iyi bir uyarıcı olabilir ve biyomekanik olarak sprintin itme ve çekme evresinde benzer kas gruplarını uyarması nedeniyle daha etkili olabilir. Ayrıca kasılma türü olarak hareketin dinamik olması katkı sağlamış olabilir.

10m sürat performansı için bireysel sonuçlara da bakıldığında çoğu katılımcıda nötr ASP etkisi gözlemlenirken, tek set 10 tekrar olarak uygulanan tuck jump sonrasında 22 katılımcıdan sadece 2'sinde tüm zamanlar için 10m sürat performansının olumsuz yönde etki görülmüş (negatif ASP etkisi), bir katılımcıda ise olumlu etki görülmüştür. Geriye kalan katılımcılarda ise bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Olumsuz etki gösteren katılımcılar voleybol ve sprint branşlarına sahip olup, sırasıyla 5 ve 2 yıl antrenman geçmişine sahiptir. Çok set ASP (3x10 tekrar çift bacak tuck jump) uygulamasında ise 3 katılımcının farklı zamanlarında olumsuz etki görülürken, 2 katılımcının değişik zamanlarında 10 m performansında olumlu etki görülmüş, geriye kalan katılımcılarda ise herhangi bir etki gözlenmemiştir. Hızlanmalı 10m sprint performansında ise bireysel sonuçlar tek set uygulanan tuck jump sonrasında 3 katılımcının farklı zamanlarda olumsuz bir etki görülürken, çok set ASP uygulaması sonrasında ise farklı ölçüm zamanları için 11 katılımcıda olumsuz, 5 katılımcıda ise olumlu yönde bir ASP etkisi olduğu görülmüştür. Diğer katılımcılar için ise herhangi bir ASP etkisi söz konusu olmamıştır. Mola ve ark (137) bireysel farklılıklar nedeniyle ASP uygulamasının katılımcılarda bir etki gösterme süresinin bireysel düzeyde farklılık gösterebildiğini ve ASP uygulamasında ASP'ye yanıt

verenler (olumlu-olumsuz) ve yanıt vermeyenler olarak ayrılması gerektiğini çalışmada ortaya koymuştur. Benzer şekilde Lim ve Kong (141) dört farklı ASP protokolünün (izometrik diz ekstansiyonu, izometrik skuat ve dinamik skuat) 10, 20 ve 30m sürat performansına etkisini inceledikleri çalışmalarında bu üç protokol arasında bir fark bulamamış ve katılımcıların ASP yanıtlarında oldukça fazla varyasyonlar olduğunu belirtmişlerdir.

5.2. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 20 m ve hızlanmalı 20 m Sürat Performansına Etkisi (Denence 3 ve 4)

20 m sürat performansı için zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıyken, set etkisi ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 4.13). Ancak bonferonni çoklu karşılaştırma sonuçları zaman etkisindeki farkın ortadan kalktığını göstermiştir bu doğrultuda 20m sürat performansı için zaman etkisi de anlamlı değildir. Hızlanmalı 20 m sürat performansında ise set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.18). Set etkisinde çok set uygulanan tuck jump sonrasında sprint zamanı tek set tuck jump uygulamasına göre yavaşlamıştır, diğer bir deyişle sprint zamanı çok set uygulaması sonrası azalmıştır. Başlangıç sprint zamanına kıyasla 15.sn hariç diğer bütün zamanlarda sprint zamanı uzamıştır, başka bir deyişle 2., 4., 8., 12. ve 16. dk'lardaki hızlanmalı 20m sprint zamanı daha yavaştır. Başlangıç sprint zamanı ile 15.sn sprint zamanı arasında ise herhangi bir fark bulunmamıştır. Set x zaman etkileşimi grafiğine bakıldığında ise (Şekil 5.2) tek ve çok set hızlanmalı 20m performansındaki anlamlı etkileşimin çok set uygulaması sonrasındaki 4. dk performansından kaynaklandığı görülmektedir. Çok set ASP uygulaması sonrasında 4. dk hızlanmalı 20m sürat performansının tek set uygulaması sırasındaki 4.dk performansına göre daha yavaş olmasının bu etkileşime neden olduğu görülmektedir.

Bizim sonuçlarımıza benzer sınırlı sayıda çalışma arasında Turner ve diğ'nin (14) yapmış olduğu çalışmada kontrol grubu, kendi vücut ağırlığını kullanarak uygulanan grup ve vücut ağırlığına %10 eklenerek uygulanan grupta leg bound pliometrik egzersizi sonrasında 15.sn, 2.dk, 12.dk ve 16.dk sürat zamanlarında herhangi bir ASP etkisi gözlenmemiştir. Diğer yandan yazılı kaynaklarda farklı ön

yüklemeli pliometrik egzersizlerin sürat performansına etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışmada bu çalışmanın bulguları ile çelişen bulgulara da rastlanmıştır. Byrne ve diğ. 'nin (13) 20 m sürat performansı üzerinde derinlik sıçramasının akut potansiyasyon etkisini inceledikleri çalışmada sonuçlar bizim çalışmamız ile çelişmektedir. Kontrol, dinamik ısınma ve dinamik ısınma+3 derinlik sıçraması uygulamasının karşılaştırıldığı çalışmada ön yükleme uygulamaları sonrasında 1 dk dinlenme süresi verildikten sonra 20m sürat performansındaki değişim gözlenmiştir. Dinamik ısınma ve derinlik sıçramasının beraber uygulandığı grupta 20 m sürat performansı %2,93 artış göstermiştir. Yine başka bir çalışmada 1 set 3 tekrar drop jump uygulaması sonucunda 15 saniye dinlenme süresi sonunda 20 m sürat performansında artış diğer bir değişle iyileşme gözlemlenmiştir (139). Yapılan başka bir çalışmada direnç egzersizi ve aktif sıçrama beraber uygulanmış ve 20 m sürat performansında hızlanma gözlemlenmiştir (140). Bizim çalışmamızda ise 20 m sürat zamanı istatistiksel olarak anlamlı değilken, yorgunluğa bağlı olarak hızlanmalı 20m sürat performansı düşmüş, diğer bir değişle sprint zamanı uzamıştır. Ancak bireysel olarak değerlendirildiğinde 20 m sürat performansında çok sette 15.sn de bütün katılımcıların sprint zamanı kısalmıştır. 15. sn'de yorgunluk ASP etkisini baskılamamıştır. 20 m mesafe için çok set tuck jump uygulaması uygulamadan hemen sonra yapılacak aktiviteler için (örn 15 sn) bir ASP yöntemi olarak tercih edilebilir. Hızlanmalı 20 m sürat performansında ise çok sette 4. dk'da yorgunluk sebebiyle performansı olumsuz etkilenmiş ve 4.dk'da bütün katılımcıların sprint zamanları değerleri uzamıştır. Bu zaman aralığında tek set olarak uygulanan tuck jump daha iyi yanıt verebilir.

Farklı ön kondisyonlanma yöntemleri kullanılarak 20m sürat performansının incelendiği çalışmalarda bizim çalışmamızdan farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin geleneksel ağırlık yöntemi kullanılarak uygulanan ve 20 m sürat performansındaki değişimlerin incelendiği bir çalışmada elit ragbi oyuncularında 1 set 1-3 tekrar 80-90% 5 TM sırttan yarım skuat sonrası 5-10 dk dinlenme süresi verildikten sonra 20 m sprint performansında iyileşme saptanmıştır (137).Yine başka bir çalışmada 5 set 1-3 tekrar 1TM %90'nında sırttan skuat sonrası 20 m sprint performansı artmış yani iyileşme göstermiştir (137) Seitz ve diğ. (21) yapmış olduğu başka bir çalışmada 13 elit ragbi oyuncusunda ASP yöntemi olarak 1TM'in %90'nında 3 sırttan skuat sonrası 7 dakika dinlenme süresi verildikten sonra 20 m sürat performansındaki değişimleri

gözlemlemiştir. Sonuçlar sprint zamanının %2,2, sprint hızının %2,3, ortalama hızlanmanın %4,6 oranında iyileştiğini göstermiştir. Seitz ve diğ. (21) 13 elit ragbi oyuncusunda ASP yöntemi olarak 1TM %90'nında 3 power clean sonrası 7. dk'da 20 m sürat performansındaki değişimleri gözlemlemiştir. Sonuçta sprint zamanı %3,1, sprint hızı %3,2, ortalama hızlanma %6,6 oranında artmıştır. Bizim çalışmamızda ASP yöntemi olarak kullanılan tek ve çok set olarak uygulanan tuck jump ön kondisyonlanma egzersizinin 20 m sürat performansına herhangi bir etkisi olmamıştır. 20m mesafede tuck jump pliometrik egzersizinin yerine derinlik sıçramaları ve geleneksel ağırlık yöntemi daha iyi bir uyarıcı olabilir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere kullanılan ASP yönteminin performansın gelişimini sağlayacak şiddette ve biyomekanik olarak benzerliği bir ASP etkisi oluşturulmasında oldukça önemlidir.

20 m sürat performansındaki bireysel sonuçlar değerlendirildiğinde tek set olarak uygulanan tuck jump sonrası 15.sn de iki katılımcının, 2.dk, 4.dk, 8.dk, 12.dk ve 16.dk'larda birer katılımcının sürat performanslarının olumsuz yönde etkilendiği görülürken, 12.dk'da sadece bir katılımcının sürat zamanının olumlu yönde etkilendiği görülmüştür. Bu bulgunun yanında çok set tuck jump sonrası 15.sn de bütün katılımcıların sprint zamanı kısalmıştır başka bir deyişle 3x10 tekrar şeklinde uygulanan tuck jump 2 seneden 15 seneye kadar geniş yelpazede antrenman geçmişine sahip takım ve bireysel sporla uğraşan katılımcılarda 15. sn'deki 20m sprint performansına olumlu potansiyasyon etkisine neden olmuştur (Tablo 4.16). Ancak tüm katılımcılar incelendiğinde bu olumlu etkinin diğer zamanlar için ortadan kalktığı görülmüştür. Örneğin diğer zamanlar için (2.dk, 4.dk, 8.dk, 12. dk ve 16.dk.) sadece birer katılımcının sürat performansında bir potansiyasyon etkisi görülürken, kalan katılımcılarda ise herhangi bir zaman dilimindeki ölçümlerde 20m sprint zamanında bir değişim görülmemiştir.

Hızlanmalı 20 m sürat performansı bireysel sonuçlar değerlendirildiğinde tek set tuck jump uygulaması sonrası 15.sn'de iki katılımcıda olumlu ASP etkisi görülürken, birer katılımcının 2. dk ve 4. dk'daki performansları olumsuz yönde etkilenmiştir. Çok set tuck jump ASP uygulaması sonrasında ise bireysel sonuçlar incelendiğinde tüm katılımcıların 4. dk'daki hızlanmalı 20m sürat zamanlarının olumsuz yönde etkilendiği başka bir deyişle negatif ASP etkisi olduğu görülmüştür (Tablo 4.21). Bu sonuç anlamlı set x zaman etkileşimini de destekler niteliktedir.

Diğer zamanlarda ise çok az sayıda katılımcının (3 katılımcı) farklı zaman dilimlerindeki hızlanmalı 20 m sprint zamanlarının olumsuz yönde etkilendiğini gösterirken bir katılımcının 15. sn deki performansında olumlu ASP etkisi gözlenmiştir. Hem 20m ve hem de hızlanmalı 20m sürat performansında tek ve çok set tuck jump uygulamasının katılımcıların büyük çoğunluğunda olumlu bir potansiyason etkisine neden olmadığı bireysel sonuçlar incelendiğinde de açıkça görülmektedir.

5.3. Farklı Ön yüklemeli Pliometrik Egzersizlerle Uygulanan Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun 30 m Sürat Performansına Etkisi (Denence 5)

30m sürat performansı incelendiğinde anlamlı zaman etkisi olduğu, set ve set x zaman etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (Tablo 4.23). 30m sürat performansındaki zaman etkisi incelendiğinde başlangıç 30m sprint zamanı ile 15. sn sprint zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve 15.sn sprint zamanının başlangıç sprint zamanına göre uzadığı diğer bir değişle kötüleştiği görülürken, diğer zamanlar ile başlangıç sprint zamanı arasında ise bir fark olmadığı görülmüştür. Yazılı kaynaklarda bizim sonuçlarımızı destekleyen sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Örneğin, Lim ve Kong (141) izometrik (3 tekrar, 3 saniye izometrik diz ekstansiyonu, 3 tekrar 3 saniye izometrik sırttan skuat) ve dinamik (1 TM'in %90'nın' da 3 tekrar sırttan skuat) ASP protokolünün ardından 4 dk dinlenme verildikten sonra 30 m sürat performansına etkisini incelemiştir. Her üç protokolünde 30 m sürat performansına bir etkisi olmamıştır (141). Bir başka çalışmada 10 maksimal tekrar iki bacak sıçrama koşullandırma aktivitesi sonrası 30 m sürat performansındaki değişiklikler gözlemlenmiş ancak pliometrik aktivitenin sürat performansına etkisi bulunmamıştır (142) . Yazılı kaynaklar incelendiğinde bizim çalışmamızın bulguları ile çelişen çalışmalarda mevcuttur. Örneğin, Chatzopoulos ve diğ. (69) 15 antrenmanlı erkek üzerinde ASP yöntemi olarak 1TM'un %90'unda 10x1 tekrar ve set aralığı 3dk olmak üzere sırttan skuat egzersizi uygulamıştır. Sonrasında 3 ve 5 dk dinlenme verildikten sonra 30m sürat performansı değerlendirilmiştir. 3 dk dinlenmenin ardından 30 m sürat performansında herhangi bir değişiklik gözlenmezken, 5 dk dinlenme sonrasında ise 0-10 m sprint zamanı %3, 0-30 m sprint

zamanı ise %2 azalmıştır. Yine başka bir çalışmada Rahimi (56) 12 antrenmanlı erkek üzerinde 1TM'nin % 80'ninde 2x4 tekrar (set arası 2 dk) sırttan skuat sonrasında 4 dk dinlenme vermiş ve 40m sürat performansındaki değişimi gözlemlemiştir. Sonuç olarak 40 m sürat performansında %3 azalma gözlenmiştir.

Bireysel sonuçlara bakıldığında 30 m sürat performansında tek set uygulamasında 6 katılımcının farklı zaman dilimleri için, çok sette ise 3 katılımcının değişik zaman dilimlerinde 30m sprint performanslarının olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Buna ek olarak bireysel sonuçlar incelendiğinde çok set ASP uygulaması sonucunda futbol branşına sahip 8 yıl antrenman geçmişi olan bir katılımcının 4., 8., 12. ve 16. dk'lardaki 30m sürat performansında olumlu bir potansiyasyon etkisi görülmüştür. Ancak bu etki diğer katılımcılarda gözlemlenmediğinden çok set ASP uygulamasında bir potansiyasyon etkisinden bahsetmek mümkün olmamıştır. Ayrıca tek set ASP uygulaması sonrasında hiçbir katılımcının 30m sürat performansında olumlu bir etkiye rastlanmamıştır.

5.4. Genel Tartışma

Yapılan meta analiz çalışmaları incelendiğinde ASP etkisi ortaya çıkarmak için pek çok faktörün önemli olduğu görülmektedir. Bunlar; bireysel cevaplar, yorgunluk, antrenman yaşı, biyolojik yaş, kas lifi tipi, kas kuvveti, ön kondisyonlanma sonrası verilen dinlenme süresi, ön kondisyonlanma aktivitesinin tipi, yoğunluk, şiddet, ve sonraki aktivitenin ön kondisyonlanma aktivitesine olan biyomekanik benzerliği olarak ifade edilebilir. Ön kondisyonlanma aktivitesinin tipi açısından incelendiğinde, geleneksel orta ve yüksek şiddetli kuvvet egzersizlerin, pliometrik egzersizlerin ve maksimal izometrik kasılmaların ön kondisyonlanma aktivitesi olarak kullanıldığı görülmektedir. (6). Pliometrik egzersizlerin farklı çeşidi ya da geleneksel yüksek şiddette uygulanan farklı egzersiz tipleri farklı ASP etkisi yaratmaktadır. Örneğin, bizim çalışmamızda kullanılan tuck jump pliometrik egzersizi farklı ölçüm mesafelerinde pozitif bir etki yaratmamıştır. Aksine yorgunluğa bağlı sprint zamanları uzamıştır. Bizim çalışmamızda tek set ve çok set tuck jump uygulamasının sürat performansındaki bireysel farklılıklar gözlemlendiğinde ise en göze çarpan fark 20m 15.sn çok set sürat uygulamasında tüm katılımcıların sprint zamanı kısılırken, hızlanmalı 20m çok set 4.dk'da ise yorgunluğun etkisiyle tüm katılımcıların sprint

zamanlarının uzamasıdır. Bunun aksine Turner ve diğ'nin (14) kullandığı leg bound pliometrik egzersizi olumlu bir ASP etkisi meydana getirmiştir. Vücut ağırlığının %10'u eklenerek 3 set 10 tekrar uygulandığında 4. ve 8.dk'da başlangıç sürat değerlerine kıyasla performansta artış gözlemlenmiştir. Byrne ve diğ'nin. (13) drop jump uygulamasının sürat performansına etkisini inceledikleri çalışmada dinamik ısınma sonrası 3 drop jump uygulanmış ve 1 dk dinlenme verildikten sonra 29 bireyden 27'sinin 30 m sürat performansı gelişme gösterirken, sadece dinamik ısınma sonucu 2 bireyin 30m sürat performansı gelişme göstermiştir. Drop jump ASP ortaya çıkarabilecek bir kas eylemi olarak düşünülebilir. Drop jump protokolünün tamamlanmasından sonra H reflektedeki artış sebebiyle ASP ortaya çıkmış olabilir bu da aktif motor birimlerin uyarım seviyesini artırarak kasın nöral stimülasyonunda bir artış yoluyla güç üretimini geliştirmiş olabilir (25). Pliometrik ve direnç egzersizlerinin karşılaştırıldığı çalışmalar incelendiğinde pliometrik egzersizlerin direnç egzersizlerine kıyasla ASP 'yi destekleyen mekanizmalardan olan tip II motor üniteleri devreye sokması ve miyozin hafif zincir fosforilasyonunu daha fazla uyardığı belirtilmektedir (143). Yorgunluk ve ASP arasındaki ilişki göz önüne alındığında ise pliometrik bir ön kondisyonlanma egzersizi, yüklü bir direnç egzersizinden daha az yorgunluk üretebilir ve bu da daha büyük bir kuvvetlendirme etkisinin elde edilmesini sağlayabilir. Böylece ASP elde etmek için gereken süre kısalır (143). Bu durum bizim çalışmamızda bireysel cevaplar doğrultusunda değerlendirildiğinde 10m, hızlanmalı 10m, hızlanmalı 20m ve 30m mesafelerde etki göstermezken, çok set 20 m mesafede 15.sn'de bütün katılımcıların sürat zamanlarının kısalması yorgunluğun baskın hale gelmediğini ve pliometrik bir ön kondisyonlanma egzersizi sonrası iyi bir kuvvetlendirme etkisi yarattığını göstermektedir. Ancak hızlanmalı 20m mesafede 4.dk'da tüm katılımcıların sprint zamanlarının kısalması yazılı kaynaklarda etkili bir süre olarak belirtilen 4.dk'nın bizim çalışmamız için geçerli olmadığını göstermektedir. Bizim çalışmamızda uygulanan tek ve çok set tuck jump egzersizi yorgunluk etkisi, yatay değil dikey kuvvet oluşumuna sebep olması, biyomekanik olarak benzerliği ve aktif kas gruplarını yeterince uyarmaması nedeniyle etki yaratamamış olabilir.

Sürat; başlangıç, hızlanma, maksimal hız fazları olmak üzere 3 ayrı aşamadan oluştuğu için uygulanan ASP yöntemi sürat fazına göre farklılık gösterebilir (144).

Burada en önemli nokta uygulanan ön kondisyonlanma egzersizinin sonraki performansa biyomekanik olarak ne kadar benzediği ile ilgilidir. Benzer kas gruplarını uyarmak ve performansı en üst düzeye taşımak önemlidir. Süratin ilk hızlanma aşaması dikey kuvvet oluşumunu en aza indirirken, maksimal yatay darbeler gerektirir (145). Turner ve diğ'nin(14) yapmış olduğu çalışmada kullanılan leg bound pliometrik egzersizi vücut ağırlığında, vücut ağırlığına %10 eklenerek ve kontrol grubu olmak üzere 3 grubun karşılaştırıldığı bir çalışma olup, leg bound egzersizi yatay impulsun en üst düzeye çıkarılmasını gerektiren bir egzersizdir. Ayrıca vücut ağırlığı eklenerek uygulandığında ortaya çıkan daha uzun zemin temas sürelerinin hızlanmalı 20m sürat performansının biyomekanik özelliklerine pliometrik grubu ve kontrol grubu ile kıyaslandığında daha fazla benzer olduğu da görülmektedir ve bu durum 20m performanstaki iyileşmelerin açıklanmasına da katkıda bulunacaktır.. Ancak bizim çalışmamız bu bilgi ile çelişmektedir.10m, hızlanmalı 10m, 20m,hızlanmalı 20m ve 30m mesafelerde tuck jump pozitif etki yaratmamıştır. Bunun sebebi ivmelenmeyi daha fazla destekleyecek yatay düzlemde performans artırıcı etkinin yetersiz kalması olarak düşünülebilir. İvmelenme için derinlik sıçramaları, tek bacağa yükleme yapan leg bound gibi kısa zemin temas sürelerine sahip reaktif sıçramalar ya da patlayıcı kuvveti artıran yüksek şiddet geleneksel ağırlık yöntemi daha fazla fayda sağlayabilir. Süratin hızlanma aşamasında derinlik sıçraması ya da tuck jump gibi tekrarlayan sıçramalardan ziyade aktif sıçrama ve skuat sıçrama daha etkili olabilir.

ASP etkisi elde etmek için bireysel seviyede farklılıkların da çok önemli olduğu görülmektedir. Meta analiz sonuçları incelendiğinde bireysel farklılık çıkmasının nedeni olarak güçlü bireylerin zayıflara kıyasla daha iyi ASP yanıtı oluşturabileceği belirtilmektedir (146). Bunun nedeni olarak da güçlü bireylerin daha büyük tip II kas lifi yüzdesine (147) ve miyozin hafif zincir fosforilasyonuna sahip olması gösterilmektedir (147). Ek olarak güçlü bireyler maksimale yakın bir eforun ardından ağır yüklere karşı yorulma direnci gösterebilirler ve bu durum da ön kondisyonlanmadan sonra yorgunluk ve güçlendirme arasındaki dengeyi etkileyebilir (19). Örneğin, 3 yıldan fazla kuvvet antrenmanı geçmişi olan ve rekreasyonel bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada ağır ön kondisyonlanma egzersizi sonrasında kuvvet antrenman geçmişi olan grupta drop jump ve aktif sıçrama yüksekliği % 1-3 artarken, rekreasyonel grupta % 1-4 oranında azalmıştır (20). Başka bir çalışma da ön

kondisyonlanma olarak deadlift, tuck jump ile izometrik maksimum istemli kasılma kullanılmış ve bireysel cevaplar değerlendirildiğinde bazı katılımcıların deadlift ve MVC sonrası sürat performansı % 4,6 artarken, bazı katılımcıların sürat performansının azaldığı görülmüştür (15). Bizim çalışmamızda zayıf ve güçlü bireyler olarak ayırım yapılmamıştır ancak ASP'nin bireysel olarak değerlendirilmesinin daha doğru sonuç vereceği düşünülmektedir. Çoğu meta analiz çalışmasında (6, 7) bireyin kuvvet seviyesinin farklı set kondisyonlanma aktivitesi tarafından uyarılan ASP cevabına aracılık ettiği de belirtilmektedir. Kuvvetli bireyler tek set uygulanan kondisyonlanma aktivitesi sonrasında daha yüksek ASP etkisi gösterirken, zayıf bireyler çok set uygulanan kondisyonlanma aktivitesi sonrasında daha yüksek ASP etkisi göstermektedir (6). Zayıf bireylerde çok set iyi bir ASP uyarıcısı olabilir ancak beraberinde yorgunluğu da getireceği unutulmamalıdır (6). Çok setlerin tek setlerden daha fazla güç artışı ile sonuçlandığı gözlemlenmiştir ve bu bulgulara muhtemelen antrenman geçmişinin de aracılık ettiği belirtilmektedir (6).

ASP etkisini ortaya çıkarmak için gerekli olan en önemli durumlardan biri de ön kondisyonlanma ve sonrasındaki performans arasındaki dinlenme süresidir. Yazılı kaynaklar incelendiğinde en etkili aralık 3-7 dk olarak görülmektedir (6). Potansiyasyon ve yorgunluk aynı anda meydana geldiği için daha kısa dinlenme aralıkları (0,3 sn-4 dk) yorgunluğun ASP'yi baskılamasına neden olurken, daha uzun dinlenme aralıkları (>8dk) yorgunluğu ortadan kaldırmaktadır ancak ASP etkisini de olumsuz etkilemektedir(6).Çünkü önemli olan aralık yorgunluğun ortadan kalktığı ancak ASP'nin etkisinin hissedileceği avantajlı zaman aralığıdır Bu bulgu 3-7 dk ve 7-10 dk dinlenme aralığının 2 dakika ve 2 dakikadan az verilen dinlenme süresinden ASP etkisi yaratmak için daha etkili olduğu bilgisi ile uyumludur (7). Buradan hareketle bu bilgi yorgunluk ve potansiyasyonun bir arada meydana geldiğini ve kondisyonlanma aktivitesi boyunca oluşan yorgunluk seviyesi potansiyasyon ile dengelendiğinde performans artabilir düşüncesini doğrulamaktadır (11). 5 tuck jump sonrası 4 dk dinlenme süresi verdikten sonra 10 m performansında herhangi bir değişiklik gözlememesi bizim (10m,hızlanmalı 10m,20m ve 30m) çalışmamız ile paralellik göstermektedir (15).Aksine hızlanmalı 20m sürat performansında ise 4.dk'da çok set uygulaması yorgunluk sebebiyle sürat performansının uzamasına neden olmuştur. Bizim çalışmamızın aksine Turner ve diğ'nin (14) yapmış olduğu

çalışmada vücut ağırlığına %10 eklenerek 3 set 10 tekrar uygulanan leg bound egzersizi sonrasında 4.ve 8.dk'da 10 m sürat performansı iyileşme göstermiştir. Vücut ağırlığına %10 eklenerek yapılan deneme, vücut ağırlığında yapılan denemeye göre daha fazla yorgunluk hissettireceği için %10 ağırlıklı yeleğin eklenmesinin katılımcıların muhtemelen fosfokreatin depolarının tükenmesinden dolayı 15.sn de ve 2.dk da yorgunluk nedeni gelişme olmamasına sebep olmuştur. Bunun aksine bu veriler 40 sıçramalı bir pliometrik egzersiz protokolünün gerçekleştirilmesinden sonraki 1 dk içinde dikey sıçrama yüksekliğinde % 4,8'lik bir iyileşme gözlemlenen çalışma ile çelişmektedir(96). Buradan hareketle kullanılan ön kondisyonlanma çeşidinin de önemi anlaşılmaktadır. Bizim çalışmamızda 20m mesafede zaman etkisi anlamlı değildir ancak bireysel cevaplar değerlendirildiğinde 15.sn'de tüm katılımcıların sürat zamanı kısalmıştır yani iyileşmiştir. 15.sn yorgunluk etkisinin en fazla hissedileceği zaman dilimidir ancak pliometrik egzersizlerde en etkili zamanın yazılı kaynaklar incelendiğinde 0,3sn-4dk aralığı olduğu görülmektedir (96). Bu bilgiyi destekleyecek başka bir çalışmaya baktığımızda Byrne ve diğ'nin (13) yapmış olduğu çalışmada dinamik ısınma sonrası 3 derinlik sıçraması sonrası 1 dk dinlenme süresi verildikten sonra 20 m sürat performansında hızlanma gözlemlenmiştir. Çalışmamızda bireysel cevaplar değerlendirildiğinde 4.dk pliometrik bir egzersiz için yazılı kaynaklarda yeterli bir dinlenme süresi olarak ifade edilirken bizim çalışmamızda 4.dk'da tüm katılımcıların hızlanmalı 20m çok set uygulaması sonrası sürat zamanları yorgunluğun baskın olması nedeniyle uzamıştır diğer bir değişle kötüleşmiştir. Çok set tuck jump uygulaması hızlanmalı 20m mesafede yorgunluk etkisi yaratması nedeniyle iyi bir ASP yanıtı oluşturmamıştır.

Sonuç olarak, bizim çalışmamızda tek set ve çok set tuck jump uygulaması 10m, hızlanmalı 10m, 20m ve 30m sürat performansında herhangi bir etki yaratmazken, hızlanmalı 20m sürat performansında çok set tuck jump uygulaması tek set ile kıyaslandığında 4.dk'da sürat performansının uzamasına sebep olmuştur. Ancak bireysel cevaplar incelendiğinde her ölçüm mesafesinde katılımcıların farklı yanıtlar verdiği görülmüştür. Bireysel ASP yanıtları tüm ölçüm mesafelerinde katılımcıların çoğunun nötr etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Katılımcıların branşı ve antrenman yaşı önemli bir kriterdir. Ancak göze çarpan farklar incelendiğinde 12. ve 17. Katılımcı antrenman yaşı bakımından sırasıyla 5 ve 2 yıl antrenman geçmişine

sahiptir. Voleybol ve sprinter olan bu katılımcılar olumsuz ASP etkisi göstermişlerdir. Ayrıca 2 seneden 15 seneye kadar geniş yelpazede olan antrenman geçmişine sahip bireysel ve takım sporuyla uğraşan tüm katılımcılar 20 m mesafede 15.sn'de pozitif ASP etkisi (sprint performansına artış)gösterirken, hızlanmalı 20m mesafede 4.dk'da tüm katılımcılar negatif ASP etkisi (sprint performansında düşüş) göstermişlerdir. Literatürdeki çoğu çalışmada 15.sn yorgunluk etkisi nedeniyle olumsuz ASP etkisine neden olacağını söylemektedir. Ancak bizim çalışmamızda tüm katılımcılar 20 m sürat performansında olumlu ASP etkisi göstermektedir.4.dk ise yavaş yavaş yorgunluğun etkinin ortadan kalktığı bir zaman aralığıdır. Bizim çalışmamızda hızlanmalı 20m çok set bireysel cevaplar incelendiğinde 4.dk'da tüm katılımcıların sürat performansında olumsuz ASP etkisi ölçülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Farklı ön yüklemeli pliomerik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun sürat performansına etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

1. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 10m sürat performansı üzerinde set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

2. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun hızlanmalı 10m sürat performansı üzerinde set ve set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$) ancak zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Başlangıç sprint zamanına göre 15.sn, 8.dk, 12.dk ve 16.dk sürat zamanları yavaşlamıştır. 2. ve 4.dk sürat zamanları arasında başlangıç sprint zamanına göre herhangi bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

3. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 20m sürat performansı üzerinde set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

4. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun hızlanmalı 20m sürat performansı üzerinde set ve zaman etkisi ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Set etkisi açısından bakıldığında çok set tuck jump sonrası sürat zamanı tek set tuck jump uygulamasına göre yavaşlamıştır ($p<0,05$). Zaman etkisi açısından bakıldığında başlangıç sürat zamanı ile kıyaslandığında 15.sn hariç diğer ölçüm zamanlarındaki sürat performansı yavaşlamıştır ($p<0,05$). Bunun yanında 15.sn ile başlangıç sürat zamanı arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). Anlamlı set x zaman etkileşimi ise çok set tuck jump uygulaması sonrasındaki 4.dk sürat zamanının uzamasından kaynaklanmıştır.

5. Farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle uygulanan aktivasyon sonrası potansiyasyonun 30m sürat performansı üzerine etkisinde set ile set x zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0,05$), zaman etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Bu fark başlangıç sürat zamanı ile 15.sn sürat zamanı arasındaki

farktan kaynaklanmıştır. Başlangıç sürat zamanı ile diğer ölçüm zamanları arasında ise istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

6.2. Öneriler

Bu araştırmada, aktivasyon sonrası potansiyasyon etkisi oluşturmak üzere farklı ön yüklemeli pliometrik egzersizlerle yapılan ön koşullama egzersizinin sürat performansına etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sınırlılıkları göz önünde bulundurularak gelecekte yapılacak çalışmalara aşağıdaki öneriler yapılmaktadır.

1. Bu çalışma erkek takım sporu ve bireysel spor ile uğraşan sporcular ile yapılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda kadın sporcular ile bu çalışma tekrarlanabilir veya cinsiyet farklılığına bakılabilir.

2. ASP yöntemi olarak farklı setlerle geleneksel yüksek ağırlık veya maksimum istemli kasılma yöntemleri kullanılarak sürat performansına etkisi incelenebilir.

3. ASP yöntemi olarak seçilen çift bacak tuck jump egzersizi yerine alternate leg bound veya drop jump gibi farklı bir pliometrik egzersiz kullanılabilir.

4. Çalışman sportif branşa özgü araştırma grubu ve egzersizlerle yapılabilir. .

5.Kas lifi tipi etkisi ve kasılma çeşidi olarak dinamik ya da izometrik kasılma etkisi incelenebilir.

6.Çalışmaya kontrol ölçümü eklenebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*. 2009;39(2):147-66.
2. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation. *Sports Medicine*. 2005;35(7):585-95.
3. MacIntosh BR. Role of calcium sensitivity modulation in skeletal muscle performance. *Physiology*. 2003;18(6):222-5.
4. Robbins DW. Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(2):453.
5. Rixon KP, Lamont HS, Bembem MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(2):500.
6. Seitz LB, Haff GG. Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*. 2016;46(2):231-40.
7. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013;27(3):854-9.
8. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*. 2000;88(6):2131-7.
9. Mahlfeld K, Franke J, Awiszus F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2004;29(4):597-600.
10. Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2002;30(3):138-43.
11. Rassier D, Macintosh B. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2000;33(5):499-508.
12. Bayraktar I. Farklı Spor Branşlarında Pliometrik. Bağırhan Yayinevi, Ankara. 2010.
13. Byrne PJ, Kenny J, O'Rourke B. Acute potentiating effect of depth jumps on sprint performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014;28(3):610-5.
14. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(2):343-50.

15. Till KA, Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(7):1960-7.
16. Stone MH, O'Bryant HS, McCoy L, Coglianese R, Lehmkuhl M, Schilling B. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(1):140-7.
17. Baker D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2001;15(2):198-209.
18. McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RU. The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2002;16(1):75-82.
19. Chiu L, Fry A, Schilling B, Johnson E, Weiss L. Neuromuscular fatigue and potentiation following two successive high intensity resistance exercise sessions. *European Journal of Applied Physiology*. 2004;92(4-5):385-92.
20. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(4):671-7.
21. Seitz LB, Haff GG. Application of methods of inducing postactivation potentiation during the preparation of rugby players. *Strength and Conditioning Journal*. 2015;37(1):40-9.
22. Garnett R, O'donovan M, Stephens J, Taylor A. Motor unit organization of human medial gastrocnemius. *The Journal of Physiology*. 1979;287(1):33-43.
23. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance *Sports Medicine*. 2005;35:585-95.
24. Esformes JI, Keenan M, Moody J, Bampouras TM. Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(1):143-8.
25. Güllich A, Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*. 1996;11:67-84.
26. Grange RW, Vandenboom R, Houston ME. Physiological significance of myosin phosphorylation in skeletal muscle. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 1993;18(3):229-42.
27. Levine R, Kensler RW, Yang Z, Stull JT, Sweeney HL. Myosin light chain phosphorylation affects the structure of rabbit skeletal muscle thick filaments. *Biophysical Journal*. 1996;71(2):898-907.
28. Bárány K, Bárány M, Gillis JM, Kushmerick MJ, editors. Myosin light chain phosphorylation during the contraction cycle of frog muscle. *Federation proceedings*; 1980.

29. Zehr PE. Considerations for use of the Hoffmann reflex in exercise studies. *European Journal of Applied Physiology*. 2002;86(6):455-68.
46. Babault N, Desbrosses K, Fabre M-S, Michaut A, Pousson M. Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(3):780-5.
47. Hamada T, Sale D, MacDougall J, Tarnopolsky M. Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2003;178(2):165-73.
48. Taylor JL, Butler JE, Gandevia S. Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *European journal of applied physiology*. 2000;83(2-3):106-15.
49. 30. Schieppati M. The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Progress in Neurobiology*. 1987;28(4):345-76.
31. Folland JP, Wakamatsu T, Fimland MS. The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2008;104(4):739.
32. Anthi X, Dimitrios P, Christos K. On the mechanisms of post-activation potentiation: the contribution of neural factors. *Journal of Physical Education and Sport*. 2014;14(2):134.
33. Folland JP, Williams AG. Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*. 2007;37(2):145-68.
34. Fukunaga T, Ichinose Y, Ito M, Kawakami Y, Fukashiro S. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of Applied Physiology*. 1997;82(1):354-8.
35. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Effects of repeated muscle contractions on the tendon structures in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 2001;84(1-2):162-6.
36. Arabatzi F, Patikas D, Zafeiridis A, Giavroudis K, Kannas T, Gourgoulis V, et al. The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. *Pediatric Exercise Science*. 2014;26(2):187-94.
37. Dallas GC, Dallas CG, Tsolakis C. Acute enhancement of jumping performance after different plyometric stimuli in high level gymnasts is associated with postactivation potentiation. *Medicina Dello Sport*. 2019;72(1):25-36.
38. Bottinelli R, Pellegrino M, Canepari M, Rossi R, Reggiani C. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1999;9(2):87-95.
39. Grosset JF, Mora I, Lambertz D, Pérot C. Voluntary activation of the triceps surae in prepubertal children. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(3):455-65.

40. Paeaesuke M, Erelina J, Gapeyeva H. Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre-and post-pubertal boys and men. *European Journal of Applied Physiology*. 2000;82(5-6):459-64.
 41. Allen D, Lee JA, Westerblad H. Intracellular calcium and tension during fatigue in isolated single muscle fibres from *Xenopus laevis* *J Physiol*. 1989;415:433-58.
 42. Westerblad H, Lee JA, Lannergren J, Allen DG. Cellular mechanisms of fatigue in skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 1991;261(2):C195-C209.
 43. Lee J, Westerblad H, Allen D. Changes in tetanic and resting $[Ca^{2+}]_i$ during fatigue and recovery of single muscle fibres from *Xenopus laevis*. *The Journal of Physiology*. 1991;433(1):307-26.
 44. Allen D, Lannergren J, Westerblad H. Muscle cell function during prolonged activity: cellular mechanisms of fatigue. *Experimental Physiology: Translation and Integration*. 1995;80(4):497-527.
 45. Cooke R, Pate E. The effects of ADP and phosphate on the contraction of muscle fibers. *Biophysical Journal*. 1985;48(5):789-98.
- Duchateau J, Hainaut K. Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. *Journal of Applied Physiology*. 1984;56(2):296-301.
50. Baker D. Increases in bench throw power output when combined with heavier bench press plus accommodating chains resistance during complex training. *Journal Aust Strength Condition*. 2009;16:10-8.
 51. Bevan HR, Owen NJ, Cunningham DJ, Kingsley MI, Kilduff LP. Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(6):1780-5.
 52. Jensen RL, Ebben WP. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(2):345-9.
 53. Jones P, Lees A. A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(4):694-700.
 54. Comyns TM, Harrison AJ, Hennessy LK, Jensen RL. The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. 2006.
 55. French DN, Kraemer WJ, Cooke CB. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(4):678-85.
 56. Rahimi R. The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis-Series: Physical Education and Sport*. 2007;5(2):163-9.

57. Mangus BC, Takahashi M, Mercer JA, Holcomb WR. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006;20(3):597.
58. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(2):342-4.
59. Kilduff LP, Owen N, Bevan H, Bennett M, Kingsley MI, Cunningham D. Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*. 2008;26(8):795-802.
60. Kobal R, Pereira LA, Kitamura K, Paulo AC, Ramos HA, Carmo EC, et al. Post-activation potentiation: is there an optimal training volume and intensity to induce improvements in vertical jump ability in highly-trained subjects? *Journal of Human Kinetics*. 2019;69:239.
61. Aagaard P, Andersen JL. Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998;30(8):1217-22.
62. Thorstensson A, Grimby G, Karlsson J. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*. 1976;40(1):12-6.
63. Moore RL, Stull JT. Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 1984;247(5):C462-C71.
64. Baker D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. A series of studies on professional rugby league players, including: 1 Testing and the relationship of upper body muscular strength, power, speed and strength-endurance to playing position and status in professional rugby league players. 2003:149.
65. Duthie GM, Young WB, Aitken DA. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2002;16(4):530-8.
66. Chiu LZ, Barnes JL. The fitness-fatigue model revisited: Implications for planning short-and long-term training. *Strength and Conditioning Journal*. 2003;25(6):42-51.
67. Carter J, Greenwood M. Complex training reexamined: Review and recommendations to improve strength and power. *Strength and Conditioning Journal*. 2014;36(2):11-9.
68. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ, Yang G-Z. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(12):3319-25.
69. Chatzopoulos DE, Michailidis CJ, Giannakos AK, Alexiou KC, Patikas DA, Antonopoulos CB, et al. Postactivation potentiation effects after heavy

- resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(4):1278-81.
70. Ebben WP, Blackard DO. Complex training with combined explosive weight training and plyometric exercises. *Olympic Coach*. 1997;7(4):11-2.
 71. Dodd DJ, Alvar BA. Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(4):1177.
 72. Sale D. Postactivation potentiation: role in performance. *British journal of sports medicine*. 2004;38(4):386-7.
 73. Gossen ER, Sale DG. Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2000;83(6):524-30.
 74. Robbins DW, Docherty D. Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(4):898.
 75. Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(9):2605-13.
 76. Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, Tillman SM. Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2006;36(5):308-19.
 77. Bobbert MF, Huijing PA. Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1987;19(4):339-46.
 78. Kilani H, Palmer S, Adrian M, Gapsis J. Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps. *Human Movement Science*. 1989;8(3):247-69.
 79. Oxfeldt M, Overgaard K, Hvid LG, Dalgas U. Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: A systematic review and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine and science in Sports*. 2019;29(10):1453-65.
 80. Kubo K, Kanehisa H, Takeshita D, Kawakami Y, Fukashiro S, Fukunaga T. In vivo dynamics of human medial gastrocnemius muscle-tendon complex during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2000;170(2):127-35.
 81. Bosco C, Komi PV, Ito A. Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1981;111(2):135-40.
 82. Alexander RM, Bennet-Clark H. Storage of elastic strain energy in muscle and other tissues. *Nature*. 1977;265(5590):114.
 83. Houk J, Henneman E. Responses of Golgi tendon organs to active contractions of the soleus muscle of the cat. *Journal of Neurophysiology*. 1967;30(3):466-81.

84. Mccrea DA. 4 Spinal Cord Circuitry and Motor Reflexes. *Exercise and Sport Sciences reviews*. 1986;14(1):105-42.
85. Buz Swanik C, Swanik KA. Plyometrics in rehabilitating the lower extremity. *Athletic Therapy Today*. 1999;4(3):16-22.
86. Wilk KE, Voight ML, Keirns MA, Gambetta V, Andrews JR, Dillman CJ. Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1993;17(5):225-39.
87. Myklebust G, Engebretsen L, Brækken IH, Skjølberg A, Olsen O-E, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2003;13(2):71-8.
88. Komi PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*. 2000;33(10):1197-206.
89. Ishikawa M, Komi PV, Grey MJ, Lepola V, Bruggemann G-P. Muscle-tendon interaction and elastic energy usage in human walking. *Journal of Applied Physiology*. 2005;99(2):603-8.
90. Fukunaga T, Kawakami Y, Kubo K, Kanehisa H. Muscle and tendon interaction during human movements. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2002;30(3):106-10.
91. Gollhofer A, Strojnik V, Rapp W, Schweizer L. Behaviour of triceps surae muscle-tendon complex in different jump conditions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1992;64(4):283-91.
92. Rassier DE, Herzog W. Relationship between force and stiffness in muscle fibers after stretch. *Journal of Applied Physiology*. 2005;99(5):1769-75.
93. Baena-Raya A, Sánchez-López S, Rodríguez-Pérez MA, García-Ramos A, Jiménez-Reyes P. Effects of two drop-jump protocols with different volumes on vertical jump performance and its association with the force–velocity profile. *European Journal of Applied Physiology*. 2020;120(2):317-24.
94. Petisco C, Ramirez-Campillo R, Hernández D, Gonzalo-Skok O, Nakamura FY, Sanchez-Sanchez J. Post-activation Potentiation: Effects of Different Conditioning Intensities on Measures of Physical Fitness in Male Young Professional Soccer Players. *Frontiers in Psychology*. 2019;10.
95. Bauer P, Uebellacker F, Mitter B, Aigner AJ, Hasenoehrl T, Ristl R, et al. Combining higher-load and lower-load resistance training exercises: A systematic review and meta-analysis of findings from complex training studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2019;22(7):838-51.
96. Tobin DP, Delahunt E. The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014;28(2):367-72.
97. Moir G, Sanders R, Button C, Glaister M. The effect of periodized resistance training on accelerative sprint performance. *Sports Biomechanics*. 2007;6(3):285-300.

98. Little T, Williams A. Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players: Routledge London, UK;; 2003.
99. Young WB, McdOowell MH, Scarlett BJ. Specificity of sprint and agility training methods. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2001;15(3):315-9.
100. Grosser M, Neumaier A. Training techniques. Barcelona: Martínez Roca. 1986.
101. Bret C. As ability factors in 100 m sprint running. *Journal Sports Medicine Phys Fitness*. 2002;42:274-81.
102. Cronin JB, Hansen KT. Strength and power predictors of sports speed. *Journal Strength Condition Research*. 2005;19(2):349-57.
103. Hoeger WW, Hopkins DR, Barette SL, Hale DF. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 1990;4(2):47-54.
104. Parra J, Cadefau J, Rodas G, Amigo N, Cusso R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2000;169(2):157-65.
105. Holtermann A, Roeleveld K, Vereijken B, Ettema G. The effect of rate of force development on maximal force production: acute and training-related aspects. *European Journal of Applied Physiology*. 2007;99(6):605-13.
106. Epley B. The path to athletic power: The model conditioning program for championship performance: *Human Kinetics*; 2004.
107. Ross A, Leveritt M. Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training. *Sports Medicine*. 2001;31(15):1063-82.
108. Bouchard C, Dionne FT, Simoneau J-A, Boulay MR. 2: Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1992;20(1):27-58.
109. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*. 2004;34(10):663-79.
110. Haff GG, Stone M, O'Bryant HS, Harman E, Dinan C, Johnson R, et al. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *The Journal of Strength Conditioning Research*. 1997;11(4):269-72.
111. Fleck SJ, Kraemer W. Designing resistance training programs, 4E: *Human Kinetics*; 2014.
112. Barker M, Wyatt TJ, Johnson RL, Stone MH, O'Bryant HS, Poe C, et al. Performance factors, psychological assessment, physical characteristics, and football playing ability. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 1993;7(4):224-33.
113. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Medicine*. 2005;35(12):1025-44.

114. Sabina R, Holmes E. Disorders of purine nucleotide metabolism in muscle. *Biochemistry of exercise VII: Human Kinetics Publishers Champaign, IL; 1990.* p. 227-41.
115. Stathis C, Febbraio M, Carey M, Snow R. Influence of sprint training on human skeletal muscle purine nucleotide metabolism. *Journal of Applied Physiology.* 1994;76(4):1802-9.
116. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology.* 1993;75(2):712-9.
117. Graves J, Pollock M, Leggett S, Braith R, Carpenter D, Bishop L. Effect of reduced training frequency on muscular strength. *International Journal of Sports Medicine.* 1988;9(05):316-9.
118. Drinkwater EJ, Lawton TW, McKenna MJ, Lindsell RP, Hunt PH, Pyne DB. Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 2007;21(3):841-7.
119. Gissis I, Papadopoulos C, Kalapotharakos VI, Sotiropoulos A, Komsis G, Manolopoulos E. Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in Sports Medicine.* 2006;14(3):205-14.
120. Jones K, Bishop P, Hunter G, Fleisig G. The effects of varying resistance-training loads on intermediate-and high-velocity-specific adaptations. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2001;15(3):349-56.
121. Andersen JL, Aagaard P. Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine.* 2000;23(7):1095-104.
122. Ross A, Leveritt M, Riek S. Neural influences on sprint running. *Sports Medicine.* 2001;31(6):409-25.
123. Racinais S, Bishop D, Denis R, Lattier G, Mendez-Villaneuva A, Perrey S. Muscle deoxygenation and neural drive to the muscle during repeated sprint cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2007;39(2):268-74.
124. Miller R, Moussavi R, Green A, Carson P, Weiner M. The fatigue of rapid repetitive movements. *Neurology.* 1993;43(4):755-.
125. Kartages K, Wilson GC, Fornusek C, Halaki M, Hackett DA. Acute effect of Kettlebell swings on Sprint performance. *Sports.* 2019;7(2):36.
126. Seitz LB, Trajano GS, Haff GG. The back squat and the power clean: Elicitation of different degrees of potentiation. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 2014;9(4):643-9.
127. Gordon CC, Churchill T, Clauser CE, Bradtmiller B, McConville JT, Tebbetts I. Anthropometric survey of US Army personnel: Summary statistics, interim report for 1988. *Anthropology Research Project Inc Yellow Springs Oh, 1989.*

128. Winter E, Eston R, Lamb KL. Statistical analyses in the physiology of exercise and kinanthropometry. *Journal of Sports Sciences*. 2001;19(10):761-75.
129. Healy R, Comyns TM. The application of postactivation potentiation methods to improve sprint speed. *Strength and Conditioning Journal*. 2017;39(1):1-9.
130. Bernards JR, Sato K, Haff GG, Bazyler CD. Current research and statistical practices in sport science and a need for change. *Sports*. 2017;5(4):87.
131. Beckerman H, Roebroek M, Lankhorst G, Becher J, Bezemer PD, Verbeek A. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Quality of Life Research*. 2001;10(7):571-8.
132. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*. 2000;30(1):1-15.
133. Masamoto N, Larson R, Gates T, Faigenbaum A. Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(1):68-71.
134. Jensen RL, Ebben WP. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003;17(2):345-9.
135. Scott SL, Docherty D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2004;18(2):201-5.
136. McBride JM, Nimphius S, Erickson TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(4):893.
137. DeRenne C. Effects of postactivation potentiation warm-up in male and female sport performances: A brief review. *Strength and Conditioning Journal*. 2010;32(6):58-64.
138. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ, Kilduff LP. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010;24(3):701-5.
139. Byrne PJ, Moody JA, Cooper S-M, Callanan D, Kinsella S. Potentiating Response to Drop-Jump Protocols on Sprint Acceleration: Drop-Jump Volume and Intrarepetition Recovery Duration. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2020;34(3):717-27.
140. De Sousa Fortes L, Paes PP, Mortatti AL, Perez AJ, Cyrino ES, de Lima-Júnior DRA, et al. Effect of different warm-up strategies on countermovement jump and sprint performance in basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*. 2018;26(3):219-25.
141. Lim JJ, Kong PW. Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013;27(10):2730-6.

142. Kümme J, Bergmann J, Prieske O, Kramer A, Granacher U, Gruber M. Effects of conditioning hops on drop jump and sprint performance: a randomized crossover pilot study in elite athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2016;8(1):1.
143. De Villarreal ESS, González-Badillo JJ, Izquierdo M. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2007;100(4):393-401.
144. Yetter M, Moir GL. The acute effects of heavy back and front squats on speed during forty-meter sprint trials. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008;22(1):159-65.
145. Hunter JP, Marshall RN, McNair PJ. Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004;36(2):261-71.
146. Ruben RM, Molinari MA, Bibbee CA, Childress MA, Harman MS, Reed KP. The acute effects of an ascending squat protocol on performance during horizontal plyometric jumps. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010;24(2):358-69.
147. Maughan R, Watson JS, Weir J. Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *European journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;50(3):309-18.