



T. C.

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POST AKTİVASYON POTANSİYELİNİN FUTBOLCULARDA  
PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ**

VOLKAN SERT  
DOKTORA TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

DOÇ. DR. NURPER ÖZBAR

İKİNCİ DANIŞMAN

PROF. DR. ERTUĞRUL GELEN

DÜZCE, 2020

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

19/06/2020

Volkan SERT

## TEŞEKKÜR

Başöğretmen Mustafa Kemal ATATÜRK'e ve bu günlere gelmemde emeği olan teşekkürü en çok hak eden, isimlerini sayamadığım tüm öğretmenlerime,

Doktora eğitimim boyunca bilgi, deneyim, tecrübe ve sabrını esirgemeyen, çalışmanın her anında yanımda olan ve desteğini her zaman sunan danışmanım sayın Doç. Dr. Nurper ÖZBAR'a,

Lisanaüstü eğitimim boyunca bana rehberlik eden, hayatımın her anında yol gösteren, kişisel ve akademi gelişimim için sonsuz destek olan ikinci danışmanım sayın Prof. Dr. Ertuğrul GELEN ve sayın Doç. Dr. Suat YILDIZ'a,

Çalışmada emeği geçen Arş. Gör. Nuri Mert EMBİYAOĞLU, Antrenörler Furkan HAYKIR ve Mustafa Sencer ULEMA'ya

Hayatta ki en değerli varlıklarım olan, sonsuz bir anlayış gösteren, başta sevgili eşim Cansu SERT, annem Aynur SERT, kardeşlerim Gürkan SERT, Dilek SERT ve Melike SERT'e

Son olarakta, maddi manevi büyük çabalar göstererek bu günlere gelmemde en büyük katkıyı sunan fakat bu süreçte yanımda olamayan rahmetli babam Selami SERT'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Volkan SERT**

# İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| <b>BEYAN</b> .....                                       | i    |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....                                    | ii   |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                 | iii  |
| <b>KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ</b> .....             | v    |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                             | vii  |
| <b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....                             | viii |
| <b>TABLolar DİZİNİ</b> .....                             | ix   |
| <b>ÖZET</b> .....  | 1    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                    | 2    |
| <b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....                            | 3    |
| 1.1. Problem .....                                       | 4    |
| 1.2. Alt Problemler .....                                | 4    |
| 1.3. Hipotez .....                                       | 4    |
| 1.4. Sınırlılıklar .....                                 | 5    |
| <b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....                           | 6    |
| 2.1. Futbol ve Fizyolojik Gereksinimleri .....           | 6    |
| 2.2. Post Aktivasyon Potansiyeli (PAP).....              | 13   |
| 2.3. PAP'ın Altında Yatan Mekanizma.....                 | 14   |
| 2.3.1. Miyozin düzenleyici hafif zincir .....            | 14   |
| 2.3.2. Sinaptik kavşak ve spinal kort geçirgenliği ..... | 16   |
| 2.3.3. Kastaki pennat açısı.....                         | 18   |
| 2.3.4. Artan kas katılımı .....                          | 19   |
| 2.4. PAP'ı Etkileyen Faktörler .....                     | 20   |
| 2.4.1. Yaş .....   | 20   |
| 2.4.2. Fibril tipi .....                                 | 21   |
| 2.4.3. Kas uzunluğu .....                                | 22   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.4.4. Antrenman durumu.....                            | 22        |
| 2.4.5. Kuvvet seviyesi .....                            | 23        |
| 2.4.6. Cinsiyet.....                                    | 23        |
| 2.5. Yorgunluk Fizyolojisi .....                        | 24        |
| 2.6. PAP ve Yorgunluk Arasındaki Denge .....            | 25        |
| 2.7. PAP İçin Dinlenme Suresi .....                     | 28        |
| <b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>                         | <b>30</b> |
| 3.1. Veri Toplama Yöntemleri .....                      | 31        |
| 3.1.1. Boy, kilo ve beden kitle indeksi ölçümü .....    | 31        |
| 3.1.2. Bir maksimum tekrarı (1 MT) belirleme .....      | 32        |
| 3.2. Uygulanan Performans Testleri.....                 | 33        |
| 3.2.1. Dikey sıçrama .....                              | 33        |
| 3.2.2. Uzun atlama.....                                 | 33        |
| 3.2.3. 10-20-30 metre sürat testi.....                  | 33        |
| 3.3. Kontrol PAP Isınma Test Protokolü .....            | 34        |
| 3.4. Dinamik PAP Isınma Test Protokolü.....             | 35        |
| 3.5. Statik PAP (90° açığı) Isınma Test Protokolü.....  | 35        |
| 3.6. Statik PAP (130° açığı) Isınma Test Protokolü..... | 36        |
| 3.7. İstatistiksel Analiz.....                          | 37        |
| <b>4. BULGULAR.....</b>                                 | <b>38</b> |
| <b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>                       | <b>57</b> |
| <b>6. KAYNAKLAR .....</b>                               | <b>71</b> |
| <b>7. EKLER .....</b>                                   | <b>89</b> |
| Ek 1. Etik Kurul İzin Formu .....                       | 89        |
| Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....          | 91        |
| <b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                | <b>92</b> |

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| 1 MT:                | 1 Maksimum Tekrar           |
| ATP:                 | Adenozin Trifosfat          |
| BIA:                 | Bioelektrik İmpedans        |
| BKİ:                 | Beden Kitle İndeksi         |
| Ca <sup>+</sup> :    | Kalsiyum                    |
| CK:                  | Kreatin Kinaz               |
| CMJ:                 | Dikey Sıçrama               |
| CO <sub>2</sub> :    | Karbondioksit               |
| COD:                 | Yön Değiştirme              |
| C <sub>R</sub> :     | İş Ekonomisi                |
| FFA:                 | Serbest Yağ Asidi           |
| H <sup>+</sup> :     | Hidrojen                    |
| H <sub>2</sub> O:    | Su                          |
| H-Refleks:           | Hoffmann Refleksi           |
| K <sup>+</sup> :     | Potasyum                    |
| Km.h <sup>-1</sup> : | Kilometre bölü Saat         |
| LDH:                 | Laktat Dehidrogenaz         |
| MaxVO <sub>2</sub> : | Maksimum Oksijen Tüketimi   |
| ml/kg/dk:            | Mililitre/kilogram/dakika   |
| MLCK:                | Miyozin Hafif Zincir Kinazı |
| MLCP:                | Miyozin Hafif Zincir Fosfat |
| mm:                  | Milimol                     |

|                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| MRLC:             | Miyozin Düzenleyici Hafif Zincir   |
| MVC:              | Maksimum İstemli Kasılma           |
| MVIC:             | Maksimum İstemli İzometrik Kasılma |
| Na <sup>+</sup> : | Sodyum                             |
| PAP:              | Post Aktivasyon Potansiyeli        |
| pH:               | Potansiyel Hidrojen                |
| PTP:              | Post Tetanik Potansiyel            |
| SR:               | Sarkoplazmik Retikulum             |
| BW:               | Vücut Ağırlığı                     |
| %:                | Yüzde                              |
| ±:                | Standart Sapma                     |
| >:                | Büyük                              |
| <:                | Küçük                              |
| °:                | Derece                             |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Şekil 2.1.1. ATP-CP Enerji Sistemi.....   | 11 |
| Şekil 2.1.2. İskelet Kası Motor Nöronları.....  | 12 |
| Şekil 2.3.1.1. PAP İçin Öne Sürülen Mekanizma.....  | 16 |
| Şekil 2.3.4.1. Kütle-Yay Modeli.....  | 20 |
| Şekil 2.4.6.1. Erkek ve Kadınlardaki Tip Ila Fibrillerinin Karşılaştırılması .....              | 24 |
| Şekil 2.6.1. Kondisyon Aktivitesinden Sonraki Potansiyel ve Yorgunluk Arasındaki İlişki .....   | 26 |
| Şekil 2.6.2. Tillin ve Bishop'tan İki “Fırsat Penceresi” “Windows of Opportunity” .....         | 26 |
| Şekil 2.6.3. Kompleks Faktörlerin Etkileşimi.....   | 28 |
| Şekil 3.2.1.1. My Jump Uygulaması.....  | 33 |
| Şekil 3.2.3.1. 10-20-30 m Sürat Test Protokolü .....  | 34 |
| Şekil 3.3.1. Kontrol PAP Test Protokol Uygulama Şekli.....                                      | 34 |
| Şekil 3.4.1. Dinamik PAP Test Protokol Uygulama Şekli .....                                     | 35 |
| Şekil 3.5.1. Statik PAP (90° aç) Test Protokol Uygulama Şekli .....                             | 36 |
| Şekil 3.6.1. Statik PAP (130° aç) Test Protokol Uygulama Şekli .....                            | 37 |
| Şekil 4.1. Isınma protokollerinin dikey sıçrama test sonuçlarının karşılaştırılması .....       | 40 |
| Şekil 4.2. Isınma protokollerinin durarak uzun atlama test sonuçlarının karşılaştırılması ..... | 40 |
| Şekil 4.3. Isınma protokollerinin 10 m sprint test sonuçları grafiği .....                      | 55 |
| Şekil 4.4. Isınma protokollerinin 20 m sprint test sonuçları grafiği .....                      | 55 |
| Şekil 4.5. Isınma protokollerinin 10 m sprint test sonuçları grafiği .....                      | 56 |

## RESİMLER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Resim 3.1.1.1. Stadiometre ve Boy Ölçümü.....                     | 31 |
| Resim 3.1.1.2. Biyoelektrik İmpedans ile BKİ ve Kilo Ölçümü ..... | 31 |
| Resim 3.1.2.1. Smith Machine ile Squat Hareketi .....             | 32 |
| Resim 3.2.1.1. Dikey Sıçrama .....                                | 33 |
| Resim 3.2.2.1. Uzun Atlama.....                                   | 33 |



## TABLULAR DİZİNİ

|   |     |
|---|-----|
| Tablo 2.1.1. Yo-Yo 1 ve Yo-Yo 2 Test Sonuçlarına Göre Koşu Mesafeleri.....  | 7   |
| Tablo 2.1.2. Aerobik Sistemde Kastaki Tahmini Elde Edilen Glikojen.....   | 10  |
| Tablo 2.2.1 Kompleks ve Kontrast Antrenman Örneği .....   | 14  |
| Tablo 3.1.2.1. 1 MT Belirlemede Kullanılan Katsayı Tablosu.....   | 32  |
| Tablo 3.3.1. Kontrol PAP Test Protokolü.....  | 34  |
| Tablo 3.4.1. Dinamik PAP Test Protokolü .....   | 35  |
| Tablo 3.5.1. Statik PAP (90° aç) Test Protokolü.....  | 36  |
| Tablo 3.6.1. Statik PAP (130° aç) Test Protokolü.....   | 36  |
| Tablo 4.1. Çalışmaya katılan futbolcuların tanımlayıcı istatistiği .....  | 38  |
| Tablo 4.2. Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 1. dk) ..... | 39  |
| Tablo 4.3. Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları.....   | 41  |
| Tablo 4.4. Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 3. dk) ..... | 423 |
| Tablo 4.5. Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları.....   | 44  |
| Tablo 4.6. Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 5. dk) ..... | 45  |
| Tablo 4.7. Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları.....   | 47  |
| Tablo 4.8. Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 7. dk) ..... | 489 |

|   |     |
|---|-----|
| Tablo 4.9. Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları .....  | 50  |
| Tablo 4.10. Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 9. dk)..... | 512 |
| Tablo 4.11. Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları ..... | 523 |



## ÖZET

### POST AKTİVASYON POTANSİYELİNİN FUTBOLCULARDA PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ

Volkan SERT

Doktora Tezi, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nurper ÖZBAR

Haziran 2020, 92 Sayfa

Çalışmanın amacı, Post Aktivasyon Potansiyelinin (PAP) futbolcularda performansa olan etkisini incelemektir. En az 5 yıllık futbol geçmişine sahip, yaş ortalaması  $18,7\pm,86$  yıl, boy ortalaması  $175,8\pm5,9$  cm, vücut ağırlığı ortalaması  $65,7\pm7,2$  kg, beden kitle indeksi ortalaması  $21,2\pm2,1$  olan 22 erkek futbolcu çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Sporcuların, boy-kilo, beden kitle indeksi (BKİ), 1 Maksimum Tekrarları (1 MT) belirlendikten sonra oluşturulan ısınma protokolleri (kontrol, dinamik,  $90^\circ$  statik ve  $130^\circ$  statik açılarda) crosstab yöntemiyle uygulandı. Isınma protokollerinden sonra dikey sıçrama, durarak uzun atlama ve 10-20-30 m sprint testleri gerçekleştirildi. Her protokol arasında 48 saat dinlenme verildi. Kontrol protokolünde; ısınmadan sonra 3 dk dinlenme, Dinamik protokolünde; ısınma, 2 tekrar squat 1 MT %90, 3 dk dinlenme, Statik ( $90^\circ$  açı) protokolünde; ısınma, 2 sn squat 1 MT %90, 3 dk dinlenme, Statik ( $130^\circ$  açı) protokolünde; ısınma, 2 sn squat 1 MT %90, 3 dk dinlenme yapıldı. Tüm protokollerin ardından 1-3-5-7 ve 9. dakikalarda sırasıyla dikey sıçrama, uzun atlama ve sürat (10-20-30 m) testi gerçekleştirildi. Testler sonucunda elde edilen veriler Shapiro Wilkes W-testi sonuçlarına göre, verilerin normal dağılıma sahip olduğu belirlendi. 4 farklı protokol olmasından dolayı Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi, farkın hangi protokolden kaynaklandığını belirlemek için Bonferroni testi uygulandı ve anlamlılık düzeyi,  $p<0,05$  olarak kabul edildi. Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi sonuçlarına göre 1-3-5 ve 7. dakikalarda yapılan ölçümlerin tamamında (dikey sıçrama, uzun atlama, 10m, 20m, 30m sprint zamanı) anlamlı bir farklılık ( $p<0,05$ ) olduğu, Bonferroni testi sonuçlarına göre farkın da Dinamik PAP protokolünden kaynaklandığı bulundu. Dinamik PAP ile kontrol,  $90^\circ$  statik ve  $130^\circ$  statik PAP protokolleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık ( $p<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; Dinamik PAP ısınma protokolünün, kontrol, statik  $90^\circ$  ve statik  $130^\circ$  ısınma protokollerine göre PAP oluşumu açısından daha etken bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dinamik Isınma, Futbol, Kas Aktivasyonu, Kas Potansiyeli, Performans

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF POST ACTIVATION POTENTIAL ON PERFORMANCE IN SOCCER PLAYERS

Volkan SERT

Doctoral Thesis, Department of Physical Education and Sports

Supervisor: Associate Professor Nurper ÖZBAR

June 2020, 92 pages

The aim of the study was to examine the effect of Post Activation Potential (PAP) on performance in football players. 22 male football players with at least 5 years football history, average age  $18.7 \pm 0.86$  years, height average  $175.8 \pm 5.9$  cm, body weight average  $65.7 \pm 7.2$  kg, body mass index average  $21.2 \pm 2.1$  participated as volunteers to study. Warm-up protocols (control, dynamic,  $90^\circ$  static and  $130^\circ$  static angles) were applied with crosstab method after determining height-weight, body mass index (BMI), 1 maximum repetitions (1 RM) of the athletes. After warming protocols, vertical jump, standing long jump and 10-20-30 m sprint tests were performed. They were given 48 hours rest between each protocol. In the control protocol; 3 minutes of rest after warm-up, in the Dynamic protocol; warm-up, 2 repetitions, 1 RM 90%, 3 minutes rest, Static ( $90^\circ$  angle) protocol; warm-up, 2 sec squat 1 RM 90%, 3 min rest, Static ( $130^\circ$  angle) protocol; warm-up, 2 sec squat 1 RM 90%, 3 minutes rest were done. After all protocols, vertical jump, long jump and speed (10-20-30 m) test were performed in 1-3-5-7 and 9 minutes, respectively. According to the results of the Shapiro Wilkes W-test, the data was determined to have a normal distribution. Since there are 4 different protocols, Repeated Measurements ANOVA test was applied to determine which protocol the difference originated from and Bonferroni test was applied and the level of significance was accepted as  $p < 0.05$ . According to the results of Repeated Measurements ANOVA test, there is a significant difference (vertical jump, long jump, 10m, 20m, 30m sprint time) in all measurements made at 1-3-5 and 7 minutes ( $p < 0.05$ ), according to Bonferroni test results, the difference was found to be due to the Dynamic PAP protocol. A statistically significant difference was found between dynamic PAP and control,  $90^\circ$  static and  $130^\circ$  static PAP protocols ( $p < 0.05$ ). As a result; it has been determined that the dynamic PAP warming protocol is a more effective method in terms of PAP formation compared to the control, static  $90^\circ$  and static  $130^\circ$  warming protocols.

**Keywords:** Dynamic Warm-up, Muscle Activation, Muscle Potential, Performance, Soccer,

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hızla değişen ve gelişen dünyamızda sporun ve sporcuların performansının aynı kalması söz konusu değildir. Her geçen gün sporcuların performansını geliştirmek için yapılan bilimsel çalışmalara yenileri eklenmektedir. Bu yenilikleri teknolojik gelişmelerle birlikte, değişen ve gelişen antrenman programları izlemektedir<sup>1,2</sup>. Müsabaka ortamında sporcu performanslarının en üst seviyede sergilenmesi ve sporcuların psikolojik, fizyolojik, biyomekanik özelliklerinin geliştirilmesi gerek spor bilimciler gerekse de antrenörler için oldukça önem taşımaktadır<sup>3</sup>.

Antrenman ve müsabaka öncesi yapılan, branşa göre değişkenlik gösteren ısınma protokolleri, performansı etkileyen bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır<sup>4</sup>. Isınmanın amaçları içerisinde; öncelikle sporcunun sağlığını korumak için 'sakatlığı önlemek' (ya da yaralanmayı) ve 'sportif performansı arttırmak' yer almaktadır. Sakatlıkları önleme çalışmaları arasında ısınma ve soğuma, esneklik, koordinasyon, denge ve proprioseptif egzersizleri sıralayabiliriz<sup>5,6</sup>. Performansı optimum seviyeye getirmek için submaksimal aerobik egzersiz, germe ve branşa özgü hareketler ısınma protokolünü özetler. Fizyolojik açıdan ise ısınma; kan, bağ ve kas dokusunun sıcaklığını artırır, sakatlanmayı (yumuşak doku yaralanmalarını) önler, kasın; viskozitesinin artmasıyla mekanik verimin artmasını sağlar, sinir ileti hızı, kasılma hızı ve elastikiyet artarak koordinasyon düzelir, kasa gelen oksijen miktarında artış olurken damar yatağında ki dirençte azalma meydana gelir<sup>7,8</sup>.

Literatür taraması yapıldığında genel-özel ısınma, aktif-pasif ısınma protokolleriyle yapılan birçok farklı çalışmaya rastlamak mümkündür<sup>9,10,11,12,13,14</sup>. Dinamik kuvvet hareketleri aktif bir ısınmada önemli rol oynamakta olup, bunlar dinamik sıçramalar, pliometrik çalışmalar, branşa göre kuvvet içeren alt ve üste ekstremitte egzersizlerinden oluşmaktadır<sup>15,16</sup>. Bu egzersizler branşa özgü performansı pozitif yönde etkileyen ve literatürde aktivasyon sonrası potansiyelde ki artış olarak bilinen (Post Aktivasyon Potansiyeli PAP- Post-activation Potentiation) egzersizleri içermektedir<sup>17,18,19</sup>.

Post aktivasyon potansiyeli (PAP), daha büyük güç üretimi yoluyla performansı geliştirme de fizyolojik bir olgudur. Ön yüklenme, PAP oluşumunu sağlayabilmek için biyomekanik olarak ana yüklenmeye benzeyen yüklenme sayesinde meydana gelen performansta ki akut gelişimi tanımlar<sup>20,21</sup>. Dikey sıçrama gibi ana aktivitelerden önce gerçekleştirilecek olan squat gibi ön yüklemeler araştırmacılar tarafından kullanılan

yaygın bir çift egzersizdir. Teorik olarak, ana aktiviteden önce bir ön yüklenme aktivitesinin yapılması sporcuların performansını arttıracaktır. Bu sonuçlar, yapılan çalışmalarda sprint ve sıçrama gibi yüksek yoğunluktaki aktivitelerde kaydedilmiştir<sup>22,23,24</sup>.

Ön yüklenme aktivitesi, genellikle maksimum istemli izometrik kasılma (Maximum Voluntary Isometric Contraction-MVIC) ya da maksimum istemli kasılma (Maximal Voluntary Contraction-MVC) gerektirir<sup>18</sup>. Sporcularda PAP, maksimum istemli izometrik kasılma<sup>25</sup>, yüksek yoğunlukta direnç çalışması<sup>26</sup> ve pliometrik egzersizler<sup>24</sup> ile ortaya çıkmaktadır.

Literatüre bakıldığında akut etkisinden dolayı patlayıcılık gerektiren spor branşlarında yapılan çalışmalar oldukça fazla iken; toplam kat edilen mesafenin yanı sıra, bir maç esnasında tekrar eden yüksek yoğunluktaki hareketler ile futbol ayrıca incelenmesi gereken bir branş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir maçta futbolcular, sprint, yön değiştirme (Change of Direction-COD), hızlanma, yavaşlama, sıçrama gibi yaklaşık 1400 kısa süreli maksimal ya da maksimale yakın yoğun hareket yaparlar<sup>27,28</sup>. Uzun süreli antrenman programıyla atletik performans geliştirilebilirken kısa sürede ki (ya da akut) performans gelişimi ısınma programları tarafından gerçekleştirilebilir<sup>29</sup>.

Tüm bu verilerden yola çıkarak çalışmanın amacı; Post Aktivasyon Potansiyelinin (PAP) futbolcularda kontrol, dinamik, 90° statik ve 130° statik açılarda yapılan ısınma protokolünün performansa olan etkisini incelemektir.

### **1.1. Problem**

Post aktivasyon potansiyelinin futbolcularda performans üzerine etkisi var mı?

### **1.2. Alt Problemler**

Dinamik uygulanan PAP egzersizin futbolcularda performansa etkisi var mı?

90° uygulanan statik PAP egzersizin futbolcularda performansa etkisi var mı?

130° uygulanan statik PAP egzersizin futbolcularda performansa etkisi var mı?

### **1.3. Hipotez**

Post aktivasyon potansiyelinin futbolcularda performans üzerine etkisi vardır.

Dinamik uygulanan PAP egzersizin futbolcularda performansa etkisi vardır.

90° uygulanan statik PAP egzersizin futbolcularda performansa etkisi vardır.

130° uygulanan statik PAP egzersizin futbolcularda performansa etkisi vardır.

#### **1.4. Sınırlılıklar**

Çalışma, sadece bir (1) profesyonel futbol takımı 18-19-20 yaş grubu oyuncularıyla sınırlıdır.

Çalışmaya kaleciler dâhil edilmemiştir.

Çalışma erkek sporcularla sınırlıdır.

Çalışma alt ekstremitte patlayıcılığı ile sınırlıdır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Futbol ve Fizyolojik Gereksinimleri

Son yıllarda maç performansı ve antrenmanla ilgili birçok çalışma yapılmaya başlanması ile bilimin antrenman planlaması ve uygulamasında daha geniş alana yayılmakta olduğu görülmektedir. Bir oyun süresinde, performans ve fizyolojik tepkilerde ki değişimler bilimsel araştırmalar ile değerlendirilerek, sporcuların antrenman ve maçta maruz kaldıkları fiziksel gereksinimlerin bireysel farklılıklardan meydana geldiği görülmüştür. Bu farklılıklar oyuncuların antrenman durumu ile ilişkilidir<sup>30,31</sup>. Futbol oyun alanına bakıldığında, taç çizgisi (uzunluk) en az 90 m, en fazla 120 m; kale çizgisi (uzunluk) en az 45 m, en fazla 90 m; uluslararası müsabakalarda taç çizgisi en az 100 m, en fazla 110 m, kale çizgisi (uzunluk) en az 64 m, en fazla 75 m'lik bir zeminde, 90 dakikalık (45+45 iki devre halinde) 11'e 11 iki takım arasında oynanmaktadır<sup>32</sup>. Futbolcuların oyun içinde yapmış oldukları ve futbolun fiziksel gereksinimleri göz önüne alındığında aerobik ve anaerobik özellikleri barındırdığı görülmektedir<sup>30</sup>. Futbolda birçok fiziksel, teknik, taktik ve psikolojik etmenlerin öne çıktığı<sup>33,34</sup>, dayanıklılık, kuvvet, hız, çeviklik gelişimi ile aerobik ve anaerobik yeteneklerin birleşiminin futbol için gerekli parametreler olduğu bilinmektedir<sup>35</sup>.

Maksimal oksijen tüketimi ( $\max VO_2$ ), iş ekonomisi ( $C_R$ ) ve anaerobik eşik aerobik dayanıklılık için önemi faktördür.  $\max VO_2$ , bir egzersiz sırasında ulaşılan maksimum oksijen tüketimi; iş ekonomisi, egzersizde ki şiddet ile tüketilen oksijen miktarı arasında ki fark; anaerobik eşik ise, kanda ki laktik asidin birikmeye başladığı ve kandan uzaklaştırma hızından fazla oranda biriktiği durum olarak tanımlanır<sup>36</sup>. Futbol oyununun süresi göz önüne alındığında müsabaka boyunca bir futbolcunun kat ettiği mesafenin 8-12 km<sup>37</sup>, Bangsbo ve arkadaşları ise 10-13 km olduğunu bildirmişlerdir<sup>38</sup>. Koşu mesafelerinin 2.43 km ile 1.90 km arasındaki %28'lik bölümünü yüksek tempodaki koşular, 650 m ile 410 m arasındaki %58 bölümünü sprint (sürat) koşuları oluşturmaktadır<sup>30</sup>. Bangsbo ve Mohr (2005) yapmış oldukları bir diğer çalışmada ise, üst seviyede ki bir futbol maçında sprint hızı yaklaşık 32 km.h<sup>-1</sup> ve bu sprintin 30 m'den fazla olduğunu kaydetmişlerdir<sup>39</sup>. Koşu mesafeleri ile birlikte  $\max VO_2$  değerleri 55-67 ml/kg/dk olarak karşımıza çıkmaktadır<sup>37</sup>.

**Tablo 2.1.1. Yo-Yo 1 ve Yo-Yo 2 Test Sonuçlarına Göre Koşu Mesafeleri**

| Kaynak   | N                    | Yaş (Yıl)   | Seviye   | Yo-Yo 1 (m)   | Yo-Yo 2 (m)                |
|--|----------------------|---|--|---|----------------------------|
| Cihan ve ark. <sup>40</sup><br><sup>41</sup>     | 24<br>22<br>22<br>22 | 26.7 ± 2.33<br>15.0 ± 0.0<br>16.0 ± 0.07<br>20.2 ± 0.14 | Türkiye Elit Futbol<br>Türkiye U15 Futbol<br>Türkiye U17 Futbol<br>Türkiye A2 Futbol | 1825 ± 327<br>955.2 ± 66.4<br>1328.8 ± 85.7<br>1767.2 ± 115.4 | --                         |
| Rampinini ve ark. <sup>42</sup><br><sup>43</sup> | 16<br>13<br>12       | 17.6 ± 0.5<br>25 ± 4<br>25 ± 5                          | Genç Futbol<br>Profesyonel Futbol<br>Amatör Futbol                                   | 2150 ± 327<br>2231 ± 294<br>1827 ± 292                        | -<br>958 ± 99<br>613 ± 125 |
| Castagna ve ark. <sup>44</sup>                   | 24                   | 25.6 ± 5.1  | Amatör Futbol  | 2138 ± 364  | 1331 ± 291                 |
| Mujika ve ark. <sup>45</sup>                     | 17                   | 23.8 ± 3.4  | İspanya Elit Futbol  | 2414 ± 456  | --                         |
| Mohr ve ark. <sup>46</sup>                       | 18<br>24             | 26.4 ± 0.9<br>26.5 ± 1.0                                | Elit Futbol<br>Danimarka Elit Futbol   | 2260<br>2040  |                            |
| Pasquarelli ve ark. <sup>47</sup>                | 24                   | 16.5 ± 0.6  | Brezilya U17 Futbol  | --  | 571.6 ± 119.9              |
| Thomas ve ark. <sup>48</sup>                     | 23                   | 23.5 ± 3.5  | Avustralya Elit Futbol   |   | 708 ± 157                  |

Futbol, aerobik sistemin yoğun olarak kullanıldığı, yaklaşık %85-98 oranında kalp atım seviyesine ulaştığı, aralıklı egzersizleri (yüklenmeleri) gerektirir. Performans için müsabaka sırasında ortalama oksijen alımından daha çok kısa süreli yoğun (yüksek) tempoda ki hareketler sırasında oksijen alımındaki artış oranı etkilidir<sup>30</sup>. Yapılan bir çalışmada oyun esnasında bireysel olarak 12mm olarak ölçülen kan laktat seviyesinin, ortalama olarak 2-10mm bildirilmiştir<sup>49</sup>. Laktatın kan ve kas arasındaki düşük kolerasyonu<sup>50</sup>, laktatın uzaklaşma oranının kasta kandakinden daha hızlı olduğuyla açıklanabilir<sup>51</sup>. Kas glikojeni, glikojenin ölçüldüğü çeşitli çalışmalardan da anlaşılacağı gibi futbolcu için önemlidir. Kas glikojen depoları, müsabaka öncesinde düşük seviyelerde (~45 mmol.kg<sup>-1</sup> w.w.) olduğunda müsabakanın yarısında glikojen depolarının boşaldığı görülmüştür<sup>52</sup>. Kandaki serbest yağ asidi (Free Fatty Acid FFA) konsantrasyonunun bir oyun sırasında ve daha çok ikinci yarıda arttığı gözlenmiştir<sup>50</sup>. Yapılan çalışmalar yüksek yoğunluktaki hareketleri yapmak için futbolcunun yetilerinin müsabakanın sonuna doğru düştüğü, bu yüzden de kat edilen mesafe, yüksek şiddetteki koşular ve sprintlerin miktarı ikinci yarıda birinci yarıdakinden düşüktür. Ayrıca yüksek şiddetteki koşuların miktarı müsabakanın son 15 dakikasında azalmakla birlikte sıçrama, sprint ve aralıklı yüklenmelerde de düşüş görülür<sup>46,53,54,50,35</sup>.

Antrenman Bileşenleri: aerobik, anaerobik ve branşa özgü antrenman olarak sınıflandırılırken, her antrenman bileşeninin alt kategorileri vardır. Aerobik ve anaerobik antrenman terimi, antrenmandaki aktivite sırasında baskın olan enerji sistemine dayanır. Yapılan antrenman mümkün olduğunca müsabaka sırasındakine benzer olmalıdır. Futbolcular aerobik bir antrenman yapıyor olsalar bile antrenman sırasında egzersiz yoğunluğu (şiddeti) sürekli değiştiği için her iki enerji sistemini de uyarılır. Uygulanan antrenman programı, futbolcuların yüksek şiddette antrenman yapmalarını ve bu yüksek şiddette ki antrenman sırasında hızlı bir şekilde dinlenme yeteneğini geliştirmeye yönelik olmalıdır. Bu yeteneği geliştirmek ise düzenli olarak aerobik ve anaerobik antrenman yaparak mümkündür<sup>55</sup>.

Aerobik antrenman: maksimum oksijen alımı ile sonuçlanan kalp ve kan hacminde değişiklikler sağlar. Kılcal damarların çoğalması, mitokondri enzim kapsamının artması ve Laktat Dehidrogenaz (LDH) enzim aktivitesine yol açar (LDH olarak kısaltılan laktat dehidrogenaz, vücutta hemen her hücrede tespit edilebilen ve şekerden enerji elde etmek için kullanılan bir tür enzimdir)<sup>56</sup>. Hücre düzeyinde çözülen biyokimyasal adaptasyon süreci aşağıda ki sıraya göre oluşmaktadır.

- ✓ Enerji kaynaklarının yoğunluğunun artışı
- ✓ Enzim etkilerinin güçlenmesi
- ✓ Hormonlarla ilgili düzenlemelerin üst düzeye çıkarılması

Antrenmanda kas, bol enerjili maddelerin yakılmasından elde ettiği enerjiyi tüketmektedir. Söz konusu enerji taşıyıcıları, hem kas hücreleri içinde,

- ✓ Glikojen (şekerin birikmiş biçimi) ya da
- ✓ Trigliserit damlası (yağın birikmiş biçimi) hem de kan yoluyla karaciğerin glikojen yedeklerinden ya da alt deri yağ dokusundan alınarak çalışmakta olan kas hücrelerine taşınabilirler.

Glikojen organizma için iki anlamda önemli olmaktadır. Birincisi, beyin sürekli glikoza gereksinim duymakta, boşalan karaciğer glikojen yedeklerine bağlı olarak kan glikozunun düşmesi yoğunlaşma ve koordinasyonun azalmasına ve bu nedenle de futbolcuların teknik-taktik uygulama hataları yapmasına neden olmaktadır. İkincisi, oksijenin az olduğu durumlarda yüksek şiddette oynanan oyun evreleri sırasında oluşan yağ yakılmamakta, yalnızca glikoz yakılmaktadır. Bu açıdan futbolcuların sahip oldukları yüksek glikojen yedekleri (karaciğer ve kaslarda) oyun süresinin tamamı

sırasında yoğunluk ve dikkat kayıpları olmadan yüksek tempoda uygulayabilme yetisi için bir güvence oluşturmaktadır. Yeğın (şiddetli) bir yüklenmenin ilk 20 dakikasında hücre içi glikojen hızlı bir şekilde eksilirken, sonraki 40-60 dakikalık süre içinde, kandan glikojen alımı ve yağ yakılması güçlendiğı için daha az eksilmektedir. Sonlarda ise tükeninceye kadar glikojen eksilmesi gerçekleşmektedir<sup>57</sup>. Aerobik antrenman sporcunun sadece dayanıklılığını geliştirmekle kalmaz ayrıca şiddetli bir egzersizden sonra toparlanabilme yeteneğini kazandırır böylece tekrar tekrar (ya da sürekli olarak) maksimal eforlar sergileyebilme yeteneğini geliştirir<sup>58</sup>. Aerobik antrenmanın amacı müsabakanın sonlarına doğru yorgunluğun sebep olduğu konsantrasyon eksikliği ve teknik performanstaki düşüşü azaltmak, müsabaka esnasında da sporsal verimi (iş oranını ya da çalışma oranını) arttırmaktır. Aerobik antrenman;

- ✓ Düşük şiddetli aerobik antrenman
- ✓ Orta şiddetli aerobik antrenman
- ✓ Yüksek şiddetli aerobik antrenman olarak sınıflandırılır<sup>30</sup>.

#### Enerji sistemi olarak bakıldığında;

Bu sistem temel besin maddeleri olan, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksijen ile tamamen yanarak (parçalanarak) CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O' ya dönüştükleri sistemdir. Kimyasal reaksiyonun daha fazla olduğu bu sistemde daha çok ATP (enerji) sağlanır. Laktik asit sistemde 1 mol glukozdan 3 mol ATP sağlanırken (1 mol glukoz=180 gr), bu miktar bir diğer sistem olan aerobik ile daha fazla ATP sağlamaktadır (1 mol glukoz=39 mol ATP). Yağların ise bu sistemde (aerobik) enerji kaynağı olarak kullanılan tek sistem olduğu, oksijen ile bir molekül yağ asidinin parçalanmasıyla karbonhidratlardan çok daha fazla ATP üretimi sağlandığı bilinmektedir. Örneğın;

- ✓ 1 mol glikojenden 39 mol ATP,
- ✓ 1 mol palmitik asitten (1 karbonlu serbest yağ asidi) 129 mol ATP üretilir.

Aerobik kimyasal reaksiyonlar hücrenin mitokondrisinde gerçekleşir. Aerobik sistem reaksiyonları;

1) a. Aerobik glikoz (glukozun oksijenli ortama giriş için parçalanması)

b. Beta-oksidasyon (yağ asitlerinin oksijenli ortama giriş için parçalanması)

2) Krebs Çemberi

3) Elektron transport sistemi olarak üçe ayrılır.

Aerobik antrenman sonucunda kasta, miyoglobin miktarında, mitokondri sayısında, oksidatif enzimlerde, kapiller damarlarda, enerji kaynaklarının kullanımında değişiklikler meydana gelmektedir<sup>59</sup>.

**Tablo 2.1.2.** Aerobik Sistemde Kastaki Tahmini Elde Edilen Glikojen

|                                    | 1 kg Kasta | Toplam Kas Kütlesinde |
|------------------------------------|------------|-----------------------|
| Kas Konsantrasyonu (gr)            | 13-15      | 400-150               |
| Oluşan ATP (mol)                   | 1,8-3,2    | 87-98                 |
| Kullanılabilir enerji (kilokalori) | 26-32      | 870-980               |

Anaerobik antrenman: tekrarlanan, şiddeti (yoğunluğu) yüksek egzersiz sırasında performans için önemli olan kreatin kinaz (CK) ve glikolitik enzimlerin aktivitesinde ve de kas glikojen konsantrasyonların da bir artış sağlar. Anaerobik antrenmandan sonra kasların hidrojeni ( $H^+$ ) (tampon kapasitesi) serbest bırakma ve nötralize etme kapasitesi de artar<sup>60</sup>. Bu, yüksek şiddette ki (yoğunluklu) egzersiz sırasında üretilen benzer miktarda laktat için pH'da daha düşük bir azalmaya yol açacaktır. Böylece kas hücrelerinde ki hidrojenin ( $H^+$ ) kısıtlayıcı (inhibitör) etkileri azalır. Anaerobik antrenmanın bir başka önemli etkisi, kas sodyum ( $Na^+$ ) / potasyum ( $K^+$ ) pompalarının aktivitesinin artmasıdır, bu durum egzersiz sırasında kasılan kaslardan potasyum kaybının azalmasına ve performansın artmasına neden olabilir<sup>61,60</sup>. Bu yüzden anaerobik antrenmanlarının tüm amacı sporcunun yüksek şiddette (yoğunlukta) egzersiz yapma potansiyelini arttırmaktır. Anaerobik antrenman sonucunda kasta; ATP-PC (fosfojen) sisteminde kasın glikolitik kapasitesinde, hareket verimliliğinin artmasında, aerobik enerji sisteminde ve tamponlanma kapasitesinde değişiklikler meydana gelir<sup>59</sup>.

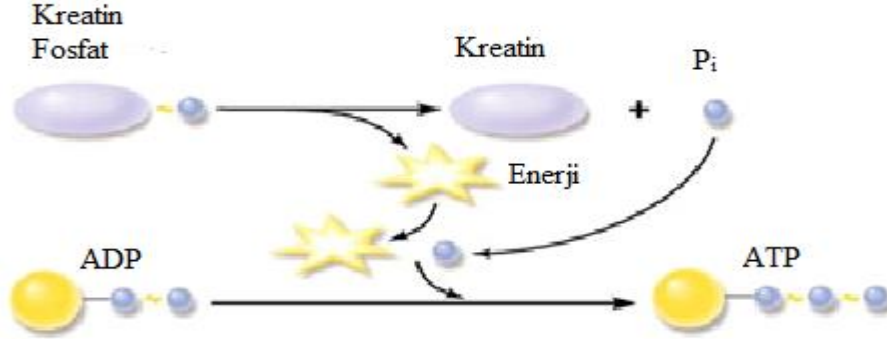
Enerji sistemi olarak bakıldığında;

Bilindiği gibi anaerobik sistemde ara madde olarak adlandırılan laktik asit, karbonhidratların diğer besin öğelerinden yağlar ve proteinler hariç oksijensiz ortamda kısmen (tamamen değil) parçalanmasıyla meydana gelir. Bu sistemde ATP sentezi;

- ✓ ATP-PC veya fosfojen sistem

- ✓ Laktik asit veya anaerobik glikoliz sistem yoluyla gerçekleşir.

## ATP-CP Enerji Sistemi



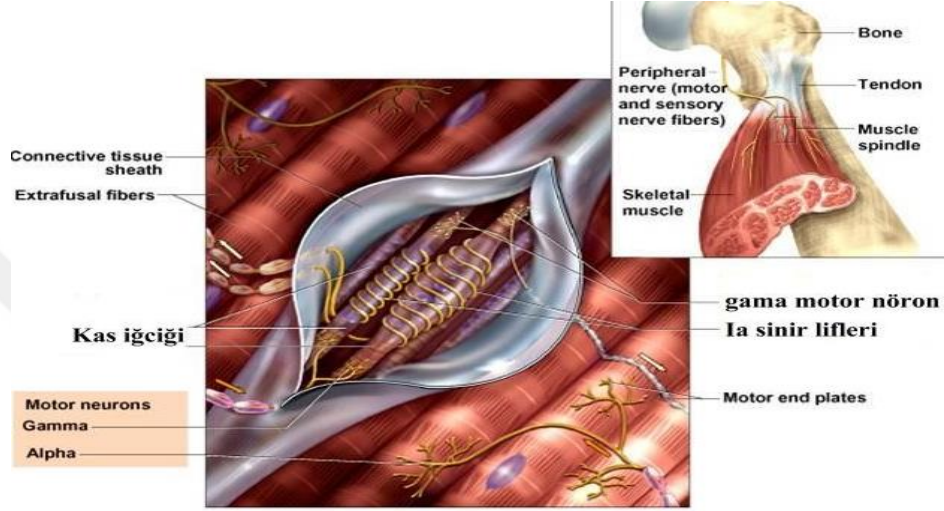
Şekil 2.1.1. ATP-CP Enerji Sistemi

Spesifik (özel) kas antrenmanları, izole edilmiş hareketlerde kasların antrenmanını içerir. Bu tip antrenmanların amacı, yapılan branşta bir kasın performansını daha yüksek seviyeye ulaştırmaktır. Spesifik kas antrenmanı kas kuvveti, kas hızı dayanıklılığı ve esneklik olarak üçe ayrılabilir. Bu formda ki antrenmanın etkileri çalışmaya katılan kas gruplarına özeldir ve kastaki adaptasyonlar yapılan antrenmanın türüyle sınırlıdır. Kuvvet antrenmanı kas hipertrofisine neden olur. Ayrıca yüksek direnç antrenmanı hızlı kasılan fibrillerin yönünde fibril tip dağılımını değiştirebilir<sup>51</sup>. Kuvvet antrenmanının nöromotor etkisi vardır ve kas kuvvetinde ki artışın bir kısmı sinir sisteminde ki değişimlere bağlanabilir. İzole hareketler sırasında kaslardaki gelişmenin antrenman hızlarıyla yakından ilişkili olduğu görülmektedir<sup>30</sup>.

Futbolun birçok fiziksel, teknik, taktik ve psikolojik etmenlere bağlı olduğu ve bununla birlikte aerobik ve anaerobik yeteneklerin birleşimi ile sürat, çeviklik, kuvvet parametreleri önemli olduğu bilinmektedir<sup>62</sup>. Uzun süreli ve kısa süreli (akut) antrenman programları ile atletik performans geliştirilebilmesine rağmen, antrenörler tarafından yaptırılan ısınma aktiviteleriyle kas kuvveti ve gücünde bir artış söz konusu olmaktadır<sup>29</sup>.

Isınmanın performans üzerine etkilerini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır<sup>63,64,65</sup>. Isınmanın performans üzerine olumlu etkisi olduğu çalışmalar mevcuttur. Performansı optimum seviyeye çıkartmayı amaçlayan ısınma, submaksimal aerobik aktivite, germe ve branşa özgü hareketler içerir<sup>66</sup>. Isınma ile birlikte artan kan, kas ve bağ dokusu sıcaklığı performansı pozitif yönde etkilemekte ve sakatlıkları (yaralanmaları)

önlemektedir<sup>6</sup>. Kasın viskozitesinin azalmasıyla mekanik verimde, elastikiyette ve kas kasılma hızında, sinir ileti hızında, kasa gelen oksijen miktarında artış, koordinasyonda bir düzelme ve damar yatağında ki dirençte azalma meydana gelir. Kasların ısınması kasın gerilmesine karşı gama sinir liflerinin aktivitesini ve kas içciklerinin duyarlılığını azaltarak kasın gevşemesine yardımcı olur, metabolik hız yükselir ve bunun sonucu olarak kas daha güçlü, daha verimli iş yapabilme özelliğini kazanır<sup>5</sup>.



**Şekil 2.1.2.** İskelet Kası Motor Nöronları

Futbolla ilgili ısınma stratejilerinin çoğu statik ve dinamik germe, nöromüsküler aktiviteler ve kısa süreli şiddetli (yoğunluğu) yüksek aktiviteler içerir<sup>67</sup>. Bazı yazarlar tarafından yapılan çalışmalarda yüksek şiddetteki (yoğunlukta) direnç egzersizlerinin sıçrama, yön değiştirme<sup>67</sup>, tekrarlı sprint<sup>68,69</sup> ve doğrusal sprinti geliştirebileceği sonucuna varılmıştır<sup>26,70</sup>. Literatürde yapılan çalışmalar arasında, yoğun (şiddetli) kasılmalardan sonra nöromüsküler performans özelliğini geliştiren post aktivasyon potansiyeli (Past Activation Potentiation-PAP) karşımıza çıkmaktadır<sup>20,71</sup>. Post aktivasyon potansiyeli (PAP) ya da post tetanik potansiyel (PTP), kasın kasılma geçmişinin bir sonucu olarak, performansta akut olarak meydana gelen bir olgudur. PAP ve PTP arasında ki fark ise, kasılmanın doğasından kaynaklanmaktadır. PTP istemsiz bir tetanik kasılma tarafından uyarılırken, PAP maksimal ya da maksimale yakın kasılma sonucunda istemli kasılma ile uyarılır. PAP fizyolojik bir olaydır<sup>20</sup>.

## 2.2. Post Aktivasyon Potansiyeli (PAP)

PAP, şiddeti (yoğunluğu) maksimal ya da maksimale yakın bir yüklenmeden sonra nöromüsküler özelliklerde meydana gelen artış olarak tanımlanmaktadır. Ön yüklenmeyi oluşturabilmek için yüklenmeye benzeyen aktiviteye ihtiyaç vardır. Bu ön yüklenmeler; izometrik maksimum istemli kasılma<sup>25,72,73</sup>, dinamik kasılma<sup>26,74,75</sup>, tüm vücut vibrasyon<sup>76,77</sup>, elektriksel uyarın (post tetanik potansiyel-PTP)<sup>78</sup>, ve pliometrik egzersizleri<sup>24</sup> içeren çalışmalardır. Yapılan çalışmalara baktığımızda, ön yüklenme aktivitesinden sonra performansta meydana gelen artışın 5 ile 30 dakika sürdüğü<sup>79,80,71,81,82,83</sup>, nöral (sinirsel) etkilerin 6 ile 24 saat sürdüğü görülmektedir<sup>84,85,86,87,88,89,90</sup>.

Nöromüsküler sistemde post aktivasyon potansiyelini destekleyen (ortaya çıkartmak-katkı sağlayan) kompleks antrenman (Complex Training)<sup>1,91,74</sup> ve kontrast antrenman (Contrast Training)<sup>92,93,94</sup> yöntemi karşımıza çıkmaktadır. Kompleks ve kontrast antrenmanlara dayalı kuvvet antrenmanı, kazanılan kuvvet ile teknik yetenekler arasında bir transfer sağlamalıdır.

Kompleks antrenman, biyomekanik olarak birbirine benzeyen, şiddeti (yoğunluğu) yüksek direnç egzersizinden sonra patlayıcı pliometrik egzersizi ile güç ve kuvvet gelişimi sağlayan yöntemdir. Bu da, bir antrenman evresinde hız ve kuvvet eğrisinin gelişmesine olanak tanımaktadır. Bu yöntemle antrenörler iki farklı değişkene hitap edebilir<sup>1,91,74</sup>. Kompleks antrenman, maksimal ya da maksimale yakın yüklenmeden sonra güç ve kuvvet çıktısında artış sağlayan post aktivasyon potansiyeli tarafından desteklenmektedir<sup>16,71,20</sup>.

Kontrast antrenman ise, aynı kuvvet antrenmanında yüksek ve düşük yüklerin kullanılmasından oluşur. Kontrast antrenmanında kullanılan yükler, kasılmanın farklı türlerini kapsar (içerir). Çalışma prensibi olarak 1 maksimum tekrarın (1MT) %60-%80 arasında ki yükler ile 6 tekrar, ardından 1 maksimum tekrarın (1 MT) %30-%50 arasında yükler ile 6 tekrarın yapılması ile gerçekleşir. Bu iki tip set maksimum hızda gerçekleştirilir<sup>93,95</sup>. Kompleks antrenmanda olduğu gibi, kontrast antrenman da post aktivasyon potansiyeli tarafından desteklenir.

**Tablo 2.2.1.** Kompleks ve Kontrast Antrenman Örneği

| Set Tipi     | Set Yapısı              |
|--------------|-------------------------|
| Kompleks Set | HS, HS, HS, LS, LS, LS, |
| Kontrast Set | HS, LS, HS, LS, HS, LS  |

HS= heavy-set (ağır set, 1RM'ini >80% squat) LS=Light set (hafif set, vücut ağırlığı ile sıçrama)

Kompleks antrenman birden fazla kuvvet seti ve ardından daha hafif fakat patlayıcılık gerektiren setleri içerirken kontrast antrenman değişen ağır ve hafif yük setleri ile yapılmaktadır<sup>96</sup>.

### 2.3. PAP'ın Altında Yatan Mekanizma

Post aktivasyon potansiyeli (PAP), maksimal veya maksimale seviyeye yakın bir yoğunlukta gerçekleştirilen istemli bir kasılması tarafından uyarılır ve sonraki kasılmalarda hem zirve kuvveti hem de kuvvet gelişiminde bir artış sağladığı bilinmektedir<sup>20</sup>.

PAP teorisinin altında yatan fizyolojik mekanizmalar;

- ✓ PAP oluşumunu sağlayan yüklenme sonucunda (örneğin izometrik ve dinamik kasılmalar, elektriksel uyarılar ve pliometrik egzersizler), miyozin düzenleyici hafif zincirin fosforilize olacağı, onları miyozinin kalın gövdesinden aktine daha da yaklaştıracığı ayrıca sarkomerin içindeki etkileşimi kolaylaştıran  $Ca^{2+}$  iyonuna olan duyarlılığı arttıracığı,
- ✓ Ön yüklenme aktivitesi sonucunda, omurilik (spinal cord) ve sinaptik kavşakta uyarılma potansiyellerinin geçirgenlik seviyesinin arttıracığı,
- ✓ Şiddeti (yoğunluğu) artmış bir uyarının kasta ki pennat açıda bir azalmaya neden olacağı, bu değişiklikte kuvvetin kastan tendona aktarılmasına olanak sağlayarak güç ve kuvvette bir artış sağlayacağı teorileri karşımıza çıkmaktadır<sup>97,98, 20;99,100</sup>.

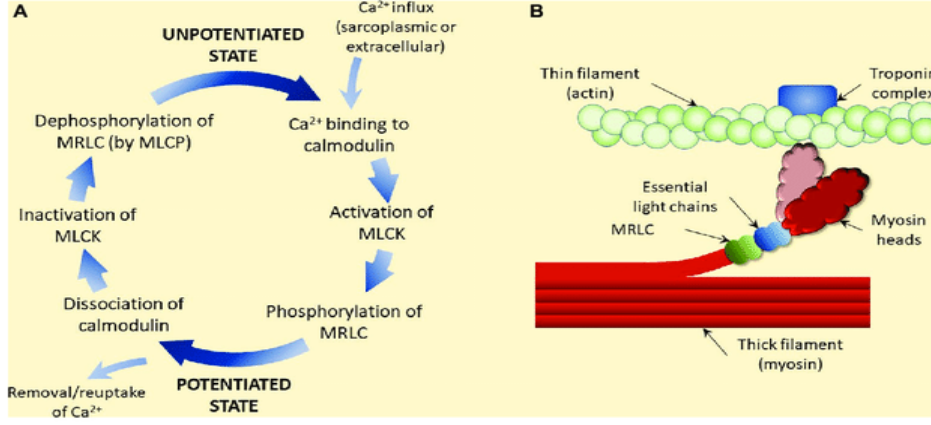
#### 2.3.1. Miyozin düzenleyici hafif zincir

PAP mekanizmasının, miyozin düzenleyici hafif zincirinin (MRLC) fosforilasyonunda rol oynadığına inanılır<sup>20,101,71,102,103</sup>. İlk olarak, MRLC fosforilasyonu, miyozin ve aktinin çapraz köprü bağları için sürekli (daimi) bir artışa yol açar. Bir miyozin molekülü, iki ağır zincirden oluşan heksamerdir. Miyozin başı adı olarak adlandırılan her ağır zincirin amino terminalleri, iki düzenleyici hafif zincir içerir ve her birinin bir

fosfat molekülünün içeriye alınabilmesi için belirli bir noktası vardır. Bunun miyozinin yapısal stabilitesine katkıda bulunduğu anlaşılmıştır. Fosforilasyon bir moleküle bir ya da iki fosfat grubunun eklendiği işlemdir<sup>101, 102</sup>.

Bunun olması için miyozin hafif zincir kinazı (Myosin Light Chain Kinase-MLCK) gibi bir enzime gerek vardır. Kinazlar, ATP'nin Pi'sini kullanarak fosfat bileşimini katalize eden enzimlerdir. Kinazlar, hafif zincir kinazını aktive eden ve daha sonra düzenleyici hafif zincirleri fosforile eden kalmodulin konsantrasyonunu artıran  $Ca^{2+}$  salınırken harekete geçer. (Kalmodulin 148 amin asidinden oluşmuş bir proteindir. Dört adet birbirine benzer kısmı vardır ve her biri kalsiyum iyonu bağlar. Kalmodulin hücre membranında, sitoplazmada ve organellerde serbest olarak ve bol miktarda bulunur. Kalmodulin çabuk okside olan dolayısıyla çabuk parçalanan iki amin asidini taşımaz bunlar triptofan ve sisteindir. Sistein kükürt taşır ve proteinlerde çeşitli yerlerinde sülfür bağı kurulmasını sağlar. Kalmodulinde bulunmadığından sülfür bağları kurulmaz ve molekülün eğilip bükülebilir olmasını sağlar.) Bütün bu süreç, aktin ve miyozini sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  'ye daha duyarlı hale getirir. Düzenleyici hafif zincir fosforilasyonunun, miyozin başının yapısını değiştirerek ve kalın filamanın gövdesinde uzaklaştırarak sonraki kasılmaları güçlendirdiği düşünülmektedir. Miyozin molekülündeki bu yapısal değişiklik, miyozin çapraz köprülerinin kuvvet üretmeyen bir durumdan kuvvet üreten bir duruma geçme hızında bir artışa yol açar<sup>20,71</sup>.

Bu işlem aktin-miyozin çapraz köprülerinin daha yüksek bir etkileşim olasılığına sahip olmasını sağlar ve bu nedenle çapraz köprülerin birbirine bağlanma hızını arttırır. Bu, aktin-miyozin kompleksinin  $Ca^{2+}$  üzerindeki duyarlılığında bir artış olarak ifade edilir, bu da daha az  $Ca^{2+}$  ile çalışma yapılmasına sağlar. Hızlı kasılan iskelet lifleri daha az miyozin fosfataz ve daha fazla miyozin hafif zincir kinazlarına sahiptir ve bu nedenle genişletilmiş MRLC fosforilasyonu meydana gelir. Bu nedenle, daha yüksek tip II kas lifi yüzdesi olan kaslarda PAP'ın daha büyük olduğuna inanılmaktadır<sup>102</sup>.



**Şekil 2.3.1.1. PAP İçin Öne Sürülen Mekanizma**

**A:** Kalsiyum iyonları kalsiyum-kalmodulin etkileşimini takiben miyozin hafif zincir kinazı (MLCK) aktive eder. Daha sonra, MLCK, miyozin başının kalın filamandan (miyozin gövdesinden) ince filamana (B panelindeki açık renkli miyozin başı) doğru dönmesini tetiklediğine inanılan miyozin düzenleyici hafif zincirini (MRLC) fosforile eder. Kalsiyumun alınması veya uzaklaşması, kalmodülünün ayrışmasını ve MLCK'nin inaktivasyonunu tetikler. MRLC, miyozin hafif zincir fosfataz (MLCP) ile defosforilasyon potansiyalizasyonu giderme işlemini tamamlar.

**B:** MRLC fosforilasyonu, miyozin başının (açık renk) dönüşü, miyozin başının aktine bağlanma olasılığını yükseltir ve böylece kuvvet üretimini artırır. Submaksimal (yani doygunluğun altında) kalsiyum seviyelerinde, bu işlem belirli bir kalsiyum konsantrasyonunda, yani kalsiyum duyarlılığında kuvvet çıktısını artırır. Fosforilasyon hızlı olduğu, ancak defosforilasyon nispeten yavaş olduğu için, kısa bir dinlenme süresi uygulansa bile (örn. kasılmalar aralıklı olsa da) sonraki kasılmalarda kasılma özelliklerini arttırmak için bir kasılma aktivitesi süreci (örn. bir ısınma süresi) yeterlidir<sup>104</sup>.

### 2.3.2. Sinaptik kavşak ve spinal kort geçirgenliği

Merkezi sinir sistemindeki PAP'ı etkileyen başka bir mekanizma, güçlendirici bir uyarının, spinal kort boyunca uyarım potansiyelini artırması ve böylece sonraki bir kasılma sırasında artan güç üretme kapasitesiyle sonuçlanmasıdır<sup>105</sup>. Uyarılan kasların kasılması, omurilikteki sinaptik kavşaklar boyunca uyarım potansiyellerinin iletimini artırır. Bu uyum sağlama durumuna bağlı olarak, sonraki aktivite sırasında aynı sinaptik potansiyel için postsinaptik potansiyellerde artışa neden olan istemli kas

kasılmaları birkaç dakika sürebilir. Bu da istemli kas kasılması gibi ek bir uyarıcıya karşı daha hızlı bir kas cevabına karşılık gelecektir. Normal refleks ya da istemli reaksiyonlar esnasında çeşitli sinaptik kavşaklarda oluşan iletim bozukluğu normal bir olaydır<sup>20</sup>.

PAP etkisinin bir veya birkaç olası yanıtın kombinasyonu yoluyla bir sonraki aktivite esnasında iletim bozukluğunu azalttığı öne sürülmektedir. Bu etkiler, nörotransmitter salınım miktarında ki bir artışı, nörotransmitter verimliliğindeki artışı veya afferent nöral lifler boyunca aksonal dallanma noktasındaki yetmezlikteki bir azalmayı kapsar. Bu durumun kanıtı, sonraki aktivite sırasında meydana gelen monosinaptik verici başarısızlığında azalmadır<sup>104</sup>.

Merkezi sinir sistemi, kasılmaya katılan motor ünitelerinin sayısını değiştirerek kas kasılmasının yoğunluğunu artırabilir veya azaltabilir. “Boyut prensibi” bir kasılmanın yoğunluğunun, kasılmaya katılan motor birimlerinin hücre gövdelerinin büyüklüğü ile ilişkili olduğunu belirtir. Daha büyük istemli kas kasılmaları, yeterli miktarda kuvvet üretmek için daha fazla motor ünitesinin uyarılmasını gerektirir. Merkezi sinir sisteminin işlevini ve özellikle  $\alpha$ -motor nöronların refleks yolu boyunca uyarılabilirliğini değerlendirmenin bir yolu H-refleks yöntemidir. H-refleks tekniği, 1a afferentleri (orta kısımdan köken alan, kalın, myelinli lifler) yoluyla öncesi ve/veya sonrası sinaptik seviyelerde  $\alpha$ -motor nöronların uyarılabilirliğindeki değişikliği tahmin etmek için yaygın olarak kullanılır<sup>102</sup>.

H-refleks genliği, kasılmaya katılan motor birimlerinin sayısı ve boyutunun bir fonksiyonudur. H-dalgası genliğinin sabit bir stimülasyon yoğunluğuna ve sabit efferent motor yanıtına (m-dalgası) göre değişimi, omurilikte meydana gelen bir çeşit sinaptik modifikasyonun göstergesidir<sup>71</sup>.

Bu yanıt üç olasılıktan herhangi biri ile açıklanabilir: (1)  $\alpha$ -motor nöronların uyarılabilirliğinde değişiklik (2) afferent terminaller tarafından salınan nörotransmitter miktarındaki değişiklik veya (3)  $\alpha$ -motor nöronların gerçek özelliklerindeki değişiklik. Sabit uyarılma yoğunluğuna bağlı refleks genliğindeki bir artış, 1a afferent terminalleri ve ilişkili kasın  $\alpha$ -motor nöronlarının post sinaptik zarları arasında sinaptik verimliliğe eş değer bir artış anlamına gelir. Yapılan çalışmalarda, bir yüklenme aktivitesinin  $\alpha$ -motor nöron alımı üzerindeki etkisi araştırılmak için H-dalgası ölçülmüştür. Elektromiyografi kullanılarak kas liflerindeki H-reflexi ve ilgili sinir demetinin

submaksimal bir tek atımlı uyarımına tepki olarak oluşan afferent bir nöral ateşlemenin sonucu kaydedilir. Bu nedenle, yüklenme aktivitesinin ardından H-dalgasındaki bir artış, sinaptik kavşaklarda iletim bozukluğunda bir azalmayı ve daha sonra yüksek dereceli motonöron alımında bir artışı temsil edebilir. Yapılan çalışmalar, PAP'ın uygun iyileşmeden sonra H-dalgası genliğini arttırdığını, bu da spinal kortta daha yüksek  $\alpha$ -motor nöron katılımının bir sonucu olabileceğini düşündürmektedir<sup>20,106</sup>.

Daha büyük motor nöronlar kas hareketlerini uyarmak için daha büyük aksiyon potansiyelleri gerektirir; bununla birlikte, bu bulgular daha büyük motor nöronlar için  $\alpha$ -motor nöron direncinde büyük bir azalma olabileceğini göstermektedir. Bir yüklenme aktivitesinin, insanlarda daha yüksek dereceli motonöron katılımında bir artışa neden olabilirse, teorik olarak bu, kas kasılmasında hızlı kasılan fibrillerin katılımını arttırabilir, dolayısı ile sonraki patlayıcı aktivitenin performansını arttırabilir. Çok sayıda yüksek eşikli hızlı motonöronu aktive etme yeteneği gibi istemli nöromusküler aktivasyonun verimliliği, maksimum kuvvet gelişimi ve pik güç üretiminin ana faktörü olarak görülmektedir<sup>71</sup>.

### **2.3.3. Kastaki pennat açısı**

PAP fenomeninin performans artışı üzerindeki etkisinde açıklayabilecek son mekanizma, kasın pennat açısında olası bir değişikliktir. Bir kasın pennasyon açısı, fasiküller ve iç aponevrozun oluşturduğu açıdır ve kas liflerinin bağ dokusu ve tendonlara göre oryantasyonunu yansıtır. (Aponevroz; Kas ile tutunduğu kısım arasında tendon şeklinde aracı hizmet gören veya fasya şeklinde kasların üzerini örten yoğun kollajen liflerden oluşmuş, beyaz renkte bağ dokusu şeridi.) Pennat açısı, tendonlara ve kemiklere kuvvet iletimini etkiler. Kas kasılması sırasında ilgili tendona uygulanan tek tek liflerin kuvvetlerinin toplamı, bu açısıya ait bir faktör ile azaltılır. Daha küçük pennat açıları, kaslardan tendonlara güç aktarımı konusunda mekanik bir avantaja sahiptir. 3 saniyelik izometrik maksimal istemli kasılmalarından önce ve sonra ölçülen vastus lateralis kası üzerine yapılan bir çalışmada, pennat açısının 15.2'den 14.4'e önemli ölçüde düştüğü ortaya çıkmıştır<sup>20</sup>.

Aslında küçük gibi görünen bu değişim, birkaç inç'lik ya da bir saniye küsuratla kazanılan veya kaybedilen müsabakalarla ilişkilendirildiğinde büyük önemi olduğunu ortaya koymaktadır. Kas kasılma hızını veya kasılmaya katılan motor birimlerinin miktarını arttırmaya çalışan bu mekanizmaların kuvvet ve kondisyon antrenörlerine olan

faydası oldukça açıktır. Bununla birlikte, bu tür bir etkiyi ortaya çıkarmadaki ana sorun, yorgunluk miktarını sınırlandırılmasında fayda sağlayabilecek egzersiz türünü iyi belirleyebilmektir<sup>107</sup>.

Optimum performans, yorgunluk azaldığında fakat potansiyel etki hala mevcut olduğunda ortaya çıkar<sup>108</sup>. PAP etkisini ortaya çıkarmak için en iyi yöntem hala çalışmalara konu olurken, çalışmalar hangi egzersizlerin, yoğunlukların, sürelerin ve hacimlerin performansta en iyi artışı sağlayabileceğine odaklanmıştır<sup>107</sup>.

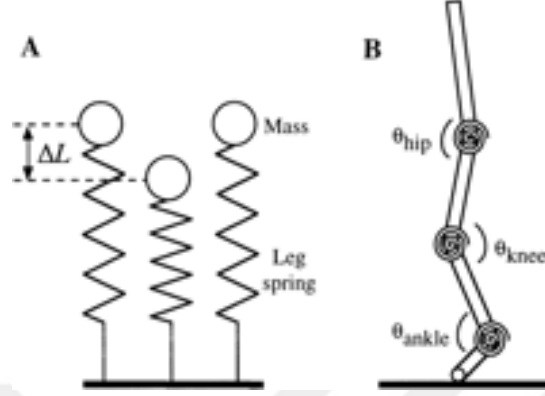
Bir ağırlık kaldırma programı belirlerken, bireyin istenen faydaları elde etmesini sağlamak için çeşitli faktörlerin ele alınması gerekir. İlk önce, neyin geliştirilmeye çalışıldığına bağlı olarak egzersiz türünü belirlemek önemlidir. Örneğin, bir atlet sprint süresini düşürmek istiyorsa, bacakların gelişimini içeren egzersizlerin kullanılması gerekir. Antrenman ve harcanan zamanı optimize etmek için back squat veya power clean gibi çok eklemlili egzersizler faydalı olacaktır. Birkaç çalışma, katılımcıların sprint zamanlarını ve dikey sıçrama performanslarını iyileştirmek için back squat protokolünü kullandığında beklenen durumun oluştuğunu belirlemiştir<sup>109,110,111</sup>.

Bununla birlikte, sporcuları, rekreasyon amaçlı egzersiz yapan veya egzersiz yapmayan bireylerle karşılaştıran çalışmalar, sporcuların PAP'a en iyi şekilde yanıt veren grup olduğunu ortaya koymuştur<sup>112</sup>. Ayrıca, çalışmalar yetişkinlerin gençlerden veya adolesanlardan daha iyi yanıt verdiğini belirlemiştir<sup>113</sup>.

#### **2.3.4. Artan kas katılığı**

Katılık, yumuşak dokular tarafından absorbe edilen ve iskelet sistemine taşınan dış kuvvetlerin nasıl verimli olarak kullanılabileceğini belirleyen mekanik bir özelliktir<sup>114</sup>. Kas katılığındaki bir artış, sporcunun kas elastik element özelliğini değiştirerek daha patlayıcı olmasını sağlayabilir<sup>115</sup>. Özellikle intrafusallı kas fibrilleri, bir kasılmayı takiben artan bir kazanımla tekrar eski (ilk haline) haline dönebilir<sup>116</sup>. Ayrıca önceden kasılmış olan (yüklenme aktivitesi yolu ile) kasların, bir sonra ki hareket sırasında daha fazla kuvvet üretimiyle sonuçlanması, tendon organının hassasiyetinde azalmaya (duyarsızlaşmaya) neden olan kısa bir dönem geçirmesiyle sonuçlanabilir. Mevcut literatürün çoğu PAP'ı ortaya çıkaran bir metot olarak ağır direnç antrenmanlarını ele alır fakat daha önceki çalışmalar kas katılığında ki bir artışın daha sonraki bir performansta belirleyici faktör olabileceğini göstermiştir<sup>117,118</sup>. Comyns ve arkadaşları, ağırlık kaldırmanın, bacak yaylanma hareketinde daha büyük (kas) katılık ile

sergilenebilen, sonraki bir hızlı uzama-kısalma (stretch-shortening) döngüsü aktivitesine (drop jump) neden olacağı ve böylece daha iyi performans sağlayacağını belirtmişlerdir<sup>119</sup>.



**Şekil 2.3.4.1. Kütle-Yay Modeli**

Çalışmaları ayrıca back squat sırasında incelenen en ağır yükün (% 93 1RM) dikey bacak yay sertliğini daha hafif bir yükten daha fazla artırabildiğini göstermiştir. Önceki literatür, kas sertliğinde bir artışın PAP'ın altında yatan bir mekanizma olabileceği fikrini desteklese de, bu mekanizmanın güçlenmede birincil faktör olarak görülmesi için daha fazla bilimsel kanıtın toplanması gerekebilir<sup>119</sup>.

## **2.4. PAP'ı Etkileyen Faktörler**

İnsanların kişisel özellikleri arasında ki farklar PAP sonuçlarını etkileyebilir. Bu faktörler yaş, fibril tipi, kas uzunluğu, antrenman durumu, kuvvet seviyesi ve cinsiyettir.

### **2.4.1. Yaş**

Gelişim süresi boyunca fiziksel ve fizyolojik değişimler yaş ile birlikte artış göstermektedir. Kuvvet, dayanıklılık, sürat, koordinasyon gibi motorik özellikler, boyun uzaması, kilonun artması, iskelet ve kas sisteminde gelişmeler ile paralellik göstermektedir. Motor gelişim, 8-11 yaş ile 11-13 yaş evresinde üst düzey olmakta ve motorik özellik olan kuvvet (kuvvette devamlılık, maksimal kuvvet, çabuk kuvvet) çocuklarda yaşa göre farklılıklar gösterebilmektedir. Kas miktarında ki %300 ile %500'lük bir artış 7-17 yaş arasında meydana gelmektedir<sup>120</sup>. Çocukluk evresinden yetişkinlik evresine doğru bakıldığında, süratte, sıçrama özelliğinde, güç ve kuvvette bir

artış olmaktadır<sup>121,122</sup>. Bu nedenle, PAP etkisinin büyüklüğünün olgunluğa bağlı olabileceği düşünülebilir<sup>113</sup>.

**Paasuke ve arkadaşları** yaptıkları çalışmada, 11 yaşındaki prepubertal erkek çocuklar, 16 yaşındaki pubertal erkek çocuklar ve genç erkekler (19-23 yaş) arasındaki ayak bileği plantar fleksörlerin PAP'larını 3 farklı grupta karşılaştırmışlardır. 11 yaş grubu prepubertal çocukların, 16 yaş pubertal ve genç erkeklere göre daha düşük zirve kasılma kuvvetine (lower peak twitch forces) sahip olduklarını, fakat 16 yaş pubertal ile genç erkekler arasında pik kasılma kuvveti veya güçlenme (peak twitch force or potentiation) açısından fark olmadığını belirlemişlerdir<sup>123</sup>. İzokinetik diz ekstansiyon ve fleksiyon kullanılan bir diğer çalışmada, 11-14 yaş erkek çocuklarda yüksek açılma hızlarında anlamlı bir PAP etkisi görülmüştür<sup>124</sup>. Gençler ile yetişkinler arasında yapılan çalışmalarda PAP'ın yaştan önemli derecede etkilendiği bulunmuş, potansiyelin ise artan yaş ile meydana geldiği fakat büyüklüğünün azaldığı tespit edilmiştir<sup>125,123,126</sup>.

#### **2.4.2. Fibril tipi**

Dinamik bir dokuya sahip olan iskelet kasları, metabolik ve biyokimyasal olarak farklılıklara sahiptir. Lif tiplerini çeşitlendirmek için, kasılma hızı, miyozin ağır zincir, yorgunluk ve enzim aktiviteleri kriter oluşturmakta, aynı zamanda ana protein olan miyozin sarkomerde fazla miktarda (yaklaşık %25) bulunmaktadır<sup>127</sup>.

Kas lif tiplerine bakıldığında;

- ✓ Düşük miyozin ATPaz hareketinden dolayı kasılma süresi daha yavaş fakat yüksek mitokondri içeriğinden dolayı oksidatif (aerobik) aktivite için yüksek potansiyel oluşturan Tip I (Slow Oxidative)
- ✓ Hızlı kasılan oksidatif glikolitik (Fast Oxidative Glycolytic) lifler için Tip IIA
- ✓ Hızlı kasılan glikolitik (FG) lifler için Tip IIB olarak ayrılmaktadır.

Tip IIA ve Tip IIB liflerinin miyozin ATPaz aktiviteleri yüksek olduğu için daha hızlı kasılırlar. Tip IIA aerobik (oksidatif) ve anaerobik (glikolitik) aktivite esnasında kapasite kullanımının birleşimidir fakat yüksek oranlı ATP bölümlerinde hem oksidatif fosforilasyonda hem de glikolizde gereken ATP ihtiyacını karşılamada yetersiz kalırlar. Tip IIB lifleri ATP üretimi için glikolitik (anaerobik) aktivitede kullanılırlar. Tip IIB lifleri ATP üretiminin de çok hızlı olmasına rağmen hızlı bir şekilde yorulurlar<sup>128</sup>.

Tip II liflerin daha yaygın olduğu kasta PAP'ın etkisinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İnsan kasında, kas kasılma süresi ile kasılma potansiyeli arasında anlamlı negatif korelasyonlar ( $r \geq -,71$ ) bulunmuştur<sup>25</sup>. Yani, kasılma süreleri daha hızlı olan kaslar daha büyük kasılma potansiyeli sergiler. Bu da Tip II fibrillerinin güçlü bir şekilde kasılma potansiyeli ile ilişkili olduğunu göstermektedir. **Hamada ve arkadaşları**, 20 yaşında ki erkek sporcularda yapmış oldukları 10 saniye maksimal istemli izometrik kasılma (Maximal Voluntary Isometric Contraction-MVIC) öncesi ve sonrasında ki diz ekstansör kasılma süresinde anlamlı negatif korelasyon ( $r = -.73$ ) bulmuşlardır<sup>25</sup>.

### 2.4.3. Kas uzunluğu

Kas uzunluğunun PAP üzerindeki etkisi hem insan hem de hayvan iskelet kasında araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda benzer sonuçlara insan iskelet kasında rastlanmıştır. Yani, PAP'ın etkisi kısa kaslarda uzun kaslardan daha fazladır<sup>129,130,131</sup>.

**Rassier**, 14 sağlıklı beden eğitimi öğrencisindeki diz ekstansörlerinin, 10 saniyelik bir maksimal istemli izometrik kasılma (MVIC) sonrasında, 30, 60 ve 90 derecelik diz fleksiyon açılarında PAP miktarının sırasıyla %  $68 \pm 5$ , %  $47 \pm 2$  ve %  $39 \pm 4$  olduğunu bildirmiştir<sup>132</sup>.

**Stuart ve arkadaşları** ise kuadriseps kasının 10 saniyelik bir maksimal istemli izometrik kasılma (MVIC) sonrası kasılma potansiyelinin 90°'lik açıda 135°'lik diz açısından daha büyük olduğunu bildirmişlerdir<sup>129</sup>.

Merkezi ve periferik yorgunluk mekanizmalarını karşılaştırmak için yapılan bir diğer çalışmada, deneklerin izometrik bir kasılma sonucunda kuadrisepslerinin 35 derecelik açıda %20 oranında kuvveti daha fazla sürdürebildikleri sonucuna ulaşmışlardır<sup>133</sup>.

### 2.4.4. Antrenman durumu

PAP kas kasılma özellikleri ile ölçüldüğünde antrenman durumuna bakılmaksızın ortaya çıkar. Bununla birlikte, kasılma esnasında PAP'ın büyüklüğü, antrenmanlı sporcularda daha yüksek görünmektedir<sup>134,135,136</sup>.

**Paasuke ve arkadaşlarının** yapmış olduğu çalışmada, plantar fleksiyonda, antrenmanlı kadın sporcular, antrenmansız üniversiteli kadın sporculara göre daha fazla kasılma kuvveti potansiyeli sergilemişlerdir<sup>134</sup>. Bir diğer çalışmada ise, maksimal istemli izometrik kasılmadan (MVIC) önce antrenmanlı ve antrenmansız grup arasında kasılma

süresi ve güç gelişim oranı benzer olmasına rağmen, antrenmanlı sporcuların diz ekstensörünün güç gelişim oranında artış, kasılma süresinde kısalma ve daha büyük kuvvet potansiyeli oluşumu görülmüştür<sup>135</sup>.

**Smith ve Fry**, en az 1 yıllık ağırlık antrenman geçmişine sahip olan ve rekreasyonel olarak aktif 11 erkekte diz ekstensörlerinin 10 saniye dinamik maksimum istemli kasılmasından sonra kas biopsisi yoluyla düzenleyici hafif zincir fosforilasyonunu inceleyen çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak 4 denekte maksimum istemli kasılma sonucunda fosforilasyon bulunamazken 7 denekte ortalama %23 fosforilasyonda artış bulmuşlardır<sup>137</sup>.

#### 2.4.5. Kuvvet seviyesi

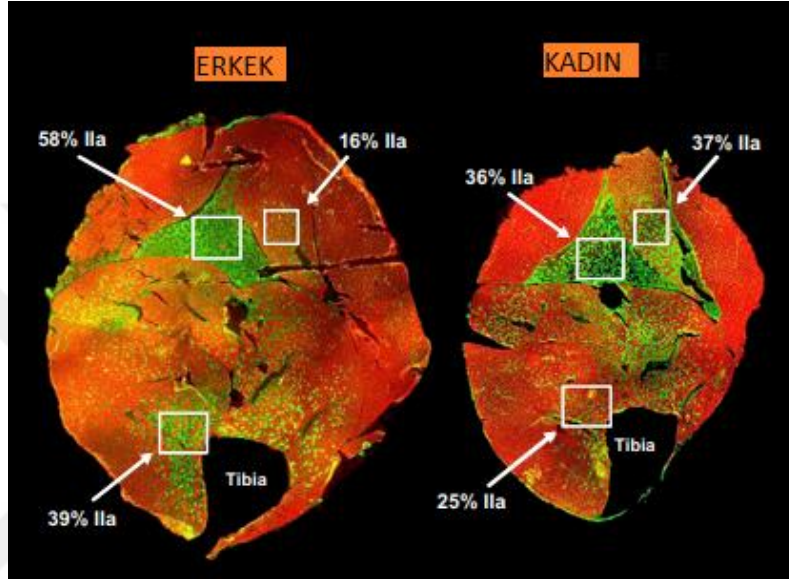
Kuvvet, kasların bir dirence karşı koyabilme ve o direnç karşısında dayanabilmesini ifade eder, fizyolojik olarak da kas kasılması esnasında meydana gelen gerilim olarak tanımlanır<sup>138</sup>. Kas gruplarının büyüklüğü ve yapılacak olan hareketin (örneğin, squat) biyomekaniksel özelliği sporcuların ortaya koyacağı kuvvet büyüklüğünü etkiler. Kuvvet artışı, kuvvet ve ivmelenmede meydana gelecek bir artış ile sağlanır (Kuvvet×İvmelenme). Koordinatif, fizyolojik, morfolojik ve motivasyonel faktörler kuvveti etkilemektedir<sup>120</sup>.

Kuvvet seviyesi ve PAP arasında pozitif ilişki olduğunu gösteren çalışmalar vardır<sup>16,81,139,140,141,142</sup>. **Gourgoulis ve arkadaşları**, >160 kg ile beş tekrar squat yapan deneklerde, dikey sıçrama (Counter Movement Jump CMJ) yüksekliğinde %4 bir artış bulmuşlardır<sup>16</sup>. Benzer şekilde **Kilduff ve arkadaşları**, 3 tekrar arka-squattan (back-squat) sonra, 12. dakikada kas kuvveti ile CMJ zirve güç potansiyeli arasında bir korelasyon bulmuşlardır ( $r=0.63$ ;  $p<0.01$ )<sup>143</sup>. Çıkan sonuçların kas fibril tipi dağılımı ile ilişkili olabileceği söylenmektedir. Kas gücü ve tip II kas liflerinin yüzdesi arasında ki pozitif ilişki ( $r=0.5-0.93$ ;  $p<0.05$ )<sup>144</sup>, tip II kas liflerinin yüklenme aktivitesinden sonra düzenleyici hafif zincir fosforilasyonunda yüksek bir artış göstermektedir<sup>20</sup>.

#### 2.4.6. Cinsiyet

Gelişim döneminde, kuvvet ve güç üzerinde, biyolojik olgunlaşma ve yaşın etkileri kadın ve erkeklerde farklıdır. Özellikle, yaş etkisi kadınlarda daha zayıf görünürken, prepubertal gelişim aşamalarında cinsiyet farklılıkları nispeten yoktur, ancak yaşla birlikte artmaktadır<sup>121,145</sup>. **Rixon ve arkadaşları**, kadınların izometrik bir squattan sonra

CMJ erkekler göre daha küçük bir PAP etkisine sahip olduklarını görmüştür<sup>141</sup>. **Arabatzi ve arkadaşları**, yaptığı çalışmada ön yüklenme aktivitesinden sonra kadınların sıçrama performansında fark bulunmazken erkeklerde sıçramayı pozitif yönde etkilediğini fakat kuvvet üretme oranında kadın ve erkekler arasında fark bulunduğunu, genç erkek ve kadınlar arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Yetişkin erkeklerde çıkan anlamlı farklılığın kas tipinde ki farklılığa ve bunların düşük kuvvet veya güçlerinden kaynaklanabileceği sonucu çıkmıştır<sup>113</sup>.



**Şekil 2.4.6.1.** Erkek ve Kadınlardaki Tip IIa Fibrillerinin Karşılaştırılması

#### **Haizlip ve arkadaşları,**

- ✓ Soleus kasında, erkeklerde Tip IIa %58, kadınlarda %36,
- ✓ Plantaris'te erkeklerde Tip IIa %16, kadınlarda %37,
- ✓ Tibialis anterior kasında Tip IIa erkeklerde %39, kadınlarda %25 olarak tespit etmişlerdir.

Bunu yanı sıra Tip I lifler toplamda erkeklerde % 36 kadınlarda %44 iken tip IIa lifleri toplamda erkeklerde %41 kadınlarda ise %34 olarak tespit edilmiştir<sup>146</sup>.

#### **2.5. Yorgunluk Fizyolojisi**

Mental veya fiziksel performansta meydana gelen düşüş yorgunluğu genel olarak tanımlarken, sporda ise kasların maksimal güç üretme veya maksimal kuvvet kapasitesindeki azalma olarak tanımlanır<sup>147</sup>. Performans kaybı, nöral yolak (santral sinir sisteminin ögesi) ve kas-sinir kavşağında ki değişikliklerde meydana gelmekle birlikte,

kas hücresinin kasılma sürecini olumsuz etkileyen bir durumdan da etkilenir. Nöral yolakta meydana gelen değişiklikler sonucunda ki yorgunluğa santral yorgunluk, kas hücresinde meydana gelen yorgunluğa periferik yorgunluk denir<sup>148,149</sup>. Kas yorgunluğu ile kas hasarı birbirinden ayrı düşünülmelidir. Kas yorgunluğu egzersiz veya aktivite esnasında meydana gelen geri dönüşümlü azalmalardır ve toparlanma ise ilk birkaç saatte kazanılır. Kas hasarı geri dönüşümü uzun süren baskılanmalara neden olur. Kas hasarı, sarkomerik hasarları, membran hasarlarını ve sitokin salınımını içeren inflamasyon süreçlerini içerir ve toparlanması günler sürer<sup>150</sup>. Yoğun veya uzun süreli egzersiz, kas kuvvetini azaltabilir ve sonraki aktivitelerde performansı düşürebilir. Özellikle büyük kas gruplarında yoğun kas kasılması, fizyolojik sisteme büyük stres uygular. Bu koşullar altında, egzersiz yoğunluğu sürdürülemez ve yorgunluk meydana gelir. **Green**, istenen kuvvet üretimini sürdürmemenin bir veya daha fazla bölgede nöromusküler yetmezlikten kaynaklanabileceğini açıklamaktadır. Periferik düzeyde, kas lifi uyarımının başarısızlığı, maksimal veya maksimale yakın kasılmalar için gereken yüksek frekansta aksiyon potansiyeli üretememesinden kaynaklanabilir<sup>151</sup>.

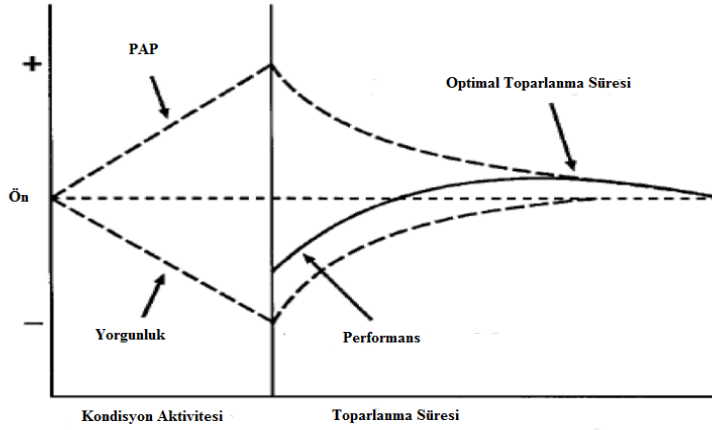
Birçok çalışma, yorgunluk mekanizmalarının sarkoplazmik retikulumun aktivitesini içerebileceğine dair kanıt sağlamıştır<sup>150,152,151</sup>. PAP fizyolojisine benzer şekilde, hücre içi  $Ca^{2+}$ 'nin kontrolü kastaki yorgunluk mekanizmalarını etkiler. Sarkoplazmik retikulum (SR)  $Ca^{2+}$  salımı, çapraz köprü etkileşimlerini düzenleyerek kuvvet üretimini kontrol eder; böylece, sarkoplazmik retikulumdan (SR)  $Ca^{2+}$  salınımindaki azalma kas kasılmasını ve kuvvet üretimini azaltacaktır<sup>152</sup>.

**Eberstein ve Sandow**, yoğun (şiddetli) kas kasılmaları sonucunda sarkoplazmik retikulumdan (SR)  $Ca^{2+}$  salınımının kısıtlanmasının yorgunluğa neden olduğu ve kuvvet üretimini engellediğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca, kasılma proteinlerinin  $Ca^{2+}$  duyarlılığının azalması da kas yorgunluğuna neden olur<sup>153</sup>.

## 2.6. PAP ve Yorgunluk Arasındaki Denge

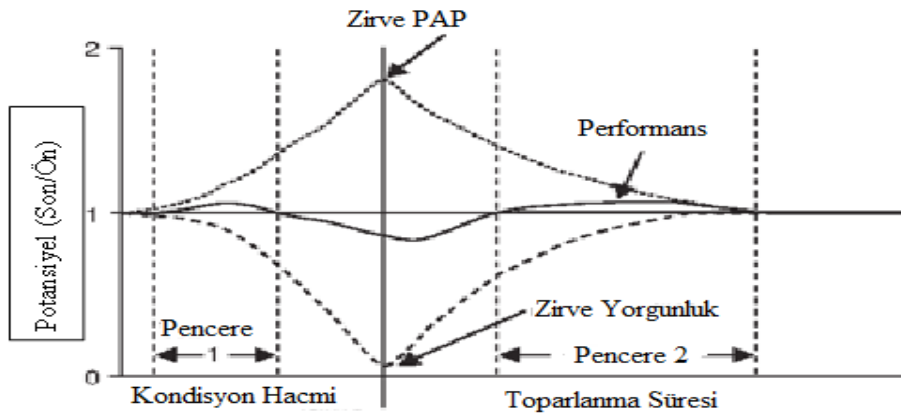
Yapılan çalışmalar neticesinde yorgunluk ile post aktivasyon potansiyelinin birlikte var olduğu sonucuna varılmıştır. Bir ön yüklenme aktivitesi sonrasında ki dinlenme süresi en iyi potansiyel etkiyi elde etmede önem taşımaktadır<sup>154,155,140,156</sup>. Ön yüklenme aktivitesinden sonra ki yorgunluk, meydana gele potansiyelden daha ağır basar ve bu da performansı olumsuz etkiler<sup>81,156</sup>. Fakat toparlanma süresi boyunca yorgunluk, potansiyelden daha hızlı dağılır ve bu da potansiyelin yorgunluktan daha büyük olduğu

bir “fırsat penceresi”ne yol açar. Böylece, güç performansının normal seviyelerinin üzerine çıktığı bir durum yaratılmış olur<sup>156</sup>.



**Şekil 2.6.1.** Kondisyon Aktivitesinden Sonraki Potansiyel ve Yorgunluk Arasındaki İlişki<sup>156</sup>

**Sale'in**, yukarıdaki önerisine rağmen, **Tillin ve Bishop** pozitif bir potansiyel tepkiden yararlanılabilecek iki dinlenme dönemi olabileceğini öne sürmüşlerdir<sup>20</sup>. Birincisi, bir ön yüklenme aktivitesinin şiddeti düşükse yorgunlukta düşüktür ve performansta ki gelişimin yüklenme aktivitesinden sonra neredeyse hemen görülebileceğini öne sürerler. İkincisi ise, ön yüklenme aktivitesinin şiddetinin yüksek olması daha büyük yorgunluğa yol açar ve performansta bir artış görmek için ön yüklenme aktivitesinden sonra önemli bir dinlenme süresi gerektirir.



**Şekil 2.6.2.** Tillin ve Bishop'tan İki “Fırsat Penceresi” “Windows of Opportunity”<sup>20</sup>

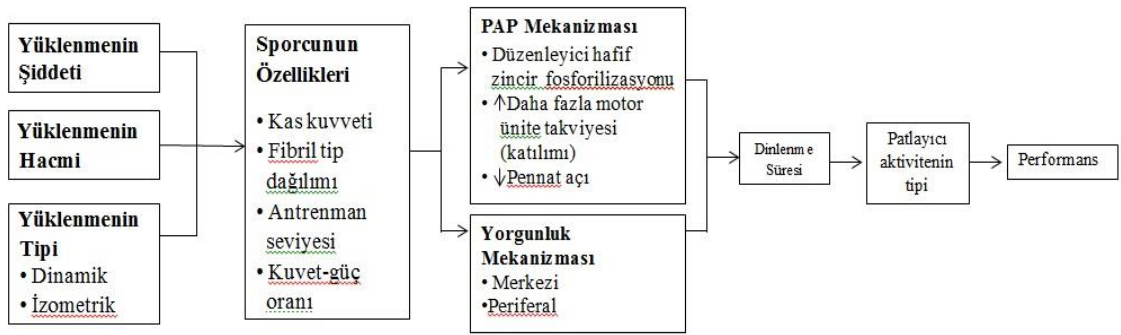
Yorgunluk ve PAP arasındaki dengeyi gözlemlerken dikkate alınması gereken birkaç değişken vardır. Yapılan araştırmalar, uyarıcı yoğunluğunun (şiddetinin) PAP

yanıtlarını/sonuçlarını etkilediğini göstermektedir. Ön yüklenme aktivitesinin yüksek bir şiddette veya uzun süreli olması, hem PAP hem de yorgunluk mekanizmalarını aynı anda aktive edebilir<sup>156</sup>. Yapılan birkaç çalışmada yüksek şiddetteki bir uyarının PAP yerine yorgunluğa sebep verdiği saptanmıştır. **Robbins** ile **Docherty ve Smith** ile **Fry**, PAP uyarını olarak maksimum istemli izometrik kasılma (MVIC) ve aynı miktarda dinlenme süresi (7 dakika) kullanmalarına rağmen güç çıkışında akut bir artış sağlamada başarısız olduğunu bildirmişlerdir. Her ikisinde ön yüklenme aktivitesinin (10 saniye MVIC) sebep olduğu yorgunluktan dolayı performansta beklenen akut artışın baskılandığını öne sürmüşlerdir<sup>157,137</sup>. Aksine, başka bir çalışma, yoğunluğu (şiddeti) daha az dinamik bir yüklenme aktivitesinin PAP'ı uyardığı (indüklediği) ve bu yanıtların uyarıcıdan 5 dakika ve 18.5 dakika sonra var olduğunu göstermiştir<sup>112</sup>. Yorgunluğu gidermek ve PAP'ı meydana getirmek için şiddeti fazla olan kasılmalarda daha fazla toparlanma süresi gerektirebilir. Araştırmalar PAP'ın maksimal etkisinin 5-10 dakika arası ile 30 dakikaya kadar sürebildiğini göstermektedir<sup>25,141</sup>. Bu yüzden PAP ile yorgunluk arasında ki ilişki incelenirken ön yüklenme aktivitesi (PAP'ı uyarmak için) toparlanma süresi tüm deneklerde sabit tutulmalıdır.

Yorgunluk ve PAP arasındaki dengeyi incelerken dikkate alınması gereken bir diğer değişken de bireysel antrenman durumudur<sup>112,141</sup>. Bu nedenle, toparlanma süresinin PAP üzerindeki etkileri incelendiğinde, deneklerin (sporcuların) antrenman durumu kontrol edilmelidir. PAP'ı antrenmanlı ve rekreasyon amaçlı egzersiz yapan bireylerde karşılaştıran bir çalışmada, jump-squat performansındaki kuvvet ve güç parametreleri, antrenmanlı bireylerde rekreasyon amaçlı egzersiz yapan bireylere göre daha yüksek çıkmıştır<sup>112</sup>. Antrenmanlı bireyler, rekreasyonel olarak egzersiz yapan bireylere göre şiddetli bir direnç egzersizinden sonra kısa bir toparlanma süresinin ardından daha düşük bir yorgunluğa sahiptir. Sporcular, yorgunluk dirençlerini daha yükseğe çıkartabilirler böylece şiddetli direnç antrenmanından sonra yorgunluk daha az etkilenir<sup>112, 141,158</sup>.

Yorgunluk ve PAP'ın dengelenmesindeki son değişken zamandır. Çeşitli araştırmalar, yorgunluk ve PAP arasındaki dengeyi incelerken zamanın (uyarılma sonrası dinlenme süresi) önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir. PAP uyarını potansiyel bir etki yaratmadığında bu durum kas yorgunluğunun önemli bir açıklaması olabilir. Yorgunluk ve PAP, bir ön yüklenme aktivitesinin ardından kasın kasılmasını aynı anda etkileyebilir.

Bununla birlikte, kuvvet üretiminde, baskın olan mekanizma (PAP veya yorgunluk) etkilidir. Bir PAP uyararı olduğunda, PAP uyararı ile sonrasında ki aktivite arasındaki çeşitli dinlenme süreleri PAP'nin ne zaman optimal olduğunu göstermek için incelenmelidir. Sınırlı bilimsel araştırma en uygun dinlenme süresini desteklese de, birçok çalışma çeşitli dinlenme sürelerinin sonuçlarını karşılaştırarak iyileşmenin önemini incelemiştir<sup>156,158</sup>. Literatüre bakıldığında ise performansı arttırmak için dört dakikalık bir sürenin uygun olduğu<sup>26,142</sup>, bunun yanı sıra sekiz dakika<sup>159,81,160</sup> ve on iki dakikadan daha fazla dinlenme süresinin<sup>73,143</sup> PAP'ı ortaya çıkartmak için uygun olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.



**Şekil 2.6.3. Kompleks Faktörlerin Etkileşimi**<sup>20</sup>

Kompleks faktörler istemli bir patlayıcı aktivitenin performansını etkiler. Yüklenmenin şiddeti, hacmi ve tipi sporcuların özelliklerine bağlı olarak farklı etkiler yaratır. Bu faktörler, PAP ve yorgunluk mekanizmalarının ne ölçüde etkilendiğini belirleyecektir. PAP ve yorgunluk mekanizmaları arasında ki etkileşim potansiyel güçlenmenin olması için gerekli olan dinlenme süresi ve sonraki performansta bir artış olup olmayacağını belirler. Önceki etkileşimler ne olursa olsun, bazı patlayıcı aktivitelerin duruma tepkisi diğer patlayıcı aktivitelerin tepkisinden farklı olabilir<sup>20</sup>.

## 2.7. PAP İçin Dinlenme Süresi

Bir ön yüklenme aktivitesinden sonra (örneğin Squat hareketi) performansta olumlu bir artışın olabilmesi için, oluşturulan potansiyelin yorgunluktan daha büyük olması gerekir. Bu nedenle performansta akut bir artış gözlemlemek için ön yüklenme aktivitesinden sonra verilen dinlenme süresi çok önemlidir. Ön yüklenme aktivitesinden sonra potansiyelin oluşması için optimum dinlenme süresi 0-16 dakika arasında değiştiğini gösteren çalışma mevcuttur<sup>79</sup>. Literatüre bakıldığında PAP oluşumunda ki

dinlenme süresi olarak 3-8 dakikadan<sup>161,98,143</sup>, 20 dakikaya<sup>162</sup> kadar uzadığını gösteren çalışmalara rastlanır.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında potansiyel etkiyi (PAP'ı) ortaya çıkartmak için dinlenme süresinin 4 dakika<sup>26,142</sup>, 8 dakika<sup>159,81,160</sup> ve hatta 12 dakikadan daha fazla olması gerektiğini savunan çalışmalara rastlanır<sup>73,143</sup>. En etkili dinlenme süresi, ön yüklenme aktivitesinin farklı şiddet ve türlerinin yanı sıra, çalışmalara katılan sporcuların fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu anlamda **Wilson ve arkadaşları** yapmış oldukları meta analiz çalışmasında, potansiyel etkinin 3-7 dakika ve 7-10 dakika dinlenme sonrasında bir artış olduğunu, bunun yanı sıra; bir yıllık ağırlık antrenman geçmişi olan katılımcıların, 1 maksimum tekrarının %60-85 arasında bir yük ile yapmış oldukları ön yüklenme aktivitesinden sonra 7-12 dakika arasındaki dinlenmenin optimum (uygun) olduğu sonucuna varmışlardır<sup>83</sup>.

**Seitz ve Haff** optimal dinlenme süresinin ön yüklenme aktivitesine bağlı olarak değiştiğini; 4-5 dakikalık dinlenmenin squat hareketi içeren kondisyon aktivitesi için ideal (en iyi) olduğunu, 3-16 dakikanın bench press hareketi gerektiren ön yüklenme aktiviteleri için uygun olduğunu ve halterde koparma (Power Clean) hareketi içeren ön yüklenme aktiviteleri için 7 dakikalık dinlenme süresinin uygun olduğunu söylemişlerdir<sup>105</sup>.

Çalışmaya katılan sporcuların kuvvet seviyeleri, potansiyel oluşturmak için gerekli olan dinlenme sürelerinde önemli rol oynamaktadır. Ragbi oyuncularını üzerinde yapılan çalışmada, ön yüklenme aktivitesinden (squat) (relative 1RM strength > 2 x BW) sonra dinlenme süresinin üç dakika olması yeterli olurken, daha zayıf oyuncular için ön yüklenme aktivitesinden (squat) (relative 1RM strength > 2 x BW) sonra dinlenme süresinin altı dakika olması gerektiği söylenmektedir<sup>163</sup>.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda, örneklem sayısını belirlemek için WSSPAS programı kullanılarak güç analizi yapıldı. Ozbar ve arkadaşlarının<sup>164</sup> sıçrama ve sürat performansını inceledikleri çalışmada, dikey sıçrama test sonuçlarının egzersiz grubu (n=9):  $46,8 \pm 2,2$ , kontrol grubu (n=9):  $37,9 \pm 3,9$  değerlerinden yola çıkarak  $\alpha=0,05$  düzeyinde %90 güç elde etmek için yapılan hesaplamada etki büyüklüğü (d) 2,81 bulundu. Buna göre gruplarda en az 4'er kişi olması gerektiği belirlendi. Çalışmamızda güvenilirliği artırmak amacıyla grubumuzun 22 kişiden oluşmasına karar verildi.

Araştırmaya, en az 5 yıllık futbol geçmişine sahip, yaş ortalaması  $18,7 \pm 0,86$  yıl, boy ortalaması  $175,8 \pm 5,9$  cm, vücut ağırlığı ortalaması  $65,7 \pm 7,2$  kg, beden kitle indeksi ortalaması  $21,2 \pm 2,1$  olan 22 erkek futbolcu gönüllü olarak katıldı. Çalışmaya başlamadan önce Düzce Üniversitesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığından etik kurul onayı (2018/248) alındı, sporculara çalışma öncesi araştırma ile ilgili tüm açıklamalar yapıldı ve bilgilendirilmiş olur formu katılımcıların kendileri tarafından dolduruldu. Araştırmaya katılan futbolcular, oluşturulan ısınma protokolleri ve testlere crosstab (çapraz eşleşme) yöntemiyle dahil edildiler. Isınma protokolleri Kontrol PAP, Dinamik PAP, Statik PAP (90° açı), Statik PAP (130° açı) olarak dörde ayrıldı. Crosstab yöntemi kullanılarak, sporcunun hangi gün hangi grupta teste gireceği belirlendi. Öğrenmenin etkisini ve kuvvet artışını ortadan kaldırmak için testler 48 saat ara ile gerçekleştirildi.

Futbolcuların;

- ✓ Boy-Kilo,
- ✓ Beden Kitle İndeksi (BKİ),
- ✓ 1 Maksimum Tekrarı (1 MT) belirlendi;

Uygulanan performans testleri olarak;

- ✓ Dikey Sıçrama,
- ✓ Uzun Atlama,
- ✓ 10-20-30 metre Sürat testleri yapıldı.

Futbolcuların; yaş, boy, kilo, BKİ, 1 MT belirleme ölçümleri en az 24 saat öncesinden herhangi bir egzersiz yaptırılmadan ve performans testlerinden önce belirlenen bir

günde yapıldı. Bu veriler toplandıktan sonra ise, futbolcuların crosstab yöntemiyle uygulayacakları;

- ✚ Kontrol PAP Isınma Test Protokolü
- ✚ Dinamik PAP Isınma Test Protokolü
- ✚ Statik PAP (90° açı) Isınma Test Protokolü
- ✚ Statik PAP (130° açı) Isınma Test Protokolleri hazırlandı. Her test protokolü arasında 48 saat dinlenme verildi.

### 3.1. Veri Toplama Yöntemleri

#### 3.1.1. Boy, kilo ve beden kitle indeksi ölçümü

Araştırmaya katılan futbolcuların boy ölçümleri ‘Seca’ marka, hassasiyeti 1 mm olan stadiometre ile ölçüldü.



**Resim 3.1.1.1** Stadiometre ve Boy Ölçümü

Vücut ağırlığı ölçümü ile beden kitle indeksi ölçümü (BKİ), bioelektrik impedans (BIA) analiz yöntemiyle (Jawon Segmental Body Composition Analyzer, model AVIS 333 Plus) yapıldı<sup>165</sup>.



**Resim 3.1.1.2.** Biyoelektrik İmpedans ile BKİ ve Kilo Ölçümü

### 3.1.2. Bir maksimum tekrarı (1 MT) belirleme

Kas kuvvetinin ölçülmesinde, bir maksimum tekrar (1 MT) metodu kullanılan yöntemler arasındadır. Aynı zamanda 1 MT için sporcunun fiziksel ve fizyolojik olarak hazır olması eklem hareket açıklığının maksimum düzeyde kullanılmasını gerektirir. Sporcunun bir defada kaldırabildiği maksimum ağırlık performansı dinamik metot ile belirlenir. 1 MT'ın tahmin edilmesinde farklı yöntemler kullanılır. Sezon içinde devam eden müsabakalar göz önüne alındığında sporcuların sakatlık riskini azaltmak ve maksimum kaldırdıkları yükleri bulmak için tahmin (kestirim) formüllerinden yararlanılır<sup>166</sup>. Çalışmamıza katılan futbolcuların 1 MT'ni bulmak için aşağıdaki tablo ve formülden yararlanıldı.

**Tablo 3.1.2.1.** 1 MT Belirlemede Kullanılan Katsayı Tablosu<sup>166</sup>

| 1 MT'nin Belirlenmesi |         |
|-----------------------|---------|
|                       | Katsayı |
| 2 MT                  | 1.07    |
| 3 MT                  | 1.10    |
| 4 MT                  | 1.13    |
| 5 MT                  | 1.16    |
| 6 MT                  | 1.20    |
| 7 MT                  | 1.23    |
| 8 MT                  | 1.27    |
| 9 MT                  | 1.32    |
| 10 MT                 | 1.36    |

6 MT Test Ağırlığı=85 kg

$$\begin{aligned} \text{Test Ağırlığı} * \text{Katsayı} &= 1 \text{ MT} \\ 85 * 1.20 &= 102^{166} \end{aligned}$$



**Resim 3.1.2.1.** Smith Machine ile Squat Hareketi

## 3.2. Uygulanan Performans Testleri

### 3.2.1. Dikey sıçrama

Futbolcuların dikey sıçrama performansları, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Balsalobre-Fernández ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan ‘My Jump’ uygulamasıyla ölçüldü. Dikey sıçrama ölçümleri saniyede 240 kare çekim yapabilen (yavaş çekim modu) cep telefonu (Iphone) ile gerçekleştirildi<sup>167</sup>.



Resim 3.2.1.1. Dikey Sıçrama



Şekil 3.2.1.1. My Jump Uygulaması

### 3.2.2. Uzun atlama

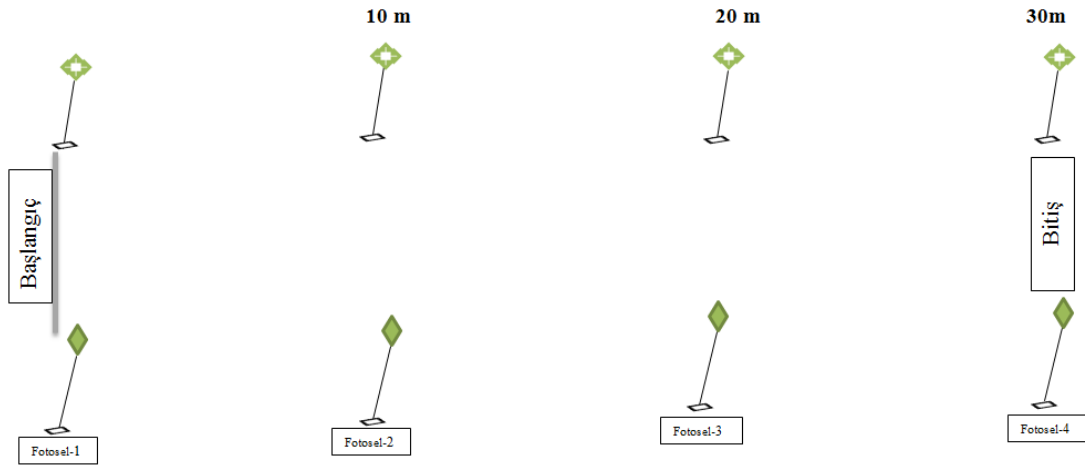
Futbolcuların uzun atlama mesafelerini belirlemek için mezura kullanıldı. Belirlenen başlangıç noktasından itibaren futbolcuların, durarak öne doğru sıçramaları istendi. Başlangıç ve yere düştükleri yer arasında ki mesafe metre cinsinden kaydedildi<sup>168</sup>.



Resim 3.2.2.1. Uzun Atlama

### 3.2.3. 10-20-30 metre sürat testi

Futbolcuların sürat ölçümleri fotosel (Fusion Sport Smartspeed) yardımıyla yapıldı. Başlangıç, 10 metre, 20 metre ve bitiş olan 30 metreye yerleştirilen fotoseller ile futbolcuların sürat performansları belirlendi.



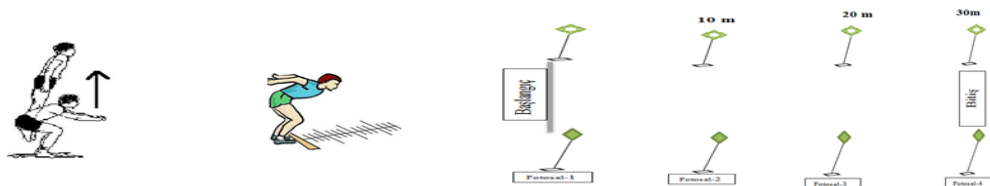
Şekil 3.2.3.1. 10-20-30 m Sürat Test Protokolü

### 3.3. Kontrol PAP Isınma Test Protokolü

Tüm protokollere uygulanan ısınma programını standardize etmek için koşu bandından yararlanıldı. Kontrol PAP test protokolü; 9 km/h’da 10 dakikalık ısınma koşusu ile başladı. Isınma koşusunun ardından futbolculara 3 dakikalık dinlenme süresi verildi. Dinlenme süresinden sonra futbolculara, futbol sahası üzerinde hazırlanan performans testleri uygulandı. Performans testleri, dinlenme süresinin bitimiyle sırasıyla 1. dakika, 3. dakika, 5. dakika, 7. dakika ve 9. dakikalarda gerçekleştirildi. Testler sırasıyla dikey sıçrama, uzun atlama ve sürat (10-20-30 m) testi şeklinde yapıldı.

Tablo 3.3.1. Kontrol PAP Test Protokolü

| Kontrol PAP Test Protokolü |                      |   |   |   |   |   |
|----------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|
| Isınma                     | Dinlenme             | 1 dk.   | 3 dk.   | 5 dk.   | 7 dk.   | 9 dk.   |
| 9 km/h’da<br>10’ koşu      | 3’ aktif<br>dinlenme | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat |



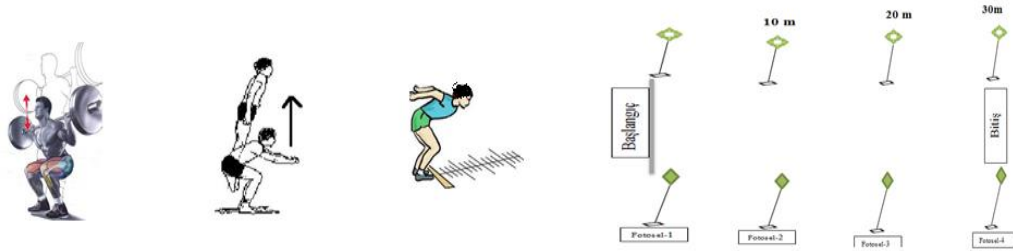
Şekil 3.3.1. Kontrol PAP Test Protokol Uygulama Şekli

### 3.4. Dinamik PAP Isınma Test Protokolü

Futbolcular ısınma koşusunu 9 km/h'da 10 dakika boyunca koşu bandında gerçekleştirdi. Isınma koşusundan sonra 1 maksimum tekrarlarının %90 şiddetine tekabül eden ağırlık ile 2 tekrar squat yaptırıldı. Squat hareketinden sonra 3 dakikalık bir dinlenme ve dinlenmenin ardından sırasıyla 1. dakika, 3. dakika, 5. dakika, 7. dakika ve 9. dakikalarda performans testleri uygulandı.

**Tablo 3.4.1.** Dinamik PAP Test Protokolü

| Dinamik PAP Test Protokolü |                           |               |   |   |   |   |   |
|----------------------------|---------------------------|---------------|---|---|---|---|---|
| Isınma                     | Squat                     | Din.          | 1 dk.   | 3 dk.   | 5 dk.   | 7 dk.   | 9 dk.   |
| 9km/h' da 10' koşu         | <b>%90 (1MT) 2 tekrar</b> | 3' Aktif Din. | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat |



**Şekil 3.4.1.** Dinamik PAP Test Protokol Uygulama Şekli

### 3.5. Statik PAP (90° açı) Isınma Test Protokolü

Futbolcular ısınma koşusunu 9 km/h'da 10 dakika koşu bandında gerçekleştirdikten sonra 1 maksimum tekrarlarının %90 şiddetine tekabül eden ağırlık ile 2 saniye boyunca statik olarak 90° açıda squat hareketinde beklediler. Her futbolcunun 90° açısı gonyometre yardımıyla ölçüldü. 90° squat hareketinden sonra 3 dakikalık dinlenme süresi verildi ve ardından sırasıyla 1. dakika, 3. dakika, 5. dakika, 7. dakika ve 9. dakikalarda performans testleri uygulandı.

**Tablo 3.5.1.** Statik PAP (90° açı) Test Protokolü

| Statik PAP (90° açı) Test Protokolü |  |                     |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|---------------------|--|--|--|--|--|
| Isınma                              | Squat                                      | Din.                | 1 dk.  | 3 dk.  | 5 dk.  | 7 dk.  | 9 dk.  |
| 9km/h'da<br>10' koşu                | <b>%90(1MT)<br/>90° açıda 2<br/>saniye</b> | 3'<br>Aktif<br>Din. | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat |



**Şekil 3.5.1.** Statik PAP (90° açı) Test Protokol Uygulama Şekli

### 3.6. Statik PAP (130° açı) Isınma Test Protokolü

Bu protokolde de aynı şekilde futbolcular 9 km/h'da 10 dakika koşu bandında koşuttuktan sonra 1 maksimum tekrarlarının %90 şiddetine tekabül eden ağırlık ile 2 saniye boyunca statik olarak 130° açıda squat hareketinde beklediler. 130° squat hareketinden sonra 3 dakikalık dinlenme süresi verildi ve ardından sırasıyla 1. dakika, 3. dakika, 5. dakika, 7. dakika ve 9. dakikalarda performans testleri uygulandı.

**Tablo 3.6.1.** Statik PAP (130° açı) Test Protokolü

| Statik PAP (130° açı) Test Protokolü |   |                     |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------|---|---------------------|--|--|--|--|--|
| Isınma                               | Squat                                       | Din.                | 1 dk.  | 3 dk.  | 5 dk.  | 7 dk.  | 9 dk.  |
| 9km/h'da<br>10' koşu                 | <b>%90(1MT)<br/>130° açıda<br/>2 saniye</b> | 3'<br>Aktif<br>Din. | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat | Dikey<br>Sıçrama<br>Uzun Atlama<br>10-20-30 m<br>Sürat |



Şekil 3.6.1. Statik PAP (130° açı) Test Protokol Uygulama Şekli

### 3.7. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda istatistiksel veri analizleri için SPSS paket programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için yapılan Shapiro Wilkes W-testi sonuçlarına göre, verilerin normal dağılıma sahip olduğu belirlendi. Tüm değişkenlerin aritmetik ortalamaları ve standart sapma değerleri tanımlayıcı istatistik ile hesaplandı. Araştırmamızda protokoller arası karşılaştırmada, 4 farklı protokol olmasından dolayı Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova), farkın hangi protokolden kaynakladığını belirleyebilmek amacı ile de Bonferroni testi uygulandı. Çalışmamızda anlamlılık düzeyi,  $p < 0,05$  olarak kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya katılan futbolcuların ölçümlerinden elde edilen veriler aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Çalışmaya katılan futbolcuların tanımlayıcı istatistiği.

| Parametreler             | N  | Min.   | Mak.   | Ort.±Std. Sap. |
|--------------------------|----|--------|--------|----------------|
| Yaş (yıl)                | 22 | 18,00  | 21,00  | 18,7±,8        |
| Boy (cm)                 | 22 | 167,30 | 188,60 | 175,8±5,9      |
| Vücut Ağırlığı (kg)      | 22 | 53,90  | 81,60  | 65,7±7,2       |
| BKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 22 | 19,10  | 27,90  | 21,2±2,1       |
| Squat Maksimal (kg)      | 22 | 70,00  | 129,10 | 89,1±11,5      |

Çalışmamıza katılan 22 erkek futbolcunun yaş ortalamasının 18,7±,86 yıl, boy ortalamasının 175,8±5,9 cm, vücut ağırlığı ortalamasının 65,7±7,2 kg, beden kitle indeksi ortalamasının 21,2±2,1 ve maksimum squat ortalaması 89,1±11,5 kg olduğu belirlenmiştir.

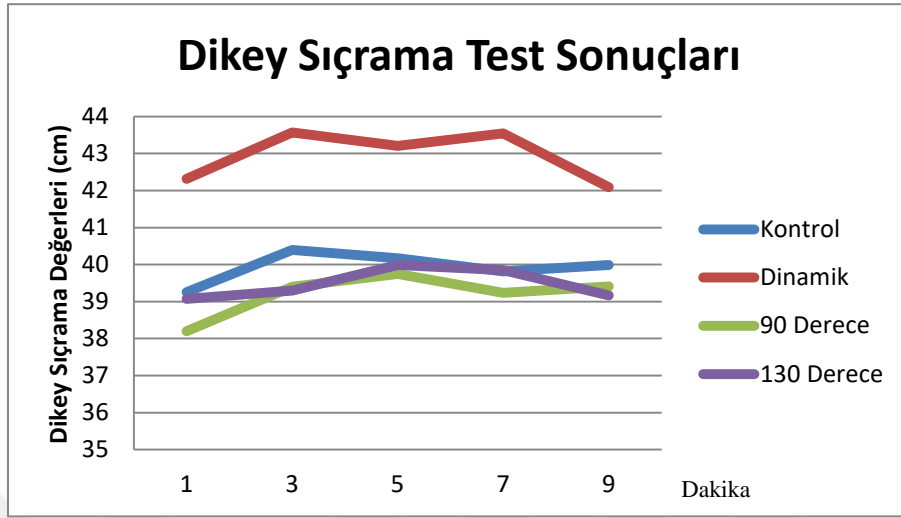
**Tablo 4.2.** Isınma Protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 1. dk)

| Parametreler                    | Protokoller | Min.  | Mak.  | Ort.±Std. S. | F             | Par.Eta     | p             |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| <b>1.dk. Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | 34,34 | 45,63 | 39,2± 3,1    | <b>22,664</b> | <b>,519</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 36,59 | 47,80 | 42,3± 2,9    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 26,75 | 44,21 | 38,1± 4,0    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 32,79 | 45,21 | 39,0± 3,4    |               |             |               |
| <b>1.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | 2,01  | 2,51  | 2,2± ,13     | <b>28,966</b> | <b>,580</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,17  | 2,65  | 2,3± ,12     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 1,90  | 2,52  | 2,2± ,16     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 1,96  | 2,54  | 2,2± ,16     |               |             |               |
| <b>1. dk 10 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 1,58  | 1,87  | 1,79± ,06    | <b>18,534</b> | <b>,469</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 1,48  | 1,84  | 1,73± ,07    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 1,72  | 2,04  | 1,81± ,07    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 1,73  | 1,95  | 1,84± ,05    |               |             |               |
| <b>1. dk 20 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 2,98  | 3,35  | 3,15± ,07    | <b>27,371</b> | <b>,566</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,91  | 3,28  | 3,06± ,09    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 3,00  | 3,53  | 3,19± ,13    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 3,05  | 3,39  | 3,20± ,09    |               |             |               |
| <b>1. dk 30 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 4,24  | 4,76  | 4,44± ,12    | <b>43,301</b> | <b>,673</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 4,02  | 4,68  | 4,31± ,13    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 4,26  | 4,94  | 4,51± ,17    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 4,25  | 4,87  | 4,53± ,15    |               |             |               |

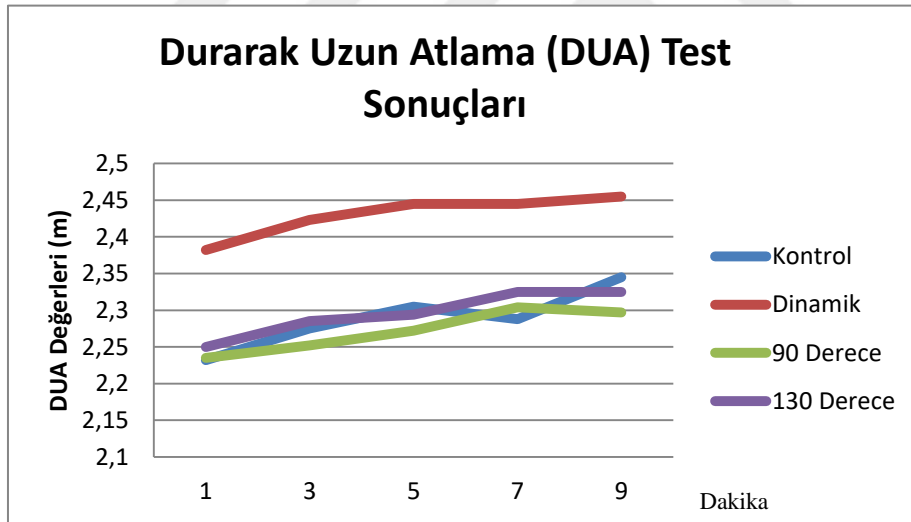
\*\*p<0,01, \*p<0,05, Partial Eta Squared=Etki Büyüklüğü, F= Frekans

Sporcuların 1. dk yapmış oldukları performans testleri arasında farkın belirlenmesi için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, dikey sıçrama, uzun atlama, 10 m, 20 m ve 30 m sürat testleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır (p<0,01).

Ayrıca sporcuların 1., 3., 5., 7. ve 9. dakikalarda yapmış oldukları dikey sıçrama ve durarak uzun atlama grafikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1. Isınma protokollerinin dikey sıçrama test sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 4.2. Isınma protokollerinin durarak uzun atlama test sonuçlarının karşılaştırılması

**Tablo 4.3.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları

| Parametreler                    | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı  | p             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>1.dk. Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | Dinamik     | <b>-3,056**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | 1,057           | ,636          |
|                                 |             | Statik 130° | ,182            | 1,000         |
|                                 | Dinamik     | Kontrol     | <b>3,056**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | <b>4,114**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | <b>3,239**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 | Statik 90°  | Kontrol     | -1,058          | ,636          |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-4,114**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | -,875           | 1,000         |
|                                 | Statik 130° | Kontrol     | -,182           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-3,239**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,875            | 1,000         |
| <b>1.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | Dinamik     | <b>-,150**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | -,003           | 1,000         |
|                                 |             | Statik 130° | -,018           | 1,000         |
|                                 | Dinamik     | Kontrol     | <b>,150**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | <b>,147**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | <b>,132**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 | Statik 90°  | Kontrol     | ,003            | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-,147**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | -,015           | 1,000         |
|                                 | Statik 130° | Kontrol     | ,018            | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-,132**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,015            | 1,000         |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

Farkın 1. dk hangi ısınma protokolünden kaynaklandığı belirlemek için yapılan analizde; dikey sıçramada dinamik protokolün, kontrol protokolüyle p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde; uzun atlamada ise dinamik protokolün, kontrol protokolüyle p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.3.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları (Tablo 4.3'ün devamı)

| Parametreler          | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı | p             |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------|---------------|
| 1. dk 10 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,059**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,024          | 1,000         |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,047*</b>  | <b>,017*</b>  |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,059**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,083**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,106**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | ,024           | 1,000         |
|                       |             | Dinamik     | <b>,083**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | -,023          | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | <b>,047*</b>   | <b>,017*</b>  |
|                       |             | Dinamik     | <b>,106**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | ,023           | 1,000         |
| 1. dk 20 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,088**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,039          | ,472          |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,050**</b> | <b>,009**</b> |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,088**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,127**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,13**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | ,039           | ,472          |
|                       |             | Dinamik     | <b>,127**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | -,010          | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | <b>,050**</b>  | <b>,009**</b> |
|                       |             | Dinamik     | <b>,138**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | ,010           | 1,000         |
| 1. dk 30 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,130**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,063*</b>  | <b>,037*</b>  |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,081**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,130**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,193**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,211**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | <b>,063</b>    | <b>,037*</b>  |
|                       |             | Dinamik     | <b>,193*</b>   | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | -,018          | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | <b>,081**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Dinamik     | <b>,211**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | ,018           | 1,000         |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

1. dk' da 10 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, 20 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, 30 m süratte ise dinamik

protokolün; kontrol ile  $p<0,01$ , statik  $90^\circ$  ile  $p<0,01$  ve statik  $130^\circ$  ile  $p<0,01$  düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur. Kontrol protokolünün ise 1. dk 10 m süratte; statik  $130^\circ$  ile  $p<0,05$  düzeyde, 20 m süratte statik  $130^\circ$  ile  $p<0,01$  düzeyde ve 30 m süratte ise statik  $90^\circ$  ile  $p<0,05$ , statik  $130^\circ$  ile  $p<0,01$  düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.4.** Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 3. dk)

| Parametreler                    | Protokoller        | Min.  | Mak.  | Ort.±Std. S. | F             | Par.Eta     | p             |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| <b>3.dk. Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol            | 32,21 | 46,63 | 40,3± 3,9    | <b>39,669</b> | <b>,654</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik            | 34,38 | 51,81 | 43,5± 4,2    |               |             |               |
|                                 | Statik $90^\circ$  | 31,43 | 46,07 | 39,4± 3,6    |               |             |               |
|                                 | Statik $130^\circ$ | 32,21 | 46,63 | 39,2± 3,9    |               |             |               |
| <b>3.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol            | 1,93  | 2,52  | 2,2± ,16     | <b>68,949</b> | <b>,767</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik            | 2,12  | 2,70  | 2,4± ,16     |               |             |               |
|                                 | Statik $90^\circ$  | 1,92  | 2,52  | 2,2± ,14     |               |             |               |
|                                 | Statik $130^\circ$ | 2,01  | 2,56  | 2,2± ,15     |               |             |               |
| <b>3. dk 10 m sürat (sn)</b>    | Kontrol            | 1,61  | 1,90  | 1,79± ,07    | <b>29,247</b> | <b>,582</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik            | 1,53  | 1,82  | 1,70± ,08    |               |             |               |
|                                 | Statik $90^\circ$  | 1,69  | 2,01  | 1,81± ,07    |               |             |               |
|                                 | Statik $130^\circ$ | 1,71  | 2,00  | 1,83± ,07    |               |             |               |
| <b>3. dk 20 m sürat (sn)</b>    | Kontrol            | 2,90  | 3,30  | 3,13± ,10    | <b>31,021</b> | <b>,596</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik            | 2,75  | 3,26  | 3,02± ,12    |               |             |               |
|                                 | Statik $90^\circ$  | 2,95  | 3,38  | 3,17± ,12    |               |             |               |
|                                 | Statik $130^\circ$ | 2,92  | 3,41  | 3,19± ,12    |               |             |               |
| <b>3. dk 30 m sürat (sn)</b>    | Kontrol            | 4,19  | 4,72  | 4,40± ,15    | <b>49,327</b> | <b>,701</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik            | 3,86  | 4,62  | 4,27± ,17    |               |             |               |
|                                 | Statik $90^\circ$  | 4,19  | 4,77  | 4,46± ,17    |               |             |               |
|                                 | Statik $130^\circ$ | 4,19  | 4,81  | 4,50± ,16    |               |             |               |

\*\* $p<0,01$ ,\* $p<0,05$ , Partial Eta Squared=Etki Büyüklüğü, F= Frekans

Sporcuların 3. dk yapmış oldukları performans testleri arasında farkın belirlenmesi için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, dikey sıçrama, uzun atlama, 10 m, 20 m ve 30 m sürat testleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p<0,01$ ).

**Tablo 4.5.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları

| Parametreler             | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı | p      |
|--------------------------|-------------|-------------|----------------|--------|
| 3.dk. Dikey Sıçrama (cm) | Kontrol     | Dinamik     | -3,171**       | ,001** |
|                          |             | Statik 90°  | ,995*          | ,011*  |
|                          |             | Statik 130° | 1,100          | ,586   |
|                          | Dinamik     | Kontrol     | 3,171**        | ,001** |
|                          |             | Statik 90°  | 4,167**        | ,001** |
|                          |             | Statik 130° | 4,271**        | ,001** |
|                          | Statik 90°  | Kontrol     | -,995*         | ,011*  |
|                          |             | Dinamik     | -4,167*        | ,001** |
|                          |             | Statik 130° | ,105           | 1,000  |
|                          | Statik 130° | Kontrol     | -1,100         | ,586   |
|                          |             | Dinamik     | -4,271**       | ,001** |
|                          |             | Statik 90°  | -,105          | 1,000  |
| 3.dk. Uzun Atlama (m)    | Kontrol     | Dinamik     | -,148**        | ,001** |
|                          |             | Statik 90°  | ,023           | ,666   |
|                          |             | Statik 130° | -,010          | 1,000  |
|                          | Dinamik     | Kontrol     | ,148**         | ,001** |
|                          |             | Statik 90°  | ,171**         | ,001** |
|                          |             | Statik 130° | ,138**         | ,001** |
|                          | Statik 90°  | Kontrol     | -,023          | ,666   |
|                          |             | Dinamik     | -,171**        | ,001** |
|                          |             | Statik 130° | -,033          | ,171   |
|                          | Statik 130° | Kontrol     | ,010           | 1,000  |
|                          |             | Dinamik     | -,138**        | ,001** |
|                          |             | Statik 90°  | ,033           | ,171   |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

Farkın 3. dk hangi ısınma protokolünden kaynaklandığı belirlemek için yapılan analizde; dikey sıçramada dinamik protokolün, kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, kontrol protokolünün ise statik 90° ile p<0,05 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur. Uzun atlamada; dinamik protokolün, kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.5.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları (Tablo 4.5'in devamı)

| Parametre             | Protokol    | Protokol      | Ortalama Farkı | p             |
|-----------------------|-------------|---------------|----------------|---------------|
| 3. dk 10 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik       | <b>,084**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | -,024          | ,492          |
|                       |             | Statik 130°   | -,039          | ,213          |
|                       | Dinamik     | Kontrol       | <b>-,084**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | <b>-,108**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | <b>-,123**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol       | ,024           | ,492          |
|                       |             | Dinamik       | <b>,108**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | -,015          | ,939          |
|                       | Statik 130° | Kontrol       | ,039           | ,213          |
|                       |             | Dinamik       | <b>,123**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | ,015           | ,939          |
| 3. dk 20 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik       | <b>,115**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | -,035          | ,679          |
|                       |             | Statik 130°   | -,057          | ,077          |
|                       | Dinamik     | Kontrol       | <b>-,115**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | <b>-,151**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | <b>-,173**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol       | ,035           | ,679          |
|                       |             | Dinamik       | <b>,151**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | -,022          | ,991          |
|                       | Statik 130° | Kontrol       | ,057           | ,077          |
|                       |             | Dinamik       | <b>,173**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | ,022           | ,991          |
| 3. dk 30 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik       | <b>,139**</b>  | <b>,039*</b>  |
|                       |             | Statik 90°    | <b>-,055**</b> | <b>,004**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | <b>-,094**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Dinamik     | Kontrol       | <b>-,139**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | <b>-,193**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | <b>-,232**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol       | <b>,055**</b>  | <b>,004**</b> |
|                       |             | Dinamik       | <b>,193**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130°   | -,039          | ,275          |
|                       | Statik 130° | Kontrol Grubu | <b>,094**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Dinamik Grubu | <b>,232**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°    | ,039           | ,275          |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

3. dk' da 10 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, 20 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, 30 m süratte ise dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur. 30 m süratte ise kontrol protokolünün statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.6.** Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 5. dk)

| Parametreler                    | Protokoller | Min.  | Mak.  | Ort.±Std. S. | F             | Par.Eta     | p             |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| <b>5. dk Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | 31,74 | 45,69 | 40,1± 4,1    | <b>33,939</b> | <b>,618</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 35,43 | 48,69 | 43,2± 3,8    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 32,26 | 46,19 | 39,7± 3,3    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 33,26 | 46,09 | 39,9± 3,5    |               |             |               |
| <b>5.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | 1,99  | 2,58  | 2,3± ,16     | <b>49,552</b> | <b>,702</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,13  | 2,68  | 2,4± ,14     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 2,00  | 2,52  | 2,2± ,13     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 2,03  | 2,54  | 2,2± ,14     |               |             |               |
| <b>5. dk 10 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 1,68  | 1,90  | 1,79± ,06    | <b>26,135</b> | <b>,554</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 1,52  | 1,83  | 1,70± ,08    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 1,68  | 1,93  | 1,81± ,06    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 1,68  | 2,01  | 1,83± ,07    |               |             |               |
| <b>5. dk 20 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 2,94  | 3,34  | 3,14± ,09    | <b>45,337</b> | <b>,683</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,84  | 3,18  | 3,02± ,09    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 3,01  | 3,43  | 3,19± ,10    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 2,97  | 3,39  | 3,18± ,11    |               |             |               |
| <b>5. dk 30 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 4,17  | 4,77  | 4,40± ,15    | <b>43,783</b> | <b>,676</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 3,87  | 4,62  | 4,26± ,16    |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 4,21  | 4,78  | 4,48± ,15    |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 3,97  | 4,81  | 4,47± ,17    |               |             |               |

\*\*p<0,01, \*p<0,05, Partial Eta Squared=Etki Büyüklüğü, F= Frekans

Sporcuların 5. dk yapmış oldukları performans testleri arasında farkın belirlenmesi için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, dikey sıçrama, uzun atlama, 10 m, 20 m ve 30 m sürat testleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır (p<0,01).

**Tablo 4.7.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroi test sonuçları

| Parametreler                    | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı  | p             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>5. dk Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | Dinamik     | <b>-3,032**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,426            | 1,000         |
|                                 |             | Statik 130° | ,184            | 1,000         |
|                                 | Dinamik     | Kontrol     | <b>3,032**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | <b>3,458**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | <b>3,216**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 | Statik 90°  | Kontrol     | -,426           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-3,458**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | -,242           | 1,000         |
|                                 | Statik 130° | Kontrol     | -,184           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-3,216**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,242            | 1,000         |
| <b>5.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | Dinamik     | <b>-,141**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,033            | ,604          |
|                                 |             | Statik 130° | ,010            | 1,000         |
|                                 | Dinamik     | Kontrol     | <b>,141**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | <b>,174**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130  | <b>,151**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 | Statik 90°  | Kontrol     | -,033           | ,604          |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-,174**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | -,022           | 1,000         |
|                                 | Statik 130° | Kontrol     | -,010           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-,151**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,022            | 1,000         |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

Farkın 5. dk hangi ısınma protokolünden kaynaklandığı belirlemek için yapılan analizde; dikey sıçramada dinamik protokolün, kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, uzun atlamada ise; dinamik protokolün, kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.7.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları (Tablo 4.7'in devamı)

| Parametre             | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı | p             |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------|---------------|
| 5. dk 10 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,098**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,019          | 1,000         |
|                       |             | Statik 130° | -,033          | ,374          |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,098**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,116**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,130**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | ,019           | 1,000         |
|                       |             | Dinamik     | <b>,116**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | -,014          | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | ,033           | ,374          |
|                       |             | Dinamik     | <b>,130**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | ,014           | 1,000         |
| 5. dk 20 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,117**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,058*</b>  | <b>,013*</b>  |
|                       |             | Statik 130° | -,041          | ,160          |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,117**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,175**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,159**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | <b>,058</b>    | <b>,013*</b>  |
|                       |             | Dinamik     | <b>,175**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | ,016           | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | ,041           | ,160          |
|                       |             | Dinamik     | <b>,159**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,016          | 1,000         |
| 5. dk 30 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,141**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,075**</b> | <b>,002**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,075*</b>  | <b>,019*</b>  |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,141**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,216**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,216**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | <b>,075**</b>  | <b>,002**</b> |
|                       |             | Dinamik     | <b>,216**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | ,000           | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | <b>,075*</b>   | <b>,019*</b>  |
|                       |             | Dinamik     | <b>,216**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,000          | 1,000         |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

5. dk' da 10, 20 ve 30 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur. 20 m süratte kontrol protokolünün; statik 90° ile p<0,05 düzeyde, 30 m süratte ise kontrol protokolünün statik 90° ile p<0,01 düzeyde, statik 130° ile p<0,05 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.8.** Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 7. dk)

| Parametreler                    | Protokoller | Min.  | Mak.  | Ort. ±Std. S. | F             | Par.Eta     | p             |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| <b>7. dk Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | 32,79 | 46,69 | 39,8± 4,2     | <b>30,304</b> | <b>,591</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 36,93 | 49,90 | 43,5± 3,4     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 32,26 | 45,33 | 39,2± 3,7     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 32,73 | 47,25 | 39,8± 4,2     |               |             |               |
| <b>7.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | 1,97  | 2,57  | 2,2± ,15      | <b>51,164</b> | <b>,709</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,12  | 2,68  | 2,4± ,12      |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 2,01  | 2,57  | 2,3± ,16      |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 2,04  | 2,54  | 2,3± ,13      |               |             |               |
| <b>7. dk 10 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 1,66  | 1,93  | 1,80± ,07     | <b>11,318</b> | <b>,350</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 1,15  | 1,84  | 1,65± ,17     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 1,75  | 1,95  | 1,83± ,06     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 1,24  | 1,89  | 1,77± ,13     |               |             |               |
| <b>7. dk 20 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 2,98  | 3,38  | 3,16± ,10     | <b>23,980</b> | <b>,533</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,84  | 3,13  | 3,02± ,08     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 3,03  | 3,39  | 3,18± ,10     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 2,99  | 3,38  | 3,17± ,10     |               |             |               |
| <b>7. dk 30 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 4,05  | 4,68  | 4,40± ,15     | <b>23,028</b> | <b>,523</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 3,96  | 4,55  | 4,28± ,13     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 4,27  | 4,81  | 4,47± ,13     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 4,08  | 4,73  | 4,43± ,17     |               |             |               |

\*\*p<0,01, \*p<0,05, Partial Eta Squared=Etki Büyüklüğü, F= Frekans

Sporcuların 7. dk yapmış oldukları performans testleri arasında farkın belirlenmesi için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, dikey sıçrama, uzun atlama, 10 m, 20 m ve 30 m sürat testleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır (p<0,01).

**Tablo 4.9.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları

| Parametreler             | Protokol      | Protokol    | Ortalama Farkı  | p             |
|--------------------------|---------------|-------------|-----------------|---------------|
| 7. dk Dikey Sıçrama (cm) | Kontrol       | Dinamik     | <b>-3,732*</b>  | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 90°  | ,579            | 1,000         |
|                          |               | Statik 130° | -,040           | 1,000         |
|                          | Dinamik       | Kontrol     | <b>3,732**</b>  | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 90°  | <b>4,311**</b>  | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 130° | <b>3,693**</b>  | <b>,001**</b> |
|                          | Statik 90°    | Kontrol     | -,579           | 1,000         |
|                          |               | Dinamik     | <b>-4,311**</b> | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 130° | -,618           | ,443          |
|                          | Statik 130°   | Kontrol     | ,040            | 1,000         |
|                          |               | Dinamik     | <b>-3,693**</b> | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 90°  | ,618            | ,443          |
| 7.dk. Uzun Atlama (m)    | Kontrol       | Dinamik     | <b>-,156**</b>  | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 90°  | -,016           | 1,000         |
|                          |               | Statik 130° | -,036           | ,149          |
|                          | Dinamik Grubu | Kontrol     | <b>,156**</b>   | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 90°  | <b>,140**</b>   | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 130° | <b>,120**</b>   | <b>,001**</b> |
|                          | Statik 90°    | Kontrol     | ,016            | 1,000         |
|                          |               | Dinamik     | <b>-,140**</b>  | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 130° | -,020           | ,638          |
|                          | Statik 130°   | Kontrol     | ,036            | ,149          |
|                          |               | Dinamik     | <b>-,120**</b>  | <b>,001**</b> |
|                          |               | Statik 90°  | ,020            | ,638          |

\*\*p<0,01 \*p<0,05

Farkın 7. dk hangi ısınma protokolünden kaynaklandığı belirlemek için yapılan analizde; dikey sıçramada dinamik protokolün, kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde, uzun atlamada ise; dinamik protokolün, kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.9.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları (Tablo 4.9'un devamı)

| Parametre             | Protokol               | Protokol    | Ortalama Farkı | p             |
|-----------------------|------------------------|-------------|----------------|---------------|
| 7. dk 10 m sürat (sn) | Kontrol                | Dinamik     | <b>,151**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | -,026          | ,695          |
|                       |                        | Statik 130° | ,030           | 1,000         |
|                       | Dinamik                | Kontrol     | <b>-,151**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | <b>-,177**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 130° | <b>-,120*</b>  | <b>,029*</b>  |
|                       | Statik 90 Derece Grubu | Kontrol     | ,026           | ,695          |
|                       |                        | Dinamik     | <b>,177**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 130° | ,057           | ,493          |
|                       | Statik 130°            | Kontrol     | -,030          | 1,000         |
|                       |                        | Dinamik     | <b>,120*</b>   | <b>,029*</b>  |
|                       |                        | Statik 90°  | -,057          | ,493          |
| 7. dk 20 m sürat (sn) | Kontrol                | Dinamik     | <b>,142**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | -,017          | 1,000         |
|                       |                        | Statik 130° | -,005          | 1,000         |
|                       | Dinamik                | Kontrol     | <b>-,142**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | <b>-,159**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 130° | <b>-,147**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°             | Kontrol     | ,017           | 1,000         |
|                       |                        | Dinamik     | <b>,159**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 130° | ,012           | 1,000         |
|                       | Statik 130°            | Kontrol     | ,005           | 1,000         |
|                       |                        | Dinamik     | <b>,147**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | -,012          | 1,000         |
| 7. dk 30 m sürat (sn) | Kontrol                | Dinamik     | <b>,125**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | -,065          | ,094          |
|                       |                        | Statik 130° | -,031          | 1,000         |
|                       | Dinamik                | Kontrol     | <b>-,125**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 90°  | <b>-,190**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 130° | <b>-,157**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°             | Kontrol     | ,065           | ,094          |
|                       |                        | Dinamik     | <b>,190**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |                        | Statik 130° | ,034           | 1,000         |
|                       | Statik 130°            | Kontrol     | ,031           | 1,000         |
|                       |                        | Dinamik     | <b>,157**</b>  | <b>,001*</b>  |
|                       |                        | Statik 90°  | -,034          | 1,000         |

\*\*p<0,01 \*p<0,05

7. dk'da 10 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,05 düzeyde, 20 ve 30 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Tablo 4.10.** Isınma protokolleri arası farkın belirlenmesi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) ( 9. dk)

| Parametreler                    | Protokoller | Min.  | Mak.  | Ort. ±Std. S. | F             | Par.Eta     | p             |
|---------------------------------|-------------|-------|-------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| <b>9. dk Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | 32,79 | 46,69 | 39,9± 3,8     | <b>17,329</b> | <b>,452</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 35,15 | 47,90 | 42,0± 3,7     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 31,74 | 45,44 | 39,4± 3,9     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 30,71 | 46,69 | 39,1± 4,0     |               |             |               |
| <b>9.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | 1,97  | 2,80  | 2,3± ,20      | <b>16,919</b> | <b>,446</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,20  | 2,86  | 2,4± ,16      |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 1,94  | 2,58  | 2,2± ,16      |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 2,01  | 2,56  | 2,3± ,15      |               |             |               |
| <b>9. dk 10 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 1,69  | 1,92  | 1,81± ,05     | <b>4,112</b>  | <b>,164</b> | <b>,022*</b>  |
|                                 | Dinamik     | 1,18  | 2,08  | 1,72± ,16     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 1,69  | 1,95  | 1,82± ,07     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 1,17  | 2,00  | 1,79± ,17     |               |             |               |
| <b>9. dk 20 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 2,95  | 3,29  | 3,15± ,08     | <b>16,124</b> | <b>,434</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 2,87  | 3,28  | 3,05± ,10     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 2,98  | 3,34  | 3,17± ,10     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 2,98  | 3,45  | 3,17± ,13     |               |             |               |
| <b>9. dk 30 m sürat (sn)</b>    | Kontrol     | 4,18  | 4,61  | 4,42± ,11     | <b>17,050</b> | <b>,448</b> | <b>,001**</b> |
|                                 | Dinamik     | 3,85  | 4,59  | 4,27± ,16     |               |             |               |
|                                 | Statik 90°  | 4,20  | 4,71  | 4,46± ,15     |               |             |               |
|                                 | Statik 130° | 4,01  | 4,88  | 4,47± ,20     |               |             |               |

\*\*p<0,01, \*p<0,05, Partial Eta Squared=Etki Büyüklüğü, F= Frekans

Sporcuların 9. dk yapmış oldukları performans testleri arasında farkın belirlenmesi için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, uzun atlama, 20 m ve 30 m sürat testleri arasında p<0,01, 10 m sürat testinde ise p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılığa rastlanmıştır.

**Tablo 4.11.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları

| Parametreler                    | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı  | p             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>9. dk Dikey Sıçrama (cm)</b> | Kontrol     | Dinamik     | <b>-2,108</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,575            | 1,000         |
|                                 |             | Statik 130° | ,820            | 1,000         |
|                                 | Dinamik     | Kontrol     | <b>2,108**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | <b>2,683**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | <b>2,927**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 | Statik 90°  | Kontrol     | -,575           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-2,683**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | ,245            | 1,000         |
|                                 | Statik 130° | Kontrol     | -,820           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-2,927**</b> | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | -,245           | 1,000         |
| <b>9.dk. Uzun Atlama (m)</b>    | Kontrol     | Dinamik     | <b>-,110**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,048            | ,386          |
|                                 |             | Statik 130° | ,020            | 1,000         |
|                                 | Dinamik     | Kontrol     | <b>,110**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | <b>,158**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | <b>,130**</b>   | <b>,001**</b> |
|                                 | Statik 90°  | Kontrol     | -,048           | ,386          |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-,158**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 130° | -,028           | ,370          |
|                                 | Statik 130° | Kontrol     | -,020           | 1,000         |
|                                 |             | Dinamik     | <b>-,130**</b>  | <b>,001**</b> |
|                                 |             | Statik 90°  | ,028            | ,370          |

\*\*p<0,01, \*p<0,05

Farkın 9. dk hangi ısınma protokolünden kaynaklandığı belirlemek için yapılan analizde; dikey sıçrama ve uzun atlamada dinamik ısınma protokolünün kontrol ile p<0,01, statik 90° ile p<0,01 ve statik 130° ile p<0,01 düzeyde anlamlı farklılığa rastlandığı belirlenmiştir.

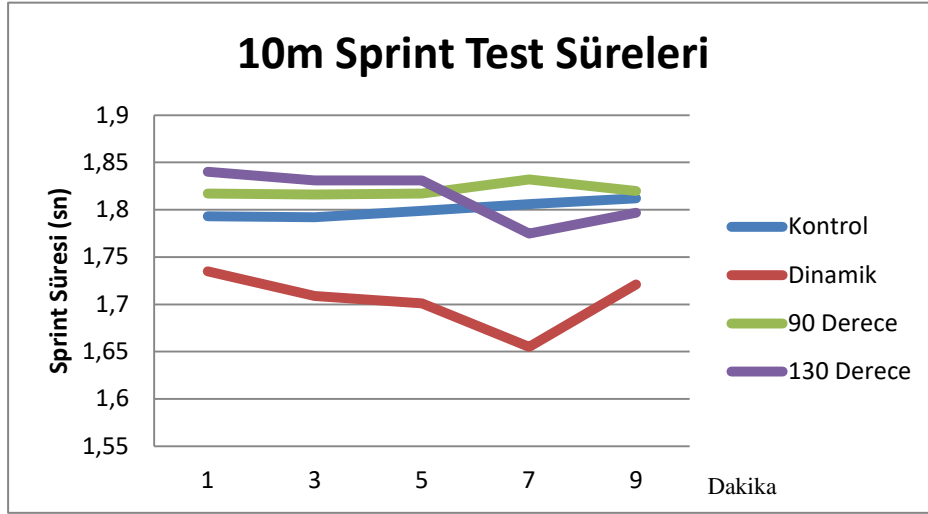
**Tablo 4.11.** Farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni test sonuçları (Tablo 4.11'in devamı)

| Parametre             | Protokol    | Protokol    | Ortalama Farkı | p             |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------|---------------|
| 9. dk 10 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | ,091           | ,118          |
|                       |             | Statik 90°  | -,008          | 1,000         |
|                       |             | Statik 130° | ,015           | 1,000         |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | -,091          | ,118          |
|                       |             | Statik 90°  | -,100          | ,085          |
|                       |             | Statik 130° | -,076          | ,156          |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | ,008           | 1,000         |
|                       |             | Dinamik     | ,100           | ,085          |
|                       |             | Statik 130° | ,023           | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | -,015          | 1,000         |
|                       |             | Dinamik     | ,076           | ,156          |
|                       |             | Statik 90°  | -,023          | 1,000         |
| 9. dk 20 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,105**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,014          | 1,000         |
|                       |             | Statik 130° | -,020          | 1,000         |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,105**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,119**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,125**</b> | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | ,014           | 1,000         |
|                       |             | Dinamik     | <b>,119**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | -,006          | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | ,020           | 1,000         |
|                       |             | Dinamik     | <b>,125**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | ,006           | 1,000         |
| 9. dk 30 m sürat (sn) | Kontrol     | Dinamik     | <b>,142**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | -,041          | ,516          |
|                       |             | Statik 130° | -,056          | ,459          |
|                       | Dinamik     | Kontrol     | <b>-,142**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | <b>-,183**</b> | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | <b>-,198*</b>  | <b>,001**</b> |
|                       | Statik 90°  | Kontrol     | ,041           | ,516          |
|                       |             | Dinamik     | <b>,183**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 130° | -,015          | 1,000         |
|                       | Statik 130° | Kontrol     | ,056           | ,459          |
|                       |             | Dinamik     | <b>,198**</b>  | <b>,001**</b> |
|                       |             | Statik 90°  | ,015           | 1,000         |

\*\* p<0,01, \* p<0,05

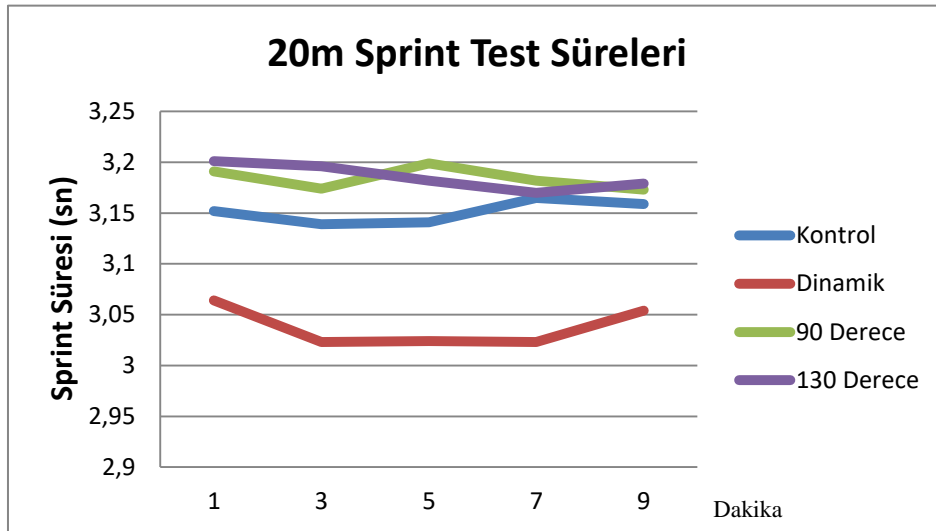
9. dk' da 10 m süratte protokoller arası herhangi bir farklılığa rastlanılmazken  $p>0,05$ , 20 ve 30 m süratte dinamik protokolün; kontrol ile  $p<0,01$ , statik 90° ile  $p<0,01$  ve statik 130° ile  $p<0,01$  düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Sporcuların 10-20-30 m sprint test süreleri, 3 ayrı grafik olarak aşağıda verilmiştir.



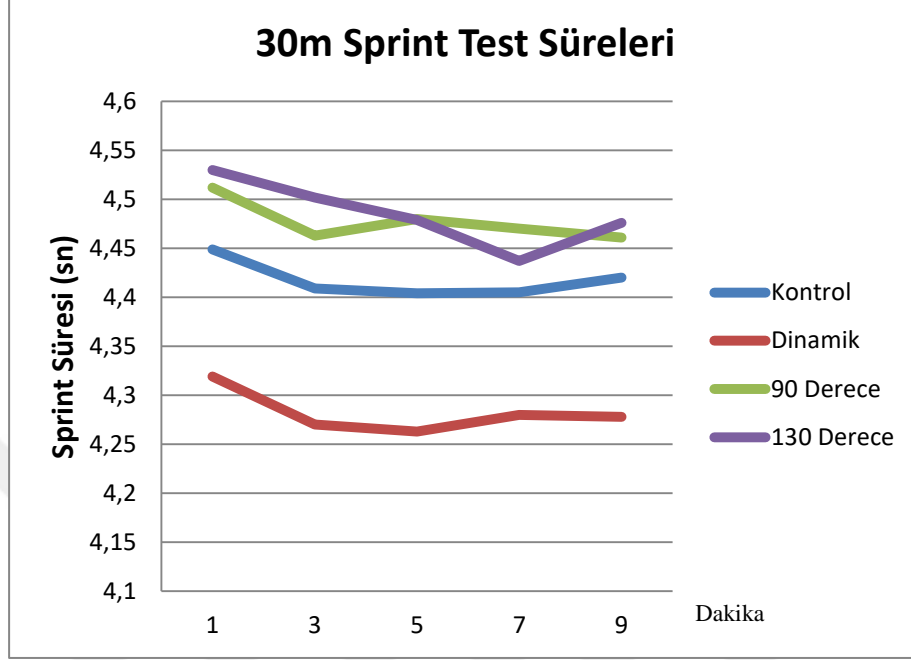
Şekil 4.3. Isınma protokollerinin 10 m sprint test sonuçları grafiği

Dinamik PAP ve Statik PAP (130° açı) protokolünde 5 ve 7. dakikalarda ki 10 m print süresinde bir azalma görülürken diğer gruplarda bu fark görülmemektedir.



Şekil 4.4. Isınma protokollerinin 20 m sprint test sonuçları grafiği

Dinamik PAP protokolünün 3. dakikada ki 20 m sprint süresinde bir azalma, 7. dakikadan sonra ise bir artış görülmektedir.



Şekil 4.5. Isınma protokollerinin 30 m sprint test sonuçları grafiği

Dinamik PAP protokolünün 3. dakikada ki 30 m sprint süresinde azalma, Statik PAP (130° aç) protokolünde ise 7. dakikada bir azalma göze çarpmaktadır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Post Aktivasyon Potansiyelin (PAP), 22 erkek futbolcuda kontrol, dinamik, 90° statik ve 130° statik açılarda yapılan ısınma protokolünün performansa olan ilişkisinin incelendiği çalışmamızda; protokoller arasındaki farkın belirlenebilmesi için yapılan Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi (Repeated Measures Anova) sonuçlarına göre 1., 3., 5., 7. dakikalarda yapılan ölçümlerin tamamında (dikey sıçrama, uzun atlama, 10m, 20m, 30m sprint zamanı) anlamlı bir farklılık ( $p<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Oluşan bu farklılığın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını belirleyebilmek amacı ile yapılan Bonferroni testi sonuçlarına göre farkın dinamik PAP protokolünden kaynaklandığı ve dinamik PAP ile kontrol, 90° statik ve 130° statik PAP protokolleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık ( $p<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. 1., 3., 5., ve 7. dakikalarda gerçekleştirilen tüm ölçümlerde dinamik protokol lehine anlamlı bir farklılık olduğu ortaya konmuştur.

Çalışmamızda 9. dakikada yapılan testlerde; dikey sıçrama, uzun atlama, 10m, 20m ve 30 m sprint zamanında değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu ( $p<0,05$ ), farkın hangi ısınma protokolünden kaynaklandığını tespit edebilmek için yapılan Bonferroni sonuçlarına göre, uzun atlama verilerinde dinamik PAP protokolü ile kontrol PAP, 90° statik PAP ve 130° statik PAP protokolleri arasında; 20m ve 30 m sprint zamanı değerlerinde dinamik PAP protokolü ile diğer tüm protokoller arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. 10m sprint zamanında ise protokoller arasında oluşan farkın grupların genel ortalamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kontrol PAP ısınma protokolünü 1. dk 10, 20, 30 m süratte; 90° statik ve 130° statik PAP protokolleri arasında anlamlı farklılığa; 3. dk dikey sıçramada 90° statik protokol ile anlamlı farklılığa; 3. dk 30 m süratte ise hem 90° statik hem de 130° statik protokolle arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p<0,05$ ).

Çıkan sonuçların değerlendirilmesinde, testlerden önce ısınma protokolünün etkisi, ön yüklenme aktivitesinde uygulanan setler, kullanılan yük miktarı ve tekrar sayıları, uygun bir ön yüklenme türü (örneğin, dinamik, statik, pliometrik) gibi parametrelerin önem arz edeceği düşünülmektedir.

Herhangi bir fiziksel aktiviteden önce, yaralanmaları (ya da sakatlanmayı) en aza indirmek ve daha iyi bir performans sergileyebilmek için ısınma yapmak gerektiği herkes tarafından bilinmektedir. Atletik performansı maksimuma çıkartmak için etkili bir ısınmanın, 10 dakikalık aerobik bir egzersiz (makVO<sub>2</sub>'nin yaklaşık %60'na tekabül eden), dinamik germe (stretching) ile branşa uygun becerileri (hareketleri) tekrar etmeyi içermesi gerektiği savunulur. Aerobik egzersiz; kas sıcaklığında bir artışa, kan damarlarının vazodilatasyonuna yol açar, böylece egzersiz için çalışan kaslara kan akışını artırır. Dinamik germe ise; çalışan kasların daha fazla oksijen (O<sub>2</sub>) kullanımına izin verdiği, sporcuların eklem hareket genişliğini arttırdığı ve termoregülasyonun verimliliğini geliştiren kan pH seviyesini arttırdığı bilinmektedir. Son olarak da branşa uygun becerileri (hareketleri) tekrar etmek; sporcuların nöromüsküler sistemin hazır hale gelmesini sağlayacaktır. Optimum bir ısınma, yorgunluğun olumsuz etkilerini dağıtmak için kısa bir dinlenme aralığı gerekir<sup>96</sup>.

PAP araştırmalarına konu olan bir diğer parametre ise set sayısı olmuştur. Çalışmalarda sadece tek set üzerinden bir ön yüklenme aktivitesi<sup>169,119,26,68</sup> uygulanırken, birden fazla set içeren ön yüklenme aktivitesi örneklerine de rastlamak mümkündür<sup>112,16,141,63</sup>. **Batista ve arkadaşları**, bir ön yüklenme aktivitesinde birden çok set kullanılmasıyla, daha büyük bir PAP etkisine izin veren bir “merdiven etkisi”nin (staircase effect) meydana geldiğini öne sürerken<sup>154</sup>, **Wilson ve arkadaşları** rekreasyonel olarak antrenmanlı kişiler için ön yüklenme aktivitesinin sadece bir set olmasını önermiştir<sup>83</sup>.

Bir ön yüklenmenin şiddeti ya da ağırlığı (yükü) ve de tekrar sayıları yapılan araştırmalarda farklılık göstermektedir. Ağır dinamik ön yüklenme aktiviteleri için çalışmalarda, sonraki performansı güçlendirmek için aşağıdaki setler, tekrarlar ve yük planları kullanılmıştır;

- ✓ (yaklaşık) 3 MT yük ile üç tekrar<sup>119, 143,141</sup>,
- ✓ 5MT yükte beş tekrar<sup>169,112,142</sup>,
- ✓ 5MT yükün dört tekrarı<sup>63,170</sup>,
- ✓ 1MT'nin% 65'inde altı tekrar<sup>171</sup>,
- ✓ Artan yüklere sahip 2 tekrardan oluşan 5 set<sup>16</sup>.

Yukarıdaki çalışmaların göstermiş olduğu farklılıklardan dolayı, potansiyasyon yoluyla performansı en üst düzeye çıkarmak için en iyi tekrar ve yük protokolünün hangisi olduğu konusunda net bir görüş birliğinin olmadığı anlaşılmaktadır. Fakat **Wilson ve**

**arkadaşlarının** yapmış olduğu meta-analiz çalışmasında, ağır dinamik ön yüklenme aktiviteleri için, optimum şiddetin katılımcının 1MT'sinin % 60 ila % 85'i arasında olması gerektiği sonucuna varılmıştır<sup>83</sup>.

**Petisco ve arkadaşları**, farklı ön yüklenme şiddetlerinde ki PAP'ın, profesyonel genç erkek futbolcular üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada yaş ortalamaları  $21.6 \pm 3.2$  yıl olan 10 futbolcuya kontrol ısınma protokolü ile deneysel PAP ısınma protokolü uygulamışlardır. Deneysel PAP ısınma grubuna 1 MT'nin %60' ile 10 tekrar, %80 ile 5 tekrar ve %100 ile 1 tekrar half squat yaptırmışlardır. Yapılan performans ölçümleri sonucunda deneysel PAP ısınma grubunun %80 (1MT) sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; baskın ve baskın olmayan bacak ile üçlü (öne) sıçrama testi, yön değiştirme testi, yön değiştirmeli tekrarlı sprint testlerinde anlamlı farklılığa rastlanmıştır. Ayrıca 1 MT'nin %80 ile yapılan üçlü (öne) sıçrama testi, squat jump, dikey sıçrama, yön değiştirme testi ve yön değiştirmeli tekrarlı sprint test sonuçları 1 MT'nin % 60-100 ile yapılan test sonuçlarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir<sup>19</sup>.

**Sharma ve arkadaşları**, üniversiteli futbolcularda ağır direnç egzersizine karşı pliometrik akut sürelerinin ardından post aktivasyon potansiyeli konulu çalışmada yaş ortalaması  $18.57 \pm 0.94$  yıl olan 14 futbolcuyu pliometrik (n=7) ve ağır direnç egzersiz (n=7) grubuna ayırmış; pliometrik gruba 40 sıçramadan oluşan, direnç egzersiz grubuna ise 1 MT'nin %90 ile 10 tekrar half squat ön yüklenme aktivitesi yaptırmıştır. Ön yüklenme aktivitelerinden sonra 1. ve 10. dakikalarda kan laktat seviyeleri, dikey sıçrama ve 20 m sprint testleri uygulanmış; pliometrik grubun direnç grubuna göre dikey sıçrama yüksekliğinde 1. dk sonunda (p=0.004) ve 10 dk sonunda (p=0.001) anlamlı farklılığa rastlanmıştır. 20 m sprint testinde ise 1. dk sonunda iki grup arasında bir fark görülmezken (p=0.155), 10. dk'da pliometrik grupta p=0.003 düzeyde anlamlı farklılığa rastlanılmıştır<sup>172</sup>.

**Low ve arkadaşlarının** genç sporcularda ağır direnç egzersizinin tekrarlanan sprint performansı üzerine etkisi konulu çalışmasında yaş ortalaması  $17.05 \pm 0.65$  yıl olan 16 futbolcuya, ısınma protokolünden sonra tekrarlı sprint (6×35 m) testini ve ön yüklenme aktivitesinden (1 MT %91 ile 3 tekrar squat) sonra tekrarlı sprint (6×35 m) testini uygulamışlar, sprint sürelerini ve total sprint süresini karşılaştırmışlardır. Squat uygulayan grup ile ısınma grubunun total süreleri karşılaştırıldığında p=0.01 düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca squat uygulayan grubun 1. sprint zamanı

ile ısınma grubunun 1. sprint zamanı arasında  $p=0.05$  düzeyinde; 2. sprintlerde ise squat grubu ile ısınma grubu arasında  $p=0.02$  düzeyinde anlamlı farklılığa rastlanmıştır<sup>68</sup>.

**Requena ve arkadaşları**, yaş ortalamaları  $20.0\pm 3.6$  yıl olan 14 futbolcu üzerinde post aktivasyon potansiyelinin diz ekstansör kasları, sprint ve dikey sıçrama performansları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada 15m sprint süresiyle dikey sıçrama yüksekliği ( $r = -0.63$ ) ve squat sıçrama yüksek ( $r=-0.57$ ) arasında anlamlı negatif bir korelasyon olduğu sonucuna ulaşmışlardır<sup>173</sup>.

**McBride ve arkadaşları**, yaş ortalaması  $20,8\pm 1$  yıl olan 15 adet 3. Lig futbolcusuna, hazırlanmış oldukları kontrol, squat (1MT %90 3 tekrar) ve yük ile dikey sıçrama (1MT %30 3 tekrar) protokollerini farklı günlerde uygulamışlardır. Farklı ısınma protokollerinden sonra yapılan 40 m sprint test sonucunda ise squat potokolü ( $5,30\pm 0,34$  sn) ile kontrol protokolü ( $5,35\pm 0,32$  sn) arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p<0,018$ ). Aralarda alınan 10 ve 30 m sprint sürelerinde ise gruplar arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır<sup>26</sup>.

**Rahimi**'nin 12 futbolcu üzerinde yapmış olduğu çalışmada 4 farklı ısınma protokolü uygulamış ve her protokolü 4 tekrar 2 setten (1 MT) oluşturmuştur. Isınma protokollerinde yapılan squat; düşük yük (1MT %60), orta yük (1MT %70) ve ağır yükten (1MT % 85) oluşmakta ve ayrıca kontrol ısınma protokolü de bulunmaktadır. 4 dakikalık dinlenme süresinden sonra 40 m sprint testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında koşu hızının, düşük yük (-1.09%), orta yük (-1.77%), ve ağır yük (-2.98%) squattan sonra anlamlı bir farklılığa rastlandığı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ayrıca ağır yük ile (1 MT %85) yapılan squat grubunun sonuçları düşük yük (1MT %60) ile yapılan grubun sonuçlarından iyi olduğu ve aralarında anlamlı farklılığa rastlandığı görülmüştür ( $p<0,05$ )<sup>63</sup>.

Çalışma sonuçlarına baktığımızda dinamik PAP grubu futbolcularının uzun atlama, dikey sıçrama ve 30 m sürat test sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği ve çalışma sonuçlarını desteklediği düşünülebilir. Birkaç nöro-mekanik kısa süreli adaptasyonlar (örneğin artan kas tendon katılığı gibi), futbolcuların benzer antrenman içerikleri, ön yüklenme aktivitesinde kullanılan yük miktarı ve şiddetlerinin benzerlik göstermesi dinamik PAP grubunda çıkan anlamlı farklılığı destekler niteliktedir. Çalışmalarda 10-15-30 m sürat testlerinin kullanılmasının sebebi ise bir futbol müsabakasında her sprintin yaklaşık 2-3 saniye sürmesinden kaynaklanmaktadır. Dikey sıçrama yüksekliği

ve sürat testleri arasında anlamlı negatif bir korelasyon olması da sporcuların diz ekstensör, kalça ekstensör ve plantar fleksiyon kaslarının kuvvet (güç) üretebilme yeteneğine bağlı olduğu ve ön yüklenme aktivitesinin de bu durumu olumlu etkilediğinden kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca PAP etkisinin yorgunluk ve nöromüsküler arasındaki bir dengeye bağlı olduğu, kullanılan yük miktarı ile şiddetin etkili olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte kas kasılma özelliklerini arttıran mekanizmanın, yani miyozin düzenleyici hafif zincir fosforilasyon veya aktif motor ünitelerini arttıran uyarılma seviyeleriyle ilişkili olduğu da düşünülebilir.

Ön yüklenme aktivitesi (squat) ile yapılan PAP çalışmaları, takım sporlarında (ragbi, voleybol, futbol) var olduğu gibi bireysel spor dallarında da uygulanmaktadır.

### ***Sürat ile ilgili olan çalışmalar;***

**Chatzopoulos ve arkadaşları**, PAP'ın yüksek direnç egzersizinden sonra koşu hızına etkisi konulu çalışmasında, amatör takım (basketbol, hentbol, voleybol ve futbol) oyuncularından oluşan ve yaş ortalamaları  $22\pm 2$  yıl olan 15 sporcuya 1MT % 90 ile 10 tekrarlı half squat yaptırmışlardır. Ardından 3. ve 5. dakikalardaki 30 m koşu hızını incelemişlerdir. 3. dakikadan sonraki koşu hızında farklılığa rastlanmazken, 5. dakikadan sonra ki koşu hızında hem 10 m hem de 30 m koşu hızında anlamlı farklılığa rastlamışlardır ( $p<0,05$ )<sup>111</sup>.

**Okuno ve arkadaşları**, 12 erkek hentbol oyuncusu ( yaş ort =  $18.7\pm 1.7$  yıl) için 3 farklı ısınma protokolü hazırlamıştır. Isınma protokollerinde bulunan ön yüklenme aktivitesi (squat) 1 set 5 tekrar 1MT %50, 1 set 3 tekrar 1MT %70 ve 5 set 1 tekrardan 1MT %90 (setler arası dinlenme 2 dk) oluşmaktadır. Çalışmada kontrol ısınma protokolü de almaktadır. Ön yüklenme aktivitesinin ardından 5 dk dinlenme verilmiş ve ardından tekrarlı sprint testi uygulanmıştır. Ön yüklenme aktivitesi sonucunda en iyi sprint süresinin ( $5.74\pm 0.16$  sn) ve ortalama sprint süresinin ( $5.99\pm 0.19$  sn), kontrol grubunun en iyi sprint süresinden ( $5.82\pm 0.15$  sn) ve ortalama sprint süresinden ( $6.06\pm 0.18$  sn) daha iyi olduğu ve anlamlı bir fark çıktığı görülmüştür ( $p<0,01$ )<sup>174</sup>.

**Evetovich ve arkadaşları**, PAP'ın atletik performansa olan etkisini inceledikleri çalışmaya 2. ligde futbol oynayan 7 erkek (yaş ort  $20,4\pm 1,6$  yıl) katılmıştır. Sporculara farklı günlerde farklı ısınma protokolleri uygulanmıştır. Kontrol ısınma protokolü; 5 dk ısınma, 5 dk dinlenme ve ardından 36.6 m sprint testinden oluşurken, paralel back squat

ısınma protokolü 1 (bir); 5 dk ısınma, 5 dk dinlenme ve ardından 36.6 m sprint testi; paralel back squat ısınma protokolü 2 (iki); ikinci bir 5 dk dinlenme, 8 tekrar squat 1MT %50, 2 dk dinlenme, 3MT squat, 8 dk dinlenme ve ardından 36.6 m sprint testinden oluşmaktadır. Paralel back squat 2 protokolünün sprint süresi ( $4,60\pm 0,1$  sn) paralel back squat 1 protokolünün sprint süresinden ( $4,65\pm 0,1$  sn) daha düşük çıkararak anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır ( $p<0,05$ )<sup>29</sup>.

**Sanchez-Sanchez ve arkadaşları**, farklı PAP ısınma protokollerinin, futbolcularda tekrarlı sprint yeteneği üzerine etkisini inceledikleri çalışmada 8 ulusal (yaş ort  $20.7 \pm 1.4$  yıl) ve 8 bölgesel lig (yaş ort  $20.8 \pm 1.0$  yıl) futbolcusuna, 1MT %60 ile yüksek bir hızda (1 m/s) squat ile 1MT % 90 ile orta bir hareket hızıyla (0.5 m/s) squat yaptırmışlardır. Squattan sonra 5 dk pasif dinlenme ve ardından tekrarlı sprint testini uygulamışlardır. Tekrarlı sprint performansında ki anlamlı bir gelişim %90 şiddetinde yapılan (0.5 m/s) squat protokolünde gözlemlenmiştir. Ayrıca ulusal ve bölgesel oyuncuların tekrarlı sprint performansı karşılaştırıldığında, ulusal oyuncuların %90 PAP protokolünden (0.5 m/s) sonra daha büyük bir performans sergiledikleri görülmüştür<sup>69</sup>.

**Yetter ve Moir**, back squat ve front squatın 40 m sprintteki hıza akut etkisini inceledikleri çalışmada yaş ortalamaları  $22.3\pm 0.8$  yıl olan 10 antrenmanlı erkek sporcuya back squat, front squat ve kontrol ısınma protokolleri uygulamışlardır. Back squat protokolünde; 5 dk ısınma, 4 dk dinlenme, 5 tekrar squat 1MT %30, 4 tekrar 1MT %50, 3 tekrar %70 1MT (dinlenme 2 dk), 4 dk dinlenmenin ardından  $3\times 40$  m sprint koşusu (sprint arası dinlenme 3 dk) yaptırmışlardır. Front squat protokolünde; 5 dk ısınma, 4 dk dinlenme, 5 tekrar front squat 1MT %30, 4 tekrar 1MT %50, 3 tekrar %70 1MT (dinlenme 2 dk), 4 dk dinlenmenin ardından  $3\times 40$  m sprint koşusu (sprint arası dinlenme 3 dk) yaptırmışlardır. Kontrol ısınma protokolüne ise; 5 dk ısınma, 4 dk dinlenmenin ardından  $3\times 40$  m sprint koşusu yaptırılmıştır. Back squat protokolünün 10-20 m arasında ki hızı, kontrol protokolüne göre anlamlı bir artış (ortalama fark,  $0.12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p = 0.001$ ); 30-40 m de ise hem front squat (ort fark  $0.24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p=0.034$ ) hem de kontrol protokolüne göre (ortalama fark,  $0.18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $p=0.021$ ) önemli bir artış sağlamıştır<sup>175</sup>.

Yukarıda belirtilen literatürler de squat ile yapılan (10-20-30-40 m) sprint çalışmalarıyla dinamik PAP grubu çalışma sonuçlarımızın benzerlik gösterdiği ve çalışmamızı desteklediği yönündedir. Kalça ekstansör kaslarının koşu hızında önemli olduğu

bilinmektedir. PAP yoluyla kas kuvvetinde bir artış meydana gelmesiyle birlikte, kas katılığında bir artışa neden olduğu düşünülebilir ki bu da ön yüklenme aktivitesinin hacmi ile ilgilidir. Maksimal hızı geliştirmek için PAP'ın etkisini ortaya koyarken ağır direnç egzersizindeki hacmin kullanılan yükten daha önemli olduğu, performans geliştirmede söz sahibi araştırmacılar tarafından savunulmaktadır. Ön yüklenme aktivitesinde squat ile yapılan (10-20-30-40 m) sprint çalışmalarındaki gelişmelerin dikey bir uyarı sonucunda olduğu da düşünülebilir. Bu düşünceyi destekleyen çalışma ise, maksimal sprint hızı daha büyük dikey uyarılar tarafından geliştirilebileceği sonucuna varmıştır<sup>176</sup>. Squat egzersizi sırasında ki uyarımın sonucu olarak alt ekstremite ekstensör kaslarının potansiyel (güçlendirici) etkisinin başlaması (indüklenmesi) olası bir açıklama olarak görülebilir. Dikey kuvvet üretimi maksimum sprint için gereklidir çünkü dikey kuvvet üretimi adımların frekansını ve uzunluğunu destekler. Ayrıca, zemin reaksiyon kuvvetinin yatay bileşeni hızlanma sırasında daha belirgin olmasına rağmen, hızlanma sırasında adım kinematığının artırılması ve havalanma safhası için dikey kuvvet gerekmektedir. Bu nedenle yüksek dikey yer reaksiyon kuvvetinin üretilmesini gerektiren yük ile yapılan squat gibi bir egzersiz, hem hızlanmayı hem de maksimum hızı güçlendirmek için kullanılır.

#### ***Dikey sıçrama ile ilgili olan çalışmalar;***

**Boullosa ve arkadaşları**, farklı squat setleriyle dikey sıçrama potansiyeli üzerine yapmış oldukları akut çalışmaya, en az altı aylık direnç antrenman geçmişine sahip 12 erkek (yaş ort 25.5±4.9 yıl) katılmıştır. Sporculara 1 set 5 tekrar 5MT %50 squat ve ardından 2 CMJ yaptırılmış en iyi derece ise referans alınmıştır. 3 dakikalık dinlenmeden sonra; birinci ısınma protokolünde; 5 MT'dan 1 set squat ve ardından sırasıyla 15. saniye, 1-3-6-9 ve 12. dakikalarda CMJ yaptırılmıştır. İkinci protokolde ise; aralarda 30 saniye dinlenme olacak şekilde 5 MT squat ve ardından sırasıyla 15. saniye, 1-3-6-9 ve 12. dakikalarda CMJ yaptırılmıştır. Her iki grupta da 9. dakikadan sonraki CMJ yüksekliğinde artış meydana geldiği görülmüştür<sup>169</sup>.

**Crewther ve arkadaşları**, 9 erkek ragbi ( yaş ort 20.1±0.9 yıl) oyuncusu üzerinde, squatın atletik performans üzerine akut potansiyel etkisini inceledikleri çalışmada, ısınma ve ardından 4. dakikada CMJ ve 2 dakika sonra tekrar CMJ yaptırmışlardır. Daha sonra 1 set 3 MT ile squat yaptırarak 15. saniye, 4-8-12 ve 16. dakikalarda tekrar CMJ testini uygulamışlardır. 3MT squatın CMJ test yüksekliğinde 4. dakika

( $3.9 \pm 1.9\%$ ), 8. dakika ( $3.5 \pm 1.5\%$ ) ve 12. dakika ( $3.0 \pm 1.4\%$ ) önemli bir artış sağladığı görülmüştür ( $p < 0,001$ )<sup>177</sup>.

**Kilduff ve arkadaşları**, 23 profesyonel ragbi (yaş ort  $24.0 \pm 3.4$  yıl) oyuncusu üzerinde yapmış olduğu PAP çalışmasında 1 set 3MT squat uygulamışlardır. Ardından 15. sn, 4-8-12-16 ve 20. dakikalarda yapmış oldukları CMJ testi sonucunda 8 ve 12. dakikalarda dikey sıçrama yüksekliğinde anlamlı farklılığa rastlamışlardır<sup>143</sup>.

**Lowery ve arkadaşları**, farklı dinlenme periyotları altında PAP'ın dikey sıçrama performansı ve gücü üzerine yapmış oldukları çalışmaya, en az üç yıl direnç antrenmanı yapmış olan 13 erkek (yaş ort  $21 \pm 3$  yıl) katılmıştır. Isınma protokoleri, düşük şiddet; 1 MT %56'sının %50'sine tekabül eden ağırlık ile 10 tekrar squat ve ardından 0-2-4-8 ve 12. dakikalarda 3 tane dikey sıçrama, orta şiddet; 1 MT %70'nin %50'sine tekabül eden ağırlık ile 8 tekrar squat ve ardından 0-2-4-8 ve 12. dakikalarda 3 tane dikey sıçrama, yüksek şiddet; 1 MT %93'nün %50'sine tekabül eden ağırlık ile 6 tekrar squat ve ardından 0-2-4-8 ve 12. dakikalarda 3 tane dikey sıçramadan oluşmaktadır. Orta şiddette yaptırılan ön yüklenme aktivitesinden sonra 4. dakikadaki dikey sıçrama yüksekliğinde; yüksek şiddette ise 4. ve 8. dakikalarda dikey sıçrama yüksekliklerinde anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p < 0,05$ )<sup>178</sup>.

**McCann ve Flanagan**, egzersiz seçimi ve dinlenme aralıklarının PAP performansına etkisini inceledikleri çalışmaya 8 erkek (yaş ort  $20.86 \pm 1.77$  yıl), 8 kadın (yaş ort  $19.14 \pm 0.38$  yıl) toplam 16 birinci lig voleybol oyuncusu katılmıştır. Farklı günlerde uygulanan ısınma protokolleri; 5 tekrar 5MT ile squat ardından 4 dk dinlenme ve dikey sıçrama; 5 tekrar 5MT ile squat ardından 5 dk dinlenme ve dikey sıçrama; 5 tekrar 5MT ile hang clean (koparma) ardından 4 dk dinlenme ve dikey sıçrama; son olarak da 5 tekrar 5MT ile hang clean (koparma) ardından 5 dk dinlenme ve dikey sıçramadan oluşmuştur. Dikey sıçrama yüksekliğinde 4. dakika dinlenmede önemli bir fark (önce  $52.84 \pm 12.80$  cm, sonra  $53.98 \pm 11.63$  cm,  $p = 0.016$ ) olduğu fakat 5. dakikada farka rastlanmadığı ( $p = 0.117$ ) görülmüştür<sup>179</sup>.

**Çilli ve arkadaşları**, dirençli bir dinamik ısınma protokolünün sıçrama performansı üzerine akut etkisini inceledikleri çalışmada 19 basketbol, 16 voleybol toplam 35 erkek (yaş ort  $23.4 \pm 1.4$  yıl) sporcuya vücut ağırlıklarının 2%, 4%, 6%, 8%, 10% ile 7 farklı ön yüklenme aktivitesi yaptırmışlardır. Ön yüklenme aktivitesinden sonra CMJ ve squat jump performanslarını değerlendirmişlerdir. Tüm vücut ağırlığı yüzdeleri ile uygulanan

dirençli dinamik ısınma protokollerinden sonra atlama yüksekliği değerlerinin anlamlı şekilde arttığı sonucuna varılmıştır ( $p<0.05$ ). %10 vücut ağırlığı ile yapılan protokolden sonra CMJ sıçrama yüksekliği %6 ve %8'den daha yüksek olduğu bulunmuştur<sup>180</sup>.

**Kilduff ve arkadaşları**, profesyonel ragbi oyuncularında dinlenme süresinin PAP üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, yaş ortalaması  $25.4\pm 4.8$  yıl olan 20 ragbi oyuncusuna 3 tekrar 3 set (1MT %87) squat yaptırmışlardır. Ön yüklenme aktivitesinden sonra 15. saniye, 4-8-12-16-20 ve 24. dakikalarda CMJ gerçekleştirmişlerdir. CMJ'ta maksimum sıçrama yüksekliği başlangıçta ölçülen değer ile karşılaştırıldığında, 8. dakikada en yüksek değere ulaştığı sonucuna varılmıştır (34,3 cm; 36,0 cm,  $p<0,01$ )<sup>81</sup>.

**Evetovich ve arkadaşları**, PAP'ın, üniversiteli erkek ve kadın sporcularda üst ve alt ekstremitte atletik performansa olan etkisini inceledikleri çalışmada 12 erkek (yaş ort  $20.2\pm 2.0$  yıl) 8 kadın (yaş ort  $20.1\pm 1.0$  yıl) sporcuya paralel back squattan sonra dikey ve horizontal (yatay) sıçrama yaptırmışlardır. Protokoller; dikey sıçrama için; 5-7 dk ısınma, 2 dikey sıçrama, 2. dikey sıçramadan sonra 1 dk dinlenme, 3 tekrar squat 1MT %85, 8 dk dinlenme ve 2 dikey sıçrama; horizontal sıçrama için; 5-7 dk ısınma, 2 horizontal sıçrama, 2. horizontal sıçramadan sonra 1 dk dinlenme, 3 tekrar squat 1MT %85, 8 dk dinlenme ve 2 horizontal sıçramadan oluşmaktadır. Dikey sıçrama (ön= $61.9\pm 12.3$  cm; son= $63.6\pm 11.6$  cm) ve horizontal sıçrama da (ön= $93.7\pm 11.0$  cm; son= $95.9\pm 11.5$  cm) anlamlı farklılığa rastlanmıştır ( $p<0.05$ )<sup>29</sup>.

Literatür taramasından elde edilen sonuçlar dinamik ısınmanın CMJ sonuçlarını destekler niteliktedir. Bulgularla ilişkili olarak fibril tip dağılımının önemli olduğu, kas kuvveti ve tip II kas fibrilinin yüzdesi arasındaki doğrusal pozitif ilişki doğrultusunda; tip II kas fibrili bir ön yüklenme aktivitesini takiben düzenleyici hafif zincir fosforilasyonunda daha büyük artış göstermektedir. Ayrıca, tip II kas liflerinin daha yüksek bir yüzdesine sahip olan sporcuların, bir ön yüklenme aktivitesinden sonra azalmış ileti bozukluğunu aktive edilebilecek daha yüksek motor ünite sayısına sahip olmaları dikey sıçramayı pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca dinamik kasılmalar, eklem açısı ve hareket genişliği boyunca, hareket için odaklanmış olan motor ünitenin özel bir bölümünü devreye sokabilir. Ek olarak, dinamik kasılmalarda yer alan eksantrik hareket, kas iğciklerinden dolayı daha büyük bir afferent sistemin devreye girmesi ile sonuçlanır. Sonuç olarak, izometrik ve dinamik kasılmalar için a-motonöron aktivasyon

yanıtları farklı olur bu da performansta bir artış sağlar. Ayrıca, eksantrik bir kasılma sırasında kaslarda depolanan elastik gerilme enerjisinin (uzama-kısalma döngüsü=stretch-shortening cycle) kullanılması, dinamik hareketlerin genel performansına önemli bir katkı sağlar.

### ***İzometrik ve açılar ile yapılan çalışmalar;***

**Batista ve arkadaşlarının**, kuvvet antrenman geçmişinin PAP üzerine etkisini inceledikleri çalışmaya, 8 atlet (yaş ort 22.0±4.5 yıl), 7 vücut geliştirme sporcusu (yaş ort 24.1±2.5 yıl) ve 8 fiziksel aktivite yapan (yaş ort 23.7±3.7 yıl) toplam 23 erkek katılmıştır. Isınma protokolü olarak; 5 saniye süre ile 1 maksimum izometrik kasılma (leg press), 4 dk dinlenme ve ardından CMJ testi, ikinci protokol ise 5 saniye süre ile 3 tekrar (tekrarlar arası dinlenme 3 dk) maksimum izometrik kasılma (leg press), 4 dk dinlenme ve ardından CMJ testi uygulamışlardır. Yapılan ön yüklenmelerden sonra CMJ yüksekliğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0,05$ )<sup>181</sup>.

**Boyd ve arkadaşları**, izometrik ve dinamik squattan sonra akut CMJ etkisini karşılaştırdıkları çalışmada 10 kuvvet antrenmanı yapan erkeğe (yaş ort 28.5±4.2 yıl), iki farklı protokol uygulamışlardır. İzometrik ve dinamikten squat ısınma protokollerinden sonra 2-5-8 ve 11. dakikalarda CMJ testi uygulanmış ve grupların CMJ değişkenlerinde herhangi bir değişikliğin olmadığı sonucuna rastlamışlardır ( $p>0,05$ )<sup>182</sup>.

**French ve arkadaşları**, izometrik kas hareketlerini takiben dinamik egzersiz performansında ki değişiklikleri inceleyen çalışmaya, 10 erkek 4 kadın toplamda 14 sporcu (yaş ort 23±5.7 yıl) katılmıştır. Isınma olarak, kontrol ısınma protokolü, 3 saniye 3 tekrar maksimal izometrik diz ekstansiyon protokolü ve 5 saniye 3 tekrardan (tekrar arası dinlenme 3 dk) oluşan maksimal izometrik diz ekstansiyon protokolü uygulamışlardır. İzometrik diz ekstansiyonu protokolü 90° açıda Cybex Norm izokinetik dinamometre ile ölçülmüştür. Ön yüklenme aktivitelerinden sonra drop jump, CMJ, 5 saniye bisiklet sprint ve izokinetik diz ekstansiyon testlerini uygulamışlardır. Kontrol ısınma protokolünün CMJ ve bisiklet sprint testinde anlamlı bir farklılığa rastlanmadığı, 5 saniyelik yapılan izometrik kasılma sonucunda da drop jump yüksekliğinde de anlamlı bir sonuca rastlanmadığı belirlenmiştir ( $p>0,05$ )<sup>72</sup>.

**Robbins ve Docherty**, en az bir yıl squat egzersiz geçmişi olan 16 erkek sporcuya (yaş ort 23.1±2.7 yıl), 7 sn 3 tekrar maksimal izometrik squat yaptırmışlar ve ardından 4 dakikalık dinlenme sonunda CMJ testini uygulamışlardır. Kontrol grubuna ise; ısınma ve CMJ testi uygulanmıştır ve iki grup arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0,05$ )<sup>157</sup>.

**El Hage ve arkadaşları**, yüksek ağırlıktaki squatın dikey sıçrama performansına akut etkisini inceledikleri çalışmaya 17 erkek (yaş ort 22.08±4.5 yıl) katılmıştır. Farklı günlerde, konsantrik ve izometrik ısınma protokolü uygulamışlardır. Konsantrik protokol; 3 tekrar 1 MT %85 ile squat yaptıktan hemen sonra (0. dk), 2. ve 4. dakikalarda CMJ'tan oluşurken, izometrik protokol; 90° diz açısında 1 MT %100 ile 5 saniye 1 tekrardan oluşan squattan hemen sonra (0. dk), 2. ve 4. dakikalarda CMJ'tan oluşmaktadır. Her iki grupta da 0-2. ve 4. dakikalarda yapılan CMJ sıçrama yüksekliğinde bir azalma görülmüştür<sup>183</sup>.

**Till ve Cook**, PAP'ın erkek futbolcularda sprint ve sıçrama performansına etkisini inceledikleri çalışmaya 12 erkek (yaş ort 18.3±0.72 yıl) katılmıştır. Farklı günlerde, kontrol, dinamik (deadlift), pliometrik ve izometrik ısınma protokollerini uygulamışlardır. Kontrolde; ısınmanın ardında 4 dk dinlenme, 4-5-6. dakikalarda 10-20 m sprint, 7-8-9. dakikalarda ise dikey sıçrama, dinamikte; ısınmanın ardında 5 tekrar 5 MT deadlift 4 dk dinlenme, 4-5-6. dakikalarda 10-20 m sprint, 7-8-9. dakikalarda ise dikey sıçrama, pliometrikte; ısınmanın ardından 5 adet maksimum çift bacak sıçrama 4 dk dinlenme, 4-5-6. dakikalarda 10-20 m sprint, 7-8-9. dakikalarda ise dikey sıçrama, izometrikte ise; ısınmadan sonra diz Cybex 6000 cihazında 90° açıda olacak şekilde 3 saniyelik 3 tekrar (tekrarlar arası dinlenme 15 saniye) ardından 4 dk dinlenme, 4-5-6. dakikalarda 10-20 m sprint, 7-8-9. dakikalarda ise dikey sıçrama gerçekleştirilmiştir. Protokoller arasında herhangi bir farklılığa rastlanılmazken, izometrik protokolden sonra dikey sıçrama performansında azalma görülmüştür<sup>70</sup>.

Farklı kasılma tipleri, nöromusküler yorgunluk üzerine farklı etkilere sahiptir. **Babault ve arkadaşları** yapmış olduğu çalışmada dinamik kasılma yorgunluk protokolü ile izometrik kasılma yorgunluk protokollerini değerlendirmiş, dinamik protokol sırasında erken yorgunluğun kökeninin periferal olduğu, dinamik yorgunluk protokolünün sonuna doğru merkezi yorgunluğun geliştiği, fakat izometrik protokol de ise tam tersi, önce merkezi sonra periferik yorgunluğun olduğu sonucuna varmışlardır. İzometrik ve

dinamik arasında ki yorgunluk gelişim farkının kas metaboliti ile ilişkili olabileceği (küçük çaplı III ve IV afferent nöral lif gruplarını aktive etmesi ve / veya duyarlı hale getirmesi) düşünülebilir. Bu da a-motonöron aktivasyonunu inhibe ederek (engellemek) ve / veya motonöron ateşleme oranını azaltarak merkezi yorgunluğa neden olur. Dinamik kasılmaların aralıklı doğası kan akışını destekleyebilir ve daha sonra metabolik yan ürünlerin uzaklaştırılmasına yardımcı olabilir. Buna göre, metabolit birikimi izometrik kasılmalar sırasında daha büyük olur ve bu da merkezi yorgunluğun artmasına neden olur<sup>184</sup>. **Karelis ve arkadaşları**, laktat birikiminin periferik yorgunluğu hafiflettiğini bildirmiştir, bu durum dinamik kasımlara kıyasla izometrik kasılmalar sırasında periferik yorgunluğun daha yavaş gelişmesiyle açıklanabilir<sup>185</sup>.

Yapılan çalışmalarda deneklerin kuvvet seviyeleri PAP ile ilişkili olduğu sonucunu vermektedir. Fakat ön yüklenme aktivitesinin PAP'ı ortaya çıkartmakta önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Yüksek şiddetli ve yüksek hacimli bir ön yüklenme aktivitesi, PAP'ın altında yatan fizyolojik mekanizmayı baskılayarak yorgunluğa neden olabilir. Yorgunluk oluşturmamak için, kısa süreli yüksek şiddetli izometrik ön yüklenme aktivitesi CMJ performansında PAP'ı uyarmak için kullanılabilir. Fakat, **Gulich ve Schmidtbleicher**, deneklere leg press 3 set 5 saniyelik maksimal izometrik istemli kasılma gerçekleştirdikten sonra CMJ yüksekliğinde ortalama % 3,3 ve 5 setten sonra % 4,7 artış olduğu sonucuna varmışlardır<sup>80</sup>. Çalışmamızda ise uygulanan 1 setlik maksimal izometrik istemli kasılmanın PAP'ın fizyolojik etkilerini ortaya çıkartmakta etkili olmadığı düşünülebilir.

Çalışmamızın sonucu değerlendirilirken; sporcuların yaş, cinsiyet kuvvet seviyeleri, kas tipi, antrenman geçmişi gibi parametrelerin etkili olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bununla birlikte, farklı şekilde uygulanan ön yüklenme aktivitesinin, potansiyasyonu etkilediği görülmüştür. PAP oluşumunu etkileyen ön yüklenme, maksimal ya da maksimale yakın yüklenmeden sonra patlayıcılık gerektiren egzersizlerdeki performansta artışı sağlaması, biyomekanik olarak birbirine benzeyen kompleks antrenmanı içermesi ve de dinamik kasımlarda önemli bir atış sağlamasıyla karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç olarak;

- ✓ Dinamik PAP ısınma protokolünün 1-3-5 ve 7. dakikalarında yapılan ölçümlerin tamamında (dikey sıçrama, uzun atlama, 10m, 20m, 30m sprint zamanı),

- ✓ 9. dakikada ise dikey sıçrama, uzun atlama 20m ve 30m sprint zamanında anlamlı bir farklılık ( $p<0,05$ ) oluştuğu;
- ✓ Kontrol PAP, statik PAP (90° açı) ve statik PAP (130° açı) ısınma protokolleri arasında ise anlamlı bir farklılığa rastlanmadığı belirlenmiştir.
- ✓ Dolayısı ile PAP oluşumu için daha etkili görünen dinamik kasılmaların, PAP'ın altında yatan fizyolojik mekanizmaları (miyozin düzenleyici hafif zincir, pennat açı gibi) daha etkin hale getirdiği görülmüştür.
- ✓ Özellikle patlayıcılık gerektiren branşlarda, dinamik olarak uygulanan ön yüklenme aktivitesinin PAP oluşumunda etkili olacağı, müsabaka veya antrenman performansında bir artış sağlayacağı belirlenmiştir.
- ✓ PAP oluşumu için uygulanacak olan ön yüklenmelerin antrenman programları içinde yer alması faydalı olacaktır.

Ayrıca, antrenmanlarda PAP üretimini desteklemek ve en iyi sonucu bulabilmek için; ön yüklenme aktivite seçimi, şiddeti, dinlenme süresi ve antrenman durumunun optimum birleşimi üzerine çalışmaların devam etmesi gerektiği düşüncesindeyiz.

### **Öneriler;**

- Dinamik olarak yapılan ön yüklenme aktivitesinin ısınma programlarında yer alması,
- Ön yüklenme aktivitesinden sonra uygulanan performans test veya testlerinin sürelerini daha uzun aralıklar ile yaparak (özellikle dayanıklılık branşında ki sporcular için) sonuçlarına bakılması,
- Tek set ile yapılan ön yüklenme aktiviteleriyle çoklu set ile yapılan ön yüklenme aktiviteleri gerçekleştirilerek performansın değerlendirilmesi,
- Farklı branşlar dikkate alınarak alt ve üst ekstremiteler için ön yüklenme aktivitesi gerçekleştirilip sonuçlarının karşılaştırılması,
- Squattan farklı olacak şekilde, bacak itme (leg press), leg extension veya leg curl gibi farklı ön yüklenme aktivite hareketleri kullanılarak oluşturulan PAP etkisinin incelenmesi,
- PAP'ın kompleks ve kontrast antrenman bileşenlerini kapsadığı düşünülürse, denek grubunun antrenman yöntemi PAP için önemli görülmekte ve bu antrenmanların PAP'a olan etkisinin (akut veya kronik) incelenmesi,

- Ön yüklenme aktivitesi olarak seçilen squat hareketinin elektromiyografi kullanılarak kas aksiyon potansiyelinin ölçülmesi ve üretilen kuvvetin değerlendirilmesi,
- Yapılacak çalışmalarda sporcuların sayısının fazla olması ve gruplar oluşturulması, PAP'ın daha geniş popülasyondaki etkisinin incelenmesi,
- Sporcuların; fibril tip dağılımı, antrenman düzeyi, cinsiyet gibi parametrelere göre PAP'ı etkisinin incelenmesi önerilebilir.



## 6. KAYNAKLAR

1. Scott DJ, Ditroilo M and Marshall PA. Complex training: The effect of exercise selection and training status on postactivation potentiation in rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(10):2694-2703.
2. Aslan SF. Artistik Cimnastikçilerde Atlama Masası Aletinde Yapılan Elle Aşma Hareketine Ve Alt Ekstremitte Anaerobik Güç Performansına Post Aktivasyon Potansiyelinin Etkisi. 2019, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 52 sayfa, Bolu, (Doç. Dr. Yılmaz UÇAN).
3. Yeşil A. Farklı Sürelerde Uygulanan Skuatın Sıçrama Performansına Akut Etkisi. 2011, Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 93 sayfa, Sakarya, (Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul GELEN).
4. Harmancı H, Karavelioğlu B, Ersoy A, Yüksel O, Erzeybek MS, Başkaya G. Post aktivasyon potansiyel (pap) ve statik germe modeli ısınmalarının sıçrama performansına etkisi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*. 2017;4(2):56-68.
5. Çelebi MM., Zergeroğlu AM. Isınma ve germe egzersizlerinin propriosepsiyon ve denge üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*. 2017;70(2):83-89. DOI: 10.1501/Tıpfak\_000000969
6. Malone TR, Garrett WE and Zachazewski EJ. Athletic injuries and rehabilitation. *Muscle: Deformation, Injury, Repair*. Zachazewski EJ, David JM, Quillen WS (Eds), Philadelphia, WB Saunders Co. 1996;71-91.
7. De Bruyn-Prevost P and Lefebvre F. The effects of various warming up intensities and durations during a short maximal anaerobic exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1980;43(2):101-107.
8. Safran MR, Garrett JR, Seaber AV, Glisson RR and Ribbeck BM. The role of warmup in muscular injury prevention. *The American journal of sports medicine*. 1988; 16(2):123-129.
9. Gambetta V. Warm Up Track and Field Reserch. *Quarter Rewiew*. 1992 p.42.
10. Knebel P. Wasser und Mineralersatz Bei Starkem Schweissverlust. *Leichtathletic*. 1991; 7-22.

11. Kafkas M, İlbak İ, Eken Ö, Çınarlı F, Yılmaz N, Kafkas AŞ. Farklı ısınma protokollerinin 1-maksimum tekrar skuat performansı üzerine akut etkisi. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi. 2018; 9(3):192-205 DOI: 10.17155/omuspd.401041
12. Bingül BM, S M, Aydın M, Cinel Y. Futbolcularda farklı ısınma protokollerinin anaerobik güce etkisi. Spor Hekimliği Dergisi. 2008;43(1):001-006.
13. Turan S, Çilli M. Farklı ısınma yöntemlerinin olimpik okçulukta atış performansına etkisi. Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi. 2016;1(1):13-20.
14. Göktepe M, Günay M. Genç futbolcularda dinamik ısınmanın, statik denge ve proprioseptif duyuya akut etkisi. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2016;14(2):213-224.
15. Donti O, Tsolakis C and Bogdanis GC. Effects of baseline levels of flexibility and vertical jump ability on performance following different volumes of static stretching and potentiating exercises in elite gymnasts. Journal of Sports Science and Medicine. 2014;13:105-113.
16. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G and Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. J Strength Cond Res. 2003;17(2):342–344.
17. Hall E, Bishop DC and Gee TI. effect of plyometric training on handspring vault performance and functional power in youth female gymnasts. PLoS ONE. 2016;11(2): e0148790. doi:10.1371/ journal.pone.0148790
18. Wallace BJ, Shapiro R, Wallace KL, Abel MG and Symons TB. muscular and neural contributions to postactivation potentiation. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2019;33(3):615-625.
19. Petisco C, Ramirez-Campillo R, Hernández D, Gonzalo-Skok O, Nakamura FY and Sanchez-Sanchez J. Post-activation potentiation: Effects of different conditioning intensities on measures of physical fitness in male young professional soccer players. front. psychol. 2019;10:1167. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01167
20. Tillin N, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. Sports Medicine. 2009;39(2):147-166.

21. Straughn MK, Dake CC, Cosio-Lima LM, Addie CD, Rank KB, Flores SD and Brown LE. Acute post-activation potentiation effects of heavy high-pulls on clean performance. *Journal of Science in Sport and Exercise*. 2019;1(3):257-263.
22. Karampatsos BG, Terzis G, Polychroniou C and Georgiadis G. Acute effects of jumping and sprinting on hammer throwing performance. *J Phys Educ Sport*. 2013;13(1):3–5.
23. Sarramian VG, Turner AN, Greenhalgh AK. Effect of postactivation potentiation on fifty-meter freestyle in national swimmers. *J Strength Cond Res*. 2015;29(4):1003–9.
24. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *J Strength Cond Res*. 2015;29(2):343–50.
25. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD and Tarnopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *J. Appl. Physiol*. 2000a;88(6):2131–2137. doi: 10.1152/jap.2000.88.6.2131
26. McBride JM, Nimphius S and Erickson TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *J. Strength Cond. Res*. 2005;19(4):893–897.
27. Stolen T, Chamari K, Castagna C and Wisløff U. Physiology of soccer. *Sport Med*. 2005;35:501–536.
28. Iaia FM, Rampinini E and Bangsbo J. High-intensity training in football. *Int. J. Sports Physiol. Perform*. 2009;4:291–306.
29. Evetovich TK, Conley DS and McCawley PF. Postactivation potentiation enhances upper- and lower-body athletic performance in collegiate male and female athletes. *J. Strength Cond. Res*. 2015;29:336–342. doi: 10.1519/JSC.0000000000000728
30. Bangsbo J and Krstrup P. 55 Physical demands and training of top-class soccer players. 2008. *Science and football VI*, 318.
31. Bujnovsky D, Maly T, Ford KR, Sugimoto D, Kunzmann E, Hank M and Zahalka F. Physical fitness characteristics of high-level youth football players: Influence of playing position. *Sports*. 2019;7(2):46.

32. Uluslararası Futbol Birliđi Kurulu Oyun Kuralları,  
<https://www.tff.org/Resources/TFF/Images/MHK/2019-2020-Oyun-Kural-Kitabi.pdf>,  
Eriřim tarihi: 15 Eylöl 2019.
33. Dragijsky M, Maly T, Zahalka F, Kunzmann E and Hank M. Seasonal variation of agility, speed and endurance performance in young elite soccer players. *Sports*. 2017;5(12).
34. Sarmiento H, Marcelino R, Anguera MT, Campaniço J, Matos N and Leitão JC. Match analysis in football: A systematic review. *J. Sports Sci.* 2014;32;1831–1843.
35. Bangsbo J. *Fitness Training in Football—A Scientific Approach*; HO+ Storm: Bagsværd, Denmark, 1994.
36. Hoff J, Wisløff U, Engen LC, Kemi OJ and Helgerud J. Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*. 2002;6(3):218-221.
37. Kayıtkent B. Futbola Özgü Standardize Edilmiş Dar Alan Çalışmalarının ve Geleneksel Dayanıklılık Antrenmanlarının Futbol Fiziksel Performans Düzeylerine Olan Etkileri. 2012, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 136 sayfa, İstanbul, ( Yrd. Doç. Dr. Ali KIZILET).
38. Bangsbo J, Morh M and Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci.* 2006;24(7):665-674.
39. Bangsbo J and Mohr M. Variations in running speed and recovery time after a sprint during top-class soccer matches. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005;37:87.
40. Cihan H, Can İ, Sariođlu Ö, İmamoğlu R, Albayrak A.Y. Comparison of some anthropometric, physiological and motor performance characteristics of football players played at different categories in turkey. *Journal of Sports Science and Health*. 2012;3(2):140-155.
41. Cihan, H., Can, İ., Seyis, M. Comparison of recovering times and aerobic capacity according to playing positions of elite football players. *Niđe Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2012;6(1):1-8.
42. Rampinini E, Sassi A, Azzalin A, Castagna C, Menaspa P, Carlomango D and Impellizzeri FM. physiological determinations of yo-yo intermittent recovery test in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*. 2010;108(2):401-409

43. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Azzalin A, Bravo DF and Wisloff U. Effect of match related fatigue on short passing ability in young soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2008;40(5):934-942
44. Castagna C, Impellizzeri FM, Chamari K, Carlomango D and Rampinini E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006;20(2):320-325
45. Mujika I, Santisteban J, Impellizzeri FM and Castagna C. Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of Sports Science*. 2009;27(2):107-114
46. Mohr M, Krusturup P, Bangsbo J. Match performance of high standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*. 2003;21(7):519-528
47. Pasquarelli BN, Santos AL, Frisselli A, Dourado AC and Stanganelli LCR. Relationship between the bangsbo sprint test with sprint, agility, lower limb power and aerobic capacity tests in soccer players. *Revista Andaluzada Medicine Del Deporte*. 2010;3(3):87-91
48. Thomas A, Dawson B, Goodman C. The yo-yo test: Reliability and association with a 20 m shuttle run and VO<sub>2</sub>max. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2006;1(2):137-149
49. Krusturup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensburg A, Pederson PK and Bangsbo J. The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2003;35:695–705.
50. Krusturup P, Mohr M, Steensburg A, Bencke J, Kjaer M, and Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2006;38:1165–74.
51. Bangsbo J, Johansen L, Graham T and Saltin B. Lactate and H<sup>+</sup> effluxes from human skeletal muscles during intense dynamic exercise. *Journal of Physiology*. 1993;462:115–33.
52. Saltin B. Metabolic fundamentals in exercise. *Medicine and Science in Sports*. 1973;5:137–46.

53. Mohr M, Nordborg N, Nielsen JJ, Pederson LD, Fischer C, Krstrup P and Bangsbo J. Potassium kinetics in human interstitium during repeated intense exercise in relation to fatigue. *Pflügers Archiv*. 2004a;448:452–6.
54. Mohr M, Krstrup P, Nybo L, Nielsen JJ and Bangsbo J. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effects of re warm-up at half time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2004b;14(3):156–62
55. Bangsbo J. Aerobic and Anaerobic Training in Soccer - With Special Emphasis on Training of Youth Players. *Fitness Training in Soccer I*. 2007 (Bagsvaerd: HO+Storm).
56. Sahlin K. Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*. 1992;13:99–107.
57. Weineck J. *Futbolda Kondisyon Antrenmanı*. Tanju Bagirgan (Çev.). Ankara, Spor Kitapevi. 2011.
58. Reilly T and Bangsbo J. Anaerobic and aerobic training, in *Applied Sport Science: Training in Sport*, edited by Elliott, B. (Chichester: John Wiley) 1998
59. Tiryaki SG. *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. 2002. Ata Ofset Matbaacılık. Ankara
60. Nielsen JJ, Mohr M, Klarskov C, Kristensen M, Krstrup P, Juel C and Bangsbo J. Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*. 2004;554:857–70.
61. Fraser SF, Li JL, Carey MF, Wang XN, Sangkabutra T, Sostaric S and McKenna MJ. Fatigue depresses maximal in vitro skeletal muscle Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase activity in untrained and trained individuals. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(5):1650-1659.
62. Bujnovsky D, Maly T, Ford KR, Sugimoto D, Kunzmann E, Hank M and Zahalka F. Physical fitness characteristics of high-level youth football players: Influence of playing position. *Sports*. 201;7(2):46.
63. Rahimi R. The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis-Series: Physical Education and Sport*. 2007;5(2):163-169.
64. Barnes KR, Hopkins WG, McGuigan MR and Kilding AE. Warmup with a weighted vest improves running performance via leg stiffness and running economy. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2015;18(1):103–108.

65. González-Mohino F, Martín R, Santos-García DJ, Fidel PA, de Asís-Fernández F, Yustres I, González-Ravé JM. Effects of high-intensity warm-ups on running performance. *Int. J. Sports Med.* 2018;39(6):426–432.
66. Behm DG and Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology.* 2011;111(11):2633-2651.
67. Zois J, Bishop DJ, Ball K and Aughey RJ. High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2011;14(6):522-528.
68. Low D, Harsley P, Shaw M and Peart D. The effect of heavy resistance exercise on repeated sprint performance in youth athletes. *Journal of Sports Sciences.* 2015;33(10):1028-1034.
69. Sanchez-Sanchez J, Rodriguez A, Petisco C, Ramirez-Campillo R, Martínez C and Nakamura FY. Effects of different post-activation potentiation warm-ups on repeated sprint ability in soccer players from different competitive levels. *Journal of Human Kinetics.* 2018;61(1):189-197.
70. Till KA and Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2009;23(7):1960-1967.
71. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Med.* 2005;35(7):585-595.
72. French DN, Kraemer WJ and Cooke CB. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2003;17(4):678-685.
73. Esformes JI, Keenan M, Moody J and Bampouras TM. Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2011;25(1):143-148.
74. Weber KR, Brown LE, Coburn JW and Zinder SM. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2008;22(3):726-730.

75. Mitchell CJ and Sale DG. Enhancement of jump performance after a 5 RM squat is associated with postactivation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*. 2011;111(8):1957-1963.
76. Cochrane DJ, Stannard SR, Firth EC and Rittweger J. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*. 2010;108(2):311-319.
77. Jordan M, Norris S, Smith D and Herzog W. Acute effects of whole-body vibration on peak isometric torque, muscle twitch torque and voluntary muscle activation of the knee extensors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010;20(3):535-540.
78. Baudry S, Klass M and Duchateau J. Postactivation potentiation of short tetanic contractions is differently influenced by stimulation frequency in young and elderly adults. *European Journal of Applied Physiology*. 2008;103(4):449-459.
79. Gouvêa AL, Fernandes IA, César EP, Silva WAB and Gomes PSC. The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*. 2013;31(5):459-467.
80. Güllich A and Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*. 1996;11:67-84.
81. Kilduff LP, Owen N, Bevan H, Bennett M and Kingsley MI, Cunningham D. Influence of recovery time on postactivation potentiation in professional rugby players. *J Sports Sci*. 2008;26(8):795-802
82. Robbins DW. Postactivation potentiation and its practical applicability: A brief review. *J Strength Cond Res*. 2005;19(2):453-458
83. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, Jo E and Lowery RP, Ugrinowitsch C. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):854-859
- 84- Bompà T, Buzzichelli C. *Periodization training for sports*, 3e. Human Kinetics Publishers; 2015.

85. Chen JL, Yeh DP, Lee JP, Chen CY, Huang CY, Lee SD, Chen CC, Kuo TB, Kao CL and Kuo CH. Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weight lifting performance after training. *J Strength Cond Res.* 2011;25(6):1546-1552
86. Chiu LZ, Fry AC, Schilling BK, Johnson EJ and Weiss LW. Neuromuscular fatigue and potentiation following two successive high intensity resistance exercise sessions. *Eur J Appl Physiol.* 2004;92(4-5):385-392
87. Ekstrand LG, Battaglini CL, McMurray RG and Shields EW. Assessing explosive power production using the backward overhead shot throw and the effects of morning resistance exercise on afternoon performance. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):101-106
88. González-Badillo J, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas J, López-López C, Mora-Custodio R, Yañez- García J and Pareja-Blanco F. Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure. *Int J Sports Med.* 2016;37(04):295-304
89. Raastad T, Hallén J. Recovery of skeletal muscle contractility after high-and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82(3):206-214
90. Tsoukos A, Veligeas P, Brown LE, Terzis G and Bogdanis GC. Delayed effects of a low-volume, power-type resistance exercise session on explosive performance. *J Strength Cond Res.* 2018;32(3):643-650
91. Docherty D, Robbins D and Hodgson M. Complex training revisited: A review of its current status as a viable training approach. *Strength Cond J.* 2004;26(6):52–57.
92. Lagrange S, Ferland PM, Leone M and Comtois AS. Contrast training generates post-activation potentiation and improves repeated sprint ability in elite ice hockey players. *International Journal of Exercise Science.* 2020;13(6):183-196.
93. Alves JMVM, Rebelo AN, Abrantes C and Sampaio J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010;24(4):936-941.
94. García-Pinillos F, Martínez-Amat A. Hita-Contreras F, Martínez-López EJ and Latorre-Román PA. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2014;28(9):2452-2460.

95. Smilios I, Piliandis T, Sotiropoulos K, Antonaki M and Tokmakidis SP. Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):135-139.
96. O'Grady MW. Manipulating a Conditioning Activity to Enhance Potentiation and Its Application to Jumping and Sprinting Performance. 2017, Doctoral dissertation, Federation University, Australia.
97. Suchomel TJ, Lamont HS and Moir GL. Understanding vertical jump potentiation: A deterministic model. *Sports medicine.* 2016;46(6):809-828.
98. Lima LCR, Oliveira FBD, Oliveira TP, Assumpção CDO, Greco CC, Cardozo AC and Denadai BS. Postactivation potentiation biases maximal isometric strength assessment. *BioMed research international.* 2014;1-7
99. Szczesna D, Zhao J, Jones M, Zhi G, Stull J and Potter JD. Phosphorylation of the regulatory light chains of myosin affects Ca<sup>2+</sup> sensitivity of skeletal muscle contraction. *Journal of Applied Physiology.* 2002;92(4):1661-1670.
100. Gossard JP, Floeter MK, Kawai Y, Burke RE, Chang T and Schiff SJ. Fluctuations of excitability in the monosynaptic reflex pathway to lumbar motoneurons in the cat. *Journal of Neurophysiology.* 1994;72(3):1227-1239.
101. Brown I, Loeb G. Measured and modeled properties of mammalian skeletal muscle. I. The effects of post-activation potentiation on the time course and velocity dependencies of force production. *J Muscle Res Cell Motil.* 1999;20:443-456.
102. Anthi X, Dimitrios P and Christos K. On the mechanisms of post-activation potentiation: The contribution of neural factors. *J Phys Educ Sport.* 2014;14(2):134-137.
103. Xenofondas A, Lapidis K, Kyranoudis A, Galazoulas C, Bassa E and Kotzamanidis C. Postactivation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance. *J Phys Educ Sport.* 2010;28(3):32-38.
104. Blazeovich AJ and Babault N. Post-activation potentiation (PAP) versus post activation performance enhancement (PAPE) in humans: Historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology.* 2019;10:1359.
105. Seitz LB and Haff GG. Application of methods of inducing postactivation potentiation during the preparation of rugby players. *Strength Cond J.* 2015;37(1):40-49.

106. Ebben W, Kaufmann C, Fauth M and Petushek E. Kinetic analysis of concurrent activation potentiation during back squats and jump squats. *J Strength Cond Res.* 2010;24(6):1515-1519.
107. Masiulis N, Skurvydas A, Kamandulis S, Kudirkaitė J, Sukockas V, Valys E and Kamandulienė, L. Postactivation potentiation and fatigue of quadriceps muscle after continuous isometric contractions at maximal and submaximal intensities. *Ugdym Kuno Kult Sportas.* 2007;4(67):56-63.
108. Derenne C. Effects of postactivation potentiation warm-up in male and female sport performances: A brief review. *Strength Cond J.* 2010;32(6):58-64.
109. Farup J and Sorensen H. Postactivation potentiation: Upper body force development changes after maximal force intervention. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1874-1879.
- 110- Nibali M, Chapman D, Robergs R and Drinkwater E. Validation of jump squats as a practical measure of post-activation potentiation. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2013;38:306-313.
111. Chatzopoulos D, Michailidis C, Giannakos A, Alexiou KC, Patikas DA, Antonopoulos CB and Kotzamanidis, C. M.. Post-activation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1278-1281.
112. Chiu, LZ, Fry, AC, Weiss, LW, Schilling, BK, Brown, LE and Smith, SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2003;17(4):671-677
113. Arabatzi F, Patikas D, Zafeiridis A, Giavroudis K, Kannas T, Gourgoulis V and Kotzamanidis CM. The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. *Pediatric Exercise Science.* 2014;26(2):187-194.
114. Riemann BL, DeMont RG, Ryu K and Lephart SM. The effects of sex, joint angle and gastrocnemius muscle on passive ankle joint complex stiffness. *J Athl Train.* 2001;36(4):369-75
115. Tillin NA, Pain MT and Folland JP. Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. *Experimental Physiology.* 2012;97(5):630-641

116. Hutton RS, Atwater SW. Acute and chronic adaptations of muscle proprioceptors in response to increased use. *Sports Medicine*. 1992;14(6):406-421
117. Chu DA. *Explosive Power and Strength: Complex Training for Maximum Results*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1996
118. Shorten MR. Muscle elasticity and human performance. *Medicine and Sports Science*. 1987;25(1):18.
119. Comyns TM, Harrison AJ, Hennessy L and Jensen RL. Identifying the optimal resistive load for complex training in male rugby players. *Sports Biomechanics*. 2007;6(1):59-70.
120. Hekim M, ve Hekim H. Çocuklarda kuvvet gelişimi ve kuvvet antrenmanlarına genel bakış. *Güncel Pediatri*. 2015;13(2):110-115.
121. Dipla K, Tsirini T and Zafeiridis A. Fatigue resistance during high-intensity intermittent exercise from childhood to adulthood in males and females. *Eur J Appl Physiol*. 2009;106(5):645–653
122. Gerodimos V, Zafeiridis A, Perkos S, Dipla K, Manou V and Kellis S. The contribution of stretch-shortening cycle and arm-swing to vertical jumping performance in children, adolescents, and adult basketball players. *Pediatr Exerc Sci*. 2008; 20(4):379–389.
123. Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H and Maamägi H. Comparison of twitch-contractile properties of plantar-flexor muscles in young and 52-to 63-year-old men. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2002a; 10(2):160-168.
124. Chaouachi A, Haddad M, Castagna C, Wong DP, Kaouech F, Chamari K and Behm DG. Potentiation and recovery following low- and higher-speed isokinetic contractions in boys. *Pediatric Exercise Science*. 2011;23(1):136-150.
125. Baudry S, Klass M and Duchateau J. Postactivation potentiation influences differently the nonlinear summation of contractions in young and elderly adults. *Journal of Applied Physiology*. 2005;98(4):1243-1250
126. Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H, Sander P and Sirkel S. Twitch potentiation capacity of plantarflexor muscles in women with increasing age. *Biol Sport*. 2002b;19(3):213-223

127. Qaisar R, Bhaskaran S and Van Remmen H. Muscle fiber type diversification during exercise and regeneration. *Free Radical Biology and Medicine*. 2016;98:56-67.
128. Serbest K, ve Eldoğan O. İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 2014;2(3):41-51.
129. Stuart DS, Lingley MD, Grange RW and Houston ME. Myosin light chain phosphorylation and contractile performance of human skeletal muscle. *Can J Physiol Pharm*. 1988;66(1):49-54
130. Rassier DE and MacIntosh BR. Sarcomere length-dependence of activity-dependent twitch potentiation in mouse skeletal muscle. *BMC Physiology*. 2002;2(1):19-19
131. Rassier DE and Tubman LA. Length-dependent potentiation and myosin light chain phosphorylation in rat gastricnemius muscle. *American Journal of Physiology: Cell Physiology*. 1997;273(1):C198-C204
132. Rassier DE. The effects of length on fatigue and twitch potentiation in humanskeletal muscle. *Clin Physiol*. 2000;20(6):474-482
133. Place N, Maffiuletti NA, Ballay Y and Lepers R. Twitch potentiation is greater after a fatiguing submaximal isometric contraction performed at short vs. long quadriceps muscle length. *Journal of Applied Physiology*. 2005;98(2):429-436
134. Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H and Torop T. Twitch contractile properties of plantarflexor muscles in female power-trained athletes. *Med Sport*. 2002c;55(4):279-286
135. Paasuke M, Saapar L, Ereline J, Gapeyeva H, Requena B and Oopik V. Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power- and endurance-trained, and untrained women. *European Journal of Applied Physiology*. 2007;101(5):577-585
136. Hamada T, Sale DG and Macdougall JD. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 200b;32(2):403-411
137. Smith JC and Fry AC. Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007;21(1):73-76

138. Muratlı S, Kalyoncu O, Şahin G. Antrenman ve müsabaka. İstanbul: Ladin Matbaası; 2007.
139. Jensen RL and Ebben WP. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2003;17(2):345-349
140. Jo E, Judelson DA, Brown LE, Coburn JW and Dabbs NC. Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. *Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010;24(2):343-347
141. Rixon KP, Lamont HS and Bemben MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength & Conditioning Research.* 2007;21(2):500-505
142. Young WB, Jenner A and Griffiths K. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength & Conditioning Research.* 1998;12(2):82-84
143. Kilduff LP, Bevan HR, Kingsley MI, Owen NJ, Bennett MA, Bunce PJ and Cunningham DJ. Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2007;21(4):1134-1138.
144. Aagaard P and Andersen JL. Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1998;30(8):1217-1222.
145. Martin RJ, Dore E, Twisk J, Van Praagh E, Hautier CA and Bedu M. Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):498–503.
146. Haizlip K, Harrison B and Leinwand L. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology.* 2015;30(1):30-39.
147. Gandevia SG. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev.* 2001;81(4):1725–1789
148. Sharon AP and Denise LS. *Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance.* 2th ed San Francisco: Benjamin Cummings Publishing. 2003.
149. Wilmore JH and Costil DL. *Physiology of Sport and Exercise.* 3th ed., Champaign, IL: Human Kinetics. 2004

150. Allen DG, Lamb GD and Westerblad H. Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanism, *Physiol Rev.* 2008;88(1):287-332
151. Green, HJ. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *Journal of Sports Sciences.* 1997;15(3):247-256
152. Favero, TG. Sarcoplasmic reticulum Ca<sup>2+</sup> release and muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology.* 1999;87(2):471-483
153. Eberstein, A and Sandow, A. Fatigue mechanisms in muscle fibers. In: *The Effect of Use and Disease on the Neuromuscular Functions.* Gutman, E and Hink, P, eds. Amsterdam: Elsevier, 1963. pp. 515-526
154. Batista MAB, Ugrinowitsch C, Roschel H, Lotufo R, Ricard MD and Tricoli VAA. Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *J strength Cond Res.* 2007;21(3):837–840
155. Behm DG. Force maintenance with submaximal fatiguing contractions. *Can J Appl Physiol.* 2004;29(3):274–290
156. Sale DG. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30(3):138–143
157. Robbins DW and Docherty, D. Effects of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2005;19(4):898-902
158. Raissier, DE and Macintosh, BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medicine and Biological Research.* 2000;33(5):499-508
159. Bevan HR, Owen NJ, Cunningham DJ, Kingsley MIC and Kilduff LP. Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. *J strength Cond Res.* 2009;23(6):1780–1785
160. Seitz LB, Mina MA and Haff GG. A sled push stimulus potentiates subsequent 20-m sprint performance. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2017;20(8):781-785

161. Magnusson P and Renström P. The european college of sports sciences position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Sciences*. 2006;6:87-91
162. Kamm KE and Stull JT. The function of myosin light chain kinase phosphorylation in smooth muscle. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. 1985;25(1):593-620.
163. Seitz LB, de Villarreal ES and Haff GG. The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *J Strength Cond Res*. 2014;28:706–715.
164. Ozbar N, Ates S, Agopyan A. The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(10):2888-2894.
165. Karakoç, B. Genç Futbolcularda Sıklıkla Kullanılan Alan Testlerinin Aerobik ve Anaerobik Yapılarının İncelenmesi. 2009, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54 Sayfa, Ankara (Yrd. Doç. Dr. Cengiz Akalan).
166. Baechle TR and Groves BR. *Weight training: Steps to Success Eight Training: Steps to Success Eight Training: Steps to Success*. Champaign: Human Kinetics (1992).
167. Balsalobre-Fernández C, Glaister M and Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 2015;33(15):1574-1579.
168. Aslan CS, Büyükdere C, Köklü Y, Özkan A, Özdemir FNŞ. Elit altı sporcularda vücut kompozisyonu, anaerobik performans ve sırt kuvveti arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 2011;8(1):1612-28.
169. Bouldosa DA, Abreu L, Beltrame LGN and Behm DG. The acute effect of different half squat set configurations on jump potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(8):2059-2066.
170. Talpey SW, Young WB and Saunders N. The acute effects of conventional, complex, and contrast protocols on lower-body power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(2):361-366.
171. Baker D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *J Strength Cond Res*. 2003;17:493–497.

172. Sharma SK, Raza S, Moiz JA, Verma S, Naqvi IH, Anwer S and Alghadir AH. Postactivation potentiation following acute bouts of plyometric versus heavy-resistance exercise in collegiate soccer players. *BioMed research international*. 2018.
173. Requena B, de Villarreal ESS, Gapeyeva H, Ereline J, García I and Pääsuke M. Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(2):367-373.
174. Okuno NM, Tricoli V, Silva SB, Bertuzzi R, Moreira A and Kiss MA. Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(3):662-668.
175. Yetter M and Moir GL. The acute effects of heavy back and front squats on speed during forty-meter sprint trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(1):159-165.
176. Weyand, PG, Sternlight, DB, Bellizzi, MJ and Wright, S. Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of applied physiology*. 2000;89(5):1991-1999.
177. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ and Yang G-Z. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(12):3319-3325.
178. Lowery RP, Duncan NM, Loenneke JP, Sikorski EM, Naimo MA, Brown LE, Wilson FG and Wilson JM. The effects of potentiating stimuli intensity under varying rest periods on vertical jump performance and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(12):3320-3325.
179. McCann MR and Flanagan SP. The effects of exercise selection and rest interval on postactivation potentiation of vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(5):1285-1291.
180. Cilli M, Gelen E, Yildiz S, Saglam T and Camur MH. Acute effects of a resisted dynamic warm-up protocol on jumping performance. *Biology of sport*. 2014;31(4):277.

181. Batista MA, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C and Tricoli V. Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(9):2496-2502.
182. Boyd DA, Donald N and Balshaw TG. Comparison of acute countermovement jump responses after functional isometric and dynamic half squats. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(12):3363-3374.
183. El Hage R, Zakhem E, Moussa E and Jacob C. Acute effects of heavyload squats on consecutive vertical jump performance. *Science & Sports*. 2011;26(1):44–47.
184. Babault N, Desbrosses K, Fabre MS, Michaut A and Pousson M. Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. *Journal of Applied Physiology*. 2006;100(3):780-785.
185. Karelis AD, Marcil M, Peronnet F and Gardiner PF. Effect of lactate infusion on M-wave characteristics and force in the rat plantaris muscle during repeated stimulation in situ. *Journal of Applied Physiology*. 2004;96(6):2133-2138.

## 7. EKLER

### Ek 1. Etik Kurul İzin Formu

| DÜZCE ÜNİVERSİTESİ<br>GİRİŞİMSEL OLMAYAN SAĞLIK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU   |  |  |                          |   |  |
|---|--|--|--------------------------|---|--|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI   |  | Post Aktivasyon Potansiyelinin Futbolcularda Performans Üzerine Etkisi |                          |   |  |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU  |  |  |                          |   |  |
| ETİK KURUL BİLGİLERİ  | ETİK KURULUN ADI   | Düzce Üniversitesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu |                          |   |  |
|   | AÇIK ADRESİ:   | Düzce Üniversitesi Tıp Fak. Morfoloji Binası 4. Kat Konuralp-Düzce     |                          |   |  |
|   | TELEFON  | 0380 542 14 16   |                          |   |  |
|   | FAKS   | 0380 542 13 02   |                          |   |  |
|   | E-POSTA  | duzceetik@duzce.edu.tr   |                          |   |  |
| BAŞVURU BİLGİLERİ   | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI                                      | Doç.Dr.Nurper ÖZBAR  |                          |   |  |
|   | YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR UNVANI/ADI/SOYADI  | Prof.Dr.Ertuğrul GELEN, Volkan SERT                                    |                          |   |  |
|   | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI                                      | Spor Bilimleri   |                          |   |  |
|   | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ                                    | Düzce Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi                            |                          |   |  |
|   | VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI  |  |                          |   |  |
|   | DESTEKLEYİCİ   |  |                          |   |  |
|   | PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için) |  |                          |   |  |
|   | DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ   |  |                          |   |  |
|   | ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ  | FAZ 1  | <input type="checkbox"/> |   |  |
|   |  | FAZ 2  | <input type="checkbox"/> |   |  |
| FAZ 3   |  | <input type="checkbox"/>   |                          |   |  |
| FAZ 4   |  | <input type="checkbox"/>   |                          |   |  |
| Gözlemsel ilaç çalışması  |  | <input type="checkbox"/>   |                          |   |  |
| Tıbbi cihaz klinik araştırması  |  | <input type="checkbox"/>   |                          |   |  |
| İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları  |  | <input type="checkbox"/>   |                          |   |  |
| İlaç dışı klinik araştırma  |  | <input type="checkbox"/>   |                          |   |  |
| Diğer ise belirtiniz<br>****  |  |  |                          |   |  |
| TEK MERKEZ <input type="checkbox"/> ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/> ULUSAL <input type="checkbox"/> ULUSLARARASI <input type="checkbox"/> |  |  |                          |   |  |
| DEĞERLEN DİRİLEN BELGELER   | Belge Adı  | Tarihi   | Versiyon Numarası        | Dili  |  |
|   | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ  |  |                          | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |  |
|   | BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU  |  |                          | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |  |
| Etik Kurul Başkanının<br>Unvanı/Adı/Soyadı: <u>Doç.Dr.Gülbin SEZEN</u>  |  |  |                          |   |  |
| İmza:   |  |  |                          |   |  |
| <i>Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaldır.</i>   |  |  |                          |   |  |

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN SAĞLIK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU**

|  |  |  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|--|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|--------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI                  |  | Post Aktivasyon Potansiyelinin Futbolcularda Performans Üzerine Etkisi                                 |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU       |  |  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | OLGU RAPOR FORMU   |  |                                       |                                       |  | Türkçe <input type="checkbox"/>                                  | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
|  | ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ  |  |                                       |                                       |  | Türkçe <input type="checkbox"/>                                  | İngilizce <input type="checkbox"/> | Diğer <input type="checkbox"/> |
| DEĞERLENDİRİLEN<br>DİĞER BELGELER      | <b>Belge Adı</b>   | <b>Açıklama</b>  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | SİGORTA  | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | ARAŞTIRMA BÜTÇESİ  | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU  | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | İLAN   | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | YILLIK BİLDİRİM  | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | SONUÇ RAPORU   | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ  | <input type="checkbox"/>   |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| DİĞER:                                 | <input type="checkbox"/>   |  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| KARAR<br>BİLGİLERİ                     | Karar No:2018/248  | Tarih: 25.06.2019  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
|  | Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmann/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmann/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. |  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| <b>KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b> |  |  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| <b>ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI</b>      |  | İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| <b>BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:</b> |  | Doç.Dr.Gülbin SEZEN  |                                       |                                       |  |  |                                    |                                |
| <b>Unvanı/Adı/Soyadı</b>               | <b>Uzmanlık Alanı</b>  | <b>Kurumu</b>  | <b>Cinsiyet</b>                       |                                       | <b>Araştırma ile ilişkisi</b>                                    | <b>Katılım *</b>   | <b>İmza</b>                        |                                |
| Prof. Dr. Hüseyin YÜCE                 | Tıbbi Genetik  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Doç.Dr.Ege GÜLEÇ BALBAY                | Göğüs Hastalıkları   | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Doç.Dr.Muhammet Ali KAYIKÇI            | Üroloji  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Doç.Dr.Birgül ÖNEÇ                     | İç Hastalıkları  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Doç.Dr.Mehmet GAMSIZKAN                | Patoloji   | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Dr.Öğr.Üyesi Nuri Cenk COŞKUN          | Farmakoloji  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Dr.Öğr.Üyesi Filiz SÜZER ÖZKAN         | Hemşirelik Bölümü  | Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi  | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Dr.Öğr.Üyesi Önder KILIÇASLAN          | Çocuk Sağlığı  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Dr.Öğr.Üyesi Abdullah BELADA           | KBB  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Dr.Öğr.Üyesi Zerrin GAMSIZKAN          | Tıp Eğitimi ve Bilişimi  | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input type="checkbox"/>            | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Ali SUNGUR         | Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim   | Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Mustafa Salih EROL                     | Biyomedikal Uzmanı   | Düzce Üniversitesi Sağlık Uyg.ve Araş.Merkezi  | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Kenan VAROL                            | Sivil Üye  | Varoller Demir Çelik Ürünleri San.ve Tic.Ltd.Şti.  | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |
| Metin POLAT                            | Avukat   | Düzce Üniversitesi Hukuk Müşavirliği   | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/>            | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |                                    |                                |

\*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Doç.Dr.Gülbin SEZEN  
İmza:

*Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.*

## Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bu katılacağımız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı **Post Aktivasyon Potansiyelinin Futbolcularda Performans Üzerine Etkisi**'dir. Bu araştırmanın amacı Post Aktivasyon Potansiyelinin (PAP) futbolcularda dinamik, 90° statik ve 130° statik açılarda yapılan ısınma protokolünün performansa olan etkisini incelemektir. Bu çalışmada size, 1 maksimum tekrar belirleme, dikey sıçrama, uzun atlama, 10-20-30 metre sürat testleri uygulanacaktır. Bu çalışmada yer almanız öngörülen süre, bir futbolcu için 25-30 dakika olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı 24'dür.

Bu araştırma ile ilgili olarak genel sağlığınıza dikkat etmek, ısınma protokolüne ve ardından yapılacak olan performans testlerine özen göstermek, araştırmacının önerilerine uymak, testlerden 48 saat öncesinde yoğun fiziksel aktiviteleri sonlandırmak ve beslenmenize dikkat etmek sizin sorumluluklarınızdır.

Bu çalışmada, araştırmayı yürüten kişinin önerilerini dikkate aldığımız sürece herhangi bir risk ile karşılaşmayacak; ayrıca, çalışma ile performans artışının ve anaerobik güç üretiminin hangi grupta daha fazla olduğunu saptamanın, bir yarar sağlayacağı öngörülmektedir.

Araştırma sırasında araştırma konusunu sizi ilgilendirebilecek ve sizin araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler/gelişmeler olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer sorunlar için her zaman 0312 222 2222 no.lu telefondan Arş. Gör. Volkan SERT'e başvurabilirsiniz.

Bu çalışmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün testler için sizden veya bağlı olduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir.

**Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır.** Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, test protokollerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya çalışmanın etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili performans ölçüm verileri de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Size ait tüm kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait bilgilere ulaşabilirsiniz.

#### **Çalışmaya Katılma Onayı:**

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce bana verilmesi gereken tüm bilgileri okudum ve sözlü olarak dindim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana, aşağıda adı belirtilen araştırmacı hekim tarafından yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanıdı. Bu araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bu koşullar altında, bana bu araştırma kapsamında yapılacak olan uygulamalar ile şahsıma ait bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya hiçbir zorlama ve baskı altında olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

**Post Aktivasyon Potansiyelinin Futbolcularda Performans Üzerine Etkisi** araştırması kapsamında alınan biyolojik örneklerimin (kan, idrar vb.);

- Sadece yukarıda bahsi geçen çalışmada kullanılmasına izin veriyorum  
 İleride yapılması planlanan tüm araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum  
 Hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum

|   |  |
|---|--|
| <b>Gönüllünün,</b><br>Adı-Soyadı:<br>Adresi:<br>Tel.-Faks:<br><br>Tarih ve İmza:  | <b>Açıklamaları yapan araştırmacının,</b><br>Adı-Soyadı: Volkan SERT<br>Görevi: Araştırmacı<br>Adresi:<br>Yükseköğü:<br><br>Tel.-Faks:<br><br>Tarih ve İmza:                         |
| <b>Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasiinin,</b><br>Adı-Soyadı:<br>Adresi:<br>Tel.-Faks:<br><br>Tarih ve İmza: | <b>Olur alma işlemine başından sonuna kadar taahhüt eden kuruluş görevlisinin / görüşme taahhütçüsünün,</b><br>Adı-Soyadı:<br>Görevi:<br>Adresi:<br>Tel.-Faks:<br><br>Tarih ve İmza: |

## 8. ÖZGEÇMİŞ

23/11/1986'da Adıyaman'ın Kahta ilçesinde doğdu. Aslen Sakaryalı olup ilk ve orta öğrenimini Tekirdağ'ın Saray ilçesine bağlı Güngörmez köyünde tamamladı. Lise öğrenimini İznik Şehit Sedat Pelit Lisesinde tamamladıktan sonra Lisans Eğitiminde Kocaeli Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antrenörlük Eğitimi bölümünden mezun oldu. Yüksek Lisans eğitimini Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Bölümünde tamamladı. Doktora eğitimini ise Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim dalında tamamladı.

