



**T.C.  
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ**

**SPORCU VE SEDANTER BİREYLERDE DİNAMİK  
GERME EGZERSİZLERİNİN DİKEY SIÇRAMA  
PERFORMANSI VE ESNEKLİK ÜZERİNE  
AKUT ETKİLERİ**

**KÜBRA ÇAYLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI**

**SİVAS-2022**

**T.C.  
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SPORCU VE SEDANTER BİREYLERDE DİNAMİK  
GERME EGZERSİZLERİNİN DİKEY SIÇRAMA  
PERFORMANSI VE ESNEKLİK ÜZERİNE  
AKUT ETKİLERİ**

**KÜBRA ÇAYLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ AYNUR OTAĞ**

**SİVAS-2022**

## YÖNERGE

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 18.02.2015 tarihli ve 4/4 sayılı kararı ile kabul edilen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

## ÖZET

### **SPORCU VE SEDANTER BİREYLERDE DİNAMİK GERME EGZERSİZLERİNİN DİKEY SIÇRAMA PERFORMANSI VE ESNEKLİK ÜZERİNE AKUT ETKİLERİ**

Kübra ÇAYLAN

Yüksek Lisans Tezi

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr. Üyesi Aynur OTAĞ

2022, 77 sayfa

Bu çalışma sporcu ve sedanter bireylerde uygulanan dinamik germe egzersizlerinin dikey sıçrama yüksekliği, kas kuvveti ve esneklik üzerindeki akut etkilerini incelemek amacıyla planlanmıştır.

Çalışmamıza 15-21 yaş aralığında gönüllü olarak 28 sporcu ve 28 sedanter olmak üzere 56 kişi dahil edildi. Dinamik germe egzersizin öncesinde veri kayıt formunda bulunan kişisel bilgiler, Yorgunluk Şiddet Ölçeği, dikey sıçrama yüksekliği (Vertimetric Dikey Sıçrama ve Bacak Kuvveti Ölçüm Cihazı Lafayette USA), kas kuvveti (Lafayette Manuel Muscle Tester 01165, USA dijital el dinanometresi) ve esneklik (otur-uzan sehpa) değerleri kaydedildi. Egzersizler sporcu ve sedanter grup ikiye ayrılarak bir gruba 3 dakikalık diğer gruba 6 dakikalık dinamik germe egzersizleri ve öncesinde 5 dakika tempolu koşu uygulanmıştır. Germeden önce ve hemen sonra dikey sıçrama yüksekliği, kas kuvveti ve esneklik ölçüldü. Dikey sıçrama ve esneklik parametreleri 5 dakika, 10 dakika ve 15 dakika sonra tekrar değerlendirildi.

Normal dağılım sağlandığı için gruplar arası karşılaştırmada bağımsız gruplarda t testi aynı grup içinde yapılan değerlendirmede eşleştirilmiş t testi kullanılmıştır. Tedavi sonrası 4 ayrı zaman için tekrarlı ölçümlerde Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi -Benforroni Testi uygulandı.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, dinamik germe egzersizlerinin sporcu ve sedanter bireylerde esneklik ve dikey sıçrama yükseklik değerlerini artırdığı ama

kas kuvvetini iyileştiremediği bulunmuştur. Altı dakikalık uygulanan dinamik germe egzersizlerinin sporcu bireylerde dikey sıçrama yüksekliğini daha fazla artırdığı bulunmuştur. Dinamik germe egzersizinin quadriceps, hamstring gastrosoleus kas kuvvetini azalttığı ve tibialis anterior kas kuvvetini ise artırdığı gözlemlenmiştir. Dinamik germe egzersizlerinin esnekliğe etkisinin sporcu bireylerde daha uzun sürdüğü ve 15 dakikaya kadar devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak dinamik germe egzersizleri ısınma protokollerinde yer alması dikey sıçrama yüksekliği ve esneklikte olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Kas kuvvetine etkileri için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler: Dinamik Germe Egzersizi; Dikey Sıçrama Yüksekliği, Kas Kuvveti; Esneklik.**

## **ABSTRACT**

# **ACUTE EFFECTS OF DYNAMIC STRESSING EXERCISES ON VERTICAL JUMP PERFORMANCE AND FLEXIBILITY IN ATHLETES AND SEDENTARY INDIVIDUALS**

Kübra ÇAYLAN

Master of Science Thesis

Physiotherapy and Rehabilitation Department

Supervisor: Lecturer PhD Aynur OTAĞ 2022, 77 page

This study was planned to examine the acute effects of dynamic stretching exercises applied on athletes and sedentary individuals on vertical jump height, muscle strength and flexibility.

A total of 56 volunteers, 28 athletes and 28 sedentary, between the ages of 15-21 were included in our study. Before the dynamic stretching exercise, personal information found in the data recording form, Fatigue Severity Scale, vertical jump height (Vertimetric Vertical Jump and Leg Strength Measurement Device Lafayette USA), muscle strength (Lafayette Manual Muscle Tester 01165, USA digital hand dynamometer) and flexibility (sit- reach table) values were recorded. Exercises were divided into athletes and sedentary groups, 3 minutes of dynamic stretching exercises were applied to one group and 6 minutes of dynamic stretching exercises to the other group and 5 minutes of jogging beforehand. Vertical jump height, muscle strength and flexibility were measured immediately after stretching. Vertical jump and flexibility parameters were re-evaluated after 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes.

Since the normal distribution was provided, the t test in independent groups was used in the comparison between groups, and the paired t test was used in the evaluation made within the same group. Analysis of Variance in Repeated Measurements - Benforroni Test was applied in repeated measurements for 4 different times after treatment.

According to the results obtained in the study, it was found that dynamic stretching exercises increased flexibility and vertical jump height values in athletes and sedentary individuals, but did not improve muscle strength. It was found that dynamic stretching exercises applied for six minutes increased the vertical jump height more in athletes. It has been observed that dynamic stretching exercise decreases quadriceps, hamstring gastrosoleus muscle strength and increases tibialis anterior muscle strength. It was concluded that the effect of dynamic stretching exercises on flexibility lasted longer in athletes and continued for 15 minutes.

As a result, it is thought that including dynamic stretching exercises in warm-up protocols will positively affect vertical jump height and flexibility. More comprehensive studies are needed for its effects on muscle strength.

**Keywords: Dynamic Stretching Exercise; Vertical Jump Height, Muscular Strength; Flexibility.**

## İçindekiler Tablosu

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ONAY.....                                                                 | iii       |
| YÖNERGE.....                                                              | iv        |
| ÖZET .....                                                                | v         |
| ABSTRACT.....                                                             | vii       |
| TABLolar DİZİNİ .....                                                     | xii       |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                     | xiii      |
| KISALTMALAR SİMGELER DİZİNİ .....                                         | xiv       |
| <b>1.GİRİŞ.....</b>                                                       | <b>1</b>  |
| 1.1 KOnunun Tanımı ve Önemi .....                                         | 1         |
| 1.2. Araştırmanın Amacı.....                                              | 2         |
| 1.3. Araştırmanın Hipotezleri .....                                       | 2         |
| <b>2.GENEL BİLGİLER .....</b>                                             | <b>3</b>  |
| 2.1.GERME FİZYOLOJİSİ:.....                                               | 3         |
| 2.1.2.İskelet kasında kasılma.....                                        | 4         |
| 2.1.3.Germe ile ilgili duyuşal reseptörler .....                          | 5         |
| 2.1.4. Germe ile ilgili refleksler .....                                  | 8         |
| 2.1.5. Germinin Mekanizması.....                                          | 9         |
| 2.1.5.1. Biyolojik mekanizma.....                                         | 10        |
| 2.1.5.2. Nörolojik mekanizma.....                                         | 10        |
| 2.2. GERME.....                                                           | 11        |
| 2.2.1. Germinin yararları .....                                           | 11        |
| 2.2.2.Germe egzersizleri ile ilgili öneriler.....                         | 12        |
| 2.2.3. Germe türleri .....                                                | 12        |
| 2.2.3.1. Statik germe .....                                               | 13        |
| 2.2.3.2. Pasif germe.....                                                 | 13        |
| 2.2.3.3. Aktif germe .....                                                | 14        |
| 2.2.3.4. <i>Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) germe</i> ..... | 15        |
| 2.2.3.5. <i>İzometrik germe</i> .....                                     | 16        |
| 2.2.3.6. <i>Balistik germe</i> .....                                      | 17        |
| 2.2.3.7. <i>Dinamik germe</i> .....                                       | 18        |
| 2.2.3.8. <i>Aktif izole germe</i> .....                                   | 19        |
| 2.3.DİNAMİK GERME .....                                                   | 19        |
| 2.3.1.Dinamik Germinin Akut Etkileri .....                                | 21        |
| 2.3.2. Dinamik germe ve futbol .....                                      | 22        |
| 2.4. Dikey Sıçrama YÜKSEKLİĞİ .....                                       | 23        |
| 2.4.1. Dikey Sıçramanın Mekanikliği .....                                 | 24        |
| 2.5. KUVVET .....                                                         | 26        |
| 2.6.Esneklilik.....                                                       | 29        |
| <b>3. MATERYAL VE METOD .....</b>                                         | <b>32</b> |
| 3.1. Araştırmanın Tipi .....                                              | 32        |
| 3.2.ARAŞTIRMA ÖRNEKLEMİ: .....                                            | 32        |
| 3.3. ARAŞTIRMAYA DAHİL EDİLME KRİTERLERİ .....                            | 32        |
| 3.4. ARAŞTIRMADAN DIŞLANMA KRİTERLERİ .....                               | 32        |

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| 3.5. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI .....           | 33        |
| <b>3.5.1. Veri Kayıt Formu .....</b>       | <b>33</b> |
| 3.5.2. Yorgunluk Şiddet Ölçeği.....        | 33        |
| 3.5.3. Dikey sıçrama yüksekliği.....       | 33        |
| 3.5.4. Esneklik.....                       | 35        |
| 3.5.5. Kas kuvveti.....                    | 35        |
| 3.6. VERİLERİN TOPLANMASI .....            | 38        |
| 3.7. VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ .....            | 39        |
| 3.8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....     | 42        |
| 3.9. ARAŞTIRMANIN ETİK YÖNÜ .....          | 42        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                   | <b>43</b> |
| <b>5. TARTIŞMA.....</b>                    | <b>54</b> |
| 5.1. Dikey sıçrama yüksekliği.....         | 55        |
| 5.2. Kas kuvveti.....                      | 57        |
| 5.3. Esneklik.....                         | 59        |
| <b>6. SONUÇLAR.....</b>                    | <b>62</b> |
| <b>7. KAYNAKÇA .....</b>                   | <b>63</b> |
| <b>EK-1. ÖZGEÇMİŞ .....</b>                | <b>71</b> |
| <b>EK-2. ETİK KURUL ONAYI .....</b>        | <b>71</b> |
| <b>EK-4. VERİ KAYIT FORMU.....</b>         | <b>76</b> |
| <b>EK-5. YORGUNLUK ŞİDDET ÖLÇEĞİ .....</b> | <b>77</b> |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Çalışma akış şeması.....                                                                              | 39 |
| Tablo 2. Katılımcıların Demografik Özellikleri.....                                                            | 43 |
| Tablo 3. Sporcu ve Sedanter Grubun Demografik Özellikleri Toplam Değerleri .....                               | 43 |
| Tablo 4. Sağ Alt Ekstremitte Dikey Sıçrama Yükseklik Değerleri.....                                            | 44 |
| Tablo 5. Sol Alt Ekstremitte Dikey Sıçrama Yükseklik Değerleri.....                                            | 46 |
| Tablo 6. Dinamik Germe Öncesinde ve Sonrasında Sporcu ve Sedanter Bireylerde Hamstring Esneklik Değerleri..... | 47 |
| Tablo 7. Dinamik Germe Öncesinde ve Sonrasında Kas Kuvveti Değerleri .....                                     | 49 |
| Tablo 8. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Esneklik Değerleri Ortalamaları .....                                   | 51 |
| Tablo 9. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Sağ Alt Ekstremitte Dikey Sıçrama Yüksekliği Ortalamaları .....         | 52 |
| Tablo 10. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Yorgunluk Şiddet Ölçeği Değerlerinin Ortalamaları .....                | 53 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. İskelet Kasının Yapısı.....                                                                        | 4  |
| Şekil 2. Kas İçicinin Yapısı.....                                                                           | 7  |
| Şekil 3. Golgi Tendon Organının Yapısı .....                                                                | 8  |
| Şekil 4. Statik Germe .....                                                                                 | 13 |
| Şekil 5. Pasif Germe .....                                                                                  | 14 |
| Şekil 6. Aktif Germe.....                                                                                   | 15 |
| Şekil 7. Pnf Germe.....                                                                                     | 16 |
| Şekil 8. İzometrik Germe.....                                                                               | 17 |
| Şekil 9. Balistik Germe.....                                                                                | 18 |
| Şekil 10. Dinamik Germe.....                                                                                | 18 |
| Şekil 11. Aktif İzole Germe .....                                                                           | 19 |
| Şekil 12. Dikey Sıçrama Performansı Sırasında Çalışan Kaslar .....                                          | 25 |
| Şekil 13. Dört Segmentli (4s) Ve Beş Segmentli (5s) Düzlemsel İnsan Vücudu Modelleri.....                   | 26 |
| Şekil 14. Vertimetric Dikey Sıçrama ve Bacak Kuvveti Ölçüm Cihazı Lafayette USA .                           | 34 |
| Şekil 15. Dikey Sıçrama Yüksekliği Ölçüm Başlangıç Pozisyonu.....                                           | 34 |
| Şekil 16. Otur-Uzan Sehpa Esneklik Ölçümü .....                                                             | 35 |
| Şekil 17. Lafayette Manuel Muscle Tester (Kas Ölçüm Sistemi) 01165, USA Dijital El Dinanometresi .....      | 36 |
| Şekil 18. M.Quadriceps Femoris Ve Hamstring Kas Grubunun Kas Kuvveti Ölçümü.                                | 37 |
| Şekil 19. Bacak Ön Ve Arka Grup Kas Gruplarının Kas Kuvveti Ölçümü.....                                     | 38 |
| Şekil 20. Ayakta M. Quadriceps Femoris Germe- Ayakta Diz Çekme .....                                        | 40 |
| Şekil 21. Ayakta Hamstring Ve Bacak Arka Grup Kaslarına Germe- Ayakta Öne Doğru Uzanma .....                | 41 |
| Şekil 22. Öne Doğru Lunge Hareketi ve Zıt Üst Ekstremitenin Elevasyon Hareketi- Lateral Lunge Hareketi..... | 41 |
| Şekil 23. Yüksek diz çekme ile koşu – Geriye diz çekme ile koşu.....                                        | 42 |

## **Kısaltmalar Simgeler Dizini**

cm: Santimetre

dk: Dakika

sn: Saniye

kg: Kilogram

m: Metre

BKİ: Beden Kitle İndeksi

DG: Dinamik Germe

FSS: Fatigue Severity Scale

ATP: Adenozin Trifosfat

SS:Standart Sapma

X: Ortalama

SPSS: Statistical Package For The Social Sciences

# 1.GİRİŞ

## 1.1 Konunun Tanımı ve Önemi

Müsabakadan önce ısınma, modern spor ortamında yaygın olarak kabul edilen bir uygulamadır ve hem sporcular hem de antrenörler, optimum performansa ulaşmak için ısınmanın gerekli olduğuna inanılır (McGowan et al., 2015).

Isınma rutinleri, hemen hemen her sporda antrenman ve yarışma öncesi yaygın bir uygulamadır. Uygulayıcılar onlarca yıldır yaralanmaları önlemek ve sporcularının performansını artırmak için ısınma hareketleri önerdiler (Neiva ve ark., 2014). Egzersiz öncesi ısınma prosedürleri sırasında orta yoğunlukta egzersiz genellikle germe egzersizleri ile yapılır (Walsh, 2017) . Germe terimi genel olarak tanımı kasın boyunun artmasıdır (Thomas ve ark., 2018). Germe egzersizi, daha serbest hareketlere ve gelişmiş performansa izin vererek, hareket açıklığını artırmak ve esnemeye karşı direnci azaltmak amacıyla ana egzersizden önce yer alabilir (Su ve ark., 2017). Esneklikte veya sınırlı hareket kabiliyetinde bir azalma, spor ve atletik ortamlarda hedeflere ulaşmayı sınırlayabilir veya yaralanma vakalarını artırabilir (Thomas ve ark., 2018). Sporcuların germe pozisyonunda belirli bir süre kaldıkları statik germe; kasın eklem hareket sınır derecesine kadar uzatılması ve birbirini takip eden seri tekrarlarla kasılma ve gevşemenin gerçekleştirildiği dinamik hareketlerden oluşan dinamik germe yöntemidir (Alemdaroğlu, Köklü ve Koz, 2017). Statik germe eklem hareket açıklığı artırmak için etkili bir yöntem olarak düşünülür. Performansı artırdığı ve yaralanma insidansını azalttığı için preaktivite rutinlerde gerçekleştirilebilir (Paradisis ve ark., 2014; Power ve ark., 2004).

Spor aktivitelerinden önce statik germenin kullanılmasının kas gücünü azalttığı yönünde raporlar vardır (Takeuchi ve ark., 2021). Bu etkilerin germenin süresine bağlı olduğu 60 saniyeden az olan germe sürelerinde önemsiz bozulmalar görülürken 60 saniyeden fazla olan germe sürelerinde önemli ölçüde büyük etkilenimler gözlemlenmiştir (Behm ve ark., 2021).

Bu nedenle egzersize hazırlanmak için alternatif bir uygulama olarak dinamik germe kullanılabilir çünkü nöromüsküler özellikler ve performans bozulmadan eklem hareket açıklığını artırabilir (Vieira, Opplert ve Babault, 2021). Dinamik germe vücut ısınısını artırır, sinir iletimini iyileştirir ve spor performansını artırır (Lin, Lee ve Chang, 2020). Dinamik germe uygulamalarından sonra güç, sprint ve sıçrama performanslarında akut artışlar olduğu gösterilmiştir. Dinamik germenin zor esneyen kaslar için ve kas performansı açısından statik germeden daha etkili olduğu gösterilmiştir (Opplert ve Babault, 2018). Germeye bağlı etki büyüklüğü, germe uygulamasının spesifik özellikleri gibi birkaç faktöre (hız, süre, genlik) bağlanabilir (Behm ve Chaouachi, 2011). Herhangi bir yorgunluk üretimine müteakip kas performansı üzerinde olumlu etkiler üreten optimal dinamik germe için henüz fikir birliği yoktur (Opplert ve Babault, 2019).

## **1.2. Araştırmanın Amacı**

Egzersiz öncesinde ısınma protokollerinde yer alan germe egzersizlerinin etkileri ve uygulama süreleri hakkında literatürde net bir görüş yoktur ve gelecekte yapılacak araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Opplert ve Babault, 2019). Bu nedenle çalışmamızın amacı sporcu ve sedanter bireylerde uygulanan dinamik germe egzersizlerinin dikey sıçrama, kas kuvveti ve esneklik üzerine etkileri incelemek amacıyla planlanmıştır.

## **1.3. Araştırmanın Hipotezleri**

H1: Dinamik germe egzersizleri sporcu ve sedanter bireylerde dikey sıçrama yüksekliği, kas kuvveti ve esnekliği artırır ve artış sporcu bireylerde sedanterlere göre daha fazladır.

H2: 6 dakikalık dinamik germe egzersizlerini 3 dakikalık dinamik germe egzersizlerine göre dikey sıçrama yüksekliği, kas kuvveti ve esnekliği daha fazla artırır.

H3: Dikey sıçrama yüksekliği ve esneklikteki artış egzersizden sonra 15 dakikaya kadar sürebilir.

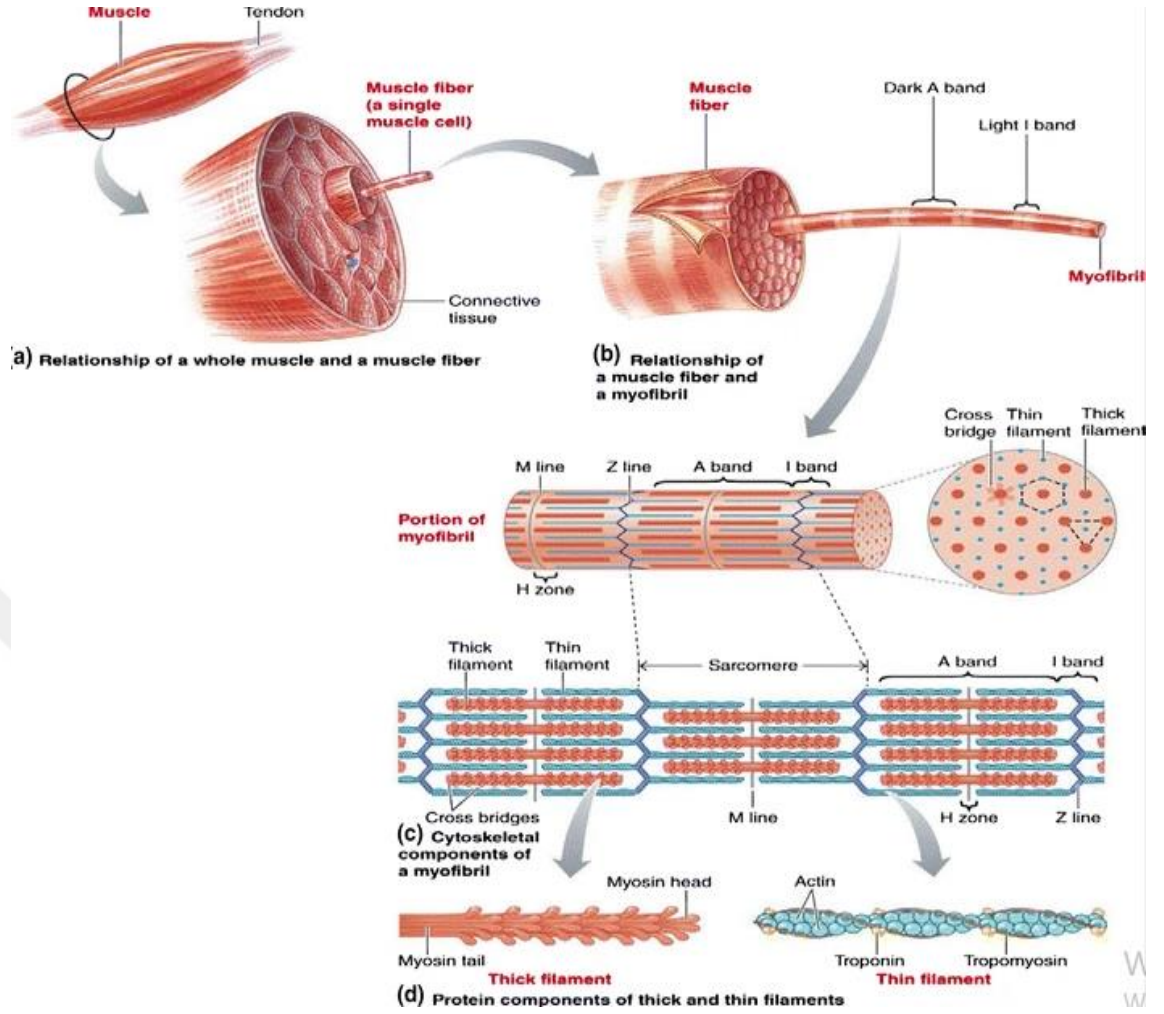
## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.Germe fizyolojisi:

İskelet kası, insan vücudunun ana doku bileşenlerinden biridir. Ana işlevi, kimyasal enerjiyi mekanik işe dönüştürmektir. Genellikle merkezi sinir sisteminin istemli kontrolü altındadır. İskelet kasının başka işlevleri de vardır; vücudun su içeriğinin yaklaşık %80'ini içerir ve potasyum gibi hücre içi iyonlar için bir rezervuardır. Aynı zamanda enerji açısından zengin bileşiklerin kaynağı olarak işlev görür ve önemli bir vücut ısısı üreticisidir (Stein, 2017).

#### 2.1.1.İskelet kası yapısı ve fizyolojisi

İskelet kası, birkaç kas lifi (miyofiber) demeti içeren oldukça organize bir dokudur. Her bir miyofiber (birkaç miyofibril içerir), sarkomer adı verilen temel hücresel birimi olan bir kas hücrecini temsil eder. Miyofiber demetleri fasikülleri oluşturur ve fasikül demetleri kas dokusunu oluşturur ve her bir tabaka hücre dışı matris ve hücre iskeleti ağları tarafından desteklenir. Kuvvet üretimi ve hızlı hareket, sarkomerin kasılmasıyla ortaya çıkan çizgili kas fonksiyonunun ayırt edici özellikleridir. Sarkomerler, karmaşık yapısı iki ana değişken protein filament setinden; ince filamentler ( $\alpha$ -aktin ve ilişkili proteinler) ve kas lifi eksenine paralel uzanan kalın filamentler (miyozin ve ilişkili proteinler) oluşur. Aktinin yapısında kasılmanın kontrolünde yer alan, troponin ve tropomiyozin adında iki proteinde yer alır. Görsel olarak, sarkomerin her iki ucunda Z diski adı verilen koyu ve dar bir çizgi vardır. Her Z diski, bitişik sarkomerler arasında paylaşılan daha hafif bir I bandını ikiye böler. Sarkomerin merkezinde kalın filamentlerden oluşan ve daha hafif bir H bölgesi olan yoğun bir A bandı bulunur. M-çizgisi H-bölgesini ikiye böler. M-bandı kalın filamentleri birbirine bağlarken, ince filamentler Z diskinde yanal bir dizide bir arada tutulur (Şekil 1) (Mukund ve Subramaniam, 2020).



Şekil 1. İskelet Kasının Yapısı

### 2.1.2.İskelet kasında kasılma

Kas kasılması, aktin ve miyozin filamentlerinin yan yana kaymasından kaynaklanır. Aktin ve miyozin arasında kimyasal bağlar vardır ve kasılma, bu bağlarda filamentlerin göreceli konumlarını değiştiren değişiklikleri içerir. Dinlenme durumunda, aktin ve miyozin arasındaki etkileşim, tropomiyozin ve troponin proteinleri tarafından engellenir. Kalsiyum konsantrasyonu düşük olduğunda, troponin ve tropomiyozinin ile aktin ve miyozin etkileşimini bloke eder (dinlenme durumundaki kasta kalsiyum seviyeleri düşüktür). Kalsiyum seviyesi kasılma anında hızla yükselir, kalsiyum Troponin C ye bağlanma kompleksin pozisyonunu değiştirerek inhibisyonu engeller ve kasılma gerçekleşir. Kasılma, kalsiyumun hücreden aktif olarak uzaklaştırılmasıyla durdurulur.

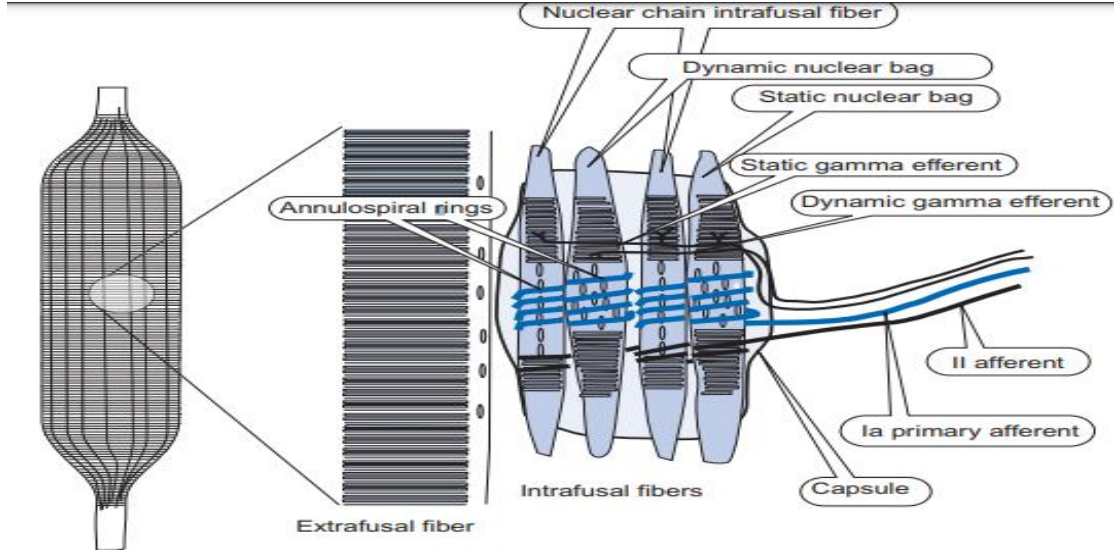
Merkezi sinir sisteminde bir uyarı oluşur. Bu uyarı alfa motor nöronlar aracılığıyla motor son plağa ulaşır. Burada asetilkolin nörotransmitterinin salınımı gerçekleşir. İskelet kaslarının aksiyon potansiyeli, nöromusküler kavşakta asetilkolin salınımı ile tetiklenir. Asetilkolin, nikotinik asetilkolinesteraz reseptörlerine bağlanır ve motor uç plakalarını depolarize eder. Motor uç plakalarındaki depolarizasyon eşiği aştığında bir aksiyon potansiyeli oluşur (Raghavan, Fee ve Barkhaus, 2019). Kas lifi zarına ulaşan aksiyon potansiyeli transvers tübüller (T tübül) sistemi aracılığıyla kas hücresinin iç kısmına iletilir. T tübülün kalsiyum depolayan sarkoplazmik retikulumdan sarkoplazmaya büyük miktarda kalsiyum çıkışı olur. Sarkoplazmaya salınan kalsiyum daha sonra aktin ince myofilametindeki düzenleyici protein olan troponin C ye bağlanır. Bu aktin filamentinin aktif bölgesini bloke eden tropomyozinin üzerinden çekilmesi sonucunda myozin filamentleri ile çapraz köprü oluşturur. Mevcut ATP, miyozine bağlanır ve miyozini aktin'den kısaca ayırır. Miyozinin ATPaz aktivitesi, ATP'yi ADP'ye ve Pi'ye (serbest fosfat) (hâlâ miyozine bağlı) hidrolize ederek, miyozin filamentinin aktin filamentine göre 90°'lik açıda (çapraz köprü) aktini zayıf bir şekilde yeniden bağlamasına neden olur (Frontera, 2017; Sweeney ve Hammers, 2018; Mukund ve Subramaniam, 2020).

### **2.1.3. Germe ile ilgili duyuşal reseptörler**

Kas iğciğı: Kas iğcikleri, kasların uzunluğunu ve uzunluğundaki değişiklikleri işaret eden germe reseptörleridir. Ana kasa paralel, bağımsız bir kapsül içinde bulunurlar. Bu nedenle kas gerildiğinde uzar, kas kasıldığında kısalmır. Kas iğciğı gerildiğinde omuriliğe afferent impulslar göndererek kasın kasılma durumu hakkında merkezi sinir sistemini bilgilendirmektir. Kas iğciğı, intrafusall kas lifleri adı verilen, 4-10 mm uzunluğunda, merkezi kısımları kasılmayan bir grup ince kas lifinden oluşur. Tipik olarak bağ dokusu kapsülü, iki farklı tipte intrafusall lifi çevreler. Nükleer zincir intrafusall lifleri, merkezde bir dizi hizalanmış çekirdeğe sahiptir. Nükleer torba lifleri, intrafusall lifin merkezinde torba benzeri bir yapı içinde rastgele dizilmiş bir çekirdek kümesine sahiptir.

Tipik olarak bir iğde iki ila üç nükleer torba lifi ve yaklaşık beş nükleer zincir lifi bulunur. Ayrıca iki farklı afferent duyuşal lif ucu türü vardır. Ia veya birincil afferentler olarak adlandırılan büyük miyelinli sinirler, tüm intrafusul kas liflerinin merkezi kısmını çevreler. Bu sinir ucu, anülospiral halka adı verilen sarmal bir yapı oluşturur. Bu sinir ucunun gerilmesi, nöronu depolarize eden ve dolayısıyla ateşleme hızını artıran, yüzeyindeki gerilmeyle aktive olan kanalları aktive eder. Kasları uzatmak bu reseptörleri gerer ve ateşleme hızını arttırır. Kasın kısılması bu reseptörlerin gerilmesini azaltır ve ateşleme hızları düşer. Bu nedenle, intrafusul duyu sinirinin ateşleme hızı, kas iğciğine göre kasın gerilmesi ile ilgilidir. Nükleer torbalar aslında iki çeşittir: “statik torbalar” ve “dinamik torbalar”. Statik nükleer torba ve nükleer zincir lifleri, II afferentler olarak sınıflandırılan ikinci bir tür innervasyon alır. Bunlar intrafusul liflerin yan yana bölgelerini innerve eder. II afferentleri, yavaş uyum sağlayan orta miyelinli liflerden oluşur. Tonik aktiviteleri, statik kas uzunluğu hakkında bilgi taşır. Bu duyuşal reseptörlere ek olarak, her bir intrafusul lif, tıpkı sıradan bir motor nöronun yapacağı gibi kasılma mekanizmasını aktive ederek intrafusul lifin uzunluğunu kontrol eden gama motor efferent adlı bir motor nöron ile innerve edilir. Bu, kaslar kasıldığında kas iğciğinin hassasiyetini koruma etkisine sahiptir.

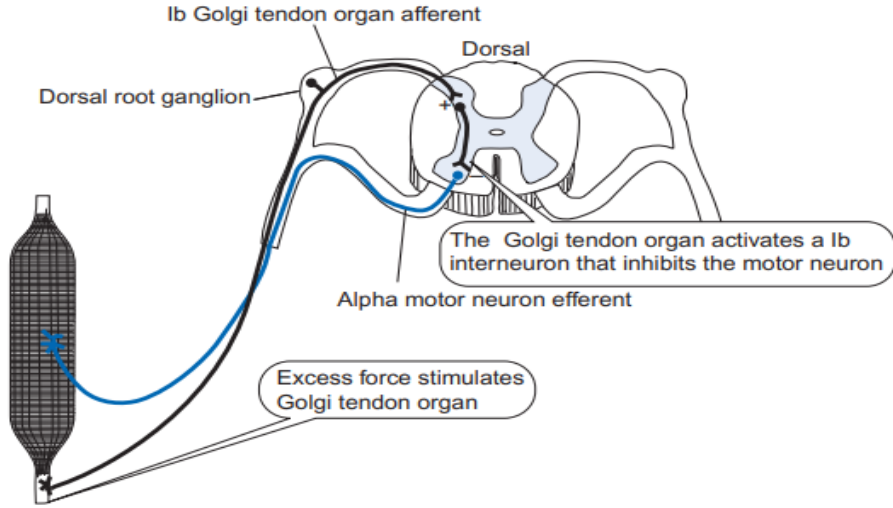
Kas iğciğinin birincil ve ikincil duyu reseptörleri, gerilme reseptörleridir. Hızla adapte olan anülospiral sensörler, gerilme oranını kodlarken, yavaş adapte olan ikincil sensörler, kasın statik uzunluğunu kodlar. Kasılmalar sırasında ektrafusul lifler kısılır ve böylece intrafusul lifler üzerindeki gerilim kaybolur. Gerilme reseptörleri üzerindeki gerilimi korumak için,  $\gamma$  efferent sistemi, intrafusul lifleri ektrafusul liflerle aynı anda aktive eder, böylece gerilme reseptörleri, gerilmeyi bildirebilecek kadar sıkı olur. Böylece,  $\gamma$  efferent sistemi, kasılma ve gevşeme sırasında meydana gelen kas uzunlukları aralığında kas iğciği gerilme reseptörlerinin duyarlılığını korur.  $\gamma$  motor nöronların hücre gövdeleri,  $\alpha$  motor nöronları gibi omuriliğin ventral boynuzunda bulunur.  $\gamma$  efferentlerinin birlikte aktivasyonu da kasları aktive etmeye yardımcı olur.



Şekil 2. Kas İğicinin Yapısı

#### Golgi tendon organları :

Golgi tendon organları adı verilen gerilme reseptörleri, tendonların kollajen liflerinde ve eklem kapsüllerinde bulunur. Genellikle intrafusal kas liflerinin paralel dizilimi yerine kas ile seri olarak bulunurlar. Bu nedenle, tendonların gerilmesi, tüm kas tarafından geliştirilen tendon üzerindeki kuvveti yansıtır ve Golgi tendon organının ateşleme hızı, aslında gerilmeyi algılasa bile, gerilmeden ziyade kas kuvvetini kodlar. Aksiyon potansiyelleri, büyük miyelinli lifler olan tip Ib afferent lifler üzerinden omuriliğe taşınır. Duyusal nöronlar, daha sonra  $\alpha$  motor nöronlarla bağlantı kuran internöronlar üzerindeki kordonda sinaps yapar. Bu sayede kasların gevşemesi ile kaslara zarar verebilecek yüksek kuvvet gelişimi engellenebilir. Golgi tendon organlarındaki yüksek kuvveti gevşeme ile birleştiren bu refleks, gerilmenin bir refleks kasılmasına neden olduğu miyotatik refleksin, yani gerilme refleksinin tersidir. Bu nedenle, kas mutlaka gergin olmasa da bu refleks ters miyotatik refleks olarak adlandırılır (Stein,2017; Feher, 2012).



Şekil 3. Golgi Tendon Organının Yapısı

#### 2.1.4. Germe ile ilgili refleksler

Miyotatik refleks; kas gerilme refleksidir. Bunun klasik bir örneği diz çekme refleksidir. Patellar ligamanın bükülmüş ancak gevşek bir diz ekleminde bir tokmakla vurulması kuadrisepsin gerilmesine neden olur. Gerilme hissedilir ve bilgi spinal korda taşınır, bu da kasın aktivasyonu ile sonuçlanarak dizin gerilmesine neden olur. Süreç, kas uzunluğu sensörü olan kas içiği ile başlar. Miyotatik refleks, bir kasın gerilmesine doğrudan yanıt olarak kasıldığı “diz çekme” refleksidir. Tipik olarak, tendonu deforme eden ve kası geren bir kasın tendonuna dokunarak ortaya çıkar. Ia kas içciklerinin afferentleri gerilmeyi algılar ve kası innerve eden  $\alpha$  motor nöronlarla doğrudan bağlantı kurar. Gerilme üzerine artan ateşleme hızı,  $\alpha$  motor nöronunun uyarılmasına ve kasın kasılmasına neden olur. Gerilme kısa süreli olduğu için, Ia afferentinin uyarılması ve  $\alpha$  motor nöronun uyarılması da öyledir ve kasta kısa bir kasılma gözlenir.

Miyotatik refleksin amacı, kas uzunluğundaki değişikliklere direnç göstermektir. Bu, amaca yönelik çalışma sırasında veya postürün korunmasında bir uzvun pozisyonunu korumaya çalışırken yararlıdır, ancak kasların kasılması gerektiği ve antagonist kas gevşerken kasların kasılması gerektiğinde, amaca yönelik hareketler sırasında ters etki yapar. Böylece, istemli hareketler sırasında bu sisteme aşırı yüklenir. Diğer zamanlarda, refleks geliştirilebilir. Gücü, motor korteksten gelen girdilerle kolaylaştırılabilir veya azaltılabilir. Miyotatik refleks, Ia afferentlerinden gelen girdi ile  $\alpha$  motor nöronunun uyarılmasına dayanır. Aksiyon potansiyelleri üretmek için motor nöronu depolarize etme yetenekleri, motor nöronun istirahat membran potansiyeline bağlıdır, bu da sırayla korddaki ve daha yüksek merkezlerden gelen diğer bağlantılardan etkilenebilir. Jendrassik'in manevrası ile genellikle diz sarsıntısı refleksini geliştirmek mümkündür. Bu manevrada denek iki elin parmaklarını kenetler ve harekete direnç gösterilirken elleri birbirinden ayırmaya çalışır. Bu izometrik egzersiz, çeşitli motor nöronları depolarize ederek ve böylece miyotatik refleksi kolaylaştırarak serebral motor korteksten genel çıkışı artırır (Feher, 2012).

Otojenik İnhibisyon: Koruyucu mekanizma olarak düşünülen otojenik inhibisyon tendonun yapıştığı kemikten kopmasına engel olan ve kasta yırtık oluşmasını engelleyen mekanizmadır. Kas geriminin artması sonucunda kas tendon birleşiminde (golgi tendon organların yoğun olduğu bölge) gerim artar. Artan bu gerim eşik değerinin üstüne çıkarsa golgi tendon organları Ib lifleri ara nöronlar aracılığı ile gerimi azaltmak için kasılan kası inhibe ederler. Bu inhibisyona otojenik inhibisyon ya da ters miyotatik refleks (ters gerilme refleksi) denir (Saunders, 1996).

#### **2.1.5. Germinin Mekanizması**

Germe, mekanik ve nörolojik mekanizmalar yoluyla kasların ve yumuşak dokuların uzamasına neden olur. Germe aktiviteleri, psikolojik mekanizmalar aracılığıyla sporculara zihinsel olarak fayda sağlayabilir, ancak germinin psikolojik etkileri ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır (Weerapong, Hume ve Kolt, 2004).

#### **2.1.5.1. Biyolojik mekanizma**

Kas-tendon birimleri iki şekilde uzatılabilir: kas kasılması ve pasif germe. Kas kasıldığında, kasılma elemanları kısalırken kas-tendon ünitesinin tüm uzunluğu sabitlenir. Bu nedenle, dokuların pasif elemanlarında (tendon, perimisyum, epimisyum ve endomisyum) telafi edici bir uzama meydana gelir. Kas uzadığında, dış kuvvet uygulanması nedeniyle kas lifleri ve bağ dokuları uzar. Germe, kasın biyomekanik özelliklerini (kas-tendon ünitesinin hareket açıklığı ve viskoelastik özellikleri) etkileyerek kas-tendon ünitesi uzunluğunu artırır (Weerapong, Hume and Kolt, 2004).

#### **2.1.5.2. Nörolojik mekanizma**

Kas iskelet sistemi hakkındaki bütün bilgileri proprioseptörler merkezi sinir sistemine iletirler. Kuvvet gerilim ve yer değişikliklerini algılayan proprioseptörlere mekanoreseptör olarak adlandırılır. Proprioseptörler kas, tendon, eklemlerde ve tüm sinir uçlarında yer alır. Germe ile proprioseptörler ilgili olanlar ise kas lifleri ve tendonlarda bulunmaktadır (Appleton, 1998).

Germe sırasında kas-tendon birimlerinin biyomekanik tepkileri, germe sırasında kas aktivitesi (EMG) yanıtlarının eksikliği ile gösterildiği gibi refleks aktiviteden bağımsızdır. Bununla birlikte, germe sırasında ve sonrasında Hoffman refleks yanıtında (H refleksi) bir azalma bildirilmiştir. Bazı araştırma raporları, tüm germe tekniklerinin sinirsel duyarlılığı azaltarak sinirsel tepkileri etkilediğini belirtmiştir. Gerilmenin nörolojik mekanizmalar üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmaların çoğu, germe refleksinin elektriksel analogu olan H refleksindeki değişiklikleri araştırmıştır, ancak gama motor nöronları ve kas içiği deşarjına etkileri yoktur (Weerapong, Hume ve Kolt, 2004).

Genel olarak bir grup kas lifinin refleks uyarılabilirliğindeki değişikliklerle ilgili olan Hoffmann refleksi, periferik sinirin elektriksel olarak uyarılmasıyla uyarılır. Motor aksonların aktivasyonu, alfaya monosinaptik bir bağlantı yoluyla H-refleksini ve M dalgasını doğrudan indükler. Gerilmeden sonra H-refleksinin düşük genliği, presinaptik ve/veya postsinaptik değişikliklerle ilgili çeşitli olasılıklara bağlı olabilir.

Presinaptik değişiklikler, Ia afferentlerinde otojenik bir azalmayı indükleyen presinaptik bir inhibisyondan ve/veya tekrarlayan aktivasyon sırasında sinaptik iletim için değişen kapasiteden kaynaklanabilir. Postsinaptik değişiklikler, Golgi tendon organından otojenik bir inhibisyona, Renshaw döngüsünden tekrarlayan inhibisyona veya eklem ve kutanöz reseptörlerden afferentlerin postsinaptik inhibisyonuna bağlı olabilir (Guissard, Duchateau ve Hainaut, 2001).

## **2.2. Germe**

Germe, çoğu antrenman rutininin temel bir bileşenidir ve genellikle amaç kas esnekliğini artırmak olduğunda kullanılan bir stratejidir (Medeiros ve Lima, 2017). Germe egzersizleri genellikle eklem hareket açıklığını, kas performansını artırmak, yorucu egzersizlerden sonra toparlanmayı desteklemek veya aktiviteye bağlı yaralanma risklerini azaltmak için aktivite öncesi ve/veya sonrası rutinler olarak kullanılır (Babault ve ark., 2021).

### **2.2.1. Germenin yararları**

Düzenli germe egzersizleri ile çeşitli kronik antrenman faydaları elde edilebilir.

- Geliştirilmiş esneklik, dayanıklılık (kas dayanıklılığı) ve kas gücü (fayda derecesi, kasa ne kadar stres uygulandığına bağlıdır;)
- Azaltılmış kas ağrısı
- Gelişmiş kas ve eklem hareketliliği
- Daha verimli kas hareketleri ve hareket açıklığı
- Daha geniş bir hareket aralığında maksimum kuvvet uygulama yeteneği
- Bazı bel problemlerinin önlenmesi
- İyileştirilmiş görünüm ve öz imaj
- Geliştirilmiş vücut hizalaması ve postür
- Bir egzersiz seansında daha iyi ısınma ve soğuma
- Kan glikozunun daha iyi korunması (Nelson ve Kokkonen, 2007).

### 2.2.2. Germe egzersizleri ile ilgili öneriler

- Germe egzersizlerini haftada 2 ila 3 gün antrenmanlarınıza ekleyin, ancak günlük germe en etkili olanıdır.
- Antrenmandan önce dinamik germe yapın.
- Antrenmandan sonra statik germe veya dinamik germe yapın.
- Fitness seviyenize bağlı olarak, gerginlik hissedeceğiniz veya hafif ila orta derecede rahatsızlık hissedeceğiniz bir noktaya kadar gerin.
- Germe sırasında zıplamayın, bu yaralanmalara neden olabilir. Uzatmayı bir pozisyonda tutmak veya hareket aralığı boyunca yavaşça hareket ettirmek en iyisidir.
- Çoğu yetişkin için 10-30 saniye boyunca statik bir esneme tutulması önerilir. Daha yaşlı bireylerde, 30-60 saniyelik germe yapmak, esnekliğe daha fazla fayda sağlayabilir.
- Büyük kas-tendon birimlerinin her biri için bir dizi esneklik egzersizi önerilir. (“Stretching and Flexibility Guidelines Update” n.d.)(Page, 2012).

### 2.2.3. Germe türleri

Literatürde egzersiz uygulama şekli ve süresi, uygulama sonucunda ortaya çıkan nörofizyolojik etkileri birbirinde farklı olan birçok germe egzersizi yer almaktadır. Farklı kaynaklarda değişik şekillerde sınıflandırma yapılsa da çoğunlukla statik ve dinamik germe olmak üzere sınıfa ayrılır(Walker, 2011).

Statik germeler kendi arasında beş gruba ayrılır. Bunlar;

1. Statik germe
2. Pasif germe
3. Aktif germe
4. Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) germe
5. İzometrik germe

Dinamik germeler ise üç gruba ayrılır. Bunlar;

1. Balistik germe
2. Dinamik germe
3. Aktif izole germe (AIS)

### 2.2.3.1. Statik germe

Statik germe genellikle bir ekstremitenin hareket aralığının sonuna kadar aktif veya pasif olarak hareket ettirilmesini ve gerilmiş pozisyonu 15-60 saniye tutmayı ve ardından 2-4 kez tekrarlamayı içerir (Su ve ark., 2017). Bu, bir partner tarafından pasif olarak veya aktif olarak özne tarafından gerçekleştirilebilir (Page, 2012). Statik germe uygulama süresini Amerikan Spor Sağlığı Yüksekokulu (American College of Sports Medicine / ACSM) 15–30 saniye, Ulusal Kuvvet ve Kondisyon Derneği (National Strength and Conditioning Association / NSCA) ise 30 saniye olarak önermiştir (Williams, 2011). Statik germe, eklem hareket açıklığını artırmak için etkili bir yöntem olarak kabul edilir ve genellikle performansı iyileştirdiği düşünülür ve aktiviteye bağlı yaralanmaların insidansını azaltır. Bu nedenle yaygın olarak preaktivite rutinlerinde gerçekleştirilir (Behm ve ark., 2015).

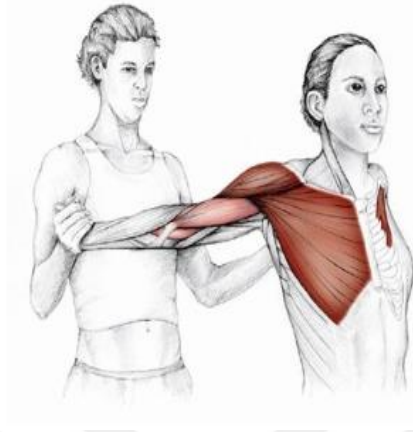


Şekil 4. Statik Germe

### 2.2.3.2. Pasif germe

Bu germe şekli statik germeye çok benzer; ancak, kasın daha da gerilmesine yardımcı olmak için başka bir kişi veya aparat kullanılır. Kasa uygulanan daha büyük kuvvet nedeniyle, bu germe şekli biraz daha tehlikelidir. Bu nedenle kullanılan herhangi bir aparatın hem sağlam hem de stabil olması çok önemlidir. Bir partner kullanırken gerilmiş kasa sarsıntılı veya zıplama kuvveti uygulanmaması gerekir. Bu nedenle, uygulayıcı germe egzersizlerini yaparken kasların ve eklemlerin güvenliğinden sorumludur. Pasif germe, daha geniş bir hareket aralığı elde etmeye yardımcı olmakta faydalıdır, ancak onunla biraz daha yüksek yaralanma riski taşır.

Ayrıca bir rehabilitasyon programının bir parçası olarak veya bir soğuma sürecinin bir parçası olarak etkin bir şekilde kullanılabilir.

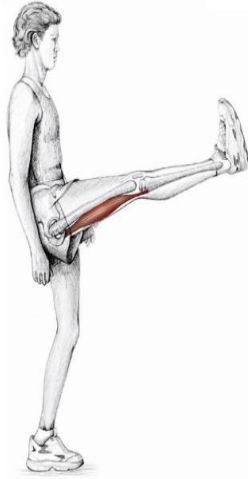


Şekil 5. Pasif Germe

#### 2.2.3.3. Aktif germe

Herhangi bir dış kuvvetin yardımı veya yardımı olmadan gerçekleştirilir. Bu germe şekli, hedeflenen kas grubu (agonistler) içinde bir gerilme oluşturmak için yalnızca antagonistler gücünü kullanmayı içerir. Antagonist kasların kasılması, agonist kasların gevşemesine yardımcı olur. Aktif bir germenin klasik bir örneği, bir kişinin bir bacağını olabildiğince yükseğe kaldırdığı ve daha sonra başka birinden veya nesneden herhangi bir yardım almadan bu pozisyonu koruduğu bir durumdur.

Aktif germe, bir rehabilitasyon aracı olarak faydalıdır ve dinamik germe egzersizlerine geçmeden önce çok etkili bir kondisyonlama şeklidir. Bu tip esneme egzersizini uzun süre tutmak ve sürdürmek genellikle oldukça zordur ve bu nedenle germe pozisyonunda genellikle sadece 10-15 saniye tutulur (Walker, 2011).



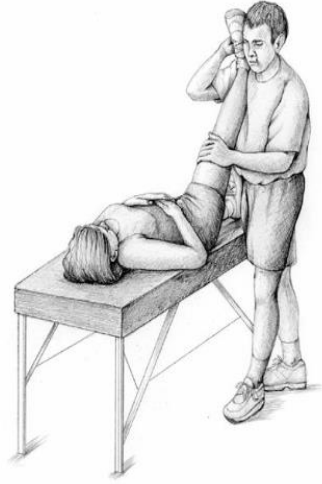
Şekil 6. Aktif Germe

#### 2.2.3.4. Proprioseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) germe

PNF germe, hedeflenen kas grubunun hem gerilmesini hem de kasılmasını içeren daha gelişmiş bir esneklik eğitimi şeklidir. PNF germe başlangıçta bir rehabilitasyon şekli olarak geliştirilmiştir ve bu işlev için çok etkilidir. Aynı zamanda belirli kas gruplarını hedeflemek için iyi bir seçnektir ve esnekliği, hareket aralığını artırmanın yanı sıra kas gücünü de geliştirir.

PNF germe ilkesinin birçok farklı varyasyonu vardır ve bazen buna "kas-gevşe germe" veya "tut-gevşe germe" denir. PNF tekniğinin bir başka varyasyonu "izometrik gevşeme sonrası" dir. Gerdirilecek bölge, kas (veya kas grubu) gergin olacak şekilde konumlandırılır. Kişi daha sonra gerilmiş kası 5-6 saniye kasarken, bir partner (veya hareket ettirilemeyen nesne) hareketi engellemek için yeterli direnç uygular. Kasılan kas daha sonra gevşetilir ve yaklaşık 30 saniye boyunca kontrollü bir germe uygulanır.

Daha sonra sporcuya toparlanması için 15 ila 30 saniye verilir ve işlem 2-4 kez tekrarlanır. PNF germe için zamanlama önerileri konusunda bilgiler biraz farklıdır. "Kas grubunu ne kadar süreyle kontraksiyon yapmalı?" sorularına çelişkili cevaplar olsa da yukarıdaki zamanlama önerilerinin PNF germe yönteminden maksimum fayda sağladığı ileri sürülmüştür. (Sharman, Creswell ve Riek, 2006; Walker, 2011).



Şekil 7. PNF Germe

#### 2.2.3.5. İzometrik germe

İzometrik germe, PNF'e benzer bir pasif germe şeklidir, ancak kasılmalar daha uzun süre tutulur. İzometrik germe, gerilmiş kaslara yüksek talepler getirir ve hala büyümekte olan çocuklar veya ergenler için önerilmez. Diğer öneriler arasında, izometrik germe seansları arasında en az 48 saat dinlenmeye izin verilmesi ve bir seansta kas grubu başına sadece tek izometrik germe egzersizi yapılması yer alır.

İzometrik germenin nasıl kullanıldığına dair klasik bir örnek, katılımcının dik durduğu, bir duvara doğru eğildiği ve ardından bir ayağını duvardan rahat olduğu kadar uzağa koyduğu ve bu sırada emin olmak için ayakta durduğu “duvarı iterek” bacak kaslarını germesidir.

Bu pozisyonda, katılımcı daha sonra duvarı aşağı itmeye çalışıyormuş gibi baldır kaslarını kasar. İzometrik bir germe yapmak için pasif germe pozisyonu alınır ve ardından gerilmiş kas 10-15 saniye boyunca kasılır. Bu sırada ekstremitenin tüm hareketlerinin kısıtlandığından emin olun. Ardından kasılan kas en az 20 saniye gevşetilir. Bu prosedür 2-5 kez tekrarlanmalıdır (Walker, 2011).



Şekil 8. İzometrik Germe

#### 2.2.3.6. Balistik germe

Balistik germe, bir vücut parçasını normal hareket aralığını aşmaya zorlamak için hızlı sallanma, zıplama ve geri tepme hareketleriyle oluşturulan momentumu kullanan eski bir germe şeklidir.

Balistik germe ile ilişkili riskler, özellikle dinamik ve PNF germe gibi diğer formlar kullanılarak daha iyi kazanımlar elde edilebildiğinde, kazanımlardan çok daha ağır basar. Potansiyel yaralanma dışında, balistik germenin ana dezavantajı, gerilmiş kasların gerilmiş pozisyona uyum sağlamasına izin vermemesi ve bunun yerine germe (veya miyotatik) refleksini tekrar tekrar tetikleyerek kasların gerilmesine neden olabilmesidir (Walker, 2011).



Şekil 9. Balistik Germe

#### 2.2.3.7. Dinamik germe

Aktif dinamik germe, tüm vücut hareketlerini içerir ve hareketi uç noktasında tutmadan bir eklemi ROM'u boyunca aktif olarak hareket ettirmeyi ve hareketin tekrarlanmasını içerir (Su ve ark., 2017).

Balistik germeden farklı olarak, dinamik germe, belirli bir vücut bölümünü hareket aralığının sınırına kadar hareket ettirmek için kontrollü, yumuşak bir sıçrama veya sallanma hareketi kullanır. Sıçrama veya sallanmanın gücü kademeli olarak artar, ancak asla radikal veya kontrolsüz hale gelmemelidir. Dinamik germe yavaş, nazik ve çok amaçlıdır. Dinamik germe sırasında hiçbir zaman vücudun bir kısmı eklemin normal hareket aralığını geçmeye zorlanmamalıdır. Balistik germe ise çok daha agresiftir ve amacı vücut kısmını normal hareket aralığının sınırlarının ötesine zorlamaktır (Walker, 2011).

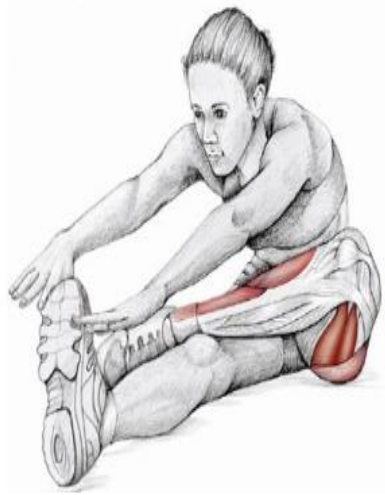


Şekil 10. Dinamik Germe

#### 2.2.3.8. Aktif izole germe

Aaron L. Mattes tarafından geliştirilen yeni bir germe şeklidir ve bazen "Matte Yöntemi" olarak anılır. Gerilmiş kas grubunu gevşemeye zorlayan antagonistleri veya karşıt kas grubunu kasarak çalışır. Aktif İzole germe gerçekleştirme prosedürü aşağıdaki gibidir.

1. Germe yapılacak kas grubunu seçin ve ardından uygun başlangıç pozisyonunu alın.
2. Antagonist kas grubunu aktif olarak kasın.
3. Germeye hızlı ve sorunsuz bir şekilde geçin.
4. 1-2 saniye basılı tutun ve ardından germeyi bırakın.
5. 5-10 kez tekrarlayın (Walker, 2011).



Şekil 11. Aktif İzole Germe

#### 2.3.Dinamik Germe

Dinamik germe, aktif eklemlerin ROM'u aracılığıyla kontrollü bir hareketin performansını içerir (Behm ve ark., 2015). Son zamanlarda yapılan derleme çalışmalarında uzun süreli (>30-60 sn) statik germenin kas performansı üzerinde zararlı etkileri olabileceği bildirilmiştir.

Bu nedenle yüksek seviyeli veya rekabetçi atletik antrenman aktivitelerinden önce uzun süreli statik germe uygulaması tavsiye edilmeyebilir. Statik germe aksine dinamik germe son zamanlarda atletik aktivitelere katılmadan önce yapılan ısınma egzersizlerinin bir bileşeni olarak önerilmiştir (Matsuo ve ark., 2019). Amaca özgü hareket aralığını artırmak ve kısa sürede germe- kısılma döngüsünü kolaylaştırmak için statik germeden dinamik germeye dönüşle sonuçlanmıştır. Bu görüşü destekleyen önceki çalışmalar dinamik germeden sonra gerilme kaynaklı güç kaybı olmadığını ve dinamik germenin izotonik ve izometrik kasılmaları iyileştirebileceğini göstermiştir (Pamboris ve ark., 2019). Sprint süresi, kas gücü ve dikey sıçrama performansını iyileştirdiği bildirilmiştir (Iwata ve ark., 2019). Behm ve arkadaşları (Behm ve ark., 2015) statik germenin yerine dinamik germenin tercih edilmesinin üç nedenini şu şekilde açıklamışlardır: Birincisi, germe ve egzersiz hareket modelleri arasında yakın bir benzerlik olabilir. İkincisi, dinamik germe aktiviteleri, sinir iletim hızını, kas kompliyansını ve enzimatik döngüyü artırabilen, enerji üretimini hızlandıran çekirdek sıcaklığını yükseltebilir. Üçüncüsü, dinamik germe ve dinamik aktiviteler, uzun süreli statik germede meydana gelebileceği gibi, merkezi uyarımı azaltmaktan ziyade artırma eğilimindedir. Literatür incelendiğinde dinamik germenin performans üzerindeki etkileri ve altında yatan mekanizmalar ile ilgili yapılan çalışmalar net bir fikir birliği sağlanamamaktadır (Opplert ve Babault, 2017).

Germe ile uyarılan etkilerin büyüklüğü germe müdahalelerin spesifik özellikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olabilir. Örneğin statik germe kaynaklı kuvvet düşüşlerinin germe süresine bağlı olduğu bilinmekle birlikte ne kadar uzun olursa o kadar çok düşüş olur. Dinamik germede buna benzer olarak yapılan bir çalışmada daha kısa süreli germelere kıyasla 90 saniyeden daha uzun germelerde kuvvet ve izotonik güçte daha fazla artış yüzdesi görülmüştür. Literatüre bakıldığında gerilme hızını inceleyen çok az çalışma vardır. Hızlı germe türleri (kasları 'hızlı bir şekilde' veya 'mümkün olduğunca çabuk' germe) esas olarak kas performansının arttığını; yavaş ve orta hız kullanan veya hızı belirlemeyen, germelerde nötr veya olumsuz etkiler gösterdiğini saptamıştır (Behm ve Chaouachi, 2011; Opplert ve Babault, 2017).

Dinamik germe hareketlerinin yoğunluğu, hacmi, süresi ve türü sporcular için uygun bir rutin tasarlarlarken dikkate alınması gereken kritik değişkenlerdir. Örneğin, dikey sıçrama ve uzun atlama performansının dinamik germe rutininin hem hızından hem de yoğunluğundan etkilendiği gösterilmiştir. Daha önceki birçok çalışma ayrıca, aktif ısınma ve/veya germe aktivitelerinin farklı hacimlerinin kas kuvveti, patlayıcı kuvvet üretimi, esneklik ve anaerobik dayanıklılık (tekrarlanan sprint yeteneği) özelliklerini etkileyebileceğini göstermiştir (Fletcher, 2010; Turki ve ark., 2012; Ryan ve ark., 2008; Ryan ve ark., 2018).

### **2.3.1.Dinamik Germanin Akut Etkileri**

Kaslar aktif ve ritmik olarak kasıldığı için dinamik germe kas liflerin sıcaklığını artırabilir ve dolayısıyla viskoziteyi düşürebilir. Aslında ısınma prosedürleri sırasında üretilenler gibi kas kontraksiyonlarında kas tendon ünitesinin mekanik özelliklerini etkilediği gösterilmiştir. Tekrarlayan hareketler ve kasılmalar esas olarak sıcaklık veya güçlenme ile ilgili mekanizmalara atfedilen gelişmiş kas kontraktilitesini de uyarabilir (Opplert ve Babault, 2019). Dinamik germe sırasındaki daha büyük açısız yer değiştirme bazı yazarların söylediği gibi statik germe ile karşılaştırıldığında olası daha büyük ROM artışına katkıda bulunabilir. Bu nedenle kas- tendon ünitesi sertliğinde bir azalma beklenebilir (Opplert ve Babault, 2017). Ama dinamik germenin kas tendon ünitesi sertliği üzerindeki etkisi hakkında zıt senaryolar rapor edilmiştir ve kas tendon ünitesindeki sertliğin modifikasyonunun, gerilmeden sonra beklenen ve gözlemlenen artan esnekliğe katkısı belirsizliğini korumaktadır (Pamboris ve ark., 2018). Dinamik germenin kas tendon ünitesindeki özellikleri değiştirdiği bulunsada kalp hızı, çekirdek sıcaklığı ve kan akışı gibi artan metabolik faktörler yoluyla performans artışına neden olacağı bildirilmektedir (Pappas ve ark., 2017).

Sprint koşusu ve dikey sıçrama yüksekliği ile ilgili olarak yapılan derlemelerde incelenen çalışmaların genelinde performans artışı veya etkisi olmadığı bildirilmiştir(Behm ve Chaouachi, 2011; Opplert ve Babault, 2017).

### 2.3.2. Dinamik germe ve futbol

FIFA 11+ programı, futbolcularda yaralanmaları önlediği kanıtlanmış, futbola özel bir ısınma programıdır. Bu programda futbolcular, herhangi bir ön katılım statik germe olmadan, futbola özgü hareketleri ısınma olarak gerçekleştirirler. Diğer genel ısınmalarla karşılaştırıldığında, bu program futbolcularda daha düşük yaralanma riski göstermiştir. Bu nedenle, gerçekleştirilecek aktiviteyi taklit ettiğinden ve burada belirtilen faydalarla bir ısınma görevi görebileceğinden, tek başına dinamik bir germe ısınma egzersizleri yeterli olabilir (Zakaria, Kningham ve Sen, 2015). Statik germe azalan futbol performansı ile ilişkilendirilmiştir ve futbolcularda yaralanma oranları ısınma protokolüne statik germe eklenmesinin ardından düzelmemiştir. Statik germenin faydalarını elde etmek için (gelişmiş eklem esnekliği ve hareket açıklığı) bu modalite, soğuma dönemindeki spor aktivitelerinde kullanılmalıdır. Isınma yöntemleriyle ilgili mevcut araştırma sporcuların statik germe aksine aktiviteden önce dinamik germe yapmasını önerilmektedir (Judge ve ark., 2020). Sporcular germe uygulamalarından en iyi şekilde yararlanabilmeleri için aerobik ve spora özel aktiviteyi içeren kapsamlı bir ısınma parçası olarak dinamik germe yapmalıdır (Cilli ve ark., 2014). Troumbley (Troumbley, 2010), çeviklikle ilgili spordan önce ana germe tekniği olarak dinamik germe tekniğinin kullanılmasını önerir.

Hammami ve ark.(Hammami ve ark., 2018) incelediği derlemede dinamik germe içeren ısınma egzersizlerinin performansta orta ve büyük sonuçlar gösterdiğini ayrıca profesyonel futbolcuların dinamik germeye dayalı ısınma egzersizlerinin dinamik germe yapılmadan yapılan genel ısınma egzersizleri ile karşılaştırıldığında sprint ve çeviklik performansında önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir.

Futbol sporcularını içeren dinamik germe üzerine yapılan araştırmalar, statik germe ile karşılaştırıldığında kas aktivitesi, ivme, hız, tekme biyomekaniği ve çeviklik süresi ölçümlerinde iyileşmeler bildirilmiştir (Judge ve ark., 2020).

#### 2.4. Dikey sıçrama yüksekliği

Sıçrama yeteneği, birçok sporda başarılı performans için temel olarak kabul edilmiştir. Spora bağlı olarak, atlama yeteneğinin önemi, sıçrama yönünden etkilenebilir. Basketbol, futbol ve voleybol gibi takım sporlarında atlama aktivitelerinin taktik doğası göz önüne alındığında, dikey sıçrama yüksekliği genellikle kritik performans sonucu olarak kabul edilir (Makaruk ve ark., 2020). Dikey sıçrama, üst ve alt vücut bölümleri arasında yüksek derecede motor koordinasyonu gerektiren karmaşık bir insan hareketi olarak tanımlanmıştır. Bacak kas gücünün bir göstergesi olan bireyin elde ettiği maksimum sıçrama yüksekliği, birçok sporda fonksiyonel kapasite ve performansları hakkında önemli bilgiler sağlayabilir (Rodríguez-Rosell ve ark., 2017).

Düşük maliyetli ve güvenilir bir şekilde dikey sıçrama yüksekliğini ölçmek için kontakmatları (Just Jump System, Ergo Jump), lineer pozisyon dönüştürücüleri (OptoJump, Myotest, Vertec) ve hız sistemleri (GymAware, ivmeölçerler) dahil olmak üzere birçok cihaz geliştirilmiştir (Yingling ve ark., 2018).

Dikey sıçrama contermovement sıçrama, squat sıçrama ve adım alarak sıçrama gibi çeşitli şekillerde yapılabilir (Suchomel, Lamont ve Moir, 2016). Squat sıçrama ve contermovement sıçrama ağırlıklı olarak laboratuvar ortamlarında kullanılır (Yingling ve ark., 2018).

Contermovement sıçrama düz bir gövde, dizler tamamen uzatılmış, eller kalçada ve ayaklar omuz genişliğinde açık olarak dik bir ayakta durma pozisyonunda başlamalarını ve iniş aşamasından önce bu konumun en az 2 saniye korunması istenir. Ayrıca, sıçrmanın zirvesi sırasında, katılımcılar bacaklarını tamamen uzatılmış halde tutmalıdır. Son olarak, iniş aşaması iki ayak birlikte ve dizler tamamen uzatılmış olarak gerçekleşmelidir. Squat sıçrama başlangıç pozisyonu, diz fleksiyon açısı 90°, gövde düz, eller kalçada ve ayaklar omuz genişliğinde açık olarak önerilir. Bu pozisyon, sıçramadan önce 2 saniye korunmalıdır. İtme aşaması, herhangi bir karşı hareketten kaçınılarak yürütülmelidir.

Sıçrama aşamasının zirvesi sırasında, katılımcılar bacaklarını tamamen uzatmalıdır. İniş aşaması, dizler tamamen uzatılmış olarak dik bir pozisyonda iki ayak bir aradayken gerçekleşmelidir.(Petrigna ve ark., 2019).

Sıçramanın fazları başlangıç fazı, aksi yönde hareket fazı, hızlanma fazı, uçuş fazı, temas ve yaylanma fazı olmak üzere altı fazdan oluşmaktadır. Bireyin harekete başlamadığı bekleme durumunda olduğu faz başlangıç fazı, zıt yönde bir hareket ile kasların ve tendonların kullanarak enerjiyi mekanik olarak depoladığı aksi yönde hareket fazıdır. Mekanik olarak kazandığı enerjiyi hızlanma fazı içi gereken mesafe için kullanır. Havada kaldığı süre uçuş fazı, ayak temasının sağlandığı kısım temas fazı olarak adlandırılır. Pliometrik egzersiz fazları gibi incelendiğinde bireyin aksi yönde hareket hızında (ideal olarak diz ekleme açısı 90 derece) çömelme durumunda geçen süre eksantrik fazı, burada kalınan süre amortizasyon fazı ve yukarı yönlü hareket sonucunda ayağın yerden teması kesilmesi arasındaki süre konsantrik faz olarak düşünülebilir. Sıçrama sırasında vücut ağırlık merkezinin vertikal ekseninde hareket etmesi önemli bir konudur. Vücut ağırlık merkezinin bu sırada farklı eksenlere doğru hareket etmesi enerjiyi bir kısmını dengeyi sağlamak için harcanacağından hedeflenen sıçrama performansına ulaşmayı engeller (Gümüş, 2020).

#### **2.4.1. Dikey Sıçramanın Mekanik**

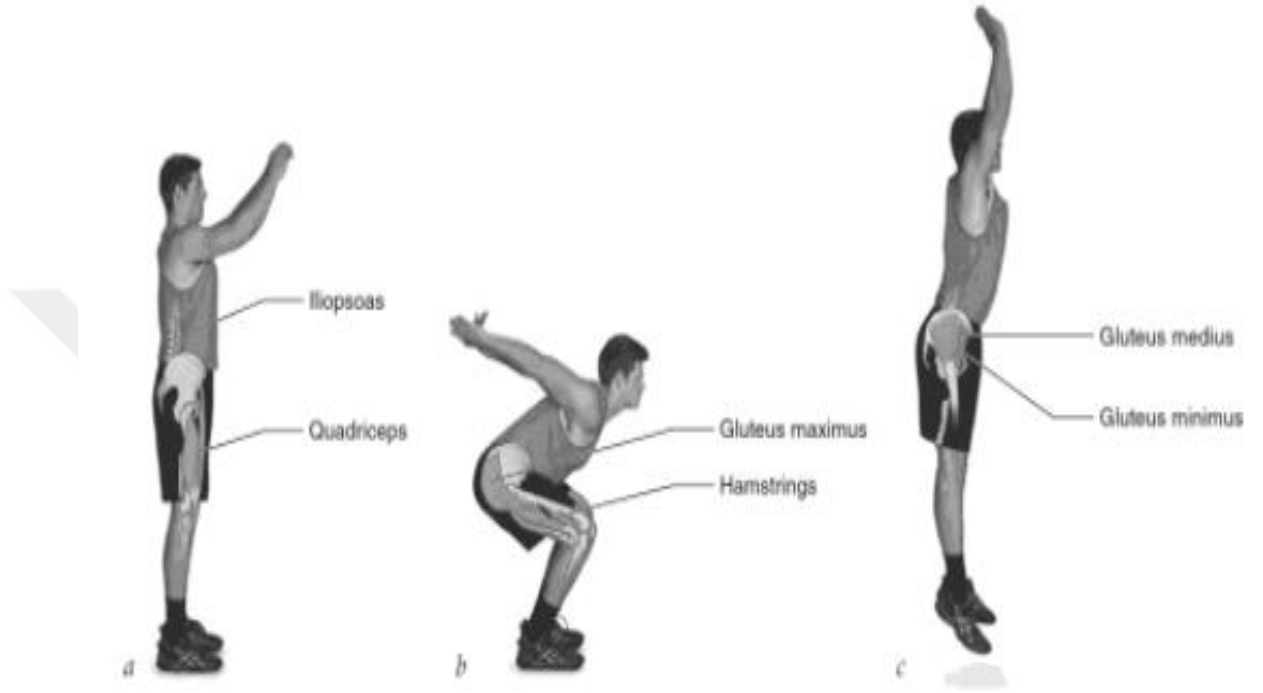
Hareketin dikey bileşeninin başlangıcında fleksiyonda başlangıç pozisyonundan kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin neredeyse aynı anda uzatılmasıyla dikey sıçrama hareketi oluşur.

Diz için ana ekstansör grup kuadriseps kas gruplarıdır; Vastus medialis, Vastus intermedius, Vastus lateralis ve rectus femoris. Bu grup içinde rektus femoris hem kalça hem de diz eklemini geçer ve ayakta durma pozisyonunda kalçanın fleksiyonundan (yani femurun yere dik olana kadar kaldırılmasından) ve aynı zamanda yerde ekstansiyondan sorumludur.

Bu nedenle, eğer istenen kalça ekstansiyonu gerçekleşecekse, hamstringler (biceps femoris, semimembranosus ve semitendinosus) ve gluteus maximus, rektus femoris ve iliopsoas'ın fleksiyon hareketlerine karşı koymak için kalça eklemini bacadan uzatarak eşmerkezli olarak büzülmalıdır.

Bu hareketler, kalçanın diz ve ayak bileği ile aynı anda uzatılmasıyla gövdeyi dik konuma getirir.

Ortaya çıkan kuvvet vücudun zeminden ayrılmasını sağlar. Gluteus medius ve gluteus minimus bu harekette kalça eklemini stabilize eder (Brewer, 2017).

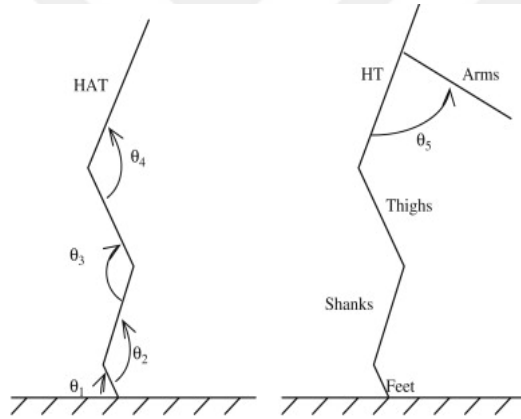


Şekil 12. Dikey Sıçrama Performansı Sırasında Çalışan Kaslar

Diz ve kalçada sagittal düzlem hareketini kontrol eden kasların aktivasyonunun, sıçrama inişi gibi dinamik görevler sırasında meydana gelen diz fleksiyon miktarını etkilemesi muhtemeldir. Hamstringlerin ve gastroknemius kaslarının daha fazla eşmerkezli hareketi, daha büyük diz fleksiyon momentlerine neden olabilir ve iniş sırasında dizin daha fazla fleksiyona gelmesine neden olabilir. Tersine, kuadriseps ve gluteus maksimus kaslarının daha büyük eksantrik hareketi, sırasıyla daha büyük iç diz ve kalça ekstansiyon momentleri oluşturabilir ve daha dik bir vücut duruşu (daha az diz ve kalça fleksiyonu) kolaylaştırabilir (Walsh ve ark., 2012).

Dört segmentli (4S) ve beş segmentli (5S) düzlemsel insan vücudu modelleri, başlangıçtan kalkışa kadar ayakta dikey sıçramayı simüle etmek için kullanılır. 4S modelinde alt ekstremiteye odaklanır ama bu modelde kol salınım hareketinin etkisini içermez. Ayakta dikey sıçramanın yapılmasına genellikle kolların sallanması eşlik eder. Sıçrama yüksekliğinin, kolların kullanılması nedeniyle yaklaşık %10 veya daha fazla arttığı gösterilmiştir.

Simülasyonlar, kol hareketinin sıçrama performansını artırabileceğini ve artan kalkış dikey hızının, artan yüksekliğe yaklaşık 2/3 katkıda bulunduğunu doğrulamıştır. Kollar ayrıca kalça torkunun daha erken başlamasına neden olur ve zemin temas süresini uzatır (Feltner, Frascetti ve Crisp, 1999; Cheng ve ark., 2008).



Şekil 13. Dört Segmentli (4s) ve Beş Segmentli (5s) Düzlemsel İnsan Vücudu Modelleri

## 2.5. Kuvvet

Kas gücü, “bir kasın tek bir maksimum çaba ile üretebileceği kuvvet miktarını” ifade eder (Beaudart ve ark., 2019). Kas kuvveti fiziksel fonksiyon için çok önemlidir ve kuvvet seviyeleri yaş, cinsiyet ve vücut kompozisyonuna göre bireyler arasında farklılık gösterir. Kalıtsal faktörler, yaşam boyu fiziksel aktivite ve antrenman alışkanlıkları kas gücünü etkilediğinden, yaşla birlikte artan çevresel faktörlerin etkisiyle bireyin kas gücünün yaklaşık %50'sini açıklar (Ericsson, McGuigan ve Akesson, 2021).

Kas kuvveti gelişimi, çeşitli morfolojik ve nöral faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler;

1. Kas hipertrofi ve mimarisi: Kasın kesit alanını (hipertrofi) ve kuvvet artırma sırasının ardından bir sonraki fazik ilerlemenin üstün kuvvet ve güç kazanımları üretebilir. İskelet kası hipertrofisindeki değişiklikler, bir kasın kuvvet ve güç üretme yeteneğini büyük ölçüde etkileyebilir. Hipertrofik kaslarda kas lifi pennasyon açılarının normal kaslara göre daha büyük olduğu bildirilmiştir (Kawakami, Takashi ve Fukunaga, 1993). Daha büyük pennasyon açıları, alan içinde daha fazla kas fasikülünün paketlenmesi nedeniyle çapraz köprü etkileşimlerinin sayısını artırabilir. Kas hipertrofisi ve gücü arasındaki ilişkiyi destekleyen bazı kanıtlara rağmen, kas boyutu ve gücündeki değişikliklerin bireyler arasında değişebilir (Suchomel ve ark., 2018).
2. Muskülotendinoz sertlik: Artan doku sertliği (yani, belirli bir kuvvet ile dokunun maruz kaldığı gerilme miktarı arasındaki ilişki) kuvvet iletimini artırabilir. Bu nedenle, tendon sertliği adaptasyonları ve ayrıca kas içindeki yapılar (örneğin, aktin, miyozin, titin ve bağ dokusu), kas kuvvetini ve kuvvet gelişim hızı ve güç gibi ilişkili özellikleri etkileyebilir (Suchomel ve ark., 2018; Roberts, 2016).
3. Motor ünite aktivasyonu: Faaliyetin türü ve amacı, hangi motor ünitelerin işe alınacağını ve bunların nasıl adapte edileceğini doğrudan etkileyebilir. Örneğin, mesafe koşucuları, bir yarış sırasında tekrar tekrar gerekli olan orta kuvvetler göz önüne alındığında, yalnızca tip I lifler içeren düşük eşikli, yavaş yorulan motor üniteleri kullanabilir. Kuvvet gelişimi ile ilgili olarak, eğitim sırasında yüksek eşikli motor ünitelerin aktivasyonu faydalı görünmektedir. Ayrıca, balistik eğitim yöntemleri, daha düşük eşiklerde tip II lifler içeren daha büyük motor ünitelerin aktivasyonu teşvik edebilir, böylece pozitif kuvvet ve kuvvet adaptasyonlarının meydana gelme potansiyelini yükseltebilir (Suchomel ve ark., 2018; Duchateau, Semmler ve Enoka, 2006).

4. Ateşleme frekansı: Spesifik motor ünitelerin aktivasyonundan sonra,  $\alpha$ -motor nöronların motor ünitelerin kas liflerine aksiyon potansiyellerini boşaltma sıklığı, kuvvet üretim özelliklerini değiştirebilir. Araştırmalar, aktive motor ünitelerin ateşleme sıklığı minimumdan maksimuma yükseldiğinde kuvvet büyüklüğünün %300-1500 artabileceğini göstermiştir. Araştırmalar, 12 haftalık balistik eğitimin motor ünitelerin ateşleme sıklığını artırabileceğini göstermiştir (Cutsem, Duchateau ve Hainaut, 1998). Bu nedenle, halter hareketleri ve sürat koşusu gibi diğer balistik eğitim yöntemlerinin, motor ünitelerin ateşleme sıklığını arttırabilmesi ve sonuçta kuvvet-güç özelliklerinden faydalanması mümkündür.
5. Motor-ünite senkronizasyonu: Motor ünite senkronizasyonunun üretim büyüklüğünden ziyade kuvvet gelişim hızı ile ilgili olabileceğini gösterse de  $\geq 2$  motor ünitelerin eşzamanlı aktivasyonunun, kısa zaman periyotlarında daha büyük kuvvet gelişim hızı ifade ederek tepe kuvvet üretimini arttırması mümkündür. Ağır dirençli egzersiz ve/veya balistik tip hareketleri içeren eğitim stratejilerinin motor ünite senkronizasyonunu iyileştirebileceği görülmektedir
6. Nöromüsküler inhibisyon, kas ve eklem reseptörlerinden alınan nöral geribildirim nedeniyle kuvvet üretimini olumsuz etkileyebilecek, istemli kas hareketleri sırasında belirli bir kas grubunun nöral tahrikindeki azalmayı ifade eder. Önceki nöral mekanizmalar pozitif kuvvet-güç adaptasyonları üretebilirken, kuvvet-güç gelişimini olumsuz etkileyen bir nöral mekanizma potansiyel antrenman adaptasyonlarını etkileyebilir (Suchomel ve ark., 2018).

Kas kasılma türleri:

1. İzometrik kas kasılması: Artan gerginliğe rağmen kasın aynı uzunlukta kaldığı bir kasılma. Bu kasılma sırasında eklemden hareket olmaz.
2. İzotonik kas kasılması: Kas uzunluğundaki bir değişikliğe rağmen kastaki gerginliğin değişmediği bir kasılma. Bu, bir kasın maksimum kasılma kuvveti, kasa yerleştirilen toplam yükü aştığında gerçekleşir. İzotonik kasılma konsantrik ve eksantrik kas kasılması olarak ikiye ayrılır.

- a. Konsantrik kas kasılması: Kontraksiyon tarafından üretilen kuvvet, eklenen direncin üstesinden gelmek için yeterlidir. Bu, kasın kasılırken kısalmasını sağlar.
- b. Eksantrik kas kasılması: Kontraksiyon tarafından üretilen kuvvet, oluşturulan direncin üstesinden gelmek için yetersizdir. Bu, kasın kasılırken uzamasını sağlar.
3. İzokinetik kas kasılması: Dış dirençteki olası değişikliklere rağmen, kas sabit bir hızda kasılır ve kısalır.
4. İzolitik kas kasılması: Bir kas, kasılması sırasında istemsiz olarak uzar ve uygulanan dış kuvvet, kasın kasılma kuvvetinden önemli ölçüde daha fazladır. Bu kasılma formu, bir kastaki fibrotik dokuyu parçalamak için terapötik olarak kullanılabilir (Jelvéus, 2011).

İzokinetik ve taşınabilir dinamometreler gibi nicel kuvvet ölçümleri sağlayan en yaygın ekipman veya yöntemlerin geçerli ve güvenilir ölçümler sağladığı gösterilmiştir. İzokinetik dinamometreler hem izokinetik (eş merkezli ve eksantrik) hem de izometrik ölçümler sağlarken, taşınabilir dinamometreler yalnızca izometrik ölçümler sağlar. İzokinetik ve taşınabilir dinamometrelerden daha az kullanılmasına rağmen, miyometre aynı zamanda izometrik ölçümler verir ve hem yetişkinlerin hem de çocukların güvenilir güç ölçümleri sağladığını göstermiştir. İzometrik gücün nicel değerlendirmesi için alternatif bir yöntem, modifiye edilmiş tansiyon aleti testidir. Bu düşük maliyetli yöntem aynı zamanda çeşitli popülasyonların ve kas gruplarının geçerli ve güvenilir güç ölçümlerini sağlar (Benfica ve ark., 2018).

## **2.6.Esneklik**

Esneklik, optimal eklem hareket açıklığına ulaşma kapasitesidir. Kemik, kas-tendon ünitesi ve bağ dokusu gibi farklı anatomik yapılarla bağlantılı birkaç faktöre bağlıdır (Bisciotti ve ark., 2020). Kas-tendon ünitesi, esneklik sınırlarının ötesinde, başarısızlık noktasına kadar gerildiğinde kas-tendon yaralanması meydana gelir ve kas-tendon ünitesinin esnekliği artırılarak önlenabilir (DeBruyne, 2017).

1. Statik esneklik: hıza vurgu yapılmadan eklem hareket açıklığı miktarı olarak tanımlanır. Statik pasif esneklik ve statik aktif esneklik olmak üzere ikiye ayrılır. Statik pasif esneklik; kişinin vücut ağırlığını kullanarak ek bir yardım almadan uzatılmış pozisyonları alma ve sürdürme yeteneğidir.

Statik aktif esneklik; yalnızca kas gücünü kullanarak uzun pozisyonları yürütme ve tutma yeteneğidir; agonistik ve sinerjik kaslar etkilenen eklemi hareket ettirecek ve böylece antagonist kaslar gerilecektir. Statik aktif esneklik değerlendirmesi, potansiyel yaralanma önleme açısından değerli olabilecek, kas kuvvetine karşı yumuşak doku esneklik oranlarını ölçmek için de yararlı bir araç olabilir.

2. Dinamik esneklik, fiziksel aktivite sırasında “normal veya hızlı” hızda bir dizi eklem hareketini gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanabilir. Eklemlerdeki dinamik hareketleri tam ROM'da gerçekleştirme yeteneği olarak da tanımlanmaktadır. Dinamik esneklik, vücut bölümünün (kol) momentumu ve ağırlığı dokuda ek gerilme oluşturabileceğinden, genellikle statik esneklik üzerinde hareket aralığında bir artış yaratabilir.

3. Balistik esneklik, “sıçrayan, geri tepme ve ritmik hareket” olarak adlandırılabilir daha hızlı ve daha kuvvetli hareketler sırasında eklem hareketini gerçekleştirme yeteneğidir (Jelvéus, 2011).

## Esnekliği etkileyen faktörler

### İçsel faktörler

- Eklem yapısı(bazı eklemlerin yapısı esnek olmak için yapılmamıştır.)
- Eklem içindeki iç direnç
- Hareketi sınırlayan kemik yapılar
- Kas dokusunun esnekliği (önceki bir yaralanma nedeniyle yaralanan kas dokusu çok esnek değildir)
- Tendon ve bağların esnekliği (bağlar fazla gerilmez ve tendonlar hiç gerilmemelidir.)
- Cildin esnekliği (cilt aslında bir dereceye kadar esnekliğe sahiptir, ancak fazla değil)

- Bir kasın en geniş hareket aralığını elde etmek için kasılma ve gevşeme yeteneği
- Eklem ve ilişkili dokuların sıcaklığı (eklemler ve kaslar normalden 1 ila 2 derece daha yüksek vücut sıcaklıklarında daha iyi esneklik sunar)

#### Dışsal faktörler

- Kişinin antrenman yaptığı yerin sıcaklığı (daha sıcak bir sıcaklık, esnekliği artırmak için daha elverişlidir)
- Egzersizi yapılan zaman dilimi (çoğu insan öğleden sonraları sabaha göre daha esnektir, zirve yaklaşık 14:30-16:00 arasındadır)
- Yaralanma sonrası bir eklem (veya kasın) iyileşme sürecindeki aşama (yaralı eklemler ve kaslar genellikle sağlıklı olanlardan daha az esneklik sunar)
- Yaş (ergen öncesi ergenler genellikle yetişkinlerden daha esnektir)
- Cinsiyet (kadınlar genellikle erkeklerden daha esnektir)
- Kişinin belirli bir egzersizi yapabilme yeteneği
- Herhangi bir giysi veya ekipmanın kısıtlamaları
- Kişinin esnekliğe ulaşma istikrarı (Appleton, 1998).

### **3. MATERYAL VE METOD**

#### **3.1. Araştırmanın Tipi**

Araştırma sporcu ve sedanter bireylerde uygulanan dinamik germe egzersizlerinin dikey sıçrama yüksekliğine, kas kuvvetine ve esneklik üzerindeki akut etkilerini incelenmesi amacıyla randomize kontrollü çalışma şeklinde planlandı.

#### **3.2. Araştırma örnekleme:**

Veri toplama Sivasspor Futbol Klübü alt yapısında gönüllü olan futbolcular ve 15 -21 yaş arası gönüllü erkek bireyler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Örneklem büyüklüğü G-Power programı ile belirlendi. Araştırmanın etki büyüklüğü 0,68, gücü %80 ve klinik anlamlılık (hata payı)  $p=0.05$  kabul edildi. Her grupta 28 kişi olacak şekilde toplam örneklem sayısı 56 kişiden oluşacaktır.

#### **3.3. Araştırmaya dahil edilme kriterleri**

- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak
- Cinsiyeti erkek olması
- 15-21 yaş aralığında olması
- Çalışmaya katılacak bireylerin 1 yıl içinde spor yaralanması geçirmemiş olması
- Herhangi bir nöromusküler probleminin olmaması

#### **3.4. Araştırmadan dışlanma kriterleri**

- Cinsiyetin kadın olması
- 15 yaş altı ve 21 yaş üzerinde olan bireyler
- Yakın zamanda spor sakatlığı geçirmiş olmak
- Herhangi bir nöromusküler problemi olan bireyler

### **3.5. Veri toplama araçları**

#### **3.5.1. Veri Kayıt Formu**

Egzersiz öncesi formda yer alan 7 kişisel bilgi (yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi, eğitim durumu, dominant tarafı ve spor geçmişi) hakkında bilgi alınacaktır. Egzersiz öncesi ve sonrası dikey sıçrama yüksekliği, esneklik ve kas kuvveti değerleri de bu formda yer alan bölüme kaydedilecektir.

#### **3.5.2. Yorgunluk Şiddet Ölçeği**

Yorgunluğun şiddetini ölçmek için kullanılır. 1989 Krupp ve ark tarafından geliştirilen; ülkemizde ölçeğin geçerlilik ve güvenirliliği 2007 yılında Armutlu ve arkadaşları (Armutlu ve ark., 2007) tarafından yapılmıştır. Bu ölçek son bir hafta içerisindeki yorgunluğu şiddetini sorgulamaktadır. Ölçek dokuz sorudan oluşmakta ve yedi puan üzerinden derecelendirilmektedir. Etkilenmenin olmadığını 1 puan, yüksek etkilenmeyi 7 puan temsil etmektedir. Yüksek skorlar yorgunluğu göstermekte, 28 puan ve üzeri şiddetli yorgunluğun varlığına işaret etmektedir. Uygulanan germe egzersizinden önce tek ölçüm alındı.

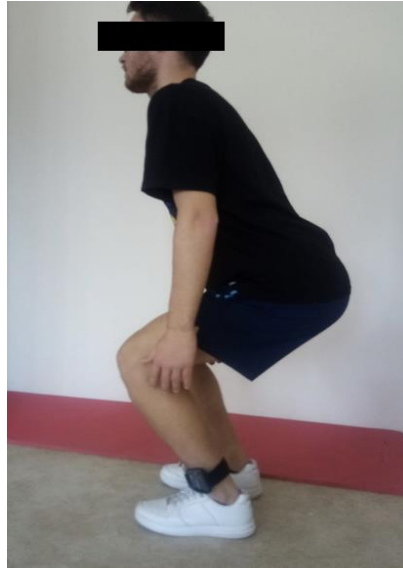
#### **3.5.3. Dikey sıçrama yüksekliği**

Vertimetric Dikey Sıçrama ve Bacak Kuvveti Ölçüm Cihazı Lafayette USA kullanılarak ölçüm yapıldı. VertiMetric, dikey sıçrama ve alt ekstremite gücünü ölçen kablosuz bir cihazdır. VertiMetric cihazının intervisit görelî güvenirliliği, cihazı inceleyen önceki araştırmacılar tarafından yürütülen bir çalışmada 0.93 ile 0.91 arasında değişmektedir (Beekly ve Brown, 2012). Kişinin dikey sıçrama yüksekliği ve alt ekstremitesi tarafından uygulanan gücü hesaplanmasını sağlar. Ölçüm hassasiyeti  $\pm 1$  inch 'tir. Ölçüm yapılacak kişinin ayak bileğine ayak bandı takılarak her iki dizini bükerek vertikal yöne sıçrama yapması istenerek havada kalış süresi ve sıçrama yüksekliğini ölçülür. Ölçüm yapılan bireye kollarından kuvvet almamasını; kolların gövde yanında rahat bir şekilde pozisyonlanması istendi.

Kol salınımı gerçekleştiğinde ölçüm tekrarlandı. Sıçrama gerçekleştirilirken dizler fleksiyona gitmesi halinde alet ölçüm yapamadığı için ölçüm yapılırken katılımcıdan sıçrama esnasında dizleri bkmemesi istendi.



şekil 14. Vertimetric Dikey Sıçrama ve Bacak Kuvveti lm Cihazı  
Lafayette USA



şekil 15. Dikey Sıçrama Yüksekliği lm Başlangıç Pozisyonu

#### 3.5.4.Esneklik

Araştırmaya katılan bireylerin esneklik değerleri otur-uzan sehpası kullanılarak ölçüm gerçekleştirildi. Kişi test masasının altında bacakları düz olacak biçimde zeminde oturur. Otur-uzan sehpası duvara sabitlendi ve katılımcıların ayak tabanını sehpa üzerine yerleştirilmesi istendi. Gövde dik olacak şekilde uzun oturma pozisyonunda katılımcının parmak ucunun geldiği yer not edildi. Öne uzandığında parmak uçlarıyla maksimum uzanabildiği nokta ile ilk uzandığı nokta arasındaki fark en uzun esneklik değeri olarak kabul edilir, test 3 kez tekrar edilir ve en yüksek skor cm olarak kaydedilir. Uzanma sırasında dizler bükülmemelidir. Otur-uzan testi birçok çalışmada kullanılan geçerli ve güvenilir bir testtir (Miyamoto ve ark., 2018).



Şekil 16. Otur-Uzan Sehpa Esneklik Ölçümü

#### 3.5.5.Kas kuvveti

Kasların kuvveti Lafayette Manuel Muscle Tester (Kas Ölçüm Sistemi) 01165, USA dijital el dinanometresi ile ölçüldü. Alet ölçüm yapılacak kas ve kas grupları için şu şekilde kullanıldı:

Katılımcıların M. Quidariceps Femoris – diz ekstansiyonu ile,

Hamstring grubu kaslar – diz fleksiyonu ile,

Bacak arka bölge kas kuvveti (M. Gastrocnemius) – plantar fleksiyon ile,

Bacak ön bölge kas kuvveti (M. Tibialis Anterior) – dorsifleksiyon yapılarak ölçüldü.

Testte uygulayıcı ölçüm yapılacak kişiye cihazla güç uygulayarak izometrik kasılmayı yenmek için gereken maksimum kuvveti ölçer. Ölçüm yapılırken hareket için izometrik kontraksiyonu 5 saniye sürdürmesi istenir ve 3 ölçüm yapılarak ortalaması Newton cinsinden kaydedilir.



Şekil 17. Lafayette Manuel Muscle Tester (Kas Ölçüm Sistemi) 01165, USA  
Dijital El Dinanometresi



Şekil 18. M.Quadriceps Femoris ve Hamstring Kas Grubunun Kas Kuvveti Ölçümü



Şekil 19. Bacak Ön ve Arka Grup Kas Gruplarının Kas Kuvveti Ölçümü

### 3.6. Verilerin toplanması

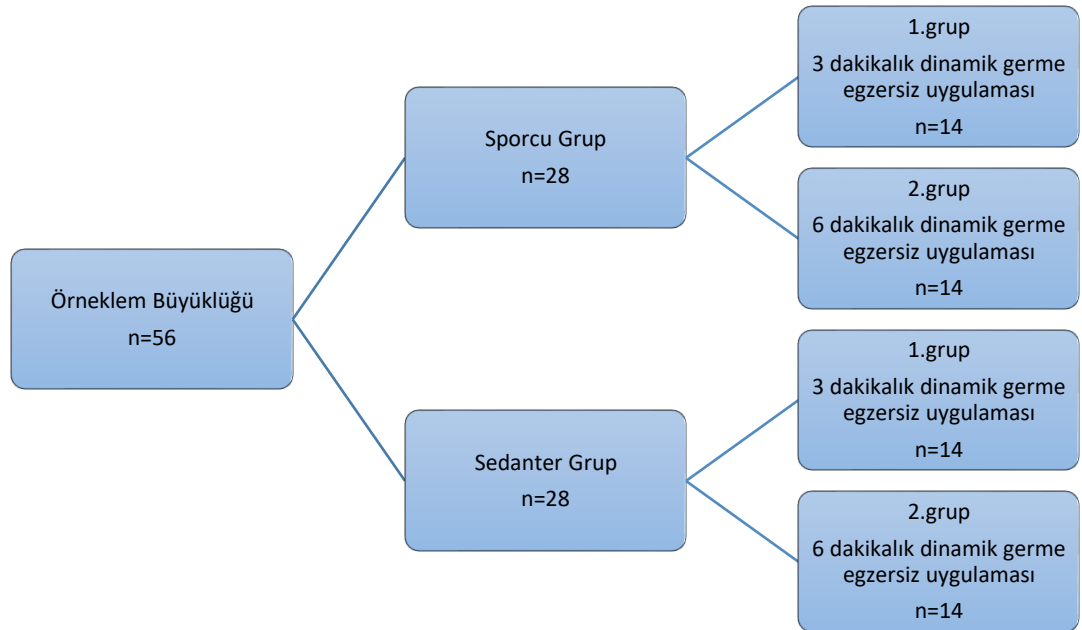
Araştırma hakkında bilgi verilerek araştırmaya dahil edilme kriterlere uyan gönüllü olan bireyler çalışmaya dahil edildi. Araştırma katılacak kişilerin sözlü ve yazılı onayı alındı. Daha sonra veri kayıt formundaki kişisel veriler ve Yorgunluk Şiddet Ölçeği anketi yüz yüze anlatılarak dolduruldu. Veri toplama yönteminde kullanılacak olan egzersizler ve kullanılan aletler uygulamalı olarak araştırmacı üstünde uygulanarak anlatıldı.

Yorgunluk Şiddet Ölçeği ve demografik bilgiler alındıktan sonra katılımcının dinamik germe egzersiz öncesi dikey sıçrama, esneklik ve kas kuvveti değerleri alındı. Daha sonra 5 dakika tempolu yürüyüş yapması istendi. Her gruptaki bireylerin yarısına 3 dakikalık diğer yarısına 6 dakikalık dinamik germe egzersiz programından biri uygulandı. Egzersizden hemen sonra, 5 dakika sonra, 10 dakika ve 15 dakika sonra olmak üzere esneklik ve dikey sıçrama yükseklikleri ölçüm alınarak veri kayıt formuna kaydedildi. Egzersiz sonrası kas kuvveti ölçümü tekrarlandı.

### 3.7. Veri toplama yöntemi

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun son 1 yılda spor sakatlığı geçirmemiş, nöromusküler problemi olmayan, 15-21 yaş arasında bulunan gönüllü erkek bireyler dahil edildi.

Her grupta 28 kişi olacak şekilde sporcu ve sedanter bireyler olmak üzere iki grup tasarlandı. Bu gruplarda kendi içinde 14 kişilik gruplara ayrıldı. Katılımcıların hepsine uygulama öncesi 5 dakika tempolu yürüyüş yaptırıldı. Bu gruplardan bir gruba 3 dk dinamik germe, diğer gruba 6 dakikalık dinamik germe egzersizleri uygulandı.



Tablo 1. Çalışma akış şeması

## Dinamik germe egzersizleri

- Egzersiz öncesi 5 dakika tempolu yürüyüş gerçekleştirildikten sonra uygulamaya başlandı.
- Grupların birine sadece set-1 egzersizleri diğer gruba ise set-1 ve set-2 beraber uygulandı.
- Sadece set-1 grup egzersizlerini yapan grup uygulama süresi ortalama 3-4 dk diğer grupta 6-7 dk uygulandı.
- Her bir hareketin uygulanmasında germe pozisyonunda 2 sn kalındı daha sonra yürüyerek ilerleyerek devam edildi. Egzersizler arası 10 sn dinlenme aralığı verilerek ve her biri 14 kez tekrar edilmiştir.

### Set-1



Şekil 20. Ayakta M. Quadriceps Femoris Germe- Ayakta Diz Çekme



Şekil 21. Ayakta Hamstring ve Bacak Arka Grup Kaslarına Germe- Ayakta Öne Doğru Uzanma

Set-2



Şekil 22. Öne Doğru Lunge Hareketi ve Zıt Üst Ekstremitenin Elevasyon Hareketi-Lateral Lunge Hareketi



Şekil 23. Yüksek diz çekme ile koşu – Geriye diz çekme ile koşu

### 3.8. Verilerin değerlendirilmesi

Verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 23 bilgisayar programı kullanıldı. Normallik dağılımı analitik (Shapiro Wilk testi) ve görsel yöntemler (histogram) ile değerlendirildi. Normal dağılım sağlandığı için gruplar arası karşılaştırmada bağımsız gruplarda t testi aynı grup içinde yapılan değerlendirmede eşleştirilmiş t testi kullanılmıştır. Tedavi sonrası 4 ayrı zaman için tekrarlı ölçümlerde Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi -Benforroni Testi uygulandı.

### 3.9. Araştırmanın etik yönü

Araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli izin Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 10 Mart 2021 tarihinde onay alınmıştır (2021-03/23) (EK-2). Katılan her katılımcıya onam formu imzalatıldı (EK-3). Çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun şekilde yürütülmüştür.

#### 4. BULGULAR

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Özellikleri

| Değişkenler       | Kategori | f  | %    |
|-------------------|----------|----|------|
| Yaş               | 15-18    | 38 | 67,9 |
|                   | 19-22    | 18 | 32,1 |
| Eğitim Durumu     | Ortaokul | 13 | 23,2 |
|                   | Lise     | 43 | 76,8 |
| Dominant Taraf    | Sağ      | 43 | 76,8 |
|                   | Sol      | 13 | 23,2 |
| Spor Geçmişi      | Var      | 30 | 53,6 |
|                   | Yok      | 26 | 46,4 |
| Spor Geçmişi(yıl) | 0-5      | 47 | 83,9 |
|                   | 6-10     | 9  | 16,1 |

Çalışmaya katılan katılımcıların demografik özellikleri Tablo 2’ de verilmiştir. 15-18 yaş arası %67,9 ve 19-22 yaş arası %32,1’ini oluşturmaktadır. Tablo 3. Sporcu ve Sedanter Grubun Demografik Özellikleri Toplam Değerleri

| GRUP          | Değişken                 | X±SS        |
|---------------|--------------------------|-------------|
| Sporcu grup   | Yaş (yıl)                | 17,60±1,10  |
|               | Kilo (kg)                | 71,7±6,49   |
|               | Spor Geçmişi (yıl)       | 5,10 ± 2.28 |
|               | Boy (m)                  | 1,77±1,42   |
|               | BKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 22,6±1,42   |
| Sedanter grup | Yaş (yıl)                | 18,5± 2     |
|               | Kilo (kg)                | 68,7± 9,98  |
|               | Spor Geçmişi (yıl)       | 0,14± 0.52  |
|               | Boy (m)                  | 1.75± 0.05  |
|               | BKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 22,3± 2,99  |

|        |                          |             |
|--------|--------------------------|-------------|
| Toplam | Yaş (yıl)                | 18,05± 1,66 |
|        | Kilo (kg)                | 70,24± 8,47 |
|        | Spor Geçmişi (yıl)       | 2,62± 2,99  |
|        | Boy (m)                  | 1,76± 0,06  |
|        | BKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 22,4± 2.33  |

m: metre, kg: kilogram, kg/m<sup>2</sup>: kilogram/metrekare, BKİ: Beden Kitle İndeksi, Shapiro Wilk Testi, X: ortalama, SS: Standart Sapma

Sporcu ve sedanter grubun demografik özellikleri Tablo 3'te verilmiştir. Sporcu grubun yaş ortalaması 17,60±1,10 ve sedanter grubun ise 18,5± 2'tir. Sporcu grubun kilo ortalaması 71,7±6,49, sedanter grubun 68,7± 9,98 idi.

Tablo 4. Sağ Alt Ekstremitte Dikey Sıçrama Yükseklik Değerleri

| Parametreler    | Grup     | 3dk<br><i>X</i> ± <i>SS</i> | 6dk<br><i>X</i> ± <i>SS</i> | <i>p</i> |
|-----------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| DG öncesi       | Sporcu   | 45,48±3,78                  | 45,47±5,96                  | 0,994    |
|                 | Sedanter | 38,62±6,89                  | 42,08±3,52                  | 0,106    |
|                 | <i>p</i> | 0,004*                      | 0,070                       |          |
| DG sonrası      | Sporcu   | 47,00±5,05                  | 48,52±3,86                  | 0,379    |
|                 | Sedanter | 40,55±6,46                  | 42,29±4,39                  | 0,412    |
|                 | <i>p</i> | 0,007*                      | 0,001*                      |          |
| DG 5dk sonrası  | Sporcu   | 44,88±4,00                  | 49,45±4,77                  | 0,011*   |
|                 | Sedanter | 38,40±6,99                  | 42,60±4,22                  | 0,066    |
|                 | <i>p</i> | 0,006*                      | 0,001*                      |          |
| DG 10dk sonrası | Sporcu   | 45,70±4,13                  | 47,97±4,45                  | 0,173    |
|                 | Sedanter | 39,40±6,46                  | 42,11±4,45                  | 0,209    |
|                 | <i>p</i> | 0,005*                      | 0,002*                      |          |
| DG 15dk sonrası | Sporcu   | 44,41±3,84                  | 48,16±4,73                  | 0,030*   |
|                 | Sedanter | 39,07±6,02                  | 41,92±3,63                  | 0,142    |
|                 | <i>p</i> | 0,010*                      | 0,001*                      |          |

Independent t test, \**p* < 0,05 anlamlılık düzeyi, X:Ortalama, SS: Standart Sapma, DG:

Dinamik Germe

Sporcu ve sedanter grubun dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonrası ve dinamik germeden 15 dakika sonrası sağ alt ekstremitelerinin dikey sıçrama yüksekliğinin ortalamaları Tablo 4' te verilmiştir. Buna göre 3 dakika dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanter grubun dikey sıçrama yükseklikleri karşılaştırıldığında; dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonra ve dinamik germeden 15 dakika sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. (Sırasıyla  $p=0,004$ ,  $p=0,007$ ,  $p=0,006$ ,  $p=0,005$ ,  $p=0,010$ )

6 dakikalık dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanter grup karşılaştırıldığında dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonra ve dinamik germeden 15 dakika sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (Sırasıyla  $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,001$ ). Bununla birlikte dinamik germe öncesinde dikey sıçrama yükseklikleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ( $p=0,070$ ). Sporcu grup sağ ekstremitelerinin dikey sıçrama yüksekliği 3 dakika ve 6 dakika egzersiz grubu kendi arasında karşılaştırıldığında dinamik germe egzersizinden 5 dakika sonra ve 15 dakika sonrasında anlamlı fark bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,011$ ,  $p=0,030$ ). Sedanter grup 3 dakika ve 6 dakika egzersiz grubu karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır.

Tablo 5. Sol Alt Ekstremitte Dikey Sıçrama Yükseklik Değerleri

| Parametreler    | Grup     | 3dk<br>$X \pm SS$ | 6dk<br>$X \pm SS$ | $p$    |
|-----------------|----------|-------------------|-------------------|--------|
| DG öncesi       | Sporcu   | 46,24 $\pm$ 3,82  | 46,92 $\pm$ 5,61  | 0,709  |
|                 | Sedanter | 37,9 $\pm$ 6,08   | 41,41 $\pm$ 5,24  | 0,114  |
|                 | $p$      | 0,001*            | 0,013*            |        |
| DG sonrası      | Sporcu   | 46,93 $\pm$ 4,95  | 48,93 $\pm$ 5,52  | 0,322  |
|                 | Sedanter | 38,70 $\pm$ 7,26  | 42,55 $\pm$ 5,18  | 0,119  |
|                 | $p$      | 0,002*            | 0,004*            |        |
| DG 5dk sonrası  | Sporcu   | 46,34 $\pm$ 3,92  | 48,99 $\pm$ 5,17  | 0,139  |
|                 | Sedanter | 38,52 $\pm$ 6,09  | 43,41 $\pm$ 5,14  | 0,030* |
|                 | $p$      | 0,001*            | 0,008*            |        |
| DG 10dk sonrası | Sporcu   | 45,45 $\pm$ 3,85  | 48,61 $\pm$ 4,68  | 0,062  |
|                 | Sedanter | 39,12 $\pm$ 6,53  | 42,33 $\pm$ 5,09  | 0,159  |
|                 | $p$      | 0,005*            | 0,002*            |        |
| DG 15dk sonrası | Sporcu   | 48,58 $\pm$ 4,44  | 48,58 $\pm$ 4,44  | 0,046* |
|                 | Sedanter | 41,96 $\pm$ 4,04  | 41,96 $\pm$ 4,04  | 0,296  |
|                 | $p$      | 0,018*            | 0,001*            |        |

Independent t test, \* $p < 0,05$  anlamlılık düzeyi, X:Ortalama, SS: Standart Sapma, DG:

Dinamik Germe

Sporcu ve sedanter grubun dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonrası ve dinamik germeden 15 dakika sonrası sol alt ekstremitésinin dikey sıçrama yüksekliğinin ortalamaları Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre 3 dakika dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanter grubun dikey sıçrama yükseklikleri karşılaştırıldığında; dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonra ve dinamik germeden 15 dakika sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,001$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,005$ ,  $p=0,018$ ). 6 dakikalık dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanter grup karşılaştırıldığında dinamik germe öncesi, dinamik germe

sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonra ve dinamik germeden 15 dakika sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,013$ ,  $p=0,004$ ,  $p=0,008$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,001$ ). Sporcu grup sol ekstremitte dikey sıçrama yüksekliği 3 dakika ve 6 dakika egzersiz grubu kendi arasında karşılaştırıldığında dinamik germe egzersizinden 15 dakika sonrasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,046$ ). Sedanter grup 3 dakika ve 6 dakika egzersiz grubu karşılaştırıldığında dinamik germe egzersizinden 5 dakika sonrasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,030$ ).

Tablo 6. Dinamik Germe Öncesinde ve Sonrasında Sporcu ve Sedanter Bireylerde Hamstring Esneklik Değerleri

| Parametreler    | Grup     | 3dk<br>$\bar{X} \pm SS$ | 6dk<br>$\bar{X} \pm SS$ | $p$   |
|-----------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------|
| DG öncesi       | Sporcu   | 36,78 $\pm$ 5,97        | 33,14 $\pm$ 11,25       | 0,298 |
|                 | Sedanter | 26,57 $\pm$ 8,00        | 23,14 $\pm$ 6,44        | 0,223 |
|                 | $p$      | 0,001*                  | 0,008*                  |       |
| DG sonrası      | Sporcu   | 38,21 $\pm$ 5,91        | 34,50 $\pm$ 10,55       | 0,264 |
|                 | Sedanter | 28,85 $\pm$ 7,61        | 25,92 $\pm$ 7,24        | 0,307 |
|                 | $p$      | 0,001*                  | 0,020*                  |       |
| DG 5dk sonrası  | Sporcu   | 38,71 $\pm$ 5,49        | 35,42 $\pm$ 9,83        | 0,288 |
|                 | Sedanter | 30,14 $\pm$ 6,50        | 27,14 $\pm$ 7,19        | 0,258 |
|                 | $p$      | 0,001*                  | 0,017*                  |       |
| DG 10dk sonrası | Sporcu   | 38,71 $\pm$ 5,73        | 35,64 $\pm$ 9,88        | 0,326 |
|                 | Sedanter | 30,85 $\pm$ 6,56        | 27,21 $\pm$ 7,35        | 0,178 |
|                 | $p$      | 0,002*                  | 0,018*                  |       |
| DG 15dk sonrası | Sporcu   | 38,57 $\pm$ 6,02        | 35,85 $\pm$ 10,58       | 0,414 |
|                 | Sedanter | 30,71 $\pm$ 6,21        | 27,14 $\pm$ 7,50        | 0,182 |
|                 | $p$      | 0,002*                  | 0,019*                  |       |

Independent t test, \* $p < 0,05$  anlamlılık düzeyi, Ortalama, SS: Standart Sapma, DG: Dinamik Germe

Sporcu ve sedanter grubun dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonrası ve dinamik germeden 15 dakika sonrası esneklik ortalamaları Tablo 6' da verilmiştir. Buna göre 3 dakika dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanter grubun esneklik değerleri karşılaştırıldığında; dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonra ve dinamik germeden 15 dakika sonrasındaki dikey sıçrama yüksekliği ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,002$ ).

6 dakikalık dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanter grup karşılaştırıldığında dinamik germe öncesi, dinamik germe sonrası, dinamik germeden 5 dakika sonrası, dinamik germeden 10 dakika sonra ve dinamik germeden 15 dakika sonrasındaki esneklik ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (Sırasıyla  $p=0,008$ ,  $p=0,020$ ,  $p=0,017$   $p=0,018$ ,  $p=0,019$ ).

Sporcu grup 3 dakika ve 6 dakika egzersiz grubunda hamstring esnekliği karşılaştırıldığında statiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır. Sedanter grup 3 dakika ve 6 dakika egzersiz grubunda hamstring esnekliği karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır.

Tablo 7. Dinamik Germe Öncesinde ve Sonrasında Kas Kuvveti Değerleri

| Parametreler          | Grup     | 3dk-<br>3dk-<br>DG öncesi<br>$X \pm SS$ | DG sonrası<br>$X \pm SS$ | 6dk-<br>DG öncesi<br>$X \pm SS$ | 6dk-<br>DG sonrası<br>$X \pm SS$ |
|-----------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Sağ Quadriceps        | Sporcu   | 27,22±3,59                              | 23,66±3,28               | 26,93±3,96                      | 28,17±4,12                       |
|                       | Sedanter | 18,84±3,06                              | 16,76±3,02               | 21,30±3,77                      | 21,34±4,83                       |
|                       | <i>p</i> | 0,001*                                  | 0,001*                   | 0,001*                          | 0,001*                           |
| Sol Quadriceps        | Sporcu   | 23,13±3,44                              | 22,47±3,53               | 24,69±5,48                      | 23,85±3,46                       |
|                       | Sedanter | 18,31±3,24                              | 17,21±4,28               | 20,98±3,43                      | 21,44±4,27                       |
|                       | <i>p</i> | 0,001*                                  | 0,002*                   | 0,410                           | 0,110                            |
| Sağ Hamstring         | Sporcu   | 20,22±3,11                              | 21,82±3,80               | 20,27±3,37                      | 21,08±3,43                       |
|                       | Sedanter | 18,74±2,78                              | 17,37±2,99               | 21,23±2,94                      | 20,68±2,71                       |
|                       | <i>p</i> | 0,190                                   | 0,002*                   | 0,430                           | 0,730                            |
| Sol Hamstring         | Sporcu   | 19,62±3,28                              | 20,85±3,32               | 20,14±3,38                      | 19,5±3,13                        |
|                       | Sedanter | 17,71±3,02                              | 17,29±3,33               | 20,91±3,96                      | 20,35±2,78                       |
|                       | <i>p</i> | 0,120                                   | 0,009*                   | 0,580                           | 0,450                            |
| Sağ Gastrosoleus      | Sporcu   | 19,07±4,92                              | 18,72±4                  | 21,96±5,44                      | 20,48±6,71                       |
|                       | Sedanter | 17,23±3,15                              | 18,45±4,5                | 18,2±3,54                       | 20,63±3,13                       |
|                       | <i>p</i> | 0,710                                   | 0,390                    | 0,040*                          | 0,940                            |
| Sol Gastrosoleus      | Sporcu   | 16,35±2,78                              | 16,51±3,04               | 21,02±5,73                      | 18,53±5,59                       |
|                       | Sedanter | 16,83±4,03                              | 17,91±5,07               | 18,72±4,46                      | 20,51±4,65                       |
|                       | <i>p</i> | 0,002*                                  | 0,630                    | 0,240                           | 0,310                            |
| Sağ Tibialis Anterior | Sporcu   | 14,99±3,79                              | 17,07±4,15               | 17,51±2,77                      | 18,11±4,27                       |
|                       | Sedanter | 15,86±2,72                              | 15,81±3,47               | 19,63±3,39                      | 20,45±4,65                       |
|                       | <i>p</i> | 0,320                                   | 0,870                    | 0,080                           | 0,310                            |
| Sol Tibialis Anterior | Sporcu   | 14,64±4,87                              | 15,41±4,64               | 16,68±2,84                      | 17,46±4,9                        |
|                       | Sedanter | 15,93±2,58                              | 14,73±2,52               | 19,15±3,99                      | 19,13±2,87                       |
|                       | <i>p</i> | 0,190                                   | 0,380                    | 0,070                           | 0,280                            |

Independent t test, \* $p < 0,05$  anlamlılık düzeyi, X:Ortalama, SS: Standart Sapma, DG: Dinamik Germe

3 dakika ve 6 dakika dinamik germe egzersizi yapan sporcu ve sedanterlerin dinamik germe öncesi ve sonrasında kas kuvveti ortalamaları Tablo 7’de gösterilmiştir.

3 dakika dinamik germe egzersizi uygulayan sporcu ve sedanter grupları kas kuvveti ortalamaları karşılaştırıldığında dinamik germe egzersizi öncesi sağ quadriceps femoris, sol quadriceps, sol gastrosoleus kas kuvveti ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (Sırasıyla  $p=0,001$ ,  $p=0,001$ ,  $p=0,002$ ). 3 dakika dinamik germe egzersizi uygulayan sporcu ve sedanter grupları kas kuvveti ortalamaları karşılaştırıldığında dinamik germe egzersizi sonrasında sağ Quadriceps femoris, sol quadriceps femoris, sağ hamstring ve sol hamstring kas kuvveti ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,001$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,009$ ).

6 dakika dinamik germe egzersizi uygulayan sporcu ve sedanter grupları kas kuvveti ortalamaları karşılaştırıldığında dinamik germe öncesinde sağ quadriceps femoris ve sağ gastrosoleus; dinamik germe sonrasında ise sadece sağ quadriceps femoris kas ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (Sırasıyla  $p=0,001$ ,  $p=0,040$ ,  $p=0,001$ ). Diğer kas gruplarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Tablo 8. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Esneklik Değerleri Ortalamaları

| Grup     |                 | $X \pm SS$ | $F$   | $p$    |
|----------|-----------------|------------|-------|--------|
| Sporcu   | DG öncesi       | 34,96±9,03 | 20,78 | 0,001* |
|          | DG sonrası      | 36,35±8,60 |       |        |
|          | DG 5dk sonrası  | 37,07±7,99 |       |        |
|          | DG 10dk sonrası | 37,17±8,08 |       |        |
|          | DG 15dk sonrası | 37,21±8,56 |       |        |
| Sedanter | DG öncesi       | 24,85±7,34 | 32,47 | 0,001* |
|          | DG sonrası      | 27,39±7,44 |       |        |
|          | DG 5dk sonrası  | 28,64±6,90 |       |        |
|          | DG 10dk sonrası | 29,03±7,08 |       |        |
|          | DG 15dk sonrası | 28,92±7,00 |       |        |

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi -Benforroni Testi,  $p < 0,005$  anlamlılık düzeyi,

X:Ortalama, SS: Standart Sapma, DG: Dinamik Germe

Sporcu ve sedanterlerde dinamik germe öncesi ve sonrasında farklı zamanlarda esneklik ortalamaları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Sporcu ve sedanter grupta germe öncesi esneklik değerleri ile germe sonrası esneklik, germeden 5 dakika sonra, germeden 10 dakika sonra ve germeden 15 dakika sonraki esneklik ortalamaları ile ilişkili bulunmuştur. Germe sonrası esneklik değerleri ile germeden 5 dakika sonraki değerler arasında ilişkili bulunmuştur. Sedanter grupta germe sonrası esneklik değerleri germeden 5 dakika sonra ve 10 dakika sonraki değerleri ile karşılaştırıldığında ilişkili bulunmuştur. Sporcularda dinamik germe egzersizinden 15 dakika sonrasına kadar artış görülmüştür. Sedanterlerde dinamik germe egzersizinden 10 dakika sonrasına kadar artış 15 dakikada azalma görülmüştür.

Tablo 9. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Sağ Alt Ekstremitte Dikey Sıçrama Yüksekliği Ortalamaları

| Grup     |                 | $\bar{X} \pm SS$ | $F$  | $p$    |
|----------|-----------------|------------------|------|--------|
| Sporcu   | DG öncesi       | 45,47±4,90       | 4,26 | 0,006* |
|          | DG sonrası      | 47,76±4,48       |      |        |
|          | DG 5dk sonrası  | 47,17±4,91       |      |        |
|          | DG 10dk sonrası | 46,83±4,37       |      |        |
|          | DG 15dk sonrası | 46,28±4,64       |      |        |
| Sedanter | DG öncesi       | 40,35±5,65       | 0,99 | 0,416  |
|          | DG sonrası      | 41,42±5,49       |      |        |
|          | DG 5dk sonrası  | 40,50±6,06       |      |        |
|          | DG 10dk sonrası | 40,76±5,62       |      |        |
|          | DG 15dk sonrası | 40,49±5,09       |      |        |

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans analizi -Benforroni Testi, \*p < 0,05 anlamlılık düzeyi,

X:Ortalama, SS: Standart Sapma, DG: Dinamik Germe

Sporcu ve sedanterlerin sağ alt ekstremitte dikey sıçrama yüksekliği ortalamaları Tablo 9’da gösterilmiştir. Sporcu grupta sağ alt ekstremitte dinamik germe egzersizi öncesi ve sonrası dikey sıçrama yüksekliği ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur ve dikey sıçrama performansları artmıştır (p=0,006). Diğer ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır. Sol alt ekstremitte dikey sıçrama yüksekliği ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır.

Tablo 10. Sporcu ve Sedanter Bireylerin Yorgunluk Şiddet Ölçeği Değerlerinin Ortalamaları

|                     | Sporcu           | Sedanter         |
|---------------------|------------------|------------------|
|                     | $\bar{X} \pm SS$ | $\bar{X} \pm SS$ |
| Parametreler        |                  |                  |
| FSS Ham Toplam Puan | 23,42±8,91       | 27,6±10,44       |
| FSS Skor            | 2,59±0,99        | 3,06±1,16        |

FSS: Yorgunluk Şiddet Ölçeği

Sporcu ve sedanter bireylerinin Yorgunluk Şiddet Ölçeği skorları ve toplam puanlarının ortalaması Tablo 10’ da gösterilmiştir. FSS skorunda 2,9 altındaki değerler yorgunluk olmadığını 6,1’den fazla olan değerler kronik yorgunluğu gösterir. Sporcu bireylerin sedanter bireylere göre yorgunluk şiddetinin daha azdı.

## 5. TARTIŞMA

Isınma, egzersiz öncesi performansı iyileştirmek ve yaralanma riskini azaltmak amacıyla yapılan yaygın bir uygulamadır. Geleneksel bir ısınma, nispeten düşük yoğunluklu aerobik aktiviteyi (yani koşu) ve ardından farklı germe egzersizlerini içerebilir (Smith, Pridgeon ve Hall, 2018; Kurt ve Fırtın, 2016). Statik germenin kas performansını ciddi şekilde bozabileceğini, maksimum istemli kuvveti, kas gücünü veya dengeyi azaltabileceğini bildirilmiştir ve bu bozuklukların nöral mekanizmalardan (azalmış merkezi uyarım ve periferik (değişmiş içsel kas özellikleri ve kas-tendinöz birim sertlikleri) kaynaklanabilir (Opplert ve Babault, 2019). Bununla birlikte, bu bulgular kesin değildir. Germe tekniği, germe yoğunluğu, germe süresi, germe ile performans arasındaki ara süre, katılımcıların ön koşullandırması ve performans ölçütünün özellikleri farklılıklar gösterebilir (Woolstenhulme ve ark., 2006; Zakas, Doganis ve Papakonstandinou, 2006). Statik germeden kaynaklanan zararlı etkilerin en tutarlı kanıtı, performansın izokinetik olarak değerlendirildiği, uzun süreli germelerin (>150 saniye) kullanımını içeren protokollerde gerçekleşmiş olup, daha kısa (yaklaşık 30-60 saniye) germe süreleri kullanıldığında, çok daha az bozulma gözlemlenmiştir (Goodwin ve ark., 2020). Egzersiz ve atletik aktivitelerden önce genel statik germe aktiviteleri yerine dinamik germe rutinleri kullanılması önerilmiştir (Thompssen ve ark., 2007; Yamaguchi ve Ishii, 2005). Avrupa Spor Bilimleri Koleji ve Amerikan Spor Tıbbı Koleji dahil olmak üzere birçok araştırmacı ve savunuculuk grubu, statik gerdirmenin egzersiz öncesi rutinelere dahil edilmesini veya dinamik kas germe biçimleriyle değiştirilmesini önermez (Blazevich ve ark., 2018). Dinamik germe egzersizin diğer germe egzersizlerine oranla performans ve spor yaralanmalarında daha iyi sonuçlar elde edildiği ifade edilmektedir (Opplert ve Babault, 2017). Dinamik germe rutininin germe olmadan (Fattahi-Bafghi ve Amiri-Khorasani, 2013; Kruse ve ark., 2013) ve statik germeye göre daha verimli olduğu gösterilmiştir (Morris ve Redding, 2013; Su ve ark., 2017). Dinamik germe ağırlıklı olarak performans iyileştirmelerine yol açarken bazılarında hiçbir değişiklik göstermemiş (Kendall, 2017; Ayala ve ark., 2013;

Pagaduan ve ark., 2012) bazılarında ise performansta bozulmalar görülmüştür (Costa ve ark., 2014; Alemdaroğlu, Köklü ve Koz 2017; Sá ve ark., 2015).

Sporcu ve sedanter bireylerde dinamik germe egzersizlerinin dikey sıçrama, kas kuvveti ve esnekliğe akut etkilerini inceleyen bu çalışmada; farklı egzersiz süresinde uygulanan dinamik egzersizleri dikey sıçrama yüksekliğine, kas kuvvetine ve esneklik üzerinde akut etkilerini incelemek ve bu etkinin egzersiz sonrası kaç dakikaya kadar devam ettiği incelenmiştir.

### **5.1. Dikey sıçrama yüksekliği**

Dinamik germe yöntemi sprint süresi, çeviklik ve dikey sıçrama yüksekliğinde önemli gelişmeler sağladığı kanıtlanmıştır (Kruse ve ark., 2013). Literatürde dikey sıçramayı geliştirmek amacıyla alt ekstremiteler için yapılan egzersizlerin miktarı hakkında görüş birliği yoktur (Junior, 2014).

Bizim çalışmamızda sporcu ve sedanter bireylerde dinamik germe hemen sonrası dikey sıçrama yüksekliklerinde artış görülmüştür. Literatürde benzer sonuç bulan çalışmalar vardır. Taylor ve ark (Taylor ve ark., 2009) netball oyuncularına uygulanan statik ve dinamik germe egzersizlerini; Montalvo ve ark (Montalvo ve Dorgo, 2019) jimnastikçide yaptıkları çalışmada 4 germe yöntemini; dikey sıçrama yüksekliğini karşılaştırdıklarında dinamik germe grubu diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Lougran ve arkadaşları (Loughran ve ark., 2017) Galyalı futbolcularda yaptıkları çalışmada statik germe grubu, statik germe sonrasında dinamik germe uygulanan grup ve kontrol grubunda dikey sıçrama yüksekliği ve gücünü karşılaştırması sonucunda kontrol ve statik germe grubunda zamanla düşüşler görülmüş olup statik germe sonrasında dinamik germe uygulanan grupta sıçrama yüksekliği ve sıçrama gücünde artış gözlemlenmiştir. Performanstaki artışın statik germeden sonra oluşan güç açığının dinamik germe ile ortadan kaldırıldığı ifade etmişlerdir.

Dinamik germenin dikey sıçrama üzerinde etkisi olmadığını veya zıt sonuç bildiren çalışmalarda vardır. Unick ve arkadaşları dinamik germe ile ısınmadan sonra eğitimli kadın katılımcılarda dikey sıçrama performansında önemli bir fark olmadığını bildirmiştir (Unick ve ark., 2005). Nelson ve arkadaşları ise dinamik germe sonrası performansda düşüş gözlemlendi. Bunun

nedeni yaygın olarak kullanılmayan yüksek şiddette yapılması yönündedir (2 kas grubu için 20 dakika) (Nelson ve ark., 2001). Paradisis ve ark (Paradisis ve ark., 2014) , dinamik germe uygulaması sonrasında ergen erkek ve kızlarda CMJ performansının %2,2 oranında keskin bir şekilde azaldığını raporlamıştır.

Smith ve arkadaşları 29 üniversite öğrencisini rastgele 4 gruba ayırarak kontrol grubu, köpük yuvarlama, dinamik germe grubu ve dinamik germeye ek köpük yuvarlama uygulamışlardır. Uygulamalar sonrasında 20 dakika boyunca her 5 dakikada bir dikey sıçrama ve esneklik ölçümleri almışlardır. Dinamik germe ve kombine grupta ölçülen dikey sıçrama yüksekliği kontrol grubu ve köpük yuvarlama uygulayanlardan daha yüksek bulunmuştur. Dinamik germe ve dinamik germe+köpük yuvarlama uygulamasında tedaviden 5 dakika sonra dikey sıçrama yüksekliğinde kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Tedaviden 15 dakika sonra birleşik grubun dikey sıçrama yüksekliğindeki değişim yüzdesi kontrol karşılığından önemli ölçüde daha büyüktür. Tedaviden on beş dakika sonra dinamik germe, kontrol grubu ve köpük yuvarlama seanslarında dikey sıçrama yüksekliğinde azalmalar görülmüş ve bunun nedeni yorgunluğun birikmesine bağlı olabileceği dinamik germe + köpük yuvarlamanın kombinasyonu yorgunluk birikiminin azaltmış olabileceğini belirtmişlerdir (Smith, Pridgeon ve Hall, 2018).

Kruse ve arkadaşları kadın voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada statik ve dinamik germe egzersizi uygulanarak birinci ve on beş dk sonrasında dikey sıçrama yükseklik değerleri incelenmiştir. Dinamik germe uygulanmasında kısa bir süre sonra (bir dakika) dikey sıçrama yüksekliğinde artış gözlemlenmiş fakat on beş dakika kadar beklerse spora özgü yapılan dinamik germe egzersizlerin olumlu etkilerin azaldığı sonucuna ulaşılmışlardır. İngiltere Premier Ligi Saha Koruma Politikası maç öncesi ısınmanın başlama vuruşundan en geç 10 dakika öncesinde sona ermesi gerektiği belirtir. Dinamik germeden 15 dakika sonra etkilerinin azaldığı bulgulara dayanarak sporcunun performanstan önce uygun zamanda germe egzersizleri ile ısınması o sporcunun maç sırasında optimal performansını göstermesini etkiler (Kruse ve ark., 2015). Literatüre bakıldığında cinsiyete özgü yapılan sporlarda bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Ryan ve arkadaşları katılımcıları kontrol grubu, 5 dakika koşu artı 6 dakika dinamik germe egzersiz grubu ve 5 dakika koşu +12 dakika dinamik germe egzersiz grubu oluşturarak dikey sıçrama yüksekliğini incelemişlerdir. Dikey sıçrama yüksekliğinde egzersiz süresinden bağımsız olarak dinamik germeden sonra artışlar görüldüğü, yorgunluğa bağlı olarak 12 dakikadan sonra bu artışların sınırlandığı bildirilmiştir (Ryan ve ark., 2014).

## 5.2. Kas kuvveti

Motor görevlerin verimli ve yorulmadan yerine getirilmesinin başarısına katkıda bulunan kas kuvveti miktarıdır (Kapo ve ark., 2016). Boks, futbol ve atletizm sprint disiplininin temel özelliği, alt ekstremitelerin hızlı ve dinamik çalışmasıdır. Bahsedilen sporların sporcuları tarafından kullanılan ve temel alınan spesifikasyonları karşılayan hareketler, uyluk kasları tarafından üretilen yüksek güç ve kuvvet çıkışına bağlı olan çeviklik ve sürat yetenekleri ile yüksek oranda ilişkilidir (Negrete ve Brophy, 2000).

Dinamik germeden sonra gerilme kaynaklı güç kaybı olmadığı ve dinamik germenin izometrik ve izotonik kasılmaları iyileştirebileceği gösterilmiştir (Yamaguchi ve Ishii, 2005; Manoel ve ark., 2008).

Literatürde dinamik germenin kas kuvvetine etkileri konusunda yapılan çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Kas kuvveti ve aktivasyonunun incelendiği bir çalışmada dinamik hamstring ve quadriceps germe sonucu eksantrik hamstring pik torkunun azaldığı ve hamstring kas kuvvetinin azaldığı gözlenmiştir (Costa ve ark., 2014). 2020 yılında yapılan bir başka çalışma hamstring dinamik germenin pasif torku ve maksimum eksantrik diz fleksiyon kontraksiyonunu önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymuştur (Kaneda ve ark., 2020). 2016 yılında yapılan bir çalışmada foam roller uygulaması kadar etkili olmasa da dinamik germe egzersizlerinin hamstring ve quadriceps kas kuvvetini artırdığı tespit edilmiştir (Su ve ark., 2017).

Khorasani ve Kellis, araştırmalarının bu sonuçlarına dayanarak, dinamik germenin kuadriseps kas aktivitesini ve diz ekstansiyon açısal hızını arttırmada muhtemelen daha etkili olduğunu öne sürdüler. Bu sonuçlar, diz ekstansörlerinin ve fleksörlerinin maksimum kuvvet performansını elde etmek için dinamik

germenin ısınma için ideal olduğunu göstermektedir (Mohammadtaghi Amiri-Khorasani, Abu Osman ve Yusof, 2011).

Bizim çalışmamızda da değişken sonuçlar elde edilmiştir. Sporcu bireylerde altı dakikalık dinamik germe uygulaması sonrasında sağ Quadriceps kasında artış görülürken sol Quadriceps kas kuvvetinde azalma meydana gelmiştir. Üç dakikalık dinamik germe sonucunda iki kas kuvvetinde de azalma meydana gelmiştir.

Herda ve ark. (2008), dinamik germe koşulu için germe öncesi ve sonrası ve diz eklemi açılarında izometrik hamstring kuvvetinde hiçbir değişiklik göstermediğini bulmuştur. Bu çalışmanın benzersiz katkısı, dinamik esnemenin kuadriseps ve hamstring kaslarının konsentrik ve eksantrik izokinetik tepe torkunda artışlara yol açtığı bildirilmiştir (Herda ve ark., 2008).

Literatürde dinamik germe sonrasında konsentrik ve eksantrik kuvvet artışının nedeni bazı mekanizmalarla açıklanmaktadır. Dinamik germe egzersizleri sonrasında kas sıcaklığındaki artış ve istemli kasılmaların neden olduğu aktivasyon sonrası potansiyel (PAP) ile kas performansında olumlu etkiler oluşturabileceği ileri sürülmüştür.

PAP'ın başlıca mekanizmalarının, aktin-miyozin etkileşimini sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  'e daha duyarlı hale getiren miyozin düzenleyici hafif zincirlerin fosforilasyonu olduğu kabul edilir.  $Ca^{2+}$  'e karşı artan duyarlılık,  $Ca^{2+}$  'in düşük miyoplazmik seviyelerinde en büyük etkiye sahiptir, böylece kas performansını iyileştirir (Sale, 2002).

Propriosepsiyonu artırabilecek hareket paternlerinin spesifik tekrarlanması ve muhtemelen aktivasyon sonrası güçlenme (PAP) ile bağlantılı olan nöromüsküler aktivitede bir artış da güç ve güç artışına yol açabilir (Pamboris ve ark., 2019). Bishop (2003), sıcaklıkla ilgili olası faktörleri belirtmiş ve bunları kasların ve eklemlerin sertliğinin azalmasına işaret etmiştir; sinir reseptörlerinin artan duyarlılığı ve sinir uyarılarının iletim hızının artması; kuvvet-hız ilişkisindeki değişiklikler ve artan glikojenoliz, glikoliz ve yüksek enerjili fosfat bozunmasıdır.

### 5.3. Esneklik

Sınırlı eklem hareketliliği ve azalmış kas esnekliği, klinik durumlarda ve atletik ortamlarda sık görülen problemlerdir ve esneklik, kas-iskelet yaralanmalarının hem önlenmesi hem de rehabilitasyonu için önemlidir. Ayrıca, düşük hamstring kas esnekliğine sahip futbolcuların hamstring yaralanmaları geliştirmesi daha olasıdır (Kaneda ve ark., 2020).

Literatüre bakıldığında dinamik germenin esneklik üzerine etkilerine bakıldığında statik germe ile benzer veya daha fazla artış görülmüştür (Perrier, Pavol ve Hoffman, 2011; Aguilar ve ark., 2012; Amiri-Khorasani ve Sotoodeh, 2013). Aguilar ve ark. (Aguilar ve ark., 2012) değerlendirmeler sonucunda dinamik ısınma modelinin hamstring esnekliğini iyileştirdiği ve bununla ilişkili olarak ısınma aktivitelerinden hemen sonra yaralanma riskinin azalmasına ve performansın artmasına neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Bizim yaptığımız çalışma sonucunda dinamik germe uygulamalarından sonra hem sporcu bireylerde hem de sedanter bireylerde hamstring esneklik değerlerinde artış görülmüştür.

O'Sullivan ve ark. (O'Sullivan, Murray ve Sainsbury, 2009) yaptığı çalışmada dinamik germeden önce genel bir aerobik ısınma yapıldığında hamstring esnekliğinde belirgin bir artış gözlemlenmişler fakat dinamik germe öncesinde genel bir aerobik ısınma yapılmadığında diğer sonucun aksine esneklikte azalma gözlemlenmişlerdir. Çalışmada dinamik ısınma protokolünde dinamik germe egzersizlerden önce benzer bir aerobik ısınmanın yer almasının önemi vurgulanmaktadır. Yaptığımız çalışmada da dinamik germe egzersizlerinden önce aerobik ısınma olarak uyguladığımız tempolu yürüyüşün esneklik artışında rol oynadığı düşünülebilir.

Son zamanlarda dinamik germe ile yapılan çalışmalara bakıldığında uygulama olarak köpük silindir uygulaması, masaj uygulaması, myofasyal gevşetme uygulaması ve benzeri birçok uygulama ile birleştirilerek esneklik incelenmiştir. Literatür incelediğinde bu çalışmaların çoğunda dinamik germenin yanında uygulama yönteminin birlikte uygulanması çoğunlukla esnekliği artırmıştır. Su ve arkadaşları (Su ve ark., 2017) , yaptıkları çalışmada katılımcılar 5 dakika daha hafif aerobik bisiklet ve ardından 6 dakika köpük

yuvarlama, statik germe veya o seans için rastgele seçilmiş dinamik germe grubuna ayrılarak esneklik değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre köpük yuvarlamanın statik germe ve dinamik germe ile karşılaştırıldığında, esnekliği daha fazla artırdığı bulunmuştur. Lin ve ark. (Lin, Lee ve Chang, 2020) badminton sporcularında dinamik germe ve dinamik germenin ardından vibrasyonlu köpük silindir kullanılarak foksiyonel doku gemesi uygulamışlar ve değerlendirme sonucunda köpük silindir dinamik germeye eklenmesi, egzersiz performansını iyileştirmek ve yaralanma riskini azaltmak için avantajlı olabilecek kas sertliğini azaltmıştır. Seçer ve Kaya (Seçer ve Kaya, 2021) , rekreasyonel erkek futbolcularda yalnız dinamik germe ile dinamik germe ve buna ek olarak uygulanan miyofasyal gevşetme yöntemlerinin akut etkilerini karşılaştırdıkları çalışma sonucunda her iki uygulamada da esneklik değerlerinin iyileştiğini bulmuşlardır. Fakat miyofasyal gevşetme yönteminin yalnız dinamik germe uygulamasına kıyasla herhangi bir üstünlüğü olmadığı gözlemlenmiştir.

Normal eklem hareketine bakıldığında statik germenin daha iyi sonuç verdiği rapor edilmiştir bunun nedeninde sabit pozisyonda statik germede dinamik germeye göre daha fazla vakit harcaması olabilir. Birçok çalışmada dinamik germenin esneklikteki artışının nedeninin aktif ve tekrarlı kas kasılmalarının sonucunda kas sıcaklığının artarak kas viskozitesinin düşerek dokunun uzayabilirliğini artırabileceği ileri sürülmüştür (Opplert ve Babault, 2017). Dinamik germe sonrası pasif sertlik büyük ölçüde değiştiğinden, kas-tendon kompleksinde elastikiyet değişikliğine neden olan fizyolojik bir yanıtın olduğu sonucuna varılabilir. Spesifik olarak, kas-tendon kompleksindeki fasya, titin gibi elastik proteinler ve tendonlar gibi bazı elastik elementlerin değişmiş olma olasılığı olduğu düşünülmüştür (Iwata ve ark., 2019).

Weijer ve arkadaşları yatıkları çalışmada esneklikteki artışın 15 dakika sonra önemli ölçüde azaldığını ancak sonuçlarımıza benzer şekilde başlangıç değerlerinden daha büyük kaldığını bulmuşlardır (De Weijer, Gorniak ve Shamus, 2003). O’Sullivan ve ark (O’Sullivan, Murrayve Sainsbury, 2009) yapılan çalışmada Aktif bir aerobik ısınma, hamstring esnekliğini önemli ölçüde artırmıştır. Isınmadan sonra, statik germe esnekliği daha da artırırken, dinamik germe esnekliği azaltmıştır. 15 dakika dinlendikten sonra esneklik kazanımları

azalmış, ancak esneklik başlangıçta olduğundan önemli ölçüde daha yüksek kalmıştır. Yapılan çalışmalar bu etkinin 6 -25 dakika süreceği belirtilmiştir (Ford ve McChesney, 2007; Spornoga ve ark., 2001). Bizim çalışmamızda da esneklikte sporcularda dinamik germe egzersizinden 15 dakika sonrasına kadar artış görülmüştür. Sedanterlerde dinamik germe egzersizinden 10 dakika sonrasına kadar artış 15 dakika sonrasında azalma görülmüştür ama 15 dakika sonundaki esneklik değerleri başlangıçtaki esneklik değerlerinden yüksekti. Literatürde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmamızın sonucuna bakarak esnekliğin etki süresinin bireysel farklılıklardan etkilendiği gösterilmiştir.

Germe süresinin ve yoğunluğunun kas-tendon ünitesinin pasif sertliğini etkilediği gösterilmiştir (Opplert ve Babault, 2019). Yüksek yoğunluklu dinamik germenin hamstring esnekliğinde yüksek doza bağlı olduğu ve bunun da pasif sertlik üzerinde daha uzun süreli bir etki yarattığı görülmektedir (Iwata ve ark., 2019).

Ryan ve arkadaşları yaptığı çalışmada 6 dakika dinamik germe, 12 dakika dinamik germe ve 5 dakika aerobik koşu öncesi ve sonrası esneklik değerlerini karşılaştırmışlardır. 5 dakikalık koşu sonrası ve 6 dakikalık dinamik germenin esneklik değerlerinin arttığı ve 12 dakikalık dinamik germeler sonrasında esneklik değerlerinin ek gelişme göstermediğini bildirmişlerdir (Ryan ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda seçtiğimiz iki egzersiz süresinde ise egzersiz sonraki en fazla artış üç dakikalık uygulamadayken zaman içinde altı dakikalık uygulamada benzer artış görülmüştür. Sonuç olarak hem kendi çalışmamız hem de literatüre dayanarak en önemli faktörün aerobik ısınma kaynaklı olduğunu ve 6 dakikalık uygulamanın ideal bir uygulama süresi olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızın güçlü yanları benzer fiziki yapılara, yakın yaş gruplarına sahip olmasıdır. Çalışmamız çeşitli limitasyonlara sahiptir. Katılımcılarımızın erkek cinsiyete sahip olması cinsiyetler arası karşılaştırma yapmamızı sınırlandırmıştır. Bu açıdan çalışmanın her iki cins üzerinde karşılaştırılmalı olarak genişletilmesi gelecekte yapılacak çalışmalar için öneri olarak sunmaktayız.

## 6.SONUÇLAR

Randomize kontrollü olarak planlanan bu çalışmanın amacı sporcu ve sedanter bireylerde uygulanan dinamik germe egzersizlerinin dikey sıçrama yüksekliği, esneklik ve kas kuvvetine akut etkilerini karşılaştırmaktır.

Çalışmamızın sonucunda; dinamik germe egzersizlerinin esneklik ve dikey sıçrama yükseklik değerlerini artırdığı ancak kas kuvvetini artırmada etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ayrıca altı dakikalık uygulanan dinamik germe egzersizlerinin sporcu bireylerde dikey sıçrama yüksekliğini daha fazla artırdığı bulunmuştur. Dinamik germe egzersizinin quadriceps, hamstring gastrosoleus kas kuvvetini azalttığı ve tibialis anterior kas kuvvetini ise artırdığı gözlemlenmiştir. Dinamik germe egzersizleri sonucunda hem sporcu hem de sedanter bireylerde hamstring esnekliğini anlamlı olarak artırdığı bulunmuştur. Dinamik germe egzersizlerinin esnekliğe etkisinin sporcu bireylerde daha uzun sürdüğü ve 15 dakikaya devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuçlar doğrultusunda dinamik germe egzersizlerinin atletik bir performans öncesinde spor yaralanmalarından korunmak için antreman programlarında yer alması gerektiğini düşünüyoruz.

## 7. KAYNAKÇA

1. Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., & Padua, D. A. (2012). A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1130-1141.
2. Alemdaroğlu, U., Köklü, Y., & Koz, M. (2016). The acute effect of different stretching methods on sprint performance in taekwondo practitioners. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(9), 1104-1110.
3. Amiri-Khorasani, M., & Sotoodeh, V. (2013). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fitness performances in soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 53(5), 559-565.
4. Amiri-Khorasani, M., Osman, N. A. A., & Yusof, A. (2011). Acute effect of static and dynamic stretching on hip dynamic range of motion during instep kicking in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1647-1652.
5. Appleton, B. (1998). Stretching and flexibility. USA: Apleton Inc.
6. Armutlu, K., Korkmaz, N. C., Keser, I., Sumbuloglu, V., Akbiyik, D. I., Guney, Z., & Karabudak, R. (2007). The validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Turkish multiple sclerosis patients. *International Journal of Rehabilitation Research*, 30(1), 81-85.
7. Ayala, F., De Ste Croix, M., Sainz De Baranda, P., & Santonja, F. (2013). Acute effects of static and dynamic stretching on hamstring eccentric isokinetic strength and unilateral hamstring to quadriceps strength ratios. *Journal of Sports Sciences*, 31(8), 831-839.
8. Babault, N., Rodot, G., Champelovier, M., & Cometti, C. (2021). A survey on stretching practices in women and men from various sports or physical activity programs. *International journal of environmental research and public health*, 18(8), 3928
9. Beudart, C., Rolland, Y., Cruz-Jentoft, A. J., Bauer, J. M., Sieber, C., Cooper, C., ... & Fielding, R. A. (2019). Assessment of muscle function and physical performance in daily clinical practice. *Calcified tissue international*, 105(1), 1-14.
10. Beekly M, Brown J. (2012). *Reliability of the Vertimetric vertical jump measurement device*. Safe Responder, LLC.
11. Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2015). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(1), 1-11.
12. Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology*, 111(11), 2633-2651.

13. Behm, D. G., Kay, A. D., Trajano, G. S., & Blazevich, A. J. (2021). Mechanisms underlying performance impairments following prolonged static stretching without a comprehensive warm-up. *European Journal of Applied Physiology*, 121(1), 67-94.
14. Benfica, do Amaral, P., Aguiar, L. T., de Brito, S. A. F., Bernardino, L. H. N., Teixeira-Salmela, L. F., & de Moraes Faria, C. D. C. (2018). Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. *Brazilian journal of physical therapy*, 22(5), 355-369.
15. Blazevich, A. J., Gill, N. D., Kvorning, T., Kay, A. D., Goh, A. M., Hilton, B., ... & Behm, D. G. (2018). No effect of muscle stretching within a full, dynamic warm-up on athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(6), 1258-1266.
16. Brewer, C. (2017). *Athletic Movement Skills: training for sports performance*. Human Kinetics.
17. Cheng, K. B., Wang, C. H., Chen, H. C., Wu, C. D., & Chiu, H. T. (2008). The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance—A simulation study. *Journal of biomechanics*, 41(9), 1847-1854.
18. Çilli, M., Gelen, E., Yildiz, S., Saglam, T., & Camur, M. H. (2014). Acute effects of a resisted dynamic warm-up protocol on jumping performance. *Biology of sport*, 31(4), 277.
19. Costa, P. B., Herda, T. J., Herda, A. A., & Cramer, J. T. (2014). Effects of dynamic stretching on strength, muscle imbalance, and muscle activation.
20. DeBruyne, D. M., Dewhurst, M. M., Fischer, K. M., Wojtanowski, M. S., & Durall, C. (2017). Self-mobilization using a foam roller versus a roller massager: which is more effective for increasing hamstrings flexibility?. *Journal of sport rehabilitation*, 26(1), 94-100.
21. De Weijer, V. C., Gorniak, G. C., & Shamus, E. (2003). The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(12), 727-733.
22. Duchateau, J., Semmler, J. G., & Enoka, R. M. (2006). Training adaptations in the behavior of human motor units. *Journal of applied physiology*, 101(6), 1766-1775.
23. Ericsson, Y. B., McGuigan, F. E., & Akesson, K. E. (2021). Knee pain in young adult women-associations with muscle strength, body composition and physical activity. *BMC musculoskeletal disorders*, 22(1), 1-9.
24. Fattahi-Bafghi, A., & Amiri-Khorasani, M. (2013). Sustaining effect of different stretching methods on power and agility after warm-up exercise in soccer players. *World Appl Sci J*, 21(4), 520-525.
25. Feher, Joseph. 2012. "Spinal Reflexes." *Quantitative Human Physiology*, 400–408.
26. Feltner, Michael E., Daniel J. Franchetti, and Robert J. Crisp. 1999. "Upper Extremity Augmentation of Lower Extremity Kinetics during

- Countermovement Vertical Jumps.” *Journal of Sports Sciences* 17 (6): 449–66.
27. Fletcher, I. M. (2010). The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European journal of applied physiology*, 109(3), 491-498.
  28. Ford, Philip, and John McChesney. 2007. “Duration of Maintained Hamstring ROM Following Termination of Three Stretching Protocols.” *Journal of Sport Rehabilitation* 16 (1): 18–27.
  29. Frontera, W. R. (2017). Physiologic changes of the musculoskeletal system with aging: a brief review. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 28(4), 705-711.
  30. Goodwin, J. E., Glaister, M., Lockey, R. A., & Buxton, E. (2020). The effects of acute static and dynamic stretching on spring-mass leg stiffness. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1), 281-288.
  31. Guissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (2001). Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Experimental Brain Research*, 137(2), 163-169.
  32. Gümüş H., Kayatekin B.M. 2020. *Sıçrama Yüksekliği Ölçümünde Kullanılacak Yeni Bir Ölçüm Sistemi Geliştirilmesi*. Gazi Kitabevi. Ankara.
  33. Hammami, A., Zois, J., Slimani, M., Russell, M., & Bouhel, E. (2016). The efficacy, and characteristics of, warm-up and re-warm-up practices in soccer players: a systematic review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(1-2), 135-49.
  34. Herda, T. J., Cramer, J. T., Ryan, E. D., McHugh, M. P., & Stout, J. R. (2008). Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 809-817.
  35. Iwata, M., Yamamoto, A., Matsuo, S., Hatano, G., Miyazaki, M., Fukaya, T., ... & Suzuki, S. (2019). Dynamic stretching has sustained effects on range of motion and passive stiffness of the hamstring muscles. *Journal of sports science & medicine*, 18(1), 13..
  36. Jelvéus, A. (2011). *Integrated Sports Massage Therapy E-Book: A Comprehensive Handbook*. Elsevier Health Sciences.
  37. Judge, L. W., Avedesian, J. M., Bellar, D. M., Hoover, D. L., Craig, B. W., Langley, J., ... & Dickin, C. (2020). Pre-and post-activity stretching practices of collegiate soccer coaches in the United State. *International journal of exercise science*, 13(6), 260.
  38. Junior, N. K. M. (2014). Acute Effects Of Dynamic Stretching On Vertical Jump: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 8(50), 795-812.
  39. Kaneda, H., Takahira, N., Tsuda, K., Tozaki, K., Kudo, S., Takahashi, Y., ... & Kenmoku, T. (2020). Effects of tissue flossing and dynamic stretching on hamstring muscles function. *Journal of sports science & medicine*, 19(4), 681.

40. Kapo, S., Smajlović, N., Kajmović, H., Ćirić, A., Ćutuk, M., & Bejdić, A. (2016). Effects of different stretching protocols on knee muscles strength and power parameters measured by Biodex dynamometer. *Tehnički Vjesnik*, 23(1), 273-278.
41. Kawakami, Y., Takashi A., & Fukunaga, T. (1993). Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *Journal of Applied Physiology*, 74(6), 2740-2744.
42. Kendall, B. J. (2017). The acute effects of static stretching compared to dynamic stretching with and without an active warm up on anaerobic performance. *International journal of exercise science*, 10(1), 53.
43. Kruse, N. T., Barr, M. W., Gilders, R. M., Kushnick, M. R., & Rana, S. R. (2015). Effect of different stretching strategies on the kinetics of vertical jumping in female volleyball athletes. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 364-370.
44. Kurt, Cem, and İlkey Firtın. 2016. "Comparison of the Acute Effects of Static and Dynamic Stretching Exercises on Flexibility, Agility and Anaerobic Performance in Professional Football Players." *Turk J Phys Med Rehab* 62 (3): 206–13.
45. Lin, W. C., Lee, C. L., & Chang, N. J. (2020). Acute effects of dynamic stretching followed by vibration foam rolling on sports performance of badminton athletes. *Journal of sports science & medicine*, 19(2), 420.
46. Loughran, M., Glasgow, P., Bleakley, C., & McVeigh, J. (2017). The effects of a combined static-dynamic stretching protocol on athletic performance in elite Gaelic footballers: A randomised controlled crossover trial. *Physical Therapy in Sport*, 25, 47-54.
47. Makaruk, H., Starzak, M., Suchecki, B., Czaplicki, M., & Stojiljković, N. (2020). The effects of assisted and resisted plyometric training programs on vertical jump performance in adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of sports science & medicine*, 19(2), 347.
48. Manoel, M. E., Harris-Love, M. O., Danoff, J. V., & Miller, T. A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1528-1534.
49. Matsuo, S., Iwata, M., Miyazaki, M., Fukaya, T., Yamanaka, E., Nagata, K., ... & Suzuki, S. (2019). Changes in flexibility and force are not different after static versus dynamic stretching. *Sports medicine international open*, 3(03), E89-E95.
50. McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports medicine*, 45(11), 1523-1546.
51. Medeiros, D. M., & Lima, C. S. (2017). Influence of chronic stretching on muscle performance: Systematic review. *Human movement science*, 54, 220-229.
52. Miyamoto, N., Hirata, K., Kimura, N., & Miyamoto-Mikami, E. (2018). Contributions of hamstring stiffness to straight-leg-raise and sit-and-reach test scores. *International journal of sports medicine*, 39(02), 110-114.

53. Montalvo, S., & Dorgo, S. (2019). The effect of different stretching protocols on vertical jump measures in college age gymnasts. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(12), 1956-1962.
54. Morrin, N., & Redding, E. (2013). Acute effects of warm-up stretch protocols on balance, vertical jump height, and range of motion in dancers. *Journal of dance medicine & science*, 17(1), 34-40.
55. Mukund, K., & Subramaniam, S. (2020). Skeletal muscle: A review of molecular structure and function, in health and disease. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 12(1), e1462.
56. Negrete, R., & Brophy, J. (2000). The relationship between isokinetic open and closed chain lower extremity strength and functional performance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9(1), 46-61.
57. Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports medicine*, 44(3), 319-330.
58. Nelson, A. G., Allen, J. D., Cornwell, A., & Kokkonen, J. (2001). Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Research quarterly for exercise and sport*, 72(1), 68-70.
59. Nelson, Arnold G., and Jouko Kokkonen. 2007. "Stretching Anatomy," 147.
60. Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute effects of dynamic stretching on muscle flexibility and performance: an analysis of the current literature. *Sports Medicine*, 48(2), 299-325.
61. Opplert, J., & Babault, N. (2019). Acute effects of dynamic stretching on mechanical properties result from both muscle-tendon stretching and muscle warm-up. *Journal of sports science & medicine*, 18(2), 351.
62. O'Sullivan, Kieran, Elaine Murray, and David Sainsbury. 2009. "The Effect of Warm-up, Static Stretching and Dynamic Stretching on Hamstring Flexibility in Previously Injured Subjects." *BMC Musculoskeletal Disorders*.
63. Pagaduan, J. C., Pojskić, H., Užičanin, E., & Babajić, F. (2012). Effect of various warm-up protocols on jump performance in college football players. *Journal of human kinetics*, 35(1), 127-132.
64. Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 7(1), 109.
65. Pamboris, G. M., Noorkoiv, M., Baltzopoulos, V., Gokalp, H., Marzilger, R., & Mohagheghi, A. A. (2018). Effects of an acute bout of dynamic stretching on biomechanical properties of the gastrocnemius muscle determined by shear wave elastography. *PLoS One*, 13(5), e0196724.
66. Pamboris, G. M., Noorkoiv, M., Baltzopoulos, V., & Mohagheghi, A. A. (2019). Dynamic stretching is not detrimental to neuromechanical and sensorimotor performance of ankle plantarflexors. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(2), 200-212.

67. Pappas, P. T., Paradisis, G. P., Exell, T. A., Smirniotou, A. S., Tsolakis, C. K., & Arampatzis, A. (2017). Acute effects of stretching on leg and vertical stiffness during treadmill running. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3417-3424.
68. Paradisis, G. P., Pappas, P. T., Theodorou, A. S., Zacharogiannis, E. G., Skordilis, E. K., & Smirniotou, A. S. (2014). Effects of static and dynamic stretching on sprint and jump performance in boys and girls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 154-160.
69. Perrier, E. T., Pavol, M. J., & Hoffman, M. A. (2011). The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1925-1931.
70. Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A., & Bianco, A. (2019). A review of countermovement and squat jump testing methods in the context of public health examination in adolescence: reliability and feasibility of current testing procedures. *Frontiers in Physiology*, 1384.
71. Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., & Young, W. A. R. R. E. N. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 36, 1389-1396.
72. Raghavan, M., Fee, D., & Barkhaus, P. E. (2019). Generation and propagation of the action potential. *Handbook of clinical neurology*, 160, 3-22.
73. Roberts, T. J. (2016). Contribution of elastic tissues to the mechanics and energetics of muscle function during movement. *Journal of Experimental Biology*, 219(2), 266-275.
74. Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 196-206.
75. Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Costa, P. B., ... & Cramer, J. T. (2008). The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 38(10), 632-639.
76. Ryan, E. D., Everett, K. L., Smith, D. B., Pollner, C., Thompson, B. J., Sobolewski, E. J., & Fiddler, R. E. (2014). Acute effects of different volumes of dynamic stretching on vertical jump performance, flexibility and muscular endurance. *Clinical physiology and functional imaging*, 34(6), 485-492.
77. Sá, M. A., Neto, G. R., Costa, P. B., Gomes, T. M., Bentes, C. M., Brown, A. F., & Novaes, J. S. (2015). Acute effects of different stretching techniques on the number of repetitions in a single lower body resistance training session. *Journal of human kinetics*, 45(1), 177-185.

78. Sale, Digby G. 2002. "Postactivation Potentiation: Role in Human Performance." *Exercise and Sport Sciences Reviews* 30 (3): 138–43.
79. Saunders, W.B. Editör Prof.Dr. Hayrunissa Çavuşoğlu. 1996. *Tıbbi Fizyoloji*. İstanbul: Guyton&Hall, 9. Edisyon, Nobel Tıp Kitapevleri.
80. Seçer, E., & Özer D.. (2021). Rekreatif erkek futbolcularda dinamik germe ve miyofasyal gevşetmenin alt ekstremité sıcaklığı, esneklik, denge ve çeviklik üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 8(2), 168-177.
81. Sharman, M. J., Cresswell, A. G., & Riek, S. (2006). Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sports medicine*, 36(11), 929-939.
82. Smith, J. C., Pridgeon, B., & Hall, M. C. (2018). Acute effect of foam rolling and dynamic stretching on flexibility and jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(8), 2209-2215.
83. Spornog, S. G., Uhl, T. L., Arnold, B. L., & Gansneder, B. M. (2001). Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Journal of athletic training*, 36(1), 44.
84. Stein, J. 2017. "Sensorimotor Control." *The Curated Reference Collection in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, January.
85. Su, H., Chang, N. J., Wu, W. L., Guo, L. Y., & Chu, I. H. (2017). Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of sport rehabilitation*, 26(6), 469-477.
86. Suchomel, T. J., Lamont, H. S., & Moir, G. L. (2016). Understanding vertical jump potentiation: A deterministic model. *Sports Medicine*, 46(6), 809-828.
87. Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, 48(4), 765-785.
88. Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). Muscle contraction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 10(2), a023200.
89. Takeuchi, K., Takemura, M., Nakamura, M., Tsukuda, F., & Miyakawa, S. (2021). The effects of using a combination of static stretching and aerobic exercise on muscle tendon unit stiffness and strength in ankle plantar-flexor muscles. *European Journal of Sport Science*, 1-7.
90. Taylor, K. L., Sheppard, J. M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657-661.
91. Thomas, E., Bianco, A., Paoli, A., & Palma, A. (2018). The relation between stretching typology and stretching duration: the effects on range of motion. *International journal of sports medicine*, 39(04), 243-254.
92. Thompsen, A. G., Kackley, Ted., Palumbo, M. A., & Faigenbaum, A. D. (2007). Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *Journal of strength and conditioning research*, 21(1), 52.
93. Troumbley, P. (2010). *Static versus dynamic stretching effect on agility performance*. Utah State University.

94. Turki, O., Chaouachi, A., Behm, D. G., Chtara, H., Chtara, M., Bishop, D., ... & Amri, M. (2012). The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10-and 20-m sprint performance in highly trained male athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 63-72.
95. Unick, J., Kieffer, H. S., Cheesman, W., & Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *Journal of strength and conditioning research*, 19(1), 206.
96. Van Cutsem, M., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of physiology*, 513(1), 295-305.
97. Vieira, D. C. L., Opplert, J., & Babault, N. (2021). Acute effects of dynamic stretching on neuromechanical properties: An interaction between stretching, contraction, and movement. *European Journal of Applied Physiology*, 121(3), 957-967.
98. Walker, B. (2011). *The anatomy of stretching: your illustrated guide to flexibility and injury rehabilitation*. North Atlantic Books.
99. Walsh, G. S. (2017). Effect of static and dynamic muscle stretching as part of warm up procedures on knee joint proprioception and strength. *Human movement science*, 55, 189-195.
100. Walsh, M., Boling, M. C., McGrath, M., Blackburn, J. T., & Padua, D. A. (2012). Lower extremity muscle activation and knee flexion during a jump-landing task. *Journal of athletic training*, 47(4), 406-413.
101. Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2004). Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 189-206.
102. Williams, C. (2011). Flexibility training: Incorporating all components of fitness. *NSCA Perform Train J*, 10, 11-14.
103. Woolstenhulme, M. T., Griffiths, C. M., Woolstenhulme, E. M., & Parcell, A. C. (2006). Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 799.
104. Yamaguchi, T., & Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 677-683.
105. Yingling, V. R., Castro, D. A., Duong, J. T., Malpartida, F. J., Usher, J. R., & Jenny, O. (2018). The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, 6, e4669.
106. Zakaria, A. A., Kiningham, R. B., & Sen, A. (2015). Effects of static and dynamic stretching on injury prevention in high school soccer athletes: a randomized trial. *Journal of sport rehabilitation*, 24(3), 229-235.
107. Zakas, A., Doganis, G., Papakonstandinou, V., Sentelidis, T., & Vamvakoudis, E. (2006). Acute effects of static stretching duration on isokinetic peak torque production of soccer players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(2), 89-95.