



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RİTMİK CİMNASTİKTE PANCHE DENGE ELEMENTİNİN  
PEDOGRAFİK, KASSAL VE BİYOMEKANİKSEL  
ÇÖZÜMLEMESİ**

BERFİN SERDİL ÖRS

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

SPOR BİLİMLERİ

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

YRD. DOÇ. DR. NURTEN DİNÇ

PROF. DR. HAYRİ ERTAN

MANİSA, 2017



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RİTMİK CİMNASTİKTE PANCHE DENGE ELEMENTİNİN  
PEDOGRAFİK, KASSAL VE BİYOMEKANİKSEL ÇÖZÜMLEMESİ**

BERFİN SERDİL ÖRS

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
SPOR BİLİMLERİ  
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYELERİ  
YRD. DOÇ. DR. NURTEN DİNÇ  
PROF. DR. HAYRİ ERTAN

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Metin Vehbi SAYIN (Celal Bayar Üniversitesi)  
Prof. Dr. Kürşat KARACABEY (Adnan Menderes Üniversitesi)  
Doç. Dr. Murat TAŞ (Celal Bayar Üniversitesi)  
Yrd. Doç. Dr. Deniz ŞİMŞEK (Anadolu Üniversitesi)

MANİSA, 2017

## **BEYAN**

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

**Berfin Serdil ÖRS**



## TEŞEKKÜR

Doktora süresince güler yüzüyle desteğini her zaman hissettiğim, sakinliği ve motive edici konuşmaları ile tüm süreç boyunca yanımda olan değerli tez danışmanın Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurten DİNÇ hocama, çalışmanın gerçekleştirilmesinde destek olan, Eskişehir Anadolu Üniversitesi “Hareket ve Motor Kontrol” laboratuvarını ve cihazları kullanmama olanak sağlayan, maddi, manevi yardımlarını esirgemeyen, yapıcı yaklaşımları ile her zaman yanımda olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Hayri ERTAN hocama sonsuz teşekkür ederim.

Gerek tezimin her aşamasında gerekse akademik gelişimimde desteğini esirgemeyen, gece-gündüz beni yalnız bırakmayan, her sorunuma bir çözüm bulmayı başaran, güler yüzünü ve bilimsel desteğini sonuna kadar hissettiğim Yrd. Doç. Dr. Deniz ŞİMŞEK’e, yüksek lisansa başlamam ve bu alanda ilerlemem konusunda destek olan Prof. Dr. Metin SAYIN hocama, verilerin EMG analizleri aşamasında desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ruhi SOYLU hocama, çalışmanın tüm aşamalarında yanımda olan çok değerli çalışma arkadaşım Sayın Araş. Gör. İsmail BAYRAM’a, benimle ölçümlere gelen değerli arkadaşlarım Araş. Gör. Özkan GÜLER’e ve Hülya KALENDER’e, verilerin analizi konusunda Eren KAYA’ya, çalışmanın istatistiksel analizleri aşamasında bilgisi ve desteği ile yanımda olan, her aradığımda güler yüzü ile bana cevap veren, sorduğum tüm soruları sakince sıklımadan cevaplayan çok değerli arkadaşım Araş. Gör. Fulden CANTAŞ’a, çalışmanın fotoğraflarının düzenlenmesinde konusunda Savaş GÜLDÜR’e, çalışmaya sporcularının katılmasına izin veren tüm kulüp ve antrenörlere, çalışmada yer alan tüm ritmik cimnastikçilere çok teşekkür ederim.

Son olarak, bugüne kadar her zaman beni sakinleştiren, motive eden, destek olan başta annem Sebahat SÜTCÜ olmak üzere tüm aileme, çalışmamın her aşamasında yanımda olan, benimle ölçümlere gelen, analizlerden çizimlere kadar her konuda yardım eden, benimle birlikte bu süreci birebir yaşayan sevgili eşim Tuncay ÖRS’e sonsuz teşekkür ederim...

Saygılarımla,

**Berfin Serdil ÖRS**

**Manisa 2017**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. GİRİŞ ve AMAÇ .....                                                                  | 3  |
| 1.1 Çalışmanın Amacı.....                                                               | 6  |
| 1.2. Problemler .....                                                                   | 7  |
| 1.3. Null Hipotezler.....                                                               | 10 |
| 1.4. Varsayımlar .....                                                                  | 12 |
| 1.5. Delimitasyonlar .....                                                              | 13 |
| 1.6. Limitasyonlar .....                                                                | 13 |
| 1.7. Araştırma Modeli .....                                                             | 13 |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                                                 | 14 |
| 2.1 Ritmik Cimnastik (RC) ve Hakem Değerlendirmesi .....                                | 14 |
| 2.2. Ritmik Cimnastikte Terminoloji .....                                               | 16 |
| 2.2.1. Releve.....                                                                      | 16 |
| 2.2.2. Point .....                                                                      | 17 |
| 2.3. Ritmik Cimnastik Becerilerinin Sınıflandırılması ve Panche Denge Elementi ..       | 18 |
| 2.4. Ritmik Cimnastiğin Nörofizyolojik ve Nöromekanik Temelleri .....                   | 21 |
| 2.4.1. Ritmik Cimnastik ve Motor Öğrenmenin Altında Yer Alan Nöral Mekanizmalar .....   | 21 |
| 2.4.2. Ritmik cimnastik ve motor öğrenmenin nöromekanik temeli.....                     | 25 |
| 2.5. Ayak Yapısı ve Plantar Basıncın Ritmik Cimnastik Performansı Üzerindeki Önemi..... | 27 |
| 2.6. Kassal Aktivasyonun Ritmik Cimnastik Performansı Üzerindeki Önemi.....             | 30 |
| 2.6.1. Hücre Aktivasyonu.....                                                           | 30 |
| 2.6.2. Kas kasılması .....                                                              | 32 |
| 2.6.3. Motor ünite.....                                                                 | 35 |
| 2.6.4. Miyoelektrik sinyallerin kaydı .....                                             | 35 |
| 2.6.5 Elektromiyografi kullanım alanları .....                                          | 36 |
| 2.6.6 Elektromiyografi ve ritmik cimnastik .....                                        | 37 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                                                | 39 |
| 3.1. Çalışma Grubu .....                                                                | 39 |
| 3.2. Çalışma Dizaynı .....                                                              | 39 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Ölçümler Öncesi Isınma Protokolü .....                                       | 42 |
| 3.4. Ölçümlerde Kullanılan Cihazlar .....                                         | 43 |
| 3.4.1. Plantar Basınç Ölçüm Seti .....                                            | 44 |
| 3.4.2. Elektromiyografi ölçüm seti.....                                           | 44 |
| 3.4.3. Görüntü analizi ölçüm seti .....                                           | 45 |
| 3.5. Verilerin Toplanması .....                                                   | 46 |
| 3.5.1. Panche Denge Testi.....                                                    | 46 |
| 3.5.2. Maksimal istemli kasılma (MİK) ve EMG ölçümü .....                         | 46 |
| 3.5.3. Elektrot yerleşimi .....                                                   | 49 |
| 3.5.4. Plantar basınç ölçümü .....                                                | 51 |
| 3.6. EMG ve EMED-XL Sistemlerinin Eş Zamanlı (Senkron) Hale Getirilmesi.....      | 53 |
| 3.7. Kinematik Ölçüm .....                                                        | 56 |
| 3.7.1. Markır Yerleşimi.....                                                      | 58 |
| 3.8. EMG, EMED-XL ve Kameralar Arasındaki Gecikme Payının Hesaplanması...         | 60 |
| 3.9. Verilerin İstatistiksel Analizi .....                                        | 61 |
| 5. BULGULAR.....                                                                  | 63 |
| 4.1. Birinci Faz Plantar Basınç Sonuçları .....                                   | 63 |
| 4.2. Birinci Faz Kassal Aktivasyon Sonuçları .....                                | 64 |
| 4.3. Birinci Faz Kinematik Analiz Sonuçları .....                                 | 65 |
| 4.4. İkinci Faz Plantar Basınç Sonuçları .....                                    | 65 |
| 4.5. İkinci Faz Kassal Aktivasyon Sonuçları .....                                 | 66 |
| 4.6. İkinci Faz Kinematik Analiz Sonuçları.....                                   | 67 |
| 4.7. Üçüncü Faz Plantar Basınç Sonuçları .....                                    | 67 |
| 4.8. Üçüncü Faz Kassal Aktivasyon Sonuçları .....                                 | 68 |
| 4.9. Üçüncü Faz Kinematik Analiz Sonuçları:.....                                  | 68 |
| 4.10. Plantar Basınç İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Sonuçları.....   | 69 |
| 4.11. Kassal Aktivasyon İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Sonuçları...  | 72 |
| 4.12. Kinematik Analiz İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Sonuçları .... | 75 |
| 6. TARTIŞMA .....                                                                 | 81 |
| 6.1. Plantar Basınç Değişkenleri .....                                            | 81 |
| 6.2. Kassal Aktivasyon Stratejileri.....                                          | 85 |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 6.3. Kinematik Analiz Değişkenleri..... | 92  |
| 7. SONUÇ .....                          | 99  |
| 7.1. Öneriler .....                     | 102 |
| 8. KAYNAKLAR .....                      | 104 |
| EK-A .....                              | 116 |
| EK-B .....                              | 117 |
| EK-C .....                              | 121 |
| EK-D .....                              | 125 |
| EK-E.....                               | 127 |
| EK-F.....                               | 128 |
| EK-G .....                              | 129 |
| 9. ÖZGEÇMİŞ .....                       | 130 |

| <b>TABLÖLAR DİZİNİ</b> |                                                                                                                                           | <b>Sayfa</b> |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b><u>Tablo 1</u></b>  | Kas kasılma tipleri                                                                                                                       | 34           |
| <b><u>Tablo 2</u></b>  | Fibril çeşitleri                                                                                                                          | 35           |
| <b><u>Tablo 3</u></b>  | Çalışma dizaynı                                                                                                                           | 41           |
| <b><u>Tablo 4</u></b>  | Maksimal istemli kasılma protokolleri                                                                                                     | 50           |
| <b><u>Tablo 5</u></b>  | Markır yerleşimi                                                                                                                          | 59           |
| <b><u>Tablo 6</u></b>  | Demografik değişkenlerin gruplardaki tanımlayıcı istatistikleri                                                                           | 63           |
| <b><u>Tablo 7</u></b>  | Birinci faz için normal dağılım gösteren plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları       | 63           |
| <b><u>Tablo 8</u></b>  | Birinci faz için normal dağılım göstermeyen plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları    | 64           |
| <b><u>Tablo 9</u></b>  | Birinci faz için normal dağılım gösteren kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları    | 64           |
| <b><u>Tablo 10</u></b> | Birinci faz için normal dağılım göstermeyen kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları | 64           |
| <b><u>Tablo 11</u></b> | Birinci faz için normal dağılım gösteren kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları     | 65           |
| <b><u>Tablo 12</u></b> | Birinci faz için normal dağılım göstermeyen kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları  | 65           |
| <b><u>Tablo 13</u></b> | İkinci faz için normal dağılım gösteren plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları        | 65           |
| <b><u>Tablo 14</u></b> | İkinci faz için normal dağılım göstermeyen plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları     | 66           |
| <b><u>Tablo 15</u></b> | İkinci faz için normal dağılım gösteren kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları     | 66           |
| <b><u>Tablo 16</u></b> | İkinci faz için normal dağılım göstermeyen kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları  | 66           |
| <b><u>Tablo 17</u></b> | İkinci faz için normal dağılım gösteren kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları      | 67           |
| <b><u>Tablo 18</u></b> | İkinci faz için normal dağılım göstermeyen kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları   | 67           |

|                        |                                                                                                                                                 |    |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b><u>Tablo 19</u></b> | Üçüncü faz için plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları                                      | 67 |
| <b><u>Tablo 20</u></b> | Üçüncü faz için normal dağılım gösteren kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları           | 68 |
| <b><u>Tablo 21</u></b> | Üçüncü faz için normal dağılım göstermeyen kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları        | 68 |
| <b><u>Tablo 22</u></b> | Üçüncü faz için normal dağılım gösteren kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları            | 69 |
| <b><u>Tablo 23</u></b> | Üçüncü faz için normal dağılım göstermeyen kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları         | 69 |
| <b><u>Tablo 24</u></b> | Nicel değişkenlerin gruptaki tanımlayıcı istatistikleri ve grupların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları (plantar basınç değişkenleri)      | 69 |
| <b><u>Tablo 25</u></b> | Plantar basınç değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları                      | 70 |
| <b><u>Tablo 26</u></b> | Plantar basınç değişkenlerinin grup x faz etkileşimine göre tanımlayıcı istatistikleri ve etkileşim sonuçları                                   | 70 |
| <b><u>Tablo 27</u></b> | Nicel değişkenlerinin gruptaki tanımlayıcı istatistikleri ve grupların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları (kassal aktivasyon değişkenleri) | 71 |
| <b><u>Tablo 28</u></b> | Kassal aktivasyon değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları                   | 72 |
| <b><u>Tablo 29</u></b> | Kassal aktivasyon değişkenlerinin grup x faz etkileşimine göre tanımlayıcı istatistikleri ve etkileşim sonuçları                                | 73 |
| <b><u>Tablo 30</u></b> | Nicel değişkenlerin gruptaki tanımlayıcı istatistikleri ve grupların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları (kinematik analiz değişkenleri)    | 75 |
| <b><u>Tablo 31</u></b> | Kinematik analiz değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları                    | 76 |
| <b><u>Tablo 32</u></b> | Kinematik analiz değişkenlerinin grup x faz etkileşimine göre tanımlayıcı istatistikleri ve etkileşim sonuçları                                 | 76 |

| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> |                                                                                                                   | <b>Sayfa</b> |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b><u>Sekil 1</u></b>  | Sensorimotor sistemin fonksiyonel eklem stabilizasyonunu sağlamak için afferent, efferent ve merkezi integrasyonu | 22           |
| <b><u>Sekil 2</u></b>  | Reseptörler                                                                                                       | 23           |
| <b><u>Sekil 3</u></b>  | Ortak girdi teorisi                                                                                               | 24           |
| <b><u>Sekil 4</u></b>  | Ayak yapısı: 4 bölüm: Arka ayak (1,2), orta ayak (3-7), ön ayak (8-12), falanksalar (13-26).                      | 28           |
| <b><u>Sekil 5</u></b>  | Ayağın dört bölgesi için basınç alanları                                                                          | 28           |
| <b><u>Sekil 6</u></b>  | Kasılma sırasında potansiyel farkta oluşan değişimler                                                             | 32           |
| <b><u>Sekil 7</u></b>  | Miyozin-aktin döngüsü                                                                                             | 33           |
| <b><u>Sekil 8</u></b>  | Dinlenik ve kasılmış sarkomerin karşılaştırılması                                                                 | 34           |
| <b><u>Sekil 9</u></b>  | EMED-XL plantar basınç ölçüm cihazı                                                                               | 44           |
| <b><u>Sekil 10</u></b> | Elektromiyografi ölçüm cihazları                                                                                  | 45           |
| <b><u>Sekil 11</u></b> | EMED-XL ve EMG sistemleri senkronizasyonu için EMED-XL program ayarları                                           | 54           |
| <b><u>Sekil 12</u></b> | EMED-XL ve EMG sistemleri senkronizasyonu için EMG program ayarları                                               | 55           |
| <b><u>Sekil 13</u></b> | Ölçüm alanının şematik görünümü                                                                                   | 57           |
| <b><u>Sekil 14</u></b> | Akselerasyon sinyalinin x-eksenindeki örnek grafiği                                                               | 60           |
| <b><u>Sekil 15</u></b> | Akselerasyon sinyalinin z-eksenindeki örnek grafiği                                                               | 61           |
| <b><u>Sekil 16</u></b> | MGAS değişkenine ilişkin grup x faz etkileşim grafiği                                                             | 74           |
| <b><u>Sekil 17</u></b> | SOAÇ değişkenine ilişkin grup x faz etkileşim grafiği                                                             | 77           |
| <b><u>Sekil 18</u></b> | SAAC değişkenine ilişkin grup x faz etkileşim grafiği                                                             | 78           |

| <b>RESİMLER DİZİNİ</b> |                                                                                          | <b>Sayfa</b> |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b><u>Resim 1</u></b>  | Releve pozisyonu                                                                         | 17           |
| <b><u>Resim 2</u></b>  | Point pozisyonu                                                                          | 18           |
| <b><u>Resim 3</u></b>  | Panche denge elementi                                                                    | 20           |
| <b><u>Resim 4</u></b>  | Yerden esnetme örneği                                                                    | 42           |
| <b><u>Resim 5</u></b>  | Panche denge elementi için ön hazırlık çalışmaları                                       | 43           |
| <b><u>Resim 6</u></b>  | Ispy yazılımı ile senkron hale getirilen 6 kamera için ekran görüntüsü                   | 46           |
| <b><u>Resim 7</u></b>  | Destek ayak parmak ucunun EMED-XL platforma ilk temas anı: $t_1$                         | 48           |
| <b><u>Resim 8</u></b>  | Savurma bacağının $180^\circ$ pozisyonuna ulaştığı an: $t_2$                             | 48           |
| <b><u>Resim 9</u></b>  | Releve pozisyonuna yükselme: $t_3$                                                       | 48           |
| <b><u>Resim 10</u></b> | Denge pozisyonundan inme: $t_4$                                                          | 48           |
| <b><u>Resim 11</u></b> | EMED-XL Platform üzerinde plantar basınç ölçümü için panche denge elementinin uygulanışı | 52           |
| <b><u>Resim 12</u></b> | Delsys trigger modülü                                                                    | 53           |
| <b><u>Resim 13</u></b> | EMED-XL platformu etrafına yerleştirilen altı kamera                                     | 56           |
| <b><u>Resim 14</u></b> | Kalibrasyon kafesi                                                                       | 58           |

## SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <b><u>RC:</u></b>    | Ritmik cimnastik                   |
| <b><u>FIG:</u></b>   | Uluslararası cimnastik federasyonu |
| <b><u>TCF:</u></b>   | Türkiye cimnastik federasyonu      |
| <b><u>CoP:</u></b>   | Ritmik cimnastik kural kitapçığı   |
| <b><u>MK:</u></b>    | Maksimal kuvvet                    |
| <b><u>TA:</u></b>    | Temas alanı                        |
| <b><u>ZB:</u></b>    | Zirve basınç                       |
| <b><u>OB:</u></b>    | Ortalama basınç                    |
| <b><u>MTA:</u></b>   | M. Tibialis Anterior               |
| <b><u>MGAS:</u></b>  | M. Gastrocnemius                   |
| <b><u>MPL:</u></b>   | M. Peroneus Longus                 |
| <b><u>MVL:</u></b>   | M. Vastus Lateralis                |
| <b><u>MVM:</u></b>   | M. Vastus Medialis                 |
| <b><u>MRF:</u></b>   | M. Rectus Femoris                  |
| <b><u>MBF:</u></b>   | M. Biceps Femoris                  |
| <b><u>MRABD:</u></b> | M. Rectus Abdominis                |
| <b><u>MES:</u></b>   | M. Erector Spinae                  |
| <b><u>MDM:</u></b>   | M. Deltoid Middle                  |
| <b><u>MPM:</u></b>   | M. Pectoralis Major                |
| <b><u>MTM:</u></b>   | M. Trapez Middle                   |
| <b><u>MGM:</u></b>   | M. Gluteus Maksimus                |
| <b><u>SB:</u></b>    | Savurma bacağı                     |
| <b><u>PSI:</u></b>   | Posterior superior illiac          |
| <b><u>ASI:</u></b>   | Anterior superior illiac           |
| <b><u>SALM:</u></b>  | Sağ bacak lateral malleol          |
| <b><u>SAAC:</u></b>  | Sağ acromion çıkıntı               |
| <b><u>SOAC:</u></b>  | Sol acromion çıkıntı               |
| <b><u>SALE:</u></b>  | Sağ lateral epicondyle             |
| <b><u>SOLE:</u></b>  | Sol lateral epicondyle             |
| <b><u>ATP:</u></b>   | Adenozin trifosfat                 |
| <b><u>MÜAP:</u></b>  | Motor ünite aksiyon potansiyelleri |

|                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b><u>K<sup>+</sup>:</u></b>   | Potasyum                            |
| <b><u>Cl<sup>-</sup>:</u></b>  | Klor                                |
| <b><u>Ach:</u></b>             | Asetilkolin                         |
| <b><u>Ca<sup>+2</sup>:</u></b> | Kalsiyum                            |
| <b><u>GTO:</u></b>             | Goldi tendon organı                 |
| <b><u>EMG:</u></b>             | Elektromiyografi                    |
| <b><u>ERC:</u></b>             | Elit ritmik cimnastikçiler          |
| <b><u>ARC:</u></b>             | Amatör ritmik cimnastikçiler        |
| <b><u>MİK:</u></b>             | Maksimal istemli kasılma            |
| <b><u>sEMG:</u></b>            | Yüzeysel EMG                        |
| <b><u>%MİK:</u></b>            | Maksimal istemli kasılmanın yüzdesi |
| <b><u>sd:</u></b>              | Serbestlik Derecesi                 |

**Tezin Başlığı:** Ritmik Cimnastikte Panche Denge Elementinin Pedografik, Kassal ve Biyomekaniksel Çözümlemesi

**Öğrencinin Adı:** Berfin Serdil ÖRS

**Danışmanlar:** Yrd. Doç. Dr. Nurten DİNÇ, Prof. Dr. Hayri ERTAN

**Anabilim Dalı:** Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

**Amaç:** Çalışmada ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları sırasında sergiledikleri kassal aktivasyon stratejilerinin, plantar basınç değişimlerinin ve eklemlerin kinematik parametrelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya ritmik cimnastik branşında yarışan 15 kadın sporcu katılmış, yarışma seviyelerine göre; elit ritmik cimnastikçiler (ERC) ve amatör ritmik cimnastikçiler (ARC) olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Destek ayak statik plantar basınç parametreleri (maksimal kuvvet, temas alanı, ortalama basınç, zirve basınç) EMED-XL (Novel GmbH, Münih, Almanya) elektronik pedografi cihazıyla, alt-üst ekstremitte kaslarına (M. Tibialis Anterior, M. Gastrocnemius, M. Peroneus Longus, M. Vastus Lateralis, M. Vastus Medialis, M. Rectus Femoris, M. Biceps Femoris, M. Erector Spinae, M. Deltoid Middle, M. Pectoralis Major, M. Trapez Middle, M. Gluteus Maksimus) ait kassal aktivasyon 16 kanallı kablosuz yüzey elektrotları (Delsys Trigno, USA) ve eklemlerin (savurma bacağı, posterior/anterior superior illiac, lateral malleol, acromion çıkıntı, epicondyle) zamana bağlı açı değişimleri birinci faz, ikinci faz ve üçüncü faz için analiz edilmiştir. Gruplar arası fark bağımsız örneklemeler t testi ve Mann Whitney U testi ile, grupxfaz etkisi iki yönlü tekrarlı ölçümler varyans analiziyle (ANOVA) incelenmiş, istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  kabul edilmiştir.

**Bulgular:** Plantar basınç değişkenleri gruplar arası fark göstermezken, I. fazda deltoid middle, II. fazda pectoralis major kasları gruplar için farklı bulunmuştur ( $p=0,018$ ,  $p=0,029$ ). Savurma bacağı ve posterior superior illiac açı değerleri üç faz için farklı saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Biceps femoris ve pectoralis major kasları için grupların ana etkileri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p=0,037$ ,  $p=0,030$ ), I. faz savurma bacağı, posterior/anterior superior iliac, lateral malleol, sağ acromion çıkıntılarına ait açı değişimleri II. ve III. fazlardan farklı olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Sonuçlar:** Denge elementinde desteğin küçük temas alanında olması sebebiyle, ağırlık merkezinin arkaya gittiği durumlarda, dengeyi sağlamak adına bacağın fazla kasılmasının, bununla birlikte gövdeyi yere paralel pozisyonda tutabilmek için; karın, sırt, omuz ve boyun kaslarına önem verilmesinin ritmik cimnastikte panche denge elementinin daha başarılı uygulanmasına katkısı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** ritmik cimnastik, elektromiyografi, denge, plantar basınç

**Thesis Title:** Pedobarographic, Muscular and Biomechanical Analysis of Panche Balance on Rhythmic Gymnastics

**Name of the Student:** Berfin Serdil ÖRS

**Supervisors:** Assistant Professor Nurten DİNÇ, Professor Hayri ERTAN

**Department:** Coaching Education

**Aim:** The aim of the current study was to analyse muscular activation strategies, plantar pressure changes and kinematic parameters of joints during panche balance element for rhythmic gymnasts.

**Material and Method:** 15 female rhythmic gymnasts, competing at national /international level, attended to study and were divided into two groups: elite rhythmic gymnasts (ERG), amateur rhythmic gymnasts (ARG). Static plantar pressure parameters' of support foot (maximal force, contact area, mean pressure, peak pressure) were measured with EMED-XL (Novel GmbH, Munich, Germany) pedography platform, lower-upper extremite muscles' muscular strategies (M. Tibialis Anterior, M. Gastrocnemius, M. Peroneus Longus, M. Vastus Lateralis, M. Vastus Medialis, M. Rectus Femoris, M. Biceps Femoris, M. Erector Spinae, M. Deltoid Middle, M. Pectoralis Major, M. Trapez Middle, M. Gluteus Maximus) were recorded by wireless surface EMG (Delsys Trigno, USA) and joints' (swing leg, posterior superior illiac, anterior superior illiac, lateral malleol, acromion, epicondyle) angle changes were analysed for first, second and third phases of balance. Differences for groups were tested by independent samples t test and Mann Whitney U test, groupxphase interaction was analysed by two way repeated ANOVA, the significancy value was set at  $p < 0,05$ .

**Findings:** Plantar pressure values showed no difference. Deltoid middle for I<sup>st</sup> phase, pectoralis major for II<sup>nd</sup> phase were found to be significantly different ( $p=0,018$ ,  $p=0,029$ ). Swing leg, posterior superior illiac angles were different for 3 phases ( $p < 0,05$ ). Main effects of groups for biceps femoris and pectoralis major were found to be different ( $p=0,037$ ,  $p=0,030$ ), swing leg, posterior superior illiac, anterior superior iliac, lateral malleol, right acromion changes for I<sup>st</sup> phase were found to be different than II<sup>nd</sup> and III<sup>rd</sup> phases ( $p < 0,05$ ).

**Results:** It is believed that, concerning the little support surface during balance when the central of gravity moves back to stabilise the balance again anterior muscles of the upper leg should contract more than the posterior muscles and to stabilise the trunk, core, shoulder and neck muscles should be trained more.

**Keywords:** rhythmic gymnastics, electromyography, balance, plantar pressure

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Ritmik cimnastik (RC); bale ve cimnastik elementlerini alet tekniği ile birleştiren, vücut elementlerinin müzik eşliğinde, estetik bütünlük içerisinde sunulduğu Olimpik bir spor branşıdır (Hafez 2016, Ayça ve ark. 2008). Sporcunun vücut ve alet tekniğini koordineli bir şekilde kullanarak görselliği ön planda olan performans sunması branşın teknik yapısının oldukça karmaşık olduğunu ortaya koymaktadır. Ritmik cimnastik; artistik cimnastik, artistik buz pateni branşları gibi yarışma sonuçlarının büyük oranda hakem değerlendirmesine bağlı olduğu bir spor dalıdır (Flessas ve ark. 2015). Diğer bir açıdan bakıldığında, yüzme, atletizm gibi birçok branşta sporcunun performansını «kaç saniyede yüzdün?» ya da «kaç saniyede koştu?» şeklindeki sorular belirlerken, RC branşında bunlardan farklı olarak asıl soru: «nasıl bir performans sergiledin?» dir (Nadejda ve Titov 1999). Ritmik cimnastik branşında estetiğin ön planda olması sebebi ile yarışmalarda başarılı performansa ulaşmak, sergilenen becerilerde yüksek puan elde etmek ile mümkün olmaktadır (Abd el-hamid 2010). Koreografilerin mükemmelliğini ve tekrarlanabilirliğini sağlamak için ritmik cimnastikçiler serilerinde yer alan temel elementleri defalarca tekrar etmelidir (Hutchinson 1999).

Ritmik cimnastikte 4-5 yaşında antrenmanlara başlayan sporculardan, 14-15 yaşında üst düzey performans göstermeleri beklenmektedir. Bununla beraber, sporcular 16 yaşından itibaren Dünya Şampiyonaları ve Olimpiyatlarda yarışmaya başlamaktadır (FIG Teknik Yönerge 2018). Birçok sporcunun daha yeni yoğun antrenmanlara başladığı yaşlarda ritmik cimnastikçilerden üst düzey performans beklenmesi branş sporcularının çok küçük yaşlarda yeterli derecede teknik beceriyi, koordinatif yetileri öğrenmesini ve sergilemesini gerektirmektedir. Bu özelliği ile ritmik cimnastik diğer branşlardan ayrılmaktadır.

Ritmik cimnastik, sanat ile sporun birleşimi olan ve performans değerlendirme kriterlerine de sahip estetik bir yarışma sporudur (Flessas ve ark. 2015). Ritmik cimnastikte performansın değerlendirilmesi uluslararası cimnastik federasyonu (FIG) ritmik cimnastik teknik kurulu tarafından “Code of Points (CoP)” adı altında yayınlanan kural kitapçığı ile belirlenmekte ve alanında uzman hakemler tarafından değerlendirilmektedir (Leandro ve ark. 2016). Belirlenen kurallar dört sene boyunca geçerliliğini korumakta ve her olimpiyat sonrası güncellenmektedir. Kuralların dört senede bir değişmesi, branşın zorlukların birbiri ardına uygulandığı tek tip

koreografilerden kurtulup, artistik elementlerin öne çıktığı estetiği ve görselliği yüksek olan koreografilere ulaşmasını sağlamak içindir (Trifunov ve Dobrijević 2013). Bu da branşın antrenör ve sporcularının sürekli kendisini yenilemek zorunluluğunun yanı sıra cimnastikçilerin teknik becerilerini de sürekli ileriye taşımalarını gerektirmektedir.

Ritmik cimnastik koreografilerinin değerlendirilmesi sürecinde “CoP” incelendiğinde; zorluk ve uygulama puanlarının yanı sıra sporcuların fiziksel uygunluğunun da başarıyı etkilediği gözlenmektedir. Uygulama kısmından alınacak puanlar sporcunun estetiğine, artistliğine, alan kullanımına, müzikle uyumuna bağlı iken, cimnastikçinin zorluk bölümünden yüksek puanlara ulaşabilmesi koreografide yer alan elementleri mükemmele en yakın düzeyde uygulamasına bağlıdır. Ritmik cimnastikte beceriler hakemler tarafından verilen (subjektif değerlendirme) puanlar ile değerlendirilmektedir. İfade edilen bu değerlendirme sistemi empirik değerlendirmeyi içermektedir (Di Cagno ve ark. 2010). Hakem paneli tarafından sıçramalar, dengeler, rotasyonlar (dönüşler), alet kullanımı ve uygulama puanlarında en yüksek skora ulaşan sporcular yarışmaları kazanmaktadır (Hafez 2016). Seriyi değerlendiren zorluk hakemleri tarafından sayılabilecek kriterler doğrultusunda uygulanan elementler cimnastikçiyi sıralamada üst taraflara taşıyacaktır. Elit seviyede ritmik cimnastikçilerde elementler, vücudun bütün bölümlerinin tam olarak farklılaştırılmasını ve maksimum eklem genişliği ile yapılmasını gerektirmektedir. Bu durum sporcunun sıçrama, denge ve rotasyon zorluklarında iyi bir motor destek ihtiyacını getirmektedir (Moskovljević ve ark. 2013).

Her spor branşında sporcuların yüksek performansa ulaşabilmeleri için ihtiyaç duydukları motorik özellikler farklılık göstermektedir. Ritmik cimnastikte başarılı olmak için genç kadın cimnastikçiler esnekliklerini, süratlerini, dayanıklılıklarını, kuvvetlerini ve denge becerilerini geliştirmelidir. Ancak bununla beraber branşın artistik bileşeni için hareketlerin güzelliği ve estetikliği de “postural anlamda” büyük önem taşımaktadır (Rumba 2013). Bu da sporculara kazandırılacak teknik becerilerin kalitesine bağlı olmaktadır. Özellikle küçük yaşlarda sporculara verilecek olan doğru vücut zorluğu tekniği, ilerleyen zamanda hem sporcunun hem de antrenörün işini kolaylaştıracaktır.

Ritmik cimnastik branşında cimnastikçiler, antrenmanlarda ve yarışmalarda iyi performans göstermek için güçlü kas gruplarına sahip olmalıdır. Ancak burada

bahsedilen güç, iri ve gelişmiş yapı ile elde edilecek güç değildir. Çünkü ritmik cimnastikçiler hareketlerin geniş ve estetik görünmesine olanak sağlayan uzun, kuvvetlendirilmiş, elastik kas gruplarına sahip olmalıdır. Cimnastikçilerin ustalıkları kuvvet kapasitelerine bağlı olmakla birlikte teknik hataların genellikle koordinasyon ya da antrenman eksikliği ve kas gruplarında yetersiz kuvvet ile oluştuğu söylenmektedir (Santos ve ark. 2016).

Son zamanlarda cimnastik branşı dünyada hızlı bir yükselişe geçmiştir. İzmir’de 2014 yılında gerçekleşen “33. Ritmik Cimnastik Dünya Şampiyonası” yarışmaları ile birlikte ülkemizde de büyük bir ivme kazanmıştır. Bu disiplinin popülerliği artıyor olmasına rağmen, RC tekniğini analiz eden çok az sayıda biyomekaniksel çalışma bulunmaktadır (Cichella 2009).

Alwan 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında, 2012 Londra Olimpiyatları’nda en çok kullanılan elementin %83 oranla “panche (gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada yukarıda 180°)” becerisi olduğunu belirtmiştir. Agopyan 2014 yılında yayınladığı çalışmasında ise; 2012 Londra Olimpiyatları’nda RC bireysel programda final yarışmalarına katılan Dünya’nın ilk 10 sporcusunun en çok kullandığı vücut zorluğu elementlerinin kullanım yüzdesini belirlemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; panche becerisi denge zorlukları içerisinde %12,4 ile üçüncü sırada ve esneklik zorlukları içerisinde %42,6 ile ilk sıradadır (Agopyan 2014).

Ritmik cimnastik kurallarının belirlendiği kural kitapçıklarında vücut elementleri tablolarında yer alan zorluklar incelendiğinde “panche” becerisinin birçok farklı kullanım alanı olduğu görülmektedir. Örneğin; panche elementinin hem denge zorlukları içerisinde hem de rotasyon zorlukları içerisinde iki farklı kullanımı bulunmaktadır. Bununla birlikte gerek panche denge zorluğu gerekse panche rotasyon zorluğu hem tabanda hem de parmak ucunda (releve) uygulanabilme özelliğine sahiptir. Kural kitapçığında yer alan vücut zorluklarının değerleri incelendiğinde ise; panche denge ve panche rotasyon zorlukları ilk üç sırada yer almaktadır (FIG CoP 2013-2016; FIG CoP 2017-2020).

Spor branşlarının ve spor bilimleri camiasının sürekli gelişimi sahada başarıya ulaşmak için antrenman yapan tüm sporcu ve antrenörlere büyük katkılar sağlamaktadır. Psikolojik ve fizyolojik faktörler her ne kadar başarıyı etkiliyor olsa da, doğru ya da yanlış tekniğin yansıtılması olarak biyomekaniksel hususlar büyük önem

taşımaktadır (Prassas ve ark. 2006). Cimnastik gerek hakem değerlendirmesi, gerekse kullanılan hareketler bakımından oldukça teknik bir branştır. Son zamanlarda, cimnastik branşına duyulan ilgi artmasına rağmen, literatürde branşın tekniğini analiz eden çalışma sayısı sınırlıdır. Biyomekaniksel literatür incelendiğinde ise; ritmik cimnastiğin pedografik, kassal ve biyomekaniksel analizlerinin eş zamanlı gerçekleştirildiği çalışmalara rastlanmamaktadır.

Tüm bu sebepler doğrultusunda; Agopyan 2014 ve Alwan 2016'nın verdiği oranlara bağlı olarak; ritmik cimnastikte panche denge elementinin pedografik, kassal ve biyomekaniksel analizlerinin yapılmasının ülkemizde antrenörlere başarılı tekniğe yönelik dönütler vereceği ve Türk ritmik cimnastik camiasına olumlu katkılar sunacağı düşünülmektedir. Verilecek dönütler ile “panche” denge zorluğunun sayılabilir kriterlerde uygulanabilmesi için antrenmanlarda yapılması gereken çalışmaların belirlenmesi ile ülkemiz sporcularının dünyadaki sıralamalarının üst sıralara çıkmasına bir katkıda bulunmak istenmektedir. Ayrıca, literatürde yer alan eksikliğin giderilmesi adına yapılacak bu çalışmanın sonraki araştırmalara öncü olabileceği düşünülmektedir.

### **1.1 Çalışmanın Amacı**

Ritmik cimnastik branşında başarıya ulaşmak için sergilenen elementlerin hakem grubu tarafından sayılabilir kriterlerde olmasının yanı sıra cimnastikçilerin teknik becerilerini de üst düzeyde uygulamaları gerekmektedir. Küçük yaşlarda öğrenilen teknik, sporcuların ilerleyen kategorilerde göstereceği performansı ve böylelikle Dünya sıralamasında sahip olacakları dereceyi büyük oranda belirlemektedir.

Ritmik cimnastik koreografilerine bakıldığında sporcuların benzer hareketleri uygulamasına rağmen elde ettikleri zorluk puanlarının oldukça farklılık gösterdiği gözlenmektedir. Bu farklılıklar sporcuların sergilediği elementleri sayılabilir kriterler doğrultusunda uygulayıp uygulamamasına bağlı olarak değişmekte ve puana yansımaktadır.

Ülkemiz RC sporcularının bireysel programda uzun yıllardır elde ettikleri derecelere bakıldığında Dünya’da sahip oldukları sıralamalarının ne yazık ki pek fazla değişiklik göstermediği, yükselmediği, aksine zaman zaman düşüş bile yaşadığı söylenebilir. Bununla beraber literatürde RC ile ilgili çalışmalar araştırıldığında

ülkemizde yok denecek kadar az çalışma bulunması dikkat çekicidir. Dünyadaki çalışmalar ise oldukça az sayıdadır (Cichella 2009).

Bütün bunlar göz önüne alındığında çalışmanın amacı; ritmik cimnastikte panche denge elementinin pedografik, kassal ve biyomekaniksel analizlerinin gerçekleştirilmesidir.

## 1.2. Problemler

Ulusal ve/veya uluslararası düzeyde gençler ve büyükler kategorilerinde yarışan RC branşı sporcularında;

1. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak maksimal kuvvet [MK (N)] değerleri arasında fark var mıdır?
2. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak temas alanı [TA (cm<sup>2</sup>)] değerleri arasında fark var mıdır?
3. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak zirve basınç [ZB (kPa)] değerleri arasında fark var mıdır?
4. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak ortalama basınç [OB (kPa)] değerleri arasında fark var mıdır?
5. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Tibialis Anterior'un (MTA) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
6. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Gastrocnemius'un (MGAS) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
7. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Peroneus Longus'un (MPL) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?

8. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Vastus Lateralis'in (MVL) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
9. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Vastus Medialis'in (MVM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
10. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Rectus Femoris'in (MRF) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
11. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Biceps Femoris'in (MBF) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
12. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Rectus Abdominis'in (MRABD) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
13. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Erector Spinae'nın (MES) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
14. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Deltoid Middle'ın (MDM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
15. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Pectoralis Major'un (MPM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
16. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Trapez Middle'ın (MTM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
17. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Gluteus Maksimus'un (MGM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
18. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında savurma bacağındaki (SB) açı değişimleri arasında fark var mıdır?

19. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında posterior superior illiac (PSI) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
20. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında anterior superior illiac (ASI) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
21. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında lateral malleol (SALM) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
22. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sa ğ acromion çık ınt ı (SAAÇ) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
23. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sol acromion çık ınt ı (SOAÇ) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
24. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sa ğ lateral epicondyle (SALE) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
25. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sol lateral epicondyle (SOLE) aç ı de ğ iş imleri arasında fark var mıdır?
26. Grupların ana etkileri bakım ından plantar basınç de ğ iş kenleri farklılık göstermekte midir?
27. Grupların ana etkileri bakım ından kassal aktivasyon stratejileri farklılık göstermekte midir?
28. Grupların ana etkileri bakım ından kinematik de ğ iş kenler farklılık göstermekte midir?
29. Fazların ana etkileri bakım ından plantar basınç de ğ iş kenleri farklılık göstermekte midir?
30. Fazların ana etkileri bakım ından kassal aktivasyon stratejileri farklılık göstermekte midir?
31. Fazların ana etkileri bakım ından kinematik de ğ iş kenler farklılık göstermekte midir?
32. Faz ve grup etkileş imi bakım ından plantar basınç de ğ iş kenleri farklılık göstermekte midir?

33. Faz ve grup etkileşimi bakımından kassal aktivasyon stratejileri farklılık göstermekte midir?
34. Faz ve grup etkileşimi bakımından kinematik değişkenler farklılık göstermekte midir?

### 1.3. Null Hipotezler

Ulusal ve/veya uluslararası düzeyde gençler ve büyükler kategorilerinde yarışan RC branşı sporcularında;

1. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak maksimal kuvvet (MK) değerleri arasında fark yoktur.
2. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak temas alanı (TA) değerleri arasında fark yoktur.
3. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak zirve basınç (ZB) değerleri arasında fark yoktur.
4. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında destek ayak ortalama basınç (OB) değerleri arasında fark yoktur.
5. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Tibialis Anterior'un (MTA) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
6. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Gastrocnemius'un (MGAS) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
7. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Peroneus Longus'un (MPL) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
8. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Vastus Lateralis'in (MVL) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
9. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Vastus Medialis'in (MVM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.

10. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Rectus Femoris'in (MRF) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
11. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Biceps Femoris'in (MBF) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
12. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Rectus Abdominis'in (MRABD) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
13. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Erector Spinae'nın (MES) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
14. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Deltoid Middle'ın (MDM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
15. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Pectoralis Major'ün (MPM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
16. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Trapez Middle'ın (MTM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
17. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında M. Gluteus Maksimus'un (MGM) sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
18. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında savurma bacağındaki (SB) açı değişimleri arasında fark yoktur.
19. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında posterior superior illiac (PSI) açı değişimleri arasında fark yoktur.
20. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında anterior superior illiac (ASI) açı değişimleri arasında fark yoktur.
21. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında lateral malleol (SALM) açı değişimleri arasında fark yoktur.

22. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sağ acromion çıkıntı (SAAÇ) açısı değişimleri arasında fark yoktur.
23. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sol acromion çıkıntı (SOAÇ) açısı değişimleri arasında fark yoktur.
24. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sağ lateral epicondyle (SALE) açısı değişimleri arasında fark yoktur.
25. Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygulamaları esnasında sol lateral epicondyle (SOLE) açısı değişimleri arasında fark yoktur.
26. Grupların ana etkileri bakımından plantar basınç değişkenleri arasında fark yoktur.
27. Grupların ana etkileri bakımından kassal aktivasyon arasında fark yoktur.
28. Grupların ana etkileri bakımından kinematik değişkenler arasında fark yoktur.
29. Fazların ana etkileri bakımından plantar basınç değişkenleri arasında fark yoktur.
30. Fazların ana etkileri bakımından kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
31. Fazların ana etkileri bakımından kinematik değişkenler arasında fark yoktur.
32. Faz ve grup etkileşimi bakımından plantar basınç değişkenleri arasında fark yoktur.
33. Faz ve grup etkileşimi bakımından kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
34. Faz ve grup etkileşimi bakımından kinematik değişkenler arasında fark yoktur.

#### **1.4. Varsayımlar**

1. Çalışma öncesi alınan antrenman ve sakatlık durum değerlendirme anketinde katılımcıların verdikleri bilgilerin doğru olduğu, çalışmada yer alan kadın ritmik cimnastikçilerin ölçümler öncesinde, varsa, geçirdikleri sakatlıkların tamamen iyileştiği,
2. Testlerde yer alan ritmik cimnastikçilerin testler süresince motive oldukları ve kendi maksimum değerlerine ulaştıkları,

3. Testlerde yer alan ritmik cimnastikçilerin ölçümler öncesi açıklanan gerekli tüm kuralları ve ölçüm yöntemlerini alıştırma eğitimleri süresince anladıkları varsayılmıştır.

### **1.5. Delimitasyonlar**

1. Bu çalışma 2017 sezonunda ulusal ve uluslararası düzeyde RC branşında yarışan 15 kadın sporcu üzerinde uygulanmıştır.
2. Çalışma 13-16 yaşları arasındaki kadın sporcuları kapsamaktadır.
3. Maksimal istemli izometrik kasılma testi süresince katılımcıların tümüne aynı sözel motivasyon verilmiştir.
4. Bu çalışmada analiz edilen vücut zorluğu sadece panche denge elementi ile sınırlıdır.
5. Bu çalışmada analiz edilen vücut zorluğunda alet tekniği kullanılmamaktadır.

### **1.6. Limitasyonlar**

1. Plantar basınç değişkenlerinin kaydedilmesi için kullanılan EMED-XL cihazının hatasız çalıştığı,
2. Plantar basınç değişkenlerinin analizi için kullanılan programların hatasız çalıştığı,
3. Kassal aktivasyon kaydı için kullanılan elektrotların ve sistemin hatasız çalıştığı,
4. Kassal aktivasyon stratejilerinin belirlenmesi için kullanılan analiz programlarının hatasız çalıştığı,
5. Görüntü kaydında kullanılan kameraların hatasız çalıştığı,
6. Görüntü analizinde kullanılan programların hatasız çalıştığı düşünülmüştür.

### **1.7. Araştırma Modeli**

Bu araştırmada ön-test araştırma modeli kullanılması planlanmıştır. Araştırmada yapılacak olan ön test ile farklı beceri düzeyine sahip ritmik cimnastikçilerin; panche denge elementini uygularken destek ayağın yerde oluşturduğu plantar basınç değerleri, kassal aktivasyon stratejileri ve eklemlerin zamana bağlı açı değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Ritmik Cimnastik (RC) ve Hakem Değerlendirmesi

Ritmik cimnastik estetik karakteri ile görsel olarak izleyicide heyecan uyandıran, tüm vücut koordinasyonu, dinamik-statik denge, kinestezi duygusu, el-göz koordinasyonu, reaksiyon zamanı ve derinlik algısı gibi birçok motor özelliğin gelişimine ihtiyaç duyan olimpik bir spor branşıdır (Kioumourtzoglou ve ark. 1997; Ayça ve ark. 2008; Pavlova 2011). Ritmik cimnastik diğer spor branşlarından sadece kadınlara özel olması ile ayrılmaktadır (Nadejda ve Titov 1999). Diğer sporlara benzemeyen bu özel spor dalında cimnastikçiler antrenman periyodu süresince yarışmada sergileyecekleri serileri oluşturmak adına oldukça çok sayıda motor beceriyi uygulamaya geçirmelidir (Tsopani ve ark. 2012).

Ritmik cimnastiğe özgü teknik, geniş bir hareket yelpazesi ve iki büyük kategori içermektedir:

- (1) Vücut tekniği,
- (2) Vücut ve aletin kullanımı (Moraru 2012).

Ritmik cimnastik, en basit teknikten en karmaşık olana kadar uzanan çok geniş sayıda hareketlerin, elementlerin ve kombinasyonların yer aldığı estetik bir branş olma özelliği göstermektedir (Moraru ve Vasilica 2012). Branşın değerlendirilmesinde kullanılan kural kitapçığında yıllarca süren antrenmanların, metodik ve pratik çalışmaları sonucunda ulaşılan çok çeşitli elementlerin yer alması da bu özelliği desteklemektedir (Moraru ve Vasilica 2012). Belirtilen bu karmaşık cimnastik becerilerini öğrenmek, uygulamak ve elit seviyelere ulaşabilmek için sporcular çok küçük yaşlarda yoğun antrenmanlara başlamak zorunda kalmaktadır (Kums ve ark. 2005).

Ritmik cimnastiğin tarihçesine bakıldığında; branşın ilk uluslararası yarışmasının 1963 yılında yapıldığı ve katılım fazlalığı sebebiyle FIG tarafından Dünya Şampiyonası olarak nitelendirildiği görülmektedir (Agopyan 1993). İlk Avrupa Şampiyonası 1978 yılında gerçekleştirilirken, Olimpiyatlara katılım 1984 yılında olmuştur (Agopyan 1993; Nadejda ve Titov 1999; <http://www.fig-gymnastics.com/site/page/view?id=261>, Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).

Türkiye’de ise RC, 1982 yılından itibaren “Türkiye Cimnastik Federasyonu (TCF)” bünyesinde faaliyetlerini sürdürmektedir. Kulüplerarası ve ferdi ilk Türkiye

Şampiyonaları 1984 yılında gerçekleştirilmiş, branşın ilk Türkiye şampiyonu Tuba AKINCILAR olmuştur. Türk milli takımının Tuba AKINCILAR ve Şebnem ÖZÇAKIR ile katıldığı ilk Dünya Şampiyonası ise 1985 Dünya şampiyonasıdır (Agopyan 1993).

1990'lı yıllara gelindikçe ülkedeki aktif kulüp ve sporcu sayısı artmaya başlamıştır. Yaklaşık 35 yıllık geçmişi olan branşta yarışmalarda daha çok bireysel programın yer aldığı görülmektedir. Büyükler kategorisinde grup serileri ilk defa 2005 İzmir Üniversite Oyunları'nda yarışırken grup serilerinin katıldığı ilk Dünya Şampiyonası 2014 İzmir'dir.

Ritmik cimnastikte yarışmalar bireysel ve grup serileri olmak üzere iki ayrı programdan oluşmaktadır. Koreografiler, vücut ve alet tekniğinin zorluk derecesine bağlı olarak, belirlenen kurallar çerçevesinde estetik özellikler içerecek şekilde müzik eşliğinde sergilenmektedir (FIG CoP 2017-2020). Sporcuların koreografilerindeki çeşitliliği ve alet ustalığını gösterebilmesi hususunda vücut zorluklarının seçimi karakteristik bir bileşen olma özelliğine sahiptir (Agopyan 2014). Ritmik cimnastik koreografilerinin değerlendirilmesi orijinallığe, tamlığa, koordinasyona, müzik ile uyuma ve teknik zorluklara bağlıdır (Ayça ve ark. 2008). Başarılı performans ulaşmak, sergilenen beceriler doğrultusunda yüksek skor elde edebilmek ile ilişkilidir. Ritmik cimnastik koreografilerinin değerlendirilmesinde CoP kullanılmaktadır.

Kurallarda oldukça fazla element ve çeşitlilik olmasına rağmen; sporcuların koreografilerine bakıldığında sürekli aynı zorlukların kullanıldığı göze çarpmaktadır (Agopyan 2014). Bu durum seyircide orijinallik ve çeşitlilik açısından yetersizlik oluşturabilmektedir. Sonuç olarak koreografi oluşumunda farklılık ve çeşitlilik yaratabilmek, klişe görüntüden kurtulabilmek adına kurallarda değişiklikler yapılması gerekmektedir. Bu da FIG RC teknik komitesinin her dört yılda bir kuralları değiştirmesine sebep olmaktadır.

Ritmik cimnastik branşında hakem değerlendirmesi, uygulama ve zorluk hakemleri tarafından yapılmaktadır. Uygulama hakemi sporcunun müzik ile uyumunu, serinin bütünlüğünü ve elementler uygulanırken yapılan teknik hataları takip etmektedir. Zorluk hakemi ise koreografide uygulanan elementlerin zorluk değerlerine bağlı olarak sayılabilir kriterlerde uygulanıp, uygulanmadığını incelemektedir (FIG CoP 2013-2016, FIG CoP 2017-2020). Cimnastikçiler, yüksek puanlar elde edebilmek

için uygun ve doğru teknik içeren, zorluk derecesi yüksek seriler sergilemelidir (Prassas ve ark. 2006). Geçerli olan kurallara göre RC branşında zorluk puanında ulaşılabilecek en yüksek not 10.00 puandır (Prassas ve ark. 2006; FIG CoP 2017-2020). Ritmik cimnastik yarışmalarında hakem değerlendirmesi ideal estetiğe sahip üst düzey cimnastikçileri bulabilmenin peşindedir. Cimnastikçilerin vücut tipleri bu gereklilik çerçevesinde değişim göstermekte ve yarışan üst düzey sporculara bakıldığında yağ oranı düşük, uzun kaslı sporcular göze çarpmaktadır (Šebić-Zuhrić ve ark. 2008).

Her branşın kendine özgü bir tekniği vardır. Ritmik cimnastikte tekniğin geliştirilmesi, çok uzun ve zorlu bir süreçtir buna ek olarak doğru hareketlerin seçilmesi, uygun bir şekilde sergilenmesi gereklidir. Bu yüzden antrenör sporcusuna yardımcı olabilmek için bilgisini sürekli olarak yenilemelidir (Nadejda ve Titov 1999).

## **2.2. Ritmik Cimnastikte Terminoloji**

Ritmik cimnastik estetik içeriği ve kadınlara özgü olması özellikleri ile diğer branşlardan ayrılmaktadır. Ritmik cimnastik branşında genellikle dansa ve baleye özgü elementler yer almaktadır.

### **2.2.1. Releve**

Releve dansa ve balede olduğu gibi ritmik cimnastikte de “yükselmek”, “parmak ucuna kalkmak” anlamına gelmektedir (Resim 1). Releve sırasında en ideal pozisyon için ayak tibia ile aynı düz çizgi üzerinde olmalıdır (Shah 2009). Releve pozisyonunda ağırlık birinci ve ikinci metatarsal başa binmekte aynı zamanda topuk ters çevrilmektedir (subtalar supinasyon) ve tüm alt ekstremité dışa doğru dönmektedir. Releve pozisyonunda durmak için, kişi ağırlığını parmaklarda taşıırken dizlerini ve parmaklarını tamamen fleksiyona getirip, dışa doğru döndürmelidir. Releve hareketindeki kassal kontrol şu şekilde açıklanmaktadır: “*Releve uygulamak aynı anda kalçayı sıkmak ve dizleri germektir.*” (Ahonen 2008). Releve pozisyonunda bir denge hareketinin gerçekleştirilmesinde, ağırlık merkezinin ve destek tabanının dikey olarak hizalanması zorunludur. Denge alanının küçük bir destek tabanında olması göz önüne alındığında, ağırlık merkezi istikrar sınırlarının ötesine taşınırsa postürel kontrol kaybolacaktır (Simmons 2005).

Ritmik cimnastikçilerin sıklıkla uyguladığı releve hareketi, bacağın eksternal rotasyonu ve kalça pozisyonu topuk yükselmesi ile eş zamanlı olmadığı için ayakta

sabit olmayan pozisyona sebep olmaktadır. Yapılmak istenilen hareket normal kassal aktiviteye uygun olmaz ise bu durum sakatlık ile sonuçlanacaktır (Ahonen 2008). Bu şekilde ayağa aşırı yüklenmeyi içeren hareketler, dansçıların ve cimnastikçilerin ayaklarını oldukça yüksek strese maruz bıraktıkları için hareketler sırasında ayağın kinematik analizlerinin yapılması büyük önem arz etmektedir (Lin ve ark. 2005).



**Resim 1.** Releve pozisyonu

#### **2.2.2. Point**

Ritmik cimnastikçilerin, dans ve balede olduğu gibi ayak parmaklarını kıvrarak sıktıkları (ekstansiyon) pozisyona “point” adı verilmektedir (Resim 2). Point pozisyonu artan bir plantar ekstansiyon gerektirmektedir (Russel ve ark. 2008).



**Resim 2.** Point pozisyonu

Ritmik cimnastikçiler üst ayaklarını havada “point” pozisyonuna getirdiklerinde estetik olarak “çirkin ayak” şekline sebep olan plantar fleksiyonu önlemek için MGAS, MPL ve MTA kasları devreye girmektedir (Ahonen 2008).

### **2.3. Ritmik Cimnastik Becerilerinin Sınıflandırılması ve Panche Denge Elementi**

Denge, vücudun ağırlık merkezinin konumunu dikey olarak destek tabanın üzerinde tutma sürecidir. Bu süreç, görsel, vestibular, somatosensor yapılardan hızlı ve sürekli geri bildirime ardından da koordineli nöromusküler hareketlere bağlıdır (Hrysomallis 2011). Denge pozisyonunda durmak ve dengeyi korumak için görsel, vestibular ve somatosensör sistemler sensomotor sistemine sürekli bilgi

göndermektedir. Postural kontrol sistemi bu karışık etkileşime bağlıdır. Bir pozisyonun sabitliğini (stabilliğini) devam ettirmek yeterli olmayıp, çeşitli diğer görevlerin de yerine getirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Calavalle ve ark. 2008). Denge kapasitesi genetik faktörlere bağlı olmakla birlikte postüral kontrol kişinin hayatı boyunca devam etmektedir. Yaşları 11-13 arasındaki çocuklar, statik veya dinamik koşullar altında dengelerini sağlamak için yetişkinlerin kullandıkları stratejilere önemli ölçüde benzeyen stratejiler uygulayabilmektedir. Ritmik cimnastik branşında postüral stabilite denge pozisyonlarında her zaman gerekli bir beceri olma özelliğine sahiptir (Calavalle ve ark. 2008). Literatürde elit ritmik cimnastikçilerin amatör cimnastikçilere göre dengelerini daha iyi kontrol edebildiği ve bu kontrolü görsel uyarılar ile düzenlediği belirtilmektedir (Despina ve ark. 2014).

Ritmik cimnastikte denge elementleri uygulanırken, sporcunun üzerinde durduğu bacak “destek bacak” ve diğer bacak ise “serbest bacak ya da üst bacak” olarak adlandırılmaktadır. Bir denge elementi uygulanırken cimnastikçi aşağıdaki gereklilikleri yerine getirmelidir:

- (1) Kural kitapçığında ilgili denge becerisi için belirtilen iyi tanımlanmış şekli göstermelidir,
- (2) Şekilde yeterli esneklik bulundurmamalıdır,
- (3) Destek bacak üzerinde adım ya da sekme yapmamalıdır,
- (4) Elllerinden ya da aletten destek almamalıdır (Nadejda ve Titov, 1999).

Ayrıca ritmik cimnastikte sporcuların kullandığı dengeler için fazlar şu şekilde tanımlanmaktadır:

- 1. Hazırlık fazı:** Gerekli şeklin oluşturulması,
- 2. Asıl faz:** Gerekli şeklin devam ettirilmesi,
- 3. Bitiriş fazı:** Dengeden çıkış (Nadejda ve Titov 1999).

Ritmik cimnastikte panche denge elementi; sporcunun üst bacağının 180° açıda, gergin bir şekilde, gövdesinin yere paralel (horizontal pozisyonda) veya horizontalin altında bulunduğu denge pozisyonuna verilen isimdir (FIG CoP 2013-2016; FIG CoP 2017-2020). Bu denge elementi tabanda ve/veya parmak ucunda (releve) uygulanabilir (FIG CoP 2013-2016; FIG CoP 2017-2020). Panche elementi hem denge hem de rotasyon (dönüş) zorluğu şeklinde çeşitlendirilebilmesi sebebi ile koreografilerde

sporcuların sıklıkla kullandığı bir zorluk elementi olma özelliğine sahiptir (Alwan 2016) (Resim 3).



**Resim 3.** Panche denge elementi

Panche denge elementinin (1) hazırlık, (2) asıl ve (3) bitiriş evrelerine sahip olduğu, önceden planlanabildiği, antrenmanlarda tekrarlanabilirliği ve bir uyarana cevap içermediği görülmektedir. Bu sebeple; ritmik cimnastikte panche denge becerisini kapalı ve kesikli bir beceri olarak sınıflandırmak mümkündür.

Bir cimnastikçinin hatalarını düzeltmesi; teknik performansını, hatalarını farkında olmasına, hareketlerde ilerleyen düzeltmeye ve cimnastikçinin teknik seviyesine bağlıdır (Moraru 2012). Cimnastikçilerin denge durumunu korumak için etki kuvvetini absorbe etmesi, yaptıkları hareket esnasındaki pozisyon ile ilişkilendirilmektedir (Pérez-Soriano ve ark. 2010). Panche denge sırasında; maksimum kasılma ile performansa en çok katkıda bulunan kasların sırasıyla; destek bacak gastrocnemius-medial parça, ayak bileği ekstansörleri ve MTA olduğu belirtilmektedir. Bu kas grupları, denge ayağı üzerinde vücudun dengesini sağlamaya, diz ekleminin gergin

şekilde tutulmasına yardımcı olmakta ve diz gergin pozisyondayken maksimum kasılma göstermektedirler. Bu kaslar dışında; MRF ve quadriceps kaslarının da denge sırasında rol oynadığı belirtilmektedir (Alwan 2016). Ritmik cimnastikçilerin sergilemiş oldukları farklı kassal aktivasyon yanıtları harekete özgü nörofizyolojik ve nöromekanik ayarlamalarla gerçekleşmektedir. Ritmik cimmnastiğin nörofizyolojik ve nöromekanik temellerinin bilinmesinin spesifik tekniğin öğretilmesi aşamasında antrenörlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **2.4. Ritmik Cimmnastiğin Nörofizyolojik ve Nöromekanik Temelleri**

##### **2.4.1. Ritmik Cimmnastik ve Motor Öğrenmenin Altında Yer Alan Nöral Mekanizmalar**

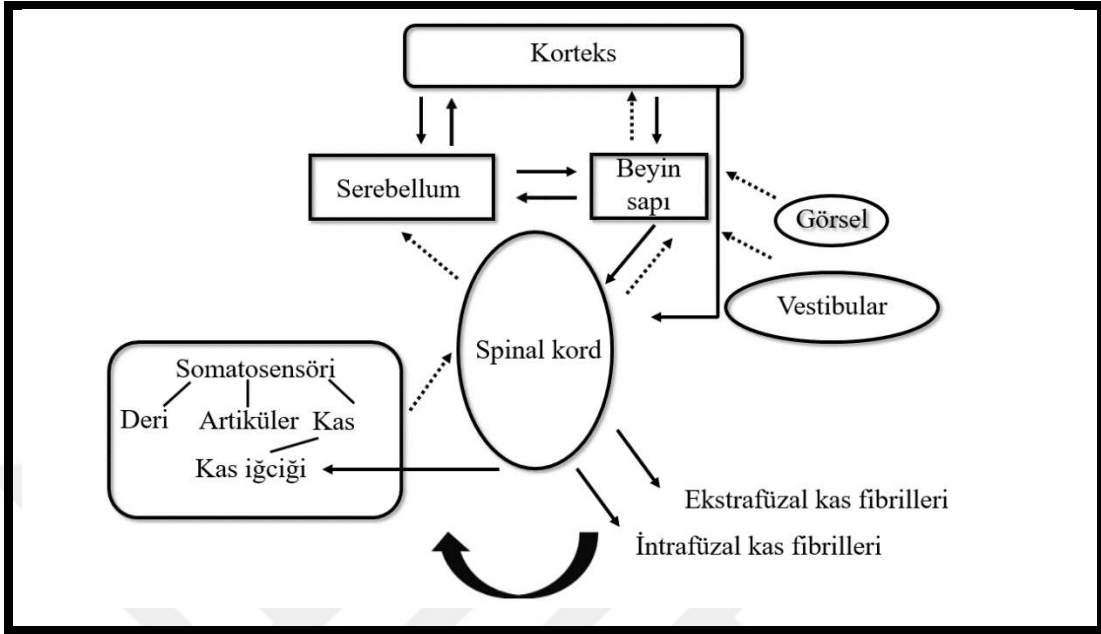
İnsan organizmasında hücreler arası iletişim mikro ya da mili volt düzeyinde elektrik akımları ile gerçekleşmektedir. Merkezi Sinir Sistemi (MSS) ya da periferel bölgelerde bu akımların yorumlanması, adlandırılması ve gerekli cevapların oluşturulması özellikle egzersiz yapan kişilerde egzersizin sergilenişi sırasında oluşan etkilerin incelenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Cerrah ve ark. 2010). İskelet kaslarının çalışması, istenilen hareketi yapmak için uygun yolun seçilmesi ve hareket uygulanırken devreye giren kasların koordine edilmesi görevlerini gerçekleştiren MSS ile ilişki içerisinde (Şimşek 2013). Nöromusküler kontrol genellikle motor kontrol ile ilişkili bir terim olarak kullanılmaktadır. Bir kas aktivasyonu ve ilgili görevi yerine getirmek için gerekli sinir sistemi kontrolünü belirtmektedir (Riemann ve Lephart 2002a).

Genel olarak motor öğrenmenin altında yer alan nöral mekanizmalar düşünüldüğünde; iki soru karşımıza çıkmaktadır:

- (1) Motor öğrenme sürecinde beyin bölgelerinin katkıları nelerdir?
- (2) Motor öğrenmenin erken ve ilerleyen evreleri ile ilişkili serebral aktivasyon süreci nasıl oluşmaktadır? (Halsband ve Lange, 2006).

Herhangi bir eklem mekanik yüke maruz kaldığı durumlarda kassal refleks stabilitesi spinal refleksler tarafından oluşturulmaktadır (Lephart ve ark. 1997). MSS'nin yüksek seviyelerde fonksiyonunu içeren bilişsel süreçler (motor korteks, bazal ganglion, serebellum, pre-frontal korteks ve talamus) merkezi emirler tarafından oluşturulan ve tekrar edilen istemli hareketleri belirtmektedir (Şekil 1). Bu şekilde vücut pozisyonu ve hareketlerin farkında olunması; çeşitli becerilerin sürekli olarak

bilinç düzeyine ulaşmadan uygulanmasına yardımcı olmaktadır (Lephart ve ark. 1997).



**Şekil 1.** Sensorimotor sistemin fonksiyonel eklem stabilizasyonunu sağlamak için afferent, efferent ve merkezi integrasyonu

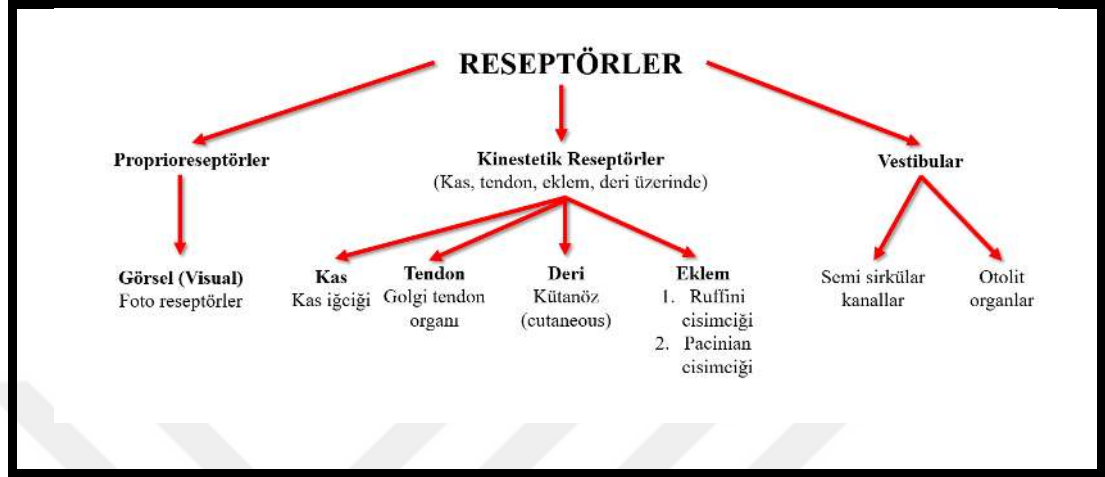
Hareketlerin uygulanmasında yer alan kinematik transfer; eklemlerin, bir mekanik cihaz olarak, kas uzunluklarını ve eklem açılarını gerekli pozisyonlara çevirmesidir. Bu işlemlerin gerçekleşmesi için sinir sistemi; istenilen hareket pozisyonunu belirlemek, buna uygun kas uzunluklarını ve ilgili eklemleri seçmek gibi işlevleri yerine getirmelidir. İstenilen pozisyondan ilgili eklem açıları ve kas uzunluklarının belirlenmesi için yapılan geri bildirim ters kinematik zincir olarak adlandırılmaktadır (Atkeson 1989).

Etkili motor kontrol için gerekli olan, vücudun hem iç hem de dış ortamdan aldığı duysal bilgilerin doğruluğudur (Riemann ve Lephart 2002b). Alınan bu bilgiler doğrultusunda oluşturulan cevaplar ise genellikle motor kontrolün üç seviyesi altında gerçekleşmektedir:

- (1) Spinal refleksler,
- (2) Kognitif (bilişsel) süreçler ve
- (3) Beyin sapı aktiviteleri.

Sinir sistemi modern bir telekomünikasyon ağı şeklinde dizayn edilmiştir. Bu sistemin önemli sinyalleri alan alıcıları (reseptörler), gerektiğinde planlı hareketleri

gerçekleştirmek için hazır olan kasları (efektörler) vardır (Abernethy ve ark. 2013). Sinir sisteminde yer alan reseptörler (Şekil 2) kısaca aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Abernethy ve ark. 2013):

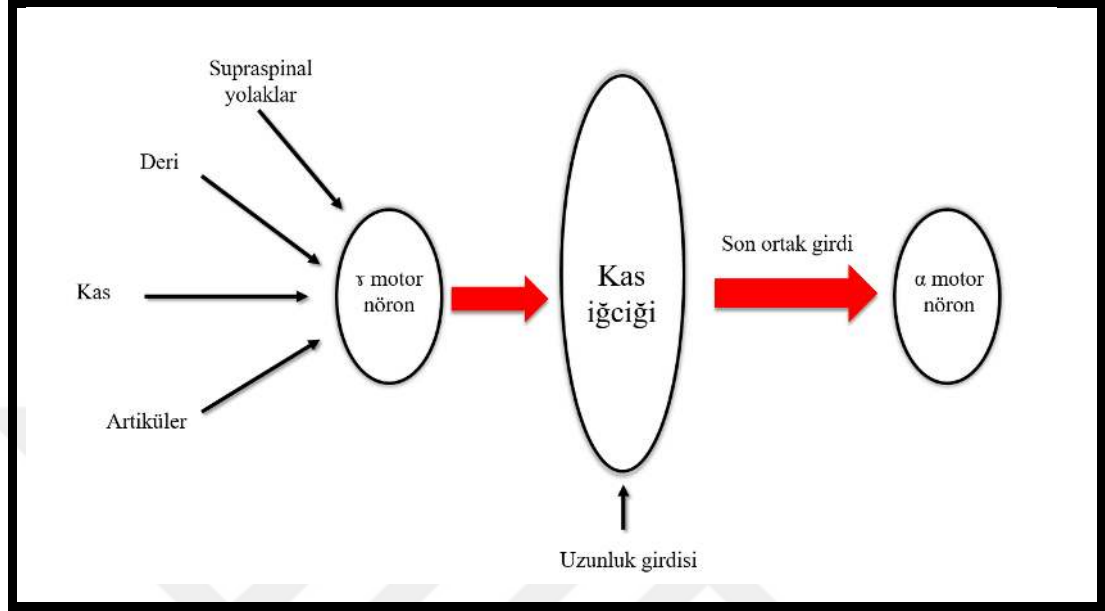


**Şekil 2.** Reseptörler

Görsel, vestibular ve aynı zamanda mekano reseptörler tarafından oluşturulan nöral inputların (bilgiler) hepsi motor cevap oluşturmak için MSS içerisinde birleşmektedir (Lephart ve ark. 1997). Motor beceri gerçekleştirilirken gerek dıştan alınan gerekse organizmanın kendi içinden gelen uyarılara girdi (input) adı verilmektedir. Bir motor beceri öğrenilirken farklı reseptörlerden kişilere hareketleri hakkında tahmini geri dönütler (feedback) verilmektedir. Proprioceptif bilgi MSS'ne nöral reseptörler aracılığı ile transfer edilmektedir (Riemann ve Lephart 2002a).

Proprioceptif bilgiden sorumlu olan mekanoreseptörler öncelikle kas, tendon, ligament ve kapsüllerde bulunmaktadır (Riemann ve Lephart 2002a). Ligament ve kapsül dokularına dört tip reseptör dağılmış halde bulunmasına rağmen, Ruffini reseptörler en sık tanımlananlarıdır. Düşük eşik değerleri ve yavaş adaptasyon özelliklerine bağlı olarak hem statik hem de dinamik reseptör olarak görev yaptıkları belirtilmektedir. Bunun tersine olarak, düşük eşik değerli ve hızlı adapte olan Pacinian cisimcikleri dinamik reseptörler olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, bu dokularda yer alan golgi tendon organı (GTO) gibi serbest sinir sonları da bulunmaktadır (Riemann ve Lephart 2002a). Her bir GTO içinden kas fibrillerine eklenen küçük tendon fibriller demeti geçmektedir. Bu şekilde çok düşük ve yüksek hassasiyete sahip bir düzenleme ile GTO tarafından MSS'ne kas gerilimi hakkında geri dönüt sağlanmaktadır. GTO'nın ilk görevi pasif gerilimi değil (inaktif kas esnetmesi sırasında oluşan gerilim)

aktif kas gerilimi hakkında (kasılma sırasında oluşan gerilim) sinyal üretmektir (Riemann ve Lephart 2002a). Girdilerin izlediği yollar kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Şekil 3):



**Şekil 3.** Ortak girdi teorisi

Kastan (GTO ve kas iğciği afferentleri), deriden, artiküler dokudan supraspinal bölgelerdeki inen emirlerden gelen periferel reseptörler statik ve dinamik motor nöronlara dönüştürülür. Bütün olarak bu etkiler kas iğciğinin hassasiyetine etki eder. Böylelikle, kas iğciğinden yükselen son afferent sinyaller etkili aktivite ve kas uzunluğundan önce gelen fonksiyonlar olmaktadır (Riemann ve Lephart 2002a).

Literatürde cimmastikte motor öğrenme ile ilgili yapılan çalışmalar kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Alet tekniğini öğrenmede farklı öğretim tekniklerinin etkisinin incelendiği çalışmada 84 kadın cimmastikçi, beş farklı ritmik cimmastik aleti ile toplam altı hareket gerçekleştirmiştir. Cimmastikçiler, ilk alet için gerekli tüm becerileri uygulayıp, diğer alete geçenler birinci grup; her aletin ilk becerisini gerçekleştiren ardından diğer alete geçenler ikinci grup olacak şekilde ikiye ayrılmışlardır. Çalışmanın sonuçlarında; ritmik cimmastik becerilerini öğrenmede, fiziksel koordinasyon düzeyinin pozitif bir etkisi olduğu belirtilmiştir (Tsopani ve ark. 2012).

Sekiz ritmik cimmastikçi ile proprioreseptif antrenmanın denge üzerine etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, ritmik cimmastikçilerin basınç merkezlerinin anlamlı olarak artış gösterdiği bulunmuştur (Semeao ve ark. 2015). Seksen sekiz kadın

cimnastikçinin sinirsel geri bildirim (nörofeedback) oturumları sırasında beyin biyoelektrik aktivitelerinin dinamik serebrum biyoelektrik aktiviteleri ile antrenman sonrası fonksiyonel durumu arasındaki etkileşimlerinin incelendiği çalışmanın sonuçlarında; vestibular dengenin geliştiği, kompleks koordinasyon hareketlerini ezberleme süresinin ise azaldığı belirtilmiştir.

Hareketlerin planlanması, çevre koşullarına dikkat etmeyi gerektirmektedir. Bu durum özellikle postüral kontrolün devam ettirilmesi için seçilecek stratejilerin belirlenmesinde ortaya çıkmaktadır. Bir hareketin planlanma aşamalarında görsel resimler oluşacak çevre hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır (Riemann ve Lephart 2002b). Ancak, cimnastik branşında uygulanan hareketler yapay olarak oluşturulmaktadır, bu hareketler günlük yaşamın içerisinde neredeyse hiç yer almamaktadır. Aynı zamanda Dünya’da Olimpiyat oyunları da dahil olmak üzere farklı seviyelerde yapılan yarışmalarda kompozisyon olarak başarıyla geliştirilen ve gösterilen cimnastiğin benzersiz egzersiz sistemleri mevcuttur. Bu sebeple; cimnastik branşı sporcularında fiziksel, fonksiyonel (sensomotor) gereksinimlere bağlı olarak, koordinasyon ve teknik antrenmana hazırlık geliştirilmelidir (Tereschenko ve ark. 2013).

Literatürde cimnastik branşının bir denge elementi sırasında nörofizyolojik temellerinin araştırıldığı çalışma sayısı sınırlıdır. Bu eksikliğin giderilmesi için, cimnastikçilerin postüral denge protokollerinin araştırılması ve daha uzun süreli denge protokollerinin analizlerinin yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **2.4.2. Ritmik cimnastik ve motor öğrenmenin nöromekanik temeli**

Biyomekanik yaşayan organizmalara etki eden kuvvetleri, bu kuvvetlerin organizmanın hareketinde yaptığı büyüklük, şekil, etkilerini inceleyen çalışma alanıdır (Watkins 2007). Spor biyomekaniği ise, insan vücudunun kas-iskelet sisteminde veya ilişkide olduğu diğer yapılar üzerinde (partner, rakip, top, raket, yer gibi) açığa çıkan kuvvetleri ve bu kuvvetlerin birbiriyle etkileşimini inceleyen bilim dalıdır (İnal 2004). Birkaç kas grubunun koordinasyonu ile kaslar tarafından oluşturulan kuvvetler;

(a) Vücuda dış çevreye uygulayabilmesi için (genellikle eller ve ayaklar ile) gerekli kuvveti oluşturmak,

(b) Dik duruşu devam ettirebilmek,

(c) Vücudu hareket ettirmek (yürümek, koşmak, yüzmek gibi) ve

(d) Nesneleri idare etmek (top gibi) için kemiklere ve eklemlere aktarılmaktadır (Watkins 2007).

Ritmik cimnastik bir yarışma sporudur. Bu branşta sporcular esneklikleri, kuvvetleri ve uyumları ile dikkat çekmektedir. Ritmik cimnastikte denge, önemli bağlayıcı bir beceridir ve yüksek zorluk derecesine sahiptir. Bu denge becerisinin sayılabilir kriterlerde olması için, motor teknikle birlikte uluslararası RC kurallarına uygun olarak yapılması istenmektedir (Alwan 2016). Biyomekaniksel literatür incelendiğinde ritmik cimnastiğin kinematiksel analizlerini içeren çalışmalara rastlanmamaktadır (Cichella 2009). Yapılan birkaç çalışmada; gerçek hareketler ve simülasyon hareketler arasında yüksek ilişki bulunmuştur. Bu bulguların sonucu olarak; hareketi planlamada hareketi göstermenin kritik olduğu düşünüldüğünde motor görüntüler motor beceri performansını arttırmada sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Battaglia ve ark. 2014).

Teknik seçimi, etkili beceri öğrenimi geliştirirken antrenörlüğün önemli bir özelliğidir. Birçok cimnastik becerisini farklı tekniklerle uygulamak mümkündür ki bu da her seviyedeki antrenörler için en büyük zorluktur. Antrenörler, becerileri genellikle gözle görülmeyecek biyomekanik değişikliklere neden olan bir dizi vücut şekli ve hareket örneği olarak gözlemlemektedir. Bu nedenle etkili antrenörlük, tekniği geliştirmek ve hızla gelişen sporla uyumu sağlamak için mekanik ve teorik bilgiyi anlama becerisini gerektirmektedir (Manning ve ark. 2015).

Literatürde RC branşı tekniğini biyomekaniksel açıdan analiz eden çalışma sayısındaki sınırlılığa bağlı olarak, bale dansçıları ile yapılan biyomekaniksel çalışmalar incelenmiştir. 2427 dansçının altı yıllık geçmişe yönelik kas-iskelet ya da hiperpronasyonla ilişkili şikayetleri olanların belirlenip, kişilerin calcaneal açıları ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmada; hafif, orta ve yüksek hiperpronatörler için calcaneal açının anlamlı değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Nowacki ve ark. 2012).

Cimnastiğin estetik yapısı point pozisyonu ve dizleri germek gibi becerilerle yakın ilişkilidir. Cimnastik becerilerinin değerlendirilmesi son derece subjektiftir ve beceriyi hızlı ve doğru şekilde değerlendirmek deneyimli bir göz gerektirmektedir. Bu da çoğu kişisel tecrübeye dayanan performans hatalarını belirlemek için gerekli cimnastik alt yapısına sahip olmayabilecek birçok antrenör için zorlayıcıdır. Bu sorunun üstesinden gelmek için biyomekaniksel analizler, videolar, hareket yakalama sistemleri ve

hesaplama analizleri yazılımları kullanarak cimnastik becerilerini değerlendirmek objektif ve kesin bir çözüm sağlayabileceği (Khong ve Kong 2016) gibi plantar basınç ve elektromiyografik ölçümler de tekniğin değerlendirilmesi yönünde sporculara, antrenörlere ve araştırmacılara önemli bilgiler sunacaktır. Literatürde yer alan araştırmalar genellikle, sadece statik postür analizlerini içermektedir (diz hiper ekstansiyonu, ayak hiperpronasyonu gibi).

Sonuç olarak, cimnastikte vücut hareketini, hareketlerin tekniğini analiz etmek için, hareketi daha ayrıntılı nicel bilgiler elde edecek şekilde tanımlamak, nicelendirmek ve değerlendirmek için kullanılacak teknikleri tanıtmak adına biyomekaniksel analizlerin yapılması önem kazanmaktadır.

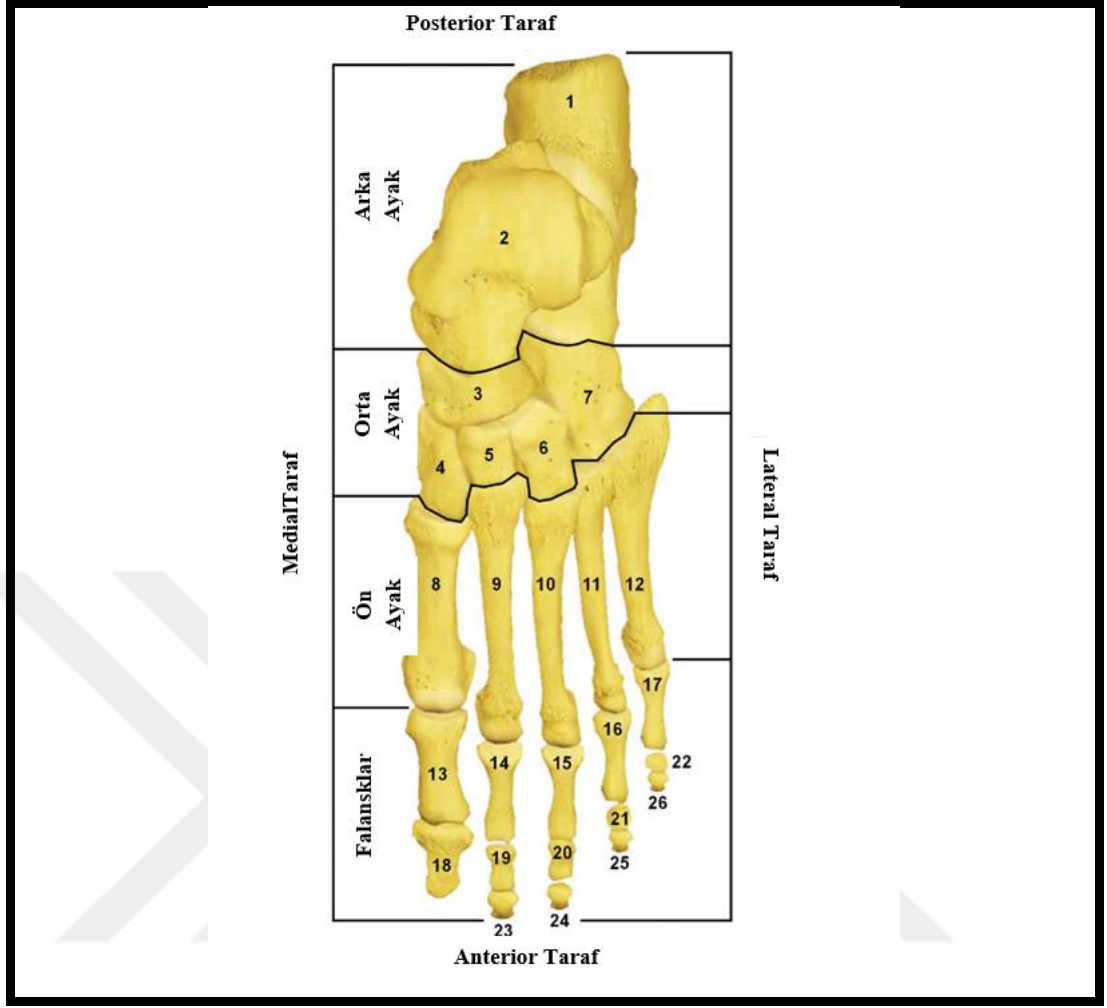
## **2.5. Ayak Yapısı ve Plantar Basıncın Ritmik Cimnastik Performansı Üzerindeki Önemi**

İnsan ayağı, kemiklerden, eklemlerden ve yumuşak dokulardan oluşan karmaşık, çok eklemlili mekanik bir yapıdır. Ayak insan vücudu ile yer arasında dinamik bağlantı görevi görmekte ve alt ekstremitenin biyomekaniksel fonksiyonlarında oldukça önemli bir etkiye sahip olmakla beraber hem iç hem de dış kaslar tarafından kontrol edilmektedir (Rodgers 1995; Abboud 2002).

Genel olarak ayağın fonksiyonunun ayağın şekline bağlı olduğuna inanılmaktadır (Razeghi ve Batt 2002). Bununla birlikte ayağın şekli ve biyomekaniği kişiden kişiye değişiklik göstermektedir (Razeghi and Batt 2002; Gurney ve ark. 2009). Yaş, cinsiyet, ırk, ayakkabılar, ayakkabı giymeye başlama yaşı gibi birçok farklı faktörün ayak formasyonu ve fonksiyonu üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

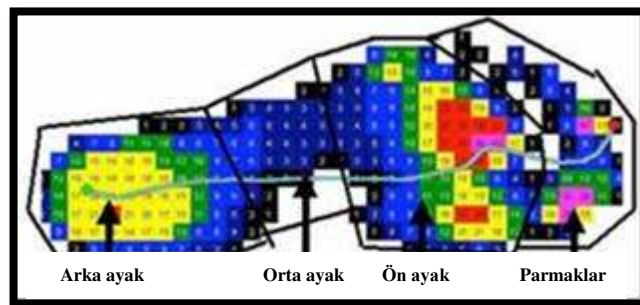
Ayak yapısına bakıldığında;

- (a) 26 kemikten (yedi tarsal, beş metatarsal ve 14 falanks) ve
- (b) Altı eklemden (bilek, subtalar eklem, orta tarsal, tarsometatarsal, metatarsal falanks ve falanksalar arası eklemler) oluştuğu görülmektedir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Ayak yapısı: 4 bölüm: Arka ayak (1,2), orta ayak (3-7), ön ayak (8-12), falanksalar (13-26).

Bu yapılar; arka ayak (hindfoot), orta ayak (midfoot), ön ayak (forefoot) ve falanksalar (toes) olmak üzere ayağın dört bölümünü belirtmektedir (Şekil 5): (Abboud 2002).



**Şekil 5.** Ayağın dört bölgesi için basınç alanları

Yapısal olarak bir sorunu bulunmayan ayak bu görevleri gerektiği gibi yapabilirken doğal yapısında oluşacak bozukluklar ayağı aşırı stres altına sokacak ve rahatsız edici durumlardan başlayarak sakatlığa kadar sürükleyecektir (Burns ve ark. 2005).

Ayak tabanı; kuvvet, esneklik ve koordineli hareketler için tasarlanmıştır. Böylelikle ayak, vücut bölümlerine yürüme, koşma ve sıçrama gibi motor aktivitelerin oluşabilmesi için kuvvetin aktarılmasını sağlamaktadır (Wong ve ark. 2007). Ayak tabanının işlevi sportif olaylarda daha büyük önem kazanmaktadır (Uzun ve ark. 2012). Özellikle son zamanlarda sporun popülerliğinin artması ile birlikte kişilerin spora başlama yaşları düşüş göstermektedir. Küçük yaşlarda yüksek antrenman yüküne bağlı kalan sporcularda ilerleyen zamanlarda ayak yapısında değişiklikler gözlenmektedir (Aydog ve ark. 2005).

Vücutta kuvvetin büyük bölümü ayağın yere uyguladığı basınçla üretilmektedir (Stokes ve ark. 1979). Plantar basınç insan ayağının aktiviteler sırasında maruz kaldığı plantar yüzey üzerindeki basınç olarak tanımlanmaktadır (Shu ve ark. 2010). Ayaktaki anatomik farklılıklar alt ekstremitenin aşırı kullanımına bağlı sakatlık riskini arttırmaktadır. Son yıllarda ayak tabanı basınç ölçümünde geliştirilen yeni yöntemlerin giderek yaygınlaşması ile metatars başlarına düşen yükün nicel olarak ölçülmesi olası hale gelmiştir (Uzun ve ark. 2012). Plantar basınç genellikle koşu ve futbola özgü beceriler için incelenmektedir (Lam ve ark. 2017). Ancak ritmik cimnastik becerileri ile ilgili araştırmalar oldukça azdır (Rumba 2013; Ahonen, 2008; Sonja ve Sarah, 2012).

Ayak, hareket esnasında çevre ile etkileşime giren ilk yüzey olma özelliğine sahiptir ve zemin reaksiyon kuvvetleri ile tekrarlanan etkilerin alt ekstremitte yaralanmalarını başlattığı bildirilmektedir (Abdul Razak ve ark. 2012; Carson ve ark. 2012). Sporun popülerliğinin artması ile birlikte spora başlama yaşında düşüş gözlenmektedir ve erken yaşlarda yoğun antrenman yüküne maruz kalan sporcularda ilerleyen yaşlarda vücut yapılarında değişiklikler olduğu belirtilmektedir. Literatürde bununla ilgili yeterli bilgi bulunmamakla birlikte birkaç çalışmada iskelet sisteminde spora özgü değişikliklerin gözlemlendiği bulunmuştur (Aydog ve ark. 2005).

Ritmik cimnastikte birçok cimnastik uzmanı “ayak performansı kalitesi”nin başarıyı etkileyen bir faktör olduğunu belirtmektedir (Rumba 2013). Bu uzmanlara

göre, “ayak performansı kalitesi” releve pozisyonundaki yükseklik, point derecesi ve ayağın dışa dönmesidir (turnout). Rumba (2013) beceri düzeyi üzerine etki eden faktörleri incelediği çalışmasında, cimanastikçilerin beceri seviyesini etkileyen en önemli estetik, etkileyi ve tanımlayıcı faktörün “ayak” olduğunu ortaya koymuştur. Ritmik cimanastik ve bale gibi performansın büyük oranda parmak ucunda sergilendiği branşlarda, peroneus longus kasının birinci metatarsal başı aşağı itmesi sebebi ile en güçlü olması gereken kaslardan biri olduğu belirtilmektedir (Ahonen, 2008).

Ritmik cimanastik kural kitapçına göre, ritmik cimanastikçilerin releve pozisyonunda bir rotasyon sırasında topuklarının yere temas etmesi ya da denge kaybı yaşamalarının ritmik cimanastikçilere puan kaybettireceği ifade edilmektedir (FIG CoP 2017-2020). Bu durum, ritmik cimanastikte hareketler sırasında ayağın hareketinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer bir değişle, branş uzmanlarının görüşleri ve kural kitapçığında belirtilen açıklamalar göz önüne alındığında, ritmik cimanastikçilerin becerilerinin -birçok farklı etmenle birlikte- büyük bölümünün ayak performansı kalitesine bağlı olduğu söylenebilir.

Sonja ve Sarah (2012) turnout pozisyonunun ayak yapısı üzerine etkisini ve kas-iskelet sisteminin aşırı kullanımına bağlı sakatlık risklerini araştırdıkları çalışmalarında, yürüme ve turnout açıları yarı statik klinik izleme metodu ile araştırılmıştır. Ayak yapısı, ayak tabanı endeksini kullanarak yürüme temeli ve açısına bağlı olarak değerlendirilmiştir (ayak yapı indeksi). Sonuçlarda, turnout açısının pronasyon pozisyonundaki ayak yapısına eğilimi arttırdığı ve ayak yapı indeksi ile turnout açısı arasında anlamlı ilişki bulunduğu belirtilmiştir ( $p=0.933-0.968$ ,  $p < 0.01$ ).

Literatürde ayak yapısı ve plantar basınç değişimlerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Fakat, cimanastik teorisi ve metotlarında ayağın hareketler sırasında en uygun şekilde kullanılmasıyla ortaya çıkan ayak performansı kalitesinin önemini onaylayan belirgin kriterler bulunmamaktadır. Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda kadın cimanastikçilerin ayak performanslarını ve branşın beceri gerekliliğini geliştirecek bilimsel metotlara rastlanmamıştır.

## **2.6. Kassal Aktivasyonun Ritmik Cimanastik Performansı Üzerindeki Önemi**

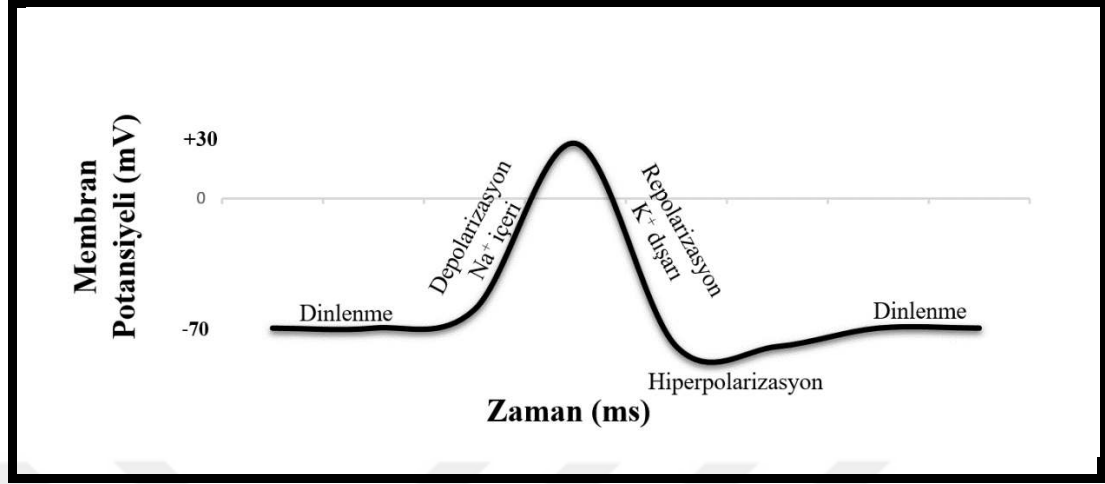
### **2.6.1. Hücre Aktivasyonu**

Bir kası aktive eden sinirler motor (efferent) ve duyusal (afferent) yollardan oluşmaktadır (Fox ve ark. 2012). Tüm kasların ATP (adenozin trifosfat) formunda

enerjiye ihtiyacı vardır. Kas hareketlerini oluşturmak ve devam ettirmek için gerekli metabolik enerji, aktivitelerin süresi ve yoğunluğuyla ilişkilidir (Frontera ve Ochala 2014). Sinir ve kas sistemi arasındaki iletişim, motor nöron ve kas fibrili arasında yer alan, sinir kas kavşağı olarak adlandırılan boşlukta olmaktadır. Kas kasılması, Merkezi Sinir Sistemi (MSS)'den kas fibrillerine gönderilen uyarıcı potansiyellerin kasta meydana getirdiği motor ünite aksiyon potansiyelleri (MÜAP) ile gerçekleşmektedir (Özsu 2014).

Hücre membranı ince ve lipoprotein yapıdadır. Hücre içi  $K^+$  konsantrasyonu normalde hücre dışına göre çok daha yüksektir. Bu durumun tersi ise  $K^+$  ve  $Cl^-$  iyonları için geçerlidir. Dinlenme sırasında, miyozin filamanlarının çapraz köprüleri dışı doğrudur ancak aktin filamanları ile birlikte hareket etmezler ve kas hücresinin zar potansiyeli  $-70mV$  civarındadır (Fox ve ark. 2012; Özsu 2014). Dinlenmede, hücre membranı sadece  $Na^+$  iyonlarına karşı geçirgen yapıdadır,  $K^+$  ve  $Cl^-$  iyonları serbestçe membrandan geçebilirler (Fox ve ark. 2012; Xu 2015). Bu şekildeki konsantrasyon dengesizliği  $K^+$  iyonlarının dışı,  $Cl^-$  iyonlarının ise içi doğru hareket etmesine ve böylece membran geçirgenliğinde farklılığa sebep olur (hücre içi dışına oranla negatif). Bu da pozitif iyonların dışı, negatiflerin içi girmesinin engellenmeye çalışılmasına neden olur. Sonuç olarak, dinlenme anında hücre içi sıvı hücre dışına oranla negatif elektiksel potansiyele sahip olur. Bir motor sinirden çıkan uyarı, kas hücresine yani motor son plağa ulaştığında asetilkolin (Ach) adı verilen nörotransmitter serbest bırakılır ve bu uyarı kas lifinin sarkolemmasında depolarizasyon (aksiyon potansiyeli) oluşturur (Sönmez 2002). Bu olaylar, kasılmanın temeli olan filamentlerin kaymasına sebep olur ve böylece kasılma başlar. Aktin (kalın) ve miyozin (ince) miyofilamentler kendi boylarında değişiklik olmadan birbirlerine doğru kayar ve kas boyunda değişikliklere sebep olur (Sönmez 2002). Açık bantlar I bandı, koyu bantlar ise A bandı olarak adlandırılır (Sönmez 2002; Özsu 2014). Membran dinlenme potansiyeline sebep olan iyon dengesizlikleri, sodyum-potasyum pompası denilen aktif ileti mekanizması ile gerçekleşir. Bu pompa, üç  $Na^+$  iyonunu hücre dışına ve iki  $K^+$  iyonunu hücre içine pompalar. Transmembran potansiyeli büyüklüğündeki azalma depolarizasyonu belirtirken, artma hiperpolarizasyondur (Xu 2015). Depolarizasyonda  $Na^+$  iyonlarının zardan girmesi ile

hücre zarı potansiyeli +30mV'a kadar çıkar.  $\text{Ca}^{+2}$  iyonları sarkoplazmik retikuluma geri pompalandıkça kas tekrar dinlenim haline döner (Şekil 6).



**Şekil 6.** Kasılma sırasında potansiyel farkta oluşan değişimler

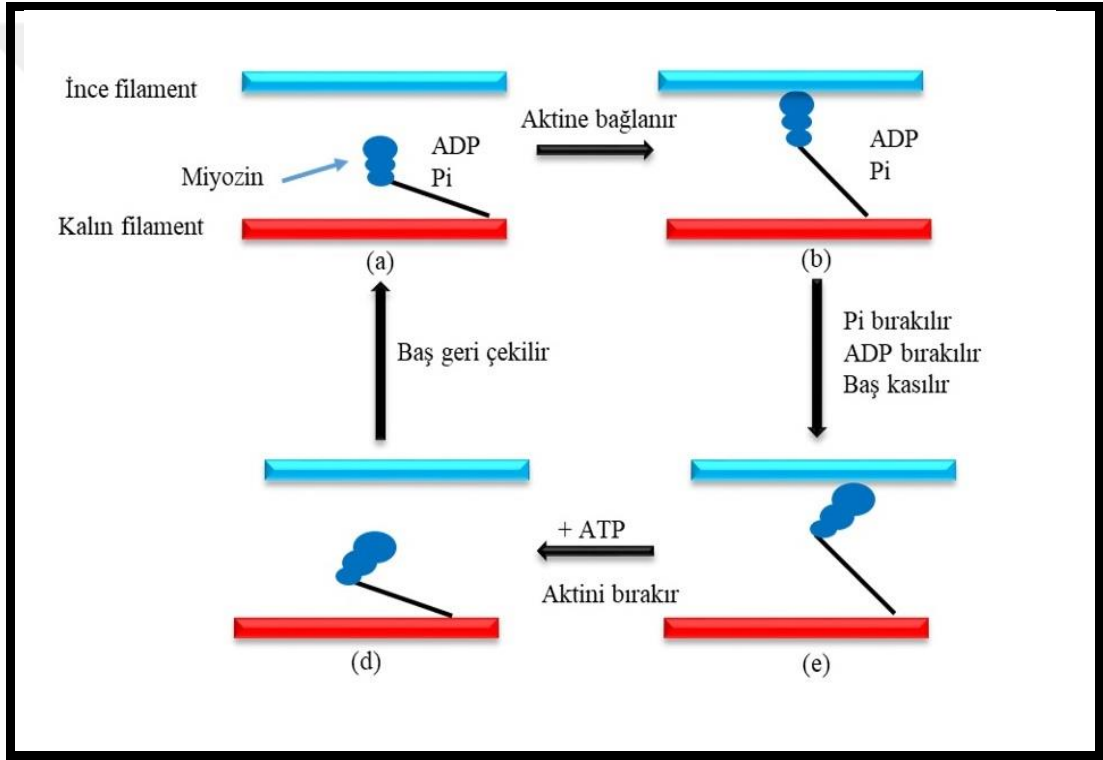
Kas tarafından üretilen kuvvet, MSS aktivasyon derecesi, kas yapısı (kas fibrillerinin tendon ile açısı) gibi birçok faktöre bağlıdır (Frontera ve Ochala 2014). Motor nöronların tek bir motor nöron havuzu içindeki uyarılabilirlik kabiliyeti, tek motor ünite aktivitesinin kaydedilmesi yoluyla araştırılmaktadır. Tek bir motor ünite aktivitesinin kaydedilmesi, kas içerisine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla bir motor ünite ile ilişkili kas fibrillerinin aksiyon potansiyellerinin kaydedilmesi ile mümkün olmaktadır (Semmler 2002).

### 2.6.2. Kas kasılması

İskelet kası kas fibrilleri, sarkolemma, mitokondri, sarkoplazmik retikulum ve miyofibrillerden oluşur (Xu 2015). Her kas fibrilinin üzeri endomisyum adı verilen bağ doku ile sarılıdır. Endomisyuma yapışık, içindeki kas hücresi membranına sarkolemma denir. Sarkolemma bir bağ dokusu olmayıp ince elastik fibrillerden yapılmış hücre membranıdır. Belirli sayıda fibril (yaklaşık 100-150) bir araya gelerek kas fibrili demetlerini (fasikül) oluştururlar. Her bir kas fibril demeti bir membran ile çevrilidir. Buna perimisyum adı verilir. Tüm kas ise, epimisyum adı verilen bir bağ dokusuyla çevrilidir (Ergin 2016).

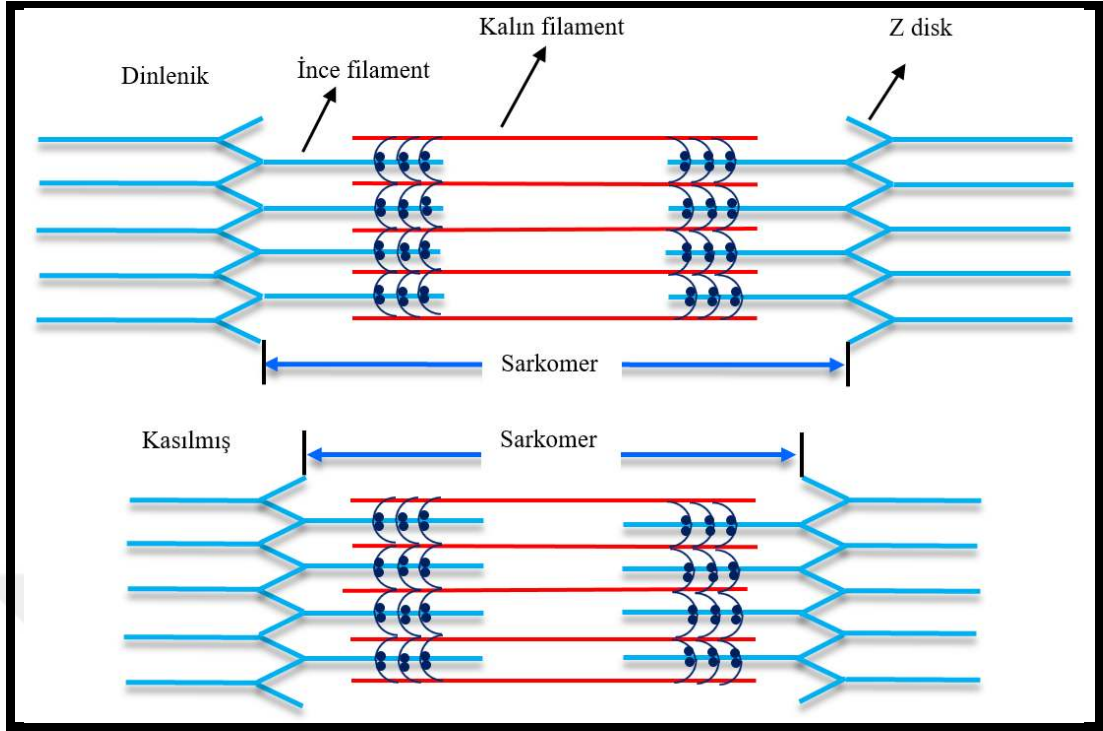
İskelet kası kasılmasını, filamentlerin kaymasını sağlamak için kalın filamentlerin miyozin motorlara bağlanmasına izin veren aktin içeren, ince filamentlerin kalsiyuma bağlı yapı değişikliği tarafından kontrol edildiği belirtilmektedir (Linari ve ark. 2015). Kas kasılması şu sırayı takip eden olaylar sonucunda oluşur: Motor nöron uyarılır,

motor son plakta sodyum ve potasyum geçirgenliği artar, Ach serbestlenir ve kas hücresi üzerindeki reseptörler tarafından tutulur, bu da uyarıyı harekete geçirir. Ardından, kas lifi uyarılır ve bu oluşan elektrik akımı aksiyon potansiyeli olarak adlandırılır. Ach, kolinesteraz enzim tarafından parçalanıp, etkisiz hale getirilir. Bu uyarılar, T tüpleri ile yayılır ve kalsiyum açığa çıkmasını sağlar. Kasın kasılmasını sağlayacak şekilde birbirleri üzerinde hareket eden aktin ve miyozin filamentleri kalsiyum sayesinde uyarılırlar (Solomon 2001). Miyozine tekrar ATP bağlanması miyozin başlarının aktinden ayrılmasına izin verir (Şekil 7). Sonrasında, miyozin ATP'yi hidrolize eder ve miyozin başı ileri ulaştığında, aktini bağlar, kasar, bırakır ve tekrar öne uzanır (Xu 2015).



**Şekil 7.** Miyozin-aktin döngüsü

Miyozin-aktin döngüsü, Şekil 8'de gösterildiği gibi kas fibrilinin kışalmasına sebep olur.



**Şekil 8.** Dinlenik ve kasılmış sarkomerin karşılaştırılması

Kaslar harekete olan katkılarına göre üç gruba ayrılır: **Agonist kaslar:** Harekete ilk olarak katılırlar, hareketi başlatırlar, kuvvetin büyük bölümünü oluştururlar. **Sinerjist kaslar:** Agonist kaslara yardımcı olurlar, daha az kuvvet üretirler ancak hareketin kontrolüne katkıda bulunurlar. **Antagonist kaslar:** Hareketin tersi yönde görev yaparlar, hareket boyunca stabilizasyon kuvveti oluştururlar (Florimond 2009, 2010). Kas kasılma tipleri ise şu şekildedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Kas kasılma tipleri

| Kasılma Tipi                      | Tanım                                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İzotonik, dinamik veya konsantrik | Kas boyu kısalır, kas gerilimi aynı kalır.                                                       |
| İzometrik veya statik             | Kas boyunda değişiklik olmaz, gerilimi artar.                                                    |
| Eksantrik                         | Kas boyu ve gerilimi artar.                                                                      |
| İzokinetik                        | Kas boyu kısalır, kas gerilimi sabit hızlıdır, hareketin tamamı boyunca maksimal kasılma oluşur. |

### 2.6.3. Motor ünite

İskelet kasında kasılma, beyinde ya da omurilikte (spinal cord) bulunan ve motor nöronların aksonları ile aktarılan aksiyon potansiyelleri tarafından kontrol edilir (Xu 2015). Motor ünite, bir motor nöron ve bu sinir dallarının uyardığı kas fibrillerinden oluşmaktadır. Aynı motor sinir tarafından uyarılan bütün kas fibrilleri aynı zamanda kasılır, gevşer ve tek bir ünite olarak çalışırlar (Sönmez 2002). Bir motor ünite, kasılmanın temel, fonksiyonel birimini temsil etmektedir ve her motor üniteadaki kas fibrillerinin sayısı kaslara göre değişiklik gösterebilir (Fox ve ark. 2012, De Luca 2008).

İskelet kası iki ana tip fibrilden oluşmaktadır; yavaş kasılan fibriller (tip I) ve hızlı kasılan fibriller (tip II). Tip II fibriller de kendi içinde iki gruba ayrılır: Tip IIa ve IIb (bazen üçüncü grup tip IIc olarak görülmektedir) (Florimond 2009, 2010). Bu fibriller ve özellikleri Tablo 2’de özetlenmiştir: (Florimond 2009, 2010; Fox ve ark. 2012; Xu 2015; Ergin 2016).

**Tablo 2.** Fibril çeşitleri

| Motor ünite çeşidi                                | Özellik                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aerobik özelliği yüksek, yavaş kasılan (Tip I)    | Düşük kuvvet, yavaş kasılma, yorgunluğa karşı direnç                                                                       |
|                                                   | Yüksek kuvvet üretimi, hızlı kasılma ama yorgunluğa karşı hassasiyet                                                       |
| Anaerobik özelliği yüksek, hızlı kasılan (Tip II) | Tip IIa ( hızlı oksidatif, glikolitik FOG*),<br>Tip IIb (hızlı glikolitik FG**),<br>Tip IIc (sınıflandırılmamış, belirsiz) |

\*FOG: Hızlı oksidatif-glikolitik (Fast oxidative-glycolytic)

\*\*FG: Hızlı glikolitik (Fast glycolytic)

### 2.6.4. Miyoelektrik sinyallerin kaydı

İstemli kas hareketinin kontrolü, spinal kord, beyin sapı, bazal ganlia, serebellum, talamus, birincil (primer) motor korteks, pre-motor korteks ve destekleyici motor alan (supplementary motor area) da içeren birkaç nöral sistemin işbirliği ile kontrol edilmektedir (Salenius ve ark. 1997). Elektromiyografi (EMG) sinir sistemi tarafından kontrol edilen ve kas kasılması süresince üretilen elektrik sinyallerini belirtmektedir

(Chowdhury ve ark. 2013). Elektromiyografi sinyali kas fibril membranında depolarizasyon ve repolarizasyon sürecine bağlı olarak oluşan aksiyon potansiyellerinden kaynaklıdır (Konrad 2005). Klinik olaylarda nörografi, iğne EMG olmak üzere iki teknik kullanılırken, kasın elektriksel aktivitesini kaydetmek üzere, araştırma ve klinik uygulamalarda farklı avantajları ile uygulamaları olan yüzeysel EMG (sEMG) tekniği de kullanılmaktadır (Masso ve ark. 2010; Watanabe ve ark. 2016). Yüzeysel EMG, hareket halindeki bir vücut kasından elektik sinyali gözlenmesini mümkün kılan, elektromiyografik analiz olarak tanımlanabilir. Yüzeysel EMG'nin dinamik durumlarda da kullanılabilirliği, spor alanında kullanımının artmasına neden olmaktadır (Masso ve ark. 2010).

Kas fibrilleri tarafından oluşturulan sEMG sinyali elektrotlar aracılığı ile kaydedilmektedir. Sonrasında, elektrot tarafından yükseltilmekte ve filtrelenmektedir. Bu adımların ardından işlenmek, görüntülenmek ve kaydedilmek üzere bilgisayara aktarılmaktadır (Florimond 2009, 2010).

### **2.6.5 Elektromiyografi kullanım alanları**

Elektromiyografi kullanım alanları içerisinde; (1) Seçilen hareket sırasında normal kas fonksiyonlarını içeren çalışmalar, (2) Postür çalışmaları, (3) Kompleks sportif becerilerdeki kas aktivite çalışmaları, (4) Rehabilitasyon çalışmaları, (5) Maksimal istemli kasılma sırasında izometrik kasılma ile artan gerim çalışmaları, (6) Fonksiyonel anatomik kas aktivitelerinin değerlendirilmesi; (7) Koordinasyon ve senkronizasyon çalışmaları (kinematik zincir), (8) Antrenman metotlarının etkililiği ile ilgili çalışmalar, (9) Yorgunluk çalışmaları, (10) EMG ve güç arasındaki ilişki, kas aktivitesine materyalin etkisi üzerine çalışmalar yer almaktadır (Şimşek 2013; Clarys ve ark. 2010).

Son yıllarda, spor performansının değerlendirilmesi, analiz edilmesi üzerine çalışmalar artmıştır. Kablosuz (wireless) sistemler ve EMG'de yaşanan teknolojik gelişmeler saha sporlarında kas aktivasyonları hakkında bilgi edinmek için yaygın kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır. EMG sinyalini analiz ederek kas yorgunluğu (fatigue), performans, rehabilitasyon ve sakatlığı önleme gibi birçok konuda bilgi sahibi olmak mümkündür (Howard ve ark. 2016).

### 2.6.6 Elektromiyografi ve ritmik cimnastik

Ritmik cimnastik diğer bireysel branşlardan ve takım sporlarından farklı bir spor dalıdır. Ritmik cimnastik branşında sporcular uyguladıkları tüm elementleri hakemler tarafından sayılabilecek kriterlerde gerçekleştirmeli ve aynı zamanda hareketlerin estetiğini korumalıdır. Bu sebeple, RC diğer birçok branşa göre daha teknik hareketler içermektedir.

Cimnastikçilerin denge durumunu korumak için etki kuvvetini absorbe etmesi yaptıkları hareket esnasındaki pozisyon ile ilişkilendirilmektedir (Pérez-Soriano ve ark. 2010). Panche denge sırasında; maksimum kasılma ile performansa en çok katkıda bulunan kasların sırasıyla; destek bacak gastrocnemius-medial parça, ayak bileği ekstansörleri ve tibialis anterior kası olduğu belirtilmektedir. Bu kas grupları, denge ayağı üzerinde vücudun dengesini sağlamaya, diz eklemının gergin şekilde tutulmasına yardımcı olmakta ve diz gergin pozisyondayken maksimum kasılma göstermektedirler. Bu kaslar dışında; rectus femoris ve quadriceps kaslarının da denge sırasında rol oynadığı belirtilmektedir (Alwan 2016). Ritmik cimnastikçilerin sergilemiş oldukları farklı kassal aktivasyon yanıtları hareket özgü nörofizyolojik ve nöromekanik ayarlamalarla gerçekleşmektedir.

Ritmik cimnastik ile ilgili EMG analizlerinin yapıldığı çalışmalar oldukça sınırlılık göstermektedir. Wilmerding ve ark. (2001) ritmik cimnastik antrenmanlarında ve koreografilerinde kullanılan elementlerin benzerlik gösterdiği bale dansçıları ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında altı fazdan oluşan “developpe” elementinin (üst bacağın dizden bükülerek yukarı kaldırılması, 180° açığa doğru uzatılması, ardından tekrar bitiriş pozisyonuna gelme) bar yardımı ile ve bar yardımı olmadan uygulanması arasındaki kassal aktivasyon farklılıklarını araştırmışlardır. Çalışmaya, yaşları 18-45 arası değişen, en az 10 yıllık antrenman geçmişi olan, profesyonel ve üst düzey 18 dansçı katılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada elektrotlar üst bacak quadriceps femoris, vastus lateralis, hamstring ve destek bacak tibialis anterior kasları üzerine yerleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; quadriceps femoris, hamstring kaslarında izlenen aktivasyon bar ile ve barsız uygulamaya göre farklılık göstermediği, destek bacak tibialis anterior kasının iki farklı durum için farklılık gösterdiği bulunmuştur ( $p=0,04$ ). Elementin her fazında tibialis anterior kası

için gözlenen EMG değerinin bar yardımı olmadan uygulandığında daha yüksek değerde olduğu bulunmuştur (Wilmerding ve ark. 2001).

Goulart ve ark. (2014) cimnastikçilerin ve sporcu olmayan kişilerin MGAS, soleus ve MTA kaslarına ait kas aktivasyonlarını inceledikleri çalışmalarında, cimnastikçilerin ve sporcu olmayan kişilerin kassal aktivasyonlarının benzerlik gösterdiğini bulunmuşlardır. ayrıca araştırmanın sonucunda kuvvet üretiminin kas kuvvet üretimi ile ilişkili olmadığı belirtilmiştir (Goulart ve ark. 2014).

Niu ve ark. (2000) beş erkek elit cimnastikçi ile gerçekleştirdikleri ve halka aletinde uygulanan hareketlerin biyomekanik karakterlerinin belirlenmesini amaçladıkları çalışmalarında; gluteus maksimus, biceps femoris ve triceps kaslarına yerleştirilen elektrotlar ile EMG kayıtları gerçekleştirmişlerdir. ne döngü, amut pozisyonuna geri sallanma, omzun ne rotasyonu, geri kalkış, asılma pozisyonuna geri dönüş hareketlerinin EMG ve kuvvet ölçümleri yapılmıştır. Çekme kuvvetinin vücut ağırlığından daha yüksek olduğu durumlarda, gluteus maksimus ve biceps kaslarının da maksimal kasılma gösterdiği belirtilmiştir (Niu ve ark. 2000).

Literatür incelendiğinde RC branşında kullanılan elementlerin EMG analizlerinin yapıldığı çalışmalar oldukça az sayıdadır. Literatürde yer alan bu eksikliğin giderilebilmesi adına, ritmik cimnastiğin nörofizyolojik ve nöromekanik temellerinin bilinmesinin spesifik tekniğin öğretilmesi aşamasında antrenörlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Ritmik cimnastikte panche denge elementinin pedografik, kassal ve biyomekaniksel çözümlemesinin yapılması için kullanılan testler, ölçüm araçları ve katılımcı grubu aşağıda açıklanmıştır.

#### 3.1. Çalışma Grubu

Çalışmaya TCF'ye bağlı kulüplerde spor yapan ulusal ve/veya uluslararası düzeyde yarışmalara katılan 13-16 yaş arası 15 RC sporcusu (kadın) katılmıştır. Katılımcılar Milli Takım düzeyinde yarışıp yarışmadıklarına bağlı olarak iki gruba ayrılmıştır: (a) Elit Ritmik Cimnastikçiler (ERC, n=9); milli takım düzeyinde yarışmış sporcular ve (b) Amatör Ritmik Cimnastikçiler (ARC, n=6); ulusal düzeyde yarışmalara katılan sporcular. Ardından sporcuların ölçümler öncesi yarıştığı son “Türkiye Şampiyonası Bireysel Genel Tasnif” sonuçlarına ve FIG uluslararası hakeminin değerlendirmesine göre 1-10 arası yetenek puanları belirlenmiştir (Boligon ve ark. 2015; Donti ve ark. 2016). Tüm katılımcılar çalışmanın amacını ve risklerini anlatan izin bildirgesini imzalamış, antrenman ve sakatlık durum değerlendirme anketini doldurmuşlardır. Çalışmaya herhangi bir sakatlığı ya da sağlık problemi bulunmayan sporcular dahil edilmiştir. 18 yaşın altındaki sporcular için ailelerinden gerekli izinler alınmış ve onay formu imzalatılmıştır (Ek-E).

#### 3.2. Çalışma Dizaynı

1. Katılımcıların testlerde maksimal performans göstermelerini engelleyecek herhangi bir sakatlıkları bulunup bulunmadığı çalışmanın başında sporculara verilen sağlık geçmişi değerlendirme formu ile sorulmuştur. Form sonuçlarına göre çalışmadaki maksimal istemli kas kasılmasını içeren testlere katılmalarında sakınca görülmeyen ritmik cimnastikçiler çalışmanın katılımcı grubunu oluşturmuşlardır.
2. Çalışmaya başlamadan önce katılımcılara testler sırasında oluşabilecek sakatlıklar ve riskler hakkında gerekli bilgiler verilmiş, katılımcıların çalışmada yapılacak testlere katılabilmeleri için gönüllü olur formunu imzalamaları istenmiştir. Yaşları 18'den küçük olan ritmik cimnastikçiler için aileleri ile görüşülerek gerekli bilgiler verilmiş ve gönüllü olur formu aileler tarafından imzalanmıştır. Çalışma ve gönüllü olur formu için Manisa Celal

Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onay alındıktan sonra testler için gerekli verilerin toplanmasına başlanmıştır.

3. Katılımcıların kişisel bilgileri alınmış, boy ve vücut ağırlıkları ölçülerek not edilmiştir.
4. Katılımcılar, plantar basınç, kassal aktivasyon ve kinematik analiz testleri araştırmacı tarafından rastgele seçilen uygulama sırasında gerçekleştirmişlerdir.
5. Tüm cimnastikçiler aynı plantar basınç, kassal aktivasyon ve kinematik analiz testlerine tabi tutulmuş ve bireysel olarak analiz edilmişlerdir.
6. Katılımcılar hareket yapmalarını ve görüntü kaydını olumsuz olarak etkilemeyecek kıyafetler (siyah tayt, siyah badi) giymiştir.
7. Testlere başlamadan katılımcılara panche denge elementini nasıl gerçekleştirecekleri açıklanıp, uygulamalı olarak gösterilmiştir. Antrenör doğru teknik ile ilgili önemli noktaları belirtmiştir (denge elementine giriş, elementin sayılabilmesi için yeterli süre parmak ucunda bekleme, üst bacağın en az 180° olması). Her bir kişi için ölçümler yaklaşık 90 dk sürmüştür. Testler FIG tarafından belirlenen yarışma kuralları dahilinde hareketin uygulanması ile gerçekleştirilmiştir.
8. Ölçüm hazırlıkları aşağıda belirtilen plan doğrultusunda yapılmıştır.
  - Isınma,
  - Elektrot yerleşimi,
  - MİK ölçümü,
  - Yansıtıcı işaret (Markır) yerleşimi,
  - Panche denge elementinin uygulanması,
  - SoğumaÇalışma dizaynı Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Çalışma dizaynı

---

### **Plantar Basınc Değerlendirmesi**

---

Panche denge elementi sırasında plantar temas alanı ve plantar yük dağılımı EMED-XL (Novel gmbh, Almanya) elektronik pedografi cihazı ile ölçülerek destek ayağa ait statik plantar basınç parametreleri [maksimal kuvvet (N), temas alanı (cm<sup>2</sup>), ortalama basınç (kPa), zirve basınç (kPa)] (1) hazırlık fazı, (2) asıl faz, (3) asıl fazın devam ettirilmesi ve bitiriş fazı olarak ifade edilen üç faz için analiz edilmiştir.

---

### **EMG Aktivitesi**

---

Panche denge elementi sırasında alt-üst ekstremit kaslarına M. Tibialis Anterior (MTA), M. Gastrocnemius (MGAS), M. Peroneus Longus (MPL), M. Vastus Lateralis (MVL), M. Vastus Medialis (MVM), M. Rectus Femoris (MRF), M. Biceps Femoris (MBF), M. Erector Spinae (MES), M. Deltoid Middle (MDM), M. Pectoralis Major (MPM), M. Trapez Middle (MTM), M. Glutesu Maksimus (MGM) ait kassal aktivasyon değerleri; (1) hazırlık fazı, (2) asıl faz, (3) asıl fazın devam ettirilmesi ve bitiriş fazı olarak ifade edilen üç faz için analiz edilmiştir. Ayrıca sağ ve sol topuğa yerleştiren iki elektrot ile akselerasyon kaydı sağlanmıştır.

---

### **Kinematik Kayıt**

---

Panche denge elementi, altı farklı açıdan, biribiri ile senkron çalışan altı kamera ile kaydedilmiş ve belirlenen eklemlerin (savurma bacağı, anterior superior illiac, posterior superior illiac sağ lateral malleol, sağ acromion çıkıntı, sol acromion çıkıntı, sağ lateral epicondyle, sol lateral epicondyle) zamana bağlı açı değişimleri (1) hazırlık fazı, (2) asıl faz, (3) asıl fazın devam ettirilmesi ve bitiriş fazı olarak ifade edilen üç faz için analiz edilmiştir.

---

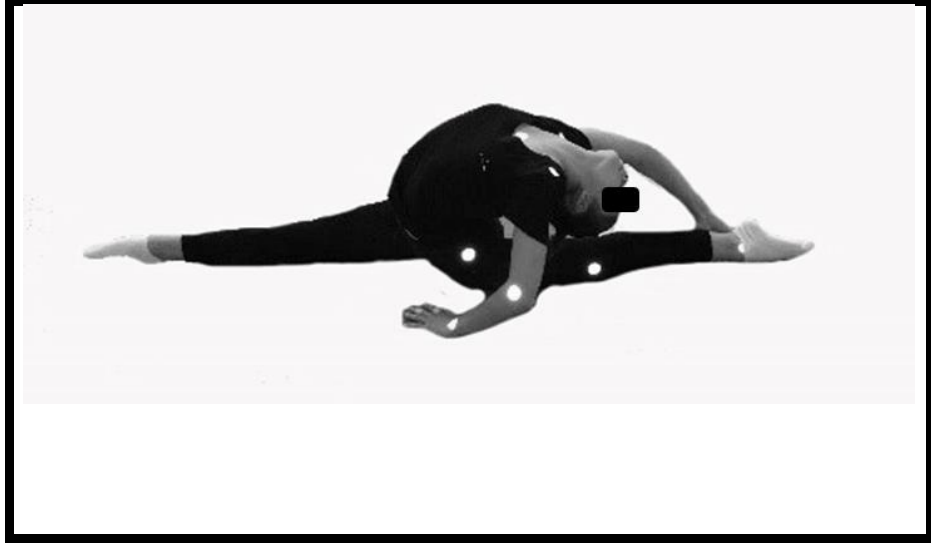
### 3.3. Ölçümler Öncesi Isınma Protokolü

Cimnastikçileri antrenmana ya da yarışmaya hazırlamada egzersiz öncesi ve sonrası esnetme (stretching) yapmak geleneksel bir yöntemdir. Bu yöntem performansı geliştirmek, sakatlıkları önlemek ve ağrıları azaltmak amacıyla antrenörler tarafından önerilmekte ve cimnastikçiler tarafından kullanılmaktadır (Di Cagno ve ark. 2010). Birçok çalışma akut statik esnetmenin maksimal performans üzerinde ters etki yarattığını göstermektedir. Literatürde maksimal kuvvet gerektiren egzersizler öncesinde statik esnetmelerin yapılmaması gerektiği belirtilmektedir. Statik germe egzersizinin süresi de performansta kuvvet kayıplarından sorumlu olarak belirtilmektedir. Kuvvet kayıplarında bozulmanın 60 dk' ya kadar devam ettiği belirtilmektedir. Ancak 30sn ya da daha kısa süren statik germe egzersizlerinin maksimal kuvvet gerektiren egzersizler üstünde negatif bir etkisi olmadığı bilinmektedir (Di Cagno ve ark. 2010). Aksine, RC gibi yüksek yoğunlukta esneklik döngüsü gerektiren branşlarda germe egzersizleri sakatlıkları önlemede önemli bir yere sahip olabilir. Diğer taraftan, RC antrenmanlarında performansı arttırmak için statik germe ve dinamik esneklik önemli bir bölümdür. Ritmik cimnastik, kural kitapçığında belirtilen zorluk elementlerini gerektiği gibi seri bir şekilde tekniğe uygun olarak yapabilmek için maksimal esneklik ve kuvvet becerisi gerekmektedir.

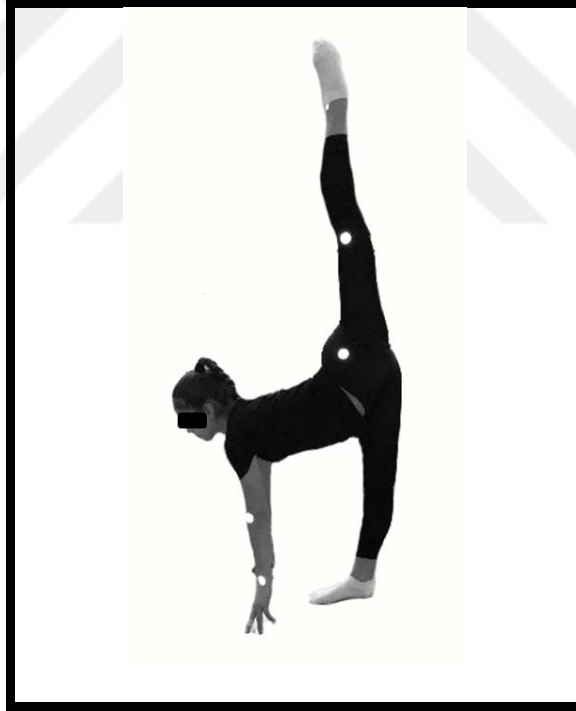
Guidetti ve ark. (2009)'na göre RC branşında yarışma öncesi ısınma cimnastikçileri fiziksel ve teknik olarak hazırlayabilmek için 45 dk üzerinde olmalıdır. Ritmik cimnastikte daha iyi yarışma performansı sergileyebilmek için statik esnetme yarışmadan 60 dk öncesinde yapılmalıdır (Guidetti ve ark. 2009).

Tüm bu bilgiler doğrultusunda; testlere başlamadan önce katılımcılara oluşabilecek sakatlıkları önlemek adına aşağıdaki şekilde ısınma verilmesi uygun görülmüştür:

- (a) 20 dk genel ısınma,
- (b) 10 dk yerden ve yüksekte esnetme (Resim 4),
- (c) 15 dk panche denge için ön hazırlık çalışmaları içerecek şekilde 45 dk olarak belirlenmiştir (Resim 5).



**Resim 4.** Yerden esnetme örneği



**Resim 5.** Panche denge elementi için ön hazırlık çalışmaları

### **3.4. Ölçümlerde Kullanılan Cihazlar**

Çalışma kapsamında kullanılan plantar basınç, kassal aktivasyon, kinematik ölçüm cihazları ve yöntemleri aşağıda açıklanmaktadır.

### 3.4.1. Plantar Basınç Ölçüm Seti

Panche denge elementi uygulanırken destek ayak plantar temas alanı ve plantar yük dağılımı EMED-XL (Novel GmbH, Münih, Almanya) elektronik pedografi cihazı ile ölçülerek ayak postürüne ait sayısal veriler elde edilmiştir (Şekil 9). Bu ölçümler plantar basınç analiz sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sistem sahip olduğu transdüserlerin kendilerine dışarıdan uygulanan basınç miktarı ile orantılı olarak elektrik üretebilen özelliği sayesinde kayıtlama yapmaktadır. EMED-XL plantar basınç analiz sistemi; 1.529x504 mm<sup>2</sup>; sensor alanı: 1.440x440 mm<sup>2</sup>, 25.344 sensör (4 sensör/cm<sup>2</sup>) den oluşan bir platformdur ve ölçümler 100 Hz oranında örneklem hızında gerçekleştirilmiştir. Sistem yere temas eden ayağın dinamik olarak objektif kriterler dahilinde oluşturduğu basıncın karşılaştırılmasını ve değerlendirilmesini sağlamaktadır (<http://www.novel.de/novelcontent/emed>, Erişim tarihi: 10 Ekim 2017)

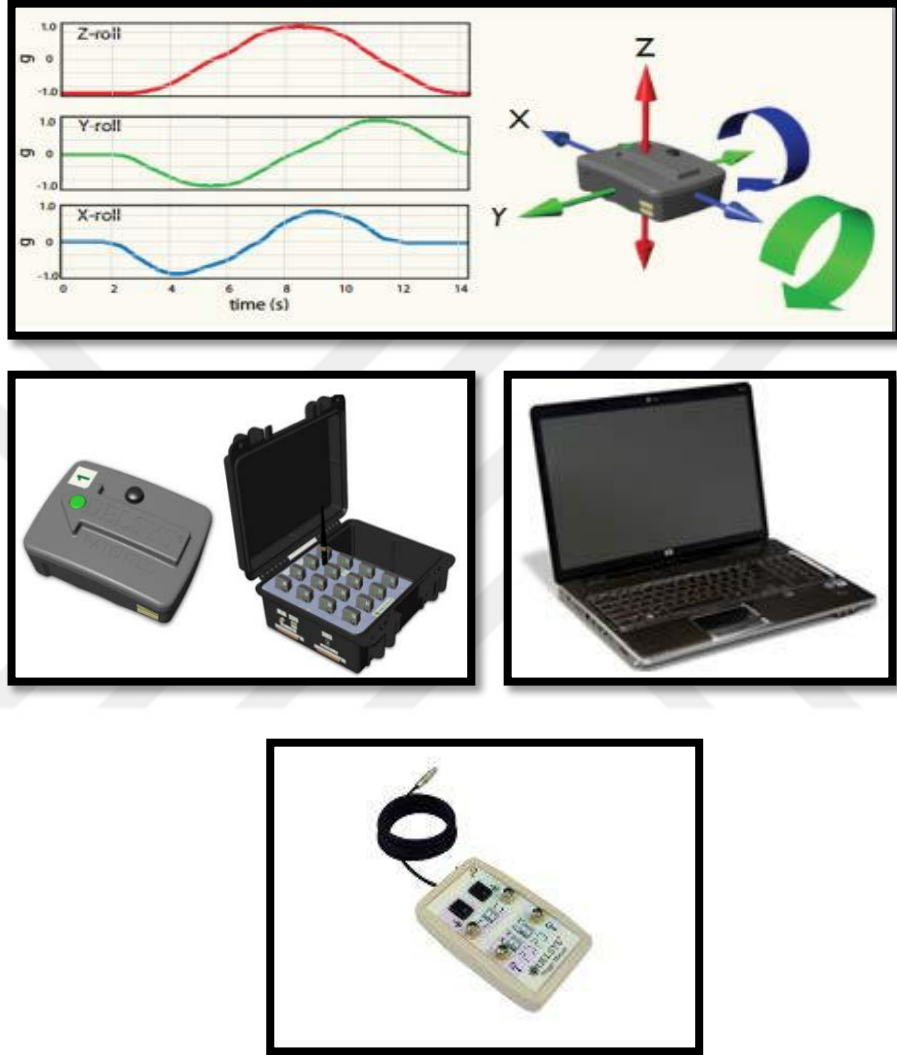


Şekil 9. EMED-XL plantar basınç ölçüm cihazı

### 3.4.2. Elektromiyografi ölçüm seti

Belirlenen kasların EMG aktiviteleri 16 kanallı kablosuz yüzey elektrotları (Delsys Trigno, USA) kullanılarak kaydedilmiştir (Şekil 10). EMG amplifikatörünün kazancı, frekans bandı, maksimum intraelektrot empedans ve ortak gürültüden

kurtulma oranı (CMMR) sırasıyla şu şekilde belirlenmiştir: 20-500 Hz, 2000 Hz, 6 k $\Omega$  ve 95 dB. EMG sinyallerinin örnekleme hızı ve analog-dijital çeviricinin bit hızı sırasıyla 1000 Hz ve 16 bit olarak yapılmıştır (Şekil 10).

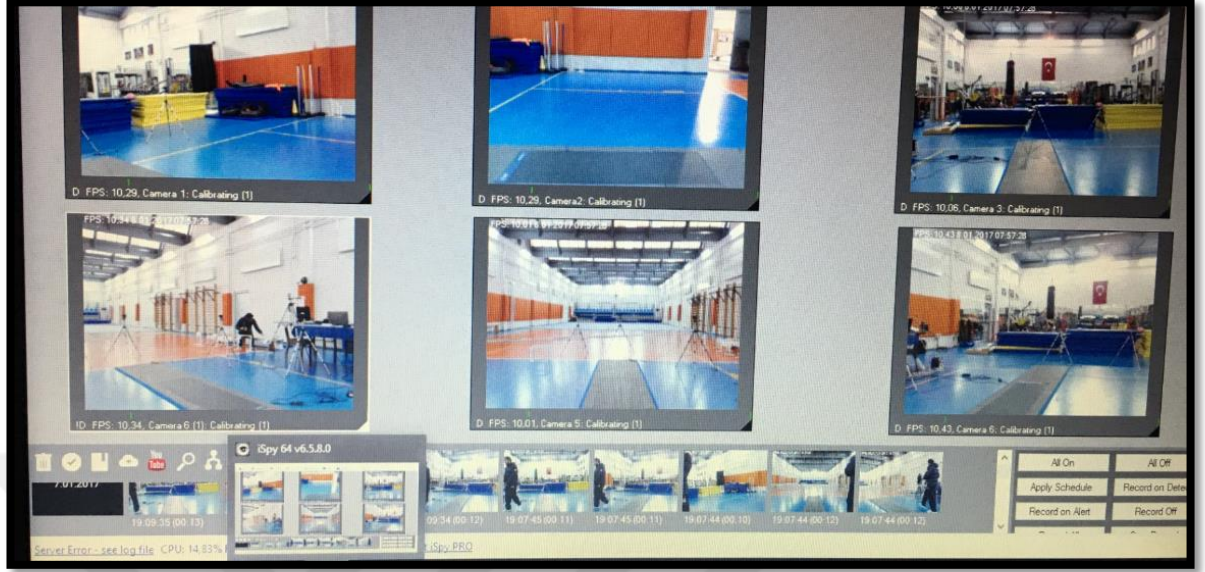


**Şekil 10.** Elektromiyografi ölçüm cihazları

### 3.4.3. Görüntü analizi ölçüm seti

Ritmik cimnastikçilerin denge elementi sırasında aktive olan kas gruplarını, ayak basınç parametrelerini ve hareket esnasındaki kinematik değişimlerini anlamak adına yapılan çalışmalar bulunmamaktadır. Buna bağlı olarak; başarılı ve başarısız performans arasındaki farkları da anlamak oldukça güçtür. Bu problemin üstesinden gelebilmek adına; panche denge elementi uygulanırken “Logitech C920” marka, altı adet kamera kullanılarak panche denge elementinin tüm evreleri kaydedilmiştir. Bu

altı kameranın birbiri ile senkronize çalışabilmesi için iSpy yazılımı kullanılmıştır (Resim 6).



**Resim 6.** Ispy yazılımı ile senkron hale getirilen altı kamera için ekran görüntüsü

### 3.5. Verilerin Toplanması

#### 3.5.1. Panche Denge Testi

Ölçümler 2017 sezon öncesi dönemde Ankara TEİAŞ Gençlik ve Spor Kulübü Spor Salonu'nda gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmaya geçmeden önce, çalışmaya katılan ritmik cimnastikçilere ölçüm protokolü anlatılmıştır. Katılımcılardan denge elementini FIG kurallarının gerektirdiği şekilde uygulamaları istenmiştir. Çalışmaya katılan tüm ritmik cimnastikçiler EMED-XL platform üzerinde panche denge uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Bir sporcunun ölçüm protokolü yaklaşık 90 dk da tamamlanmıştır.

#### 3.5.2. Maksimal istemli kasılma (MİK) ve EMG ölçümü

Ritmik cimnastikçiler ölçüm öncesinde elektrot yerleşimi için hazırlanmışlardır. SENIAM (Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles) önerilerine göre ölçüm yapılacak bölgelerde, elektrot direncine izin vermek için (10k $\Omega$ 'un altında) sırasıyla şu işlemler uygulanmıştır (Şimşek ve ark. 2016; Castelein ve ark. 2016; <http://www.seniam.org>, Erişim tarihi: 10 Ekim 2017):

1. Cimnastikçilerde elektrot yerleştirilecek bölge tıraşlanmış,

2. Törpülenmiş ve

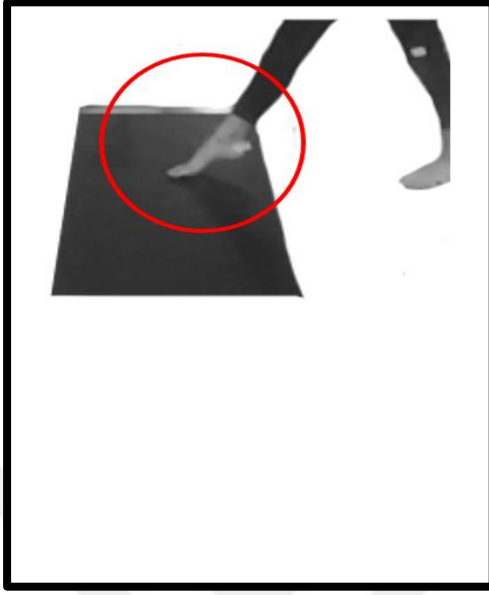
3. Alkol ile temizlenmiştir.

Panche denge elementinin uygulanmasından önce her katılımcının belirlenen kaslarının motor noktalarına literatürde ifade edildiği gibi kablosuz yüzey elektrotları yerleştirilmiştir. Motor nokta tayininde; “Compex 3 Professional” marka motor nokta kalemi ve bir EMG sensörü prob olarak kullanılmıştır. Her bir sporcunun elektrot yerleşimleri SENIAM’a göre yapılmıştır. (<http://www.seniam.org>, Erişim tarihi: 10 Ekim 2017). Denge elementi uygulanmadan önce katılımcıların ifade edilen kas grupları (MTA, MGAS, MPL, MVL, MVM, MRF, MBF, MRABD, MES, MDM, MPM, MTM, MGM) için sEMG temeline dayanan MİK değerleri belirlenmiştir (Şimşek, 2013).

Katılımcıların kas aktivitelerini karşılaştırmak ve biyolojik olarak anlamlı veri sağlayabilmek amacıyla her bir kas için maksimal normalizasyon kasılmaları gerçekleştirilmiştir (Şimşek 2013). Katılımcılar, maksimal kas aktivitelerinin hesaplanması için iki MİK ölçümü gerçekleştirmişlerdir. Bu kasılmalar en yüksek değere sahip olanı referans kasılma olarak belirlenmiş ve panche denge elementi uygulanırken gerçekleşen kasılmaların normalize edilmesi için kullanılmıştır (Beck ve Wages 2014). Yani izometrik maksimal istemli kasılmanın yüzdesi olarak (%MİK) ifade edilmiştir (Clarys ve ark. 1990; Krommes ve ark. 2017). Normalize edilen bu sEMG değerleri kullanılarak ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır. MİK her katılımcı için 10 sn sürecek şekilde kaydedilmiştir ve iki MİK ölçümü arasında en az 30 sn dinlenme verilmiştir (Krommes ve ark. 2017).

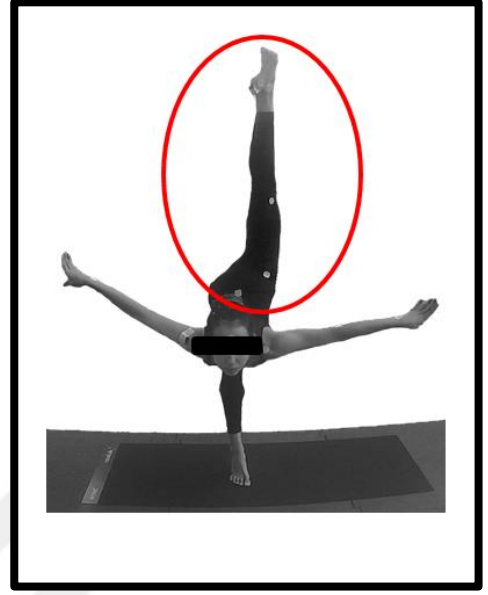
Tüm ritmik cimmastikçilerde aynı standart ölçümleri yakalayabilmek adına her katılımcı panche denge elementine ayakta durur pozisyondan başlamış ve belirlenen kasların EMG aktiviteleri kaydedilmiştir. EMG kayıtları ortalama 20 sn üzerinde alınmıştır. Herbir sporcu için aşağıda belirtilen dört hareket anı belirlenmiştir:

1. Destek ayağın parmak ucunun EMED-XL platforma ilk temas anı:  $t_1$  (**Resim 7**).



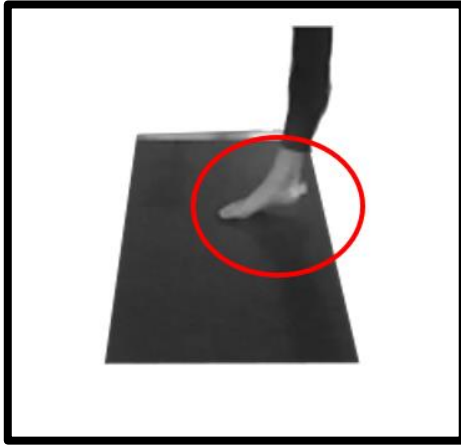
**Resim 7.** Destek ayak parmak ucunun EMED-XL platforma ilk temas anı:  $t_1$

2. Savurma bacağının  $180^\circ$  pozisyonuna ulaşması:  $t_2$  (**Resim 8**).



**Resim 8.** Üst bacağın  $180^\circ$  pozisyonuna ulaştığı an:  $t_2$

3. Destek bacak topuğunun yerden ayrılmaya başlaması (releve pozisyonuna yükselme):  $t_3$  (**Resim 9**).



**Resim 9.** Releve pozisyonuna yükselme:  $t_3$

4. Savurma bacağının denge pozisyonundan inmeye başlaması:  $t_4$  (**Resim 10**).



**Resim 10.** Denge pozisyonundan inme:  $t_4$

Tüm cimmastikçilerde EMG verisini analiz etmek için panche denge elementi uygulanırken yukarıda belirtilen dört farklı zaman tek tek belirlenmiştir. EMG verilerinin karşılaştırılması için analizler  $t_2$ ,  $t_3$ , ve  $t_4$  zamanlarından 500ms öncesini içerecek şekilde, her ritmik cimmastikçi için ayrı ayrı yapılmıştır. Böylece  $t_2$  zamanından öncesi birinci faz,  $t_3$  zamanından öncesi ikinci faz ve  $t_4$  zamanından öncesi de üçüncü faz olacak şekilde üç farklı faz belirlenmiştir. Tüm kas gruplarından elde edilen sinyaller doğrusal zarf yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz sırasında kastan gelen sinyali etkileyen gürültü, artefakt ve satürasyonun olduğu veriler elimine edilmiştir. Alınan bu fazlar EMG verilerinin normalizasyonunu sağlamak üzere kullanılmıştır. Hareket artefaktlarını yok etmek için EMG'ye 20 Hz yüksek geçiren filtre uygulanmıştır. EMG'nin mutlak değeri alınarak, negatif değerler pozitif (rektife edilmiş) yapılmıştır. Daha sonra da ortalaması alınan veriler ilgili kas grubuna ait MİK değerleriyle yüzdesi alınarak Clarys ve ark. (1990)'na göre normalizasyon süreci tamamlanmıştır. Alınan sinyaller bant geçiren filtre (20-500 Hz) kullanılarak filtre edilmiş ve 2000 Hz'de ve 16 bit A/D dönüştürücü kullanılarak sinyal dijital forma dönüştürülmüştür (Ertan ve ark. 2003; Ertan ve ark. 2005).

### **3.5.3. Elektrot yerleşimi**

Çalışmada panche denge elementi uygulanırken kaslarda oluşan aktivasyon kayıtları literatürde belirtildiği şekilde 13 farklı kasa yerleştirilen elektrotlar ile gerçekleştirilmiştir. Ardından MİK kasılmaları kaydedilmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Maksimal istemli kasılma protokolleri

| Kaslar                                           | Elektrot Yerleşimi                                                                                                                                                                                                                                                | MİK                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>M. Tibialis Anterior (Destek Bacak)</b>       | Medial malleolus ile fibulanın uç noktası arasındaki çizginin 1/3'üncü kısmına (Cerrah 2013).                                                                                                                                                                     | Sandalyeye oturur pozisyonda, ayak bileğin altından bilek dorsifleksiyon pozisyonunda (30°) ve ayak inversiyondayken, medial taraf boyunca baskı uygulanarak ve ayak bileği yukarı doğru çekilerek ( <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017). |
| <b>M. Gastrocnemius (Destek Bacak)</b>           | Kasın orta ve belirgin çıkıntısına, medial gastrocnemius kısmının orta yüzeyine (Hermens ve ark. 2000; Cerrah 2013; <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).                                                     | Kişi sandalyeye oturur pozisyonda, diz yaklaşık 60-80° ekstansiyonda, üstten kuvvet uygulanarak (Cerrah 2013; <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).                                                                                        |
| <b>M. Peroneus Longus (Destek Bacak)</b>         | Fibula başının uç kısmından lateral malleolusa uzanan çizginin %25'ine ( <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).                                                                                                | Katılımcı yan yatar pozisyondayken ayağın eversiyonu ile                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>M. Vastus Lateralis (Destek Bacak)</b>        | Anterior superior iliac spine ile patellanın lateral (yan) kısmı arasındaki çizginin 2/3'üncü kısmına (Rainoldi ve ark. 2004; Simsek 2016; <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>M. Vastus Medialis (Destek Bacak)</b>         | Anterior superior iliac spine ile medial ligamentin anterior sınırının önündeki eklem boşluğu arasındaki çizginin %80'inci kısmına (Rainoldi ve ark. 2004; Simsek 2016; <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017). | MVL, MVM, MRF kasları için katılımcılar oturur pozisyonda ve diz eklemi 65° de (0° tam ekstansiyon) ekstansiyonda iken (Simsek 2016)                                                                                                                                                           |
| <b>M. Rectus Femoris (Destek Bacak)</b>          | Anterior superior iliac spine ile patellanın superior noktası arasında uzanan çizginin %50'nci kısmına (Cerrah 2013)                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>M. Biceps Femoris (Destek Bacak)</b>          | Uzun başın üzerine ischial tuberosity ve lateral femoral epicondyle arasındaki orta yola (Simsek 2016, <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).                                                                  | Yüz üstü yatar pozisyonda ve diz eklemi yaklaşık 30° de (Malinzak ve ark. 2001; Simsek 2016)                                                                                                                                                                                                   |
| <b>M. Rectus Abdominis (Destek bacak tarafı)</b> | Göbek deliği ve pubik simfisiz arasındaki mesafenin yarısına ve kasın merkezine (Krommes ve ark. 2017).                                                                                                                                                           | Sırt üstü yatar pozisyonda, omurga yaklaşık 30° fleksiyonda ve göğüs etrafındaki sabit kuvvete karşı bel omurga fleksiyonu ile (Konrad 2005; Krommes ve ark. 2017).                                                                                                                            |

|                                                              |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>M. Erector Spinae (Destek bacak tarafı)</b>               | Lumbar 1'in spinoz çıkıntısından yaklaşık iki parmak genişliğinde laterale (Nijem ve ark. 2016).                                                                           | Yüz üstü yatar pozisyonda omuzlardan aşağı doğru baskı uygulanarak (Konrad 2005).                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>M. Deltoid Middle (Destek bacak tarafı)</b>               | Kasın şişkinliği boyunca, kas fibrilleri ile hizalanarak, akromiyon çıkıntısından 3 cm aşağıya (Ribeiro ve ark. 2016).                                                     | Omuz abduksiyonda ve dirsek 90° fleksiyondayken omuz doğal rotasyonda sabitlenmiş, omuz abdükörleri kullanılarak izometrik kasılma ile (Ribeiro ve ark. 2016).                                                                                                                                                                                              |
| <b>M. Pectoralis Major (Clavicular, destek bacak tarafı)</b> | Akromiyonun ön yüzü ile ksifoid çıkıntı (Xipoid process: Sternumun sivrilik gösteren, kırıldaktan oluşmuş alt ucu) arasındaki mesafenin üçte birine (Cogley ve ark. 2005). | Dirsek 90° ye sabitlenmiş ve omuz 75° abduksiyon pozisyonunda, avuç içi ile uygulanan basınca karşı maksimal istemli kasılma ile (Lehman ve ark. 2006).                                                                                                                                                                                                     |
| <b>M. Trapez Middle (Destek bacak tarafı)</b>                | Skapulanın medial sınırı ve omurga arasında T3 seviyesinde, %50'ye ( <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).             | Skapula addüksiyonu aşağıdaki açı lateralde rotasyon oluşturacak şekilde, pozisyonu sağlamak için dirsek uzatılmış, omuz 90° abduksiyonda ve lateral rotasyon şekline yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu rotasyon avuç içi ile desteklenerek, omuz kaldırılmadan ( <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017). |
| <b>M. Gluteus Maksimus (Destek bacak tarafı)</b>             | Büyük trochanter ile sacral vertebra arasındaki çizginin orta noktasına.                                                                                                   | Dirence karşı tüm bacağı kaldırmaya çalışarak ( <a href="http://www.seniam.org">http://www.seniam.org</a> , Erişim tarihi: 10 Ekim 2017).                                                                                                                                                                                                                   |

Elektrot yerleşimi gerçekleştirildikten sonra katılımcı dinlenik haldeyken EMG sisteminin kurulumu ve çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir.

#### 3.5.4. Plantar basınç ölçümü

Çalışmada yer alan ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini uygularken destek ayaklarında oluşan plantar basınç örüntülerini belirlemek için EMED-XL (Novel gmbh, Almanya) plantar basınç değerlendirme cihazı kullanılmıştır. Katılımcılar panche denge elementini EMED-XL platformu üzerinde iki tekrar olarak uygulamıştır. Denge elementine başlamadan önce kişi platformun dışında hazır pozisyonda beklemiş ve denge elementini uygulamaya hazır olduğunda destek ayağı platform üzerine gelecek şekilde bir adım atmış, destek ayağın platforma temasının ardından FIG tarafından belirtilen kurallar çerçevesinde panche denge elementini gerçekleştirmiştir (Resim 11).



**Resim 11.** EMED-XL platform üzerinde plantar basınç ölçümü için panche denge elementinin uygulandığı

Plantar basınç değerlendirmeleri ile; MK, ZB, TA ve OB değerleri hesaplanmıştır. Elektronik pedografi sistemi ile kayıt edilen parametrelerin tanımları aşağıda belirtilmektedir:

***MK (N)***

Ayağın belirli bölgesinde ölçülen en yüksek kuvvet miktarına MK adı verilmektedir. Maksimal kuvvet, ayağın fonksiyonlarının belirlenmesinde en önemli biyomekanik parametre olarak bilinmektedir.

***ZB (kPa)***

Plantar basınç ölçümü yapılırken kullanılan platform üzerindeki her bir alıcı için ölçülen en yüksek basınç değeridir. Yapılan ölçümler ayağın ayrılmış alanlarına göre göreceli bir ZB değeri vermektedir (Orlin ve McPoil 2000; Giacomozzi 2011).

***TA (cm<sup>2</sup>)***

Platform üzerinde gerçekleştirilen hareket sırasında basıncın uygulandığı alan olarak tanımlanmaktadır.

### **3.6. EMG ve EMED-XL Sistemlerinin Eş Zamanlı (Senkron) Hale Getirilmesi**

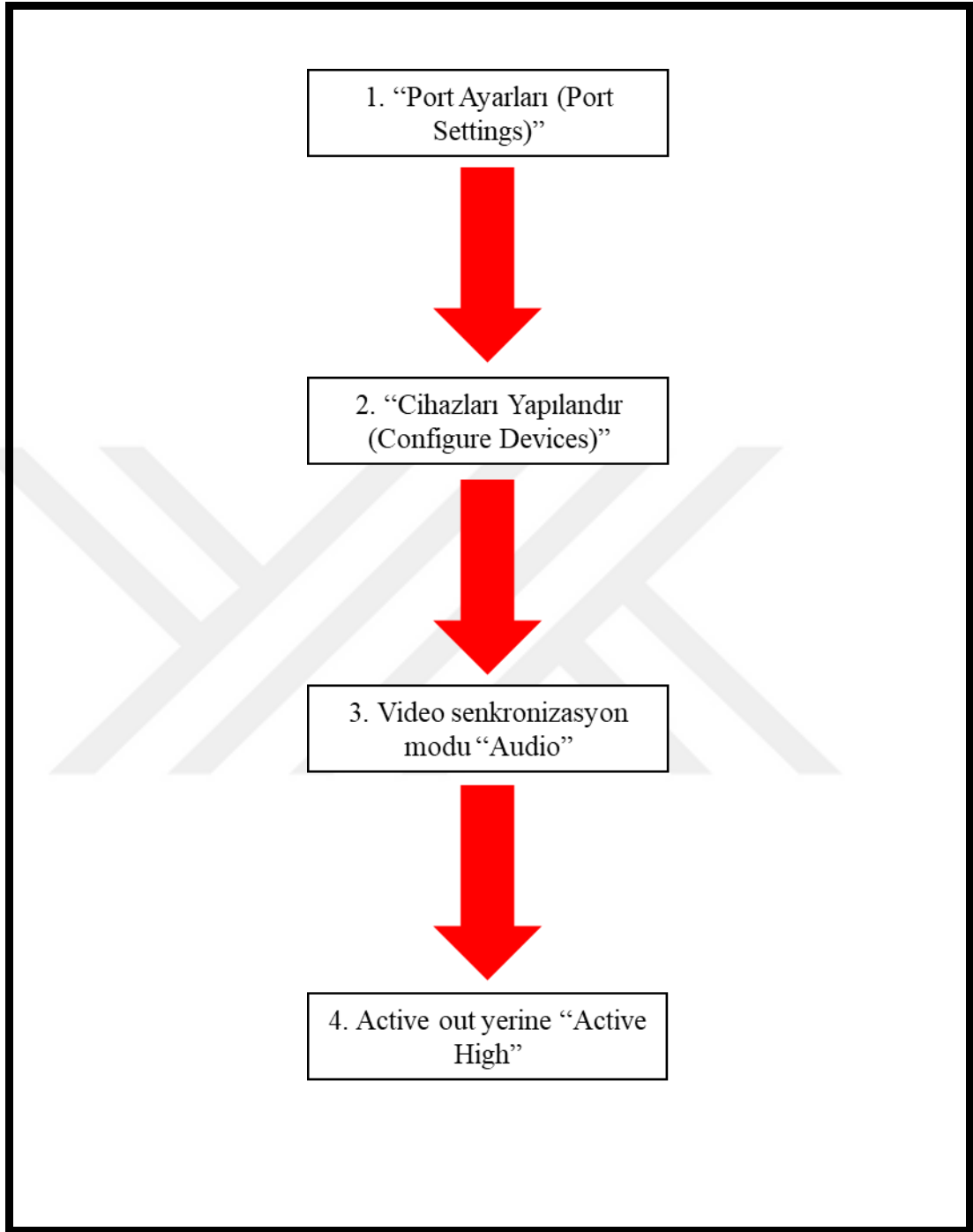
Kablosuz yüzey elektrotlarından (16 kanal) oluşan EMG sistemi (Delsys Trigno, USA) ve EMED-XL (Novel gmbh, Almanya) sistem arasındaki senkronizasyon BNC kablo bağlantısı yapabilen Delsys trigger modülü ile sağlanmıştır (Resim 12).



**Resim 12.** Delsys trigger modülü

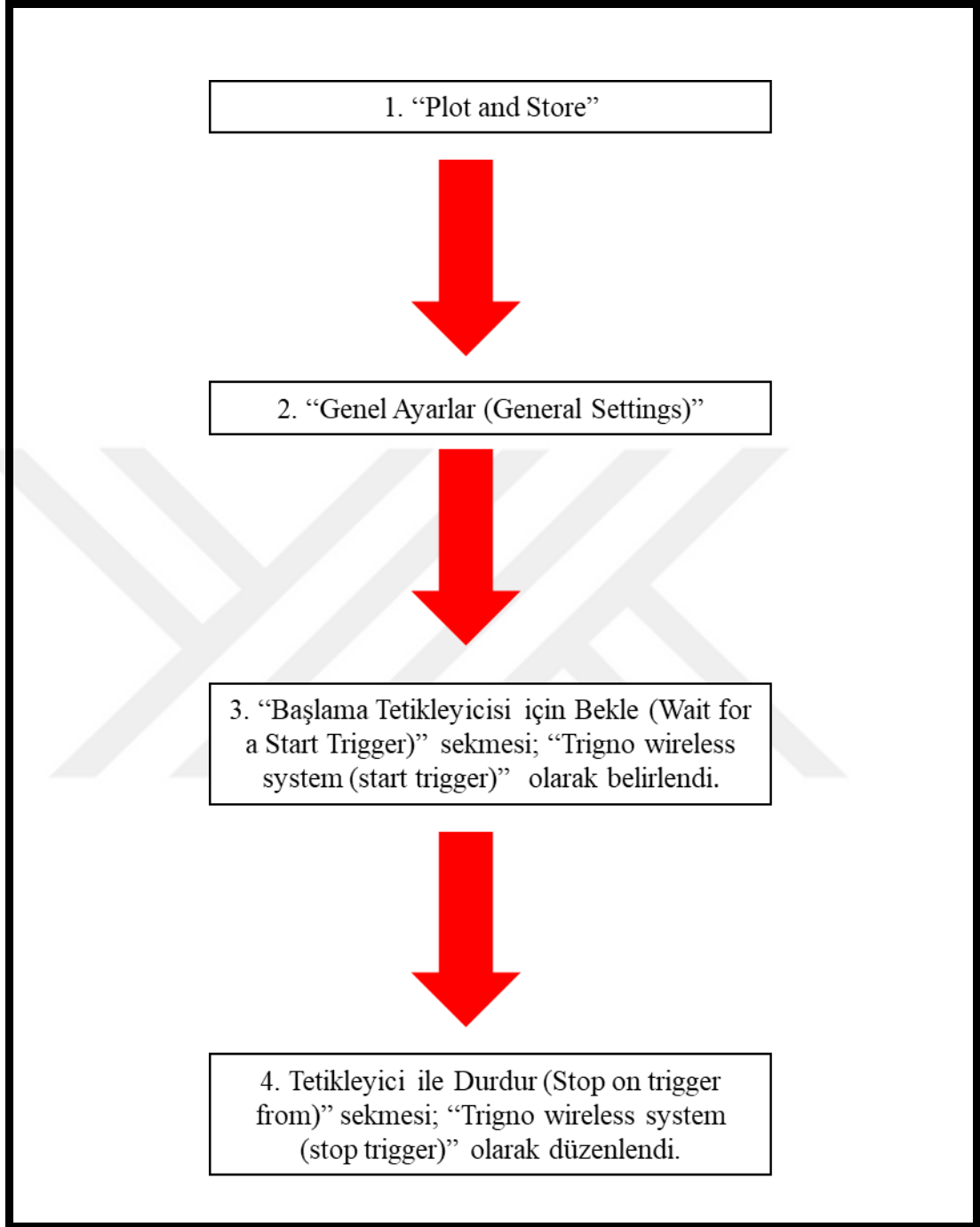
Delsys trigger modülün EMED-XL sistemden gelen uyarı ile EMG kaydını tetikleyebilmesi için her iki sistemin ayarları üzerinde aşağıda belirtilen düzenlemeler yapılmıştır (Şekil 11, 12).

*EMED-XL sistemi ayarlarında izlenen adımlar:*



**Şekil 11.** EMED-XL ve EMG sistemleri senkronizasyonu için EMED-XL program ayarları

*EMG sistemi ayarlarında izlenen adımlar:*



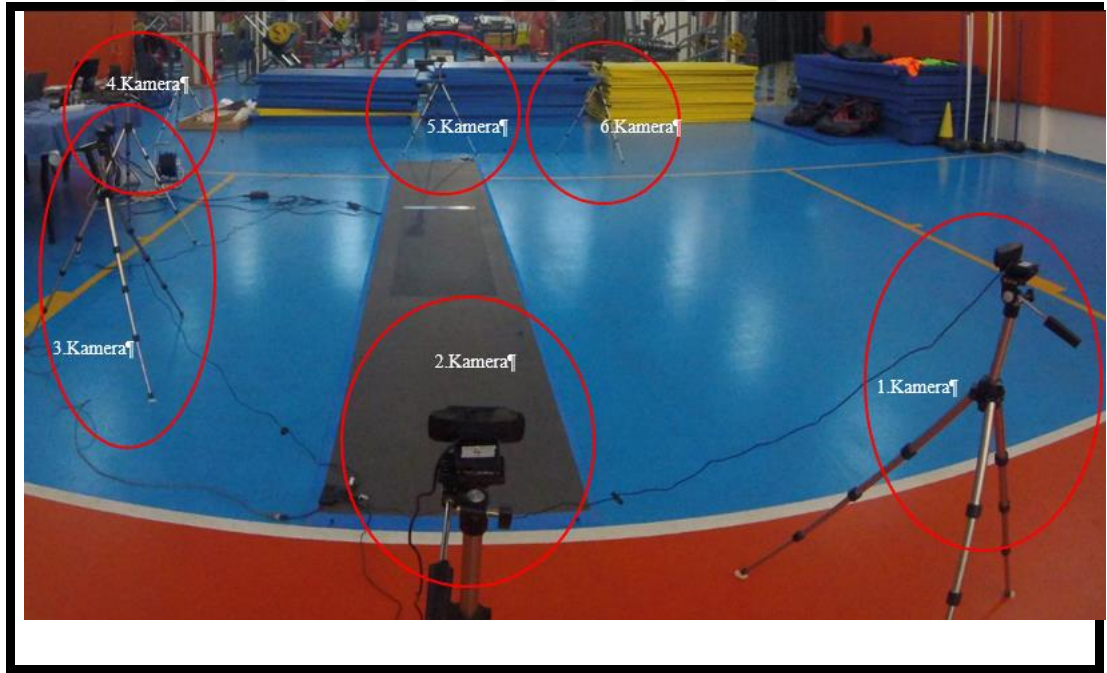
**Şekil 12.** EMED-XL ve EMG sistemleri senkronizasyonu için EMG program ayarları

Yukarıda belirtilen ayarlar düzenlendikten sonra, iki sistemin senkron (eş zamanlı) kayıt alabilmesi için, ilk olarak EMG sistemine “başlat (start)” komutu verilerek sistem açılmış, ardından EMED-XL sistemi kaydı başlatılarak EMG kaydına gönderilen sinyal ile sistemin aktive olması sağlanmıştır.

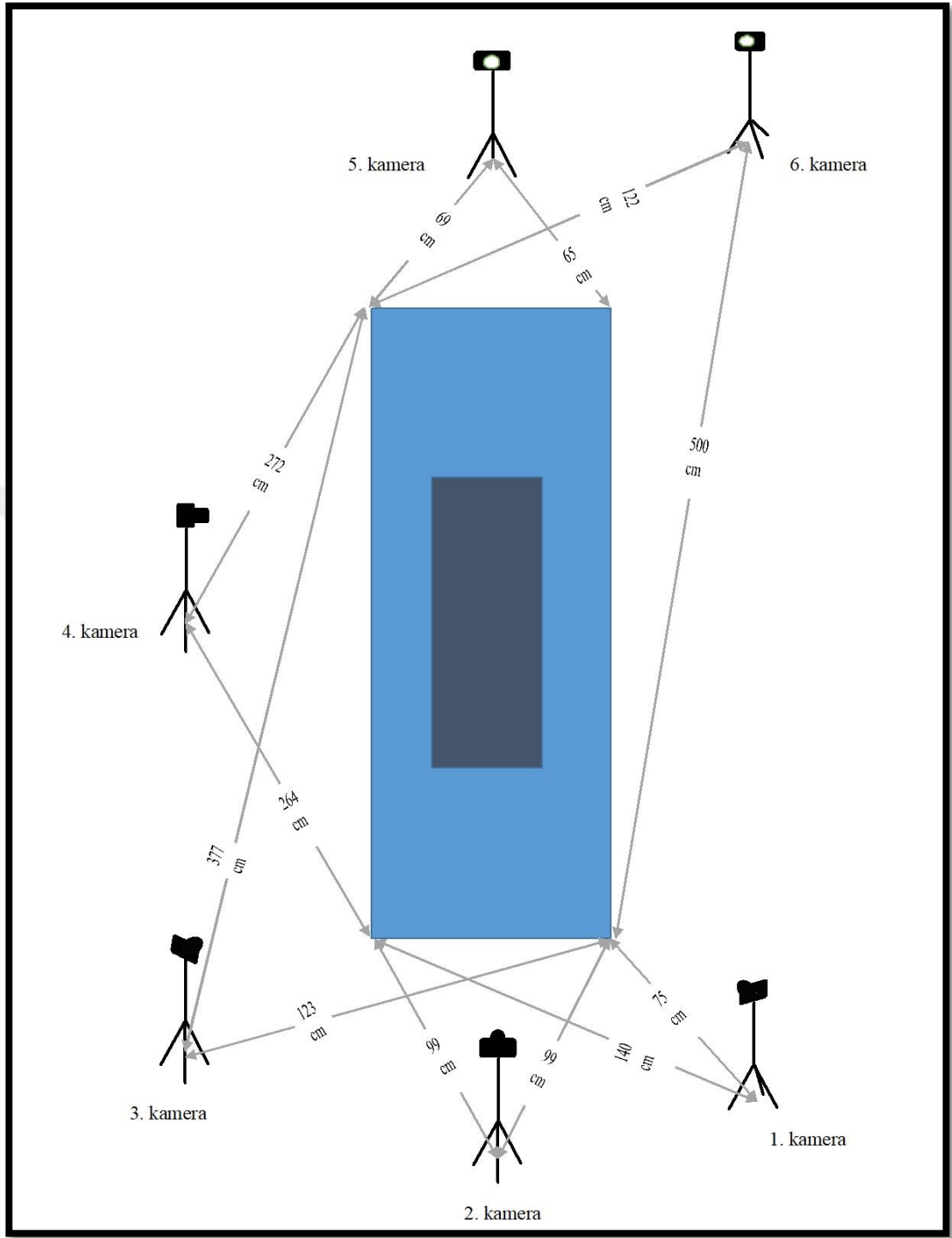
### 3.7. Kinematik Ölçüm

Ritmik cimmastik branşında sporcuların uyguladıkları elementleri gerekli teknik krtierler dahilinde yapıp yapmadıklarını anlamaları, antrenörlerin sporculara doğru tekniğe yönelik geri dönütler vermesi güçtür. Bu problemin üstesinden gelebilmek için, çalışmamızda, panche denge elementi altı adet Logitech C920 kamera kullanılarak kaydedilmiştir. Ispy yazılımı kullanılarak senkronize hale getirilen altı kamera ile panche denge elementinin uygulanışı kaydedilmiştir. Panche denge elementinin birçok farklı yönden görüntü kayıtlarının alınıp, analizlerin gerçekleştirilebilmesi için bu altı kamera EMED-XL platformu etrafına altı farklı noktaya, platform üzerinde gerçekleşen denge elementinin tamamı ekranda kaydedilecek şekilde, konularak yerleştirilmiştir (Resim 13).

Ölçüm alanının, kameraların birbirine ve platforma olan mesafeleri Şekil 13'te gösterilmiştir.



**Resim 13.** EMED-XL platrformu etrafına yerleştirilen altı kamera



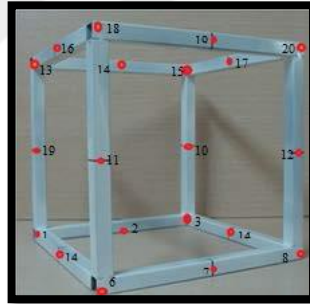
**Şekil 13.** Ölçüm alanının şematik görünümü

Altı ayrı kamera eş zamanlı kullanılarak elde edilen panche denge elementi görüntüleri “.mp4” formatında bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Görüntüler “Kinovea 0.8.15” yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir.

Kinovea antrenman analizi, değerlendirmesi ve karşılaştırmaları için kullanılan bir yazılımdır. Bu programın bazı avantajları şu şekilde belirtilmektedir: Gözlem, lm, videoların karşılaştırılması (Guzmn ve ark. 2013). Kinovea yazılımı ayrıca videonun yavaşlatılmasına, vct üzerinde yer alan yansıtıcı işaretlerin (reflective marker) takibi ile seçilmiş noktaların analizine, aı ve mesafelerin hesaplanması gibi birçok kinematik analizin yapılmasına imkan sağlamaktadır (Raiola ve ark. 2013).

Görüntülerde yer alan fazla kareleri kesmek ve  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  zamanları ve üç faz belirlenmesi için “Kinovea” yazılımında “working zone” bölgeleri belirlenerek kesme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Görüntülerde panche denge elementinin analizinde kullanılmayacak kareler altı ayrı kamera görüntüsünden kesilerek aynı kare sayısına sahip altı ayrı kamera görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler yine “.mp4” formatında bilgisayar ortamına kaydedilmiştir.

Panche denge elementi testi öncesi, 165x106x75 cm ve 12 noktadan oluşan kalibrasyon kafesi, hareket alanının olduğu yere görüntüyü engellemeyecek şekilde yerleştirilmiştir (Resim 14). Önceden lmleri alınan lmleme düzleminin (kalibrasyon kafesi) bilinen uzaysal konumları yazılıma tanıtılmıştır.



**Resim 14.** Kalibrasyon kafesi

Daha sonra analizler için kalibrasyon kafesinin boyutları kullanılarak sistemin kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 3.7.1. Markır Yerleşimi

Çalışmamızda ritmik cimnastikçilerin panche denge elementi sırasındaki kinematik analizlerinin yapılması için katılımcının panche denge elementi görüntüsü kaydedilmeden önce vcdn önceden belirlenen anatomik noktalarına) yansıtıcı işaret (markır) yerleştirilmiştir (<https://docs.vicon.com/>, Erişim tarihi: 10 Ekim 2017) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Markır yerleşimi

| Tanım                                  | Yerleşim                                                                                                                              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sağ ve sol metatarsal-phalangeal eklem | İkinci metatarsal baş üzerine, ön ayak ve orta ayak arasındaki ekinus (eqiunus) boşluğunun orta ayak tarafına                         |
| Sağ ve sol lateral malleol             | Transmalleolar eksen boyunca geçtiği varsayılan çizgi üzerinde lateral malleol üzerine                                                |
| Sağ ve sol topuk                       | Ayak markırı ile aynı seviyede ayağın plantar yüzeyin üzerine calcaneous noktasına                                                    |
| Sağ ve sol femoral epicondyle          | Sağ ve sol dizin fleksiyon/ekstansiyon eksenine üzerine                                                                               |
| Sağ ve sol anterior superior illiac    | Sağ ve sol anterior superior iliac spine üzerine                                                                                      |
| Sağ ve sol posterior superior illiac   | Sağ ve sol posterior superior iliac spine üzerine (sacro-illiac eklemlerin hemen altına)                                              |
| Sağ ve sol kalça                       | Sağ ve sol trochanter major üzerine                                                                                                   |
| Sağ ve sol omuz                        | Sağ ve sol acromio-clavicular eklem üzerine                                                                                           |
| Sağ ve sol dirsek                      | Sağ ve sol lateral epicondyle üzerine                                                                                                 |
| Sağ ve sol koltuk altı                 | Sağ ve sol koltuk altına                                                                                                              |
| Sağ ve sol el bileği markır A          | Sağ ve sol bileğin posterioru üzerinde bileğe bağlanan çizginin başparmak tarafında, bilek eklemi merkezine mümkün olduğu kadar yakın |
| Sağ ve sol el bileği markır B          | Sağ bileğin posterioru üzerinde bileğe bağlanan çizginin küçük parmak tarafında, bilek eklemi merkezine mümkün olduğu kadar yakın     |
| Sağ ve sol parmak                      | Sağ ve sol el üzerindeki orta eklem proksimaline                                                                                      |
| Sternum                                | Sternumun ksifoid (xiphoid) çıkıntısı üzerine                                                                                         |
| Alın                                   | Alnın ortasına                                                                                                                        |

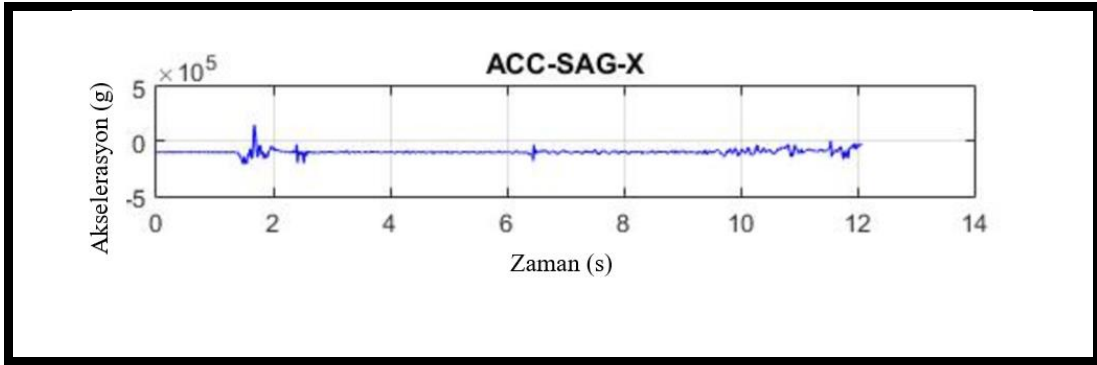
Sistem kalibresi yapıldıktan sonra; analizlerin yapılacağı t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>, t<sub>4</sub> zamanlarının her bir karesinde (frame) yansıtıcı noktalar, Kinovea görüntü analiz sistemi kullanılarak antropometrik noktaların belirlenmesi gerçekleştirilmiş ardından panche denge elementi uygulanırken her katılımcının belirlenen üç faz boyunca savurma bacağı (SB), posterior superior illiac (PSI), anterior superior illiac (ASI), destek bacak lateral malleol (SALM), sağ ve sol acromion çıkıntı (sırasıyla; SAAÇ ve SOAÇ) sağ ve sol lateral epicondyle (sırasıyla; SALE ve SOLE), eklemlerinin zamana bağlı açı değişimleri belirlenmiştir.

### 3.8. EMG, EMED-XL ve Kameralar Arasındaki Gecikme Payının Hesaplanması

Çalışmada yer alan ritmik cimnastikçilerin 13 farklı kas grubundan gelen EMG sinyalini kaydetmek için kullanılan Delsys Trigno (USA) cihazı ve denge anında destek bacakta oluşan plantar basınç değişkenleri ölçümünde kullanılan EMED-XL sistemi senkronizasyonu her iki cihaz arasında senkronizasyonu sağlayan ve üretici firma tarafından sistemle birlikte verilen, bir ucu EMG diğer ucu EMED-XL platformuna bağlanan kablo ile sağlanmıştır. Altı kameranın eş zamanlı kaydı için iki adet çoklayıcı kullanılarak tüm kameralar tek bir bilgisayara bağlanmış ve ispy yazılımı ile senkron hale getirilmiştir. EMG, EMED-XL ve kameralar arasındaki gecikme payının hesaplanması için aşağıda belirtilen yollar izlenmiştir:

#### (1) Ayakta durur pozisyondan destek bacağın ilk harekete başladığı an:

**EMG için:** Destek bacak topuğunda yer alan akselerasyon elektrotundan elde edilen sinyal, MATLAB R2015a programının deneme sürümü kullanılarak yazılan özel kodlarla analiz edilmiş, grafiği çizdirilmiş ve hareketin ilk oluştuğu an MATLAB yazılımı üzerinden analiz edilen akselerasyon sinyalinin x-eksenindeki ilk hareketlenmenin görüldüğü an olarak belirlenmiştir (Şekil 14).



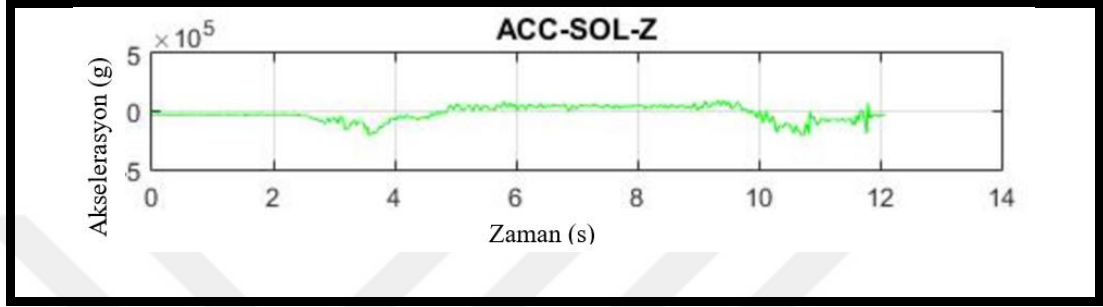
Şekil 14. Akselerasyon sinyalinin x-eksenindeki örnek grafiği

**Kameralar için:** Kinovea yazılımına yüklenen kameralar yavaşlatılarak kare-kare takibi sağlanmış ve ayakta ilk hareketin oluştuğu an belirlenmiştir.

Bu belirlemelerin ardından EMG, EMED-XL ve kameralar arasındaki gecikme payı hesaplanmıştır.

**(2) Savurma bacağına 180° olup sabitlendiği an:**

**EMG için:** Savurma bacağı topuğunda yer alan akselerasyon elektrotundan elde edilen sinyal, MATLAB programında yazılan özel kodlar ile analiz edilmiş, grafiği çizdirilmiş ve grafikten savurma bacağına 180° de sabitlenmeye başladığı an; MATLAB yazılımı üzerinden savurma bacağı topuğunda bulunan akselerasyon verisinin z-ekseninde sabitlenmeye başladığı an olarak belirlenmiştir (Şekil 15).



**Şekil 15.** Akselerasyon sinyalinin z-eksenindeki örnek grafiği

**Kameralar için:** Kinovea yazılımına yüklenen kameralar yavaşlatılarak kare-kare takibi sağlanmış ve savurma bacağına 180° açıda sabitlendiği an belirlenmiştir.

Elde edilen bu değerler kaydedilerek, sistemler arası gecikme payı hesaplanmış ve diğer hesaplamalar ile kontrolü sağlanmıştır.

**(3) Destek bacak topuğunun yerden ayrılmaya başladığı an:**

**EMG için:** Destek bacak topuğunda yer alan akselerasyon elektrotundan elde edilen sinyal, MATLAB programında yazılan özel kodlar ile analiz edilmiş, grafiği çizdirilmiş ve hareketin ilk oluştuğu an; MATLAB yazılımı üzerinden analiz edilen akselerasyon sinyalinin (destek bacak topuk) x-eksenindeki ikinci hareketlenmenin görüldüğü an olarak belirlenmiştir

**Kameralar için:** Kinovea yazılımına yüklenen kameralar yavaşlatılarak kare-kare takibi sağlanmış ve destek bacağın topuğunun yerden ayrıldığı an kaydedilmiştir.

Elde edilen bu değerler kaydedilerek, sistemler arası gecikme payı hesaplanmış ve diğer hesaplamalar ile kontrolü sağlanmıştır.

### **3.9. Verilerin İstatistiksel Analizi**

Çalışmanın istatistiksel analizleri SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) paket programının deneme sürümü kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada yer alan 15 ritmik cimmastikçiye ilişkin demografik değişkenlerin (yetenek puanı, yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, spor geçmişi, millilik sayısı, haftalık antrenman saati ve

günlük antrenman saati) ve diğer nicel değişkenlerin normal dağılıma uygunluk gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir. Her bir faz için elit ve amatör grupları; normal dağılım gösteren değişkenler bakımından bağımsız örneklem t testi ile karşılaştırılmış ve değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir. Normal dağılım göstermeyen değişkenler bakımından ise bu gruplar Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmış ve değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri medyan (25.-75. persantil) olarak belirtilmiştir. Grupxfaz etkisinin de incelenmesi için iki yönlü tekrarlı ölçümler varyans analizi (two-way repeated measures ANOVA) uygulanmış ve değişkenlerin farklı fazlarda, gruplarda ve grupxfaz etkileşimindeki tanımlayıcı istatistikleri ortalama±standart hata şeklinde verilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak kabul edilmiştir.

## 5. BULGULAR

Çalışmada yer alan ritmik cimnastikçilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Demografik değişkenlerin gruptaki tanımlayıcı istatistikleri

| DEĞİŞKENLER                              | GRUP                 |                 |
|------------------------------------------|----------------------|-----------------|
|                                          | ERC (n=9)            | ARC (n=6)       |
| Yetenek puanı                            | 7,444±1,667          | 2,500±1,049     |
| Yaş (yıl)                                | 14,250±1,160         | 13,000±0,000    |
| Boy (cm)                                 | 158,000±8,000        | 150,000±6,000   |
| Vücut ağırlığı (kg)                      | 43,130±8,690         | 35,710±3,150    |
| Vücut kitle indeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | 17,050±2,060         | 15,880±0,720    |
| Spor geçmişi (yıl)                       | 9,630±1,510          | 6,710±1,380     |
| Millilik sayısı                          | 6,500 (4,250-13,000) | 0 (0,000-0,000) |
| Haftalık antrenman sayısı (gün)          | 5 (5,000-6,000)      | 5 (5,000-5,000) |
| Günlük antrenman saati (sa)              | 4 (4,000-5,000)      | 5 (4,000-5,000) |

Panche denge elementinin ERC ve ARC gruplarında sayılıp sayılmama durumu incelendiğinde; ERC için başarı oranı %100 iken, ARC için bu oran %16,666’dır.

### 4.1. Birinci Faz Plantar Basınç Sonuçları

Elit ritmik cimnastikçiler ve amatör ritmik cimnastikçiler grupları arasında birinci fazda destek ayakta izlenen plantar basınç değişkenleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 7, 8).

**Tablo 7.** Birinci faz için normal dağılım gösteren plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER           | GRUP           |                |       |    |       |
|-----------------------|----------------|----------------|-------|----|-------|
|                       | ERC (n=9)      | ARC (n=6)      | t     | sd | p     |
| MK (N)                | 438,743±83,591 | 391,280±26,860 | 1,235 | 13 | 0,239 |
| TA (cm <sup>2</sup> ) | 86,106±21,169  | 85,274±5,955   | 0,093 | 13 | 0,928 |
| ZB (kPa)              | 351,397±99,934 | 285,270±51,221 | 1,483 | 13 | 0,162 |

sd: Serbestlik derecesi

**Tablo 8.** Birinci faz için normal dağılım göstermeyen plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP                   |                        |        |       |
|-------------|------------------------|------------------------|--------|-------|
|             | ERC (n=9)              | ARC (n=6)              | U      | p     |
| OB (kPa)    | 52,638 (45,263-54,023) | 46,165 (44,388-50,024) | 15,000 | 0,181 |

#### 4.2. Birinci Faz Kassal Aktivasyon Sonuçları

Elit ritmik cimmastikçiler ve amatör ritmik cimmastikçiler grupları arasında birinci fazda MGAS, MPL, MVM, MRF, MBF, MRABD, MES, MDM, MTM ve MGM kasları bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 9). Elit ritmik cimmastikçilerin deltoid kasının birinci fazda kasılma yüzdesi ARC grubundan anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur ( $p=0,018$ ) (Tablo 10).

**Tablo 9.** Birinci faz için normal dağılım gösteren kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER  | GRUP          |               | t      | sd    | p     |
|--------------|---------------|---------------|--------|-------|-------|
|              | ERC (n=9)     | ARC (n=6)     |        |       |       |
| MGAS (%MİK)  | 69,721±21,255 | 47,950±19,818 | 1,994  | 13    | 0,068 |
| MPL (%MİK)   | 63,262±27,473 | 56,185±5,952  | 0,747  | 9,094 | 0,474 |
| MVM (%MİK)   | 31,055±18,681 | 27,294±15,460 | 0,408  | 13    | 0,690 |
| MRF (%MİK)   | 6,282±2,142   | 8,860±5,413   | -1,303 | 13    | 0,215 |
| MBF (%MİK)   | 7,293±3,251   | 9,253±2,423   | -1,256 | 13    | 0,231 |
| MRABD (%MİK) | 3,392±1,863   | 2,415±1,863   | 1,145  | 13    | 0,273 |
| MES (%MİK)   | 73,247±15,779 | 77,721±31,394 | -0,368 | 13    | 0,719 |
| MPM (%MİK)   | 2,276±0,568   | 2,510±0,989   | -0,587 | 13    | 0,567 |
| MTM (%MİK)   | 61,953±14,893 | 53,007±23,404 | 0,911  | 13    | 0,379 |
| MGM (%MİK)   | 22,041±10,077 | 24,314±13,240 | -0,368 | 13    | 0,719 |

**Tablo 10.** Birinci faz için normal dağılım göstermeyen kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP                   |                        |        |               |
|-------------|------------------------|------------------------|--------|---------------|
|             | ERC (n=9)              | ARC (n=6)              | U      | p             |
| MTA (%MİK)  | 36,950 (25,870-45,355) | 39,065 (29,876-42,650) | 26,000 | 0,955         |
| MVL (%MİK)  | 26,059 (28,905-58,710) | 32,425 (17,573-59,236) | 25,000 | 0,864         |
| MDM (%MİK)  | 27,250 (24,825-43,235) | 16,800 (16,368-26,508) | 7,000  | <b>0,018*</b> |

\*:  $p<0,05$

### 4.3. Birinci Faz Kinematik Analiz Sonuçları

Birinci faz SB ve PSI açısı değişkenlerinin zamana bağlı değişimi iki grup için farklı bulunmuştur (sırasıyla;  $p=0,029$ ,  $p=0,020$ ). Savurma bacağı açısında gözlenen değişim ERC grubu için ARC grubundan anlamlı olarak daha büyüktür. Posterior superior illiac açısı değişimi ise ARC grubunda ERC grubundan anlamlı olarak daha fazladır (Tablo 11).

**Tablo 11.** Birinci faz için normal dağılım gösteren kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP           |                | t      | sd | p             |
|-------------|----------------|----------------|--------|----|---------------|
|             | ERC (n=9)      | ARC (n=6)      |        |    |               |
| SB (°)      | 164,182±11,898 | 149,505±10,461 | 2,450  | 13 | <b>0,029*</b> |
| PSI (°)     | 116,080±11,826 | 132,803±12,171 | -2,653 | 13 | <b>0,020*</b> |
| ASI (°)     | 79,797±5,180   | 81,550±10,738  | -0,390 | 13 | 0,703         |
| SOAÇ (°)    | 165,282±15,822 | 156,228±6,707  | 1,312  | 13 | 0,212         |
| SAAÇ (°)    | 159,428±17,540 | 144,662±6,607  | 1,952  | 13 | 0,073         |

\*:  $p<0,05$

**Tablo 12.** Birinci faz için normal dağılım göstermeyen kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP                      |                           | U      | p     |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------|-------|
|             | ERC (n=9)                 | ARC (n=6)                 |        |       |
| SOLE (°)    | 177,417 (176,233-179,625) | 175,667 (171,823-177,587) | 14,000 | 0,145 |
| SALE (°)    | 178,667 (178,208-179,958) | 177,708 (176,188-178,852) | 13,000 | 0,113 |

### 4.4. İkinci Faz Plantar Basınç Sonuçları

Plantar basınç değişkenleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemektedir ( $p>0,05$ ) (Tablo 13, 14).

**Tablo 13.** İkinci faz için normal dağılım gösteren plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER           | GRUP            |                | t     | sd | p     |
|-----------------------|-----------------|----------------|-------|----|-------|
|                       | ERC (n=9)       | ARC (n=6)      |       |    |       |
| MK (N)                | 437,257±81,672  | 396,231±26,367 | 1,177 | 13 | 0,269 |
| TA (cm <sup>2</sup> ) | 87,669±20,693   | 87,123±4,787   | 0,063 | 13 | 0,951 |
| ZB (kPa)              | 330,485±105,290 | 263,094±90,046 | 1,282 | 13 | 0,222 |

**Tablo 14.** İkinci faz için normal dağılım göstermeyen plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP                   |                        |        |       |
|-------------|------------------------|------------------------|--------|-------|
|             | ERC (n=9)              | ARC (n=6)              | U      | p     |
| OB (kPa)    | 51,849 (44,422-53,365) | 46,155 (43,522-47,854) | 18,000 | 0,328 |

#### 4.5. İkinci Faz Kassal Aktivasyon Sonuçları

İkinci faz süresince MPM kasılma yüzdesi iki grup için farklıdır ( $p=0,029$ ). Amatör ritmik cimmastikçiler grubu için MPM kasılma yüzdesi ERC grubundan anlamlı olarak daha yüksektir (Tablo 15).

**Tablo 15.** İkinci faz için normal dağılım gösteren kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP           |                | t      | sd    | p             |
|-------------|----------------|----------------|--------|-------|---------------|
|             | ERC (n=9)      | ARC (n=6)      |        |       |               |
| MTA (%MİK)  | 52,678±29,831  | 39,195±9,175   | 1,062  | 13    | 0,307         |
| MGAS (%MİK) | 111,282±28,708 | 115,305±28,382 | -0,267 | 13    | 0,794         |
| MPL (%MİK)  | 75,645±31,732  | 68,608±25,097  | 0,455  | 13    | 0,657         |
| MVL (%MİK)  | 31,588±18,710  | 26,643±12,593  | 0,564  | 13    | 0,582         |
| MRF (%MİK)  | 4,552±1,937    | 4,821±2,191    | -0,251 | 13    | 0,806         |
| MBF (%MİK)  | 16,491±2,744   | 23,926±10,910  | -1,635 | 5,424 | 0,158         |
| MES (%MİK)  | 68,804±16,742  | 66,823±15,370  | 0,232  | 13    | 0,820         |
| MDM (%MİK)  | 26,576±12,555  | 20,571±5,342   | 1,096  | 13    | 0,293         |
| MPM (%MİK)  | 2,263±0,767    | 4,646±2,801    | -2,458 | 13    | <b>0,029*</b> |
| MTM (%MİK)  | 57,605±14,452  | 52,738±22,642  | 0,512  | 13    | 0,617         |
| MGM (%MİK)  | 17,829±9,189   | 16,505±6,151   | 0,308  | 13    | 0,763         |

\*:  $p<0,05$

**Tablo 16.** İkinci faz için normal dağılım göstermeyen kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER  | GRUP                   |                        |        |       |
|--------------|------------------------|------------------------|--------|-------|
|              | ERC (n=9)              | ARC (n=6)              | U      | p     |
| MVM (%MİK)   | 19,300 (16,675-38,540) | 28,421 (17,305-60,763) | 19,500 | 0,388 |
| MRABD (%MİK) | 2,2300 (1,160-4,360)   | 1,660 (1,208-3,323)    | 25,000 | 0,864 |

#### 4.6. İkinci Faz Kinematik Analiz Sonuçları

İkinci faz kinematik değişkenler için SB ve PSI açısı zamana bağlı değişimleri her iki grup için istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (sırasıyla;  $p=0,016$ ,  $p=0,003$ ). Elit ritmik cimnastikçiler grubu SB açısı değişimi ARC grubundan anlamlı olarak daha yüksek iken, PSI açısı, ARC grubu için ERC grubundan daha yüksek değerde gözlenmiştir (Tablo 17).

**Tablo 17.** İkinci faz için normal dağılım gösteren kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP           |                | t      | sd | p              |
|-------------|----------------|----------------|--------|----|----------------|
|             | ERC (n=9)      | ARC (n=6)      |        |    |                |
| SB (°)      | 184,556±3,903  | 177,449±6,074  | 2,778  | 13 | <b>0,016*</b>  |
| PSI (°)     | 100,452±5,751  | 115,898±10,583 | -3,680 | 13 | <b>0,003**</b> |
| ASI (°)     | 72,827±5,697   | 68,063±11,918  | 1,047  | 13 | 0,314          |
| SAAC (°)    | 148,178±13,714 | 140,123±8,179  | 1,285  | 13 | 0,221          |

\*:  $p<0,05$

\*\* :  $p<0,01$

**Tablo 18.** İkinci faz için normal dağılım göstermeyen kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP                      |                           | U      | p     |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------|-------|
|             | ERC (n=9)                 | ARC (n=6)                 |        |       |
| SALM (°)    | 90,000 (90,000-96,217)    | 91,458 (90,000-7,219)     | 24,000 | 0,776 |
| SOLE (°)    | 178,667 (174,118-179,958) | 173,365 (165,271-179,193) | 15,000 | 0,181 |
| SALE (°)    | 179,500 (178,351-180,000) | 176,844 (173,375-179,094) | 10,000 | 0,049 |
| SOAC (°)    | 161,060 (147,833-167,083) | 151,502 (147,995-161,104) | 20,000 | 0,456 |

#### 4.7. Üçüncü Faz Plantar Basınç Sonuçları

Üçüncü fazda destek ayakta izlenen plantar basınç değişkenleri bakımından ERC ve ARC grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 19).

**Tablo 19.** Üçüncü faz için plantar basınç değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER           | GRUP           |                | t     | sd | p     |
|-----------------------|----------------|----------------|-------|----|-------|
|                       | ERC (n=9)      | ARC (n=6)      |       |    |       |
| MK (N)                | 417,341±68,986 | 370,814±28,845 | 1,549 | 13 | 0,145 |
| TA (cm <sup>2</sup> ) | 46,074±6,474   | 41,995±6,874   | 1,167 | 13 | 0,264 |

|          |                 |                |       |    |       |
|----------|-----------------|----------------|-------|----|-------|
| ZB (kPa) | 433,431±136,357 | 391,550±32,953 | 0,730 | 13 | 0,479 |
| OB (kPa) | 94,938±27,604   | 91,262±11,138  | 0,307 | 13 | 0,764 |

#### 4.8. Üçüncü Faz Kassal Aktivasyon Sonuçları

Üçüncü faz kassal aktivasyon stratejileri ERC ve ARC grupları bakımından istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 20).

**Tablo 20.** Üçüncü faz için normal dağılım gösteren kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP          |               | t      | sd | p     |
|-------------|---------------|---------------|--------|----|-------|
|             | ERC (n=9)     | ARC (n=6)     |        |    |       |
| MGAS (%MİK) | 78,795±25,821 | 88,997±19,681 | -0,818 | 13 | 0,428 |
| MPL (%MİK)  | 75,938±40,145 | 68,715±24,452 | 0,392  | 13 | 0,701 |
| MVL (%MİK)  | 58,237±25,915 | 50,287±10,700 | 0,705  | 13 | 0,493 |
| MVM (%MİK)  | 48,015±25,958 | 37,600±15,183 | 0,881  | 13 | 0,340 |
| MBF (%MİK)  | 27,699±12,312 | 41,012±15,067 | -1,880 | 13 | 0,083 |
| MPM (%MİK)  | 1,904±0,583   | 2,517±0,975   | 0,238  | 13 | 0,150 |
| MTM (%MİK)  | 58,958±20,027 | 45,240±25,491 | 1,168  | 13 | 0,264 |
| MGM (%MİK)  | 42,288±28,498 | 47,008±32,639 | -0,309 | 13 | 0,762 |

**Tablo 21.** Üçüncü faz için normal dağılım göstermeyen kassal aktivasyon değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER  | GRUP                   |                         | U      | p     |
|--------------|------------------------|-------------------------|--------|-------|
|              | ERC (n=9)              | ARC (n=6)               |        |       |
| MTA (%MİK)   | 22,210 (15,535-37,635) | 26,950 (15,535-37,635)  | 26,000 | 0,955 |
| MRF (%MİK)   | 11,810 (8,518-18,420)  | 13,980 (9,468-41,635)   | 22,000 | 0,607 |
| MRABD (%MİK) | 4,078 (2,425-5,405)    | 2,110 (1,785-4,233)     | 15,000 | 0,181 |
| MES (%MİK)   | 73,890 (71,105-83,435) | 84,250 (45,263-112,693) | 22,000 | 0,607 |
| MDM (%MİK)   | 23,680 (20,145-32,060) | 20,690 (17,533-29,213)  | 21,000 | 0,529 |

#### 4.9. Üçüncü Faz Kinematik Analiz Sonuçları:

Üçüncü faz süresince SB ve PSI değişimleri ERC ve ARC grupları arasında istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p=0,001$ ). Savurma bacağı açısı değişimi ERC grubunda ARC'ye göre daha yüksektir ( $p=0,002$ ), ARC grubu PSI açısı değişimi ise ERC grubundan anlamlı olarak daha büyüktür ( $p=0,001$ ) (Tablo 22).

**Tablo 22.** Üçüncü faz için normal dağılım gösteren kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP            |               | t      | sd | p              |
|-------------|-----------------|---------------|--------|----|----------------|
|             | ERC (n=9)       | ARC (n=6)     |        |    |                |
| PSI (°)     | 99,323±8,477    | 118,260±8,753 | -4,186 | 13 | <b>0,001**</b> |
| ASI (°)     | 71,843±7,759    | 68,773±9,992  | 0,671  | 13 | 0,514          |
| SALM (°)    | 112,310±9,392   | 106,978±5,868 | 1,231  | 13 | 0,240          |
| SOLE (°)    | 177,492±2,798   | 173,167±5,982 | 1,904  | 13 | 0,079          |
| SOAÇ (°)    | 157,602±105,079 | 157,100±8,666 | 0,073  | 13 | 0,943          |
| SAAÇ (°)    | 145,933±15,678  | 142,429±7,833 | 0,503  | 13 | 0,624          |

**Tablo 23.** Üçüncü faz için normal dağılım göstermeyen kinematik analiz değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER | GRUP                      |                           | U      | p              |
|-------------|---------------------------|---------------------------|--------|----------------|
|             | ERC (n=9)                 | ARC (n=6)                 |        |                |
| SB (°)      | 182,667 (181,561-184,833) | 178,195 (171,521-180,630) | 2,000  | <b>0,002**</b> |
| SALE (°)    | 179,500 (177,661-180,000) | 178,000 (172,875-179,188) | 13,500 | 0,113          |

\*\* : p<0,01

#### 4.10. Plantar Basınç İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Sonuçları

Grupların ana etkileri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 24).

**TABLO 24.** Nicel değişkenlerin gruplardaki tanımlayıcı istatistikleri ve grupların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları (plantar basınç değişkenleri)

| DEĞİŞKENLER           | GRUP           |                | p     |
|-----------------------|----------------|----------------|-------|
|                       | ERC (n=9)      | ARC (n=6)      |       |
| MK (N)                | 431,114±21,126 | 387,225±25,874 | 0,212 |
| TA (cm <sup>2</sup> ) | 73,283±3,837   | 71,464±4,700   | 0,769 |
| ZB (kPa)              | 371,771±24,830 | 313,304±30,410 | 0,160 |
| OB (kPa)              | 67,463±4,136   | 61,335±5,065   | 0,366 |

Fazların ana etkileri arasında MK, TA, ZB ve OB değişkenleri bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur (p=0,001) (Tablo 25). Buna göre;

**MK (N):** Üçüncü fazda destek bacak tarafından yere uygulanan kuvvet birinci ve ikinci fazlardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (sırasıyla; p<0,01 ve p=0,001). Her üç fazda yere uygulanan kuvvetler büyüklük açısından karşılaştırıldığında, birinci

ve ikinci fazda yere uygulanan kuvvetlerin üçüncü fazdan daha büyük olduğu görülmektedir.

**TA (cm<sup>2</sup>):** Üçüncü fazda destek ayağın temas alanı birinci ve ikinci fazlardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (her iki çoklu karşılaştırma için  $p<0,01$ ). Destek bacak temas alanının üçüncü fazda, birinci ve ikinci fazdan daha küçük olduğu görülmektedir.

**ZB (kPa):** Destek bacağın ikinci faz süresince yere uyguladığı zirve basınç değeri üçüncü fazda uygulanandan istatistiksel olarak farklıdır ( $p=0,003$ ). Üçüncü fazda zirve basınç değeri ikinci faza göre daha büyüktür.

**OB (kPa):** Üçüncü fazda destek ayağın yere uyguladığı OB birinci ve ikinci fazlardan anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,01$ ) ve üçüncü fazda destek bacağın yere uyguladığı OB değeri diğer iki fazdan büyüktür.

**TABLO 25.** Plantar basınç değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER           | FAZLAR         |                    |                   | p             |
|-----------------------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|
|                       | 1. Faz         | 2. Faz             | 3. Faz            |               |
| MK (N)                | 416,687±17,867 | 416,744±17,425     | 394,078±15,020*** | <b>0,001*</b> |
| TA (cm <sup>2</sup> ) | 85,690±4,483   | 87,396±4,349       | 44,034±1,747***   | <b>0,001*</b> |
| ZB (kPa)              | 318,333±22,290 | 296,789±26,274**** | 412,490±28,698    | <b>0,001*</b> |
| OB (kPa)              | 50,430±3,039   | 49,666±3,538       | 93,100±5,990***   | <b>0,001*</b> |

\*:  $p<0,01$

\*\*\* : Üçüncü faz, birinci ve ikinci fazlardan istatistiksel olarak farklıdır.

\*\*\*\* : İkinci faz, üçüncü fazdan istatistiksel olarak farklıdır.

Farklı fazlarda ölçülen plantar basınç değişkenlerinin gruplarla etkileşimi anlamsız bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Tablo 26).

**TABLO 26.** Plantar basınç değişkenlerinin grup x faz etkileşimine göre tanımlayıcı istatistikleri ve etkileşim sonuçları

| DEĞİŞKENLER           | ERC (n=9)      |                |                | ARC (n=6)      |                |                | P     |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|                       | 1. Faz         | 2. Faz         | 3. Faz         | 1. Faz         | 2. Faz         | 3. Faz         |       |
| MK (N)                | 438,744±22,600 | 437,257±22,041 | 417,341±18,999 | 394,630±27,679 | 396,231±26,995 | 370,814±23,269 | 0,591 |
| TA (cm <sup>2</sup> ) | 86,106±5,671   | 87,669±5,501   | 46,074±2,210   | 85,274±6,945   | 87,123±6,737   | 41,995±2,707   | 0,760 |
| ZB (kPa)              | 351,397±28,195 | 330,485±33,234 | 433,431±36,301 | 285,270±34,532 | 263,094±40,704 | 391,550±44,459 | 0,887 |
| OB (kPa)              | 53,991±3,844   | 53,459±4,476   | 94,938±7,576   | 46,868±4,708   | 45,874±5,482   | 91,262±9,279   | 0,781 |

#### 4.11. Kassal Aktivasyon İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Sonuçları

Gruplar kassal aktivasyon değişkenleri bakımından incelendiğinde; sadece MBF ve MPM değişkenleri açısından grupların ana etkileri arasında anlamlı farklılık olduğu ve her iki değişken ortalamasının ARC grubunda daha büyük olduğu bulunmuştur (sırasıyla;  $p=0,037$ ,  $p=0,030$ ) (Tablo 27).

**TABLO 27.** Nicel değişkenlerinin gruplardaki tanımlayıcı istatistikleri ve grupların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları (kassal aktivasyon değişkenleri)

| DEĞİŞKENLER  | GRUP         |              | P             |
|--------------|--------------|--------------|---------------|
|              | ERC (n=9)    | ARC (n=6)    |               |
| MTA (%MİK)   | 41,595±4,670 | 34,496±5,720 | 0,354         |
| MGAS (%MİK)  | 86,600±6,668 | 84,084±8,166 | 0,815         |
| MPL (%MİK)   | 78,790±6,164 | 64,502±7,550 | 0,166         |
| MVL (%MİK)   | 43,312±5,126 | 38,027±6,278 | 0,526         |
| MVM (%MİK)   | 34,964±4,550 | 34,520±5,572 | 0,952         |
| MRF (%MİK)   | 9,421±2,604  | 13,201±3,189 | 0,375         |
| MBF (%MİK)   | 17,161±2,063 | 24,731±2,526 | <b>0,037*</b> |
| MRABD (%MİK) | 3,487±0,641  | 2,679±0,785  | 0,440         |
| MES (%MİK)   | 72,812±6,717 | 76,407±8,226 | 0,740         |
| MDM (%MİK)   | 29,756±3,562 | 20,998±4,362 | 0,144         |
| MPM (%MİK)   | 2,148±0,280  | 3,224±0,343  | <b>0,030*</b> |
| MTM (%MİK)   | 59,506±5,276 | 50,329±6,461 | 0,291         |
| MGM (%MİK)   | 27,386±4,632 | 29,276±5,674 | 0,800         |

\* :  $p<0,05$

Kassal aktivasyon değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları Tablo 28’de verilmiştir. Buna göre;

**MGAS:** Birinci faz kasılma miktarı ikinci ve üçüncü fazdan farklı bulunmuştur (sırasıyla;  $p<0,001$  ve  $p=0,001$ ). Birinci fazdaki kasılma büyüklüğü ortalaması diğer fazlardan daha büyüktür. Ayrıca, ikinci fazdaki kasılma miktarı da üçüncü fazdan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde büyüktür ( $p=0,008$ ).

**MPL:** Birinci faz kasılma miktarı üçüncü fazdan farklı ve daha küçüktür ( $p=0,029$ ).

**MVL:** İkinci faz kasılma miktarı üçüncüden farklı ve daha küçüktür ( $p=0,004$ ).

**MRF:** İkinci faz için MRF kasılma miktarı birinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde küçüktür (sırasıyla;  $p=0,009$  ve  $p=0,023$ ).

**MBF:** Birinci faz kasılma miktarı ortalaması ikinci ve üçüncü faz ortalamalarından anlamlı olarak küçük bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Ayrıca, ikinci faz kasılma miktarı da üçüncü fazdan farklıdır ( $p=0,004$ ) ve ikinci fazdaki kasılma miktarı üçüncü fazdan daha küçüktür.

**MRABD:** İkinci faz kasılma miktarı üçüncü fazdan farklı ve daha küçüktür ( $p=0,029$ ).

**MPM:** İkinci faz kasılma miktarı üçüncü fazdan istatistiksel olarak anlamlı ve büyüktür ( $p=0,024$ ).

**MGM:** Üçüncü faz kasılma miktarı birinci ve ikinci fazdan anlamlı olarak daha büyüktür (sırasıyla;  $p=0,009$  ve  $p=0,006$ ).

**TABLO 28.** Kassal aktivasyon değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları

| DEĞİŞKENLER  | FAZLAR                      |                               |                             | p              |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|
|              | 1. Faz                      | 2. Faz                        | 3. Faz                      |                |
| MTA (%MİK)   | 38,804±5,155                | 45,936±6,346                  | 29,395±4,528                | 0,096          |
| MGAS (%MİK)  | 58,836±5,459 <sup>λ</sup>   | 113,294±7,532 <sup>****</sup> | 83,896±6,232                | <b>0,001**</b> |
| MPL (%MİK)   | 59,724±5,762 <sup>λλλ</sup> | 72,126±7,736                  | 83,088±7,355                | <b>0,042*</b>  |
| MVL (%MİK)   | 38,634±5,938                | 29,113±4,381 <sup>****</sup>  | 54,262±5,635                | <b>0,001**</b> |
| MVM (%MİK)   | 29,175±4,615                | 32,244±5,747                  | 42,808±5,912                | 0,152          |
| MRF (%MİK)   | 7,571±0,989                 | 4,687±0,537 <sup>λλ</sup>     | 21,675±5,592                | <b>0,012*</b>  |
| MBF (%MİK)   | 8,273±0,780 <sup>λ</sup>    | 20,209±1,871 <sup>****</sup>  | 34,356±3,541                | <b>0,001**</b> |
| MRABD (%MİK) | 2,904±0,427                 | 2,691±0,565 <sup>****</sup>   | 3,659±0,624                 | <b>0,025*</b>  |
| MES (%MİK)   | 75,484±6,080                | 67,814±4,276                  | 80,531±8,748                | 0,206          |
| MDM (%MİK)   | 27,124±3,044                | 23,574±2,738                  | 25,434±3,479                | 0,295          |
| MPM (%MİK)   | 2,393±0,200                 | 3,454±0,484 <sup>****</sup>   | 2,211±0,200                 | <b>0,033*</b>  |
| MTM (%MİK)   | 57,480±4,910                | 55,172±4,756                  | 52,099±5,873                | 0,538          |
| MGM (%MİK)   | 23,178±3,085                | 17,167±2,149                  | 44,648±7,646 <sup>***</sup> | <b>0,001**</b> |

\* :  $p<0,05$  ; \*\* :  $p<0,01$

\*\*\* : Üçüncü faz, birinci ve ikinci fazlardan istatistiksel olarak farklıdır.

\*\*\*\* : İkinci ve üçüncü faz istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

<sup>λ</sup> : Birinci faz, ikinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak farklıdır.

<sup>λλ</sup> : İkinci faz, birinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak farklıdır.

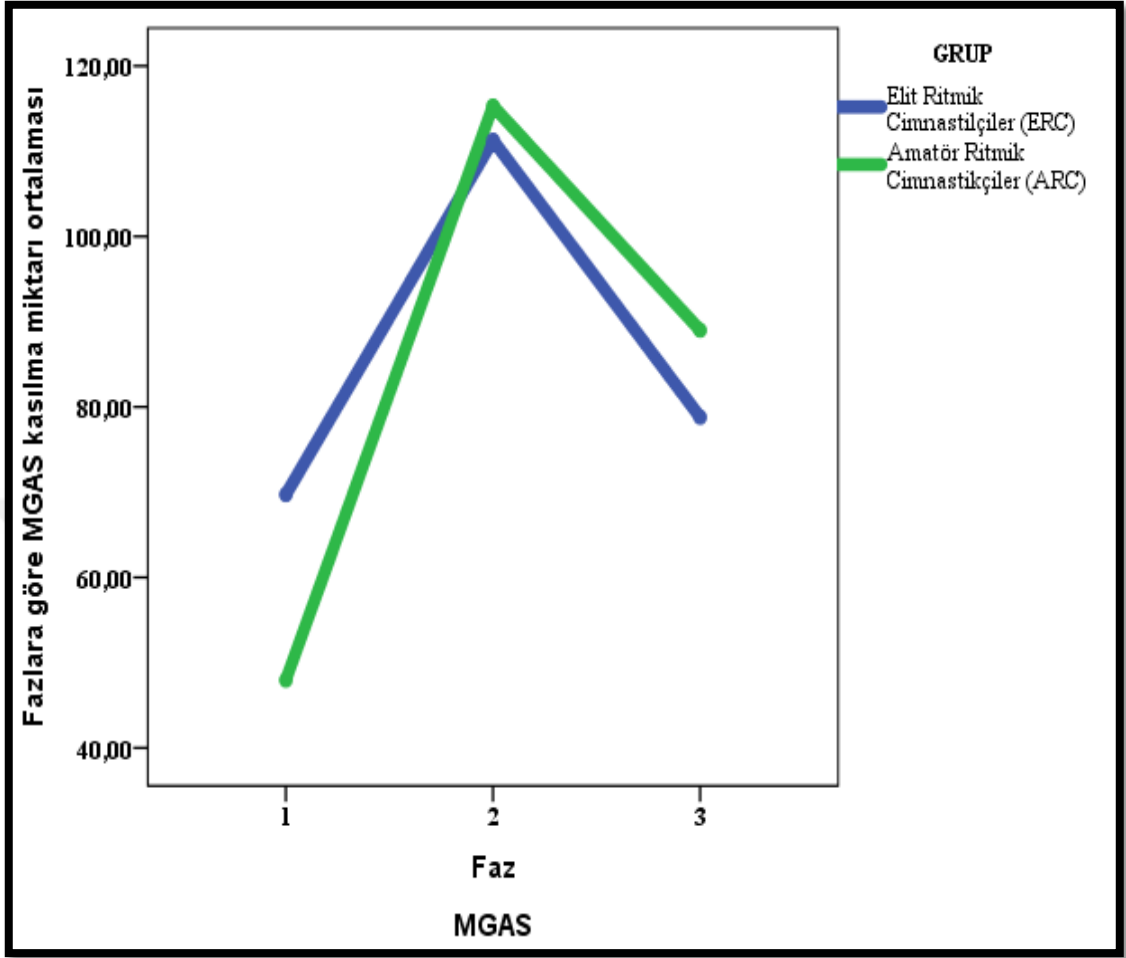
<sup>λλλ</sup> : Birinci ve üçüncü faz istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

MGAS değişkeni bakımından faz ve grup etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ( $p=0,048$ ) (Tablo 29).

**TABLO 29.** Kassal aktivasyon değişkenlerinin grup x faz etkileşimine göre tanımlayıcı istatistikleri ve etkileşim sonuçları

| DEĞİŞKENLER  | ERC (n=9)    |               |               | ARC (n=6)    |                |               | P             |
|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
|              | 1. Faz       | 2. Faz        | 3. Faz        | 1. Faz       | 2. Faz         | 3. Faz        |               |
| MTA (%MİK)   | 40,856±6,521 | 52,678±8,028  | 31,251±5,791  | 36,753±7,986 | 39,195±9,832   | 27,540±7,093  | 0,636         |
| MGAS (%MİK)  | 69,721±6,905 | 111,282±9,528 | 78,795±7,803  | 47,950±8,456 | 115,305±11,669 | 88,997±9,654  | <b>0,048*</b> |
| MPL (%MİK)   | 63,262±7,289 | 75,645±9,786  | 97,463±9,304  | 56,185±8,927 | 68,607±11,985  | 68,714±11,395 | 0,370         |
| MVL (%MİK)   | 40,116±7,511 | 31,584±5,542  | 58,237±7,128  | 37,152±9,199 | 26,643±6,787   | 50,287±8,730  | 0,918         |
| MVM (%MİK)   | 31,055±5,837 | 25,822±7,270  | 48,015±7,478  | 27,294±7,149 | 38,667±8,904   | 37,600±9,159  | 0,259         |
| MRF (%MİK)   | 6,282±1,251  | 4,552±0,679   | 17,429±7,074  | 8,860±1,533  | 4,822±0,832    | 25,922±8,663  | 0,518         |
| MBF (%MİK)   | 7,293±0,987  | 16,491±2,367  | 27,699±4,480  | 9,253±1,208  | 23,926±2,899   | 41,012±5,486  | 0,176         |
| MRABD (%MİK) | 3,392±0,540  | 2,921±0,715   | 4,146±0,790   | 2,415±0,661  | 2,460±0,875    | 3,162±0,967   | 0,692         |
| MES (%MİK)   | 73,247±7,690 | 68,804±5,409  | 76,386±11,066 | 77,721±9,419 | 66,823±6,625   | 84,677±13,553 | 0,680         |
| MDM (%MİK)   | 34,141±3,851 | 26,576±3,464  | 28,551±4,401  | 20,107±4,716 | 20,572±4,242   | 22,317±5,390  | 0,169         |
| MPM (%MİK)   | 2,276±0,253  | 2,263±0,613   | 1,904±0,253   | 2,510±0,309  | 4,645±0,751    | 2,517±0,310   | 0,064         |
| MTM (%MİK)   | 61,953±6,211 | 57,605±6,016  | 58,958±7,429  | 53,007±7,607 | 52,738±7,368   | 45,240±9,099  | 0,628         |
| MGM (%MİK)   | 22,042±3,902 | 17,829±2,718  | 42,288±9,671  | 24,314±4,779 | 16,505±3,329   | 47,008±11,845 | 0,778         |

\* :  $p<0,05$



**Şekil 16.** MGAS değişkenine ilişkin grup x faz etkileşim grafiği

Birinci ve ikinci faz arası geçen süre boyunca her iki grubun MGAS kasılma miktarı ortalaması artmıştır. Amatör ritmik cimnastikçiler grubundaki artışın ERC'den daha hızlı olduğu görülmektedir. Ancak ikinci ve üçüncü faz arasındaki sürede her iki grubun MGAS ortalaması kasılma miktarı azalma göstermiştir ve ERC grubundaki azalma ARC grubundan daha hızlıdır (Şekil 16).

#### **4.12. Kinematik Analiz İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler Varyans Analizi Sonuçları**

Gruplar kinematik analiz değişkenleri bakımından incelendiğinde; SB ve PSI değişkenleri bakımından grupların ana etkileri arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (sırasıyla  $p=0,003$  ve  $p=0,002$ ). Amatör ritmik cimnastikçiler grubuna

göre ERC grubunda SB değişkeninin ortalaması daha büyük iken PSI açısı değişkeninin ortalaması daha küçüktür (Tablo 30).

**TABLO 30.** Nicel değişkenlerin gruplardaki tanımlayıcı istatistikleri ve grupların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları (kinematik analiz değişkenleri)

| DEĞİŞKENLER | GRUP          |               | p              |
|-------------|---------------|---------------|----------------|
|             | ERC (n=9)     | ARC (n=6)     |                |
| SB (°)      | 177,675±1,672 | 167,931±2,048 | <b>0,003**</b> |
| PSI (°)     | 105,285±2,844 | 122,321±3,483 | <b>0,002**</b> |
| ASI (°)     | 74,872±2,476  | 72,795±3,033  | 0,605          |
| SALM (°)    | 98,410±1,061  | 96,680±1,300  | 0,321          |
| SOLE (°)    | 177,215±1,404 | 173,364±1,720 | 0,107          |
| SALE (°)    | 178,816±1,141 | 176,062±1,398 | 0,151          |
| SOAÇ (°)    | 160,735±4,066 | 155,675±4,980 | 0,445          |
| SAAÇ (°)    | 151,180±4,249 | 142,404±5,204 | 0,214          |

\*\* : p<0,01

**SB (°):** Savurma bacağına zamana bağlı açı değişimi birinci fazda, ikinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (p<0,01). İkinci ve üçüncü fazlar için savurma bacağı açı değişimlerinin birinci fazdan daha büyük değerlere sahip olduğu görülmüştür.

**PSI (°):** Birinci faz için sırtın zamana bağlı açı değişiminin ikinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği (p<0,01) ve birinci faz değerlerinin diğer iki fazdan daha büyük olduğu görülmüştür.

**ASI (°):** Birinci faz için gövdenin zamana bağlı açı değişiminin ikinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği görülmüştür (sırasıyla; p<0,01 ve p=0,002) ve birinci faz değerlerinin diğer iki fazdan daha büyüktür.

**SALM (°):** Destek bacak ayak bileği açısının zamana bağlı değişiminin birinci faz için ikinci ve üçüncü fazlardan farklı olduğu görülmektedir (sırasıyla; p=0,046, p<0,01). Birinci fazda izlenen ayak bileği açısı ikinci ve üçüncü fazlara göre daha düşük bulunmuştur. İkinci faz ayak bileği açısının zamana bağlı değişimi üçüncü fazdan farklı ve daha küçüktür (p<0,01).

**SOAÇ (°):** Sol omuz ekleminde izlenen zamana bağlı açı değişimi birinci fazda ikinci fazdan farklı ve daha büyük olarak bulunmuştur (p=0,013).

**SAAÇ (°):** Birinci faz sağ omuz zamana bağlı açı değişiminin ikinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği (p<0,001) ve birinci faz değerlerinin diğer iki fazdan daha büyük olduğu görülmüştür.

**TABLO 31.** Kinematik analiz değişkenlerinin fazlara göre tanımlayıcı istatistikleri ve fazların ana etkilerinin karşılaştırma sonuçları

| DEğİşKENLER | FAZLAR                     |                              |               | p              |
|-------------|----------------------------|------------------------------|---------------|----------------|
|             | 1. Faz                     | 2. Faz                       | 3. Faz        |                |
| SB (°)      | 156,843±3,995 <sup>λ</sup> | 181,002±1,279                | 180,563±1,202 | <b>0,001**</b> |
| PSI (°)     | 124,441±3,152 <sup>λ</sup> | 108,175±2,099                | 108,792±2,262 | <b>0,001**</b> |
| ASI (°)     | 80,748±2,056 <sup>λ</sup>  | 70,445±2,276                 | 70,308±2,289  | <b>0,001**</b> |
| SALM (°)    | 90,000±0,000 <sup>λ</sup>  | 92,991±1,071 <sup>****</sup> | 109,644±2,165 | <b>0,001**</b> |
| SOLE (°)    | 175,743±1,101              | 174,797±1,353                | 175,329±1,136 | 0,502          |
| SALE (°)    | 177,979±0,565              | 177,359±0,906                | 176,979±1,327 | 0,319          |
| SOAÇ (°)    | 160,755±3,450              | 156,509±2,995 <sup>¥</sup>   | 157,351±3,424 | <b>0,006**</b> |
| SAAÇ (°)    | 152,045±3,783 <sup>λ</sup> | 144,151±3,134                | 144,181±3,485 | <b>0,001**</b> |

<sup>\*\*</sup> : p<0,01

<sup>λ</sup> : Birinci faz, ikinci ve üçüncü fazlardan istatistiksel olarak farklıdır.

<sup>¥</sup> : İkinci faz ile birinci faz istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

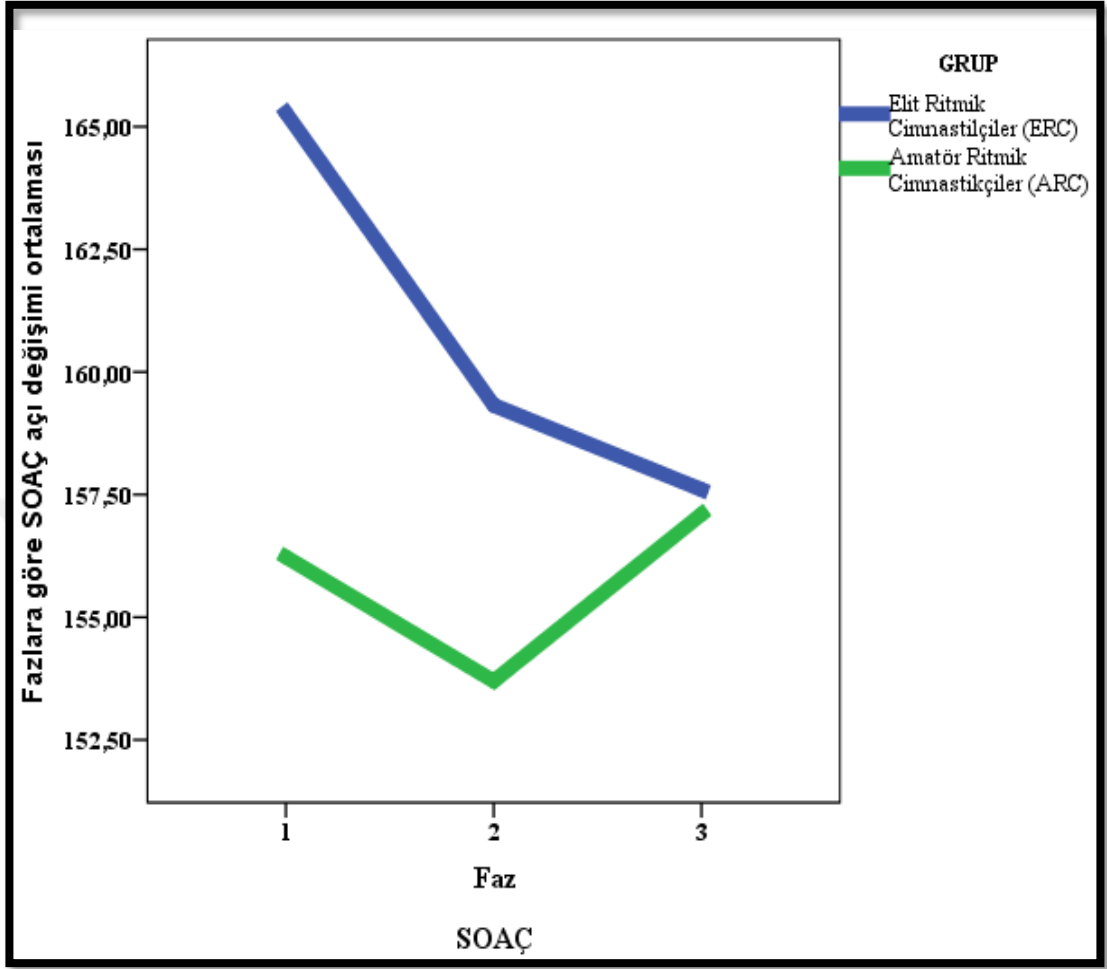
<sup>\*\*\*\*</sup> : İkinci faz ve üçüncü faz istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

SOAÇ ve SAAÇ değişkenleri bakımından faz ve grup etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur (sırasıyla p=0,008 ve p=0,005) (Tablo 32).

**TABLO 32.** Kinematik analiz değişkenlerinin grup x faz etkileşimine göre tanımlayıcı istatistikleri ve etkileşim sonuçları

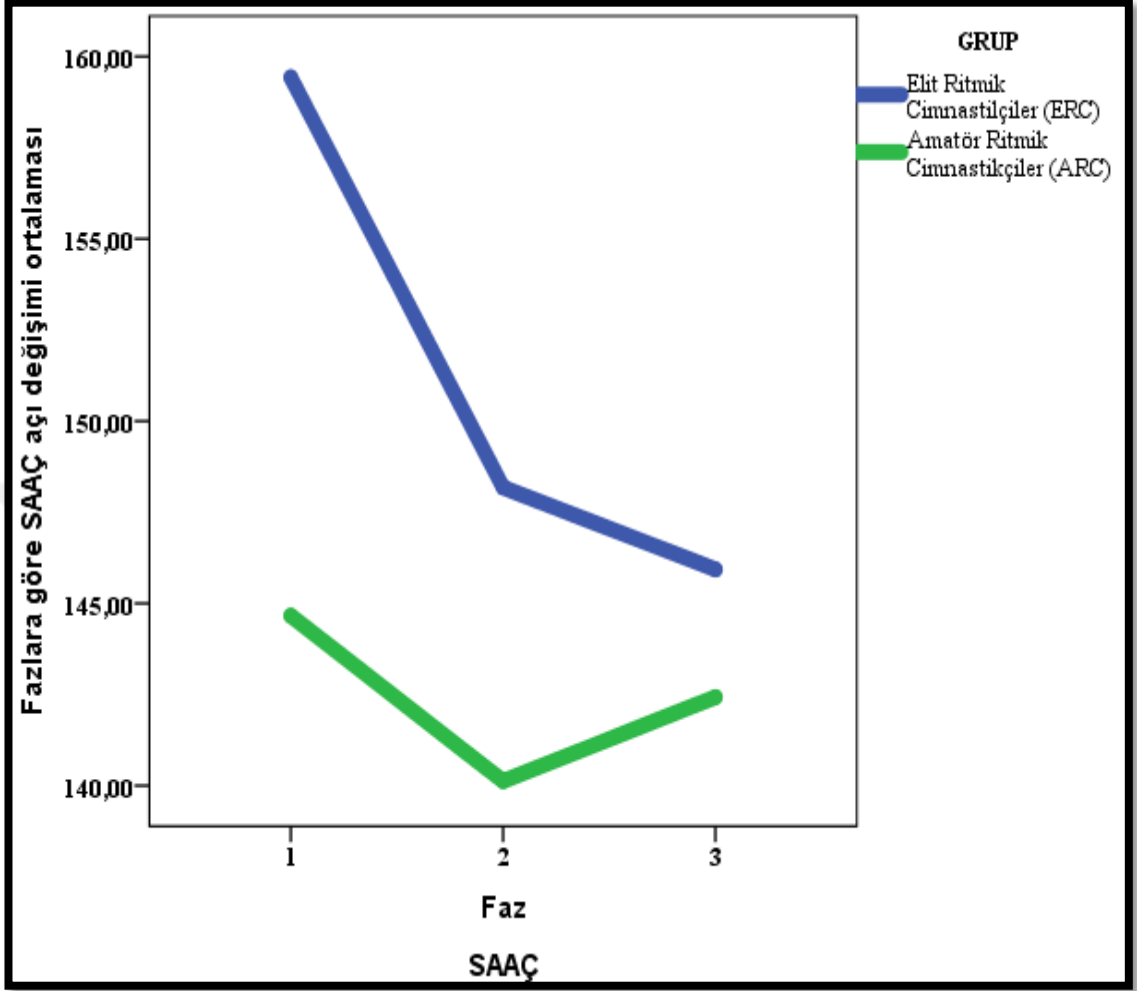
| DEĞİŞKENLER | ERC (n=9)     |               |               | ARC (n=6)     |               |               | P              |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|             | 1. Faz        | 2. Faz        | 3. Faz        | 1. Faz        | 2. Faz        | 3. Faz        |                |
| SB (°)      | 164,182±3,789 | 184,556±1,618 | 184,288±1,521 | 149,505±4,640 | 177,449±1,982 | 176,839±1,863 | 0,270          |
| PSI (°)     | 116,079±3,986 | 100,452±2,655 | 99,323±2,861  | 132,803±4,882 | 115,898±3,251 | 118,260±3,504 | 0,699          |
| ASI (°)     | 79,947±2,600  | 72,827±2,879  | 71,843±2,895  | 81,550±3,185  | 68,062±3,526  | 68,773±3,546  | 0,210          |
| SALM (°)    | 90,000±0,000  | 92,919±1,354  | 112,310±2,739 | 90,000±0,000  | 93,062±1,659  | 106,978±3,355 | 0,282          |
| SOLE (°)    | 177,163±1,393 | 176,989±1,711 | 177,492±1,437 | 174,323±1,706 | 172,604±2,096 | 173,167±1,760 | 0,555          |
| SALE (°)    | 178,685±0,715 | 179,069±1,146 | 178,693±1,678 | 177,273±0,876 | 175,649±1,403 | 175,264±2,056 | 0,249          |
| SOAÇ (°)    | 165,282±4,363 | 159,320±3,788 | 157,602±4,331 | 156,228±5,344 | 153,699±4,639 | 157,100±5,304 | <b>0,008**</b> |
| SAOÇ (°)    | 159,428±4,785 | 148,178±3,965 | 145,933±4,408 | 144,661±5,861 | 140,123±4,856 | 142,429±5,398 | <b>0,005**</b> |

\*\* : p<0,01



**Şekil 17.** SOAÇ değişkenine ilişkin grup x faz etkileşim grafiği

Tüm fazlarda ERC grubu sporcularının SOAÇ açısı değişimi ortalaması ARC grubundan daha yüksektir. Birinci ve ikinci faz arası geçen sürede her iki grubun da SOAÇ açısı değişim ortalaması düşmüştür. Bu düşüş ERC grubunda daha hızlıdır. Buna karşın; ikinci ve üçüncü fazlar arası geçen süre boyunca ARC grubunun SOAÇ açısı değişim ortalaması artış gösterirken, ERC grubunda düşüş daha yavaş şekilde devam ederek iki grubun SOAÇ açısı değişimleri ortalaması birbirine çok yaklaşmıştır (Şekil 17).



**Şekil 18.** SAAÇ değişkenine ilişkin grup x faz etkileşim grafiği

Tüm fazlarda ERC grubu sporcularının SAAÇ açı değişim ortalamaları ARC grubundan daha yüksektir. Birinci ve ikinci faz arası geçen sürede her iki grubun da SAAÇ açı değişimleri ortalaması düşmüştür. Bu düşüş ERC grubunda daha hızlıdır. Buna karşın; ikinci ve üçüncü fazlar arası geçen süre boyunca ARC grubunun SAAÇ açı değişim ortalaması artış gösterirken, ERC grubunda düşüş daha yavaş şekilde devam etmiştir (Şekil 18).

## 6. TARTIŞMA

Bu araştırmada panche denge elementi uygulanırken;

- (1) Destek ayakta izlenen plantar basınç değişimleri,
- (2) Alt-üst ekstremitte kaslarındaki kassal aktivasyon stratejileri ve
- (3) Belirlenen eklemlerin kinematik parametrelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, elit ve amatör düzeyde ritmik cimnastikçilerin, panche denge elementini uygulama süreci;

- Birinci faz
- İkinci faz
- Üçüncü faz olacak şekilde üç farklı faza bölünmüştür.

Belirlenen bu üç fazın herbiri için 500ms öncesindeki plantar basınç, kassal aktivasyon ve kinematik ölçümler analiz edilmiştir.

Ritmik cimnastikte atletik performansın değerlendirildiği ve ritmik cimnastik branşının tekniğini analiz eden çalışma sayısı oldukça azdır (Zisi ve ark. 2009). Cimnastikçilerin pedografik, kassal ve kinematik analizlerinin eş zamanlı yapıldığı çalışmalara ise rastlanmamıştır. Bu çalışma ritmik cimnastik koreografilerinde sıklıkla kullanılan denge elementlerinden birinin pedografik, kassal ve kinematik açıdan analizlerinin eş zamanlı yapıldığı ilk çalışma olma özelliğine sahiptir. Bu sebeple, literatürde çalışma sonuçlarının karşılaştırılabileceği araştırmalara rastlanmamıştır. Buna bağlı olarak, tartışma kısmında ritmik cimnastik elementlerinin oldukça benzerlik gösterdiği bale dansçıları ve/veya diğer branş sporcuları ile yapılan benzer çalışmaları kullanılmıştır.

### 6.1. Plantar Basınç Değişkenleri

Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerin panche denge elementi sırasında destek ayaklarının yere uyguladığı MK, TA, ZB ve OB değerleri belirlenen üç faz süresince ayrı ayrı incelenmiştir. Gruplar arasında, birinci faz, ikinci faz ve üçüncü faz boyunca plantar basınç değişkenleri açısından anlamlı fark bulunmamıştır.

Elit seviyede sporcular çok küçük yaşlarda yoğun antrenman yapmaya başlamaktadır ve bu sebeple ayaklarında oluşan değişiklikler sporda risk faktörü

olarak görülmektedir (Bosch ve ark. 2007). Sporcular yürürken ya da belirli sportif görevler gerçekleştirirken ayağa yüklenme çalışmaları literatürde yer almasına rağmen (Cavanagh ve Rodgers 1987; Carson ve ark. 2012) ritmik cimnastikçilerde branşa özgü bir denge elementi sırasında destek ayakta oluşan basınç değişimlerini ya da sporcular arasında plantar yüklenme farklılıklarını inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır.

Bale gibi sürekli releve pozisyonunda hareket ettirmeyi gerektiren branşlarda; parmaklara binen plantar basınç yükünün birinci ve ikinci parmak uzunluğuna bağlı olduğu ve yaklaşık 0,14-0,58 MPa (Megapaskal) arasında değiştiği belirtilmekte ve releve pozisyonundaki basıncın, toplam basıncın yaklaşık %20-30'unu açıkladığı söylenmektedir (Kadel 2006). Balerinlerin releve pozisyonunda ayaklarında oluşan plantar basınç değişimlerinin incelendiği bir çalışmada; releve pozisyonunda durmanın ayakta sakatlığa sebep olacak derecede ya da yüksek değerlerde plantar basınç oluşturmadığı belirtilmiştir (Picon ve ark. 2000). Bulunan bu sonuçlara göre; releve pozisyonunda yüksek basınç değerlerinin istenmediği aksi takdirde sürekli parmak ucunda yapılan branşlarda ayağa binen basıncın artmasına bağlı sakatlıkların da artış göstereceği söylenebilir.

On üç profesyonel bale dansçısı (beş erkek, sekiz kadın; yaş ortalaması  $24,1 \pm 3,8$  yıl, boy uzunluğu  $170,2 \pm 8,5$  cm; vücut ağırlığı  $58,3 \pm 11,2$  kg; dans yaşı  $16,1 \pm 4,8$  yıl) ve 13 dansçı olmayan kontrol grubunun (beş erkek, sekiz kadın; yaş ortalamaları  $26,1 \pm 5,3$  yıl; boy uzunluğu  $173,3 \pm 7,3$  cm; vücut ağırlığı  $74,1 \pm 12,5$  kg) plantar basınç dağılımlarının incelendiği bir çalışmada; dansçıların kontrol grubuna göre lateral ve orta ayak bölümlerinde daha düşük zirve basınç değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Bulunan bu düşük değerlerin, dansçının supinasyon kas aktivitesi ile ayağın pronasyon pozisyonunu azaltma çabasıyla ilgili olabileceği söylenmiştir (Prochazkova ve ark. 2014). Bizim çalışmamızda elit ve amatör grup ZB değişkenleri bakımından karşılaştırıldığında; elit grubun ZB değerlerinin ikinci faz boyunca amatör gruba göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebinin katılımcı gruplarının, yaş ortalamaları, boy uzunlukları, vücut ağırlıkları ve antrenman yaşları bakımından farklılık göstermesi olabileceği düşünülmektedir. Prochazkova ve ark.'nın yaptığı çalışmada profesyonel grup için antrenman yaşı ortalama 16 yıl iken. bizim çalışmamızda yer alan elit ritmik cimnastikçilerin antrenman yaşları ortalaması 9 yıldır. Antrenman yaşına bağlı olarak dansçılarda ayak yapısında değişiklikler olması

ve bunun da ayağın yere uyguladığı basınç değerlerini etkileyebileceği düşünülmektedir. Bale dansçıları sürekli releve pozisyonunda elementler uygulamakta ve bu elementleri ritmik cimnastikçilerden farklı olarak dans formuna bağlı bale ayakabıları (pointe) kullanarak gerçekleştirmektedirler. Literatürde bale ayakkabılarının ayağı ciddi yük altında bıraktığı ve ayak yapısında değişikliklere sebep olduğu belirtilmektedir (Wilson ve Kwon 2008). Ritmik cimnastikçiler ise bale ayakkabısından farklı olarak sadece ayak parmaklarını kaplayan ve yumuşak deriden elde edilen cimnastik patiği kullanmaktadır. Bizim çalışmamızda yer alan elit grubun amatör ritmik cimnastikçilere göre daha yüksek ZB değerlerine sahip olmasının, hem sporcuların sahip olduğu antrenman yaşı hem de antrenmanlarda kullandıkları materyaller ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, bizim çalışmamızda sadece kadın sporcular için plantar basınç değişkenleri analiz edilirken, Prochazkova ve ark. bu analizleri hem erkek hem kadın sporculardan oluşan katılımcı grubu için yapmışlardır. Buna bağlı olarak, iki çalışma arasında görülen farklılığın cinsiyet faktörü ile de ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

Farklı seviyelerde yedi profesyonel bale dansçısı (iki yıldan fazla antrenman yaşına sahip olanlar) ve 14 amatör dansçının (iki yıldan az antrenman yaşına sahip olanlar) panche denge sırasında destek alanlarında farklılık olup olmadığının incelendiği araştırmada; profesyonel dansçıların panche denge boyunca sahip oldukları destek alanın amatör dansçılara göre anlamlı düşük değerde ( $p=0.033$ ) olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada araştırmacılar, performansın dansçıların sahip olduğu destek alan ile değil yaşları ile ilişkili olduğunu ve dengelerini korumak için tecrübeli olanların farklı denge stratejileri izleyebileceğini de belirtmişlerdir (Kerr ve ark. 2016). Bu çalışmada panche denge elementinin üç fazı boyunca ERC grubu için TA değişkeni ARC grubundan daha büyük olarak bulunmuştur. Kerr ve ark.'nın bulduğu sonuçlara göre elit grupta daha yüksek temas alanı değeri bulunmasının iki çalışmada yer alan katılımcı sayısı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bizim çalışmamızda altı amatör, dokuz elit ritmik cimnastikçi olmak üzere toplam 15 sporcu yer alırken, Kerr ve ark.'nın çalışmasında bu sayı 14 amatör ve yedi profesyonel dansçı olmak üzere toplam 21'dir. Katılımcı sayısındaki fazlalığa bağlı olarak, sporcuların vücut ağırlığı ortalamalarında farklılıklar olabileceği ve bunun da yere uygulanan kuvvete bağlı olarak temas alanı değişkenini de etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Buna ek olarak, bale dansçıları ve ritmik cimnastikçiler sergiledikleri hareketleri genellikle releve pozisyonunda gerçekleştirmektedirler. Ancak, bale dansçıları releveye yükseldiğinde destek ayaklarında tamamen parmak ucuna doğru bir yükseliş olmaktadır. Ritmik cimnastikçiler ise bale dansçıları gibi tamamen parmaklara yüklenmemekle birlikte topuklarını yerden yükseltmeleri çoğu zaman elementlerin gerektirdiği releve pozisyonu için yeterli olmalıdır. Buna bağlı olarak, ritmik cimnastikçilerde temas alanı değerlerinin balerinlere göre farklılık göstermesinin beklendiği bir sonuç olduğu yorumu yapılabilir.

Bale dansçıları ile yapılan bir diğer çalışmada; 14 dansçı üç farklı denge elementini (attitude devant, attitude derriere ve attitude a la second) çıplak ayak ve bale ayakkabısı kullanarak gerçekleştirmiş, ayakkabı etkisi ve farklı elementlerdeki plantar basınç değişkenleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; temas alanı ve zirve basınç değişkenlerinin bale dansçılarının sergilediği üç farklı denge elementi için anlamlı değişiklik göstermediği sonucuna ulaşılmıştır (Costa ve ark. 2013).

Bale dansçıları ufak destek alanı üzerinde elementler sergilediğinde, tek bacak üzerindeki hareketlerin bacak pozisyonunu ayarlamak ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir. Ancak bu konu ile ilgili araştırma sayısı oldukça azdır. Ritmik cimnastik branşında sergilenen hareketler balede sergilenenler ile oldukça benzer özelliklere sahiptir. Balede olduğu gibi cimnastikte de destek alanının azaldığı durumlarda denge elementlerini gerçekleştirirken tek bacak üzerinde dengeyi sağlamak için postüral gereklilikler önem kazanmaktadır. Bu hipoteze bağlı olarak çıplak ayakla gerçekleştirilen hareketlerde parmakların serbest olması sebebi ile artan bir temas alanı ve daha iyi bir stabilite gözlenmesi olasıdır (Costa ve ark. 2013). Elit grup ritmik cimnastikçilerde ikinci ve üçüncü fazda amatör gruba göre gözlenen daha büyük temas alanı literatürde yer alan bu hipotezi destekler niteliktedir.

Cimnastikte özellikle 14-16 yaş arası cimnastikçilerin performans belirleyicisi olarak algısal değişkenler (denge ve koordinasyon) gösterilirken; 17 yaş üzeri cimnastikçiler için morfolojik özellikler gösterilmektedir (Zisi ve ark. 2009). Tecrübeli, yetenekli ritmik cimnastik sporcularında (uluslararası düzeyde ve elit seviyede) element performansının kuvvet, güç ve esneklikten etkilendiği ve genel RC yeterliliğinin ise koordinasyon ve ritmik koordinasyondan etkilendiği söylenmektedir (Miletić ve ark. 2004). Literatüre bakıldığında; ritmik cimnastik branşında başarılı

performans göstermek için elit ritmik cimnastikçilerin uygun vücut fiziğine, düşük yağ oranına ve özel fiziksel yeteneklere (esneklik, patlayıcı kuvvet, koordinasyon gibi) sahip olması gerektiği söylenmektedir (Douda ve ark. 2008). Ayrıca, Kioumourtzoglou ve ark. (1997) elit ritmik cimnastikçilerin diğer cimnastikçilere göre denge becerisinde daha iyi performans gösterdiğini belirtmiştir (Kioumourtzoglou ve ark. 1997). Bu bilgiler doğrultusunda; ritmik cimnastikte panche denge elementinin sayılabilir kriterler doğrultusunda uygulanmasının (elit ritmik cimnastikçi olmak) destek ayağın yerde oluşturduğu, MK, TA ve basınç değişkenleri ile ilişkili olmadığı söylenebilir. Bu durum gerek araştırmamızda ve gerekse literatürde ortaya konulan bulgular doğrultusunda şu şekilde özetlenebilir; denge performansında başarıya ulaşmak destek ayak plantar basınç değişkenleri ile değil, sporcuların sahip olduğu teknik beceri, esneklik ve kuvvet yetileri ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca, ikinci ve üçüncü fazlarda releve anında yer ile temas eden ayak bölümünün sadece parmaklar olması sebebiyle; ağırlığı parmaklara dağıtarak daha büyük destek alanına sahip olan elit grupta panche tekniği daha başarılı uygulanmaktadır. Buna bağlı olarak, releve pozisyonunda ayağın temas alandaki artış, sporcuların denge pozisyonunu korumalarına yardımcı olmaktadır.

## **6.2. Kassal Aktivasyon Stratejileri**

Elit ve amatör düzeyde ritmik cimnastikçiler ile gerçekleştirilen bu çalışmada, panche denge elementi uygulanırken alt bacak (MTA, MGAS, MPL), üst bacak/kalça (MVL, MVM, MRF, MBF, MGM) gövde (MRABD, MES, MPM), omuz ve boyun (MDM, MTM) kaslarının kassal aktivasyon stratejileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken birinci faz, ikinci faz ve üçüncü faz için ayrı ayrı analizler gerçekleştirilmiştir.

Ritmik cimnastikte branşın tekniğini analiz eden çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Denge tekniğini analiz eden çalışma sayısı yok denecek kadar az olmakla birlikte birkaç çalışmada sıçrama becerileri için analizlerin yapıldığı görülmektedir (Dyhre-Poulsen 1987; Sousa ve Lebre 1996; Sousa ve Lebre 1998; Cichella 2009). Dyhre-Poulsen (1987) bacakların 180° açılması ile uygulanan “split” sıçrama becerisini; yer reaksiyon kuvvetleri, bacak kaslarındaki EMG aktivitesi ve görüntü analizi değişkenleri bakımından analiz etmiştir. Çalışmanın sonuçlarında; EMG aktivitesinin MGAS ve MTA için yere inmeden başladığı ve başarılı performans ile EMG örüntüsü

arasında anlamlı ilişki bulunmadığı rapor edilmiştir (Dyhre-Poulsen 1987). Ritmik cimnastikte esnekliğin, farklı elementler sergileyebilme becerisini, böylelikle cimnastikçinin teknik seviyesini ve sonuç olarak yarışmalardaki gelişimini temsil ettiği belirtilmektedir (Boligon ve ark. 2015). Antrenman tecrübesinin denge stabilitesini arttırıcı nitelikteki koordinasyon, kuvvet ve eklem genişliği becerilerini geliştirdiği bildirilmektedir (Hrysomallis 2011).

Panche denge elementine hazırlık fazında sporcular asıl faz için gerekli şekli oluşturmaya üst ekstremitelerde kolların yana doğru açılması ve iç rotasyonu ile başlamaktadırlar. Bu şekilde kolların lateral yönde kaldırılmasında omzun 15-90°'ye kadar abdüksiyonunu sağlayan deltoid kasının orta kısmı devreye girerken, kolun gerekli iç rotasyonu yapabilmesi için pectoralis major kası etkin rol oynamaktadır. Birinci faz boyunca iki grup arasında sadece MDM kası için anlamlı farklılık gözlenmiştir. Sporcuların kollarını yana doğru açıp, gövdelerini yere paralel pozisyona doğru getirmeye başladıkları birinci fazda antagonist olarak görev yapan MPM kasının gruplara göre kassal stratejilerine bakıldığında ise; ERC grubu için ARC grubundan daha düşük yüzde ile kasıldığı görülmüştür. Bulunan yüzdelere bağlı olarak, elit grupta yer alan ritmik cimnastikçilerin hazırlık fazında kollarını gerekli pozisyona getirmede deltoid kaslarını daha etkili kullandığı buna paralel olarak pectoralis major kaslarını daha az devreye soktukları görülmektedir. Amatör ritmik cimnastikçiler de benzer kassal aktivasyon stratejisi sergilemelerine rağmen, delotid kaslarında görülen maksimal istemli kasılmanın yüzdesi sporcuların başarılı performans sergilemeleri için yeterli görünmemektedir. Pectoralis major kasının amatör grupta daha yüksek yüzdeye sahip olması, bu grupta yer alan sporcuların kollarını daha iç rotasyon ile kullandığı, bu durumun da tek bacak üzerinde dengeyi sağlamalarını olumsuz etkilediği yorumu yapılabilir. Deltoid ve pectoralis major kaslarında görülen elit gruptan farklı kasılma oranına bağlı olarak, amatör ritmik cimnastikçilerde üst ekstremit eklemlerinde de farklı açı değişimleri gözlenmesi beklenmektedir, birinci fazda amatör sporcuların gerekli üst ekstremit eklemlerine ulaşamadığı, buna bağlı olarak kollarını ve omuz eklemlerini hazırlık fazında denge pozisyonuna gerektiği şekilde hazırlayamadığı, bu durumun da asıl ve bitiriş fazlarını olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Antagonist kas gruplarının aynı anda çalışma oranı ne kadar fazla ise eklem çevresinde üretilen hareket o kadar az olmakta ve bu durum segmental hareketin daha az olmasıyla sonuçlanmaktadır (Kellis ve Katis 2007). Bu durum, sakatlık önleme amaçlı eklem stabilizasyonunu sağlarken, ortaya çıkarılan hareketin etkisinin azalmasına sebebiyet vermektedir. Aslında bu durum statik denge koşullarında oldukça yararlı olmaktadır çünkü belirli bir eklem pozisyonunun agonist ve antagonistin birbirlerine benzer yüzde ile devreye girmesi eklem hareketini ortadan kaldırmakta ve stabiliteyi korumaktadır.

İkinci fazda ERC grubu MPM kasılma miktarı (MİK'nın %2,263'ü) ARC grubundan (MİK'nın %4,645'i) anlamlı düşük değerde bulunurken, üçüncü fazda kassal aktivasyon bakımından gruplar arası fark gözlenmemiştir. MPM kasının antagonisti olan MDM kası için ikinci fazda görülen kasılma oranlarına bakıldığında ise; ERC grubu deltoid kasını ikinci fazda MİK'nın %26,576'sı ile kullanırken, amatör grup için bu oran %20,571'dir. İkinci fazda, MDM kası da ARC grubunda daha yüksek değerlere sahip olsaydı, gövde fleksiyonuna karşı antagonistik bir aktivasyon göstermiş olurdu. Ancak, ikinci fazda görülen, amatör grupta daha yüksek MPM, daha düşük MDM kasılma miktarlarına bağlı olarak; bu iki kas grubunun gövdenin yere paralel tutulmasında aganoist-antagonist olarak rol oynamadıkları söylenebilir. Bu da amatör sporcuların denge elementinin en önemli fazı olan asıl fazda gövdelerini yere paralel tutamadıklarını göstermektedir. Amatör grupta MPM ve MDM kaslarında gözlenen bu kasılma şekli panche denge elementinin sayılma oranının daha düşük olmasının sebeplerinden biri olarak yorumlanabilir.

Amatör ritmik cimnastikçilerin ikinci fazda MDM, MTM ve MPM kaslarının sergilediği kasılma stratejisi dirsek ve omuz eklemleri arasındaki kinetik zincirin bozulmasına kolun yeterli açıda abdüksiyonda tutulamamasına, buna bağlı olarakta gövdenin yere paralel pozisyonda sabitlenememesine sebep olacaktır. Böylece hareketin düzgünlüğü bozulacaktır. Bu aşamada vurgulanması gereken önemli konu, panche denge elementinin her aşamasında farklı kas grupları devreye girip çıkmaktadır. Ancak bu koordinasyonun sağlanabilmesi için yoğun nörolojik özellikleri geliştirici antrenmanlar yapılması ve sporcunun öğrenmesini kolaylaştırıcı şekilde biofeedback sağlanması önerilebilir.

Ritmik cimnastikte panche denge becerisi uygulanırken dengenin sadece destek ayak parmak ucunda sağlanması gerekliliği düşünüldüğünde, performansı etkileyen birçok farklı fiziksel ve teknik beceriler olduğu görülmektedir. Panche denge becerisi gibi esneklik gerektiren bir elementte destek ayak üzerinde denge pozisyonunu sağlamak sporcular için oldukça zordur. Bununla birlikte, kural kitapçığında belirtildiği gibi sporcuların üst bacak pozisyonlarını maksimal esnekliğe getirmeleri beklenirken aynı zamanda gövdelerini de yere paralel pozisyonda tutmaları istenmektedir (FIG CoP 2017-2020). Dengenin sayılabilir kriterlerde uygulanabilmesinin, gövde pozisyonunu üstteki bacak ile bu bacağa ters tarafta yer alan omuz bölgesinin birbirine yaklaştırılarak (çaprazlanarak) sağlanabileceği söylenmektedir. Bu çaprazlama işlemi gövde yere paralel duruma doğru götürülürken, kolun gövdenin yanlara doğru açılıp, omuz ekleminden ekstansiyon hareketini gerçekleştirmeye başlaması ile birlikte oluşmaktadır. Birinci fazda elit grupta gözlenen daha yüksek MDM aktivitesine bakarak, elit seviyede sporcuların kollarını laterale kaldırıp çaprazlama işlemini panche dengeye başladıkları hazırlık fazından itibaren uyguladıkları görülmektedir. Bunun elit ve amatör grup arasında gözlenen başarılı ve başarısız performansın sebeplerinden biri olabileceği düşünülmektedir.

Kassal aktivasyon stratejileri grupların ana etkileri bakımından incelendiğinde; MBF ve MPM değişkenleri açısından grupların ana etkileri arasında anlamlı farklılık görülmüştür. Elit grup MBF kasını MİK'nın %17,161'i kullanırken, amatör grup için bu değer MİK'nın %24,731'idir. Biceps femoris kasında daha yüksek, MVL, MRF kaslarında daha düşük kasılma yüzdelerine bağlı olarak, amatör grubun destek bacaklarında dengeyi sağlayamadığı, kalçalarını buna bağlı olarakta savurma bacaklarını yeterli açıya getirmek için gerekli kassal aktivasyonu gerçekleştiremediği yorumu yapılabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında; birinci ve ikinci faz arası geçen süre boyunca her iki grubun MGAS kasılma miktarı ortalaması artmıştır (ERC için; %69,721'den %111,282'ye, ARC için %47,950'den %115,305'e) ve ARC grubundaki artışın ERC'den daha hızlı olduğu görülmektedir. Ancak ikinci ve üçüncü faz arasındaki sürede her iki grubun MGAS ortalaması kasılma miktarı azalma göstermiştir (ERC için %78,795'e, ARC için %88,997'ye düşmüştür) ve ERC grubundaki azalma ARC grubundan daha hızlı olmuştur. Panche denge elementine

hazırlık aşamasında ERC ve ARC grupları için MGAS ve bunun antagonisti olan MTA kaslarında gözlenen değişimlere bakıldığında; elit grubun hazırlık fazında hem MGAS hem de MTA kasları için sergilediği %MİK değerleri amatör gruptan daha yüksektir. Ancak, ayağın releve pozisyonuna doğru hareketlenmesi ile birlikte, hem MTA hem de MGAS kaslarında iki grup için de artış olmaktadır (agonist-antagonist ko-aktivasyon). İkinci fazda gastrocnemius kası için amatör grupta gözlenen maksimal istemli kasılma yüzdesindeki artış elit gruba göre daha hızlı ve yüksek iken MTA kasılma yüzdesi daha düşüktür. Bununla birlikte releve pozisyonunda gastrocnemius kasına antagonist kas olarak görev yapan tibialis anterior kasındaki değişime bakıldığında ise, elit grubun maksimal istemli kasılma yüzdesinin amatör gruptan daha hızla arttığı ve yükseldiği görülmektedir. Hareketin üçüncü fazına gelindiğinde ise; elit grup için agonist-antagonist kaslar (MTA ve MGAS) için maksimal istemli kasılma yüzdesindeki düşüş, amatör gruba göre daha hızla gerçekleşmektedir.

Elit ve amatör grup ritmik cimnastikçilerin özellikle ikinci ve üçüncü fazda yani releveye yükseldikleri ve bu pozisyonda dengelerini sağladıkları fazlarda elit grupta gözlenen MTA kası maksimal istemli kasılma yüzdesindeki daha hızlı artışın ve MGAS kası maksimal istemli kasılma yüzdesindeki amatör gruba göre daha düşük değerlerin sporcuların panche denge elementi için gerekli pozisyonda dengelerini sağlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Diğer bir değişle, eğer kütle merkezi arkaya doğru hareket ederse, MTA kütle merkezini tekrar öne getirmek için (counterbalance) kasılabilmektedir. Bu durum, asıl fazda elit cimnastikçilerin dengelerini sağlamak için tibialis anterior kaslarını daha hızlı ve daha etkin (daha büyük MİK yüzdesi ile) devreye sokabilme becerilerine sahip olmaları ile ifade edilebilir.

Elit cimnastikçilerde gözlenen bu agonist-antagonist kassal aktivasyon stratejisi, releve pozisyonunda elit sporcuların daha hızla parmak ucuna yükselmelerine ve yükseldikten sonra dengelerini korumalarına avantaj sağlamaktadır. Amatör grupta yer alan ritmik cimnastikçiler birinci fazdan ikinci faza geçerken gastrocnemius kaslarını hızla devreye sokmakta ve birinci faza göre maksimal istemli kasılma yüzdesini elit gruba göre daha büyük oranda arttırmaktadır. Ancak bunun tersine, tibialis anterior kaslarında görülen maksimal istemli kasılma yüzdesindeki artış çok küçük olmaktadır. Elit grubun aksine, amatör cimnastikçilerde gözlenen bu agonist-antagonist kassal

aktivasyon stratejisi ise, releve pozisyonunda amatör sporcuların ikinci fazda daha yüksek MGAS kullanımı ve daha düşük MTA maksimal istemli kasılma yüzdesi sergileyerek denge pozisyonlarını koruyamamalarına, elit gruba göre daha hızlı yorgunluk belirtisi göstermelerine ve yeterli süre releve pozisyonunda bekleyemeden hareketi bitirmelerine neden olmaktadır. Gastrocnemius kası topuğun hızlı bir şekilde yerden yükselmesinde etkin rol oynamaktadır. Amatör grupta görülen daha yüksek kasılma oranı bu grupta yer alan sporcuların releve pozisyonuna elit gruba göre daha hızla yükseldiği, bunun da denge pozisyonunda statik durmalarını olumsuz etkilediği yorumu yapılabilir. Tersine olarak elit grupta yer alan ritmik cimnastikçiler, MGAS ve MTA kaslarını daha ekonomik kullanmakta ve daha iyi performans sergilemektedir. Ayrıca, amatör grupta gözlenen, bu iki kas grubundaki kasılma stratejileri, distalden proksimale doğru kinetik zinciri bozmakta, sporcuların releve pozisyonunda dengelerini sağlayamadıkları için savurma bacağı ve gövdelerini de gerekli pozisyona ulaştıramadan hareketi sonlandırmalarına sebep olmaktadır.

Alwan 2016 yılında yaptığı çalışmasında, elit-amatör grup karşılaştırması yapmamış, sadece denge elementinin biyomekaniksel kassal prensiplerini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; destek bacakta gastrocnemius kasının diğer kas gruplarına oranla daha büyük değerlere sahip olduğu, bu kas grubunu tibialis anterior ve soleus kaslarının takip ettiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızın fazlara göre ana etkilerinin karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında da; MGAS kasının MİK'nın %113,294'ü ile kasılarak 13 kas içerisinde en yüksek kasılma yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. Bu kası; %72,126 ile MPL ve %45,936 ile MTA takip etmektedir. Kasılma stratejilerinde görülen değişime bakarak sporcuların panche denge elementine hazırlık aşamasında dengelerini sağlamak için gastrocnemius kaslarını diğer iki faza oranla daha fazla kullandığı söylenebilir. Ayrıca, parmak ucuna yükseldikleri ikinci faz boyunca MGAS için görülen kasılmanın üçüncü fazdan daha yüksek değerde olması da dengeyi sağlamak için gastrocnemius kasının kullanımının önemli olduğunu belirtmektedir. Bulunan maksimal istemli kasılma yüzdelere bakılarak, çalışmamızın sonuçlarının literatürde yer alan Alwan (2016)'nın bulduğu sonuçlara paralellik gösterdiği söylenebilir.

Panche denge becerisinde 13 farklı kasın maksimal istemli kasılmanın yüzdesi olarak kasılma miktarları incelendiğinde; MGAS dışında, MPL, MVL, MRF, MBF,

MRABD, MPM ve MGM kaslarının da fazlara göre farklılık gösterdiği bulunmuştur. Kuadriseps kas grubu, vücut ağırlığından kaynaklı yüklenmelerde, diz eklemine korumak için görev yapmakta ve ayakta dururken diz eklemine bükülmesini önlemektedir. Ayrıca, MRF kalçaya fleksiyon yaptıran kas olarak görev yapmaktadır. Bu sebeple, ikinci ve üçüncü fazda sporcuların, destek ayakları üzerinde statik durabilmesi için MVL, MVM, MRF kaslarıyla önemli rol oynamaktadır. Elit grupta bu MVL kası için görülen daha büyük kasılma yüzdesine bağlı olarak, sporcuların denge pozisyonlarını daha iyi koruduğu yorumu yapılabilir.

Sporcuların panche dengeyi sayılabilir kriterlerde uygulaması için asıl faz boyunca yeterli süre releve pozisyonunda dengelerini sağlamaları büyük önem arz etmektedir. Sporcuların asıl fazda dengelerini korumaları, savurma bacaklarında sahip oldukları açılı genişliğiyle birlikte başarılı performans göstermelerine etki eden en önemli etmenlerden biridir. Gövdenin geriye gitmemesi için distalden proksimale doğru MTA ve MRF (MVL-MVM) kasları ağırlık merkezini toparlama görevi gerçekleştirmektedirler. Bu nedenle, anterior bacak kaslarında görülen kassal aktivasyon yüzdesi posteriorda yerleşim gösteren bacak kaslarının aktivasyon yüzdesinden daha yüksektir.

İkinci fazda MRABD kası elit grupta maksimal istemli kasılmanın %3,487'si ile kullanılırken, bu oran amatör grup için %2,679'dur. Bunun tersine MES elit grupta %72,812, amatör grupta %76,407 oranında kasılma gerçekleştirmiştir. Karın kasları gövde fleksiyonunu sağlarken, MES gövde ekstansiyonunda görev yapmaktadır. Asıl fazda gövdenin fleksiyona getirilip, yere paralel pozisyonda tutulması yer çekimine karşı gerçekleştirilen bir harekettir. Gövdenin bu sabitleme işlemi MRABD ve MES kaslarının kullanımı ile gerçekleşmektedir. Erector spinae kasının ikinci fazda yer çekimine karşı gövdeyi yukarıda tutmak için devreye girdiği düşünülmektedir. İki kas grubunda gözlenen bu değişimlere bağlı olarak, panche denge elementinin ikinci fazında elit grubun gövdeyi yere paralel pozisyonda tutmak için MES kasını amatör gruba göre daha az kullandığı ve buna bağlı olarak karın kaslarında gözlenen kasılmanın daha büyük olduğu söylenebilir. Agonist-antagonist kaslarda izlenen bu değerlere göre; denge pozisyonunda gövdeyi yere paralel tutmak için karın kaslarının önemi ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda ritmik cimnastikçilerin kaslarında görülen farklılığa bakarak şu genellenenin yapılabileceği düşünülmektedir:

Sporcular denge elementine hazırlık aşamasında, savurma bacaklarını panche denge elementi için gerekli pozisyona taşıırken, destek bacaklarında dengelerini sağlamaları için en çok kasılmayı gösteren kaslar MGAS ve MRF olmaktadır. MGAS en çok ikinci fazda devreye girerken MRF üçüncü fazda hızla artış göstermektedir. Denge için gerekli pozisyon sağlandıktan sonra bu pozisyonu devam ettirebilmeleri için devreye giren kaslar; MGAS, MBF ve MPM kaslarıdır. MBF üçüncü fazda en yüksek değerde kasılırken, MPM ikinci fazda maksimaldir. Son faza gelindiğinde ise; dengeyi bitirebilmek adına etkinleşen kas grupları MPL, MVL, MBF, MRABD ve MGM kasları olarak gözlenmektedir. Son fazda diğer fazlara göre farklılık gösteren bu beş kasta maksimal değerlerine ulaşmaktadır.

Bu çalışmada, panche denge elementi sırasında destek bacak kas grupları ve savurma bacağına çapraz tarafta yer alan karın ve sırt kasları için aktivasyon farklılıkları analiz edilmiştir. Sporcularda görülen performans farklılıklarının denge sürecinde savurma bacaklarında izlenen kasların gösterdiği kasılma stratejileri ile de ilişkili olabileceği düşünülmektedir. İlerleyen süreçlerde, destek bacakla birlikte savurma bacağı kassal aktivasyon stratejilerinin araştırılmasının yararlı olacağına inanılmaktadır.

### **6.3. Kinematik Analiz Değişkenleri**

Sportif elementlerin kinematik tanımlayıcı analizlerinin yapılması antrenman temelini oluşturmaktadır. Ancak literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında ritmik cimnastiğin kinematik analizlerini içeren çalışma sayısı oldukça azdır (Cichella 2009). Literatürde yer alan bu eksikliği giderebilmek adına elit ve amatör düzeyde yarışan 15 ritmik cimnastikçinin branşın en çok kullanılan hareketlerinden biri olan panche denge elementi boyunca belirli eklemlerinde (SALM, SB, PSI, ASI, SALE, SOLE, SAAÇ ve SOAÇ) izlenen açı değişimleri analiz edilmiştir. Ardından üç faz için ERC ve ARC grupları arasında açı değişimlerinde fark olup olmadığı test edilmiştir. Birinci fazda SB ve PSI açı değişimlerinin ERC ve ARC grupları için anlamlı farklılık gösterdiği ve SB açısının birinci faz boyunca elit grupta ( $164,182 \pm 11,898^\circ$ ) amatör gruba göre ( $149,505 \pm 10,461^\circ$ ) anlamlı olarak daha büyük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte

PSI açı elit grupta ( $116,080 \pm 11,826^\circ$ ) amatör gruba göre ( $132,803 \pm 12,171^\circ$ ) daha düşük değerde bulunmuştur.

Bir denge elementi uygulanırken ağırlığı taşıma stratejilerinin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Kalça ve bilek eklemlerinde meydana gelen açı değişimlerinin ağırlığı taşımada neredeyse aynı olduğu söylenmektedir (Pedersen ve ark. 2006). Bir bacak üzerinde dengeyi sağlamanın ise serbest bacağı yukarı kaldırarak ve iki ayak üzerinde durur pozisyonundan tek bacak üzerinde destek pozisyonuna geçerek mümkün olacağı belirtilmektedir. Bu hareket esnasında zor olan savurma bacağının yukarı doğru kaldırılması değil ufak bir destek alanı üzerinde dengenin sağlanmasıdır. Bu şekilde destek alanının küçüldüğü durumlarda insan vücudu dengeyi sağlamak için kalça ekleminde kontrol gerçekleştirmeye çalışmaktadır (Pedersen ve ark. 2006). Çalışmamızda analizi yapılan panche denge elementi uygulanış olarak literatürde belirtilen bu tanımlamalara uygunluk göstermektedir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın sonuçlarının şu şekilde yorumlanabileceği düşünülmektedir:

Sporcuların başarılı performans sergileyebilmesi için savurma bacaklarını hazırlık fazında  $180^\circ$  açığa doğru yükselirken, sırtlarının da savurma bacağı ile orantılı şekilde yere paralel pozisyona doğru inmesi gerekmektedir. Birinci faz sürecinde, amatör grupta olduğu gibi, sporcuların eklemlerinde bu gerekli ayarlamaları yapamamasının kinetik zinciri bozabileceği ve diğer fazlarda parmak ucunda durmaları için eklemlerini gerekli pozisyona getirmelerini engelleyeceği düşünülmektedir. Çalışmamızda bulunan elit grupta daha yüksek SB ve daha düşük PSI açı değeri olması bu hipotezi destekler niteliktedir. Elit grupta yer alan sporcular, birinci fazda ilk önce bacaklarını yükseltmeye başlamakta,  $180^\circ$  açığa doğru götürmekte ve ardından sırtlarını aşağı doğru indirmektedir. Amatör grup ise tam tersi şekilde öncelikle sırtlarını yere paralel pozisyona doğru indirirken savurma bacaklarını daha geç  $180^\circ$  açığa doğru hareket ettirmektedirler. Elit ve amatör ritmik cimnastikçiler için, savurma bacağı ve PSI açılarındaki birinci fazda görülen bu farklılığın başarılı ve başarısız teknik arasındaki farkın belirleyici sebeplerinden biri olabileceği düşünülmektedir.

Ritmik cimnastikçilerde kalça fleksiyonunun dominant ve non-dominant taraflar için karşılaştırıldığı bir çalışmada; dominant bacağın RC branşında sergilenen elementlerdeki vücut bölümlerinin farklı açı ve genişliklerde gerekli kuvvet

üretiminde en çok işleve sahip olması sebebiyle branşa uygun adaptasyonlar gösterdiği belirtilmiştir (Frutuosa ve ark. 2013). Dört yıldan 22 yıla kadar profesyonel dans geçmişine sahip olan ve en ortalama 10'dan 26 yıla kadar dans geçmişleri olan 12 profesyonel dansçının [altı kadın (yaş ortalamaları  $30,7 \pm 6,4$  yıl; vücut ağırlıkları  $49,44 \pm 4,34$  kg) ve altı erkek (yaş ortalamaları  $26,7 \pm 4,9$  yıl; vücut ağırlıkları  $70,76 \pm 5,09$  kg)] passe denge (serbest bacak yanda, dizden  $90^\circ$  bükülü) uygulamasındaki cinsiyet ve bacak farklılıklarının incelendiği çalışmada araştırmacılar; kadın dansçıların kalça ekleminde meydana gelen açısal değişimin erkeklere göre daha büyük olduğunu bulmuşlardır. Kadın dansçılarda görülen bu farklılığın antrenman ve morfolojik özelliklerden kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Bronner ve Ojofeimi 2006). Ritmik cimnastiğin balede olduğu gibi estetik içerik gerektirmesi sonucuna bağlı olarak, kadın cimnastikçiler daha büyük genişlikte ve estetikte elementler sergilemek zorundadır. Bu da sporcuların birçok eklemde büyük açısal değişimler izlenmesine sebep olmaktadır.

Çalışmamızda yer alan 15 ritmik cimnastikçinin ikinci fazda eklemlerinde gözlenen açı değişimi sonuçlarına bakıldığında; elit grubun SB ve PSI değişimlerinin amatör gruptan anlamlı farklı olduğu görülmektedir. Birinci faza benzer şekilde, SB elit grupta daha büyük iken, PSI açı amatör grup için daha yüksek değerdedir. Yani amatör grubun gövdeleri elit gruba göre daha aşağıdadır. Bu iki eklem için açı değişimleri incelendiğinde; ERC grubu ikinci faz boyunca ortalama  $184,556 \pm 3,903^\circ$  açı ile panche denge elementini gerçekleştirmektedir. Bununla birlikte; ARC grubu ikinci faz SB açı ortalaması  $177,449 \pm 6,074^\circ$  olarak bulunmuştur. Literatürde ve kural kitapçığında belirtildiği şekilde; panche denge elementinin sayılabilir kriterlerde uygulanması; savurma bacağının en az  $180^\circ$  açı genişliğinde tutulması ile mümkün olmaktadır (FIG CoP 2017-2020). Elit grupta yer alan ritmik cimnastikçiler ikinci fazda üst bacaklarında yeterli esnekliğe ulaşmayı başarırken, amatör grubun bu gerekliliği sağlayamadığı görülmektedir. Buna bağlı olarakta, ARC grubu için panche denge elementi sayılma yüzdesi oldukça düşüktür, bu da amatör grupta elit gruba göre daha küçük SB açısı bulunması sonucunu destekler niteliktedir.

Üçüncü fazda görülen eklem açılarındaki değişime bakıldığında ise sadece PSI açı değişiminin anlamlı farklılık gösterdiği ve ARC grubunda daha büyük değerde olduğu görülmektedir. Kerr ve ark. 2016 yılında farklı seviyelerde yedi profesyonel

bale dansçısı (iki yıldan fazla antrenman yaşına sahip olanlar) ve 14 amatör dansçının (iki yıldan az antrenman yaşına sahip olanlar) panche denge elementinin kinematik değişkenlerini incelediği çalışmalarında amatör ve profesyonel grup arasında kinematik değişkenler bakımından (arka ark açısı ve bacak ayırma açısı) anlamlı farklılık olmadığını belirtmiştir (Kerr ve ark. 2016). Elit ve amatör ritmik cimnastikçilerle yapılan bu çalışmada; iki grup arasında sadece SB ve PSI değişimlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. İki çalışma arasındaki farklılığın sebeplerinden birinin ritmik cimnastik branşının bir yarışma sporu olması sebebiyle daha sert kurallara sahip olması olabileceği düşünülmektedir. Çünkü bale dansçılarının hareketleri estetik güzellik açısından yeterli kriterlerde sergilemesi başarılı performans göstermeleri için yeterli olabilmektedir. Ancak, ritmik cimnastikçiler yarışma kurallarına bağlı olarak, elementleri gerektiği şekilde uygulamalıdır. Bu da sporcuların eklemlerinde bale dansçılarına göre daha farklı kinematik değişim görülmesine neden olabilmektedir.

Ritmik cimnastikte esneklik ve elementlerin sayılabilir kriterler doğrultusunda uygulanması arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada; 8-10 yaş arası on cimnastikçi, 11-12 yaş arası on cimnastikçi olmak üzere toplam 20 cimnastikçi ile çalışılmıştır. Cimnastikçiler haftalık antrenman saatlerine bağlı olarak A (haftada altı gün antrenman yapanlar) ve B (haftada dört gün antrenman yapanlar) olacak şekilde iki gruba bölünmüştür. Split pozisyonundaki (bacakların 180° açık olarak uygulandığı esneklik elementi) ve gövde hiperekstansiyonundaki esnekliğin belirlenmesi için iki boyutlu kinematik analiz gerçekleştirilmiştir Çalışmanın sonuçlarında; esnekliğin iki farklı grup için anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur (Boligon ve ark. 2015). Çalışmamızda incelenen kinematik verilerden SB ve PSI eklemlerindeki açı değişiminin birinci ve ikinci fazda gruplar arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu farklılığın sporcuların sahip olduğu farklı esneklik düzeylerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Literatürde, farklı kategoriden cimnastikçiler için bacak ve sırt esneklikleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Boligon ve ark. 2015). Bizim çalışmamızda bulunan SB ve PSI değişimindeki anlamlı farklılıklar literatürde yer alan bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Cimnastikçilerin denge pozisyonlarını korumak için eklemlerinde oluşan küçük değişimleri ve ivmelenmeleri büyük dikkatle bir ipucu olarak kullandığı,

pozisyonlarını bu uyarılara göre ayarladığı belirtilmektedir (Bressel ve ark. 2007). Bunun tersine basketbol gibi branşlarda sporcular tek bacak üzerinde dengede durmak zorunda olmadıkları için top ve oyuncuların pozisyonlarını ipucu olarak kullanmaktadır (Bressel ve ark. 2007). On beş bale dansçısı ile grand battement (alt ekstremitenin güçlü, enerjik hareketi ile kalça fleksiyonunun maksimale ulaştığı bacağın 180° açığa doğru hızla savrulduğu element) hareketinin kinematik analizlerinin yapıldığı çalışmada; ortalama kalça fleksiyonunun 64° ile 100° arasında değiştiği belirtilmiştir (Bronner ve Ojofeitimi 2011). Panche denge elementi boyunca savurma bacağının zamana bağlı açı değişimine bakıldığında; ERC ve ARC gruplarında anlamlı farklılık bulunduğu ve ERC grubundaki ortalamanın daha yüksek olduğu görülmektedir. Ritmik cimnastikte bale ile ortak kullanılan hareketler (panche denge, panche rotasyon, grand battement gibi) düşünüldüğünde, cimnastikçilerden bu elementleri bale dansçılarına göre daha büyük esneklik ile uygulamaları istenmektedir (FIG CoP 2017-2020). Bu durum göz önüne alındığında; grand battement elementi savurma bacağının anterior hareketini gerektirirken panche denge buna ters yönde posterior bir bacak hareketi içermektedir. Ancak iki elementte de savurma bacağının maksimal açığa ulaşması söz konusudur. Bu sebeple; panche denge elementinin ERC grubunda gözlenen ortalama açı değerinin ritmik cimnastikçiler için uygun bir açı olduğu söylenebilir. Böylelikle ERC ve ARC grubu arasındaki hareketin sayılıp sayılmama durumunun da gözlenen bu açı değişikliğinden kaynaklandığı belirtilebilir.

Bununla birlikte PSI için izlenen açı değişimi de ERC ve ARC grupları için anlamlı olarak farklıdır. ERC grubu değişim ortalaması ARC grubuna göre daha düşük değerdedir. Bu da ERC grubu sporcularının panche dengeyi sayılabilir kriterlerde uygulamasının bir başka sebebi olarak gösterilebilir.

Üç faz için kinematik değişkenler karşılaştırıldığında; birinci faz süresince gözlenen SB, PSI, ASI, SALM, SAAÇ değişimlerinin ikinci ve üçüncü fazlardan anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür. Savurma bacağı açısı birinci faz süresince ikinci ve üçüncü fazlara göre anlamlı olarak daha küçüktür. Panche denge elementine girerken cimnastikçiler birinci fazda denge pozisyonuna hazırlık yapmakta, bacaklarını 180° açığa doğru yükseltirken aynı zamanda gövdelerini yere paralel duruma getirmektedir. Ancak ikinci ve üçüncü fazda artık panche denge için gerekli şekle ulaşıp, bu şekli yeterli süre boyunca devam ettirmeye çalışmaktadırlar. Bu da

fazlar arasında görülen SB açısı değişimini açıklamaktadır. SB açısında görülen değişime bağlı olarak PSI açısı birinci fazda ikinci ve üçüncüye göre daha büyüktür. Bu da sporcuların denge elementine hazırlık sürecinde; savurma bacaklarını yukarı doğru kaldırdıkça gövdelerini de yavaşça aşağı doğru indirdiğini böylece açının zamanla azaldığını belirtmektedir. Savurma bacağı ve PSI açıda izlenen bu değişikliklere bağlı olarak sporcuların ASI açıları birinci fazda diğer iki faza göre daha büyüktür. Çünkü panche pozisyonuna ulaşma sürecinde cimnastikçiler savurma bacaklarını kaldırıp, gövdelerini yere yaklaştırdıkça; alt bacakları ve gövdeleri arasındaki açı düşüş göstermektedir. Bu da ritmik cimnastikte panche denge elementinin uygulanışı için doğru bir teknik olarak belirtilebilir.

Alt ekstremitede yaşanan bu değişikliklere ek olarak; sporcuların SOAÇ açıları birinci fazda ikinci fazdan daha büyükken, SAAÇ açıları ise birinci fazda hem ikinci hem de üçüncü fazlardan daha büyüktür. Tüm fazlarda ERC grubu sporcularının SOAÇ ve SAAÇ açı değişimi ortalaması ARC grubundan daha yüksektir. Yani bu grupta yer alan sporcuların kollarını yanda tuttuğu söylenebilir. Birinci ve ikinci faz arası geçen sürede her iki grubun da SOAÇ ve SAAÇ açı değişim ortalaması düşmüştür. Bu düşüşler ERC grubunda daha hızlıdır. Buna karşın; ikinci ve üçüncü fazlar arası geçen süre boyunca ARC grubunun SOAÇ ve SAAÇ açı değişim ortalaması artış gösterirken, ERC grubunda düşüş daha yavaş şekilde devam ederek iki grubun açı değişimleri ortalaması birbirine çok yaklaşmıştır.

Bu sonuçlar şu şekilde yorumlanabilir: Sporcular panche denge pozisyonuna doğru hareket ettikçe sol kollarını ve buna bağlı olarak sol omuzlarını arkaya doğru taşımakta ve açırı küçültmektedir. Panche için gerekli pozisyona ulaştıktan sonra SOAÇ eklemünde çok büyük değişiklik yapmadan dengelerini sağlamaktadırlar. Ancak, SAAÇ sporcuların üstteki bacaklarına çapraz taraftaki eklem olması sebebi ile birinci fazdan sonra denge pozisyonuna ulaşırken SOAÇ ile benzer bir yol izlemekte ancak dengeyi sağlamak ve elementi başarı ile sonuçlandırabilmek adına hareketin son fazında ilk faza göre farklılık göstermektedir. Bunlara ek olarak, panche denge elementinin sayılabilir kriterlerde uygulanmasının şu sebeplere bağlı olduğu söylenebilir: (1) SOAÇ ve SAAÇ eklemlerindeki açının hazırlık aşamasında düşmesi yani sporcuların omuzlarını arkaya taşıyarak elementin uygulanması, (2) Açının gittikçe düşmesi yani omuzların yukarı doğru taşınarak denge elementinin

gerçekleştirilmesi ve (3) Bitiriş fazında omuzların eski konumuna yavaş şekilde getirilmesi.



## 7. SONUÇ

Ritmik cimnastik, farklı vücut elementlerinin alet tekniği ile bulunduğu ve diğer branşlardan farklı gerekliliklere sahip olan bir yarışma sporudur. Son zamanlarda popülerliği hem dünyada hem de ülkemizde artmasına rağmen branşın tekniğini analiz eden çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu sebeple, RC koreografilerinde sıklıkla kullanılan vücut zorluğu elementlerinden biri olan panche denge elementinin pedografik, kassal ve biyomekaniksel çözümlemesinin amaçlandığı bu araştırmada, plantar basınç değişkenleri, kassal aktivasyon stratejileri ve görüntü analizleri denge elementi için belirlenen üç faz süresince gerçekleştirilmiştir.

Plantar basınç değişkenlerinin ARC ve ERC grupları için fazlara göre farklılık göstermemesine bağlı olarak, panche denge elementinin sayılabilir kriterlerde uygulanmasının elit veya amatör sporcuların destek ayakları ile yere uyguladığı kuvvet ve basınçtan bağımsız olduğu söylenebilir. Gençler ve büyükler kategorisinde ulusal ve/veya uluslararası seviyede yarışmalara katılan sporcular, destek bacak plantar basınç değişkenleri bakımından benzerlik göstermektedir. Ritmik cimnastik kurallarında yer alan panche denge elementinin sayılabilir şekilde uygulanması için gerekli kriterler düşünüldüğünde; sporcuların savurma bacaklarını 180° pozisyona ulaştırdıktan sonra parmak ucunda bu şekli gösterecek kadar beklemeleri istenmektedir. Aksi takdirde element zorluk hakem grubu tarafından sayılmamaktadır. Elit düzeyde yarışan ritmik cimnastikçiler bu elementi sayılabilir kriterlerde uygulayabilirken amatör düzeyde yarışan ritmik cimnastikçilerin panche denge elementini büyük oranda sayılamaz kriterlerde gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu farklılığa rağmen sporcuların destek bacak plantar basınç değerleri benzer bulunmuştur. Bu da, hareketi sayılabilir kriterlerde uygulamayan bazı sporcuların sayılabilir kriterlerde uygulayanlar ile benzerlik gösteren plantar basınç değerlerine sahip olmalarına rağmen, denge performanslarının yeterli olmadığını göstermektedir. Bu yetersizlik, amatör grupta görülen daha küçük temas alanıyla birlikte, ritmik cimnastikçilerin denge elementini sayılabilir kriterlerde uygulamak için gerekli kassal aktivasyona ve eklem açılarına ulaşamaması ile ilişkilendirilebilir.

Panche denge elementi kassal aktivasyon stratejileri bakımından analiz edildiğinde, birinci fazda ve ikinci fazda sırasıyla MDM, MPM kaslarında görülen gruplar arası farklılığa bakarak, panche denge elementinin sayılabilir şekilde

uygulanmasının elit grupta gözlenen farklı üst ekstremité kas stratejilerine baēlı olduēu söylenebilir. Antrenmanlarda antrenörler doēru teknik için genellikle alt ekstremitéye önem vermektedir. Sporcuların denge için gerekli süre parmak ucunda durması için alt grup kaslarını daha çok çalıştırmayı tercih etmektedir. Ancak, elit ve amatör grupta MDM ve MPM kaslarındaki farklılıēa bakarak, antrenmanda üst ekstremité kaslarına önem verilmesinin sporcuların başarılı tekniēine olumlu yararlar saēlayacaēı düşünülmektedir. Grup ve fazların ana etkilerinin incelenmesi sonucu elde edilen kassal aktivasyon sonuçlarına göre; panche denge elementi hazırlık aşamasında en çok devreye giren kasların MGAS ve MRF olduēu söylenebilir. Sporcuların denge pozisyonlarını korumalarını saēlayan kas gruplarının ise, MGAS, MBF ve MPM olduēu görülmektedir. Denge pozisyonu üçüncü fazda görev yapan kaslar ise, MPL, MVL, MBF, MRABD ve MGM olarak bulunmuştur. Elit ve amatör gruplard azer alan ritmik cimnastikçilerin 13 farklı kasında gözlenen farklılıklara ve deēiimlere bakıldıēında; amatör seviyede yarışan ritmik cimnastikçilerin kuadriseps, hamstring ve karın kaslarına daha fazla önem vermesi gerektiēi söylenebilir. Çünkü amatör ritmik cimnastikçilerin kasılma stratejileri sporcuların denge pozisyonlarını saēlamaları ve gövdelerini yere paralel pozisyonda tutmaları için yeterli görünmemektedir.

Panche denge birinci faz, ikinci faz ve üçüncü faz için kinematik deēiřkenler bakımından analiz edildiēinde ise; SB ve PSI açıda görülen gruplar arası farklılık, elit grupta yer alan ritmik cimnastikçilerin amatör gruba göre panche denge elementini savurma bacaēı ve sırt arasındaki orantılı deēiřim ile gerekleřtirdiēinin göstergesi olarak kabul edilebilir. Elit grupta gözlenen SB açısında daha yüksek ve PSI aıdaki daha düşük deēerler sporcuların gsterdiēi başarılı tekniēin belirleyicisi olmaktadır. Alt ekstremité dışında üst ekstremitéde omuz eklemlerini harekete başlarken daha dar açıda tutan, hareketin asıl fazında bu açıyı daraltan ve son faza doēru iyice açıyı küçültüp hareketi bitiren sporcuların daha başarılı denge performansı gsterdiēi görülmektedir.

Panche denge elementine hazırlık fazında sporcular asıl faz için gerekli şekli oluştırmaya üst ekstremitéde kolların yana doēru açılması ile başlamaktadırlar. Bu şekilde kolların lateral abdksyonunda, kolun lateral pozisyonda tutulmasında ve üst gövdenin yükünün sırtta aktarılmasında etkin rol oynayan MDM devreye girmektedir.

Kolun gerekli iç rotasyonu yapabilmesi için pectoralis major kası ve sporcuların kollarını lateral pozisyonda tutabilmeleri için trapezius kası görev yapmaktadır. Bu kas gruplarının birbiri ile etkileşimi omzun optimal fonksiyonu sağlayabilmesi için scapula hümeral ritmi açısından büyük önem taşımaktadır. Scapulada oluşacak normal pozisyonun sapmalar scapula hümeral ritminin bozulmasına ve omzun gerekli fonksiyonları başarıyla yerine getirememesine sebep olmaktadır. Elit grupta yer alan ritmik cimnastikçilerin hazırlık fazında kollarını gerekli pozisyona getirmede deltoid kaslarını daha etkili kullandığı buna paralel olarak pectoralis major kaslarını daha az devreye soktukları görülmektedir. İkinci fazda, amatör ritmik cimnastikçilerin MDM, MTM için daha düşük ve MPM için daha yüksek kasılma yüzdelilerinin dirsek ve omuz eklemleri arasındaki kinetik zincirin bozulmasına neden olduğu, buna bağlı olarak gövdenin yere paralel pozisyonda sabit tutulmasının zorlaştığı söylenebilir. Amatör sporcuların üst ekstremitelerinde gözlenen kassal aktivasyon stratejilerine bakılarak, sporcuların gerekli eklem pozisyonlarına ulaşmadan denge elementini daha erken sonlandırmak durumunda kaldıkları düşünülmektedir.

Karın kasları gövde fleksiyonunu sağlarken, MES gövde ekstansiyonunda görev yapmaktadır. Gövdenin bu sabitleme işlemi MRABD ve MES kaslarının agonist-antagonist kullanımı ile gerçekleşmektedir. Yani, bu kaslar gövdenin yere paralel tutulabilmesi için gövde stabilitesini sağlamada etkin rol oynamaktadır. İki kas grubunda gözlenen bu değişimlere bağlı olarak, panche denge elementinin ikinci fazında elit grubun gövdeyi yere paralel pozisyonda tutmak için MRABD kasını amatör gruba göre daha etkili kullandığı ve buna bağlı olarak denge pozisyonlarını daha iyi koruduğu yorumu yapılabilir.

Sonuç olarak, karın, sırt, kol ve boyun kaslarını daha etkili kullanan sporcuların orta kinetik zinciri de daha iyi kullanabildiği düşünülmektedir. Bu sebeple, power house dediğimiz gövde stabilitesini sağlayan karın, sırt, kalça k ve üst ekstremiteler kaslarına antrenmanlarda önem verilmesinin sporcuların panche denge elementi için başarılı tekniğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 7.1. Öneriler

Bu çalışma ritmik cimmastik koreografilerinde yer alan bir vücut zorluğunun pedografik, kassal ve biyomekaniksel açıdan analiz edildiği ilk çalışma olma özelliğine sahiptir. Bu açıdan çalışmamızın ritmik cimmastik branşında yapılacak çalışmalara yeni bir bakış açısı sunabileceği düşünülmektedir.

Antrenmanlarda özellikle core (karın, sırt ve kalça) bölgesine yönelik pilates, (direnç lastikleri, Swiss ball) egzersizlerinin kullanılmasının sporcuların gövde stabilizasyonunu sağlamalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca, sporculara antrenman verilir, kassal aktivasyon stratejilerinin kaydedilmesinin (mili volt cinsinden), bu esnada sporculara hangi kas grubunu daha aktif ya da daha pasif kullanmaları gerektiğine dair verilecek sesli geri dönütler ile sporcuların denge pozisyonu için gerekli kassal aktivasyonu sağlamalarına yönelik antrenmanların başarılı tekniğe katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bale dansçılarındaki plantar basınç değişkenlerinin analiz edildiği çalışmalara rastlanırken, ritmik cimmastikçilerin branşa özgü bir denge elementi esnasında sergiledikleri plantar basınç değişkenlerinin karşılaştırılabileceği çalışmalara literatürde rastlanmamıştır. Bu da ritmik cimmastikte plantar basınç dağılımı konusunda bir eksiklik olduğunun göstergesidir. İlerleyen zamanlarda ritmik cimmastikçilerin, statik ve dinamik ayak basınç analizlerinin yapılmasının, farklı vücut zorlukları sırasında destek ayaklarında oluşan basınç değişimlerinin incelenmesinin, ayağın maske bölümlerine göre plantar basınç dağılımlarının analiz edilmesinin, ritmik cimmastikçilerin ark uzunlukları ve halluks flkesiyonu ile performans arasındaki ilişkinin araştırılmasının hem branş antrenörlerine hem de literatüre yararlı bilgiler sunacağına inanılmaktadır.

Çalışmada EMG analizleri yapılan panche denge elementinde savurma bacağı kassal aktivasyon stratejilerinin de incelenmesi doğru tekniğe yönelik yararlı bilgiler verecektir. Bununla birlikte, RC koreografilerinde kullanılan rotasyon ve sıçrama zorluklarının da EMG analizlerinin yapılması literatüre yarar sağlayacaktır.

Panche denge elementi sırasında belirli eklemlerde oluşan açı değişimleri iki boyutlu olarak analiz edilmiştir. Benzer bir çalışmanın üç boyutlu analizlerinin ve modellemesinin yapılmasının literatüre katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Ayrıca,

Qualysis sistemi ve/veya kuvvet platformu kullanılarak yapılacak analizler pratikte antrenörlere başarılı tekniğe yönelik öneriler sunacaktır.

Çalışmamızda analiz edilen vücut zorluğunda alet tekniği kullanılmamıştır. Benzer bir çalışmanın alet ile uygulanırken yapılması yararlı olacaktır.

Son olarak, çalışmanın katılımcı grubu elit ve amatör düzeyde yarışan 15 ritmik cimnastikçi ile sınırlıdır. Benzer çalışmaların daha yüksek sayıda katılımcı gruplarına ve farklı kategorilere uygulanmasının başarılı tekniğe yönelik yararlı sonuçlar sağlayacağı düşünülmektedir.



## 8. KAYNAKLAR

- Abboud, R. J. Relevant foot biomechanics. *Current Orthopaedics*. 2002; 16: 165-179.
- Abd el-hamid R. A. Directing some biomechanical indicators using some qualitative exercises to improve leap skill. *World Journal of Sport Sciences*. 2010; 3 (S): 381-386.
- Abdul Razak A. H, Zayegh A, Begg R. K, Wahab Y. Foot plantar pressure measurement system: A review. *Sensors*. 2012;12: 9884-9912.
- Abernethy B, Kippers V, Hanrahan S, Pandy M, McManus A, Mackinnon L. *Biophysical foundations of human movement-3rd edition*. Human Kinetics. 2013. s: 220, 223-225.
- Agopyan A. Analysis of body movement difficulties of individual elite rhythmic gymnasts at London 2012 olympic games finals. *Journal of Scientific Research*. 2014; 19(12): 1554-1565.
- Agopyan A. Ritmik Sportif Cimnastikte Morfolojik ve Motorik Özelliklerin Performansa Etkileri. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1993, İstanbul (Danışman: Doç. Dr. K. Özer).
- Ahonen J. Biomechanics of the foot in dance: a literature review. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2008; 12(3): 99-108.
- Alwan M. H. Muscular biomechanical principles of panchee skill in rhythmic gymnastics. *Journal of Applied Sports Science*. 2016; 6-1.
- Atkeson C. G. Learning arm kinematics and dynamics. *Annual Review Of Neuroscience*. 1989; 12(1): 157-183.
- Ayça B, Agopyan A, Sener A, Oba R, Pastirmaci G. Evaluation of gamma-glutamyl transferase changing in urine related to the training load in the rhythmic gymnasts competitors aged 7-10. *Biology of Sport*. 2008; 25 (3): 233-244.
- Aydog S. T, Özçakar L, Tetik O, Demirel H. A, Hascelik Z, Doral M. N. Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts: a preliminary study. *British Journal of Sports Medicine*. 2005; 39(3): 1-3.
- Battaglia C, D'Artibale E, Fiorilli G, Piazza M, Tsopani D, Giombini A, Calcagno G, Di Cagno A. Use of video observation and motor imagery on jumping performance

in national rhythmic gymnastics athletes. *Human Movement Science*. 2014; 38: 225-234.

Boligon L, Deprá P. P, Rinaldi I. P. B. Influence of flexibility in the execution of movements in rhythmic gymnastics. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2015; 37(2): 141-145.

Bosch K, Gerss J, Rosenbaum D. Preliminary normative values for foot loading parameters of the developing child. *Gait Posture*. 2007; 26: 238-247.

Bressel E, Yonker J. C, Kras J, Heath E. M. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*. 2007; 42(1): 42.

Bronner S, Ojofeitimi S. Gender and limb differences in healthy elite dancers: passé kinematics. *Journal of Motor Behavior*. 2006; 38(1): 71-79.

Bronner S, Ojofeitimi S. Pelvis and hip three-dimensional kinematics in grand battement movements. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2011; 15(1): 23-30.

Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech*. 2005; 20(9): 877-882.

Calavalle A. R, Sisti D, Rocchi M. B. L, Panebianco R, Del Sal M, Stocchi V. Postural trials: expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. *European Journal of Applied Physiology*. 2008; 104(4): 643-649.

Carson D. W, Myer G. D, Hewett T. E, Heidt R. S, Ford K. R. Increased plantar force and impulse in American football players with high arch compared to normal arch. *The Foot*. 2012; 22: 310-314.

Castelein B, Cagnie B, Parlevliet T, Cools A. Scapulothoracic muscle activity during elevation exercises measured with surface and fine wire EMG: a comparative study between patients with subacromial impingement syndrome and healthy controls. *Manual Therapy*. 2016; 23: 33-39.

Cavanagh P. R, Rodgers M. M. The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*. 1987; 20: 547-551.

Cerrah A. O, Ertan H, Soylu A. R. Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2010; 8(2): 43-49.

Cerrah A. O. Futbolda Farklı Yaş Gruplarında Topa Vuruş Tekniğinin Kinetik Ve Kinematik Yöntemlerle İncelenmesi. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 2013, (Danışman: Doç. Dr. H. Ertan).

Chowdhury R, Reaz M. B. I, Ali M. A. B. M, Bakar A. A. A, Chellapan K, Chang T. G. Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors*. 2013; 13: 12431-12466.

Cicchella A. Kinematics analysis of selected rhythmic gymnastic leaps. *Journal of Human Sport & Exercise*. 2009; 4(1): 40-47.

Clarys J. P, Cabri J, Bollens E, Smeckx R, Taeymans J, Vermeiren M, Van Reeth G, Voss G. Muscular activity of different shooting distances, different release techniques, and different performance levels, with and without stabilizers, in target archery. *Journal of Sports Sciences*. 1990; 8: 235-257.

Clarys J.P, Scafoglieri A, Tresignie J, Reilly T, Roy P. V. Critical appraisal and hazards of surface electromyography data acquisition in sport and exercise. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2010; 1(2): 69-80.

Cogley R. M, Archambault T. A, Fibeger J. F, Koverman M. M. Comparison of muscle activation using various hand positions during the push-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(3): 628-633.

Costa P. H. L, Nora F. G. A, Vieira M. F, Bosch K, Rosenbaum D. Single leg balancing in ballet: Effects of shoe conditions and poses. *Gait & posture*. 2013; 37(3): 419-423.

De Luca C. J. A practicum on the use of sEMG signals in movement sciences. 2008 Delsys Inc. 2008, s: 5.

Despina T, George D, George T, Sotiris P, George K, Maria R, Stavros K. Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science*. 2014; 33: 149-158.

Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Gallotta M. C, Videira M, Piazza M, Guidetti L. Preexercise static stretching effect on leaping performance in elite rhythmic gymnasts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010; 24(8): 1995-2000.

Donti O, Bogdanis G. C, Kritikou M, Donti A, Theodorakou K. The relative contribution of physical fitness to the technical execution score in youth rhythmic gymnastics. *Journal of Human Kinetics*. 2016; 51(1): 143-152.

Douda H. T, Toubeki, A. G, Avloniti A. A, Tokmakidis S. P. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2008; 3(1): 41-54.

Dyhre-Poulsen P. An analysis of splits leaps and gymnastic skill by physiological recordings. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1987; 56(4): 390-397.

Ergin E. Elit Türk Kadın Voleybolcularda ACTN3 R577X Poliformizmi Ve Patlayıcı Kuvvet Performansı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. C.B.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 2016, Manisa, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. N. DİNÇ).

Ertan H, Kentel B, Tümer S. T, Korkusuz F. Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science*. 2003; 22: 37-45.

Ertan H. Kentel B, Tümer T. Reliability and Validity Testing of an Archery Chronometer” *Journal of Sport Science and Medicine*. 2005; 4: 95-104.

Fédération International de Gymnastique-FIG, 2013-2016 Code of Points. 2013.

Fédération International de Gymnastique-FIG, 2017-2020 Code of Points. 2017.

Fédération International de Gymnastique-FIG. FIG Technical Regulations. Section 1, General Regulations. Lausanne; 2018, s: 35.

Flessas K, Mylonas D, Panagiotaropoulou G, Tsopani D, Korda A, Siettos C, Di Cagno A, Evdokimidis I, Smyrnis N. Judging the judges’ performance in rhythmic gymnastics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2015; 47(3): 640-648.

Florimond V. Basics of surface electromyography applied to physical rehabilitation and biomechanics. Thought Technology Ltd. Canada. 2009&2010.

Fox, Bowers, Boss. The physiological basis of physical education and athletics. WB. Saunders Company, Fourth Edition. 1988, s: 70, 73, 77, 79.

Frontera W. R, Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. Springer Science+Business Media New York. 2014; 96: 183-185.

Frutoso A. S, Da Costa Silva J. R. L, Bertoli J, De La Rocha Freitas C. Isokinetic evaluation of hip flexors and extensors muscles in athletes of rhythmic gymnastics.

In XXIV Congress of the International Society of Biomechanics and XV Brazilian Congress of Biomechanics. 2013.

Giacomozzi C. Potentialities and criticalities of plantar pressure measurements in the Study of Foot Biomechanics: Devices, Methodologies and Applications, Biomechanics in Applications. 2011.

Goulart N. B. A, Dias C. P, Lemos F. A, Geremia J. M, Oliva J. C, Vaz M. A. Gymnasts and non-athletes muscle activation and torque production at the ankle joint. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2014; 16(5): 555-562.

Guidetti L, Di Cagno A, Gallotta M. C, Battaglia C, Piazza M, Baldari C. Precompetition warm-up in elite and subelite rhythmic gymnastics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009; 23(6): 1877-1882.

Gurney J. K, Kersting U. G, Rosenbaum D. Dynamic foot function and morphology in elite rugby league athletes of different ethnicity. *Applied Ergonomics*. 2009; 40(3): 554-559.

Guzmán-Valdivia C. H, Blanco-Ortega A, Oliver-Salazar M. A, Carrera-Escobedo J. L. Therapeutic motion analysis of lower limbs using kinovea. *International Journal of Soft Computing and Engineering*. 2013; 3(2): 359-365.

Hafez A. R. Impact of coordination abilities program on accuracy and speed in rhythmic gymnastics. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*. 2016; 16 (2): 141-146.

Halsband U, Lange R. K. Motor learning in man: a review of functional and clinical studies. *Journal of Physiology-Paris*. 2006; 99(4): 414-424.

Hermens H. J, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for sEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2000; 10(5): 361-374.

Howard R. M, Conway R, Harrison A. J. A survey of sensor devices: use in sports biomechanics. *Sports Biomechanics*. 2016, 15(4): 450-461.

Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*. 2011; 41(3): 221-232.

Hutchinson M. R. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(11): 1686-8.

İnal S. Spor biyomekaniği temel prensipler. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara; 2004, s: 3.

Kadel N. J. Foot and ankle injuries in dance. *Physical Medicine And Rehabilitation Clinics of North America.* 2006; 17(4): 813-826.

Kellis E, Katis A, Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick, *J. Sports. Sci. Med.* 2007; 6 154-165.

Kerr S, Olivier B, Green A, Dafkin C, Wood S, Woodiwiss A, Mckinon W. Analysis of balance and body positioning in ballerinas with different levels of skill: sport science. *African Journal for Physical Activity and Health Sciences (AJPHES).* 2016; 22(32): 883-895.

Khong S. W, KONG P. A Simple and objective method for analyzing a gymnastics skill. *European Journal of Physical Education.* 2016; 12(2): 46-57.

Kioumourtzoglou E, Derri V, Mertzaniidou O, Tzetzis G. Experience with perceptual and motor skills in rhythmic gymnastics. *Perceptual and Motor Skills.* 1997; 84(3): 1363-1372.

Konrad P. The abc of EMG. A practical introduction to kinesiological electromyography. Printed by Noraxon USA, Inc., USA; 2005, s: 8, 32-33.

Krommes K, Bandholm T, Jakobsen M. D, Andersen L. L, Serner A, Hölmich P, Thorborg K. Dynamic hip adduction, abduction and abdominal exercises from the holmich groin-injury prevention program are intense enough to be considered strengthening exercises—a cross-sectional study. *International Journal of Sports Physical Therapy.* 2017; 12(3): 371-380.

Kums T, Ereline J, Gapeyeva H, Paasuke, M. Vertical jumping performance in young rhythmic gymnasts. *Biology of Sport.* 2005; 22(3): 237-246.

Leandro C, Ávila-Carvalho L, Sierra-Palmeiro E, Bobo-Arce M. The evaluation rules in the view of the rhythmic gymnastics judges. *Journal of Sports Science.* 2016; 4: 232-240.

Lehman G. J, MacMillan B, MacIntyre I, Chivers M, Flutter M. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. *Dynamic Medicine.* 2006; 5(1): 1-7.

Lephart S. M, Pincivero D. M, Giraido J. L, Fu F. H. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine*. 1997; 25(1): 130-137.

Lin C, Su F, Wu H. Ankle biomechanics of ballet dancers in relevé en pointé dance. *Research in Sports Medicine*. 2005; 13(1): 23-35.

Linari M, Caremani M, Piazzesi G. Force generation by skeletal muscle is controlled by mechanosensing in myosin filaments. *Research letter*. 2015; 3: 1-4.

Malinzak R. A, Colby S. M, Kirkendall D. T, Yu B, Garrett W. E. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*. 2001; 16(5): 438-445.

Manning M, Irwin G, Kerwin D. G, Gittoes M. J. Biomechanics of technique selection in women's artistic gymnastics: From theory to practice. In *ISBS-Conference Proceedings*. 2015; 1082-1085.

Masso N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa L, German A. Surface electromyography applications in the sport. *Apunts Med Esport*. 2010; 45(165): 121-130.

Miletić D, Katić R, Maleš B. Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Collegium Antropologicum*. 2004; 28(2): 727-737.

Moraru C, Vasilica G. Optimization of ball rebound technique in rhythmic gymnastics by means of bi-dimensional analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012; 46: 3783-3787.

Moraru C. M. Feedback in rhythmic gymnastics as a process of correcting technical mistakes. *Sport & Society/Sport si Societate*. 2012; 12(2): 149-151.

Moskovljević L, Radisavljević L, Dabović M. The speed of progress in the apparatus handling technique in rhythmic gymnastics. *Fizička Kultura*. 2013; 67(1): 33-39.

Nadejda J, Titov Y. Rhythmic gymnastics. *Human Kinetics*. USA; 1999, s: 1-2, 27-28.

Nijem R. M, Coburn J. W, Brown L. E, Lynn S. K, Ciccone, A. B. Electromyographic and force plate analysis of the deadlift performed with and without chains. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016; 30(5): 1177-1182.

Niu J, Lu X, Xu G, Liang B, Li L. Study on gymnastics ring movements using force measuring system. 18<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics in Sports. 2000.

Nowacki R. M, Air M. E, Rietveld A. B. M. Hyperpronation in dancers incidence and relation to calcaneal angle. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2012; 16 (3): 126-32.

Orlin M. N, McPoil T. G. Plantar pressure assessment. *Phys Ther*. 2000; 80: 399-409.

Özsu D. Farklı Spor Branşlarında Tüm Vücut Vibrasyonunun Kassal Aktivasyon Üzerine Etkisinin İncelenmesi. E.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 2014, İzmir, (Danışman: Prof. Dr. B. ÖZÇALDIRAN).

Pavlova E. G. Vestibular stimulation and cardiovascular changes in 10-12-year-old rhythmic gymnasts. In: *Proceedings Book of 6th FIEP Congress "Physical education in the 21st century-Pupils' competencies*. 2011; 587-592.

Pedersen C, Erleben K, Sporring J. Ballet balance strategies. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2006; 14(8): 1135-1142.

Pérez-Soriano P, Llana-Belloch S, Morey-Klapsing G, Perez-Turpin J. A, Cortell-Tormo J. M, Van den Tillaar R. Effects of mat characteristics on plantar pressure patterns and perceived mat properties during landing in gymnastics. *Sports Biomechanics*. 2010; 9(4): 245-257.

Picon A. P, Da Costa P. L, De Sousa F, Sacco I. D. C, Amadio A. C. Biomechanical approach to ballet movements: a preliminary study. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*. 2000.

Prassas S, Kwon Y. H, Sands W. A. Biomechanical research in artistic gymnastics: a review. *Sports Biomechanics*. 2006; 5(2): 261-291.

Prochazkova M, Tepla L, Svoboda Z, Janura M, Cieslarová M. Analysis of foot load during ballet dancers' gait. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2014; 16(2): 41-45.

Rainoldi A, Melchiorri G, Caruso I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *Journal of neuroscience methods*. 2004; 134(1): 37-43.

Raiola G, Giugno Y, Scassillo I, Di Tore P. A. An experimental study on aerobic gymnastic: Performance analysis as an effective evaluation for technique and teaching of motor gestures. *Journal of Human Sport & Exercise*. 2013; 8: 297-306.

Razeghi M, Batt M. E. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture*. 2002; 15(3): 282-291.

Ribeiro D. C, De Castro M. P, Sole G, Vicenzino B. The initial effects of a sustained glenohumeral postero-lateral glide during elevation on shoulder muscle activity: A repeated measures study on asymptomatic shoulders. *Manual Therapy*. 2016; 22: 101-108.

Riemann B. L, Lephart S. M. The sensorimotor system, part 1: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*. 2002a; 37(1): 71–79.

Riemann B. L, Lephart S. M. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of Athletic Training*. 2002b; 37(1): 80-84.

Rodgers M. M. Dynamic foot biomechanics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1995; 21(6): 306-316.

Rumba O. Improving the quality of the rhythmic female gymnasts' feet performance by the means of traditional choreography. *Science of Gymnastics Journal*. 2013; 5-3.

Russell J. A, McEwan I. M, Koutedakis Y, Wyon M. A. Clinical anatomy and biomechanics of the ankle in dance. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2008; 12(3), 75-82.

Salenius S, Portin K, Kajola M, Salmelin R, Hari R. Cortical control of human motoneuron firing during isometric contraction. *The American Physiological Society*. 1997; 22: 3401-3405.

Santos A. B, Lebre E, Carvalho L. Á. Explosive power of lower limbs in rhythmic gymnastics athletes in different competitive levels. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 2016; 30(1): 41-50.

Šebić-Zuhrić L, Tabaković M, Hmjelovjec I, Atiković A. Predictive values of morphological characteristics in rhythmic gymnastics. *Sport Scientific and Practical Aspects*. 2008; 5(1,2): 45-50.

Semeao F. A, Hirata A. C. S, Bertin L. D, Oliveira R. F. Proprioception influence in the balance of gymnastics rhythmic postural athletes. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*. 2015; 13: 1-4.

Semmler J. G. Motor unit synchronization and neuromuscular performance. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2002; 30(1): 8-14.

Shah S. Determining a young dancer's readiness for dancing on pointe. *Current Sports Medicine Reports*. 2009; 8(6): 295-299.

Shu L, Hua T, Wang Y, Li Q, Feng, D. D, Tao X. In-shoe plantar pressure measurement and analysis system based on fabric pressure sensing array. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2010; 14(3): 767-775.

Simmons R. W. Neuromuscular responses of trained ballet dancers to postural perturbations. *International Journal of Neuroscience*. 2005; 115(8): 1193-1203.

Simsek D. Does EMG activation differ among fatigue-resistant leg muscles during dynamic whole-body vibration? *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*. 2016; 38(1): 149-165.

Solomon E. P, İnsan anatomisi ve fizyolojisine giriş. 3. Baskı, Birol yayın dağıtım, 2000-2001, s: 78.

Sonja N. C, Sarah A. C. Influence of turnout on foot posture and its relationship to overuse musculoskeletal injury in professional contemporary dancers. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2012; 102 (1): 25-33.

Sousa F, Lebre E. Biomechanical analysis of two different jumps in rhythmic sports gymnastic (RSG). In *ISBS-Conference Proceedings Archive*. 1996.

Sousa F, Lebre E. Biomechanics of jumps in rhythmic sport gymnastics (RSG) kinematic analysis of the principal jumps in RSG. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*. 1998.

Sönmez G. T. Egzersiz ve spor fizyolojisi. *Birlik Matbaacılık Yayıncılık, Bolu*; 2002, s: 110, 112, 114.

Stokes I. A, Hutton W. C, Stott J. R. Forces acting on the metatarsals during normal walking. *Journal of Anatomy*. 1979; 129(3): 579-590.

Şimşek D, Kırkaya İ, Güngör E. O, Soylu A. R. Relationships among vertical jumping performance, EMG activation, and knee extensor and flexor muscle strength

in Turkish elite male volleyball players. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi*. 2016; 8(2): 46-56.

Şimşek D. Okçularda Atış Tekniğinin Kinetik Ve Kinematik Yöntemlerle İncelenmesi. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 2013, Eskişehir (Danışman: Doç. Dr. H. Ertan).

Tereschenko I. A, Otsupok A. P, Krupenio S. V, Levchuk T. M, Boloban V. N. Evaluation of freshmen coordination abilities on practical training in gymnastics. *Fiziceskoe Vospitanie Studentov*. 2013; 3: 60-71.

Trifunov T, Dobrijević S. The structure of difficulties in the routines of the best world and serbian rhythmic gymnasts. *Fizička Kultura*. 2013; 67(2): 120-129.

Tsopani, D, Dallas G, Tasika N, Tinto A. The effect of different teaching systems in learning rhythmic gymnastics apparatus motor skills. *Science of Gymnastics Journal*. 2012; 4(1): 55-62.

Uzun A, Aydos L, Kaya M, Kanatlı U, Esen E. Buz hokeycilerde uzun süre paten kullanımının ayak tabanı basınç dağılımlarına etkisinin araştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2012; X(4): 117-124.

Watanabe K, Kouzaki M, Moritani T. Effect of electrode location on task-dependent electromyography responses within the human biceps femoris muscle. *Journal of Applied Biomechanics*. 2016; 32(1): 97-100.

Watkins J. An introduction to biomechanics of sport and exercise. Churchill Livingstone, London; 2007, s: 3.

Wilmerding M. V, Heyward V. H, King M, Fiedler K. J, Stidley C. A, Pett S. B, Evans B. Electromyographic comparison of the développé devant at barre and centre. *Journal of Dance Medicine & Science*. 2001; 5(3): 69-74.

Wilson M, Kwon Y. H. The role of biomechanics in understanding dance movement a review. *Journal of Dance Medicine and- Science*. 2008; 12(3): 109-115.

Wong P. L, Chamari K, Chaouachi A, Wisløff U, Hong Y. Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*. 2007; 41(2): 84-92.

Xu L. Effects of vibration exercise on neuromuscular rehabilitation and conditioning. Eindhoven University, 2015.

Zisi V, Giannitsopoulou E, Vassiliadou O, Pollatou E, Kioumourtzoglou E. Performance level, abilities and psychological characteristics in young junior rhythmic gymnasts: the role of sport experience. *International Quarterly of Sport Science*. 2009; 4: 1-13.



# EKLER

## EK-A

### TEZ KONUSU KABUL YAZISI

Evrak Tarih ve Sayısı: 29/09/2016-72056



T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 28233352-730.03.02  
Konu : Yönetim Kurulu

#### SBE-SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Enstitümüzün 22.09.2016 tarihli Yönetim Kurulu Toplantısında, Spor Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Berfin Serdil ÖRS (SÜTÇÜ)'nün 2016-2017 Eğitim Öğretim Yılı Bahar Yarıyılı Tez Ara Raporunun kabulüne,

Tez ölçümlerinin kinematik analizlerinin Qualisys Motion Capture Technology (Qualisys AB, İsveç) sistemi kullanılarak yapılması planlanan, ancak sistem alımı gerçekleştirilemeyen "Ritmik Cimnastikte Dört Farklı Giriş Tekniği ile Uygulanan Dönüştürülmüş Uçan Sıçrama Zorluğunun Biyomekaniksel Yöntemler ile Analizi" başlıklı tez konusunun, Etik Kurul Onayı alınması kaydı ile "Ritmik cimnastikte panche denge elementinin pedografik, kassal ve biyomekaniksel çözümlemesi" olarak değiştirilmesine OY BİRLİĞİ ile karar verildi.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır  
Prof. Dr. Ayşe AKTAŞ  
Enstitü Müdürü

29/09/2016 Memur  
29/09/2016 Şef  
29/09/2016 Enstitü Sekreteri

Ayşe ERTİK  
Bürsen KARAN  
Özcan GERÇEKER

## EK-B

### 18 YAŞ ALTI DENEY GRUBU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

---

**CALIŞMANIN ADI** (Araştırma başvuru formunda bölüm A.2’de yer alan araştırma adı kullanılmalıdır.) :

Ritmik cimnastik branşında cimnastikçilerin en çok kullandığı vücut zorluğu hareketi olan gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada, yukarıda 180°’de denge pozisyonunun biyomekaniksel analizi

---

*Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneniz sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.*

**CALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :**

Ritmik cimnastik sadece bayanların yaptığı ve resmi olarak yarıştığı Olimpik bir branştır. Ritmik cimnastikte sporcular diğer branşlardan farklı olarak esneklik ve estetiğin ön planda olduğu koreografiler sunmalıdır. Bu koreografilerin değerlendirilmesi ise hakem grubu tarafından yapılmaktadır. Sporcuların alacağı puanlar uyguladıkları hareketlerin hakem değerlendirmesi sonucunda sayılıp-sayılmadığına bağlı olarak değişmektedir. Sporcuların koreografilerinde kullanılan denge elementlerine bakıldığında panche dengenin (gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada, yukarıda 180°’de denge pozisyonu) en çok kullanılan hareketlerden biri olduğu görülmektedir.

Bu sebeple; çalışmamızda ritmik cimnastikte en çok kullanılan hareketlerden biri olan panche denge zorluğunun (gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada,

yukarıda 180°’de denge pozisyonu) değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu değerlendirme ile antrenörlere ve sporculara yarışmalarda daha başarılı performans gösterebilmeleri için antrenmanlarda uygulayabilecekleri geri bildirim verilmesi amaçlanmaktadır.

#### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

Çalışmanın ölçümleri Ankara TEİAŞ Spor Kulübü Tesisleri’nde çocuğunuza ölçüm için randevu verilerek belirlenen saatte yapılacaktır. Ölçümlerde şu işlemler uygulanacaktır:

- (a) Ayak yapısı analizi için çocuklarınız yürüme minderi üzerinde 2 adım yürütülecektir.
- (b) Ardından denge hareketinin değerlendirilmesinin yapılması için çocuklarınızdan denge hareketini 3 tekrar yapmaları istenecektir.
- (c) Denge hareketi esnasında görüntü kaydı alınacak ve dengenin değerlendirmesi yapılacaktır.

Çalışmanın ölçümlerinde alınan görüntü kayıtları sadece analizler için kullanılacak, başka bir amaç ile kullanılmayacaktır. Çocuklarınızın görüntü kayıtları ve bilgileri analizler sonrasında sizlere teslim edilecektir.

#### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?**

1. Ritmik cimnastikte denge zorluklarının bileşenlerinin daha iyi anlaşılması,
2. Bireylerin tekniklerinin geliştirilebilmesi,
3. Ölçüm sırasında sağlayabileceğiniz kişisel yararlar,
4. Kişisel fizyolojik kapasitelerin ve egzersiz şiddetinin belirlenmesi.

#### **GÖNÜLLÜYE UYGULANACAK İŞLEMLERİN OLASI ZARARLARI NELERDİR?**

Aktif sporcularda görülmemekle beraber yapılan çalışma ve maksimal test ölçümleri sonucunda nadir de olsa ayak bileği ve bacağın bazı bölümlerinde kısa süreli ağrılar görülebilir.

#### **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

Bu formu imzalayarak araştırmacının çalışma için sizin kişisel bilgilerinizi ( “Çalışma Verileri”) toplamalarına ve kullanmalarına onay vermiş olacaksınız. Bu durum doğum tarihiniz, cinsiyetiniz, ayrıca çalışma verilerinizin kullanımı ile ilgili verdiğiniz onayın herhangi bir belirlenmiş birim tarihi yoktur, ancak araştırma yürütücünüzü haberdar ederek bu onayınızdan herhangi bir zamanda vazgeçebilirsiniz. Araştırma yürütücünüz çalışma verilerinizi çalışma için kullanacaktır.

Çalışmanın sonuçları tıbbi yayınlarda yayınlanabilir, ancak sizin kimlik bilgileriniz bu yayınlarda açıklanmayacaktır. Araştırma yürütücüsünden toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahipsiniz. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahipsiniz. Eğer bu konuda bir isteğiniz olursa lütfen araştırmacınız ile görüşünüz. Eğer onayınızda vazgeçerseniz, araştırma yürütücünüz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır.

Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermektedir.

**SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :**

**1. Yrd.Doç.Dr. Nurten DİNÇ**

Mania Celal Bayar Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu  
Manisa/TÜRKİYE

Telefon: 0236 231 46 45

**2. Berfin Serdil ÖRS**

Adnan Menderes Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu  
Aydın/TÜRKİYE

Tel: 0256 315 35 38

**Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyor ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

|                            |  |                       |
|----------------------------|--|-----------------------|
| <i>Gönüllü Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>   |  |                       |

|                                   |  |                       |
|-----------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>          |  |                       |

|                                      |  |                       |
|--------------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Tanık<sup>1</sup> Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>             |  |                       |

|                                            |  |                       |
|--------------------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Araştırmacı<sup>2</sup> Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>                   |  |                       |

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2:Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

## EK-C

### 18 YAŞ ÜSTÜ DENEY GRUBU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

---

**CALIŞMANIN ADI** (Araştırma başvuru formunda bölüm A.2’de yer alan araştırma adı kullanılmalıdır.) :

Ritmik cimnastik branşında cimnastikçilerin en çok kullandığı vücut zorluğu hareketi olan gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada, yukarıda 180°’de denge pozisyonunun biyomekaniksel analizi

---

*Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneniz sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.*

#### **CALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :**

Ritmik cimnastik sadece bayanların yaptığı ve resmi olarak yarıştığı Olimpik bir branştır. Ritmik cimnastikte sporcular diğer branşlardan farklı olarak esneklik ve estetiğin ön planda olduğu koreografiler sunmalıdır. Bu koreografilerin değerlendirilmesi ise hakem grubu tarafından yapılmaktadır. Sporcuların alacağı puanlar uyguladıkları hareketlerin hakem değerlendirmesi sonucunda sayılıp-sayılmadığına bağlı olarak değişmektedir. Sporcuların koreografilerinde kullanılan denge elementlerine bakıldığında panche dengenin (gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada, yukarıda 180°’de denge pozisyonu) en çok kullanılan hareketlerden biri olduğu görülmektedir.

Bu sebeple; çalışmamızda ritmik cimnastikte en çok kullanılan hareketlerden biri olan panche denge zorluğunun (gövdenin öne 90° bükülmesi ile serbest bacak arkada, yukarıda 180°’de denge pozisyonu) değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu değerlendirme ile antrenörlere ve sporculara yarışmalarda daha başarılı performans gösterebilmeleri için antrenmanlarda uygulayabilecekleri geri bildirim verilmesi amaçlanmaktadır.

### **CALIşMA İşLEMLERİ:**

Çalışmanın ölçümleri Ankara TEİAş Spor Kulübü Tesisleri'nde ölçüm için sizlere randevu verilerek belirlenen saatte yapılacaktır. Ölçümlerde şu işlemler uygulanacaktır:

- (d) Ayak yapısı analizi için yürüme minderi üzerinde 2 adım yürümeniz istenecektir.
- (e) Ardından denge hareketinin değerdendirilmesinin yapılması için denge hareketini 3 tekrar yapmanız istenecektir.
- (f) Denge hareketi esnasında görüntü kaydı alınacak ve dengenin değerdendirmesi yapılacaktır.

Çalışmanın ölçümlerinde alınan görüntü kayıtlarınız sadece analizler için kullanılacak, başka bir amaç ile kullanılmayacaktır. Görüntü kayıtları ve bilgileriniz analizler sonrasında sizlere teslim edilecektir.

### **CALIşMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?**

1. Ritmik cimnastikte denge zorluklarının bileşenlerinin daha iyi anlaşılması,
2. Bireylerin tekniklerinin geliştirilebilmesi,
3. Ölçüm sırasında sağlayabileceğiniz kişisel yararlar,
4. Kişisel fizyolojik kapasitelerin ve egzersiz şiddetinin belirlenmesi.

### **GÖNÜLLÜYE UYGULANACAK İşLEMLERİN OLASI ZARARLARI NELERDİR?**

Aktif sporcularda görülmemekle beraber yapılan çalışma ve maksimal test ölçümleri sonucunda nadir de olsa ayak bileği ve bacağın bazı bölümlerinde kısa süreli ağrılar görülebilir.

### **KİşİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

Bu formu imzalayarak araştırmacının çalışma için sizin kişisel bilgilerinizi ( “Çalışma Verileri”) toplamalarına ve kullanmalarına onay vermiş olacaksınız. Bu durum doğum tarihiniz, cinsiyetiniz, ayrıca çalışma verilerinizin kullanımı ile ilgili verdiğiniz onayın herhangi bir belirlenmiş birim tarihi yoktur, ancak araştırma yürütücünüzü haberdar ederek bu onayınızdan herhangi bir zamanda vazgeçebilirsiniz. Araştırma yürütücünüz çalışma verilerinizi çalışma için kullanacaktır.

Çalışmanın sonuçları tıbbi yayınlarda yayınlanabilir, ancak sizin kimlik bilgileriniz bu yayınlarda açıklanmayacaktır. Araştırma yürütücüsünden toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahipsiniz. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir

hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahipsiniz. Eğer bu konuda bir isteğiniz olursa lütfen araştırmacınız ile görüşünüz. Eğer onayınızda vazgeçerseniz, araştırma yürütücünüz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır.

Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermektedir.

**SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :**

**1. Yrd.Doç.Dr. Nurten DİNÇ**

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Manisa/TÜRKİYE

Telefon: 0236 231 46 45

**2. Berfin Serdil ÖRS**

Adnan Menderes Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Aydın/TÜRKİYE

Tel: 0256 315 35 38

**Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyor ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

|                            |  |                       |
|----------------------------|--|-----------------------|
| <i>Gönüllü Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>   |  |                       |

|                                   |  |                       |
|-----------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>          |  |                       |

|                                      |  |                       |
|--------------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Tanık<sup>1</sup> Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>             |  |                       |

|                                            |  |                       |
|--------------------------------------------|--|-----------------------|
| <i>Araştırmacı<sup>2</sup> Adı Soyadı:</i> |  | <i>Tarih ve İmza:</i> |
| <i>Adres ve Telefon:</i>                   |  |                       |

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

## EK-D

### SPOR VE SAĞLIK GEÇMİŞİ ENVANTERİ

#### ANTRENMAN VE SAKATLIK DURUM DEĞERLENDİRME ANKETİ

1. İSİM/SOYİSİM:.....
2. DOĞUM TARİHİ: .....
3. BOY: .....
4. KİLO: .....
5. AKTİF OLARAK SPORLA UĞRAŞIYOR MUSUNUZ?  
EVET ☐ HAYIR ☐
6. EVET İSE BRANŞINIZ? .....
7. KAÇ YILDIR SPORLA UĞRAŞIYORSUNUZ?.....
8. MİLLİ SPORCU MUSUNUZ? :.....
9. MİLLİLİK SAYISI :.....
10. HAFTADA KAÇ GÜN ANTRENMAN YAPIYORSUNUZ?  
:.....
11. GÜNDE KAÇ SAAT ANTRENMAN YAPIYORSUNUZ?  
:.....
12. HERHANGİ BİR SAKATLIK GEÇİRDİNİZ Mİ?  
EVET ☐ HAYIR ☐
13. EVET İSE NE ZAMAN ? \_\_\_\_\_
14. EVET İSE; DİZ ☐  
AYAK BİLEĞİ ☐  
BEL ☐  
OMUZ ☐  
DİRSEK ☐  
DİĞER (BELİRTİNİZ) ☐

15. DEVAM ETMEKTE OLAN BİR SAKATLIĞINIZ VAR MI?

EVET ☐

HAYIR ☐

16. HERHANGİ BİR OPERASYON GEÇİRDİNİZ Mİ?

EVET ☐

HAYIR ☐

17. EVET İSE;

OPERASYONUN ADI\_\_\_\_\_

OPERASYONUN ZAMANI\_\_\_\_\_

18. HERHANGİ BİR SAĞLIK PROBLEMİNİZ VAR MI?

EVET ☐

HAYIR ☐

EĞER BİLMEMİZİN ÖNEMLİ OLDUĞUNU DÜŞÜNDÜĞÜNÜZ BAŞKA  
BİR SAĞLIK SORUNUNUZ VARSA LÜTFEN  
BELİRTİNİZ. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## EK-E

### MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ YEREL ETİK KURULU KARAR FORMU

T.C.  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu  
Karar Formu

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             |                                                         |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| KARAR TARİH / NO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 02 / 08 / 2017 / 20.478.486 -                                                                                                                                                               |                                                         |                                     |
| ARAŞTIRMANIN ADI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ritmik Cinnastikte Panche Denge Elementinin Pedografik, Kassal ve Biyomekaniksel Çözümlemesi                                                                                                |                                                         |                                     |
| SORUMLU ARAŞTIRMACI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Yrd. Doç. Dr. Nurtan DİNÇ – MCBÜ BESYO Antrenörlük Eğitimi Bölümü Spor Sağlık AD                                                                                                            |                                                         |                                     |
| ARAŞTIRMA EKİBİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Okutman Berfin Serdil Örs,- Prof.Dr.Hayri Ertan(2. Danışman),- Yrd.Doç.Dr.Deniz Şimşek,- Okt.Dr.Esin Ergin,- Yrd.Doç.Dr.Ali Onur Cerrah,- Mak. Mühendisi Eren Kaya, Prof.Dr. Metin V. Sayın |                                                         |                                     |
| ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/> YÜKSEK LİSANS--DOKTORA TEZİ <input checked="" type="checkbox"/> AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>                                             |                                                         |                                     |
| DEĞERLENDİRİLEN BELGELER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 31 / 07 / 2017 / Tarih ve 33262 sayılı; 2. danışman konulu dilekçe                                                                                                                          |                                                         |                                     |
| KARAR BİLGİLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dilekçe incelenmiş; bilimsel ve Etik açıdan UYGUN olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir                                                                                                 |                                                         |                                     |
| Ünvanı/Adı/Soyadı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Araştırma Etik Kurulu Üyesi                                                                                                                                                                 | Ünvanı/Adı/Soyadı                                       | Araştırma Etik Kurulu Üyesi         |
| Prof. Dr. Zeki ARI<br>Tıbbi Biyokimya AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                    | Doç. Dr. Serdar TOK<br>Spor Bilimleri Fakültesi         | <input type="checkbox"/>            |
| Prof. Dr. Murat DEMET<br>Psikiyatri AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                    | Doç. Dr. Aygen TÜREDİ YILDIRIM<br>Çocuk Hematolojisi BD | <input type="checkbox"/>            |
| Prof. Dr. Sezgi ÇINAR PAKYÜZ<br>İç Hastalıkları Hemşireliği AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                    | Yrd. Doç. Dr. Selim ALTAN<br>Tıbbi Etik AD              | <input type="checkbox"/>            |
| Doç. Dr. Beyhan Cengiz ÖZYURT<br>Halk Sağlığı AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                    | Mukadder YILMAZER<br>Aurak                              | <input type="checkbox"/>            |
| Doç. Dr. Tuğba ÇAVUŞOĞLU<br>Farmakoloji AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                    | İhsan AVCI<br>Sivil Üye                                 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <p>Etik Kurulumuzun kararı yukarıda belirtilmiştir. Araştırmanız Her Hangi Bir Aşamada Etik Kurulumuzun "İzleme – Denetleme" Görevi Gereği Lüzumu Halinde Haberli / Habersiz Olarak Denetlenebilir. Araştırma Başvuru Formunun Taahhütname – Bölüm E kısmında belirtilmiş olan hususların dikkate alınarak istenilen bilgilerin Etik Kurulumuza zamanında iletilmesi konusunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.</p> <p>Prof. Dr. Zeki ARI<br/>Başkan</p> |                                                                                                                                                                                             |                                                         |                                     |

## EK-F

### TEİAŞ TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş. GENÇLİK ve SPOR KULÜBÜ TESİS KULLANIM İZNİ



**TEİAŞ**  
**TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş.**  
**GENÇLİK ve SPOR KULÜBÜ ANKARA**

Tarih: 19.09.2016

Sayı: 2016 - 80

Konu: Denge Elementinin Ölçümleri

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ ETİK KURUL BAŞKANLIĞINA

Ritmik Cimnastikte Panche Denge Elementinin Pedeografik, Kassal ve Biyomekaniksel Çözümlemesi adlı araştırmanın ölçümlerinin Ankara TEİAŞ Gençlik Ve Spor Kulübü Spor Salonunda yapılması tarafımızca uygundur.

Ramazan GÜMÜŞ  
Genel Muhasip

İbrahim SİMŞEK  
Asbaşkan

## EK-G

### TURNİTİN RAPORU

T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ  
SPOR BİLİMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

TEZ ADI: RİTMİK CİMNASTİKTE PANCHE DENGİ ELEMENTİNİN PEDOGRAFİK, KASSAL VE  
BİYOMEKANİKSEL ÇÖZÜMLEMESİ

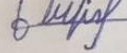
Tezime ilişkin 02/10/2017 tarihinde yapılan Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4'tür.

Belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Adı Soyadı : Berfin Serdil ÖRS (SÜTCÜ)  
Öğrenci No : 131328001  
Anabilim Dalı : ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
Programı : SPOR BİLİMLERİ

Tarih ve İmza

02.10.2017



DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

Yrd.Doç.Dr. Nuri DİNÇ



YARDIMCI DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

Prof.Dr. Hayri ERTAN

H. ERTAN

#### Açıklamalar

1-Tez Çalışması Orijinallik Raporu (TÇOR), TURNİTİN İntihal Tespit Programı kullanımı için kişisel hesap alma hakkı bulunan tez danışmanları, Enstitülerde görevlendirilen personeller, Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nda görevlendirilen kütüphaneciler tarafından alınır.

2-Sayfa sayısı 400'den az olan tezler için tez savunmasından önce ve başarılı olması durumunda düzeltmelerden sonra olmak üzere 2 kez TÇOR alınır.(400 sayfadan fazla olan tezler 400 ve katları şeklinde bölünerek Turnitin veri tabanına yüklenmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda benzerlik oranının hesaplanmasına ilişkin detaylı forma, kütüphane web sayfasında bulunan Turnitin kullanım kılavuzlarının altından erişilebilir.)

3-TÇOR, tezin yalnızca Kapak Sayfası, Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan kısmının tek bir dosya olarak intihal tespit programına yüklenmesi ile alınır.

Programa yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak tez başlığının tamamı, Yazar Adı (author's first name) olarak öğrencinin adı, Yazar Soyadı (author's last name) olarak öğrencinin soyadı bilgisi yazılır.

4- TURNİTİN İntihal tespit programına yüklenen dosyanın süreci içerisinde, ilgili programdaki filtreleme seçenekleri aşağıdaki şekilde ayarlanır: - Kaynakça hariç, - Alıntılar hariç, - 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 5 words)

5-İsteğe bağlı ayarlar kısmından; "Ödevleri şuraya gönder?" seçeneği mutlaka DEPO YOK şeklinde işaretlenmesi gerekmektedir; aksi durumda aynı tezin ikinci kez yüklenmesi durumunda benzerlik %100 çıkacaktır ve depodan tezi silmek çok uzun süre gerektirecektir.

6- Raporlama işlemi tamamlandıktan sonra, kaydedilmiş olan ekranın görüntüsünü sağ üst köşesinde yüzdelik sayı olarak belirtilen "benzerlik oranı," raporlamaya tabi tutulmuş olan dosyanın "toplam sayfa sayısı" ve raporlama işleminin yapıldığı "tarih" bilgisi, "Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formuna işlenir.

7- Benzerlik oranında tüm sorumluluk öğrenciye aittir.

8-Tez savunma sınavı sonrasında başarılı bulunan öğrenci, tez savunma sınavı tarihi sonrasında tezde yapılmış muhtemel değişiklikleri içeren dosya kullanılarak alınmış ikinci bir intihal raporundaki bilgiler kullanılarak hazırlanmış ve tez danışmanı tarafından onaylanarak imzalanmış ikinci bir "Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu"nu Enstitüye teslim etmekle yükümlüdür.

9-Turnitin Hakkında Bilgiler: <http://kutuphane.cbu.edu.tr/turnitin.9370.tr.html>

## 9. ÖZGEÇMİŞ

|                   |                                                          |                     |               |
|-------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| <b>Adı</b>        | Berfin Serdil                                            | <b>Soyadı</b>       | ÖRS           |
| <b>Doğum Yeri</b> | İzmir                                                    | <b>Doğum Tarihi</b> | 08.06.1988    |
| <b>Uyruğu</b>     | TC                                                       | <b>Tel</b>          | 0553 390 1602 |
| <b>E-mail</b>     | <a href="mailto:bsutcu@adu.edu.tr">bsutcu@adu.edu.tr</a> |                     |               |

### Eğitim Düzeyi

|                         | <b>Mezun Olduğu Kurumun Adı</b>                                                                   | <b>Mezuniyet Yılı</b> |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Doktora/Uzmanlık</b> | Manisa Celal Bayar Üniversitesi (Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Spor Bilimleri)                     | 2017                  |
| <b>Yüksek Lisans</b>    | Manisa Celal Bayar Üniversitesi (Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı) | 2013                  |
| <b>Lisans</b>           | Manisa Celal Bayar Üniversitesi (Fen-Edebiyat Fakültesi / Matematik Bölümü)                       | 2011                  |
| <b>Lise</b>             | Suphi Koyuncuoğlu Lisesi                                                                          | 2006                  |

### İş Deneyimi

| Görevi                   | Kurum                                                          | Süre (Yıl – Yıl) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| Okutman                  | Adnan Menderes Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu | 2013-            |
| Milli Takım Antrenörlüğü | Türkiye Cımnastik Federasyonu                                  | 2013-2014        |

| Yabancı Dilleri         |      | Okuduğunu Anlama* |              | Konuşma*     |              | Yazma*  |     |     |
|-------------------------|------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------|-----|-----|
| İngilizce               |      | Çok İyi           |              | Çok İyi      |              | Çok İyi |     |     |
| Rusça                   |      | Çok İyi           |              | Çok İyi      |              | Çok İyi |     |     |
| İspanyolca              |      | Orta              |              | Orta         |              | Orta    |     |     |
| Yabancı Dil Sınav Notu# |      |                   |              |              |              |         |     |     |
| YDS                     | ÜDS  | IELTS             | TOEFL<br>IBT | TOEFL<br>PBT | TOEFL<br>CBT | FCE     | CAE | CPE |
|                         | 77.5 |                   |              |              |              |         |     |     |

|               | Sayısal | Eşit Ağırlık | Sözel |
|---------------|---------|--------------|-------|
| ALES Puanı    | 82.233  |              |       |
| Diğer (Puanı) |         |              |       |

### Bilgisayar Bilgisi

| Program          | Kullanma Becerisi |
|------------------|-------------------|
| Microsoft Office | Çok iyi           |
| SPSS             | İyi               |
| Matlab           | Orta              |

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendiriniz.

**EK : Diğer Bilimsel faaliyetler (yayın, kongre bildirisi)**

**Ritmik Cimnastik Hakemlik Semineri**

*Türkiye Cimnastik Federasyonu 07.01.2012 - 09.01.2012*

**Ritmik Cimnastik Hakemlik Kursu**

*Türkiye Cimnastik Federasyonu 01.01.2012 - 01.01.2012*

**Ritmik Cimnastik Gelişim Semineri**

*Türkiye Cimnastik Federasyonu 15.12.2011 - 16.12.2011*

**Ritmik Cimnastik Kıtalararası Hakemlik Semineri**

*Uluslararası Cimnastik Federasyonu (FIG) tarafından düzenlenen Kıtalararası Hakemlik Semineri-Tercümanlık*

**Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :**

ÖRS Berfin Serdil, ŞİMŞEK Deniz, YILDIZER Günay, ONARICI GÜNGÖR Elvin (2017). Dynamic foot function in athletes with different arch structure. Uluslararası Balkan Spor Bilimleri Kongresi /The International Balkan Conference In Sport Sciences IBCSS 2017 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 3542646).

AGOPYAN Ani, ÖRS Berfin Serdil (2017). Video analysis of body movement difficulties with back bend of the trunk for 2016-olympic games candidates of rhythmic gymnasts. Uluslararası Balkan Spor Bilimleri Kongresi /The International Balkan Conference In Sport Sciences Ibcss 2017 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 3539399).

ERGIN Esin, DİNÇ Nurten, YÜCEL Hayriye Selda, TANELİ Fatma, DURMAZ Burak, ÖRS Berfin Serdil (2016). Elit Türk Kadın Voleybolcularda ACTN3 R577X Polimorfizmi ve Patlayıcı Kuvvet Performansı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. 14.Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 2907138).

AGOPYAN Ani, ÖRS Berfin Serdil (2016). The Analysis of Body Movement Difficulty Variations For 2016 Olympic Candidates of Rhythmic Gymnasts. 14.Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 2907142).

ÖRS Berfin Serdil, CERRAH Ali Onur, ERTAN Hayri, YÜCEL Hayriye Selda (2016). The Relationship Between Planned Unplanned and Unplanned Soccer Specific Reactive Agility Test and Change of Direction Speed Components In Soccer Players. 14.Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 2907127).

SÜTCÜ Berfin Serdil, CERRAH Ali Onur, ERTAN Hayri, YÜCEL Hayriye Selda (2013). The relationship between lower body strength dominant leg push off reaction time straight sprint speed with change of direction speed and agility performance. 9th

International Symposium on Computer Science in Sport (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)  
(Yayın No: 2623356).

**Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :**

ÖRS Berfin Serdil, CERRAH Ali Onur, ERTAN Hayri, YÜCEL Hayriye Selda (2017). The Relationship Between Anthropometric, Physical, Technique Components and Three Different Agility Tasks in Soccer Players. Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences, 9(1), 21-31., Doi: 10.5336/sportsci.2016-53826 (Kontrol No: 3542308).

**Sanat ve tasarım etkinlikleri :**

Ulusal, DANS Gösterileri/Koreografılık/, 02.07.2017-03.07.2017, Müzikalden Müzikale, Adnan Menderes Üniversitesi, (No: 145532).

**Projelerde Yaptığı Görevler:**

Elit Türk Kadın Voleybolcularda ACTN3 R577X Polimorfizmi ve Patlayıcı Kuvvet Performansı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, Yükseköğretim kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, 01/03/2016 - 29/12/2016 (ULUSAL).

Nöropsikolojik ve Fizyolojik Değişkenler Üzerinden Psikomotor Tepki Analizinin Değerlendirilmesi, Araştırma Projesi, Araştırmacı, 21/02/2017 (Devam Ediyor) (ULUSAL).

Okçuluk Performansının Tümdengelimsel Yöntemle Değerlendirilmesi, Araştırma Projesi, Araştırmacı, 17/04/2017 (Devam Ediyor) (ULUSAL).

Ritmik Cimnastikte Panche Denge Elementinin Pedografik, Kassal ve Biyomekaniksel Çözümlemesi, Proje No: 2017-058, (ULUSAL).