

T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİMDALI

**KARATE' DE İKİ FARKLI YAN TEKMENİN ÜÇ BOYUTLU  
KİNEMATİK ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

**Amir GHİAMİ RAD**

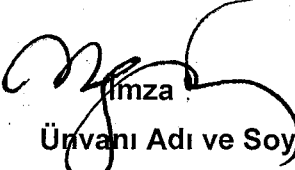
Tez Danışmanı  
Yrd.Doç.Dr. Latif AYDOS

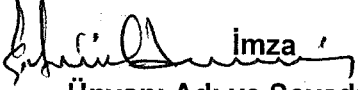
ANKARA  
OCAK 2014

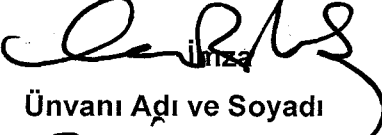
T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı Doktora Programı  
Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından  
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

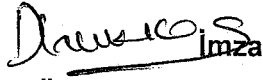
Savunma Tarihi : 21 / 01 / 2014

  
Ünvanı Adı ve Soyadı  
Prof. Dr. Ali Ahmet DOĞAN  
Gazi Üniversitesi  
Jüri Başkanı

  
Ünvanı Adı ve Soyadı  
Prof. Dr. Mehmet GENÇ  
..... Üniversitesi

  
Ünvanı Adı ve Soyadı  
Prof. Dr. Zahir BÖKE  
..... Üniversitesi

  
Ünvanı Adı ve Soyadı  
Yrd. Doç. Dr. Cevat AYDOĞ  
GAZİ..... Üniversitesi

  
Ünvanı Adı ve Soyadı  
Yrd. Doç. Dr. Hakan KÖR  
GAZİ..... Üniversitesi

## İÇİNDEKİLER

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Kabul ve Onay.....                                              | I   |
| İçindekiler.....                                                | II  |
| Şekiller.....                                                   | VI  |
| Tablolar.....                                                   | VII |
| Kısaltmalar .....                                               | X   |
| Önsöz.....                                                      | XI  |
| 1.GİRİŞ.....                                                    | 1   |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                          | 4   |
| 2.1. Karate-Do .....                                            | 4   |
| 2.2.Karate'nin yararları .....                                  | 5   |
| 2.3. Karate-Do Stilleri.....                                    | 5   |
| 2.3.1.Wadoryu karate .....                                      | 5   |
| 2.3.2.Shotokan karate .....                                     | 6   |
| 2.3.3.Shitoryu karate .....                                     | 6   |
| 2.3.4.Goju Ryu Karate .....                                     | 6   |
| 2.4. Karate çalışmasının bölümleri .....                        | 6   |
| 2.4.1 Kihon.....                                                | 7   |
| 2.4.2. Kata .....                                               | 7   |
| 2.4.3. Kumite.....                                              | 8   |
| 2.5. Karate yarışmaları.....                                    | 9   |
| 2.5.1. Kata yarışmaları .....                                   | 9   |
| 2.5.2. Kumite yarışmaları.....                                  | 10  |
| 2.6. Yoko geri .....                                            | 11  |
| 2.6.1. Yoko geri keage .....                                    | 12  |
| 2.6.1.1. Yoko geri keagenin 2 boyutlu hareket analizi : .....   | 13  |
| 2.6.2. Yoko geri keykomi.....                                   | 13  |
| 2.6.2.1. Yoko geri keykominin 2 boyutlu hareket analizi : ..... | 14  |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.7. Biyomekanik.....                                            | 14        |
| 2.7.1. Biyomekaniğin tarihi gelişimi.....                        | 15        |
| 2.7.2. Biyomekaniğin uygulama esasları ve uygulama alanları..... | 16        |
| 2.7. 3. Biyomekaniğin tıp ilmine katkıları .....                 | 17        |
| 2.8. Spor Biyomekaniği .....                                     | 18        |
| 2.9. Biyomekanik alanındaki temel kavramlar .....                | 20        |
| 2.9.1. Mekanik: .....                                            | 20        |
| 2.9.2. Kinetik:.....                                             | 20        |
| 2.9.3. Kinematik.....                                            | 20        |
| 2.10. Hareket analizi .....                                      | 21        |
| 2.11. Kinematik .....                                            | 21        |
| 2.11.1. Doğrusal kinematik .....                                 | 22        |
| 2.11. 2. Açısal kinematik.....                                   | 23        |
| 2.12. Kuvvet.....                                                | 23        |
| 2.12.1. Fizikte kuvvet:.....                                     | 24        |
| 2.12.2. Sporda kuvvet: .....                                     | 24        |
| 2.12.3. Kuvvetin cisimler üzerindeki etkisi: .....               | 24        |
| 2.12.4.Kuvvet Birimleri: .....                                   | 24        |
| 2.12.5. Sporda kuvvetin sistematik yapısı .....                  | 25        |
| 2.13.Teknik uygulama zamanı.....                                 | 25        |
| 2.14.Teknik uygulama hızı .....                                  | 25        |
| 2.15. Kinematik ölçüm yöntemleri .....                           | 26        |
| 2.15.1 Kinematik ölçüm yöntemleri: .....                         | 26        |
| 2.15.2. Spor biyomekaniği ve kinematik veri toplama .....        | 28        |
| 2.15.3 İşaret noktalarının kullanımı .....                       | 30        |
| 2.15.4. Kinetik.....                                             | 31        |
| 2.16. Elektromiyografi (EMG) .....                               | 31        |
| 2.17. Karatede kinetik ve kinematik analiz .....                 | 33        |
| <b>3. GEREÇ ve YÖNTEM.....</b>                                   | <b>35</b> |
| 3.1. Araştırma gurubu .....                                      | 35        |

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. Araştırma yöntemi .....                                                                             | 35        |
| 3.3. Çalışma protokolü.....                                                                              | 36        |
| 3.4. Testlerin uygulanması.....                                                                          | 36        |
| 3.4.1. Boy ölçümü .....                                                                                  | 36        |
| 3.4.2. Vücut ağırlığı ölçümü .....                                                                       | 37        |
| 3.4.3. Otur ve uzan testi ile esneklik ölçümü .....                                                      | 37        |
| 3.4.4. Hareket genişliği ölçümü (Bacak açma) .....                                                       | 37        |
| 3.4.5. Bacak kuvveti ölçümü.....                                                                         | 37        |
| 3.5. Deneklerin vücutlarına yapıştırılan markelerin tesbit edilmiş anatomik nokta genişliği ölçümü ..... | 38        |
| 3.6. Teknik analiz .....                                                                                 | 40        |
| 3.7. İşaretleyicilerin (Marker lerin ) yerleştirilmesi.....                                              | 42        |
| 3.8. Kuvvet Platformu.....                                                                               | 45        |
| 3.9. İvmelendirici (Accelerometr) .....                                                                  | 46        |
| 3.10. Faz boşluğu hareket yakalama sistemi .....                                                         | 47        |
| 3.11. Impuls kameraları .....                                                                            | 48        |
| 3.12. Led baz İstasyonu .....                                                                            | 49        |
| 3.13. Server bilgisayar .....                                                                            | 50        |
| 3.14. Led kontrolörü .....                                                                               | 50        |
| 3.15. Impuls aktif led .....                                                                             | 51        |
| 3.16. Kalibrasyon çubuğu .....                                                                           | 51        |
| 3.17. Görsel 3D biyomekanik analizi ve modelleme yazılımı.....                                           | 52        |
| 3.18. İstatistiksel analiz yöntemi .....                                                                 | 53        |
| 3.19. Teslerin güvenilirlik ve geçerlilik kontrolü .....                                                 | 53        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                                                                                 | <b>54</b> |
| 4.1. Deneklerin antropometrik özellikleri.....                                                           | 54        |
| 4.2. Araştırmaya katılan sporcuların bacak kuvvetleri .....                                              | 56        |
| 4.3. Yerçekim tepki kuvveti vedoğrusal ivme ölçümleri.....                                               | 57        |
| 4.4. Kinematik özellikler .....                                                                          | 59        |
| 4.5. Verilere ait normallik testleri (Kolmogorov-Smirnov Testi).....                                     | 62        |
| 4.6. Ölçüm sonuçlarının Wilcoxon testi ile karşılaştırılması.....                                        | 67        |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.7.Sporcuların antropometrik ve kinematik değişkenleri arasındaki ilişkiler.... | 70         |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>                                                         | <b>82</b>  |
| <b>6.SONUÇ.....</b>                                                              | <b>95</b>  |
| <b>7.ÖZET .....</b>                                                              | <b>96</b>  |
| <b>8.SUMMARY.....</b>                                                            | <b>98</b>  |
| <b>9.KAYNAKLAR.....</b>                                                          | <b>99</b>  |
| <b>10.EKLER.....</b>                                                             | <b>110</b> |
| <b>11. ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                        | <b>111</b> |

## ŞEKİLLER

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Yoko geri Keage ve Keykomi.....                                | 12 |
| Şekil 2. Yoko geri Keage .....                                          | 13 |
| Şekil 3. Yoko geri keykomi.....                                         | 15 |
| Şekil 4. Hareket mekaniği .....                                         | 24 |
| Şekil 5. Sporda kuvvet niceliği ve niteliği .....                       | 29 |
| Şekil 6. Biodex System 3 .....                                          | 43 |
| Şekil 7. Bazı segmentlerin genişliğinin ölçüm şekilleri .....           | 44 |
| Şekil 8. Koşu bandı ve Biodex Sistemi.....                              | 44 |
| Şekil 9. Aktif ledlerin arkadan görünüşü.....                           | 46 |
| Şekil 10. Aktif ledlerin önden görünüşü .....                           | 47 |
| Şekil 11. Aktif ledlerin yandan görünüşü ve akselometre.....            | 48 |
| Şekil 12. Kalibrasyon ve takip işaretleyicileri ve yerleştirilmesi..... | 49 |
| Şekil 13. Yük ölçümleri için koordinat sistemi .....                    | 51 |
| Şekil 14. Faz boşluğu hareket yakalama sistemi bileşenleri .....        | 53 |
| Şekil 15. Impuls kamerasının ön ve arka görüntüsü. ....                 | 54 |
| Şekil 16. LED baz istasyonunun yan, üst ve arka görünümü.....           | 55 |
| Şekil 17. Server bilgisayarının ön ve arka görünümü .....               | 56 |
| Şekil 18. Led Kontrolörünün ön ve yan görüntüsü .....                   | 56 |
| Şekil 19. Ekli impuls aktif led karşılaştırması.....                    | 57 |
| Şekil 20. Kalibrasyon çubuğu .....                                      | 57 |
| Şekil 21. Görsel 3D yazılımı kalibrasyon denemesi .....                 | 59 |
| Şekil 22. Yoko geri Görsel üç boyutlu hareket analizi.....              | 67 |
| Şekil 23. Yoko geri Keage görsel üç boyutlu hareket analizi .....       | 68 |
| Şekil 24. Yoko geriKeykomi görsel üç boyutlu hareket analizi.....       | 69 |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Markerlerin 'Helen Heyz' yöntemiyle segmentler üzerindeki bağlantı noktaları.....           | 41 |
| Tablo2. Araştırmaya katılan sporcuların fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı bilgiler .....        | 57 |
| Tablo 3. Esneklik ve bacak açma özellikleri .....                                                    | 57 |
| Tablo 4. Antropometrik Özellikler .....                                                              | 58 |
| Tablo 5. 90° ve 60°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork ölçüm sonuçları .....                          | 59 |
| Tablo 6. 90° ve 240°/sn hızla bacak kuvvet zirve tork ölçüm sonuçları .....                          | 59 |
| Tablo 7. 90° ve 60°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork'a ulaşma zamanı ölçüm sonuçları .....          | 60 |
| Tablo 8. 90° ve 240°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork'a ulaşma zamanı ölçüm sonuçları .....         | 60 |
| Tablo 9. Fz eksenine göre yer tepki kuvveti (GRF) ölçüm sonuçları.....                               | 61 |
| Tablo 10. Keage tekniğinin Fx,Fy ve Fz eksenlerine göre doğrusal ivme (gram) ölçüm sonuçları .....   | 61 |
| Tablo 11. Keykomiteknikğinin Fx,Fy ve Fz eksenlerine göre doğrusal ivme (gram) ölçüm sonuçları ..... | 61 |
| Tablo 12. Keage tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal yerdeğişim ölçüm sonuçları .....       | 60 |
| Tablo 13. Keykomi teknikinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal yerdeğişimi ölçüm sonuçları .....    | 63 |
| Tablo 14. Keage tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ölçüm sonuçları .....              | 61 |
| Tablo 15. Keykomi teknikinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ölçüm sonuçları .....            | 64 |
| Tablo 16. Keage tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal ivme ölçüm sonuçları .....             | 61 |
| Tablo 17. Keykomi teknikinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal ivme ölçüm sonuçları .....           | 62 |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo18. 90° ve 60°/sn hızla bacak kuvvet zirve tork ölçümlere ait normallik test sonuçları .....                         | 62 |
| Tablo19.90° ve 240°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork ölçümlere ait normallik test sonuçları.....                         | 63 |
| Tablo 20. 90° derce ve 60° hızla bacak kuvveti zirve tork a ulaşma zamanı ölçümlere ait normallik test sonuçları .....    | 67 |
| Tablo 21. 90° derce ve 240° hızla bacak kuvveti zirve tork a ulaşma zamanı ölçümlerine ait normallik test sonuçları ..... | 67 |
| Tablo 22. Keage ve Keykomi tekniği Fz eksenini yer çekim kuvveti ölçümlerine ait normallik testi.....                     | 67 |
| Tablo 23. keage ve Keykomi tekniği Fy ve Fz eksenlerinde doğrusal ivme ölçümlerine ait normallik testi.....               | 65 |
| Tablo 24. Keage ve Keykomi tekniği Ayak bileği, diz ve kalçadoğrusal yerdeğişimi ölçümlerine ait normallik testi.....     | 69 |
| Tablo 25. Keage ve Keykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ölçümlerine ait normallik testi.....         | 66 |
| Tablo 26. Keage ve Keykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal İvme bilgileri normallik testi .....             | 70 |
| Tablo 27. Ayak bileği, Diz ve Kalçanın iki farklı teknikte yer değişim sonuçlarının karşılaştırması .....                 | 71 |
| Tablo 28. Ayak bileği, Diz ve Kalçanın iki farklı teknikte doğrusal hız ölçüm sonuçlarının karşılaştırması.....           | 71 |
| Tablo 29. Ayak bileği, Diz ve Kalçanın iki farklı teknikte doğrusal ivme ölçüm sonuçlarının karşılaştırması.....          | 72 |
| Tablo 30. Sol ayakların iki farklı teknikteki doğrusal ivme ölçümleri .....                                               | 72 |
| Tablo 31. Dikey GRF larının (Fz) iki farklı teknikteki doğrusal ivme ölçümleri                                            | 72 |
| Tablo 32. 60° ve 240° hızda zirve tork ulaşma zamanı ölçümleri .....                                                      | 73 |
| Tablo 33. 60° ve 240°/sn hızda zirve tork zaman (ektension) farkları.....                                                 | 73 |
| Tablo 34. 60° ve 240°/sn hızda zirve tork zaman (fleksiyon) farkları .....                                                | 74 |
| Tablo 35. Sporcuların fiziksel özellikleri ile üç boyuttaki ( X,Y,Z) hızları arasındaki korelasyon .....                  | 74 |

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 36. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° derecedeki ( 60°/sn hızla)<br>Bacak tork kuvveti arasındaki korelasyon.....                        | 75 |
| Tablo 37. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° derecedeki ( 240° /sn hızla)<br>Bacak tork kuvveti arasındaki korelasyon.....                      | 76 |
| Tablo 38. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° dercede zirve torka ulaşma<br>zamanı (60°/sn) arasındaki korelasyon.....                           | 76 |
| Tablo 39. Sporcuların Fiziksel özellikleri ile 90° dercedeki zirve tork'a ulaşma<br>zamanı (240°/sn ) arasındaki korelasyon.....                      | 77 |
| Tablo 40. Sporcuların Fiziksel özellikleri ile doğrusal yer değiştirmeleri .....                                                                      | 78 |
| Tablo 41. Sporcuların fiziksel özellikleri ile Keage ve Keykomi Tekniği hızları<br>(m/sn) arasındaki korelasyon.....                                  | 79 |
| Tablo 42. Sporcuların fiziksel özellikleri ile Keage ve Keykomi Tekniği yer<br>değiştirme ivmeleri (m/sn) arasındaki korelasyon .....                 | 80 |
| Tablo 43. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° derecede ki (60°/sn hızla)<br>bacak tork kuvveti arasındaki korelasyon .....                       | 81 |
| Tablo 44. Sporcuların antropometrik özellikleri ile 90° derecede ki 240°/sn hızla<br>bacak tork kuvveti arasındaki korelasyon .....                   | 82 |
| Tablo 45. Sporcuların antropometrik özellikleri ile 90° dercedeki 60°/sn hızla<br>zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon .....               | 82 |
| Tablo 46. Sporcuların antropometrik özellikleri ile 90° dercede zirve tork'a<br>ulaşma zamanı (240°/sn hızla ) arasındaki korelasyon .....            | 83 |
| Tablo 47. Sporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomi<br>teknikinin üç boyuttaki ( X,Y,Z) hızları arasındaki korelasyon.....           | 84 |
| Tablo 48. Sporcuların Antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomi Tekniği<br>Doğrusal yer değiştirmeleri arasındaki korelasyon .....               | 84 |
| Tablo 49. Sporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomi tekniği<br>hızları (m/sn) arasındaki korelasyon .....                            | 80 |
| Tablo 50. Sporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomi tekniği<br>yer değiştirme ivmesi (m/sn <sup>2</sup> ) arasındaki korelasyon..... | 86 |

## **KISALTMALAR**

**WKF:**World Karate Federation (Uluslararası Karate Federasyonun)

**3D:** Three dimention (Üç Boyut)

**EMG:** Elektromiyografi

**GRF:**Gravity Reaction Force (Yer Çekim Tepki Kuvveti)

**cm:**Santimetre

**sn :**Saniye

**Dre:** Derece

**MS:**Mikro Saniye:

**%:**Yüzde

**Kg:** Kilogram

**g :**Gram

**m :**metre

**Nm:**Newton metre

**°/sn:**Derece/ Saniye

## Önsöz

Spor, bütün dünyada ülkelerin tanıtım aracı vebaşarının göstergesidir. Günümüzde bireysel ve ya takım performans sporu, her dalda bilim ve teknolojinin en son ulaştığı bilgilerden yararlanarak gelişmesini sürdürmektedir. Teknik materyal ve yöntemler, her geçen gün daha karmaşık, daha ergonomik ve ekonomik tasarımlara ulaşmakta ve Spor biyomekaniği gibi bilimler ile kendine yeni ufuklar açarak gelişmektedir. Sınırların ortadan kalktığı bir iletişim-etkileşim çağında, bilgi en değerli malzeme konumundadır. Sporcuların morfolojik profilleri, ulusal ve ya uluslararası spor karşılaşmalarında yarışan sporculara ait her türlü ham ve ya işlenmiş veriler, o spor branşının ve branş sporcusunun tanınmasında, bunların ileriye götürülmesinde, doğru sporcunun keşfedilmesinde, daha doğru tekniklere ulaşmasında, daha doğru malzeme ve materyal yapımında ve insan sağlığını daha fazla koruyacak nitel ve yanicel parametrelere ulaşılmasında yol gösterici olmaktadır.

Amir GHİAMİRAD

## 1.GİRİŞ

Karate-do, Japonca'da boş anlamına gelen "kara" ve el anlamına gelen "te" kelimelerinden oluşur. Karate kelimesinin Türkçekarşılığı "boş el" olarak karşımıza çıkar. Karate bir kişinin saldırı değil,silahsız olarak vücudunun tabii organları ile kendisini müdafa etmesi vesavunma aracıdır. Savunma, spor ve vücut hakimiyeti ile birlikte karakterin olgunlaştırılmasıdır<sup>48</sup>.Karate bir sanattır ve en büyük gayesi galibiyet değildir; insanın ahlak ve karakterini olgunlaştırmayı hedef edinmiştir<sup>5</sup>.

Bir mücadele sporu olarak Karate de, insana zarar verebilecek bütün teknik vedavranışları yasaklanmıştır. Bu nedenle tüm ataklar kontrollü olmalıdır. Yarışmacılar bütün tekniklerini karate teknik kuralları içerisinde ve kontrollü olarak uygulamalıdır. Bu nedenlerle günümüzdeKarate-do sporu bütün dünyada popüler olan ve ilgi çekmeye devam eden bir spor dalı haline gelmiştir<sup>43</sup>.

Biyomekanik insanvücuduna etki eden iç ve dış kuvvetlerle, bu kuvvetlerin oluşturduğu etkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Biyomekanik aynı zamanda insan vücuduve hareket sistemine mekanik kural ve yöntemlerinuygulamasını inceleyen bilim dalıdır<sup>51</sup>.İnsan vücudu mekanik açıdan bakıldığında herhangi bir hareketi ortaya koyabilmek için karmaşık fizik kanunlarından yararlanır. Ancak bazı spor hareketlerine ve ya hareketin sonucunda elde edilen derecelere, rekorlara bakılınca bunlar inanılmaz sonuçlar olarak görünmektedir<sup>12</sup>.

Özellikle uzakdoğunun mistik atmosferinden doğup gelişmiş olan karate gibi mücadele sporlarında, insan hareketleri olağanüstü (kalın bir taş bloğu kırabilmek gibi) sonuçlar doğurabilmekte ve ya hareketin kendisi (bir atağa aynı anda blok alıp karşı atak yapmak gibi) olağanüstü görünebilmektedir.Teknik çalışmaları tamamen kendine özgü, geleneksel

formlardan oluşan bu sporla, insanvücudu silahsız olarak başka insanlarla, hayvanlarla kısaca doğayla mücadele etmek için antrene edilmektedir. Bu sporun önemli özelliklerinden birisi de; iki kategoride (kata ve kumite) yapılmakta olan yarışmalarda teknik mükemmellik olmadan (kaba kuvvetle) başarılı olunamayacağıdır<sup>4</sup>.

Yokogeri tekniği (yan tekme), karate'de (Kata'da ve Kumite'de) kullanılan çok önemli bir tekniktir<sup>2</sup>. Karate üzerine gerçekleştirilen biyomekanik çalışmaları incelendiğinde Yokogeri tekniğine yönelik sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Buna karşın benzeri teknikler Tekwondo da ve ya başka uzak doğu sporlarında kısmen de olsa incelenmiştir<sup>25</sup>. Yapılan araştırmalar genelde tekniğin antropometrik ölçümleri ya da bir tek kinetik ve ya kinematik değişkenle incelenmesi üzerine kurgulanmıştır<sup>35, 26, 58,50</sup>. Yokogeri tekniğinin yapılma özelliğine göre üç boyutlu inceleme gerektiğindenliteratürde buna ait bir boşluk bulunmaktadır.

### **Yoko geri tekniği karate'de iki türdür:**

- 1) **Yokogeri keage:** bu teknik çok hızlı ve kilitlenmeden yapılır.
- 2) **Yokogeri keykomi:**bu teknikte sonnoktada kilitlenim söz konusudur<sup>3</sup>.

Biyomekanik çalışmalar antrenörlere ve sporculara çok değerli bilgiler sunmaktadır. Biyomekanik araştırma sonuçları, performansın artırılması,değerlendirmesi, antrenman metotlarının geliştirilmesi yansirasporcu sağlığını koruma, mekanik travmayı azaltma ve yaralanmaları önlemek için de kullanılır<sup>11</sup>.

Karate'deki iki farklı yan tekmenin üç boyutlu kinematik analizini yapıp, biyomekanik değerlerin birbirleriyle ve başka değişkenlerle etkileşimi ve bu etkileşme düzeyinin tespit edilmesi, İki farklı Yoko geri tekniğinin üç boyutlu<sup>1</sup> analizi ilekinematik özelliklerinbelirlenmesikarate sporu açısından oldukça önemlidir. Özellikle Alt vücut

parçalarının kinematik değişkenleri ile ilgili, doğrusal hız, doğrusal sürat, açısal hız, açısal sürat, ayak hızı, yer değiştirme ve yer tepki gücü gibi değişkenler açısından, sporcuların uyguladığı tekniklerin analizinin yapılması konunun önemini artırmaktadır<sup>39</sup>.

Bu çalışmanın amacı biyomekanik araştırma yöntemleri ile her iki tür Yoko geri tekniğinin analizini yaparak, Yokogeri tekniğindeki eklem açıları, yer tepki kuvvetleri, ivmelenme ve karatecilerin performanslarını etkileyen yapısal faktörler ile bu faktörlerin performans üzerindeki etki boyutlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu faktörlerin belirlenmesi ve literatüre kazandırılması, sporcuların performanslarının artırılmasını olumlu etkileyecek ve uluslararası standartların yeniden gözden geçirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın sonuçları hem sporcu yetiştirme de, hem de sporcuların tekniklerini mükemmelleştirmede kullanılabilir. Ayrıca bu çalışma gelecekte Karate ile ilgili yapılacak çalışmalarda, malzeme geliştirmede, sporcuyu sakatlayıcı ve yaralanmayı azaltıcı mekanizmaların geliştirme ile kinetik analizler için kaynak oluşturabilir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Karate-Do

Karate-do, Japonca'da boş anlamına gelen “kara” ve el anlamına gelen “te” kelimelerinden oluşur<sup>25</sup>. Karate kelimesinin tam Türkçe karşılığı "boş el" anlamına gelmektedir. Buna karşın buradaki boş'luk teriminin kökeni Uzak Doğu düşüncesinde aranması gereken felsefi bir kavramdır<sup>3</sup>. Karate kelimesinin anlam olarak karşılığının "boş zihin" (empty mind) olduğunu düşünmek daha doğru olur ve yol anlamına gelen “do” ekinin de eklenmesiyle “Karate-do” herhangi bir kişinin kendini savunma teknikleri uygulamasından öte başlı başına bir yaşam biçimidir<sup>48</sup>.

Doğru karate çalışmalarında amaç zihin ve tekniği bir bütün haline getirmeye çalışmaktır. İdmanlarda fiziksel tekniklerin uygulanması, aslında önce zihinde oluşturulan düşüncelerin saf bir ifadesini ortaya koyma çabasıdır<sup>62</sup>. Zihinsel konsantrasyonun geliştirilmesiyle fiziksel hareketlerin özü daha iyi anlaşılır. Kişinin uygulamaları ve tekniğinin gelişmesiyle ruhun, zihniyetinin geliştirilmesi ve terbiye edilmesi amaçlanır. Karate-do çalışmaları içerisinde zayıf ve kararsız hareketlerin giderilmesi, zihnimizdeki "zayıflık" ve "karasızlığın" giderilmesine katkıda bulunur. Sonuçta bir “Karateka” 'yı (Karate öğrencisi) güçlü yapan salt fiziksel gücü değil vucüt ve zihin koordinasyonunu sağlama yeteneğidir. Bu anlamıyla Karate-do bir yaşam anlayışı haline alır ve kişinin güçlü, sağlıklı ve barışçı bir birey olarak yaşamasını hedefler<sup>50</sup>. Karate-do yaş, cinsiyet ve fiziksel durum şartı aranmadan isteyen herkesin katılabileceği bir spor çalışması; fiziksel ve zihinsel gelişimi birey olarak gerçekleştirmeye imkân sağlayan bir eğitim yoludur<sup>48</sup>.

## 2.2.Karate'nin yararları

Karate'nin kamuoyunda bilinen en başta gelen faydası, bireylerin kendilerine yönelmiş bir fiziksel saldırı karşısında kendilerini silahsız olarak savunabilme yollarını öğretiyor olmasıdır<sup>2</sup>.Karate teknikleri kişiye, vücudun tüm bölgelerini en etkin şekilde kullanarak kendisini savunma imkânı sağlar. Fakat Karate'nin yararları bunun çok ötesine uzanmaktadır. Her yaş grubundan insanlar için Karate-do, günlük uğraşları dışında kişilere yaratıcı, eğitici, güvenli ve üretken zaman harcama imkânını sağlar. Özellikle genç yaştakiler için Karate doğru çalışıldığında, vücut duruşunu geliştirmenin dışında, düşünme sürecine ilişkin becerileri de geliştirirler. Kişi, zihinsel ve bedensel becerileri konusunda daha bilinçli olur ve kendine olan güveni artar<sup>24</sup>. Karete dikkati toplama yetisinin geliştirmesi ile bireyin bağımsızlığını ve kişisel bütünlüğünü fark etmesine yardımcı olur. Kişinin kendisine ve yaşlılarına olan güvenini ve saygısını artırır. Bedensel ve zihinsel disiplin, sorumluluk duygusu gibi yeteneklerinin gelişmesini sağlar. Yetişkinler için özellikle Karate-do çalışmaları stres azaltıcı hareketlerle bedensel ve zihinsel rahatlama imkanı sağlar. Dayanıklılık, kas gücü ve bedensel kuvvetin azalmasına mani olur<sup>26</sup>.Karate'nin ruhsal ve bedensel gelişime yönelik amaçları; doğru, ciddi ve disiplinli çalışmayı öğrenmek; zihinsel ve bedensel eğitim vasıtası ile güçlü ve canlı bir ruhsal enerjiye sahip olmak; saygınlık, nezaket, içtenlik ve samimiyeti geliştirmektir. Karate-do takım sporlarından farklı olarak bireyin, kendi kendisini geliştirmesine odaklanmıştır. Yarışma maçlarının amacı, kişinin kendi açıklarını kapatması ve gerçekte başkalarına karşı değil kendisine karşı yarıştığının farkına varabilmesini sağlamaktır. Kazanmak kadar kaybetmenin de öğrenilmesi gerekir, çünkü kazanmak da kaybetmek de aynı ölçüde önemlidir<sup>4</sup>.

## **2.3. Karate-Do Stilleri**

### **2.3.1.Wadoryukarate**

Wado Ryu karate Hironori OHTSUKA tarafından 1934 yılında kurulmuştur. Shotokan ve Goju sistemlerine nazaran daha yüksek denge ve bloklarıyla ilgi çekicidir. Jiu Jitsu teknikleri kökenini oluşturur. Sert konsantrasyonu akıcı rahat atakları ve yön çalışmalarıyla az kuvvet harcanarak yapılan görülmeye değer bir sistemdir<sup>30</sup>.

### **2.3.2.Shotokankarate**

Karate'yi ilk modernize eden kişi Gichin FUNAKOSHI' dir ve 1922 yılında kurulmuştur. Japonya da en ciddi olarak JKA ve FAJKO kuruluşları içinde çalışılmaktadır. Adale tendon ve nefes kontrolü üzerine direk, cesaretli, denge duruş, ataklarında çok ciddi otomatik ve patlayıcı tekniklere sahip bir sistemdir<sup>3</sup>.

### **2.3.3.Shitoryu karate**

Shito Ryu Karate Kenwa MABUNİ tarafından 1929 yılında kurulmuştur. Japon klasik karatesi ile Çin sistemi mücadele teknikleriyle birleşmiş bir karate sistemidir. Tetikte bekleyen müdafaa duruşlarından kalkışları , rahat blokları ve nokta atakları ile ustalık gösteren bir özellik taşır.Mabuni KENEİ tarafından modernize edilmiştir<sup>2</sup>.

### **2.3.4.Goju Ryu Karate**

Goju Ryu Karate Chojun Miyagi tarafından 1933 yılında kurulmuştur. Goju sistemi teknik yönden çevik süratli bloklara, sakın kontra atak yapan, hareket kabiliyeti kendi eksenini etrafında seri ve güçlü teknikleri kapsamış bir sistemdir. Nefes kontrol ve tendon çalışmalarına önem verilir. Gogen YAMAGUCHİ üstad tarafından modernize edilmiştir<sup>33</sup>.

## **2.4. Karate çalışmasının bölümleri**

Karate çalışması temel olarak üç bölüme ayrılır: Kihon (Temel teknikler), Kata (Formlar) ve Kumite ( müsabaka).Her bölüme ait teknikler refleks haline dönüşene değin eğitim en temel düzeyde verilir. Kişi, zaman içinde teknik olarak geliştikçe, fiziksel gelişme de gerçekleşir. Bununla birlikte çalışmalar daha yüksek dayanıklılık gerektirmeye başlar. Bu aşamada öğrenci daha ayrıntılı ve zor kata çalışmalarına ve daha hareketli kumite çalışmalarına başlar. Çalışmalar ilerledikçe kişi, dayanıklılık, hız ve koordinasyon kazanır. Antrenmanlar sırasında “Karategi” denilen özel ve hafif bir giysi giyilir. Bunun dışında, kişinin kendisini ve çalışma arkadaşını sakatlanma ihtimaline karşı koruyan "ellik" ve "dizlik" kullanılır. Genel kabulün aksine, Karate-do çalışmalarında sakatlanma olayları diğer spor çalışmalarına nazaran daha düşük seviyededir. Kişinin yetkinlik kazanması, hareketlerini ve hislerini kontrol altında tutması ile ölçülür<sup>44</sup>.

### **2.4.1 Kihon**

Kihon, karate temel teknik çalışmalarını ifade eder. Kihon çalışmaları Dachi Waza (duruş teknikleri), Uke Waza (blok teknikleri), Atemi Waza (vuruş teknikleri), bunların altında Geri Waza (ayak teknikleri), Te Waza (el teknikleri) olarak çalışılmaktadır. Karate çalışmalarının en fazla önemsenen kısmı olan kihon çalışmalarında, tekniklerin düzenli olarak tekrar edilmesi ve sonuçta mükemmelliğe ulaşılması hedeflenir. Kihon bölümünde yarışma yoktur, temel tekniklerin öğretim ve geliştirilmesi amaçlanır<sup>58</sup>.

### **2.4.2. Kata**

Karate-do da kata, blok, yumruk, tekme ve diğer vuruş tekniklerinin ardışık seri şeklinde mantıklı düzenlenmiş şekliyle uygulanmasıdır. Karate de katarlar bir çok hasmın aynı anda saldırısına karşı müdafa ve saldırı hareketlerinin birbiri ardına sıralanmış şeklidir. Hareketler rasyonel ve sistematik bir biçimde birleştirilmiştir. Katarlar hayali hasımlara karşı yapıldığı için gölge boksunu andırır. Ancak gölge boksundan çok farklıdır.

Her kata bir sabit rutin meydana getiren, belirli pozisyon ve yöne göre yapılan seri esas hareketlerden oluşur. Bunlarla karateci bir teknikten diğerine nasıl geçileceğini, nasıl ilerlenip geri çekileceğini ve nasıl nefes alıp nasıl haykıracağını (kiai) öğrenir<sup>18</sup>.

### **2.4.3. Kumite**

Kumite, katada öğrenilen savunma ve saldırı tekniklerinin pratik olarak uygulandığı bir eğitim metodudur. Katanın kumiteden daha önemli olduğu yadsınamaz. Eğer karate teknikleri doğallıktan uzak bir şekilde uygulanırsa, vücudun duruşu bozulur ve kata tekniklerini uygulamada bir karışıklık olursa, kumitede hiçbir ilerleme beklenemez. Başka bir deyişle kumitede ilerleme direk olarak katada ilerlemeye bağlıdır. Kumite çalışırken her karate-ka kendi seviyesine göre değişik kumite metodlarını çalışır. Bu yüzden bu metodların birbirlerinden farklarını anlayarak ve amaçlarını gözönünde bulundurarak çalışmak gerekir. Kumite, kata ve mai'nin(mesafe) uygulanmasıdır<sup>18</sup>. Karate de kata ve kumitenin önemi bir arabanın iki tekerleğiyle kıyaslanabilir. Karate ilk zamanlar okinavada ilk olarak yalnız kata teknikleri olarak uygulanmıştır. Japonyada ise funakoşi sensei kata teknikleri ile birlikte kumitenin ilk şeklini de uygulamaya başlamıştır. Daha sonra kata ve kumiteye aynı önemle çalışılmıştır. Uzun yıllar süren gayret ve incelemeler sayesinde günümüzün kumite müsabakaları halini almıştır<sup>63</sup>.

### **Kumite çeşitleri çeşitleri ikiye ayrılır:**

**Yokusoku Kumite:** Saldırı teknikleri ve seviyesi önceden tayin edilmiş kumitelerdir.

**Jiyu Kumite:** Yokusoku kumite'den farklı olarak , kumite şeklinde saldırı ve engellemeleri içeren kişinin kendini deneyebileceği serbest kumite şeklidir<sup>33</sup>.

Yokusoku kumite temel teknikler üzerinde kurulur, uygulanan tekniklerin uygunluğu ve esası geliştirmeyi hedef alır. Amaç farklı teknikleri uygularken farklı duruşları da geliştirmektir. Savaşın en önemli prensipleri olan zamanlama, mesafe, fiziksel ve zihinsel hazırlığı geliştirici olan kumiteler; gohon kumite, sanbon kumite, kihon ippon kumite leridir<sup>48</sup>.

## **2.5. Karate yarışmaları**

Ülkemizin de resmi olarak milli takımlar düzeyinde yarışmalarına katıldığı World Karate Federation (WKF)<sup>2</sup>, Dünya Karate Federasyonunun kurallarına göre iki farklı karate yarışması vardır; kata yarışmaları ve kumite yarışmaları<sup>63</sup>.

### **2.5.1. Kata yarışmaları**

12x12 m2'lik "POLİÜRETAN" malzemeden imal edilmiş tatemi adı verilen minder alanda yarışmanın önemine göre 3 ve ya 5 hakemin yer aldığı müsabaka ortamı vardır. Hakemler ellerinde her biri bir yarışmacıyı temsil eden biri kırmızı ve diğeri mavi iki bayrak taşır. Sporcular bellerine, çıkacakları köşenin renginde kırmızı (aka obi) ve ya mavi (ao obi) kuşak takarlar. Kata yarışmalarında sporcu müsabaka alanının ortasına gelerek hakemin tam karşısında durur ve çizeceği katanın ismini yüksek sesle söyler. Kata çizimine sporcu herhangi bir komut olmadan başlar ve bitiminde toplanarak başlangıç duruşuna geçer. Diğer sporcunun sunumunu bitirmesinden sonra her iki yarışmacı müsabaka alanının ortasına, hakemin karşısına gelerek sonucun ilan edilmesini bekler. Kazananın kim olduğu aşağıda yazılı ölçütler dikkate alınarak belirlenir:

---

<sup>2</sup>. World Karate Federation

- a. Katanın anlamının gerçekçi gösterimi,
- b. Kata çiziminde (Bunkai- Kata açılımı) kullanılan tekniklerin anlaşılması,
- c. Gücün odak noktası (KIME), iyi zamanlama, ritim, hız ve denge,
- d. Kime'ye yardımcı olarak nefesin doğru ve düzgün kullanımı,
- e. Dikkatin doğru odaklanması (CHAKUGAN) ve yoğunlaşma,
- f. Zemine doğru basma ve bacaklarda uygun gerilme ile (DACHI) doğru duruş,
- g. Karındaki uygun sıkışım ve hareketlerde kalçaların aşağı, yukarı hareket etmemesi,
- h. Kata stilinin doğru formunun (KIHON) gösterilmesi,
- i. Kata sunuşundaki zorluğa göre, diğer noktaların ayrımının değerlendirilmesi Takım katası uygulamasında senkronizasyon ilave faktördür<sup>18</sup>.

### **2.5.2. Kumite yarışmaları**

12x12 m<sup>2</sup>'lik "POLİÜRETAN" malzemeden imal edilmiş tatemi adı verilen minder alan içerisinde 8x8 m<sup>2</sup>'lik dövüş-maç alanında (1m farklı dış çizgi, artı 1m koruma alanı) yarışmacılar mücadele ederler. Bir yetkili orta (Sushin-Referree) hakem, 3 yan (Fukushin-Judge) hakem ve 1 kontrol (Arbitratore) hakemi maçı idare eder ve 2 masa (skor tutucu, zaman tutucu) hakem kontrolünde maçlar yapılır. Sporcular biri mavi köşe, mavi kemer, mavi ellik ve mavi ayak koruyucu takarak, rakibi kırmızı köşe, kırmızı kemer, kırmızı ellik ve kırmızı ayak koruyucu takarak yarışma alanına çıkarlar<sup>2</sup>.

Sporcuların ellerinde vuruş temas alanını kapatacak şekilde ve yarıştığı köşenin renginde eldiven ile ayak koruyucular bulunur,

ağızlarında ise koruyucu dişlik vardır. Yarışmada galip gelebilmek için sporcular el teknikleri ve ya ayak teknikleri ile tam temas yapmadan kontrollü bir dokunuş ve geri çekiş ile teknik uygulamaya çalışırlar. Bunun için kendilerine göre bir strateji belirleyip, hızlı düşünmeleri, düşündüklerini çok hızlı uygulayabilmeleri, rakip ataklarına karşı hazırolmaları ve savunma, karşı atak ya da kontra atakla puan almaya çalışmaları gerekmektedir<sup>3</sup>. Hızlı ve dengeli yer değiştirmeler, gerçek ataklarını saklayacak aldatma hareketleri, puana gidici ya da rakibin gardını düşürüp savunmasız bırakacak kombinasyon yada ara teknikler ve rakibe, maça yoğunlaşma hemen her maçta görülebilecek olaylardır<sup>1</sup>.

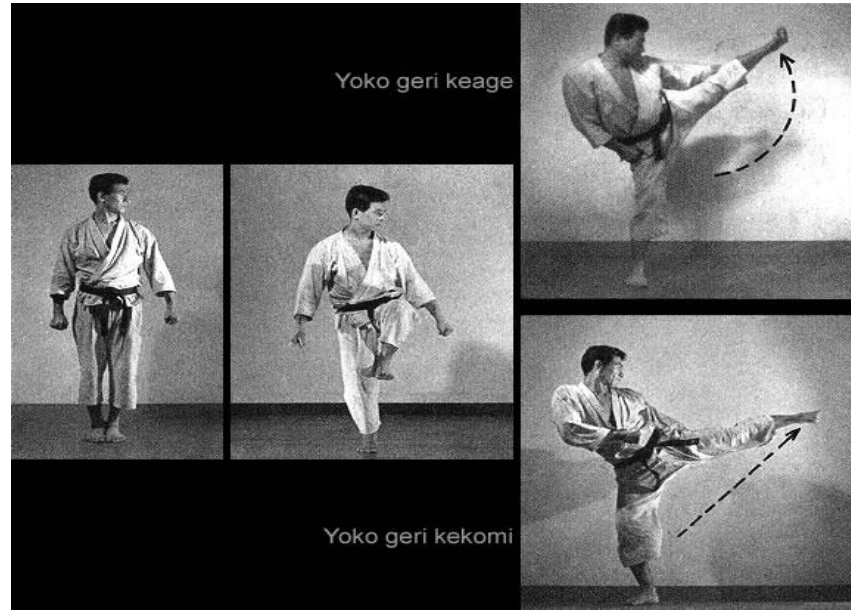
Birçok sporda yukarıda yazılı olan durumlar başarı için benzer bir şekilde meydana gelir ancak mücadele sporlarında önemli bir fark rakibinizin kazanmak için yapacaklarının, büyük bir ihtimalle az ya da çok canınızı yakacak olmasıdır. Mücadele sporlarının ruhunda bu, son derece normaldir. Özellikle dünya’da binlerce lisanslı sporcusu ve onlarca yarışma türü olan “Martial Arts – Savaş Sanatları” olarak adlandırılan bu sporlar yüzlerce yıldır kontrollü ya da kontrolsüz (arenalarda ölümüne ya da diğerinin pes etmesine kadar süren seyircili gladyatör dövüşleri vs.), legal ya da illegal (paralı dövüşler vs.) çok fazla taraftar toplamaktadır. Karate sporu bu açılarından sınıflandırılırsa kontrolü en üst seviyede tutan ve teknik uygulamada geleneksel saygı ve centilmenlik ruhunu da puanlamaya katan yegane mücadele sporudur. Vuruş temas kontrolünün puana dönüştüğü göz önüne alındığında sporcu puan almak amacıyla hem atak için efor harcar hem de o atağı uygun teknik formda kontrollü yapar ki puan sayılabilsin, kontrol eylemin en zor tarafını oluşturmaktadır çoğu zaman. Bu sebeple dövüş için antrenman yapanlar gelişi güzel bir kuvvet uygulamak değil tamamen görüntüsü düzgün, estetik, hızlı ve tam kontrolle uygulanan teknikleri çok uzun süre tekrar ederek, mükemmelleşene kadar çalışmak zorundadırlar<sup>44</sup>.

## 2.6. Yokogeri

Yoko geri tekniği (Yan tekme), karate'de kullanılan çok önemli bir tekniktir. Yoko geri tekniği karate'de iki türdür.

**1)Yoko geri keykomi:** bu teknikte son noktada kilitlenim söz konusudur.Vuruş kalçadan yapılır, ayağın dış yani keskin kısmı ile yapılır .

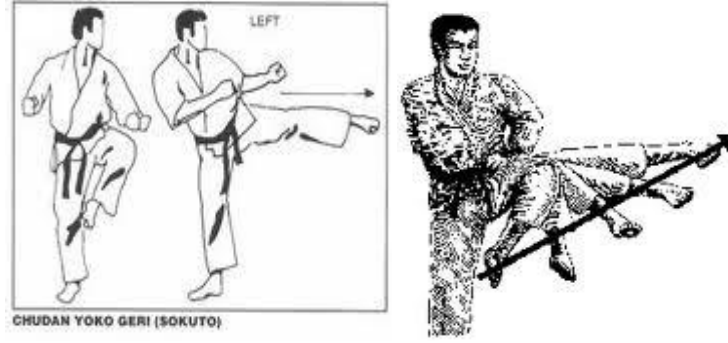
**2)Yoko geri keage:** Bu teknik çok hızlı ve kilitlenmeden yapılır.



**Şekil 1. Yoko geri Keage ve Keykomi**

### 2.6.1. Yokogeri keage

Vuruş başlangıcı kalçadan yapılır, ayağın yan yani keskin kısmı ile yapılır, sadece ayak aşadan yukarıya doğru gider.



**Şekil 2. YokogeriKeage**

#### **2.6.1.1. Yoko geri keagenin 2 boyutlu hareket analizi**

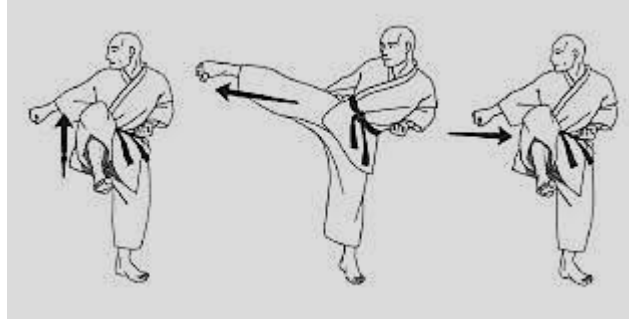
Bu tekniğin 2 boyutlu analizini 3 bölümde incelenmiştir. İlk bölümde uyluk'un dış rotasyon yapması ile birlikte fleksiyon yaparak göğüsün önüne gelir yanı uyluk dış rotasyonuyla birlikte kalça ve diz 90 derece fleksiyon yapıyorlar ayak bileği bu durumda tam iç rotasyon (inversion) halindedir.

İkinci bölümde uyluk kalçadan iç rotasyon yapıp diz ve kalçada tam bir ekstensiyon meydana gelir ayak bileği aynı birinci bölümdeki gibi tam iç rotasyondadır. Tekmenin rakibe isabeti tam bu zamandır ve isabet noktası ise ayağın dış kısmının tamamıdır. Teknik son noktasına geldiği zaman da kalçada bir lateral titl (yana eğiklik) söz konusu sudur ama Yoko geri keykumi gibi güçlü değildir. Diz fleksiyon ile femor dış rotasyonu birlikte kalçada da fleksiyon meydana getirip teknik tam birinci bölüme geri döner.

Üçüncü bölümde diz ve kalça ekstensiyonuyla birlikte ayağı tam anatomik pozisyona döner.

### **2.6.2. Yokogeri keykomi**

Yine aynı tekmedir, fakat aşağıdan yukarıya değil direk vurulur<sup>25</sup>.



**Şekil 3.Yoko geri keykomi**

#### **2.6.2.1. Yoko geri keykominin 2 boyutlu hareket analizi**

Bu tekniğin 2 boyutlu analizi 3 bölümde incelenmiştir; İlk bölümde, diz dikey ekseninde göğüsün önüne gelir, kalça ve diz 90 derece fleksiyon yaparak, ayak bileği bu durumda tam iç rotasyon (inversiyon) halindedir.

İkinci bölümde kalça tekme vuran ayağa doğru leteral tilt yapar, uyluk kalçadan iç rotasyon yapıp diz ve kalçada tam bir ekstensiyon meydana gelir ayak bileği aynı birinci bölümdeki gibi tam iç rotasyondadır. Tekmenin rakibe isabeti tam bu zamandadır ve isabet noktası ise ayağın dış kısmının topuğa yakın olan yarısı kısmıdır. Teknik isabet edip bittikten sonra diz de fleksiyon meydana gelip kalça fleksiyon ile dış rotasyonu birlikte dizi tam olarak birinci bölüme döndürür.

## **2.7. Biyomekanik**

Biyomekanik bilim dalı , biyoloji ve mühendislik bilimlerinin, yaşayan canlılar üzerinde uygulama alanıdır. Biyomekanik çalışmalarında, mühendislik yöntemleri de kullanılarak, canlıların nasıl hareket ettikleri, hareketlerinin nasıl kontrol edildiği ve hareket sırasında değişik bölümlerde oluşan kuvvet sisteminin etkisi incelenmekte, canlı ve cansız dokular üzerinde zorlanma durumları incelenmekte ve tedavi yöntemleri test edilmekte ve geliştirilmektedir<sup>46</sup>.

Biyomekanik bilim dalı, bilhassa son 20 yıl içinde, gerek akademik ortamda ve gerekse endüstriyel ortamda büyük gelişmeler kaydetmiştir. Mühendislikte, nanoteknoloji, bilgisayar, robotik ve ileri malzemeler konularındaki hızlı gelişmeler, gerek enstrümantasyon, gerek operasyon yöntemleri bakımından, tıp bilim dallarında uygulamaya başlanmış, dolayısıyla, Biyomekanik Bilim Dalında çalışmalar giderek artmıştır. Ülkemizde de, hem mühendislik dallarında hem de tıp bilimlerinde Biyomekanik konularına ilgi özellikle son yıllarda artmış, bir taraftan konu ile ilgili dersler eğitim programlarına girerken, diğer taraftan endüstride tıbbi cihaz, implant, protez ve benzeri sistemlerin tasarım ve imalatı için girişimler hız kazanmıştır<sup>8</sup>.

### **2.7.1. Biyomekaniğin tarihi gelişimi**

Biyomekaniğin tarihi gelişimine baktığımızda oldukça geniş bir oluşum süreciyle karşılaşırız. Mekanik, matematik ve anatomiye gelişmelerle birlikte batıdaki bilimsel aktivitelerin uyanışı ilk evre olarak nitelendirilebilir. Biyomekaniğin ilerlemesinde Newton'un yasaları biyomekaniğin gelişmesine katkı sağlarken, Borelli'nin "De Motu Animalium" çalışması biyomekaniğin doğuşu olarak tanımlanır. Bilimsel gelişme sürecinde D'Alembert, Lagrange, Leibnitz, Euler gibi

matematikçiler ve diğerleri bugün kullandığımız mekaniğin iskeletini oluşturmuşlardır<sup>31</sup>.

Biyomekanik araştırmada başvurabilen sayısal matematiksel metotların bolluğu, bilgisayarın gelişmesi ile 20. yüzyıl sofistike deneysel metotların hızlı ve doğru gelişmesini sağladı. Biyomekaniğin ortopedi alanında kullanılması kemik, kırık, tendon, bağ ve özellikle kaslarla ilgili çalışmaların gelişmesi ve diğer alanlarında da kullanılmasını geliştirdi. Biyomekanik, Üniversitelerin ilgili bölümlerinde ders olarak okutulması, konu uzmanı öğrencilerin olması bir disiplin haline getirdi. Bugün, üniversitelerde ve çeşitli sanayi kollarında çalışan yüzlerce biyomekanik araştırmacı vardır. Biyomekanik araştırmacının sonuçları, insan vücudu hakkında geniş anlayışa katkıda bulunduğu kadar tıp, ergonomi, spor ve donatım hakkında da birçok pratik başvurulara da katkıda bulunmuştur<sup>8</sup>.

Biyomekanik araştırma sonuçları üzerine kurulan antrenmanlar hem sporcunun sağlığını koruyucu hem de spor ahlakına uygun çalışma modelleri olarak gelişmiştir<sup>41</sup>.

### **2.7.2. Biyomekaniğin uygulama esasları ve uygulama alanları**

Biyomekaniğin uygulanabilmesi için öncelikle bazı temel adımların atılması gerekir. Biyomekanikte çalışma alanı oluşturabilmek için ön koşul teşkil eden bu adımları şöyle sıralayabiliriz:

- 1- Uğraşılacak olan nesnelerin geometrik görünüşünü anlayabilmek için gerektiğinde morfoloji, anatomi, doku bilimi hakkında bilgi sahibi olma,
- 2- Problem dâhilindeki madde ve dokuların mekaniksel özelliklerini bilme

3- Fiziğin temel kurallarını ( kütle kanunu, momentum kanunu, enerji kanunu, Maxwell denklemleri gibi ) diferansiyel denklemleri, türevi, integrali kullanabilme,

4- Bir organın çalışabilmesiyle bağlantılı ve çevreyi bilme,

5- Sınır-değerli problemleri ( başlangıç ve sınır durumu diferansiyel denklemler ) analitik sayısal ya da deneylerle çözebilme,

6- Yukarıda isimlendirilen sınır-değerli problemlerin çözümlerini test edecek olan fizyolojik dengeler yapabilme. Hatta gerektiğinde matematik problemini yeniden formüle edip teori ve deneyin birbirini desteklediğinden emin olacak şekilde yeniden çözebilme,

7- Deneysel sonuçları teorik sonuçlarla karşılaştırma. Bu karşılaştırma ışığında teoride yapılan hipotezin doğruluğuna karar verme ve denklemlerdeki sayısal değerleri bulma.

8- Geçerli kılınan bir teoriyi de diğer sınır-değer problemlerinin sonucunun tahmin etmede kullanabilme sonra da teori ya da deneyleri pratik uygulamalarını yapmada bu metotları kullanabilme<sup>11</sup>.

Biyomekanik bilgileri biyoloji, ergonomi, mühendislik, fizyoloji, tıp ve mekanik fiziği gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Mühendis, tasarımcı, fizikselterapist, ortopedi cerrahı, kardiyolog gibi birçok meslek sahipleri biyomekaniğin pratik uygulamalarını yapmaktadırlar. Örneğin; bir biyomedikal mühendisi insan vücudunun biyolojik ve maddesel özellikleri hakkında çalışabilir ve kanın atardamarlar içindeki akışını anlamak için mekanik durumlardan faydalanabilir. Elde edilen bilgi dolaşımla ilgili sorunların çözümünde yada azaltılmasında kullanılabilir. Başka bir örnek olarak bir insan faktörü tasarımcısı, insan vücudunun fiziksel karakteri üzerinde etkili bir çalışma alanı tasarlamak için hareketlerin mekanik

durumu üzerinde çalışabilir. Bundan elde edilecek bilgiler dahilinde de tasarımcı bir çalışma masasının en uygun yüksekliğine karar verebilir, masalar arası en uygun boşluk mesafesini belirleyebilir. Bundan farklı olarak bir biyomekaniğin spor alanında da uygulamaları vardır. Örneğin bir antrenör insan vücudunun fiziksel özelliklerini ve mekanik fiziğinin prensiplerini iyi irdelleyip bağdaştırarak oyuncusunu en yüksek performansı elde edecek şekilde eğitebilir<sup>17</sup>.

### **2.7. 3. Biyomekaniğin tıp ilmine katkıları**

Biyomekanik, bütün olarak tıp biliminin ve teknolojinin modern gelişimine katkıda bulunmuştur. Moleküller biyoloji biyomekanikte biraz uzaklaşmış gibi görünse de onu da derinlemesine incelediğimizde moleküllerin oluşum, tasarım, fonksiyon ve üretiminin mekaniğini iyi anlatmak gerektiği gerçeğini görüyoruz<sup>56,41</sup>.

Biyomekaniğin en kuvvetli gelişimi ortopedi ile özdeşleşmiştir. Çünkü ameliyat odalarının en sık kullanıcıları iskelet-kas sisteminde problemi olanlardır. Ortopedide, biyomekanik günlük bir klinik araç haline gelmiştir. Temel araştırmalar sadece ameliyat, protez, implant edilebilir maddeler ve yapay organlarla sınırlı değil ayrıca stres ve gerginlikle ilişkili iyileştirmenin hücresel ve moleküler sonuçları, kırık, tendon ve kemik doku mühendisliği üzerinedir<sup>56</sup>.

Travma, yaralanma ve rehabilitasyon giderek modern toplumda daha önemli hale gelmektedir. İnsanlar otomobil kazalarında yaralandıklarından bu durumun toplum üzerindeki ekonomik etkisi de büyüktür. Daha geniş bir çerçevede modern biyomekaniğin tıba en önemli katkısı fizyoloji bilimini anlamadaki başarısından kaynaklanmaktadır<sup>8</sup>.

## 2.8. Spor biyomekaniği

Spor biyomekaniği, dinlenme ve hareket anında insan vücudu üzerinde etkili olan kuvvetleri ve bu kuvvetlerin diğer objelere, kişilere olan sonuçlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Spor biyomekaniği, sportif verimi artırma, insan sağlığını koruyucu önlemler alma, antropometrik ölçümler ile seçilen spor türüne uygunluğu belirleme gibi amaçlara hizmet eder. Aslında beden eğitimi öğretmenleri ve antrenörler bir hareketin öğretiminde farkında olarak ya da olmayarak biyomekanik yaklaşım içerisinde olurlar<sup>46</sup>.

Sporda tekniklerin birçoğu, ya sportif verimi arttırmak için ya da değişen araç-gereçler ve kurallar gereği öğretmenler, antrenörler ve sporcular tarafından deneme yanılma yoluyla bulunmuştur.

Teknik bir hareket öğreten beden eğitimci, antrenörün yanı sıra, sakatlık tedavi eden fizyoterapistler de hareket analizini kullanırlar. Performans artırma açısından biyomekanik çalışmalar değerlendirildiğinde, egzersiz ve kondisyon programlarına avantaj sağladığı da görülür. Bilgisayar kontrollü egzersiz ve test makineleri ise biyomekanik gereçlerin kuvvet ve kondisyona ne derecede katkıda bulunduğunun bir diğer göstergeleridir<sup>14</sup>.

Sporcuların performansı, kullandıkları gereçlerin dizaynıyla da artırılabilir. Bu şekilde bir performans artışı, yeni sportif materyallere ve mühendislik bilgilerinin kullanılmasına bağlıdır. Günümüzde birçok biyomekanik laboratuvarı, birçok bilim adamı sportif gereçlerin biyomekaniğiyle ilgilenmektedir. Geliştirilen ürünlerin sportif performansı önemli oranda arttırdığını gösteren birçok örnek mevcuttur. Birbirini izleyen evreleri ve bu evrelerin anahtar öğelerini gözlemlerken, spor mekaniği bilgilerini de kullanmak gerekir. Sporcunun yer çekimi, sürtünme, sürüklenme, hava direnci, rakiplerin ürettiği kuvvet gibi etmenlere karşı

yarışırken; antrenörün de sporcunun hareketlerinin mekanik etkinliğini dikkatli bir biçimde değerlendirmesi gerekir. Bu şekilde sporcunun yaptığı teknik hatalar kolayca belirlenebilir<sup>34</sup>.

Bunun yanı sıra bir sporcunun gerçekleştirdiği hareketlerin kinematik değerlendirmesi yapılırken, sadece vücudun anatomik ve fizyolojik özelliklerine ve doğru teknik kuralların uygulanmasına yönelik incelemelerin yapılması yeterli değildir. Sporcunun kişisel özellikleri, hareketi yapmasındaki amacı ve içinde bulunduğu çevre de önem kazanmaktadır. Bu nedenle hareketin kişiye, amaca ve çevreye bağlı durumlar ile yönlendirildiği göz önüne alınarak değerlendirmeler yapılmalıdır. Sportif teknikler üzerine yapılan biyomekanik çalışmalar bazen var olan değişikliklerin gerisinde kalmaktadır. Sporcular ve antrenörler çoğu zaman yeni teknikleri deneyerek bulurlar. Biyomekanik öğrencileri, birçok popüler sporda, teknik analizlerle ilgili kısıtlı biyomekanik çalışmalarla karşılaşarak şaşırabilirler. Spor biyomekaniğinin antrenörler ve sporcular tarafından geride kalmasının bir sebebi de; bilimsel araştırmaların verileri bir araya getirme ve yazım süreci itibariyle çok uzun zaman alıyor olmasıdır<sup>46</sup>.

Günümüzde bilgisayar hafızalarının gitgide artıyor olması ve bu alanda meydana gelen gelişmeler, biyomekanikçiler için yeni bir uygulama alanı oluşturmuştur. Bu alanın büyük çoğunluğu ise sakatlıkları tedavi etme ve ya önlemeyle ilgilanmaktadır. Bazı biyomekanikçiler ise daha iyi bir teknik hareket ve daha yüksek performans için insan hareketlerinin animasyonunu sağlayan bazı yazılımlar geliştirmişlerdir<sup>10</sup>. İnsan vücudunda gerçekleştirilen bu nicel ölçümler, halen devam etmekle birlikte oldukça pahalı materyalleri gerektirir<sup>41</sup>.

## **2.9. Biyomekanik alanındaki temel kavramlar**

### **2.9.1. Mekanik:**

- Katı cisim Bir dış kuvvet etkisinde şekil değiştirmedeği varsayılan maddeler katı olarak adlandırılır.
- Şekil değiştirebilir cisim Kuvvet etkisi altında sonlu biçim değişimine uğrayan maddeler şekil değiştirebilir cisim mekaniği kapsamında incelenir.
- Akışkan Kuvvet etkisi altında sürekli biçim değişimine uğrayan maddeler akışkanlar mekaniği kapsamında incelenir.

**Statik:** Mekaniğin, durağan ya da sabit hıza sahip hareket sistemleri ile ilgilenen dalıdır.

**Dinamik:** Mekaniğin, ivmeli hareket gerçekleştiren sistemleri inceleyen dalıdır<sup>14</sup>.

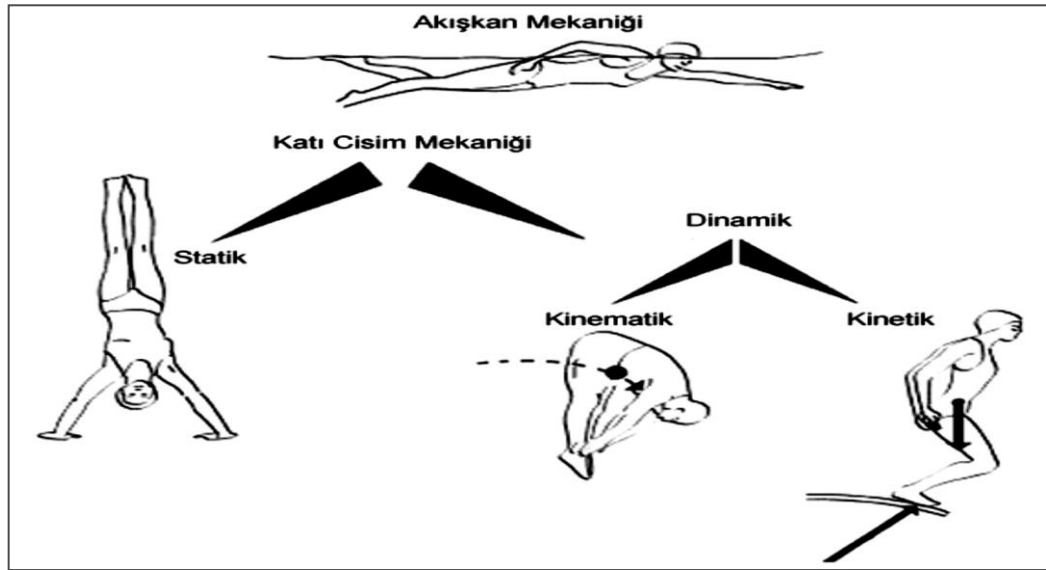
### **2.9.2. Kinetik:**

- Hareketi, ona neden olan ve o hareketten doğan kuvvetleri de göz önüne alarak inceler.
- Kinematik büyüklükler, kuvvet, kütle, moment, kütle eylemsizlik momenti bağıntılar içerisinde yer alır<sup>17</sup>.

### **2.9.3. Kinematik**

- Hareketi, sebep ve tesirlerini gözönüne almadan inceler.
- Konum, yer değişimi, hız, ivme, zaman, yol,

- Hareketi, ona neden olan ve o hareketten doğan kuvvetleri de göz önüne alarak inceler.
- Kinematik büyüklükler, kuvvet, kütle, moment, kütle eylemsizlik momenti bağıntılar içerisinde yer alır<sup>31</sup>.



**Şekil 4. Hareket mekeniği**

## 2.10. Hareket analizi

Hareket Analizi, Kinematik analizde kullanılan temel ölçüm yöntemlerinden birisidir. İngiltere doğumlu Amerikalı fotoğrafçı Eadweard Muybridge bir iddia üzerine bir atın koşusu sırasında ayağının yerden kesildiğini göstererek ilk hareket analizi çalışmasını 1878 de yapmıştır<sup>17</sup>.

## 2.11. Kinematik

Kinematik nicelikler, vücut hareketlerinin uzayda geometrik olarak tanımlanmasıyla ilgilendiği için, kinematiğe hareketin geometrisi de denebilir. Kinematik; hareket eden cisimlerin pozisyonları, hızları, vücut

parçalarının ivmelenmeleri, birbirlerine olan açıları, açısal hızları ve açısal ivmelenmelerini nicelik olarak belirler. Diğer bir ifadeyle kinematik; yapılan hareketin; zaman, kat edilen yol, açı, ivme (akselerasyon) ve ya hıza göre incelenmesidir. Kinetik ise objelerin hareketlerine neden olan kuvvetlerden bahsetmektedir. Kütle ve kuvvet ölçümleri yapılarak hareketi oluşturan kuvvetlerin miktarı hesaplanmaktadır<sup>34</sup>.

Objeye etki eden kuvvetlerin yanı sıra kasların açığa çıkardığı kuvvetler, vücuda etki eden yerçekimi kuvveti, yer reaksiyon kuvveti vb. kinetiğin konuları arasındadır. Biyomekanikçiler insan hareketini oluşturan bileşenleri, açısal ve doğrusal mekanik değişkenleri ölçerek elde ederler. Kinematik, istenilen teknikle ilgili değerli bilgiler elde etmeyi sağlar. Biyomekanik, insan hareketlerinin kinematik analizleri ile ilgili uzun bir geçmişe sahiptir. Çoğu zaman da bu kinematik veriler, bazı kompleks kinetik değişkenlerin hesaplanması için de kullanılır<sup>51</sup>.

#### **2.11.1. Doğrusal kinematik**

Doğrusal yönde yapılan hareketleri doğrusal (doğrusal) kinematik incelemektedir. Doğrusal kinematik, hareket eden sporcunun ve ya spor malzemesinin (top, raketi tekne, araba vb.) hızı, yönü, kat ettiği mesafeyi inceler<sup>12</sup>. Bir boksörün direk yumruğu doğrusal bir harekettir. Artistik patinaj sporcusunun statik durumda buz üstünde düz bir çizgi üzerinde kayması; yelkenlinin sakin bir havada belirlenmiş noktaya doğru gitmesi yine doğrusal bir harekettir<sup>31</sup>.

#### **2.11. 2. Açısal kinematik**

Mekaniğin bir dalı olan açısal kinematik; insan vücudundaki hareketlerin incelenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bir merkez ve eksen çevresinde yapılan yörüngesel hareketleri araştıran bu tip kinematik; eklemlerde meydana gelen hareketleri değerlendirmede en uygun mekanik alanıdır. Çünkü insan vücudunda bulunan birçok eklem, bir, iki ve ya üç rotasyon yaparak hareketleri oluşturur.

Günlük yaşamda ve ya sportif amaçla gerçekleştirilen tüm hareketler açısal değişiklikler içermektedir. Aynı zamanda bu hareketler sadece bir değil, birkaç açısal alanı da içermektedir. Dolayısıyla hareketler meydana geldikleri eklemlerin özelliklerine göre farklı düzlemlerde oluşurken, bu düzlemlerde farklı açısal dilimleri içlerine almaktadır.

Bu nedenle topa vururken diz ekstensiyonu ile birlikte aksiyal rotasyon olmakta ve bu, ayağın vuruş şekline göre içe ve ya dışa doğru gerçekleşmektedir. Bu hareketler tüm vücudun katıldığı açısal hareketleri oluşturmaktadır. Açısal kinematik kapsamında hareketler anında meydana gelen açısal pozisyon ve yer değiştirme, açısal hız ve ivme, tanjantial ivme ve merkezkaç kuvvetler incelenmektedir<sup>41</sup>.

Açısal kinematik iki sınıfa ayrılabilir. Bunlardan ilki; yalnız beden in oryantasyonu ve açısal pozisyonuyla ilgilidir. Buna segment açıları denir. İkincisi ise vücudun birleşik segmentlerinde oluşan iki çizgi arasında kalan açıyla ilgilenir. Bu da rölatif, eklem ve ya kardinal açılar olarak adlandırılır. Çünkü burada birbiriyle ilişkili iki segmentin açısal pozisyonları ölçülür. İnsan vücudu, birbirine eklemlerle bağlanmış birçok segmentten oluşur. Dolayısıyla eklem açılarını ölçmek ve tanımlamak sıklıkla kullanılır.

Eklem açılarının ölçülmesi, minimum üç koordinatı ve ya iki net açıyı gerektirir. Bunların yanı sıra; tüm doğrusal kinematik değişkenler de açısal kinematik verilere bağlıdır. Dinamiğin temel prensipleri olan kinetik parametrelerin hesaplanması, kuvvetler ve kuvvete etki eden momentler gibi değişkenlerin belirlenmesi için kinematik verilere ihtiyaç vardır. Açısal kinematik ile yapılan değerlendirmeler ve elde edilen sonuçlar, sporcuların gerçekleştirdikleri hareketlerin analiz edilmesinde, sporcuların ve antrenörlerin kendilerini geliştirmesinde ve yeni tekniklerin yaratılmasında yardımcı olmaktadır<sup>8</sup>.

## **2.12. Kuvvet**

Kuvvet kavramı Türkçe'mizde, Fiziksel güç, takat, şiddet, zor, cebir, dayanıklı olma durumu, tahammül etme. Mukavemet, bir niceliğin kendisiyle çarpılarak yükseltildiği derecelerden her biri, bir ülkenin silahlı gücü, durgunluğu harekete , hareketliliğidurgunluğa çeviren, etken, direnç kıran ve ya direnç doğrultan özellik gibi anlamları vardır<sup>64</sup>.

### **2.12.1. Fizikte kuvvet:**

Herhangi bir iş yaparak bir cismin tatbik noktasını belirli bir mesafeye götürebilen ve ya şeklinde değişiklik meydana getirenetkiye denir. Kuvvet kavramının kökeni fizyolojiktir .

### **2.12.2.Sporda kuvvet:**

kasların iş yapabilme yeteneğini ve ya bir insanın yapabileceği işin büyüklüğünü ifade eden, Bir yükü taşımak,gölleyi ve diski atmak, kilolarca halteri kaldırmak için gereken kas gücüne kuvvet denir.

### **2.12.3. Kuvvetin cisimler üzerindeki etkisi:**

- 1.Kuvvet cisimleri hareket ettirir.
2. Hareket eden cisimleri durdurur.
3. Hareket eden cisimlerin hareket yönünü değiştirir.
4. Cisimlerin şeklini değiştirir.

### **2.12.4.Kuvvet birimleri:**

MKS birim (metre-kilogram-Saniye) sisteminde newton (N) ve ya  $\text{kg.m/s}^2$ 'dir

**Newton:** Kütlesi 1 kg olan bir cismin hızını, saniyede 1 m/s arttırmak için o cisme uygulanması gereken kuvvet miktarı olarak tanımlanır.

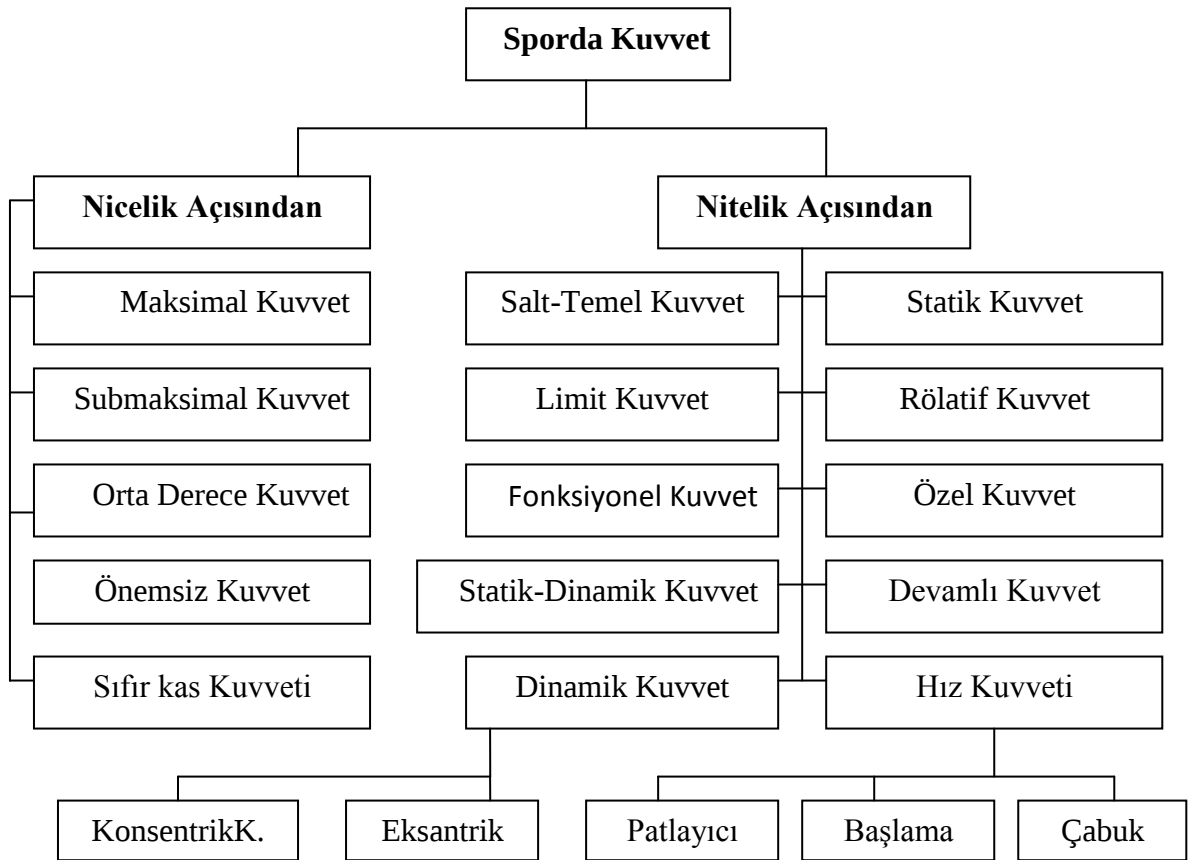
cgs (santimetre-gram-saniye ) birim sisteminde dyne ve ya  $\text{g.cm/s}^2$ 'dir

**Dyne:** 1 gram ağırlığındaki bir kütlenin hızını saniyede 1 cm /sn arttırmak için gereken kuvvet olarak da tanımlanabilir

**Bir pound-kuvvet:** kütlesi bir pound (453,59237 gram) olan yeryüzündeki bir cismin, üzerinde bulunduğu desteğe uyguladığı kuvvettir.

**Kilogram-kuvvet:** kütlesi 1 kg olan bir cismin, standart yerçekimi altında uyguladığı kuvvetin adı olup kg-f, ya da genellikle sadece kg ve ya kilopound (kp) ile gösterilir<sup>5</sup>.

#### **2.12.5. Sporda kuvvetin sistematik yapısı:**



**Şekil 5. Sporda Kuvvet Niceliği ve Niteliği**

### 2.13.Teknik uygulama zamanı

Teknik uygulama zamanı, bir hareketin başlangıcı ile bitişı arasında geçen süredir. Hareket, genellikle bir sinyal sesi ile başlar ve hedefe ulaşınca sonlanır. Bu araştırmada sporcu, zaman ölçüm düzeneğinde normal kamae gard'da beklerken sinyal sesi ile harekete başlar ve hedefe temasla zaman durur<sup>17</sup>.

### 2.14.Teknik uygulama hızı

Açısal ve ya düzgün doğrusal harekette hız birim zamanda alınan uzaklıktır. Birimi m/sn, km/sa ve ya radyan/sn'dir. Hız = Uzaklık / Zaman  
 $v = d / t$

Bu bilgiye dayanarak, el ve ayak tekniklerinin başlangıç ile hedef nokta arası ölçülür. Bu uzaklık saniye cinsinden elde edilen teknik uygulama zamanına bölünerek teknik uygulama hızı bulunur<sup>9</sup>.

### 2.15. Kinematik ölçüm yöntemleri

Kinematik değişkenler, film ve video kamera gibi ilgili eklemde yer değiştirme verilerini elde etmeye yarayan aletler aracılığıyla ölçülür. Bazı hareketler iki boyutlu (2-D)<sup>3</sup> basit düzlemsel koordinatlar ile ölçülmek için oldukça karmaşık olabilir. Bu nedenle bu hareketler üç boyutlu (3-D) metotlar kullanılarak ölçülür. Özel kameralar görüntüleri kaydeder ve eklem merkezleri üzerinde bulunan markerların yörüngelerini hesaplar ve sonra hareket bileşenlerini analiz eder. Daha sonra bu veriler; eklemlerde hareket genişliği, her segmentin hız ve ivmelemesi, vücut ağırlık merkezi gibi çeşitli kinematik işlemlere tabi tutulur. Tüm bu veriler, yer reaksiyon kuvveti ile inverse dinamik analiz için de kullanılabilir<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup>. Two Daimantions

### **2.15.1 Kinematik ölçüm yöntemleri:**

1. Ekzoskeletal ölçüm yöntemi.
2. Stereometrik ölçüm yöntemleri.
3. Akselerometri.

1970'lerin başında hem uygun fiyatı hem de basit ölçüm yöntemi sayesinde tercih edilen elektrogoniometri, bir ekzoskeletal ölçüm yöntemidir. Elektrogoniometri, vücut segmentleri arasındaki açıları ölçme anlamına gelir. Rehabilitasyon merkezlerinde, klinik yürüyüş analizlerinde ve yürüyüş araştırmalarında yavaş gerçekleşen hareketlerin ölçülmesi ve analiz edilmesi için uygun bir yöntemdir. Stereometrik yöntemler, kapsamlı kinematik veriler elde etmemizi sağlar. Kendi içinde kapalı aralık analitik fotogrametri, yüksek hızlı fotogrametri metodu, optoelektronik metod, ışık taramalı metod ve stereometrik metod olarak sınıflara ayrılabilirler. Yüksek hızlı fotoğraf metodu 1970'li yılların sonuna kadar en yaygın kullanılan metod olup; günümüzde özellikle spor biliminde halen sıklıkla kullanılmaktadır<sup>52, 51, 15</sup>.

Amerikan Fotogrametri Topluluğu'na göre (1980) fotogrametri; fiziksel nesneler ve görüntü kaydetme, ölçme ve değerlendirme yöntemleri sonucu oluşan veriler hakkında gerçek bilgileri elde eden sanat, bilim ve teknolojinin bir sonucudur. Biyomekanik araştırmacıları, fotografik ve ya videografik araçlar aracılığıyla net görüntüleri elde etmek için gerekli faktörlerle yakından ilgilenirler. Bu yöntemler oldukça pahalıdır. Uzun süren değerlendirme süreci vardır ve elle sayısallaştırma yapılır<sup>51</sup>.

Videografi ise daha yaygın kullanılan bir metottur. Tüm bu araçlar; kullanılabilir fotografik görüntüleri yaratmak için birçok benzer prensiple karşılaşılır. Fotogrametride hareketler, en az iki senkronize edilmiş kamera ile kaydedilmekte ve genellikle bu kameralar saniyede 50 ila 100 kare görüntü kaydedebilmektedir. Biyomekanikçiler tarafından kullanılan

kameralar, saniyede 10 kare görüntüden 500 kare görüntüye kadar kayıt yaparlar Aynı zamanda çok hızlı gerçekleşen hareketler de bu yöntemle analiz edilebilmektedir.

Uygulamada kameraların sabit açılarda pozisyonu sağlanır ve bu genellikle hareket eden nesneye dik olacak şekildedir. Kameraların yerleşimi global koordinat sistemi içerisinde tanımlanır ve analiz edilecek deneğin yapacağı hareketin tamamını görebilecek konumda olmalıdır. Fotogrametrik yöntemler sonucunda belirlenen vücut segmentlerinin uzaydaki üç boyutlu x, y, z koordinatları verilir ve bu değerlerden istenilen kinematik veriler hesaplanabilir. Berkeley grubu'nun California'da yaptıkları ilk çalışmalarında (1944), fotografik, akselerometrik, ayna ile fotografik ve elektromyografi, yer reaksiyon kuvveti gibi biyomekanik ölçüm yöntemleri kullanarak kinematik veriler elde etmişlerdir. Sonuç olarak fotografi, insan gözünün fark edemeyeceği hızda görüntü alarak, insan hareketlerinin analiz edilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır<sup>41, 15, 52,42</sup>.

Birçok laboratuvar yeni projelerinde bu ölçüm yönteminin gerektirdiği cihazları talep etmektedir. Fotografik metotta, görüntü-görüntü (Frame by frame) analiz etme, değerlendirme ve sayısallaştırma işlemi yavaş ve uzun süreli olduğundan; optoelektronik metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlar 1960'ların sonunda bazı özel laboratuvarlarda geliştirilmiş ve daha sonra ticari olarak pazarlanmaya başlanmıştır. Bu yöntem bilgisayar biliminde meydana gelen gelişmelerle daha çok tercih edilir duruma gelmiştir. Üçüncü bir kinematik ölçüm yöntemi olan akselerometrede ise, stereofotogrametri ve elektrogoniometride olduğunun aksine cisimlerin yer değiştirmeleri ile ilgili veriler elde edilmez. Sadece ivmelenme değerlerine ulaşılabilir. Bu nedenle bu metotla sınırlı kinematik verilere ulaşılır ve tek başına tercih edilmez.

Üç boyutlu kinematik analizler hiçbir zaman iki boyutlu kinematik analizlerden daha zor olarak düşünülmemelidir. Tüm çoklu kamera hareket

analizi sistemleriyle üç boyutlu ölçümleri yapmak mümkündür. Kinematik verilerden elde edilen bilgiler, uzmanlara, antrenörlere ve sporculara önemli bir yol gösterici konumundadır<sup>51, 52</sup>.

### **2.15.2. Spor biyomekaniği ve kinematik veri toplama**

Kinematik veri toplamak için en sık kullanılan metot; üzerinde işaret noktası(Marker) bulunan deneğin, sabitlenmiş bu noktalarla yaptığı hareketlerin, resim ve ya hareket yakalama yöntemleri kullanılarak elde edilmesidir. İşaret noktalarının koordinatlarını elde etmek manuel ya da otomatik olabilir. En sık kullanılan görüntü yakalama sistemleri video, dijital video ve ya senkronize edilmiş kameralardır (APAS, Elite, Motion Analysis, Peak Performance, Qualisys ve Simi gibi).

Bu yöntemlerle hareketler, çevrelenmiş ışıkların ya da ışıkları yansıtan işaret noktalarının kullanıldığı yöntemlerle kaydedilir. Laboratuvarlarda kameralar kendi aydınlatmalarına sahiptir. İşaret noktaları ise, ten, kıyafet ve ya arka zeminden daha seçici olacak şekilde yansıtıcı manyetik bant ya da şeritlerden oluşur<sup>42</sup>.

Diğer video sistemleri, infrared ışıklar ve ya işaret noktalarının yerlerini tanımlayan infrared kameraları kullanırlar. Bazı sistemler yansıtıcı infrared ışıklarını kullanırken (Vicon gibi) diğerleri (Optotrak gibi) aktif infrared ışık diyotlarını (IREDs) kullanır. Planar (düzlemsel) hareketlerde çalışmak için bir kamera hareket düzleminin optik eksenine dik olacak şekilde yerleştirilir ve sadece bu işlem görüntü yakalamak için yeterlidir. Buna rağmen birçok laboratuvar; vücudun değişik yönlerinden görüntü alabilecek şekilde, üç boyutlu koordinatları kaydedecek birden çok kamera kullanır.

Üç boyutlu koordinatlar için aslında sadece iki kamera gerekmektedir. Bazı durumlarda, vücudun bazı uzuvları tarafından işaret noktalarının gözükmesi engellenebilir ya da rotasyonel hareketlerde işaret noktaları görüş alanı ve ya kamera dışına çıkabilir. İki den çok kamera ise

bu dezavantajları yok eder. Dolayısıyla düzlemsel hareketlerde yapılan çalışmalar içinde çoklu kamera sistemi avantajlıdır<sup>6</sup>.

Bunlara ek olarak, çoklu kamera sistemlerinde her kameranın yer değiştirmesi ve oryantasyonu önemli değildir. Modern görüntü sistemlerinin avantajlarından biri de; sayısallaştırma işlemi otomatiktir ve hareket sırasında birçok işaret noktasından elde edilen koordinatlar çabuk görüntülenebilir ve hesaplanabilir. Bu sistemler bulunmadan önce insan hareketlerini kaydetmek için, 16 mm'lik sinefilmler kullanılmaktaydı. Sinema filmleri, kamera hızları ve çözünürlükleri bakımından daha avantajlı olmalarına rağmen; koordinatların elle sayısallaştırılması, birkaç saniyelik video analizlerin sayısallaştırma işleminin saatler alması sebebiyle tercih edilmemektedir. Veri toplamada kullanılan işaret noktaları, vücutta ilgili yerde belirlenen referans noktalarının, film üzerinde analiz yaparken kolaylıkla seçilmesi amacıyla kullanılan yapıştırıcılardır. Yumuşak dokunun hareket sırasında yerinden kayması nedeniyle bu tür yapıştırıcılar bazen hareketi yanıltabilir, bunun yerine stensil denilen bazı sabit kalıpların kullanılması daha avantajlı olabilir<sup>51, 52</sup>.

### **2.15.3 işaret noktalarının kullanımı:**

1. Kemikler üzerine saplama,
2. Spesifik anatomik noktalarda ten üzerine yerleştirme,
3. İlgili vücut segmentine işaret noktalarının bulunduğu bir materyali giydirme,
4. Anatomik noktalarla giydirme işlemini kombine etme.

Burada dikkat edilecek en önemli nokta ise; işaret noktalarının ağırlığı ve hareketin oluşumunu engellememesidir. Üç boyutlu koordinatların ölçümünde işaret noktaları sorun çıkarabilir ve araştırmacılar çalışmalarını dizayn ederken bunları göz önünde bulundurmalıdır. En uygunu işaret noktalarının, kemiğin üzerine monte edilmesidir. Bu yöntem uygulanabilir

olmasına rağmen; oluşturduğu ağrı ve prosedürle ilgili sıkıntıları sebebiyle tercih edilmemektedir. Dolayısıyla araştırmacı kendi çalışmasına en uygun işaret noktası yerleşimine kendi karar vermelidir. Verileri kaydetmede ise yüksek hızlı kameralar kullanılmaktadır. Bu kameraların zaman kalibrasyonları internal ve eksternal yapılabilir<sup>51</sup>.

Birçok kamera görüntülerin sıklıklarını belirlemeye izin veren, internal zaman kalibrasyonuna sahiptir. Yüksek hızlı kameralar, mekanik açıdan çok iyi donatılmıştır ve dolayısıyla pahalıdır. Bu sebeple planlanan birçok projenin hayata geçmesini sınırlandırmaktadır. Buna rağmen hareketlerin nicelik olarak ölçülmesinde en iyi yöntem yüksek hızlı film kameralarını kullanılmaktadır. Birçok biyomekanik laboratuvarı yeni projelerinde yüksek hızlı film tekniklerini kullanmaktadır<sup>15</sup>.

#### **2.15.4. Kinetik**

Hareket olaylarını inceleyen bilim dalıdır. Hareketi ona neden olan ve o hareketten doğan kuvvetleri de göz önüne alarak inceler. Kinematik büyüklüklere (konum, yabancı saha, hız, ivme, zaman, yol, yörünge) ek olarak parçacığın kinetik incelemesinde kuvvet, kütle, katı cisimin kinetik incelenmesinde kuvvet, moment ve kütle eylemsizlik momenti bağıntılar içerisinde yer alır. Kinetiği cisim üzerine etkiyen dengelenmiş kuvvetler ve/ve ya momentlerle onların yol açtığı hareket ve ya bu hareketteki değişimler arasındaki bağıntıları inceleyen mekanik dalı olarak da tanımlayabiliriz<sup>17</sup>.

#### **2.16. Elektromiyografi (EMG)**

Genel anlamda EMG sinyali; merkezi kontrol stratejileri, sinir hücreleri boyunca olan sinyalin sinir kas kavşağına transferi, motor üniteye kas hücrelerinin elektriksel aktivasyonu, karmaşık biyomekaniksel olaylar

zinciri, agonist ve antagonist kas tendonları üzerine etki eden ve kemiklere taşınan baskının üretimi hakkında bilgi vermektedir.

Bu bağlamda, EMG kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir çalışma alanıdır. Diğer tüm disiplinlerde olduğu gibi spor bilimleri alanında da çok yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Bazı durumlarda birincil araştırma aracı, bazen de diğer ölçüm yöntemleri ile elde edilen bulguları destekleyici yöntem olarak kullanılmaktadır<sup>61</sup>.

Kassal kasılma gevşeme stratejileri, yorgunluğun değerlendirilmesi vb. konular direkt kullanıma örnek teşkil ederken, hareket analizi sırasında(kinematik değerlendirme) destekleyici bilgi sağlayabilmektedir. Son yıllarda kinematik değerlendirmelerin yanı sıra iskelet kaslarının kasılma-gevşeme mekanizmalarının değerlendirmeleri, spor bilimlerinde sıkça kullanılmaya başlayan EMG yöntemiyle analiz edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmalar okçuluk, tenis ve golf gibi bireysel sporlarda gerçekleştirildiği gibi; softbol, futbol ve voleybol gibi takım sporlarında da gerçekleştirilmiştir. EMG sistemlerinin kullanıldığı ve spor bilimlerinde uygulanan bu çalışmaların büyük çoğunluğu, takım ve ya bireysel sporlarda özel beceri gerektiren tekniklerin sergilenişi sırasında ilgili kaslarda meydana gelen kasılma ve gevşeme mekanizmasının tespit edilmesi ile sakatlık oluşumu ve uygun tekniğin tespiti gibi konuları içermektedir<sup>1</sup>.

**Elde edilen bu veriler:**

- (a) Teknik gelişimin değerlendirilmesi.
- (b) Uygun antrenman programlarının oluşturulması.
- (c) Sporcunun gelişiminin takip edilmesi.
- (d) Yetenek seçimi amaçlarıyla kullanılabilir.

Spor bilimlerinde takım ve ya bireysel sporlarda performansın ortaya koınması oldukça önemlidir. Performansı yorumlamada son yıllarda kullanılmaya başlanan EMG uygulamaları, futbolda üst vuruş tekniğinin uygulanışı örneğinden yola çıkarak şu başlıklar altında değerlendirilebilir.

1. Spora özgü motor beceri performansı gerçekleştirilirken hangi kasların kasılıp hangi kasların gevşediğı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Örneğın, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında ileri savurma fazında (topa doğru) kuadriseps grubu kaslar kasılarak dize ekstansiyon yaptırırken hamstring grubu kaslar gevşeyerek bu hareketi kısıtlamazlar.
2. Spora özgü motor beceri performansı gerçekleştirilirken harekete katkıda bulunan sinerjist kaslar hakkında bilgi sahibi olunabilir. Örneğın, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında ileri savurma fazında dizde oluşan ekstansiyona vastus lateralis ve vastus medialis kasları gerçekleştirirken rectus femoris kası özellikle topla temas yaklaşma anında sinerjist olarak kasılır.
3. Spora özgü motor beceri performansı gerçekleştirilirken kaslarda oluşan kasılma türlerini tanımlamada kullanılabilir. Örneğın, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında topla temas fazında kuadriseps grubu kaslar konsantrik olarak kasılırken hamstring grubu kaslar eksantrik olarak kasılmaktadır.
4. Sporcuların beceri düzeylerini ayırt etmeye yarayarak uygun tekniğın tanımlanması aşamasında kullanılabilir. Örneğın profesyonel futbolcular özellikle vuruş sonrası ileri savurma fazında dize fleksiyon yaptıran kaslarını gevşeterek bacağın kalça yüksekliğine kadar çıkmasına izin verirken, amatör sporcular bu kası kasarak ileri savurma fazını kısıtlayabilir.
5. Performansı olumsuz etkilemektedirler.
6. Uygun tekniğı tanımlayarak, sportif tekniğı düzeltme sağlayıcı feedback (geri bildirim) aracı olarak kullanılabilir. Örneğın:

profesyonel ve amatör futbolcularda topa vuruş sırasında gerçekleştirilen ölçümler sonrası tanımlanan kasılma-gevşeme stratejileri, genç ve yeni başlayan futbolculara geribildirim olarak verilebilir.

7. Uygulanan tekrarlı motor becerilerin yorgunluk oluşumuna olan katkısı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Örneğin futbolda ardı ardına uygulanan üst vuruşun ve ya yoğun interval yüklenmenin kaslarda oluşturduğu periferik yorgunluk yüzeyel EMG kullanılarak tespit edilebilir<sup>60, 1</sup>.

## **2.17. Karatede Kinetik ve Kinematik Analiz**

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, bunların sıklıkla elit sporcular üzerinde olduğu görülür. Halbuki bir teknik becerinin öğreniminde biyomekanik oldukça önemli bir role sahiptir ve özellikle gençlerde teknik öğrenimi aşamasında bu bilgilerden yararlanılmalıdır. Antrenmanlar ve ya sporcular arasındaki farklılaşmayı belirleyen kriterlerin, sadece gözlem yoluyla değil, hareket analizi yöntemleri kullanarak da incelenmesi ve sonuçların karşılaştırılması daha doğru bir seçim olacaktır<sup>47, 45, 38, 37, 32, 12</sup>.

Karatede yapılmış biyomekanik analizlere bakılacak olursa; bunların değişik yöntemler kullanarak kinetik ve kinematik analizlerden faydalandıklarını ve çok geniş bir yelpazede (spor sakatlıkları, teknik analiz, motor öğrenme gibi) ele alındığını söyleyebiliriz. Teknik analiz açısından ele alındığında ise; Karatede Farklı el ve Ayak teknikleri ile ilgili yayınlar bulunmaktadır. Literatür incelendiğinde karatede teknik elementler açısından biyomekanik analizlerin büyük çoğunluğunun, Maei geri tekniği ilgili olduğu görülmektedir<sup>12, 27, 28, 53</sup>.

Benzer şekilde başka uzak doğu sporları ile ilgili biyomekanik çalışmaların da bulunmasına rağmen karatede kinetik ve kinematik analizi

ile ilgili çalışma oldukça azdır. Bunun nedenleri arasında ise; ölçümlerin pahalı ölçüm aletleri ve laboratuvar şartları gerektirmesi, Yokogeri hareketinin yüksek hızda gelişen bir hareket olması ve sebebiyle, bazı durumlarda markerların görüş alanı dışına çıkması sonucu, analizi gerçekleştirecek net görüntülerin elde edilememesi ve görüntülerin analiz evresinin çok uzun süre alması sayılabilir<sup>47, 27, 32, 13</sup>.

### **3. GEREÇ ve YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırma gurubu**

Bu Araştırmanın amacı elit karatecilerin iki farklı yan tekmelerinin üç boyutlu kinematik analizini yaparak, etkili vuruş tekniğinin hangi teknik olduğunu tespit etmektir. Çalışmaya yaşları 20–28 ve spor yaşları 12–18 yıl, arasında değişen, büyükler kategorisinde yarışan 25 erkek elit Karate sporcusu katılmıştır. Çalışmanın denekleri elit seviyede resmi karate (Kata ve Komite) müsabakalarına katılmış ve son üç yıl içinde (2009–2012) dereceye giren karate sporcularından seçilmişlerdir. Araştırmanın amacına yönelik, deneklerin her iki yan tekmeleri (Yoko geri Keage ve Yoko geri Keykomi) teknik açısından alanında uzmanlaşmış iki karate antrenörü tarafından kontrol edilmiştir. Seçilen 25 sporcudan 18 sporcunun her iki tekniği de onaylanmış ve çalışma başlatılmıştır.

Araştırmanın denekleri 18 erkek (20-25 yaş arası) elit düz gardlı (Sağ gardlını kullanan sporcular yani, Karate'de hazır bekleme durumunda sol el ve sol bacaklarını önde, yan tekmeleri sol bacakla yapan sporcular) ve her hangi bir sağlık problemi olmayan karatecilerden oluşmuştur. Çalışma öncesinde deneklerin her birine çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi ve karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren bilgilendirme formu imzalatılmış ve çalışma Orta doğu Teknik Üniversitesi klinik araştırmalar etik kurulu tarafından onaylanmıştır (EK.1).

#### **3.2. Araştırma yöntemi**

Bu araştırma Orta doğu Teknik Üniversitesinin (Ankara) Modelleme ve simülasyon laboratuvarında MoCap<sup>4</sup> sistemi kullanılarak yapılmıştır. Hareket analizi sırasında deneklerin tekniksel bileşenlerinin doğruluğunu

---

<sup>4</sup>. Motion Capture

denetlemek amacıyla alanında uzman iki karate antrenörü çalışmayı takip etmiş ve en etkili ve verimli tekniği belirlemede katkı sağlamışlardır.

### 3.3. Çalışma Protokolü

- Çalışmaya başlamadan önce denekleri tanımlayıcı ölçümler (boy, kilo, yaş, eklem açıları) alınmıştır.
- Veri toplamaya başlamadan önce test cihazlarının (marker) deneklerin vücutlarına yapıştırıldığı noktalar, yani tekmeler vurulurken beden de hareket meydana gelen segmentler belirtip anatomik ölçümleri tespit edilmiştir.
- Deneklerin vücutlarına markerlerin yapıştırılacak segmentlerin anatomik noktalarda dizilmesi haritası 'Helen Heyz' yöntemiyle yapılmıştır.
- Deneklerin vücutlarına yapıştırılan markerlerin tesbit edilen anatomik noktalarının genişliği kaliper veriner'le ölçülmüştür.
- Deneklerin bacak kuvvetleri BiodexSystem3 aletiyle vuruş noktasına yakın bir hızla (60°ve 240°/Sn) ve 90° derecede ölçülmüştür.
- Kinematik değişkenlerin ölçümünde (Conventional motion analysis system) hareket analiz sistemi kullanılmıştır.
- Teknik hareketlerde ayakların ivmesel büyüklüğünü ölçmek için akselerometre kullanılmıştır.
- Deneklerin yer tepki kuvvetini ölçmek için 'Force plate' kullanılmıştır.
- Tekniksel analiz için her teknik 3'er kez (3 kez Yoko geri Keage ve 3 kez yoko geri Keykome ) uygulanmış antrenörler tarafından onaylanan en etkili tekniğin (sadece bir tane Yoko geri Keage ve bir tane yoko geri Keykome) analizi yapılmıştır.

### **3.4. Testlerin uygulanması**

#### **3.4.1. Boy ölçümü**

Boy uzunluğu ölçümü 0.1 cm hassasiyete sahip stadiometre (Holtain/England) ile ölçülmüştür.

#### **3.4.2. Vücut ağırlığı ölçümü**

Vücut ağırlığı ölçümü 0.1kg hassasiyete sahip baskül (Seca/Germany) ile ölçülmüştür.

#### **3.4.3. Otur ve uzan testi ile esneklik ölçümü**

Uzunluğu 35cm, genişliği 45cm, yüksekliği 32cm ve sehpanın üst yüzey ölçüleri: uzunluk 55cm, genişlik 45cm. Üst yüzey, ayakların dayandığı yüzeyden 15 cm daha dışarıdadır. 0–50 cm’lik ölçüm cetveli, üst yüzeyde 5’er cm’lik paralel çizgi aralıklarıyla belirlenmiştir. Denekler yere oturup çıplak ayak tabanlarını düz bir şekilde test sehpasına dokunarak, gövdeden (bel ve kalça) ileri doğru eğilirler ve dizlerini bükmeden elleriyle vücudun önüne olacak şekilde öne doğru uzanarak en uzak noktaya ulaşmaya çalıştılar. Prosedüre uygun olarak iki kez ölçüm alınmış ve ölçümler cm olarak kaydedilmiştir.

#### **3.4.4. Hareket genişliği ölçümü (Bacak açma)**

Ölçümün amacı eklem yapısına bağlı olan hareket genişliğini tespit etmektir. Goniometrenin hareketli ucu ölçümü yapılan vücut parçasının anatomik pozisyonda iken hareketli bölümüne yerleştirilir ve diğer ucu sabit kalır. Ölçüm yapılan kısım hareket yönünde en son hareket noktasına kadar esnetilerek, tespit edilen eklem hareket genişliği derece cinsinden kaydedilmiştir.

|                                  |                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Sağ ve sol omuz önü</b>       | Acromion çıkıntısının ön ucu                                      |
| <b>Üst kol İzleme işaretleri</b> | Kol kemiği orta kısmı üzerinde 4 tane marker (medial humerus)     |
| <b>Sağ dirsek</b>                | Kol kemiğinin yan çıkıntısı üzerinde (humerus lateral Epicondyle) |
| <b>Ön kol İzleme işaretleri</b>  | Ön kol kemiklerinin 1/3 üstünde 4 tane marker ( Radius ve Ulna)   |
| <b>Sağ bilek</b>                 | Dirsek eklemi yan çıkıntıları üzeri (Radius , Ulna Styloid )      |

### 3.6. Teknik analizi

Araştırmaya katılan denekler 10 dakika ısındıktan sonra 42 Tane çalışır durumda olan led (Marker) vücutlarının önceden tespit edilen yerlerine bağlanılmıştır. ‘Helen Heyz’ yöntemiyle ledler,deneklerin vücutlarındaki segment yerlerine yapıştırılmıştır(Tablo.1). Deneklerin üzerindeki ledlerin hepsinin etkinolduğu kontrol edildikten sonra, tek tek kuvvet platformu üzerine alınıp estetik gösterilerinin bilgileri (tekniklere ait bilgilerin ilk modelini oluşturmak için) kayıt edilmiştir. Daha sonra sadece estetik durumda ledleri sporcuların vücutlarından ayrılıp, akselerometreyi sol ayaklarının üzerine yapıştırılmıştır.

Sporcuların üzerlerine yapıştırılmış led’ler ve akselerometre cihazlarıyla kuvvet platformu üzerinde sırayla 3 tane Yoko geri Keage ve 3 tane Yoko geri Keykomi hareketini 10 saniyelik aralıklarla araştırmacının komutuna uygun şekilde yapması istenmiştir. Sporcuların 3 boyutlu teknik vuruşları optik hareket yakalama sistemi<sup>5</sup> ile kayıt edilmiştir. Bu sistem vücut’a yerleştirilmiş ledlerin bilgileri toplayıp softver yardımıyla tekniğin modellemesine imkan sağlar.

<sup>5</sup>. Optical Motion Capturing System

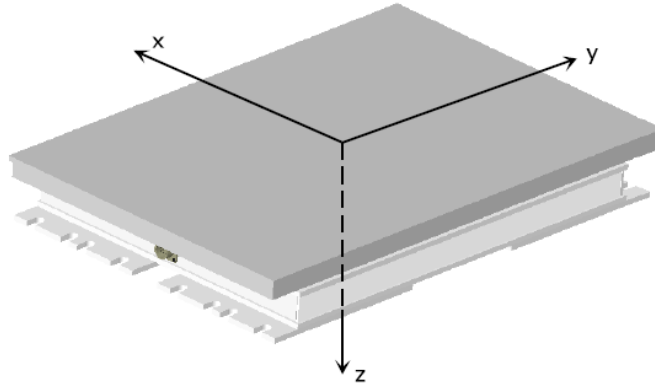
### 3.8. Kuvvet platformu

Kuvvet platformları özellikle sporda denge, statik ve dinamik analizler için tasarlanmıştır. Genellikle her köşesinde altı yük iletici bileşeni vardır, bunlar düzleme etki eden sonuç kuvvetin üç ortogonal bileşeni ve aynı ortogonal koordinat sistemi içindeki şekil 4 ile gösterilen sonuç momentin üç bileşenidir. Kuvvet platformlarının tasarım ve boyutları araştırmacının ihtiyaçlarına göre değişebilir. Kinematik veri ve yer etki kuvvetlerini toplamak için, 120x120 cm geleneksel Bertec kuvvet yüzeyi (Bertec Co., Columbus, CA, USA) dört adet gerilme yük ileticisi içerir ve sayısal bir ön kuvvetlendirici (model AM6500) içinde, bu çalışmada kullanılan sinyal için yapılandırılmıştır.

Kuvvet ileticilerine bağlı bu dört gerilme cihazından ölçülen sinyaller kuvvetlendirilir, filtrelenir ve kuvvet düzleminde sayısallaştırılır, bu harici gürültü kaynaklarını analog sinyal taşıması boyunca sinyal bozulmasını minimize eder. Kuvvet düzleminin çıktısı 16 bit tekil kanal, seri numarası, sayısal sinyalden oluşur böylece herhangi bir kalite kaybı olmadan çok uzun mesafelerde taşıma gerçekleştirilebilir. Sayısal çıktı doğrudan USB bağlantı noktası ile bilgisayara bağlantısı kurulur ve Analog/sayısal (A/D) karda bağlanacak altı analog sinyale dönüştürülür. Sinyaller üretici tarafından sağlanan sayısal sağlayıcı program ile görüntülenir ve kaydedilir. A/D akım dönüşümünde her bir kanal 1000 Hz değerinde 5V aralığında örneklenir ve Volt birimindeki okumalar üretici tarafından oluşturulan kalibrasyon matrisine bağlı olarak Newton değerine dönüştürülür. Neticesinde, kuvvetin uygulandığı nokta ve düzleme etki eden çift hazır bir biçimde ölçülen kuvvet ve moment bileşeninden hesaplanır.

Sporcu sözlü direktif almasına göre tekme atmaya programlanır. Komut verildiğinde, sayısal sağlama programı simultane olarak bir sinyali

tetikler, böylece kuvvet platformu verisi bu tetiklemenin 5 saniye sonrasına kadar 1 saniyelik kuvvet platformu verisini kaydeder. Bu tekme zamanını yeniden taklip etmek içinsporcuya verilen zamandır ve sonrasında kuvvet platformunda her iki ayakla dinlenene kadar geri döner. Egzersiz ve yarışmada herhangi bir formda maksimum efor tekniği uygulanırken, karatecilerden tamamlama esnası ve boyunca dengede kalmaları beklenir. Çanta üzerindeki hedef alanı, sporcunun omuz seviyesine eşit yükseklikte ve tekme için uygun mesafede konumlandırılmıştır.



**Şekil 10. Yük ölçümleri için koordinat sistemi**

Koordinat sisteminin merkezi kol bloğunun iç köşesidir ve Y-ekseninin ilerisinedir, X-ekseninin soluna (arkadan bakacak şekilde içeriği gösterir), ve Z-ekseninin aşağısınadır.

### **3.9. İvmelendirici (Accelerometr)**

Biyomekanik araştırmalarında, etki kuvvetleri sıklıkla hareket etmeyen yüzeyler üzerine kurulan kuvvet düzlemleri üzerine kurularak ölçülür. Bununla beraber, bu çalışmada objeler için maksimum kuvvetlerin yumrukta odaklanması benzer bir katı yüzeyde mümkün değildir, çünkü bu

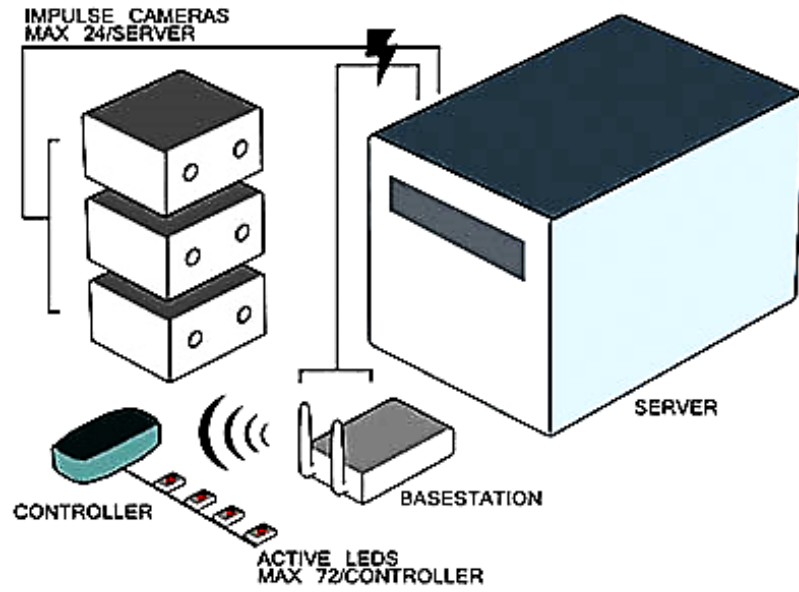
sakatlık için potansiyel bir sebeptir. Buna ilave olarak, kinematik hareket etmeyen düzlemde tekme atmak insan vücuduna tekme atmaya mukayese ile daha farklı olacaktır.

Bu çalışmadan karatecilerin el ivmelerini ölçmek için Bir ADXL193  $\pm 250g$  kapasiteleri tekil eksen ivmelendirici kullanılmıştır. ADXL193 dördüncü jenerasyon yüzey mikromakineli iMEMS bazlı ivmelendiriciden ADI'ye arttırılmış performans ve düşük ücretle geliştirilmiştir. İvmelendirici karatecinin sol ayaklarının üzerine sabitlenmiş ve şekil 5'e göre entegre edilmiştir. Hareket başlar başlamaz, ivmelendiriciden gelen sinyaller sinyal kondisyonerine gönderilir. Bu kuvvetlendirici sinyal kondisyonerine 10 artış değeri ile sağlanır. Kuvvetlendirilmiş sinyaller terminal giriş paneline gönderilir ve bilgisayara A/D dönüştürücü üzerinden gönderilir. A/D paneli girdi aralığına bipolar modta  $\pm 5$  volt değerine ayarlanır. Üretici tarafından yazılan yazılım ivmelendirme verisi toplamak için kullanılmıştır. Program ivmelendiriciden verileri sayısal birimler olarak 1000 Hz örnekleme frekansında her bir denemede 5 saniye süreyle toplar. Sonrasında sayısal birimlerden gelen ivmelendirme verisi sonuç ivmelendirmeden çıkarılmak üzere etkiden hemen önce veri dosyasına dönüştürülür ve veri Butterworth sayısal filtresi kullanılarak yumuşatılır.

### **3.10. Faz boşluğu hareket yakalama sistemi**

Uygulama olarak, faz boşluğu hareket yakalama sistemi (Phase Space Inc., San Leandro, CA, USA) çoklu LED'lerin konumunu üçgenlemek için çoklu kameralar kullanır. 10 metre mesafede sistem 10 mm pratik çözünürlüğe sahiptir. Sistem çoklu CCD kameralara sahiptir bunlar her bir LED'in varlığını saniyede 480 resim karesi yakalar. Faz boşluğu hareket yakalama sistemi (PMCS) objelerin üç temel yumruk hareketinin 3D boyutlu koordinatları elde etmek için kullanılmıştır. Hareket eşzamanlı optik takip sistemi ile 8 yüksek hızlı kamera ile yakalanır bunlar

birbirine 90 derece dik ve 240 Hz frekansla konumlandırılmışlardır. PMCS kesin olarak verideki hataları azaltacak seviyede tasarlanmıştır, dolayısıyla veri temizleme maliyetlerini de düşürür. Şekil 6'da görüldüğü üzere, kameralar arası, baznoktaları arasında ve server arasında iletişim kurmak için PMCS standart Cat-5 kablolarını kullanır. Dörtlü çekirdek işlemci kullanan her bir server, 48 impuls kamerasına bağlanabilir ve güç taşıyabilir. Baz istasyonu LEK kontrolörüne RF sinyali sağlar. RF kanalları aldatıcı herhangi radyo karışımına karşı dengelenmiştir. Her bir LED kontrolörü maksimum 72 aktif LED sürebilir<sup>66</sup>.



**Şekil 11. Faz Boşluğu Hareket Yakalama Sistemi Bileşenleri**

PMCS altı bileşene sahiptir; Impuls kameraları, led bazlı istasyonlar, server bilgisayar, led kontrolörü, impuls aktif ledi ve kalibrasyon çubuğu. Her bir bileşen modüler olup sistemde herhangi bir arıza olmaksızın performansın ölçeklendirilmesine müsaade eder. Sistem bileşenleri aşağıdaki şekilde detaylarda olduğu gibi açıklanmıştır<sup>66</sup>.

### 3.11. Impuls kameraları

Sistem 8 impuls kamerasından meydana gelmektedir ve her bir kamera optik çözünürlük olarak 3600 x 3600 (12 megapiksel) sağlar ve şekil 7de görüldüğü gibi dinamik aralık olarak 16-bit işlemci hızına sahip iki doğrusal detektör kullanır. Ayrıca panel üzerinde bulunan işlemcilere sahiptir ve bu sistemler etkileyici bir biçimde 30,000 X 30,000 çözünürlüğünde 480 Hz değerinde çözünürlük sağlar. Üstün çözünürlüğü 60 derece görüş açısıyla çiftleştirilmiştir, bu kullanıcılara küçük alanlar içinde görüntü yakalamaya imkân sağlar<sup>66</sup>.

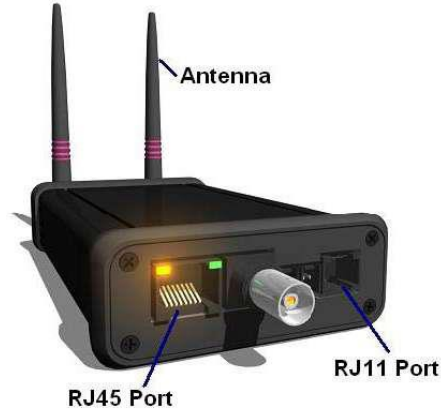


*Şekil 12. Impuls kamerasının ön ve arka görüntüsü.*

### 3.12. Led baz istasyonu

Şekil 15'de görüldüğü üzere, Led Baz istasyonu 2.4 Ghz alıcı-verici ile LED kontrolörüne RF sinyali sağlar ve LED kontrolörünü server ile senkronize eder<sup>66</sup>.





**Şekil 13. LED baz istasyonunun yan, üst ve arkadan görünümü**

### 3.13. Server bilgisayar

Tüm impuls hareket yakalama sistemi Şekil 9'da görülen tek bir server bilgisayarın yardımı ile çalışır. En gelişmiş dörtlü çekirdek işlemcinin yardımıyla, server makinesi veriyi 48 kamera ile toplar ve işler. Server çıktısı saniyede 10 ms gecikme süresinin altında 480 çerçevede 3D konum verisi içerir<sup>66</sup>.



**Şekil 14. Server bilgisayarının ön ve arka görünümü**

### 3.14. Led kontrolörü

Şekil 10 da görüldüğü üzere, Led Kontrolörü, aslen RF alıcı-vericisi, panel üzerinde bir mikro işlemci ile sağlanır böylelikle 72 Ledin kontrolü sağlanır. Batarya ömrü devamlı kullanımda 2 ile 4 saat arasında değişir, tizirve kullanımda ise 8 saate kadar sürebilir. Impuls sistemi çoklu LED kontrolörlerini eş zamanlı kullanabilir<sup>66</sup>.



**Şekil 15. Led Kontrolörünün ön ve yan görüntüsü**

### 3.15. Impuls aktive led

30 ile 480 Hz frekans arasında modüle edilmiş her bir LED kusursuz bir sayısal ID ile ifadelenir. Aşırı-parlak Kırmızı LED, Kızılötesine ayarlanabilir (IR), mavi, yeşil Ve ya sarı versiyonlarda olabilir. 20 mm x 14 mm x 3.2 mm boyutundadır ve şekil 11 de görüldüğü gibi 4.5 gram ağırlığındadır<sup>66</sup>.



**Şekil 16. Ekli impuls aktif led karşılaştırması**

### 3.16. Kalibrasyon Çubuğu

Kalibrasyon çubuğu şekil 12 de görüldüğü gibidir ve sistemi doğru biçimde kalibre etmeye yarayan temel gereçtir. 8 LED kullanılarak, kalibrasyon çubuğu kullanıcıya verilen çekim alanında dakikalar içinde kalibrasyon sağlamasına imkan verir<sup>66</sup>.



**Şekil 17. Kalibrasyon çubuğu**

PMCS kalibrasyon çubuğu ile her bir denemede kalibre edilmiştir. Bir kalibrasyon dosyası sıklıkla ayakta duran deneme ve statik deneme olarak tanımlanabilir, bu objenin sabit konumda kısa süreli hareketli bir yakalamasıdır. PMCS den alınan işaretleyici konumları ve sonrasında hatalar ve hareket yakalamada hatalar Phase Space Firması tarafından geliştirilen Recap yazılımı sayesinde temizlenir.

Bu araç toplanmış veri üzerinde insan vücudunda belli bağlantı noktaları sağlamak ve bulmak için kullanılır. Skeleton bir zorlama sistemi oluşturur, öyle ki işaretleyiciler dahi yakalama esnasında kapanır. Veri kental eğri fonksiyonları ile uydurulur ve kullanılan fonksiyon veri boşluklarını doldurmak için enterpolasyon amaçlı kullanılır, bununneticesinde sıra dışı akıcı insan hareketleri oluşturulur. İnsan hareketlerinin 3-D koordinatları PMCS den elde edilir alınan veriler 6 Hz sayısal Butterworth filtresine göre yumuşatılmıştır. Veriler otomatik olarak verideki gürültüyü dengeleyecek şekilde ortalanmıştır<sup>66</sup>.

### **3.18. İstatistiksel analiz yöntemi**

Verilerin istatistiksel analizinde frekans, Yüzde, ortalama ve standart sapma, piyerson korileşin ve wilkakson teslerini hesaplanarak tanımlayıcı istatistik yöntemi kullanılmıştır, Ayrıca verilerin normal dağılım içinde olup olmadığını tespit etmek için K.S testini kullanılmıştır.

### **3.19. Teslerin güvenilirlik ve geçerlilik kontrolü**

Araştırmada uygulanan testlerin hepsi bittikten bir hafta sonra ölçümlerin geçerlilik ve güvenilirliğini kontrol etmek için deneklerin arasından yedi kişi rasgele seçilip aynı protokolle ölçümleri tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar araştırma testlerinin geçerliliğini tespit etmiştir.

## 4. BULGULAR

Elit karatecilerin tanımlayıcı bilgiler ile iki farklı yan tekme de kullanılan ayak bilekleri, dizleri ve kalçalarının yer değişim, doğrusal hız, doğrusal ivme, vuruş ayağının bir bütün olarak doğrusal ivmesi ve dikey yer çekim kuvvetinin (GRF) üç boyutlu kinematik analiz ölçüm sonuçlarına ait bilgiler aşağıdaki tablolarda özetlenerek verilmiştir.

### 4.1. Deneklerin Antropometrik Özellikleri

*Tablo 1. Araştırmaya katılan sporcuların fiziksel özelliklerine ait tanımlayıcı bilgiler*

| Değişkenler          | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|----------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Yaş (yıl)            | 18 | 22.72              | 1.77 | 20      | 25       |
| Spor Yaşı (yıl)      | 18 | 14.77              | 2.01 | 12      | 18       |
| Boy ( cm)            | 18 | 174.64             | 3.51 | 168.01  | 189.20   |
| Vücut Ağırlığı (kg)  | 18 | 75.83              | 6.62 | 63.25   | 85.53    |
| Vücut yağ yüzdesi(%) | 18 | 11.45              | 1.21 | 9.12    | 13.01    |

Tablo 2 de görüldüğü gibi araştırmaya katılan sporcuların yaş ortalaması  $22.72 \pm 1.77$  (yıl), spor yaşı ortalaması  $14.77 \pm 2.01$  (yıl); boy ortalaması  $174.64 \pm 3.51$  (cm) , vücut ağırlığı  $75.83 \pm 6.62$  (kg) ve vücut yağ yüzdesi  $11.45 \pm 1.21$ (%) olarak tespit edilmiştir.

*Tablo 3. Esneklik ve bacak açma özellikleri*

| Değişkenler          | N  | Aritmetik Ortalama | SD    | Minimum | Maksimum |
|----------------------|----|--------------------|-------|---------|----------|
| Otur Uzan testi (cm) | 18 | 19.01              | 3.59  | 13.00   | 25.00    |
| Bacak açma (cm)      | 18 | 193.23             | 24.20 | 150.82  | 230.83   |

Tablo3 incelendiğinde sporcuların otur uzan testi  $19.01 \pm 3.59$  (cm) ve bacak açma ortalamasının  $193.23 \pm 24.20$  (cm) olduğunu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.Antropometrik özellikler**

| Değişkenler              | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimal | Maksimal |
|--------------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Gövde uzunluğu (cm)      | 18 | 80.29              | 1.97 | 76.89   | 83       |
| Alt uzunluğu (cm)        | 18 | 106.46             | 6.73 | 97.00   | 115      |
| Göğüs çevresi (cm)       | 18 | 85.23              | 7.26 | 69.04   | 93.47    |
| Bel çevresi (cm)         | 18 | 76.18              | 4.77 | 67.23   | 89.23    |
| Uyluk uzunluğu (cm)      | 18 | 56.54              | 4.59 | 45.50   | 62.48    |
| Bacak uzunluğu (cm)      | 18 | 39.91              | 3.81 | 32.73   | 45.98    |
| Uyluk çevresi (cm)       | 18 | 44.90              | 5.63 | 31.60   | 52.88    |
| Kalça çevresi (cm)       | 18 | 88.80              | 3.76 | 81.57   | 95.87    |
| Baldır çevresi (cm)      | 18 | 36.03              | 2.22 | 31.63   | 39.05    |
| Ayak bileği çevresi (cm) | 18 | 29.61              | 1.02 | 27.38   | 31.38    |
| Diz çevresi (cm)         | 18 | 6.05               | 1.45 | 5.62    | 8.86     |

Tablo 4.Araştırmaya katılan sporcuların antropometriközellikleri verilmiştir.

## 4.2. Araştırmaya katılan sporcuların bacak kuvvetleri

**Tablo 5. 90° ve 60° / sn hızla bacak kuvveti zirve tork ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                 | N  | Hareket Yönü | Hareketin Hızı | Hareketin Derecesi | Aritmetik Ortalama | SD    | Minimum | Maksimum |
|-----------------------------|----|--------------|----------------|--------------------|--------------------|-------|---------|----------|
| Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | Sol          | 60 DER/SN      | 90 DRE             | 209.96             | 23.17 | 174.00  | 249.50   |
| Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | Sağ          | 60 DER/SN      | 90 DRE             | 209.11             | 28.73 | 147.70  | 267.80   |
| Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | Sol          | 60 DER/SN      | 90 DRE             | 94.00              | 19.75 | 65.00   | 119.60   |
| Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | Sağ          | 60 DER/SN      | 90 DRE             | 103.82             | 17.86 | 72.70   | 136.00   |

Tablo5 incelendiğindekaratecilerin, 90 derece ve 60°/sn hızla sol bacak ekstensiyonzirve tork  $209.96 \pm 23.17$  Nm, sağ bacak ekstensiyonzirve tork  $209.11 \pm 28.73$  Nm, sol bacak fleksiyonzirve tork  $94 \pm 19.75$ Nm ve sağ bacak fleksiyonzirve tork ortalamasının $103.82 \pm 17.86$ Nmolduğunu tespit edilmiştir

**Tablo 6. 90° ve 240° /sn hızla bacak kuvvet zirve tork ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                 | N  | Hareket Yönü | Hareketin Hızı | Hareketin Derecesi | Aritmetik Ortalama | SD    | Minimum | Maksimum |
|-----------------------------|----|--------------|----------------|--------------------|--------------------|-------|---------|----------|
| Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | Sol          | 240 DER/SN     | 90 DRE             | 114.76             | 10.10 | 98.10   | 126.70   |
| Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | Sağ          | 240 DER/SN     | 90 DRE             | 120.16             | 13.62 | 103.10  | 143.90   |
| Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | Sol          | 240 DER/SN     | 90 DRE             | 58.89              | 9.58  | 46.60   | 78.60    |
| Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | Sağ          | 240 DER/SN     | 90 DRE             | 67.15              | 11.10 | 44.10   | 75.70    |

Tablo 6 incelendiğinde karatecilerin,90 derece ve 240°/sn hızla sol bacak ekstensiyonzirve tork ortalamasının  $114.76 \pm 10.10$ Nm; sağ bacak ekstansionzirve tork ortalamasının  $120.16 \pm 13.62$  Nm; sol bacak fleksiyonzirve tork ortalamasının  $58.89 \pm 9.58$ Nm ve sağ bacak fleksiyonzirve tork ortalamasının  $67.15 \pm 11.10$ Nm olduğunu tespit edilmiştir.

**Tablo 7.90° ve 60°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork'a ulaşma zamanı ölçüm Sonuçları**

| Değişkenler                 | N  | Hareket Yönü | Hareketin Hızı (°/Sn) | Hareketin Derecesi | Aritmetik Ortalama | SD     | Minimum | Maksimum |
|-----------------------------|----|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|----------|
| Ekstensiyon Zamanı ( m/sn ) | 18 | Sol          | 60                    | 90                 | 408.00             | 106.10 | 210.00  | 540.00   |
| Ekstensiyon Zamanı ( m/sn ) | 18 | Sağ          | 60                    | 90                 | 418.00             | 68.79  | 340.00  | 550.00   |
| Fleksiyon Zamanı ( m/sn )   | 18 | Sol          | 60                    | 90                 | 615.00             | 170.71 | 350.00  | 990.00   |
| Fleksiyon Zamanı ( m/sn )   | 18 | Sağ          | 60                    | 90                 | 524.00             | 118.23 | 350.00  | 740.00   |

Tablo7 incelendiğinde karatecilerin, 90 derece ve 60°/sn hızla sol bacak ekstensiyonzirve tork zamanı  $408.00 \pm 106.10\text{m/sn}$ , sağ bacak ekstensiyonzirve tork zamanı  $410.00 \pm 68.79\text{m/sn}$ , sol bacak fleksiyonzirve tork zamanı  $615.00 \pm 170.71\text{m/sn}$  ve sağ bacak fleksiyonzirve tork zamanı ortalamasının  $524.00 \pm 118.23\text{m/sn}$  olduğunu tespit edilmiştir.

**Tablo 8. 90° ve 240°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork'a ulaşma zamanı ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                | N  | Hareket Yönü | Hareketin Hızı (°/Sn) | Hareketin Derecesi | Aritmetik Ortalama | SD     | Minimum | Maksimum |
|----------------------------|----|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|----------|
| Ekstensiyon Zamanı ( m/sn) | 18 | Sol          | 240                   | 90                 | 147.22             | 8.26   | 140.00  | 160.00   |
| Ekstensiyon Zamanı ( m/sn) | 18 | Sağ          | 240                   | 90                 | 141.01             | 26.98  | 100.00  | 170.00   |
| Fleksiyon Zamanı ( m/sn)   | 18 | Sol          | 240                   | 90                 | 330.00             | 138.23 | 140.00  | 450.00   |
| Fleksiyon Zamanı ( m/sn)   | 18 | Sağ          | 240                   | 90                 | 231.66             | 126.82 | 110.00  | 460.00   |

Tablo 8 incelendiğinde sporcuların, 90 derece ve 240°/sn hızla sol bacak ekstensiyon $147.22 \pm 8.26\text{m/sn}$ , sağ bacak ekstensiyon $141.01 \pm 26.98\text{m/sn}$ , sol bacak fleksiyon $330.00 \pm 138.23\text{m/sn}$  ve sağ bacak fleksiyonzirve tork zamanı  $231.66 \pm 126.82\text{m/sn}$  olarak tespit edilmiştir.

### 4.3. Yerçekim tepki kuvveti vedoğrusal ivme ölçümleri

**Tablo 9.Fz eksesine göre yer tepki kuvveti (GRF) ölçüm sonuçları**

| Değişkenler         | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|---------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Keage GRF - Fz (g)  | 18 | 32.74              | 4.71 | 25.09   | 40.78    |
| Keykomi GRF- Fz (g) | 18 | 43.57              | 6.40 | 34.56   | 53.29    |

Tablo 9 da görüldüğü gibi sporcularınkeage tekniği Fz'de yer tepki kuvveti  $32.74 \pm 4.71(g)$ , Keykomi tekniği ise  $43.57 \pm 6.40 (g)$  olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 10. Keage tekniğinin Fx,Fy ve Fz eksenlerine göre doğrusal ivme (gram) ölçüm sonuçları**

| Değişkenler      | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Doğrusal İvme Fy | 18 | 1.45               | 0.22 | 0.89    | 1.65     |
| Doğrusa İvme Fz  | 18 | 3.15               | 4.24 | 2.10    | 2.17     |
| Doğrusa İvme Fx  | 18 | 2.03               | 0.00 | 2.04    | 2.04     |

Tablo 10 incelendiğinde sporcuların, Keage tekniği doğrusal hareket ivmesininFy' de ,  $1.45 \pm 0.22(g)$ , Fz'de  $3.15 \pm 4.24(g)$  ve Fx'de  $2.03 \pm 0.00(g)$  olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 11.Keykomi tekniğinin Fx,Fy ve Fz eksenlerine göre doğrusal ivme (gram) ölçüm sonuçları**

| Değişkenler      | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Doğrusal İvme Fy | 18 | 1.91               | 0.00 | 1.91    | 1.91     |
| Doğrusal İvme Fz | 18 | 2.15               | 0.17 | 2.12    | 2.17     |
| Doğrusal İvme Fx | 18 | 2.03               | 0.00 | 2.04    | 2.04     |

Tablo 13 incelendiğinde karetecilerin, Keykomi tekniğini uygularken ayak bileğinin doğrusal yer değişimi  $6.94 \pm 0.22$  (cm), diz doğrusal Yer değişimi  $7.48 \pm 0.49$  (cm) ve kalça doğrusal yer değişimi ortalaması  $1.80 \pm 0.26$  (cm) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 14. Keage tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                     | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|---------------------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Ayak bileği doğrusal hız (m/sn) | 18 | 14.33              | 1.11 | 12.11   | 16.03    |
| Diz doğrusal hız (m/sn)         | 18 | 10.08              | 0.80 | 9.02    | 11.98    |
| Kalça doğrusal hız (m/sn)       | 18 | 2.91               | 0.39 | 2.00    | 3.85     |

Tablo 14 incelendiğinde deney grubunun, Keage tekniğini vururken ayak bileğinin doğrusal hızı  $4.33 \pm 1.11$  m/sn , diz doğrusal hızı  $10.08 \pm 0.80$  m/sn ve kalça doğrusal hız ortalaması  $2.91 \pm 0.39$  m/sn olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 15. Keykomiteknikiğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                     | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|---------------------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Ayak bileği doğrusal hız (m/sn) | 18 | 12.27              | 1.21 | 10.44   | 13.98    |
| Diz doğrusal hız (m/sn)         | 18 | 5.91               | 0.66 | 4.51    | 6.93     |
| Kalça doğrusal hız (m/sn)       | 18 | 4.35               | 0.48 | 3.28    | 5.08     |

Tablo 15 incelendiğinde sporcular, Keykomi tekniğini uygularken ayak bileğinin doğrusal hız ortalaması  $12.27 \pm 1.21$  m/sn ; diz doğrusal hız ortalaması  $5.91 \pm 0.66$  m/sn ve kalça doğrusal hız ortalaması  $4.35 \pm 0.48$  m/sn tespit edilmiştir.

**Tablo 16. Keage tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal ivme ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                                    | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|------------------------------------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Ayak bileği doğrusal ivme (m/sn <sup>2</sup> ) | 18 | 30.13              | 1.83 | 27.00   | 32.00    |
| Diz doğrusal ivme (m/sn <sup>2</sup> )         | 18 | 23.14              | 1.54 | 20.51   | 25.04    |
| Kalça doğrusal ivme (m/sn <sup>2</sup> )       | 18 | 14.30              | 1.58 | 11.53   | 17.45    |

Tablo 16 incelendiğinde sporcular, Keage tekniğini uygularken ayak bileğinin doğrusal ivme ortalaması  $30.13 \pm 1.83$  m/sn<sup>2</sup>, diz doğrusal ivme ortalaması  $23.14 \pm 1.54$  m/sn<sup>2</sup> ve kalça doğrusal ivme ortalaması  $14.30 \pm 1.58$  m/sn<sup>2</sup> tespit edilmiştir.

**Tablo 17. Keykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal ivme ölçüm sonuçları**

| Değişkenler                                     | N  | Aritmetik Ortalama | SD   | Minimum | Maksimum |
|-------------------------------------------------|----|--------------------|------|---------|----------|
| Ayak bileği doğrusal ivme ( m/sn <sup>2</sup> ) | 18 | 27.83              | 1.67 | 24.51   | 30.51    |
| Diz doğrusal ivme ( m/sn <sup>2</sup> )         | 18 | 18.59              | 0.78 | 17.43   | 20.04    |
| Kalça doğrusal ivme ( m/sn <sup>2</sup> )       | 18 | 15.76              | 1.26 | 13.53   | 17.83    |

Tablo 17 incelendiğinde sporcular, Keykomi tekmesini vururken ayak bileğinin doğrusal ivme ortalaması  $27.83 \pm 1.67$  m/sn<sup>2</sup>, diz doğrusal ivme ortalaması  $18.59 \pm 0.78$  m/sn<sup>2</sup> ve kalça doğrusal ivme ortalaması  $15.76 \pm 1.26$  m/sn<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir.

#### 4.5. Verilere ait normallik testleri (Kolmogorov-Smirnov Testi)

**Tablo 14. 90° ve 60°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork ölçümlere ait normallik test sonuçları**

| Değişkenler                     | N  | Normal Parametreler |       | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P    | Yorum  |
|---------------------------------|----|---------------------|-------|-----------------|---------|---------|--------|------|--------|
|                                 |    | x                   | SD    | Tam             | Pozitif | Negatif |        |      |        |
| Sol Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | 209.96              | 23.17 | 0.166           | 0.166   | -0.96   | 0.704  | 0.70 | Normal |
| Sağ Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | 209.91              | 28.73 | 0.294           | 0.156   | -0.29   | 1.246  | 0.89 | Normal |
| Sol Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | 94.38               | 19.75 | 0.202           | 0.202   | -1.90   | 0.856  | 0.45 | Normal |
| Sağ Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | 103.82              | 17.86 | 0.233           | 0.163   | -2.33   | 0.988  | 0.28 | Normal |

**Tablo 15. 90° ve 240°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork Ölçümlere ait normallik test Sonuçları**

| Değişkenler                     | N  | Normal Parametreler |       | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P    | Yorum  |
|---------------------------------|----|---------------------|-------|-----------------|---------|---------|--------|------|--------|
|                                 |    | x                   | SD    | Tam             | Pozitif | Negatif |        |      |        |
| Sol Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | 114.76              | 10.10 | 0.22            | 0.152   | -.242   | 0.941  | 0.33 | Normal |
| Sağ Ekstensiyon Zirve tork (Nm) | 18 | 120.16              | 13.62 | 0.24            | 0.241   | -1.68   | 1.026  | 0.24 | Normal |
| So Fleksiyon Zirve tork (Nm)    | 18 | 58.89               | 9.58  | 0.15            | 0.154   | -.124   | 0.655  | 0.78 | Normal |
| Sağ Fleksiyon Zirve tork (Nm)   | 18 | 6715                | 11.10 | 0.26            | 0.267   | -.265   | 1.13   | 0.15 | Normal |

Tablo 18ve 19 da görüldüğü gibi sporcuların 90° derecede 60° ve 240°/sn hızla bacak kuvveti zirve tork ölçümlerine ait ölçüm sonuçlarının normal olup olmadığını sınamak için yapılan Kolmogorov-Smirnov Testinde ölçüm sonuçları normallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

**Tablo 19. 90° ve 60° hızla bacak kuvveti zirve tork a ulaşma zamanı ölçümlerine ait normallik test sonuçları**

| Değişkenler                    | N  | Normal Parametreler |        | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P     | Yorum  |
|--------------------------------|----|---------------------|--------|-----------------|---------|---------|--------|-------|--------|
|                                |    | x                   | SD     | Tam             | Pozitif | Negatif |        |       |        |
| Sol Ekstensiyon Zamanı ( m/sn) | 18 | 408.88              | 106.10 | 0.208           | 0.136   | -0.208  | 0.884  | 0.415 | normal |
| Sağ Ekstensiyon Zamanı (m/sn)  | 18 | 418.33              | 68.79  | 0.215           | 0.215   | -0.127  | 0.914  | 0.374 | normal |
| Sol Fleksiyon Zamanı(m/sn)     | 18 | 615.55              | 279.71 | 0.164           | 0.164   | -1.38   | 0.694  | 0.721 | normal |
| Sağ Fleksiyon Zamanı (m/sn)    | 18 | 524.44              | 118.23 | 0.104           | 0.104   | -0.08   | 0.441  | 0.990 | normal |

Tablo20 da görüldüğü gibi Sporcuların 90 derece ve 60°/sn hızla bacak kuvvet zirve tork ölçümlere ait Kolmogorov-Smirnov Testi sonuçları normallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

**Tablo 21. 90° derece ve 240° hızla bacak kuvveti zirve tork a ulaşma zamanı ölçümlerine ait normallik test sonuçları**

| Değişkenler                   | N  | Normal Parametreler |        | Uç Farklılıklar |           |           | Z Puan | p     | Yorum  |
|-------------------------------|----|---------------------|--------|-----------------|-----------|-----------|--------|-------|--------|
|                               |    | x                   | SD     | Tam             | Pozitif f | Negatif f |        |       |        |
| Sol Ekstensiyon Zamanı (m/sn) | 18 | 147.22              | 8.26   | 0.309           | 0.309     | -1.91     | 1.311  | 0.064 | Normal |
| Sağ Ekstensiyon Zamanı (m/sn) | 18 | 141.11              | 26.98  | 0.185           | 0.158     | -1.85     | 0.783  | 0.571 | Normal |
| Sol Fleksiyon Zamanı (m/sn)   | 18 | 330.00              | 138.13 | 0.354           | 0.216     | -0.354    | 1.501  | 0.092 | Normal |
| Sağ Fleksiyon Zamanı (m/sn)   | 18 | 232.66              | 126.2  | 0.386           | 0.346     | -1.80     | 1.466  | 0.067 | Normal |

Tablo 21 de görüldüğü gibi, sporcuların 90 derece ve 240°/sn hızla bacak kuvvet zirve tork ölçümlerine ait Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarının hepsi normallik içinde çıkmıştır.

**Tablo 22. Keage ve Keykomi tekniği Fz eksenine yer çekim kuvveti ölçümlerine ait normallik testi**

| Değişkenler | N  | Normal Parametreler |      | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P     | Yorum  |
|-------------|----|---------------------|------|-----------------|---------|---------|--------|-------|--------|
|             |    | X                   | SD   | Tam             | Pozitif | Negatif |        |       |        |
| Keage Fz    | 18 | 32.74               | 4.71 | 0.180           | 0.180   | -1.114  | 0.763  | 0.605 | Normal |
| Keykomi Fz  | 18 | 43.57               | 6.40 | 0.183           | 0.183   | -1.73   | 0.777  | 0.582 | Normal |

22. Tabloda da görüldüğü gibi sporcuların Keage ve Keykomi tekniğinin Fz eksenine göre yer tepki kuvveti Kolmogorov-Smirnov test sonuçlarının normallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

**Tablo 23. Keage ve Keykomi tekniği Fy ve Fz eksenlerinde doğrusal ivme ölçümlerine ait normallik testi**

| Değişkenler | N  | Normal Parametreler |       | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P     | Yorum  |
|-------------|----|---------------------|-------|-----------------|---------|---------|--------|-------|--------|
|             |    | X                   | SD    | Tam             | Pozitif | Negatif |        |       |        |
| Keage Fy    | 18 | 1.51                | 0.105 | 0.234           | 0.139   | -0.234  | 0.993  | 0.277 | Normal |
| Keage Fz    | 18 | 2.15                | 0.027 | 0.297           | 0.218   | -0.297  | 1.259  | 0.084 | Normal |
| Keykomi Fy  | 18 | 1.86                | 0.046 | 0.134           | 0.116   | -0.134  | 0.567  | 0.905 | Normal |
| Keykomi Fz  | 18 | 2.15                | 0.17  | 0.187           | 0.185   | -0.187  | 0.795  | 0.553 | Normal |

23. Tabloda da görüldüğü gibi sporcuların Keage ve Keykomi tekniğinin Fy ve Fz eksenlerindeki doğrusal ivme ölçüm sonuçlarının normallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

**Tablo 24. Keage ve Keykomi tekniği ayak bileği, diz ve kalça doğrusal yerdeğişimi ölçümlerine ait normallik testi**

| Değişkenler         | N  | Normal Parametreler |       | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P     | Yorum  |
|---------------------|----|---------------------|-------|-----------------|---------|---------|--------|-------|--------|
|                     |    | X                   | SD    | Tam             | Pozitif | Negatif |        |       |        |
| Keage Ayak bileği   | 18 | 6.502               | 0.313 | 0.195           | 0.195   | -0.130  | 0.826  | 0.502 | Normal |
| Keage Diz           | 18 | 6.718               | 0.381 | 0.170           | 0.097   | -0.170  | 0.722  | 0.674 | Normal |
| Keage kalça         | 18 | 1.279               | 0.319 | 0.234           | 0.234   | -0.163  | 1.034  | 0.235 | Normal |
| Keykomi Ayak bileği | 18 | 6.946               | 0.225 | 0.231           | 0.166   | -0.231  | 0.979  | 0.294 | Normal |
| Keykomi Diz         | 18 | 7.481               | 0.494 | 0.184           | 0.130   | -0.184  | 0.782  | 0.574 | Normal |
| Keage Kalça         | 18 | 1.803               | 0.267 | 0.196           | 0.160   | -0.196  | 0.834  | 0.493 | Normal |

24. Tabloda da görüldüğü gibi sporcuların Keage ve Keykomi tekniğinde ayakbileği, diz ve kalça doğrusal yerdeğişimiölçüm sonuçlarınormallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

**Tablo 25. Keage ve Keykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ölçümlerine ait normallik testi**

| Değişkenler              | N  | Normal Parametreler |       | Uç Farklılıklar |           |           | Z Puan | P     | Yorum  |
|--------------------------|----|---------------------|-------|-----------------|-----------|-----------|--------|-------|--------|
|                          |    | X                   | SD    | Tam             | Pozitif f | Negatif f |        |       |        |
| Keage Ayak bileği hızı   | 18 | 12.271              | 1.214 | 0.248           | 0.195     | -0.248    | 1.052  | 0.219 | Normal |
| Keage Diz hızı           | 18 | 5.919               | 0.669 | 0.111           | 0.092     | -0.111    | 0.470  | 0.980 | Normal |
| Keage Kalça hızı         | 18 | 4.351               | 0.489 | 0.167           | 0.078     | -0.167    | 0.707  | 0.699 | Normal |
| Keykomi Ayak bileği hızı | 18 | 14.33               | 1.118 | 0.151           | 0.110     | -0.151    | 0.640  | 0.807 | Normal |
| Keykomi Diz hızı         | 18 | 10.083              | 0.803 | 0.163           | 0.163     | -0.093    | 0.690  | 0.728 | Normal |
| Keage Kalça hızı         | 18 | 2.915               | 0.397 | 0.151           | 0.147     | -0.151    | 0.641  | 0.806 | Normal |

25. Tabloda da görüldüğü gibi sporcuların Keage ve Keykomiteknğinde ayakbileği, diz ve kalçanın doğrusal hızölçüm sonuçlarınormallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

**Tablo 26 .Keage veKeykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalça doğrusal İvme bilgileri normallik testi**

| Değişkenler              | N  | Normal Parametreler |       | Uç Farklılıklar |         |         | Z Puan | P     | Yorum  |
|--------------------------|----|---------------------|-------|-----------------|---------|---------|--------|-------|--------|
|                          |    | X                   | SD    | Tam             | Pozitif | Negatif |        |       |        |
| Keage Ayak bileği ivme   | 18 | 27.830              | 1.670 | 0.163           | 0.105   | -0.163  | 0.693  | 0.723 | Normal |
| Keage Diz ivme           | 18 | 18.598              | 0.787 | 0.196           | 0.196   | -0.101  | 0.832  | 0.493 | Normal |
| Keage Kalça İvme         | 18 | 15.768              | 1.261 | 0.178           | 0.089   | -0.178  | 0.757  | 0.616 | Normal |
| Keykomi Ayak bileği İvme | 18 | 35.139              | 1.83  | 0.224           | 0.156   | -0.224  | 0.952  | 0.325 | Normal |
| Keykomi Diz ivme         | 18 | 23.149              | 1.54  | 0.122           | 0.114   | -0.122  | 0.517  | 0.952 | Normal |
| Keage Kalça İvme         | 18 | 14.306              | 1.58  | 0.130           | 0.130   | -0.115  | 0.550  | 0.923 | Normal |

26. Tabloda da görüldüğü gibi Sporcuların Keage ve Keykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalçanın doğrusal İvme ölçüm sonuçları Kolmogorov-Smirnov testine göre normallik ölçüleri içinde çıkmıştır.

#### 4.6. Ölçüm sonuçlarının Wilcoxon testi ile karşılaştırılması

**Tablo 27. Ayak bileği, Diz ve Kalçanın iki farklı teknikte yerdeğişim sonuçlarının karşılaştırması**

| Değişkenler | z      | P                     |
|-------------|--------|-----------------------|
| Ayak bileği | -3.557 | <sup>*</sup><br>0.026 |
| Diz         | -2.738 | <sup>*</sup><br>0.031 |
| Kalça       | 3.054  | 0.076                 |

**\*P<0.05**

Tablo 27 incelendiğinde, ayak bileği ve dizin yer değişimi ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomiteknigi uygulamaları arasında anlamlı fark olduğu ve kalça yer değişimi ortalaması arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ ).

**Tablo 28. Ayak bileği, Diz ve Kalçanın iki farklı teknikte doğrusal hız ölçüm sonuçlarının karşılaştırması**

| Değişkenler | z      | P                     |
|-------------|--------|-----------------------|
| Ayak bileği | 2.164  | <sup>*</sup><br>0.033 |
| Diz         | -4.299 | <sup>*</sup><br>0.026 |
| Kalça       | -3.072 | 0.061                 |

**\*P<0.05**

Tablo 28 de görüldüğü gibi ayak bileği ve diz doğrusal hız ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomiteknigi uygulamaları arasında anlamlı fark olduğu ve kalça doğrusal hız ortalaması arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ ).

**Tablo 29. Ayak bileği, Diz ve Kalçanın iki farklı teknikte doğrusal ivme ölçüm sonuçlarının karşılaştırması**

| Değişkenler | z      | p           |
|-------------|--------|-------------|
| Ayak bileği | -1.635 | **<br>0.002 |
| Diz         | -3.005 | **<br>0.004 |
| Kalça       | -2.494 | 0.082       |

**\*\*P<0.01**

Tablo 29 incelendiğinde, ayak bileği ve diz doğrusal ivme ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomi tekniği uygulamaları arasında anlamlı fark olduğu ve kalça doğrusal ivme ortalaması arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (  $p < 0.01$ ).

**Tablo 30. Sol ayakların iki farklı teknikteki doğrusal ivme ölçümleri**

| Değişkenler | z      | p          |
|-------------|--------|------------|
| Sol Ayak Fy | -1.635 | *<br>0.011 |
| Sol AyakFz  | -3.005 | *<br>0.042 |

**\*P<0.05**

Tablo 30 incelendiğinde, sporcuların sol ayaklarının Fy ve Fz ekseninde doğrusal ivme ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomi teknikleri arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ ).

**Tablo 31. Dikey GRF larının(Fz) iki farklı teknikteki doğrusal ivme ölçümleri**

| Değişkenler    | z      | p     |
|----------------|--------|-------|
| Dikey GRF - Fz | -2.605 | 0.098 |

**\*P<0.05**

Tablo 31 İncelendiğinde, karetecilerin dikeyGRF(Fz) ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomi vuruşunda anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ )

**Tablo 32. 60° ve 240°/sn hızda zirve tork ulaşma zamanı ölçümleri**

| Değişkenler                              | Z      | P                      |
|------------------------------------------|--------|------------------------|
| Sol bacak ekstensiyon zirve tork hızında | -2.153 | <sup>*</sup><br>0.027  |
| Sağ bacak ekstensiyon zirve tork hızlı   | -1.004 | <sup>**</sup><br>0.004 |
| Sol bacak fleksiyon zirve tork hızında   | -4.910 | <sup>*</sup><br>0.020  |
| Sağ bacak fleksiyon zirve tork hızı      | -3.048 | <sup>*</sup><br>0.049  |

**\*P<0.05    \*\*P<0.01**

Tablo 32incelendiğinde, 60° ve 240°/sn hızda zirve torka ulaşma zamanı (ektension va fleksiyon) ortalamaları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur(  $p < 0.05$  , $p < 0.01$ ).

**Tablo 33. 60° ve 240°/sn hızda zirve tork zaman (ektensiyon) farkları**

| Değişkenler          | z      | p                      |
|----------------------|--------|------------------------|
| Sol bacak ektensiyon | -3.120 | <sup>*</sup><br>0.043  |
| Sag bacakektensiyon  | -1.529 | <sup>**</sup><br>0.007 |

**\*P<0.05    \*\*P<0.01**

Tablo 33 incelendiğinde, deneklerin 60° ve 240°/sn hızda zirve tork a (ektensiyon) ulaşma zamanı ortalamaları arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (  $p < 0.05$  ,  $p < 0.01$ ).

**Tablo 34. 60° ve 240°/sn hızda Zirve tork zaman (fleksiyon) farkları**

| Değişkenler         | z      | P       |
|---------------------|--------|---------|
| Sol bacak fleksiyon | -2.728 | 0.005** |
| Sag bacak fleksiyon | -2.691 | 0.025*  |

\*P<0.05 \*\*P<0.01

Tablo 34 incelendiğinde, sporcuların 60° ve 240°/sn hızda zirve tork a(fleksiyon) ulaşma zamanı ortalamaları arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (p < 0.05 , p< 0.01).

#### 4.7.Sporcuların antropometrik ve kinematik değişkenleri arasındaki ilişkiler

**Tablo 35. Sporcuların fiziksel özellikleri ile üç boyuttaki ( X,Y,Z) hızları arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER                                        |   | Yaş    | Spor Yaşı | Boy    | Kilo   | Yağ % si | Otur-Uzan testi | Back Açma |
|----------------------------------------------------|---|--------|-----------|--------|--------|----------|-----------------|-----------|
| Keage ( fx) ayak Bileği Yer Değiştirme Hızı (m/s)  | r | -0.426 | 0.384     | 0.172  | -0.022 | -0.091   | 0.208           | -0.083    |
|                                                    | p | 0.074  | 0.908     | 0.920  | 0.164  | 0.290    | 0.470           | 0.193     |
| Keykomi (fx) ayak Bileği Yer Değiştirme Hızı (m/s) | r | -0.211 | 0.082     | -0.362 | .062   | 0.272    | -0.451          | -0.169    |
|                                                    | p | 0.382  | 0.726     | 0.178  | 0.177  | 0.364    | 0.082           | 0.322     |
| Keage ( fy) Diz Yer Değiştirme Hızı (m/s)          | r | 0.050  | 0.118     | 0.047  | -.087  | 0.043    | 0.104           | -0.064    |
|                                                    | p | 0.845  | 0.640     | 0.854  | 0.730  | 0.865    | 0.683           | 0.800     |
| Keykomi ( fy) Diz Yer Değiştirme Hızı (m/s)        | r | -.009  | 0.227     | -0.443 | 0.333  | -0.361   | 0.316           | -0.127    |
|                                                    | p | 0.973  | 0.364     | 0.066  | 0.177  | 0.141    | 0.202           | 0.616     |
| Keage (fz) Kalça Yer Değiştirme Hızı (m/s)         | r | 0.036  | -0.104    | -0.028 | -.049  | 0.085    | -0.084          | 0.237     |
|                                                    | p | 0.886  | 0.682     | 0.914  | .847   | 0.736    | 0.741           | 0.344     |
| Keykomi (fz) Kalça Yer Değiştirme Hızı (m/s)       | r | 0.150  | 0.091     | -0.200 | 0.226  | -0.192   | -0.239          | 0.263     |
|                                                    | p | 0.553  | 0.719     | 0.427  | 0.367  | 0.444    | 0.340           | 0.292     |

\* P < 0.05

Tablo 35 incelendiğinde, sporcuların Fiziksel özellikleri ile üç boyuttaki ( X,Y,Z) hızları arasındaki korelasyon görülmemiştir ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 36. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° derecedeki ( 60°/sn ) Bacak tork kuvveti arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(90 °/sn)        |   | Yaş    | Spor Yaşı      | Boy   | Kilo          | Yağ % si | Otur-Uzan testi | Bacak Açma |
|---------------------------------|---|--------|----------------|-------|---------------|----------|-----------------|------------|
| Fleksiyon Sol zirve tork (Nm)   | r | -0.142 | 0.536          | 0.077 | 0.687         | 0.304    | 0.423           | -0.542     |
|                                 | p | 0.574  | <b>0.022*</b>  | 0.762 | <b>0.045*</b> | 0.219    | <b>0.032*</b>   | 0.089      |
| Ekstensiyon Sağ zirve tork (Nm) | r | 0.030  | 0.433          | 0.162 | 0.404         | 0.388    | -0.31           | -0.551     |
|                                 | p | 0.906  | 0.073          | 0.522 | 0.097         | 0.111    | 0.206           | 0.088      |
| Ekstensiyon Sol zirve tork (Nm) | r | -0.146 | -0.442         | 0.238 | 0.689         | 0.012    | 0.284           | 0.391      |
|                                 | p | 0.563  | 0.066          | 0.341 | <b>0.017*</b> | 0.963    | 0.253           | 0.109      |
| Fleksiyon Sağ zirve tork (Nm)   | r | 0.105  | 0.380          | 0.147 | 0.680         | 0.019    | 0.743           | -0.493     |
|                                 | p | 0.677  | <b>0.003**</b> | 0.561 | <b>0.015*</b> | 0.942    | <b>0.044*</b>   | 0.584      |
| Keage GRF Fz                    | r | -0.485 | -0.093         | 0.459 | 0.074         | 0.198    | -0.01           | -0.312     |
|                                 | p | 0.832  | 0.713          | 0.055 | 0.772         | 0.430    | 0.954           | 0.207      |
| Keykomi GRF Fz                  | r | -0.097 | 0.099          | 0.479 | 0.103         | 0.127    | 0.072           | -0.358     |
|                                 | p | 0.703  | 0.695          | 0.789 | 0.992         | 0.615    | 0.777           | 0.145      |

**\* $P < 0.05$     \*\* $P < 0.01$**

Tablo 36 da Sporcuların bazı fiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 60°/sn hızla zirve tork kuvveti arasındaki korelasyon incelendiğinde sol bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı ( $r = 0.536$ ), vücut ağırlığı ( $r = 0.687$ ) ve bel esnekliği ( $r = 0.423$ ) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Aynı şekilde sağ bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı ( $r = 0.380$ ), vücut ağırlığı ( $r = 0.680$ ) ve bel esnekliği ( $r = 0.743$ ) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Sol bacak ekstensiyon zirve tork ile vücut ağırlığı arasında da pozitif ilişki ( $r = 0.689$ ) görülmüştür ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ).

**Tablo 37. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° derecedeki ( 240 °/sn ) bacak tork kuvveti (Nm) arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(240 der/sn)     |   | Yaş   | Spor Yaşı | Boy   | Kilo          | Yağ % si      | Otur-Uzan testi | Bacak Açma |
|---------------------------------|---|-------|-----------|-------|---------------|---------------|-----------------|------------|
| Ekstensiyon Solzirve tork (Nm)  | r | -0.44 | 0.264     | -0.07 | 0.160         | -0.491        | -0.12           | -0.348     |
|                                 | p | 0.065 | 0.290     | 0.761 | 0.526         | <b>0.039*</b> | 0.633           | 0.158      |
| Ekstensiyon Sağ zirve tork (Nm) | r | -0.42 | 0.453     | -0.38 | 0.355         | -0.547        | 0.117           | -0.527     |
|                                 | p | 0.078 | 0.059     | 0.115 | 0.148         | <b>0.019*</b> | 0.644           | 0.085      |
| Fleksiyon Sol zirve tork (Nm)   | r | 0.01  | 0.798     | 0.101 | 0.548         | -0.189        | -0.66           | -0.588     |
|                                 | p | 0.969 | 0.062     | 0.689 | <b>0.018*</b> | 0.453         | 0.093           | 0.092      |
| Fleksiyon Sağ zirve tork (Nm)   | r | 0.178 | 0.455     | 0.174 | 0.441         | -0.218        | -0.26           | -0.280     |
|                                 | p | 0.480 | 0.058     | 0.490 | 0.067         | 0.385         | 0.292           | 0.261      |

**\*P < 0.05**

Tablo 37 de Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90 dercede ve 240°/sn hızla zirve tork kuvveti arasındaki korelasyon incelendiğinde sol bacak ekstensiyon zirve tork ile yağ yüzdesi arasında negatif (r = -0.491), sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile yağ yüzdesi arasında negatif (r = -0.547) ve sol bacak fleksiyon zirve tork ile kilo arasında pozitif (r = 0.548) korelasyon bulunmuştur (p < 0.05).

**Tablo 38. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° dercede zirve torka ulaşma zamanı (60°/sn ) arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(90 der/sn)               |   | Yaş   | Spor Yaşı     | Boy   | Kilo          | Yağ % si | Otur-Uzan testi | Bacak Açma    |
|------------------------------------------|---|-------|---------------|-------|---------------|----------|-----------------|---------------|
| Ekstensiyon Solzirve tork zamanı (m/sn)  | r | 0.123 | 0.337         | 0.172 | -0.468        | 0.119    | -0.259          | 0.110         |
|                                          | p | 0.626 | 0.171         | 0.496 | <b>0.050*</b> | 0.639    | 0.300           | 0.664         |
| Ekstensiyon Sağ zirve tork zamanı (m/sn) | r | 0.189 | -0.206        | 0.289 | 0.068         | 0.253    | -0.250          | 0.220         |
|                                          | p | 0.454 | 0.411         | 0.244 | 0.788         | 0.311    | 0.318           | 0.381         |
| Fleksiyon Sol zirve tork zamanı (m/sn)   | r | 0.115 | -0.499        | -0.24 | 0.369         | -0.39    | -0.007          | -0.235        |
|                                          | p | 0.650 | <b>0.035*</b> | 0.322 | 0.132         | 0.102    | 0.978           | 0.348         |
| Fleksiyon Sağ zirve tork zamanı (m/sn)   | r | 0.041 | -0.307        | -0.20 | -0.294        | 0.087    | 0.363           | *0.559        |
|                                          | p | 0.870 | 0.216         | 0.414 | 0.236         | 0.733    | 0.139           | <b>0.016*</b> |

**\*P < 0.05**

Tablo 38 de sporcuların fiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 60°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde sol bacak ekstensiyon zirve tork zamanı ile vücut ağırlığı arasında pozitif ( $r = 0.468$ ), sol bacak fleksiyon zirve tork zamanı ile spor yaşı arasında pozitif ( $r = 0.499$ ) ve sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanı ile bacak açma arasında pozitif ( $r = 0.599$ ) korelasyon bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 39. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90 dercedeki zirve tork'a ulaşma zamanı 240°/sn arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(240 der/sn)              |   | Yaş   | Spor Yaşı     | Boy   | Kilo  | Yağ % si | Otur-Uzan testi | Bacak Açma |
|------------------------------------------|---|-------|---------------|-------|-------|----------|-----------------|------------|
| Ekstensiyon Sol zirve tork zamanı (m/sn) | r | 0.265 | -0.561        | 0.418 | 0.221 | 0.563    | -0.326          | 0.105      |
|                                          | p | 0.288 | <b>0.015*</b> | 0.084 | 0.378 | 0.075    | 0.187           | 0.679      |
| Ekstensiyon Sağ zirve tork zamanı (m/sn) | r | 0.326 | 0.437         | -0.07 | 0.045 | 0.557    | -0.455          | -0.011     |
|                                          | p | 0.187 | 0.070         | 0.775 | 0.859 | 0.82     | 0.058           | 0.966      |
| Fleksiyon Sol zirve tork zamanı (m/sn)   | r | 0.079 | -0.224        | 0.035 | -0.33 | 0.404    | -0.045          | 0.439      |
|                                          | p | 0.755 | 0.372         | 0.889 | 0.178 | 0.097    | 0.860           | 0.069      |
| Fleksiyon Sağ zirve tork zamanı (m/sn)   | r | -0.32 | -0.564        | 0.076 | -0.04 | 0.455    | -0.507          | 0.183      |
|                                          | p | 0.193 | <b>0.015*</b> | 0.766 | 0.851 | 0.058    | <b>0.032*</b>   | 0.467      |

**\*P < 0.05**

Tablo 39 da Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90 derece ve 240°/sn hızla zirve tork'a ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde sol bacak ekstensiyon zirve tork zamanı ile spor yaşı arasında pozitif ( $r = 0.561$ ), sağ fleksiyon zirve tork zamanı ile spor yaşı arasında negatif ( $r = -0.564$ ) ve otur uzanma testi arasında pozitif ( $r = 0.507$ ) korelasyon bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

**Tablo 40. Sporcuların fiziksel özellikleri ile doğrusal yer değiştirmeleri**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün, Doğrusal)      |   | Yaş           | Spor Yaşı | Boy   | Kilo   | Yağ % si | Otur-Uzan testi | Bacak Açma |
|----------------------------------------|---|---------------|-----------|-------|--------|----------|-----------------|------------|
| KeageAyakBileği Yer Değiştirme (cm)    | r | 0.026         | -0.060    | 0.202 | 0.197  | 0.221    | 0.342           | -0.030     |
|                                        | p | 0.918         | 0.813     | 0.422 | 0.434  | 0.378    | 0.165           | 0.905      |
| KeykomiAyak Bileği Yer Değiştirme (cm) | r | 0.576         | -0.112    | 0.038 | 0.273  | -0.159   | -0.012          | 0.037      |
|                                        | p | <b>0.012*</b> | 0.659     | 0.881 | 0.274  | 0.527    | 0.961           | 0.883      |
| KeageDiz Yer Değiştirme (cm)           | r | 0.086         | 0.019     | -0.07 | 0.289  | -0.181   | 0.332           | 0.166      |
|                                        | p | 0.733         | 0.941     | 0.761 | 0.244  | 0.472    | 0.178           | 0.511      |
| KeykomiDiz Yer Değiştirme (cm)         | r | -0.043        | -0.029    | 0.230 | -0.363 | -0.314   | 0.178           | -0.019     |
|                                        | p | 0.866         | 0.911     | 0.358 | 0.138  | 0.205    | 0.481           | 0.941      |
| KeagKalça Yer Değiştirme (cm)          | r | -0.204        | -0.043    | 0.061 | -0.304 | -0.146   | -0.179          | 0.253      |
|                                        | p | 0.416         | 0.865     | 0.810 | 0.219  | 0.564    | 0.478           | 0.311      |
| KeykomiKalça Yer Değiştirme (cm)       | r | 0.007         | 0.460     | 0.257 | 0.177  | 0.087    | -0.675          | -0.268     |
|                                        | p | 0.977         | 0.054     | 0.303 | 0.483  | 0.731    | <b>0.002**</b>  | 0.281      |

**\*P<0.05    \*\*P<0.01**

Tablo 40 da sporcuların fiziksel özellikleri ile doğrusal yer değiştirmeleri arasındaki korelasyon incelendiğinde keykomi ayak bileği yer değiştirme ile yaş arasında pozitif ( $r = 0.576$ ) ve keykomi kalça yer değiştirme ile otur- uzan testi arasında negatif korelasyon ( $r = -0.675$ ) bulunmuştur ( $p < 0.05$ )

**Tablo 41. Sporcuların fiziksel özellikleri ile keage ve keykomi tekniği hızları arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün, Doğrusal)              |   | Yaş    | Spor Yaşı | Boy    | Kilo   | Yağ % si | Otur-Uzan testi | Bacak Açma |
|------------------------------------------------|---|--------|-----------|--------|--------|----------|-----------------|------------|
| Keage Ayak Bileği Yer Değiştirme Hızı (m/sn)   | r | -0.492 | 0.230     | 0.013  | -0.400 | -0.087   | -0.406          | -0.228     |
|                                                | p | 0.038* | 0.359     | 0.960  | 0.100  | 0.731    | 0.095           | 0.363      |
| Keykomi Ayak Bileği Yer Değiştirme Hızı (m/sn) | r | 0.032  | -0.095    | 0.034  | 0.071  | -0.058   | -0.142          | -0.279     |
|                                                | p | 0.901  | 0.707     | 0.894  | 0.779  | 0.819    | 0.573           | 0.261      |
| Keage Diz Yer Değiştirme Hızı (m/sn)           | r | 0.007  | -0.102    | -0.068 | -0.288 | -0.079   | 0.004           | 0.057      |
|                                                | p | 0.977  | 0.688     | 0.789  | 0.247  | 0.755    | 0.986           | 0.823      |
| Keykomi Diz Yer Değiştirme Hızı (m/sn)         | r | 0.074  | -0.035    | 0.007  | 0.220  | 0.176    | 0.172           | -0.044     |
|                                                | p | 0.772  | 0.892     | 0.978  | 0.381  | 0.484    | 0.495           | 0.863      |
| Keage Kalça Yer Değiştirme Hızı (m/sn)         | r | 0.090  | -0.404    | 0.272  | -0.098 | 0.189    | 0.289           | 0.354      |
|                                                | p | 0.721  | 0.096     | 0.276  | 0.700  | 0.451    | 0.245           | 0.149      |
| Keykomi Kalça Yer Değiştirme Hızı (m/sn)       | r | -0.237 | -0.101    | 0.221  | -0.333 | -0.024   | -0.002          | -0.146     |
|                                                | p | 0.343  | 0.689     | 0.379  | 0.176  | 0.926    | 0.993           | 0.564      |

\*P < 0.05

Tablo 41 desporcuların fiziksel özellikleri ile Keage ve Keykomi tekniği hızları arasındaki korelasyon incelendiğinde sadece Keage ayak bileği yer değiştirme hızı ile yaş arasında negatif korelasyon ( $r = -0.492$ ) bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 42. Sporcuların fiziksel özellikleri ile keage ve keykomiteknigi yer değiştirme ivmelenmeleri arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün, Doğrusal)                              |   | Yaş    | Spor Yaşı     | Boy   | Kilo          | Yağ % si | Otur-Uzantesti | Bacak Açma    |
|----------------------------------------------------------------|---|--------|---------------|-------|---------------|----------|----------------|---------------|
| Keage Ayak Bileği Yer Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )   | r | 0.269  | -0.532        | 0.180 | -0.214        | 0.098    | 0.161          | 0.525         |
|                                                                | p | 0.280  | <b>0.023*</b> | 0.474 | 0.394         | 0.697    | 0.522          | <b>0.025*</b> |
| Keykomi Ayak Bileği Yer Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> ) | r | -0.283 | -0.189        | -0.06 | -0.473        | -0.286   | 0.090          | 0.222         |
|                                                                | p | 0.255  | 0.452         | 0.798 | <b>0.048*</b> | 0.250    | 0.721          | 0.377         |
| Keage Diz Yer Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )           | r | 0.010  | 0.412         | 0.309 | 0.016         | 0.061    | -0.343         | -0.335        |
|                                                                | p | 0.968  | 0.089         | 0.213 | 0.951         | 0.810    | 0.163          | 0.174         |
| Keykomi Diz Yer Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )         | r | 0.001  | 0.358         | 0.169 | -0.183        | -0.046   | -0.178         | -0.312        |
|                                                                | p | 0.997  | 0.145         | 0.503 | 0.467         | 0.856    | 0.480          | 0.208         |
| Keage Kalça Yer Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )         | r | -0.034 | -0.005        | 0.017 | 0.023         | -0.390   | 0.128          | -0.071        |
|                                                                | p | 0.894  | 0.985         | 0.946 | 0.927         | 0.110    | 0.613          | 0.778         |
| Keykomi Kalça Yer Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )       | r | 0.258  | 0.583         | -0.05 | 0.038         | 0.192    | -0.123         | -0.070        |
|                                                                | p | 0.301  | <b>0.011*</b> | 0.835 | 0.882         | 0.444    | 0.628          | 0.783         |

**\*P < 0.05**

Tablo 42 de sporcuların fiziksel özellikleri ile Keage ve Keykomi yer değiştirme tekniği ivmelenmeleri arasındaki korelasyon incelendiğinde Keage ayak bileği yer değiştirme ivmesi ile spor yaşı arasında negatif ( $r = -0.532$ ) ve bacak açma arasında pozitif ( $r = 0.525$ ), Keykomi ayak bileği yer değiştirme ivmesi ile kilo arasında negatif ( $r = -0.473$ ) ve Keykomi kalça yer değiştirme ivmesi ile spor yaşı arasında pozitif ( $r = 0.583$ ) korelasyon bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

**Tablo 43. Sporcuların fiziksel özellikleri ile 90 derecede ki 60°/sn bacak tork Kuvveti arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(90 °/sn)           |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | UylukUz<br>unl. | Göğüs<br>Çevr. | Bel<br>Çevr. | Kalça<br>Çevr. | Uyluk<br>Çevr. | Diz<br>Çevr  |
|------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| Ekstensiyon<br>SolZirve tork (NM)  | r | 0.342           | -0.377          | -0.405          | 0.135          | -0.231       | 0.123          | 0.082          | -0.488       |
|                                    | p | 0.164           | 0.123           | 0.096           | 0.594          | 0.357        | 0.628          | 0.746          | <b>0.079</b> |
| Ekstensiyon Sağ<br>Zirve tork (NM) | r | 0.371           | -0.112          | 0.112           | -0.239         | -0.176       | 0.255          | -0.193         | -0.385       |
|                                    | p | 0.130           | 0.657           | 0.658           | 0.340          | 0.484        | 0.307          | 0.444          | 0.115        |
| Fleksiyon Sol<br>Zirve tork (NM)   | r | -0.144          | -0.037          | -0.158          | 0.124          | 0.246        | -0.340         | 0.013          | 0.307        |
|                                    | p | 0.567           | 0.884           | 0.532           | 0.625          | 0.326        | 0.167          | 0.960          | 0.215        |
| Fleksiyon Sağ<br>Zirve tork (NM)   | r | 0.486           | -0.180          | -0.083          | -0.335         | -0.009       | 0.277          | -0.133         | -0.260       |
|                                    | p | <b>0.041</b>    | 0.475           | 0.742           | 0.174          | 0.973        | 0.265          | 0.598          | 0.298        |
| Keage_GRF_Fz                       | r | 0.104           | -0.438          | 0.109           | -0.358         | 0.416        | -0.226         | 0.343          | 0.186        |
|                                    | p | 0.681           | 0.069           | 0.668           | 0.145          | 0.086        | 0.368          | 0.163          | 0.460        |
| Keykomi GRF Fz                     | r | 0.273           | 0.240           | -0.370          | 0.208          | 0.022        | -0.336         | 0.126          | 0.232        |
|                                    | p | 0.273           | 0.337           | 0.130           | 0.407          | 0.932        | 0.173          | 0.619          | 0.354        |

**\*P < 0.05**

Tablo 43 desporcuların antropometrik özellikleri ile 90 derecede ve 60°/sn hızla zirve tork kuvveti arasındaki korelasyon incelendiğinde hiç bir ilişkiye raslanmamıştır (p < 0.05).

**Tablo 44. Sporcuların antropometrik özellikleri ile 90° derecede 240°/sn hızla bacak tork kuvveti arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(240 °/sn)          |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | UylukU<br>zunl. | Göğüs<br>Çevr. | Bel<br>Çevr. | Kalça<br>Çevr. | Uyluk<br>Çevr. | Diz<br>Çevr |
|------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| Sol Ekstensiyon<br>Zirve tork (Nm) | r | 0.031           | -0.127          | -0.238          | 0.150          | -0.254       | -0.024         | 0.137          | -0.234      |
|                                    | p | 0.903           | 0.616           | 0.341           | 0.553          | 0.309        | 0.925          | 0.587          | 0.350       |
| Sağ Ekstensiyon<br>Zirve tork (Nm) | r | 0.074           | 0.047           | 0.084           | -0.067         | -0.297       | 0.088          | 0.030          | -0.161      |
|                                    | p | 0.772           | 0.853           | 0.740           | 0.791          | 0.231        | 0.729          | 0.906          | 0.523       |
| Sol Fleksiyon<br>Zirve tork (Nm)   | r | -0.581          | -0.495          | -0.219          | 0.060          | -0.332       | 0.049          | 0.200          | -0.408      |
|                                    | p | 0.060           | <b>0.037*</b>   | 0.382           | 0.814          | 0.178        | 0.847          | 0.427          | 0.092       |
| Sağ Fleksiyon<br>Zirve tork (Nm)   | r | 0.324           | -0.104          | -0.270          | -0.141         | -0.057       | 0.150          | -0.100         | -0.152      |
|                                    | p | 0.190           | 0.681           | 0.278           | 0.576          | 0.822        | 0.551          | 0.692          | 0.546       |

**\*P < 0.05**

Tablo 44 desporcuların antropometrik özellikleri ile 90 derecede ve 240°/sn hızla zirve tork kuvvet arasındaki korelasyon incelendiğinde sol bacak fleksiyon zirve tork ile bacak uzunluğu (r = - 0.495) arasında negatif korelasyon (r = - 0.495) bulunmuştur (p < 0.05).

**Tablo 45. Sporcuların antropometrik özellikleri ile 90° dercedeki 60°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(90 °/sn)                       |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | UylukUz<br>unl. | Göğüs<br>Çevr. | Bel<br>Çevr.  | Kalça<br>Çevr. | Uyluk<br>Çevr. | Diz<br>Çevr |
|------------------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-------------|
| Ekstensiyon<br>Sol Zirve Tork<br>Zamanı (m/sn) | r | 0.271           | -0.029          | -0.375          | -0.132         | -0.044        | 0.364          | -0.237         | 0.176       |
|                                                | p | 0.276           | 0.909           | 0.125           | 0.603          | 0.863         | 0.138          | 0.344          | 0.484       |
| Ekstensiyon<br>Sağ Zirve Tork<br>Zamanı (m/sn) | r | 0.299           | -0.054          | 0.203           | -0.571         | 0.418         | -0.072         | -0.177         | 0.189       |
|                                                | p | 0.228           | 0.832           | 0.419           | 0.073          | 0.084         | 0.777          | 0.482          | 0.452       |
| Fleksiyon Sol Zirve<br>Tork Zamanı (m/sn)      | r | 0.088           | -0.211          | -0.416          | 0.598          | 0.590         | 0.170          | 0.039          | -0.39       |
|                                                | p | 0.729           | 0.401           | 0.086           | 0.085          | <b>0.010*</b> | 0.501          | 0.877          | 0.101       |
| Fleksiyon Sağ Zirve<br>Tork Zamanı (m/sn)      | r | -0.521          | 0.093           | -0.319          | 0.428          | -0.084        | 0.056          | -0.232         | 0.088       |
|                                                | p | 0.094           | 0.714           | 0.197           | 0.077          | 0.739         | 0.825          | 0.355          | 0.728       |

**\*P < 0.05**

Tablo 45de sporcuların antropometrik özellikleri ile 90 derece ve 60°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde sol bacak fleksiyon zirve tork zamanı ile bel çevresi arasında pozitif ( $r = 0.590$ ) korelasyon bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

**Tablo 46. .Sporcuların antropometrik özellikleri ile 90° dercede zirve tork'a ulaşma zamanı (240°/sn hızla ) arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER                              |   | Gövde Uzunl. | Bacak Uzunl. | Uyluk Uzunl. | Göğüs Çevr. | Bel Çevr. | Kalça Çevr. | Uyluk Çevr. | Diz Çevr. |
|------------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|
| Ekstensiyon Sol Zirve Tork Zamanı (m/sn) | r | -0.137       | -0.011       | -0.335       | 0.173       | -0.23     | 0.436       | -0.09       | -0.15     |
|                                          | p | 0.588        | 0.967        | 0.174        | 0.493       | 0.341     | 0.071       | 0.702       | 0.550     |
| Ekstensiyon Sağ Zirve Tork Zamanı (m/sn) | r | -0.108       | -0.216       | -0.271       | 0.202       | 0.151     | 0.253       | 0.056       | -0.21     |
|                                          | p | 0.670        | 0.390        | 0.277        | 0.422       | 0.550     | 0.310       | 0.826       | 0.382     |
| Fleksiyon Sol Zirve Tork Zamanı (m/sn)   | r | -0.482       | 0.031        | 0.333        | 0.131       | -0.11     | 0.203       | 0.223       | 0.285     |
|                                          | p | 0.063        | 0.904        | 0.177        | 0.605       | 0.662     | 0.419       | 0.375       | 0.251     |
| Fleksiyon Sağ Zirve Tork Zamanı (m/sn)   | r | 0.013        | 0.288        | -0.065       | 0.193       | 0.274     | -0.07       | 0.180       | 0.129     |
|                                          | p | 0.958        | 0.247        | 0.799        | 0.443       | 0.271     | 0.757       | 0.474       | 0.609     |

**\* $P < 0.05$**

Tablo 46 da sporcuların antropometrik özellikleri ile 90 derecede ve 240°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasında korelasyon görülmemiştir ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 47. Sporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomi tekniğinin üç boyuttaki ( X,Y,Z) hızları arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün- Doğrusal)                      |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | Uyluk<br>Uzunl. | Göğüs<br>Çevr. | Bel<br>Çevr. | Kalça<br>Çevr. | Uyluk<br>Çevr. | Diz<br>Çevr |
|--------------------------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| Keage ( fx) Ayak Bileği<br>Yer Değiştirme Hızı (m/sn)  | r | -0.287          | 0.194           | 0.942           | 0.311          | 0.937        | 0.051          | -0.081         | -0.732      |
|                                                        | p | 0.531           | 0.829           | 0.421           | 0.101          | 0.071        | 0.643          | 0.680          | 0.896       |
| Keykomi (fx) Ayak Bileği<br>Yer Değiştirme Hızı (m/sn) | r | 0.063           | 0.421           | 0.632           | 0.163          | 0.264        | -0.074         | -0.374         | 0.263       |
|                                                        | p | 0.843           | 0.361           | 0.621           | 0.784          | 0.423        | 0.863          | 0.163          | 0.1530      |
| Keage ( fy) Diz<br>Yer Değiştirme Hızı (m/sn)          | r | -0.246          | -0.341          | 0.108           | 0.570*         | -0.387       | -0.138         | 0.403          | -0.116      |
|                                                        | p | 0.325           | 0.166           | 0.668           | 0.013          | 0.112        | 0.584          | 0.097          | 0.647       |
| Keykomi ( fy) Diz<br>Yer Değiştirme Hızı (m/sn)        | r | -0.058          | 0.131           | -0.176          | 0.360          | -0.365       | 0.307          | 0.124          | -0.387      |
|                                                        | p | 0.819           | 0.604           | 0.486           | 0.143          | 0.137        | 0.215          | 0.623          | 0.113       |
| Keage (fz) Kalça<br>Yer Değiştirme Hızı (m/sn)         | r | -0.016          | 0.449           | 0.030           | 0.273          | -0.319       | -0.175         | 0.180          | 0.154       |
|                                                        | p | 0.950           | 0.062           | 0.906           | 0.274          | 0.197        | 0.487          | 0.476          | 0.541       |
| Keykomi (fz) Kalça<br>Yer Değiştirme Hızı (m/sn)       | r | 0.170           | 0.235           | -0.019          | 0.167          | -0.453       | 0.181          | -0.241         | -0.089      |
|                                                        | p | 0.500           | 0.348           | 0.941           | 0.508          | 0.059        | 0.472          | 0.335          | 0.726       |

**\*P < 0.05**

Tablo 47 incelendiğinde, sporcuların fiziksel özellikleri ile üç boyuttaki ( X,Y,Z) hızları arasındaki korelasyon görülmemiştir (p < 0.05).

**Tablo 48. . Sporcuların Antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykumi tekniği doğrusal yer değiştirmeleri arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün- Doğrusal)        |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | Uyluk<br>Uzunl. | Göğüs<br>Çevr. | Bel<br>Çevr. | Kalça<br>Çevr. | Uyluk<br>Çevr. | Diz<br>Çevr |
|------------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| Keage Ayak Bileği Yer<br>Değiştirme (cm) | r | 0.048           | -0.181          | -0.385          | 0.209          | 0.065        | 0.298          | 0.034          | -0.202      |
|                                          | p | 0.850           | 0.473           | 0.115           | 0.405          | 0.797        | 0.229          | 0.894          | 0.421       |
| KeykomiAyakBileği Yer<br>Değiştirme (cm) | r | 0.442           | 0.243           | -0.058          | -0.107         | 0.238        | 0.130          | -0.242         | -0.291      |
|                                          | p | 0.067           | 0.332           | 0.818           | 0.672          | 0.341        | 0.607          | 0.333          | 0.241       |
| KeageDiz Yer Değiştirme<br>(cm)          | r | -0.204          | 0.055           | -0.226          | 0.322          | -0.385       | 0.138          | -0.108         | -0.256      |
|                                          | p | 0.417           | 0.829           | 0.367           | 0.192          | 0.115        | 0.585          | 0.670          | 0.306       |
| KeykomiDiz Yer<br>Değiştirme (cm)        | r | 0.051           | 0.085           | 0.414           | 0.027          | 0.043        | -0.260         | 0.061          | 0.376       |
|                                          | p | 0.839           | 0.737           | 0.088           | 0.915          | 0.864        | 0.297          | 0.809          | 0.124       |
| KeageKalça Yer<br>Değiştirme (cm)        | r | 0.086           | 0.138           | -0.333          | 0.193          | -0.311       | 0.323          | 0.209          | -0.113      |
|                                          | p | 0.735           | 0.585           | 0.176           | 0.443          | 0.208        | 0.191          | 0.406          | 0.655       |
| KeykomiKalça Yer<br>Değiştirme (cm)      | R | 0.468           | -0.247          | -0.200          | 0.020          | -0.182       | 0.018          | 0.446          | -0.191      |
|                                          | p | 0.040*          | 0.323           | 0.427           | 0.937          | 0.471        | 0.942          | 0.063          | 0.447       |

**\*P < 0.05**

Tablo 48 desporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomiteknîği düzgün, doğrusal yer değiştirmeleri arasındaki korelasyon incelendiğinde sadece Keykomikalça yer değiştirmesi ile uyluk çevresi arasında pozitif korelasyon ( $r = 0.468$ ) bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 49. Sporcuların Antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykumi tekniği hızları arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün- Doğrusal)                    |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | UylukUz<br>unl. | Göğüs<br>Çevr. | Bel<br>Çevr. | Kalça<br>Çevr. | Uyluk<br>Çevr. | Diz<br>Çevr |
|------------------------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| Keage Ayak Bileği<br>Yer Değiştirme Hızı<br>(m/sn)   | r | 0.196           | -0.206          | -0.028          | -0.089         | 0.049        | 0.005          | 0.482          | 0.136       |
|                                                      | p | 0.437           | 0.412           | 0.912           | 0.725          | 0.847        | 0.983          | 0.043*         | 0.590       |
| Keykomi Ayak Bileği<br>Yer Değiştirme Hızı<br>(m/sn) | r | 0.064           | 0.420           | 0.251           | -0.128         | -0.067       | -0.032         | -0.165         | 0.068       |
|                                                      | p | 0.800           | 0.083           | 0.314           | 0.613          | 0.790        | 0.901          | 0.514          | 0.999       |
| Keage DizYer<br>Değiştirme Hızı (m/sn)               | r | -0.116          | 0.395           | 0.295           | 0.146          | -0.186       | -0.072         | 0.296          | 0.285       |
|                                                      | p | 0.645           | 0.105           | 0.234           | 0.562          | 0.461        | 0.776          | 0.233          | 0.251       |
| Keykomi Diz Yer<br>Değiştirme Hızı (m/sn)            | r | 0.089           | -0.166          | 0.028           | 0.036          | 0.152        | 0.151          | 0.173          | -0.182      |
|                                                      | p | 0.848           | 0.509           | 0.912           | 0.887          | 0.546        | 0.551          | 0.492          | 0.470       |
| Keage Kalça Yer<br>Değiştirme Hızı (m/sn)            | r | 0.024           | 0.377           | -0.303          | 0.082          | 0.158        | -0.076         | -0.406         | 0.292       |
|                                                      | p | 0.925           | 0.123           | 0.221           | 0.745          | 0.531        | 0.765          | 0.095          | 0.240       |
| Keykomi KalçaYer<br>Değiştirme Hızı (m/sn)           | r | 0.260           | -0.159          | -0.121          | -0.051         | 0.201        | 0.002          | 0.273          | 0.049       |
|                                                      | p | 0.297           | 0.530           | 0.633           | 0.840          | 0.423        | 0.995          | 0.272          | 0.848       |

\* $P < 0.05$

Tablo 49 da sporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ve Keykomiteknîği yer değiştirme hızları arasında Keage tekniği ayak bileği yer değiştirme hızıyla uyluk çevresi arasında pozitif korelasyon ( $r = 0.482$ ) bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 50. Sporcuların antropometrik özellikleri ile keage ve keykomi tekniği yer değiştirme ivmesi arasındaki korelasyon**

| DEĞİŞKENLER<br>(Düzgün- Doğrusal)                                 |   | Gövde<br>Uzunl. | Bacak<br>Uzunl. | Uyluk<br>Uzunl. | Göğüs<br>Çev. | Bel<br>Çev. | Kalça<br>Çev. | Uyluk<br>Çev. | Diz<br>Çev. |
|-------------------------------------------------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| Keage Ayak Bileği Yer<br>Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )   | r | 0.177           | 0.201           | -0.084          | 0.283         | 0.595       | -0.090        | -0.383        | 0.317       |
|                                                                   | p | 0.481           | 0.424           | 0.741           | 0.255         | 0.019*      | 0.722         | 0.117         | 0.200       |
| Keykomi Ayak Bileği Yer<br>Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> ) | r | -0.14           | -0.121          | 0.111           | -0.12         | 0.238       | -0.386        | 0.313         | 0.389       |
|                                                                   | p | 0.565           | 0.633           | 0.660           | 0.637         | 0.341       | 0.113         | 0.206         | 0.110       |
| Keage Diz Yer Değiştirme<br>İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )           | r | 0.252           | -0.610          | 0.078           | -0.222        | 0.054       | -0.234        | 0.439         | -0.032      |
|                                                                   | p | 0.313           | 0.007**         | 0.760           | 0.377         | 0.832       | 0.349         | 0.069         | 0.898       |
| Keykomi Diz Yer<br>Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )         | r | 0.005           | -0.648          | 0.189           | 0.140         | 0.020       | -0.527        | 0.601         | 0.059       |
|                                                                   | p | 0.985           | 0.004**         | 0.453           | 0.580         | 0.937       | 0.024*        | 0.028*        | 0.817       |
| Keage Kalça Yer<br>Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )         | r | 0.178           | -0.231          | -0.094          | 0.003         | -0.08       | 0.054         | -0.079        | -0.254      |
|                                                                   | p | 0.480           | 0.356           | 0.710           | 0.990         | 0.752       | 0.831         | 0.756         | 0.310       |
| Keykomi Kalça Yer<br>Değiştirme İvmesi (m/sn <sup>2</sup> )       | r | -0.32           | -0.555          | -0.213          | 0.488         | -0.14       | -0.306        | 0.304         | -0.001      |
|                                                                   | p | 0.185           | 0.017*          | 0.397           | 0.040*        | 0.554       | 0.216         | 0.220         | 0.996       |

\* $P < 0.05$  \*\* $P < 0.01$

Tablo 50 de sporcuların antropometrik özellikleri ile Keage ayak bileği ve bel çevresi ( $r = 0.595$ ), diz ve bacak uzunluğu ( $r = -0.610$ ), Keykomi diz ile bacak uzunluğu ( $r = -0.648$ ), kalça çevresi ( $r = -0.527$ ) ve uyluk çevresi ( $r = 0.601$ ), kalça ile bacak uzunluğu ( $r = -0.555$ ) ve göğüs çevresi ( $r = 0.488$ ) arasında korelasyon bulunmuştur ( $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Bu araştırma ile elit karatecilerin iki farklı yan tekmetekniğinde kullanılan ayak bileği, diz ve kalçanın yer değişimi, doğrusal hız, doğrusal ivme, vuruş ayağının bir bütün olarak doğrusal ivmesi ve dikey yer çekim kuvvetinin (GRF) üç boyutlu kinematik analiz ölçümleri yapılmıştır.

Karatede Maksimum kuvvet ile maksimum hızla vurmak çok önemlidir. Ayrıca, her tekniğin kinematik faktörlerini belirlemek o tekniğin geliştirilmesi içinesastır ve karatecilerin tekniklerini daha etkili ve isabetli (maksimum kuvvet ve maksimum hızla yapılan bir teknik) hale getirmiş olur. Bu çalışmada karate'de Yoko geri keage ve Yoko geri keykominin (iki farklı yan tekme) üç boyutlu kinematik analizini yapılmış, biyomekanik değerlerin birbirleriyle ve başka değişkenlerle etkileşimi ve etkileşme seviyeleri tespit edilmiştir. Biyomekanik değerler, özellikle vücut bölümlerinin yer değiştirme, hız, ivme, yer tepki kuvveti ve bir bütün olarak ayak hız ve ivmelerinin analizi yapılmıştır.

Sporcuların yaş ortalaması  $22.72 \pm 1.77$  (yıl), spor yaşı ortalaması  $14.77 \pm 2.01$  (yıl), boy ortalaması  $174.64 \pm 3.51$  (cm), vücut ağırlığı ortalaması  $75.83 \pm 6.62$  (kg), vücut yağ yüzde ortalaması  $11.45 \pm 1.21$  (%), otur uzan testi ortalaması  $19.01 \pm 3.59$  (cm) ve bacak açma ortalamasının  $193.23 \pm 24.20$  (cm) olduğu tespit edilmiştir (Tablo. 2,3).

Türker (2007), elit erkek karate sporcularının boy ortalamaları  $173.7 \pm 7.3$  (cm), vücut ağırlığı ortalamaları  $69.1 \pm 8.9$  (kg) olarak bulunmuştur<sup>52</sup>.

Bayram ve Arkadaşları, 2002 yılında yaptıkları bir çalışmada Türkiye Karate Şampiyonasında 192 erkek sporcunun boy ortalamalarını  $176.8 \pm 3$  (cm) olarak bulmuştur<sup>7</sup>.

Giampietro, Pujia ve Bertini 2003 yılında elit erkek karate sporcuları üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yaş ortalamalarını  $23.8 \pm 2.8$  (yıl), boy uzunluğunu  $180 \pm 7$  (cm), vücut ağırlıklarını  $72.4 \pm 8.7$  (kg) ve vücut yağ yüzde ortalaması  $12.34 \pm 2.44$ (%) olarak bulmuştur<sup>26</sup>.

Paydar ve Ghiami, 2011 yılında İran erkek milli karate sporcularının yaş ortalaması  $20.71 \pm 2.04$  (yıl), spor yaşı ortalaması  $11.72 \pm 3.92$  (yıl); boy ortalaması  $183.72 \pm 1.25$  (cm) , vücut ağırlığı ortalaması  $74.11 \pm 5.93$  (kg), vücut yağ yüzde ortalaması  $09.39 \pm 3.62$ (%), otur uzan testi ortalaması  $16.84 \pm 7.15$  (cm), ve bacak açma ortalamasının  $195.28 \pm 62.20$  (cm) olduğunu tespit etmişlerdir<sup>50</sup>.

Araştırma sonuçları ile literatür sonuçları arasında benzerlik bulunmuştur.

Deneklerin bazı antropometrik özelliklerinden, gövde uzunluğu  $80.29 \pm 1.97$  (cm), Alt bölüm uzunluğu  $106.46 \pm 6.73$  (cm), göğüs çevresi  $85.23 \pm 7.26$  (cm), bel çevresi  $76.18 \pm 4.77$  (cm), uyluk uzunluğu  $56.54 \pm 4.59$  (cm), bacak uzunluğu  $39.91 \pm 3.81$  (cm), uyluk çevresi  $44.90 \pm 5.63$  (cm), kalça çevresi  $88.80 \pm 3.76$  (cm), baldır çevresi  $36.03 \pm 2.22$  (cm), ayak bileği çevresi  $29.61 \pm 02$  (cm) ve diz çevresi  $6.05 \pm 1.45$  (cm) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Türker (2007), elit erkek karate sporcuların üst ekstremitelerinin uzunluğunu  $175.7 \pm 7.72$  (cm), trokanterik çapı  $88.6 \pm 4.27$  (cm), uyluk uzunluğu  $42.4 \pm 3.07$  (cm), bacak uzunluğu  $38.7 \pm 2.29$  (cm), ayak uzunluğu  $27.5 \pm 1.87$  (cm), göğüs çevresini  $89.8 \pm 5.80$  (cm), diz çevresi  $37.5 \pm 2.25$  (cm), ayak bileği çevresini  $23.5 \pm 1.62$  (cm), olarak bulmuştur<sup>52</sup>.

Paydar ve Ghiami 2011 yılında İran erkek milli karate sporcularının Alt bölüm uzunluğu  $108.38 \pm 2.72$  (cm), Göğüs çevresi  $82.00 \pm 1.05$  (cm), Bel çevresi  $74.1893 \pm 6.52$  (cm), Uyluk uzunluğu  $58.28 \pm 3.11$  (cm), Bacak uzunluğu  $40.73 \pm 2.92$  (cm), Uyluk çevresi  $40.83 \pm 5.92$  (cm), Kalça çevresi  $83.71 \pm 6.22$  (cm), Baldır çevresi  $33.41 \pm 7.53$  (cm), Ayak bileği

çevresi  $30.75 \pm 13.79$  (cm) ve diz çevresi ortalamasını  $7.83 \pm 2.82$  (cm) olarak tesbit etmişlerdir<sup>50</sup>. Bu sonuçlarla araştırma sonuçları paralellik göstermiştir.

Sporcuların  $90^\circ$  de sol bacak zirve fleksiyon zirve tork ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $94 \pm 19.75$  Nm) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $58.89 \pm 90.58$  Nm), zirve tork ekstensiyon ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $209.96 \pm 23.17$  Nm) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $114.76 \pm 10.10$  Nm) bulunmuştur (Tablo. 5 - 6).

Deneklerin  $90^\circ$  de sağ bacak zirve tork fleksiyon ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $103.82 \pm 17.86$  Nm ) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $67.15 \pm 11.10$  Nm), zirve tork ekstensiyon ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $209.11 \pm 28.73 \pm 23.17$  Nm) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $120.16 \pm 13.62$  Nm ) bulunmuştur (Tablo. 5 - 6).

Sporcuların (Tablo.32), zirve torka ulaşma zaman (ektensiyon ve fleksiyon) ortalamaları arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (  $p < 0.05$  ,  $p < 0.01$ ).

Deneklerin  $90^\circ$  de sol bacak zirve tork fleksiyona ulaşma zamanı ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $615.00 \pm 170.71$  m/sn) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $330.00 \pm 138.23$  m/sn) ekstensiyona ulaşma zamanı ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $408.00 \pm 106.10$  m/sn) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $147.22 \pm 8.36$  m/sn) bulunmuştur (Tablo. 7 - 8).

Sporcuların (Tablo. 33),  $60$  ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla sol bacak zirve torka ulaşma zamanı ortalamaları arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ).

Deneklerin  $90^\circ$  de Sağ bacak zirve tork fleksiyona ulaşma zamanı ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $524.00 \pm 118.23$  m/sn) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $231.66 \pm 126.82$  m/sn) , Deneklerin  $90^\circ$  de Sağ bacak zirve tork ekstensiyona ulaşma zamanı  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $410.00 \pm 68.79$  m/sn) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $141.01 \pm 26.98$  m/sn) bulunmuştur (Tablo. 7 - 8).

Sporcuların (Tablo. 34), 60 ve 240°/sn hızla sağ bacak fleksiyon zirve tork'a ulaşma zamanı ortalamaları arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$  , $p < 0.01$ )

Paydar ve Ghiami (2011), İran elit karatecilerinin sağ ve sol bacak Guadriiceps kaslarınınizokinetik zirve tork kuvvetini Biodex system 2 aleti ile 90° ve 60°/sn ve 180°/sn hızla ölçtüğüçalışmasında, 90° de sol bacak zirve torkfleksiyon ortalamaları 60°/sn hızla ( $93 \pm 11.73\text{Nm}$ ) ve 180°/sn hızla ( $41.79 \pm 04.86\text{Nm}$ ) , 90° de sol bacak zirve tork ekstensiyon ortalamaları 60°/sn hızla ( $207.99 \pm 41.64 \text{ Nm}$ ) ve 180°/sn hızla ( $68.90 \pm 36.28 \text{ Nm}$ ) bulmuştur.

Deneklerin 90° de sağ bacak zirve torkfleksiyon ortalamaları 60°/sn hızla ( $105.78 \text{ Nm}$ ) ve 180°/sn hızla ( $43.78 \pm 23.03 \text{ Nm}$ ), 90° de sağ bacak zirve tork ekstensiyon ortalamaları 60°/sn hızla ( $208.14 \pm 09.46\text{Nm}$ ) ve 180°/sn hızla ( $68.00 \pm 16.49 \text{ Nm}$ )bulmuştur .

Ayrıca deneklerin bacak kuvvet ortalamalarını T. testi ile karşılaştırmasında,60°/sn ve 180°/snsol bacak ve sağ bacak zirve torkfleksiyon ve ekstensiyon değerleri arasında anlamlı farkbulmuşlardır ( $P < 0/01- 0,05$ )<sup>5</sup>.

Shirley Siu Ming Fong ve arkadaşları(2013), Hong kong elit taekwondosporcularının dominant bacak quadriiceps femoris kaslarınınizokinetik zirve tork kuvvetini Biodex system 3 aleti ile 90° ve 180°/sn, hızla ekstensiyon da  $95.73 \pm 54.30 \text{ Nm}$  ve fleksiyon da  $87.40 \pm 73.52 \text{ Nm}$ olarak tespit etmişlerdir <sup>71</sup>.

Abdulrahman S. ve arkadaşları (2004),Suudi Arabistan büyüklersıkletindeki elit döğüş sporcularının sağ ve sol bacak Guadriiceps kaslarınınizokinetik zire tork kuvvetini Cybex aletile 90° de 60°/sn, 180°/sn ve 300°/sn hızla ölçtüğü çalışmalarında,90° de sağ bacak zirve torkfleksiyon ortalamaları 60°/sn hızla ( $34.6 \pm 8.7\text{Nm}$ ) , 180°/sn hızla ( $41.9$

$\pm 9\text{Nm}$ ) ve  $300^\circ/\text{sn}$  hızla ( $45.9 \pm 7.7\text{Nm}$ ), sol bacak zirve tork fleksiyon ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $34.1 \pm 8.1 \text{ Nm}$ ) ,  $180^\circ/\text{sn}$  hızla ( $42.2 \pm 8.5\text{Nm}$ ) ve  $300^\circ/\text{sn}$  hızla ( $45.4 \pm 7.7 \text{ Nm}$ ) bulmuşlardır.

Aynı çalışmada,  $90^\circ$  de sağ bacak zirve torkekstensiyon ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $71.5 \pm 8.5 \text{ Nm}$ ) ,  $180^\circ/\text{sn}$  hızla ( $67.4 \pm 8.2\text{Nm}$ ) ve  $300^\circ/\text{sn}$  hızla ( $67.4 \pm 7.4\text{Nm}$  ), sol bacak zirve tork ekstensiyon ortalamaları  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $70.7 \pm 8.1 \text{ Nm}$ ) ,  $180^\circ/\text{sn}$  hızla ( $66.3 \pm 7.1\text{Nm}$ ) ve  $300^\circ/\text{sn}$  hızla ( $65.9 \pm 7.3 \text{ Nm}$ ) bulmuşlardır.

Ayrıca deneklerin bacak kuvvet değerlerini Anova testi ile karşılaştırdıklarında, sol ve sağ bacak zirve torkortalamasının  $60^\circ/\text{sn}$ ,  $180^\circ/\text{sn}$  ve  $300^\circ/\text{sn}$  de fleksiyon ve ekstensiyonda anlamlı farkının olduğunu göstermişlerdir ( $P < 0/05$ )<sup>1</sup>.

ÖZKAN ve arkadaşı 2010 yılında Amerikan futbolu oynayan elit Türk sporcuların dominant bacak Guadriseps kaslarının izokinetik zirve tork kuvvetini Biodex system 3 aleti ile  $90^\circ$  ve  $60^\circ/\text{sn}$ ,  $150^\circ/\text{sn}$  ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ölçtükleri çalışmada,  $90^\circ$  de zirve tork ekstensiyon ortalamalarını  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $134.28 \pm 16.25 \text{ Nm}$ ) ,  $150^\circ/\text{sn}$  hızla ( $129.33 \pm 21.57\text{Nm}$ ) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $124.96 \pm 21.31\text{Nm}$ ), fleksiyon ortalamalarını ise  $60^\circ/\text{sn}$  hızla ( $97.38 \pm 13.85 \text{ Nm}$ ) ,  $150^\circ/\text{sn}$  hızla ( $94.92 \pm 15.61\text{Nm}$ ) ve  $240^\circ/\text{sn}$  hızla ( $92.07 \pm 14.85\text{Nm}$ ) olarak bulmuşlardır.

Literatür sonuçları ile araştırma sonuçları arasında paralellik görülmüştür.

Ayrıca bacak kuvvet değerleri karşılaştırması , sol bacak zirve torkortalamasının  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $150^\circ/\text{sn}$  de fleksiyon ve ekstensiyonda, sağ bacak zirve torkortalamasının  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  de fleksiyon ve ekstensiyonda anlamlı fark olduğunu tesbit etmişlerdir ( $P < 0/01$  ,  $P < 0/05$ )<sup>4</sup>.

Bu değerler araştırma sonuçları ile benzer sonuçlar olarak görülmektedir, ancak bazı sonuçların farklı olması , değişik ölçme

aletlerinin (Cybex , Biodex system 3 ve Biodex system 2) kullanımına bağılı olarak meydana gelmiş olabilir.

Deneklerin bazı fiziksel özellikleri ile 90° dercede 60°/sn hızla zirve tork kuvveti arasındaki korelasyon incelendiğinde (Tablo. 36), sol ve sağ bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı, vücut ağırlığı ile esneklik arasında pozitif ilişki (Sol bacak  $r = 0.536, 0.687, 0.423$  ve sağ bacak  $r = 0.380, 0.680, 0.743$ ) bulunmuştur. Ayrıca vücut ağırlığı ile sol bacak ekstensiyon arasında da pozitif ( $r = 0.689$ ) ilişki görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Spor yaşı ve vücut ağırlığı arttıkça sol ve sağ bacak fleksiyon zirve tork kuvveti, esneklik ve bacak kuvvetlerinin arttığı görülmüştür.

Deneklerin bazı fiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 60°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde (Tablo. 38), sol bacak ekstensiyon zirve tork zamanı ile vücut ağırlığı ( $r = -0.468$ ), sol bacak fleksiyon zirve tork zamanı ile spor yaşı ( $r = -0.499$ ), aynı şekilde sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanı ile bacak açma arasında da ( $r = -0.599$ ) negatif korelasyon bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sonuç olarak deneklerin spor yaşı ve vücut ağırlığı arttıkça ekstensiyon, sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanının azaldığı, aynı zamanda bacak açma oranı fazlaştıkça sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanında azaldığı görülmüştür.

Araştırmaya katılan sporcuların bazı fiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 240°/sn hızla zirve tork kuvveti arasındaki korelasyon incelendiğinde (Tablo. 37), Sol ve sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile yağ yüzdesi arasında negatif ( $r = -0.491$ ), ( $r = -0.547$ ), sol bacak fleksiyon zirve tork ile vücut ağırlığı arasında pozitif ( $r = 0.548$ ) ilişki bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Deneklerin yağ yüzdesi arttıkça sol ve sağ bacak ekstensiyon zirve tork değeri azalmış ve vücut ağırlığı arttıkça sol bacak fleksiyon zirve tork değeri artmıştır.

Sporcuların bazı fiziksel özellikleri ile 90° derce ve 240°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde (Tablo. 39), sol bacak ekstensiyon zirve tork zamanı ile spor yaşı arasında ( $r = -0.561$ ), sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanı ile spor yaşı ve esneklik arasında negatif ( $r = -0.564$  ,  $r = -0.507$ ) ilişki bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Deneklerin spor yaşı arttıkça sol bacak ekstensiyon ve sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanı azalmış, esneklik arttıkça sadece sağ bacak fleksiyon zirve tork zamanı fazlalaşmıştır.

Paydar ve Ghiaimi (2011) İran elit karatecilerinin sağ ve sol bacak Guadriiceps kaslarının izokinetik zirve tork kuvvetini 90° derce 60°/sn ve 180°/sn hızda antropometrik özelliklerle karşılaştırdığı çalışmalarında, sağ bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı arasında pozitif ( $r = 0.602$ ), sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile spor yaşı ve bacak uzunluğu arasında pozitif ( $r = 0.893$ ) ( $r = -0.264$ ) ilişki bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Deneklerin 90° derce de 180°/sn hızla sağ ve sol bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı, vücut ağırlığı, kalça çevresi ve bel esnekliği arasında pozitif ( $r = 0.397$  ,  $0.473$  ,  $0.573$  ,  $0.792$ ), sadece sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile vücut yağ yüzdesi arasında negatif ( $r = -0.660$ ) ilişki bulunmuştur ( $P < 0.05$ )<sup>50</sup>.

Shirley Siu Ming Fong ve arkadaşları 2013 yılında Hong kong elit tekvandoçularının dominant bacak Guadriiceps kaslarının izokinetik zirve tork kuvvetini Biodex system 3 aleti ile 90° ve 180°/sn, hızla ekstensiyon da  $95.73 \pm 54.30$  Nm ve fleksiyon da  $87.40 \pm 73.52$  Nm olarak bulmuşlardır<sup>70</sup>.

Abdulrahman S ve arkadaşları 2004 yılında Suudi Arabistan yeni büyükler sikletine giren elit dövüş sporcularının sağ ve sol bacak Guadriiceps kaslarının izokinetik zirve tork kuvvetini Cybex aleti ile 90°

de60°/sn, 180°/sn ve 300°/sn hızla ölçtükleri çalışmasında şğıdaki sonuçlara ulaşmışlardır.

90° de sağ bacak zirve torkfleksiyon ortalamaları 60°/sn hızla (34.6 ± 8.7Nm) , 180°/sn hızla (41.9 ± 9Nm) ve 300°/sn hızla (45.9 ± 7.7Nm)bulunmuştur.

90° de sol bacak zirve torkfleksiyon ortalamaları 60°/sn hızla (34.1 ± 8.1 Nm),180°/sn hızla (42.2 ± 8.5Nm) ve 300°/sn hızla (45.4 ± 7.7 Nm)bulunmuştur.

90° de sağ bacak zirve torkekstensiyon ortalamaları 60°/sn hızla (71.5 ± 8.5 Nm) , 180°/sn hızla (67.4 ± 8.2NM) ve 300°/sn hızla (67.4 ± 7.4Nm)bulunmuştur.

90° de sol bacak zirve torkekstensiyon ortalamaları 60°/sn hızla (70.7±8.1 Nm),180°/sn hızla (66.3 ± 7.1Nm) ve 300°/sn hızla (65.9 ±7.3 Nm)bulunmuştur.

Ayrıca deneklerin bacak kuvvet değerlerini Anova testi ile karşılaştırdıklarında,sol bacak zirve torkortalamasının 60°/sn, 180°/sn ve 300°/sn de fleksiyon ve ektensiyonda anlamlı farkın olduğunu göstermişlerdir(P< 0/05).

Aynı şekildedeneklerin bacak kuvvet değerlerini Anova testi ile karşılaştırdıklarında,sağ bacak zirve torkortalamasının60°/sn, 180°/sn ve 300°/sn de fleksiyon ve ektensiyonda anlamlı farkı olduğunu tesbit etmişlerdir (P< 0/05)<sup>1</sup>.

ÖZKAN ve arkadaşı2010 yılındaTürkiye elit amerikan futbulu oynayan sporcuların dominant bacak Guadriseps kaslarınınizokinetikzirve torkkuvvetini Biodex system 3 aletile 90° ve 60°/sn, 150°/sn ve 240°/sn hızla böyle değerlendirmiş;

90° de zirve torkekstensiyeon ortalamaları 60°/sn hızla ( $134.28 \pm 16.25$  Nm) , 150°/sn hızla ( $129.33 \pm 21.57$ Nm) ve 240°/sn hızla ( $124.96 \pm 21.31$ Nm)bulunmuştur.

90° de zirve torkfleksiyon ortalamaları 60°/sn hızla ( $97.38 \pm 13.85$  ) , 150°/sn hızla ( $94.92 \pm 15.61$ Nm) ve 240°/sn hızla ( $92.07 \pm 14.85$ Nm)bulunmuştur.

Bu değerler çalışmamızda elde ettiğimiz değerlere benzer sonuçlar olarak görölmektedir.

Ayrıca deneklerin bacak kuvvet değerlerini T. testi ile karşılaştırdıklarında,sol bacak zirve torkortalamasının 60°/sn ve 150°/sn de fleksiyon ve ektensiyonda anlamlı farkın olduğunu göstermişlerdir( $P < 0/05$ ).

Aynı şekilde deneklerin bacak kuvvet değerlerini T. testle karşılaştırdıklarında,sağ bacak zirve torkortalamasının 60°/sn ve 180°/sn de fleksiyon ve ektensiyonda anlamlı farkın olduğunu tesbit etmişlerdir ( $P < 0/01$  ,  $P < 0/05$ )<sup>4</sup>.

Bu değerler çalışmamızda elde ettiğimiz değerlere benzer sonuçlar olarak görölmektedir fakat bacak kuvveti ortalamalarındaki bazı rakam farkları değişik aletlerin(Cybex , Biodex system 3 ve Biodex system 2) kullanım nedeniyle meydana gelmiş olabilir.

Deneklerinbazıfiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 60°/sn hızla zirve tork kovveti arasındaki korelasyon incelendiğinde(Tablo. 36),sol ve sağ bacak fleksiyonzirve tork ile spor yaşı, vucut ağırlığı ve bel esnekliği arasında pozitifilişki(Sol bacak  $r = 0.536, 687, 423$  ve sağ bacak  $r = 0.380, 0.680, 0.743$  ) bulunmuştur ayrıca vucut ağırlığı ile sol bacak ektensiyon arasında da pozitif ( $r = 0.689$ ) ilişki görölmüştür ( $p < 0.05$ ).Böyleki Deneklerin spor yaşı ve vucut ağırlığı arttıkca 90° dercede ve 60°/sn hızla

sol ve sağ bacak fleksiyou zirve tork kuvvetleri fazlalaşıyormuş aynı ilişki deneklerin bel esneklikleri ve bacak kuvvetleri arasındada görülmüştür.

Deneklerinbazıfiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 60°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde(Tablo. 38),sol bacak ekstensiyon zirvetork zamanı ile vucut ağırlığı arasındanegatif ( $r = - 0.468$ ), sol bacak fleksiyouzirve tork zamanı ile spor yaşı arasında negatif ( $r = - 0.499$ ) aynı şekilde sağ bacak fleksiyouzirve tork zamanı ile bacak açma arasındanegatif( $r = - 0.599$ ) korelasyon bulumuştur ( $p < 0.05$ ).Deneklerin spor yaşı ve vucut ağırlığı arttıkca 90° dercede ve 60°/sn hızla ekstensiyon zirve tork zamanı ve sağ bacak fleksiyouzirve tork zamanı ile bacak açma oranı fazlalaştıkca sağ bacak fleksiyouzirve tork zamanının azaldığı tespit edilmiştir.

Deneklerinbazıfiziksel özellikleri ile 90° dercede ve 240°/sn hızla zirve tork kovveti arasındaki korelasyon incelendiğinde(Tablo. 37),sol ve sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile yağ yüzdesi arasında negatif ( $r = - 0.491$ ), ( $r = - 0.547$  ve sol bacak fleksiyouzirve tork ile vücut ağırlığı arasında pozitif ( $r = 0.548$ ) ilişki bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).Deneklerinyağ yüzdesi arttıkca solve sağ bacak ekstensiyon zirve tork azalmış ve vücut ağırlığı arttıkça da sol bacak fleksiyouzirve tork fazlalaşmıştır.

Sporcuların bazıfizikselözellikleri ile 90° derce ve 240°/sn hızla zirve torka ulaşma zamanı arasındaki korelasyon incelendiğinde (Tablo. 39), Sol bacak ekstension zirve tork zamanı ile spor yaşı arasında negatif( $r = - 0.561$ ), sağ bacakfleksiyouzirve tork zamanı ile spor yaşı ve bel esnekliği arasındanegatif ( $r = -0.564$  ve  $r = - 0.507$ ) ilişki bulunmuştur ( $P < 0.05$ ), Böyle ki deneklerin spor yaşı artıkca sol bacak ekstensiyon ve sağ bacak fleksiyouzirve tork zamanı azalmış ve bel esnekliği arttıkca sadece sağ bacakfleksiyouzirve tork zamanı fazlalaşmıştır.

Paydar ve Ghiaimi (2011) İran elit karatecilerinin sağ ve sol bacak Guadriceps kaslarının İzokinetik zirve tork kuvvetini 90° derce 60°/sn ve 180°/sn hızda anatopometrik özelliklerle karşılaştırdığı çalışmasında deneklerin 90° derce de 60°/sn hıza sağ bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı arasında pozitif ( $r = 0.602$ ), sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile spor yaşı ve bacak uzunluğu arasında pozitif ( $r = 0.893$ ) ( $r = - 0.264$ ) ilişkisi bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Deneklerin 90° derce de 180°/sn hıza sağ ve sol bacak fleksiyon zirve tork ile spor yaşı, vücut ağırlığı, kalça çevresi ve bel esnekliği ile arasında pozitif ( $r = 0.397, 0.473, 0.573, 0.792$ ) ve sadece sağ bacak ekstensiyon zirve tork ile vücut yağ yüzdesi arasında negatif ( $r = - 0.660$ ) ilişkisi bulunmuştur ( $P < 0.05$ )<sup>50</sup>.

Shirley Siu Ming Fong ve arkadaşları 2013 yılında Hong Kong'un elit tekvandocularının dominant bacak Guadriseps kaslarının izokinetik zirve tork kuvveti ile vücut ağırlığı arasında pozitif ( $r = 0.428$ ) ve bacak uzunluğu arasında negatif ( $r = - 0.582$ ) ilişkisi bulunmuştur ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.051$ )<sup>70</sup>.

Akın Sabire ve arkadaşları 2004 yılında, profesyonel futbol oyuncularının diz kaslarının izokinetik kuvvetinin spor yaşı, vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi ile pozitif ve vücut yağ ağırlığı ile negatif ilişkisi olduğunu tesbit etmiştir ( $P < 0.05$ )<sup>2</sup>.

Meriç Bergün ve arkadaşları (2007), elit futbolcuların diz kaslarının izokinetik kuvveti ile anatopometrik özellikler arasındaki ilişkisi incelediğinde; diz kaslarının izokinetik kuvvetinin, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ile pozitif ve vücut yağ ağırlığı ve bacak uzunluğu ile negatif ilişkisi olduğunu tesbit etmiştir ( $P < 0.05$ )<sup>53</sup>.

Deneklerin Fz'de yer tebki kuvveti ortalaması keage tekmesinde  $32.74 \pm 4.71(g)$  ve keykomi tekmesinde  $43.57 \pm 6.40(g)$  olduğunu tespit edilmiştir(Tablo 9), ayrıca tablo 31 incelendiğinde, deneklerin vertikal GRF(Fz) ortalamaları arasında Yoko Geri keage ve Yoko gerikeykomi vuruşunda anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ ).İki tekmenin teknik özelliklerine baktığımızda Yoko Gerikeykomi direk uygulanıp ve diğer teknik kavisli bir şekilde yapıldığı için bu fark ortaya çıkmaktadır.

Tablo 10 ve 11 incelendiğinde deney grubunun sol ayaklarının ötelemeli ivme ortalaması keage tekmesinde Fy'de  $1.45 \pm 0.22 (g)$ , Fz'de  $3.15 \pm 4.24 (g)$ , Fx'de  $2.03 \pm 0.00 (g)$  ve Keykomi tekmesinde Fy'de  $1.91 \pm 0.00 (g)$ , Fz'de  $2.15 \pm 0.17(g)$ , Fx'de  $2.03 \pm 0.00(g)$  olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca tablo 30 incelendiğinde, deneklerin Fy ve Fz ekseninde ötelemeli ivme ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomi vuruşunda anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir(  $p < 0.05$ ). Yoko geri Keage kavisli (Keage) bir şekilde uygulanması öteleme ivmeyi etkiler.Rakibin ve müsabakanın özelliğine göre teknik kullanılabilir.

Tablo 12 ve 13 incelendiğinde, deney grubunun ayak bileği, diz ve kalça doğrusal yer değişimi ortalamaları Keage tekmesini vururken sırayla  $6.50 \pm 0.31(cm)$ ,  $6.71 \pm 0.38 (cm)$   $1.27 \pm 0.31(cm)$  ve Keykomi tekmesini vururken sırayla  $6.94 \pm 0.22 (cm)$  ,  $7.48 \pm 0.49 (cm)$ ,  $1.80 \pm 0.26 (cm)$  tespit edilmiştir. Ayrıca tablo 27 incelendiğinde, deneklerin ayak bilekleri, diz ve kalça yer değişimi ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomi vuruşunda anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (  $p < 0.05$ ). Yoko gerikeykomide kalçanın yana hareketi , Keage tekmesine göre daha fazla olduğu için ortaya bu fark çıkmıştır.

Tablo 14 ve 15 incelendiğinde deney grubunun ayak bileği, diz ve kalça doğrusal hız ortalamaları Keage tekmesini vururken sırayla  $14.33 \pm 1.11 (m/sn)$ ,  $10.08 \pm 0.80 (m/sn)$ ,  $2.91 \pm 0.39 (m/sn)$ ve keykomi tekmesini vururken sırayla  $12.27 \pm 1.21 (m/sn)$ ,  $5.91 \pm 0.66 (m/sn)$  ,  $4.35 \pm 0.48$

(m/sn) tespit edilmiştir. Ayrıca tablo 28 incelendiğinde, deneklerin ayak bilekleri ve diz doğrusal hız ortalamaları arasında Yoko geri keage ve Yoko gerikeykomi vuruşunda anlamlı fark olduğu ve kalça doğrusal hız ortalaması arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 16 ve 17 incelendiğinde deney grubunun ayak bileği, diz ve kalça doğrusal ivme ortalamaları Keage tekmesinde sırayla  $30.13 \pm 1.83$  (m/sn<sup>2</sup>),  $23.14 \pm 1.54$  (m/sn<sup>2</sup>),  $14.30 \pm 1.58$  (m/sn<sup>2</sup>) ve Keykomi tekmesinde sırayla  $27.83 \pm 1.67$  (m/sn<sup>2</sup>),  $18.59 \pm 0.78$  (m/sn<sup>2</sup>),  $15.76 \pm 1.26$  (m/sn<sup>2</sup>) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca tablo 29 incelendiğinde, deneklerin ayak bilekleri ve diz doğrusal ivme ortalamaları arasında Yoko Geri keage ve Yoko gerikeykomi vuruşunda anlamlı fark olduğu, kalça doğrusal ivme ortalaması arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (  $p < 0.01$ ). Yoko gerikeykomi direk uygulandığı için daha kısa mesafeyi kat eder, tekmenin özelliği doğrusal ivmeyi pozitif bir şekilde etkiler ve Yoko GeriKeykomi bu nedenle daha hızlı bir tekmedir (  $p < 0.05$ ).

Diğer araştırma projeleri ile elde edilen sonuçların verilerini karşılaştırmak gerçekten zordur çünkü Karate yan tekmesi olan Yoko geri keage ve YokogeriKeykomiye bölünmüş şekilde hiç analiz edilmemiştir. Analiz edilen sadece 2 çalışmada Tekwandoda yapılmış fakat tekmenin hızı ve gücünü farklı metodlarla kaydedilmiş. Ayrıca, farklı araştırma projelerinin ulaştıkları sonuçları kıyaslamak yine de bazı genel trendler hakkında bir takım feedbackler sağlayabilir.

Wilk (1982)'un karate atletleri ile (belli bir karate stili belirtilmemiştir) çalışırken elde ettiği yan tekmenin hızı 9.9 and 14.4 m/s arasındadır<sup>80</sup>.

Pieter and Pieter (1995) yaptıkları çalışmada en iyi Amerikalı taekwondo atletlerinin içinde yan tekmenin hızı 5.20-6.87 m/s elde etmişlerdir<sup>63</sup>.

Wasik 2011 yılında taekwandonun ortalama en yüksek yan tekme hızını 5.65 m/s olarak belirlemiştir<sup>78</sup>.

Bu tip sonuçlar karate ve taekwondo sporcuları arasında hız açısından bazı farklılıkların olduğunu göstermektedir. Bu farklılıkların bu savunma sanatlarındaki farklı tekme metodlarından kaynaklandığı var sayılabilir.

Resim 23 ve 24 her iki yan tekme sırasında ayak hızı ile diz hızı arasındaki bağlantıyı incelediğimizde, ayak hızını arttırmak maksatlı yan tekme tekniğini geliştirmek üzerine çalışma yaparken ayak hareketine karşılık vermesi gereken diz hızına dikkat göstermek gerekir. Ayrıca yan tekme süresi ile dize ait en yüksek hızları incelediğimizde yan tekmenin kısa bir süresi diz ve ayak tarafından bacak kaldırma safhasında elde edilen en yüksek hıza bağlı olduğunu göstermektedir.

Mükemmel yantekmede sürenin ,tepki zamanının tekmeden elde edilen güce etkisini belirlemek ve gerçek döğüş zamanıyla yapılan Karate tekmelerininanalizine, tekmenin verimliliğini etkileyen değişkenleri tespit edecek olan daha detaylı bir araştırmaya büyük bir ihtimalle gerek vardır. Şu anki çalışma bu konudaki daha ayrıntılı araştırmalar için bir giriştir. Burada sunulan sonuçlar ve tartışma diğer araştırmacılar için ön bilgiler vekıyaslayıcı bir materyaldir.

## 6.SONUÇ

Elit karatecilerin iki farklı yan tekmesinin üç boyutlu kinematik analizi yapılan bu çalışmada, kinematik değişkenler olarak yer değiştirmedeki doğrusal hız, alt gövde bölümlerinin ivmesi, öteleme, bacak ivme ve vertical yer tepki kuvveti ile ilgili veriler analiz edilmiştir.

Hareketler saniyede 240 kare fotoğraf çekeabilen 8 adet yüksek hızlı kameraya sahip "Phase Space" optik hareket yakalama sistemi ile kaydedilmiş, kaydedilen pozisyon bilgilerinden ayak bileği, diz, kalçanın linear yerdeğişimi, hızları ve ivmeleri ile kuvvet platformu kullanılarak karatecilerin yere uyguladıkları tepki kuvvetleri hesaplanmıştır.

Sporcuların Yoko geri keykomi tekniğinde ayak bileği, diz ve kalçanın doğrusal yer değişimi hızı daha büyük görülmüştür.

Sporcuların her iki teknik uygulamadaki hız ve ivmeleri karşılaştırıldığında Yoko Geri Keage tekniğinde ayak bileği ve diz, Yoko geri keykomi tekniğinde ise kalça ekleminin doğrusal hız ortalaması daha büyük çıkmıştır.

Sporcuların doğrusal hız ortalamaları ayak bileği ve diz de Yoko geri Keage'de, kalça da ise Yoko geri keykomi'de daha büyük görülmüştür.

Sporcuların sol ayaklarının ötelemeli ivme ortalamalarının da  $F_y$  ekseninde Yoko geri keykomi ve  $F_z$  ekseninde ise Yoko geri Keage daha büyük çıkmıştır.

Kinematik değişkenler yer değiştirme, doğrusal hız, ivme ayak bileği, diz ve kalça ekleminde tekme türüne göre değişkenlik göstermiş ve tekniğin belirleyicisi olmuştur.

## 7.ÖZET

### **KARATE' DE İKİ FARKLI YAN TEKMENİN ÜÇ BOYUTLU KİNEMATİK ANALİZİ**

Elit karatecilerin iki farklı yan tekmesinin üç boyutlu kinematik analizini yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı 3 boyutlu hareket analizi yöntemi kullanarak karate'de ki iki farklı yan tekmesinin (Yoko geri Keage ve Yoko geri keykomi) kinematik özellikleri incelenmiştir. Karate sporcularının bacak gerilme kuvveti Biodex System 3 Pro Dinamometresi ile 90 derece ve 60 ile 240 derece/saniye hızlarla ekstensiyon ve fleksiyon hareketlerinde ölçülmüştür. Ayrıca deneklerin tarafından oluşturulan kinematik değişkenleri, yer değiştirme ile ilgili, doğrusal hız, alt gövde bölümlerinin ivmesi, öteleme bacak ivme ve vertical yer tepki kuvveti analiz edilmiştir.

Araştırmaya 18 elit seviye karate sporcusu katılmış, bu sporcuların iki farklı yan tekme tekniği incelenmiştir. Deneklerin yaşları 20 ile 25 yaş arasında değişmektedir. Hareketler saniyede 240 kare fotoğraf çekebilen 8 adet yüksek hızlı kameraya sahip "Phase Space" optik hareket yakalama sistemi ile kaydedilmiştir. Kaydedilen pozisyon bilgilerinden ayak bileği, diz ve kalça doğrusal yer değişimi, hızları ve ivmeleri ile kuvvet platformu kullanılarak karatecilerin yere uyguladıkları tepki kuvvetleri hesaplanmıştır.

Sporcuların Yoko gerikeykomi ve Yoko geriKeage tekmelerini karşılaştırdığımızda ayak bileği, diz ve kalçanın doğrusal yer değişiminde Yoko geri keykomi daha büyük görülmüştür. Sporcuların ayak bileği, diz ve kalça doğrusal ivme ortalamalarını her iki tekmede, ayak bileği ve diz de keage , kalça da ise keykomi daha büyük görülmüştür. Benzer şekilde sporcuların doğrusal hız ortalamaları kıyaslandığında keage de ayak bileği ve diz, kalçada ise Keykomi daha büyük çıkmıştır. Sporcuların sol

ayaklarının ötelemeli ivme ortalamalarında  $F_y$  ekseninde Keykomi ve  $F_z$  ekseninde ise keage daha büyük görülmüştür.

Araştırma sonuçları her iki teknik uygulamada, en önemli belirleyici faktör olarak , çalışılan kinematik değişkenlerin olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:**

Yoko geri Keage, Yoko geri keykomi, Kinematik, 3 boyutlu hareket analizi

## **8.SUMMARY**

### **3D KINEMATIC ANALYSIS OF TWO DIFFERENT SIDE KICK IN ELITE KARATE PLAYERS**

The main objective of this study was to determine differences, if any, in three-dimensional (3D) kinematic characteristics of the two kind of side kick (Yoko geri Keage and Yoko geri keykomi), elite level karate players. Specifically, the kinematic variables related to the displacement, linear velocity and acceleration of the lower body segments, translational leg acceleration and vertical ground reaction force generated by karate players were analyzed.

The subject of this study composed of 18 elite level male karate players. Ages of the subjects ranged from 20 to 25 years old. All subjects executed two kicks. The motions were captured with Phases pace real time optical tracking system with 8 high speed cameras at 240 fps. Then, the motions captured were analyzed to quantify the kinematic factors associated with each kick. The results showed that the Yoko geri Keage generated larger linear velocity compared to the Yoko geri kekomy. Similarly, the Yoko geri Keage generated larger linear acceleration compared to the Yoko geri Keykomi Moreover, the Yoko geri Keykomi generated larger translational leg acceleration compared to the Yoko geri Keage.

As a conclusion, the results for all kinematic variables demonstrated that the type of kick was the major determinant of the magnitude of each studied factor. Moreover, the technique employed can significantly affect the resulting displacement, linear velocity and acceleration, and translational leg acceleration of the kick.

#### **Keywords:**

Yoko geri Keage, Yoko geri keykomi, Kinematics, 3D Motion Analysis

## 9.KAYNAKLAR

1. Abdulrahman S. Alangari, Hazzaa M. Al-Hazaa; Normal Isometric and Isokinetic Peak Torques of Hamstring and Quadriceps Muscles in Young Adult Saudi Males, Neuroscieuces Vol. 9 (3), 2004
2. Akın Sabire, Ömer Coşkun Özlem, Özberk Z. Nisa, Hayri Ertan, Korkusuz Feza; profesyonel ve amatör futbol oyuncularının fiziksel özellikleri ve izokinetik diz kaslarının konsantirik kuvvetinin karşılaştırılması, kilinik araştırması / Clinical Research Vol. 15, No. 3
3. Ali Onur CERRAH HEARS. Use of Electromyography in Sport Science. Spormetre, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 18.4.2010; s. 43-49
4. Ali OZKAN, Ayşe KİN İŞLER, American Futbolcularında Bacak Hacmi, Bacak Kutlesi, Anaerobik Performans ve Izokinetik Kuvvet Arasındaki İlişki, SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, VIII (1), 2010
5. Alkan N, Çolaklar A, ShitoRyu Karate-Do, Ankara: 2001; s. 80-124
6. Alpay H, Karate-Do KihondanKumiteyeGeçiş, SV ReklamcılıkYayıncılık, İstanbul: 2006; s. 22-71
7. Andries, Rudy, Leemputte M., Van, I., Nulens, K. Desloovere; Kinematic and Dynamic Analysis of the MawashiGheri, Faculty of Physical Education Fysiotherapie, KuleuvenHeverlee, Belgium
8. Andrzejewski, Xenia, Elbaum, Leonard; Biomechanical Analysis of Front Kick with Dominant and Non-Dominant Limb in the Shito-Ryo Style of Karate, Department of Physical Therapy, Florida International University, Miami, Florida USA

9. A S. Elit Karate Sporcularının Fiziki ve Motorsal Profillerinin İnceleNmesi. İstanbul: 2003.
10. Baca, A., & Kornfeind, P. Stability analysis of motion patterns in biathlon shooting, Human Movement Science, doi10.1016/j.humov.2010.05.008
11. Baechle, T.R. Essentials of Strength and Conditioning, 3rd ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2008; pp. 393–427.
12. Barlett R, Performans Analysis in Sport: Bringing Together Biomechanics and Notational Analysis, CSES, Sheffield Hallam University, Sheffield, UK: 2000 ; s. 36-53
13. Bayram L, Atan T, Günay D, Güngör B, TürkiyeBüyükler Karate ŞampiyonasıMüsabakaAnalizi, Pos. Bil, 7.UluslararasıSporBilimleriKongresi, Antalya: 2002.
14. Benno MN WH, editors. Biomechanics of the Musculo-Skeletal System. 2nd edition ed. West Sussex; 1999; pp.80-102
15. Camomilla, Valentina, Sbriccoli, Paola, Di Mario, Alberto, Arpante, Alessandro, Felici, Francesco; Comparison of Two Variants of Kata Technique (Unsu): The Neuromechanical Point of view, Journal of Sports Science and Medicine, 8, 2009
16. Carr G, Mechanics of Sport a Practioners Guide, Human Kinetics, USA:1997.
17. Cappozzo A, Cappello A, Della C.,U., & Pensalfini, P. Surface-marker cluster Design criteria for 3-D bone movement reconstruction. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 44 (12), 1997; 1165-1174.

18. Chen, Chung-Yu, Huang, Chenfu; Biomechanical Analysis of Straight and Flexural Leg Swings of the Chinese Martial Arts Jumping Front Kick, National Taiwan Normal University: Taipei, Taiwan, 1998
19. Chiu, H., &Shiang, T. A new approach to evaluate karate punch techniques. In Proceedings of XVII International Symposium on Biomechanics in Sports (edited by Sanders, R.H. & Gibson, B.J.)Australia, Edith Cowan University, Perth.1999; 61-64.
20. Chow , J. Y., Davids, K., Button, C., & Rein, R. Dynamics of movement patterning in learning a discrete multiarticular action. Motor Control, 12,2008; 219-240.
21. Demirel H.A, Koşar Ş.N, İnsanAnatomisiveKinezyoloji, Nobel Yayınevi. Ankara: 2002 ; s 45-76
22. D. K. Fundamentals of Biomechanics. 2nd ed ed. Newyork: Springer; 2007.
23. D. Gordon E. Robertson CF, Michael Hart and François Beaulieu. Biomechanics of the Karate front-kick.
24. DKV (2008). 2.5 Wettkampfbregeln Kata und Kumite. Retrieved February,2008,from<http://www.karate.de/images/stories/ordnungen/wettkampfbregeln281006.pdf>. 2013
25. Donivan, J.M. A. Kinematic Analysis of the Three Basic Boxing Punches. Doctoral dissertation, Pennsylvania State University, Carbondale, Illinois.1984
26. Durgun B, Dere F, SporEğitimiİçinFonksiyonelAnatomi, OkullarKitabevi, Adana: 1994

27. Dyson, R., Smith, M., Martin, C., & Fenn, L. , Muscular recruitment during rear hand punches delivered at maximal force and speed by amateur boxers. In Proceedings of XXV. International Symposium on Biomechanics in Sports. (edited by Menzel H.J, & Chagas M. H.) Ouro Preto, Brazil. 2007; 591-594.
  
28. Emmermacher P., Witte, K. & Hofmann, M. , Acceleration course of fist push of Gyaku-Zuki. In Quing Wang (Eds.), Proceedings of XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports, Beijing: The People Sport Press, Volume 2, 2005; 844-847,
  
29. Emmermacher, P., Witte, K., Bystrzycki, S. & Potenberg, J., Different variations of karate technique Mawashi-Geri. In Menzel, H.-J. & Chagas, M. H. (Eds.), Proceedings of the XXVth International Symposium on Biomechanics in Sports, Ouro Preto: Segrac, 2007; 289-292,
  
30. Feld, M. S., McNair, R. E., & Wilk, S.R. , The Physics of Karate, Scientific American 240, (4), 1979; 150-158..
  
31. Fernandes, FM. , Wichi, RB. , Silva, VF. , Laderia, APX. , Ervilha, UF. ; Biomechanical Methods Applied in Martial Arts Studies, J. Morphol. Sci., 28, 2011
  
32. Funakoshi G. Karate-Do, Yaşam Yolum. İstanbul: Dharma Yayınları; 1996.
  
33. Giampietro M, Pujia A, Bertini I, Anthropometric Features and Body Composition of Young Athletes Practising Karate at a High and Medium Competitive Level. Faculty of Medicine and Surgery. University of Catanzaro, Italy: 2003
  
34. Girodet, P., Vaslin, P., Dabonneville, M., & Lacouture, P. , Two-dimensional kinematic and dynamic analysis of a karate straight punch. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Supplement 1 2005; 117–

35. Gordon D, et al, Biomechanics of the Karate Front-Kick, Biomechanics Laboratory, School of Human Kinetics, University of Ottawa, Ontario, Canada: 2002
36. Hofmann, M., Witte, K. & Emmermacher, P. ,Biomechanical analysis of fist punch Gyaku-zuki in karate. In: Kwon, Y.-H., Shim, J., Shim, J. K., & Shin, I.-S. (Eds.), Scientific Proceedings of the XXVI International Conference on Biomechanics in Sports, Seoul, Korea: Seoul National University, 2008; 576-579.
37. Hofmann, Martin, Witte, Kerstin, Emmermacher, Peter; Biomechanical Analysis of First Punch Gyaku-Zuki in Karate, Seoul, Korea, 2008
38. H O. Olimzirve, Karate. Ankara: Karatepe Yayınları; 1996.
39. H. S İ. Spor Biyomekaniği Temel Prensipler. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım; 2004.
40. Joch, W., Fritsche, P., & Krause, I., Biomechanical analysis of punching in boxing. In Biomechanics, VII-A (Edited by Morecki, A., Fidelus, K., Kedzior, K. and Wit, A.), Baltimore, MD: University Park Press, 1981; 343
41. Kanazawa H, S.K.I. Kumite Kyohan, Kodansha Publishing Co. Ltd, Japan: 1986
42. Kim, Jae-Woong, Yenuga, SreeSushma, Kwon, Young-Hoo; The Effect of Target Distance on Trunk, Pelvis and Kicking Leg Kinematics in Taekwondo Round House Kick, Biomechanics Laboratory, ISBS Conference; Seoul, Korea, 2008
43. Knudson DV MC. Qualitative Analysis of Human Movement. Champaign: Human Kinetics; 2002.

44. Kong, P.W., Luk, T.C., & Hong, Y., Difference Between Taekwondo roundhouse kick executed by the front and back leg – A Biomechanical Study. In Y. Hong & D.P. Johns (Eds.), *Proceeding Book of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports*, Vol. 1, Hong Kong: The Chinese University Press, 2000; 268–272.
  
45. Kneighbaum, E. & Barthels, K.M., *Biomechanics: A Qualitative Approach for Studying Human Movement*. New York: Macmillan, 1996
  
46. Law, NokYeung; *Kinetics and Kinematics of the Lower Extremity during Performance of two typical Tai Chi Movements by the Elders*, Thesis in MSc Degree in Human Kinetics, School of Human Kinetics, faculty of health Sciences, University of Ottawa, Canada, 2013
  
47. Mack, J., Stojich, S., Sherman, D., Dau, N., & Bir, C., Amateur boxer biomechanics and punch force. 28th International Conference on Biomechanics in Sports (Edited by Jensen, R., Ebben, W., Petushek, E., Richter, C., Roemer, K.) Marquette, Michigan, USA. 2010
  
48. Mao, D., Hong, Y., Li, J. X., Xu, D., & Wang, D., Biomechanics Analysis of "Brush Knee and Twist Steps" Movement in Tai Chi. *International Society of Biomechanics in Sport*. Caceres (Spain), 2002.
  
49. Mao, D., Hong, Y., & Li, J. X., The kinematical characteristics of lower extremities during tai chi chuan exercise. *International Society of Biomechanics in Sport*. Ottawa (Canada), 2004.
  
50. Mao, D. W., Hong, Y., & Li, J. X., Characteristics of foot movement in tai chi exercise. *Physical Therapy*, 2006; 86(2), 215.

51. McGinnis, P. M., Biomechanics of Sport and Exercise (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2005
52. Memmert, D., & Perl, J., Analysis and simulation of creativity learning by means of artificial networks. Human Movement Science, 28(2), 2009; 263–282.
53. Meriç Bergün, Aydın Menşure, Çolak Tuncay, Çolak Enis, Son Murat; The Comparison of Knee Isokinetic Performances and Anthropometric Measurement of Professional Soccers Who Play Different Position, International Journal of Human Sciences, Vol 4, No 2, 2007
54. M N. Best Karate – Unsu, Sochin, Nijushio. Newyork: Kodansha International Ltd; 1987.
55. Mori S, Ohtani Y, İmanaka K, Reaction Times and Anticipatory Skills of Karate Athletes, Human Movement Science Tokyo: 2002. 21,-2(213,18)
56. MuratF, Voleybolcuların Antropometrik ve Biomotorik Değerlerinin Dikey Sıçramaya Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya: 1999.
57. Muratlı S TF, Çetin E. Sportif hareketlerin Biyomekanik temelleri. Ankara: Bağırhan Yayınları; 2000.
58. Nok-Yeung Law, B.Sc. kinetics and kinematics of the lower extremity during performance of two typical tai chi movements by the elders, Thesis submitted to the Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies in partial fulfillment of the requirements for the MSc degree in Human Kinetic,
59. Okazaki T SMV. Modernes Karate. Tokio: Kodansha İnt. Ltd.; 1987.

60. Öz, Elif, Voleybolda Smaç Kolunun Açısar Kinematik Analizi, Yüksek Lisans Tezi , Ankara: Gazi Üniv., Ağustos 2008.
61. Paydar Ali, Ghiamirad Amir. The Comparative Study of Anthropometrical and Physica Fitness Characteristics in Tabriz Elite Karate Athlates. Aslamic Azad University, Tabriz Branch. 2010. P,10-87.
62. Pearson, Jake N.; Kinematics and Kinetics of the Taekwon-Do Turning Kick, Dissertation in Bachelor Degree in Physical Education, University of Otago, Dunedin, New Zealand, 1997
63. Pieter, F., & Pieter, W. (1995). Speed and force of selected taekwondo techniques. *Biology of Sport* 12(4): 257- 266.
64. Robertson E GD, Cakdwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey SN. *Research Methods in Biomechanics* Champaign: Human Kinetics; 2004.
65. Robertson, D. Gordon E. , Fernando, Carlos, Hart, Michael, Beaulieu Francois; *Biomechanics of the Karate Front-Kick*, Biomechanics Laboratory, School of Human Kinetics, University of Ottawa, Ontario, Canada
66. Roemer, Karen; *Biomechanical Modeling applied to Human Movement Analysis*, XXVII International Symposium of Biomechanics in Sports, 2010
67. Schöllhorn, W.I., Jäger, J.M., & Janssen, D., *Artificial Neural Network Models of Sports Motions*. In Y.B. Hong & R. Bartlett (Eds.), *Routledge Handbook of Biomechanics and Human Movement Science*, London: Routledge, 2008; 50–64.
68. Schwartz, M.L., Hudson, A.R., Fernie, G.R., Hayashi, K. and Coleclough, A., *Biomechanical study of full-contact karate contrasted with boxing*. *Journal of Neurosurgery*, 64, 1986; 248-252.

69. Sforza, C., Turci, M., Grassi, G., Fragnito, N., Pizzini, G. & Ferrario, F., The repeatability of choku-tsuki and oi-tsuki in traditional shotokan Karate: a morphological three-dimensional analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 90 (Suppl. 3), 2000; 947-960.
70. Siu Ming Fong Shirley, Lower, Wai Nam Tsang William, Yin Fat Ng, Gabriel; Lower Limb Joint Sense, Muscle Strength and Postural Stability in Adolescent Taekwondo Practitioners, *International SportMed Journal*, Vol. 14, No.2, 2013
71. Smith, P.K., & Hamill, J., The effect of punching glove type and skill level on momentum transfer. *Journal of Human Movement Studies*, 12, 1986; 153–61.
72. Smith, T.A., Bishop, P.J., Wells, R.P., Three dimensional analysis of linear and angular accelerations of the head experienced in boxing. In: *Proceedings of the IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impacts*, BergischGladbach (FRG). Bron, France: IRCOBI, 1988; 271–85.
73. Stull, R.A. & Barham, J.N. An analysis of movement patterns utilized by different karate styles in the karate reverse punch in front stance. In: Ellen Kreighbaum and Alex McNeil (eds.), *Biomechanics in Sports VI*, Bozeman, Montana: Publishers, 1988; 233-243
74. Suwarganda, Edin K. , Razali, Ruhil A. , Wilson, Barry, Flyger, Nick, Ponniyah Arivalagan; *Analysis of Performance of the Karate Punch (Gyaku-Zuki)*

75. TÜRKERİ C. Analyze of Two Differents Karate Techniques From Anthropometrically And Biomechanically Perspectives. adana: çukurova üniversitesi; 2007.
76. Youlian Hong (Principal Investigator) AP,. Biomechanical Analysis of Taekwondo Kicking Technique, Performance & Training Effects. 2000.
77. V M. Measurement of Human Locomotion. 1st ed ed. Florida: CRC Press LLC; 2001.
78. Wasik, Jacek; Kinematics and Kinetics of Taekwon-Do Side kick, Journal of Human Kinetics Volumes, 30, 2011
79. Wąsik J. Kinematic the flaying frontal rising kick. Journal of Physics 2007.
80. Wilk S, McNair R, Feld M (1982) Strikes. American Journal of Physics 51(9): 783–90
81. Witte, K., Emmermacher, P., Hofmann, M., Schwab, K. & Witte, H., Electromyographic researches of Gyaku-Zuki in karate kumite. In Quing Wang (Eds.), Proceedings of XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports Volume 2, Beijing: The People Sport Press, 2005; 861-865
82. Witte, K., Emmermacher, P., Bystrzycki, S. & Potenberg, J., Movement structures of round kicks in karate. In Menzel, H.-J. & Chagas, M. H. (Eds.), Proceedings of the XXVth International Symposium on Biomechanics in Sports, Ouro Preto: Segrac, 2007; 302-305
83. [www.wkf.net/index.php/organization/wkf-history.html](http://www.wkf.net/index.php/organization/wkf-history.html); 1-12-2013,

84. Witte, K., Schobesberger, H., & Peham, C., Motion pattern analysis of gait in horseback riding by means of Principal Component Analysis. *Human Movement Science*, 28(3), 2009; 394–405.
85. Witte, Kerstin, Emmermacher, Peter, Langenbeck, Nico, Perl Juergen; Visuaized Movement Paatterns and their Analysis to Classify Similarities demonstrated by the karate Kick Mae-Geri, *Kinesiology*, 44, 2012
86. Xu, D., Hong, Y., & Li, J., Tai chi exercise and muscle strength and endurance in older people. *Medicine and Sport Science*, 52(R), 2008: 20.
87. [www.phasespace.com/hardware.html](http://www.phasespace.com/hardware.html) , 2013

## **11. ÖZGEÇMİŞ**

**Adı:** Amir

**Soyadı:** GHİAMİ RAD

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Iran, Tabriz, 16.03.1983

**Eğitimi:** Yüksek Lisans

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilimdalı  
Doktora programı

Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Bölümünü

6yıl Iran Karate Milli Takım Sporcusu

Dünya, Asya ve Dünya Üniversite Öğrencileri, karate şampiyonu

**Yabancı Dili:** Türkce, İngilizce, Farsça