



**ELİT ERKEK VOLEYBOLCULARDA FARKLI AÇISAL HIZLARDA  
UYGULANAN İZOKİNETİK KUVVET İLE SMAÇ KOLU HIZI VE  
SIÇRAMA İLİŞKİSİ**

**Elvan ÖZ**

**YÜKSEK LİSANS  
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
ANTRENMAN VE HAREKET BİLİMLERİ PROGRAMI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARALIK 2020**

Elvan ÖZ tarafından hazırlanan “ELİT ERKEK VOLEYBOLCULARDA FARKLI AÇISAL HIZLARDA UYGULANAN İZOKİNETİK KUVVET İLE SMAÇ KOLU HIZI VE SIÇRAMA İLİŞKİSİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Antrenman ve Hareket Bilimleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Mehmet GÜNAY

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

**Başkan :** Doç. Dr. Serdar USLU

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

**Üye :** Doç. Dr. Burcu ERTAŞ DÖLEK

Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

**Üye :** Unvanı Adı SOYADI

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

**Üye :** Unvanı Adı SOYADI

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi: 21/12/2020

Jüri üyeleri tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yasemin DÜNDAR  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Elvan ÖZ

21/12/2020



# ELİT ERKEK VOLEYBOLCULARDA FARKLI AÇISAL HIZLARDA UYGULANAN İZOKİNETİK KUVVET İLE SMAÇ KOLU HIZI VE SİÇRAMA İLİŞKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Elvan ÖZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2020

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, elit erkek voleybolcularda farklı açısall hızlarda uygulanan izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı ve sıçrama ilişkisi incelenmesidir. Çalışmaya Türkiye Voleybol Federasyonu Efeler Ligi'nde (Süper Lig) büyükler (A takım) kategorisinde mücadele eden 13 elit erkek voleybol oyuncusu gönüllü olarak katılmıştır. Denekler, voleybol sahasının 4 numaralı bölgesinden smaç vuruşu gerçekleştirmişlerdir. İzokinetik kuvvet ölçümleri; dirsek ve diz ekleminde 60°/sn, 180°/sn ve 300°/sn açısall hızlarda ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Belirlenen hareketlerde 60°/sn açısall hızda 5 tekrar, 180°/sn açısall hızda 10 tekrar ve 300°/sn açısall hızda 15 tekrar uygulanmıştır. Dirsek ve diz ekleminde ekleminde fleksiyon/ekstansiyon hareketleri yapılmıştır. Voleybola özgü teknik harekette gerçekleştirilen sıçrama (smaç sıçraması) yükseklikği üç boyutlu görüntüleme ve hareket analizi (Vicon Peak, Oxford, UK) yazılımları aracılığıyla tespit edilmiştir. Deneklerin smaç vuruşu gerçekleştirdiği görüntülerden aynı sistematik yol kullanılarak (üç boyutlu hareket analizi) smaç kolu hızı da elde edilmiştir. Yüksek hızlı kameralarla gerçekleştirilen bu sistemde saniyede 200 kare görüntü elde edilmiş olup, her bir smaç sıçraması için yaklaşık 500-600 kare, her bir denekten 5 başarılı smaç vuruşu ve toplamda 13 denek ile 32.500 kare görüntüye ulaşılmış ve analiz edilmiştir. İzokinetik kuvvet ölçümleri, Isomed 2000 (D&R Ferstl GmbH, Hemaü, Germany) izokinetik kuvvet dinamometresi ile yapılmıştır. Deneklerin farklı açısall hızlarda uygulanan izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı ve sıçrama ilişkisini belirlemek için Spearman Korelasyon Testi uygulanmış olup, anlamlılık seviyesi  $p<0.05$  olarak belirlenmiştir. Deneklerin izokinetik diz kuvveti ve sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişki incelendiğinde, 60°/sn ve 180°/sn açısall hızlarda baskın bacak diz ekstansiyon kuvveti ile sıçrama yüksekliği arasında pozitif anlamlı bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla  $r=.582$ ,  $p=.035$ ;  $r=.736$ ,  $p=.003$ ). 60°/sn ve 180°/sn açısall hızlarda diğerr değişkenlerde ve 300°/sn açısall hız diz izokinetik kuvvet değerrleri ile sıçrama yüksekliği değerrleri arasında ise anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Dirsek izokinetik kuvvet ve smaç kolu hızı arasındaki ilişki incelendiğinde, 60°/sn açısall hızda baskın olmayan dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir ( $r=.562$ ;  $p=.044$ ). Ayrıca 300°/sn açısall hızda baskın dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur ( $r=.598$ ;  $p=.029$ ). Diğerr değerrkenlerde tüm açısall hızlarda izokinetik dirsek kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ( $p<0.05$ ).

Bilim Kodu : 1301

Anahtar Kelimeler : İzokinetik kuvvet, voleybol, smaç, sıçrama

Sayfa Adedi : 86

Danışman : Prof. Dr. Mehmet GÜNAY

# RELATIONSHIP BETWEEN ISOKINETIC STRENGTH APPLIED AT DIFFERENT ANGULAR VELOCITIES AND SPIKED ARM VELOCITY AND JUMPING IN ELITE MALE VOLLEYBALL PLAYERS

(M. Sc. Thesis)

Elvan ÖZ

GAZİ UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

December 2020

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the relation between isokinetic strength applied at different angular speeds and spike arm speed and jumping in elite male volleyball players. Thirteen elite male volleyball players from Turkish Volleyball Federation Efeler League voluntarily participated in this study. Subjects performed the spike from the number 4 to the target area on the other court. Isokinetic strength measurements were performed separately at angular speeds of the elbow and knee joint measurements at 60°/sec, 180°/sec and 300°/sec. 5 repetitions at angular speed of 60°/sec, 10 repetitions at angular speed of 180°/sec and 15 repetitions at angular speed of 300°/sec were applied in the specified movements. In the elbow and knee joint flexion/extension movements were performed. Jumping (spike) height performed in volleyball-specific technical movement was determined through three-dimensional view capturing system and movement analysis (Vicon Peak, Oxford, UK) software. Using the same systematic way (three-dimensional view capturing system and movement analysis), the spike arm speed was also obtained from the images where the subjects spiked. In this system, which was realized with high speed cameras, 200 images per second were obtained, approximately 500-600 images (500x5 successful spike for each, totally 32.500) and a total of 32.500 images were reached and analyzed. Isokinetic strength measurements were performed with Isomed 2000 (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Germany) isokinetic strength. Spearman Correlation Test was applied to determine the relation between the isokinetic strength applied at different angular speeds and the spike arm speed and jumping, and the level of significance was determined as  $p < 0.05$ . Examination the relationship between isokinetic knee strength and jump heights of the subjects, we found a positive significant relationship between the dominant leg knee extension strength and jump height at 60°/sec and 180°/sec angular velocities (respectively  $r = .582$ ,  $p = .035$ ;  $r = .736$ ,  $p = .003$ ). On the other hand, no significant correlation was found between 60°/sec and 180°/sec angular velocities in other variables and between 300°/sec angular velocity knee isokinetic strength values and jump height values. Examination the relationship between elbow isokinetic strength and spike arm velocity of the subjects, we found a significant positive correlation between non-dominant elbow isokinetic strength at 60°/sec angular velocity and spike arm velocity ( $r = .562$ ;  $p = .044$ ). In addition, a significant positive correlation was found between dominant side elbow isokinetic force and spike arm velocity at 300°/sec angular velocity ( $r = .598$ ;  $p = .029$ ). In other variables, there was no significant relationship between isokinetic elbow strength and spike arm velocity at all angular velocities ( $p < 0.05$ ).

Science Code : 1301

Key Words : Isokinetic strength, volleyball, spike, jump

Page Number : 86

Advisor : Prof. Dr. Mehmet GÜNAY

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı hazırlama sürecimde alandaki tüm tecrübesi ve engin bilgisiyle yanımda olan ve desteğini her zaman hissettiren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Günay'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana büyük bir bilgi birikimi katan Prof. Dr. Ömer Şenel hocama ve bize duyduğu güven ile sporcularının ölçümlere dahil edilmesine izin vererek bu çalışmanın oluşmasına büyük bir katkı sağlayan Doç. Dr. Serdar Uslu'ya teşekkür ederim. Tez ölçümleri süresince durmaksızın çalışarak yardımlarını eksik etmeyen sevgili Çağdaş Özgür Cengizel'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmama katılan, destek veren ve ölçümler boyunca tam performans göstererek zaman ayıran Maliye Milli Piyango Spor Kulübü erkek voleybol takımının kıymetli sporcularına ve çalışmama dahil olan, katkısı bulunan adını sayamadığım herkese çok teşekkür ederim. Bana olan inançlarıyla, manevi olarak dimdik ayakta durmamı sağlayan, her zaman başaracağıma inanan ve inandıran aileme sonsuz teşekkür ederim. Tez yazım aşamasında dünyaya gözlerini açan ve yazma sürecimi büyük keyifle geçirmemi sağlayan yeğenim bebek Kutalp Cengizel'e en tatlı teşekkürümü sunarım. En özel teşekkürüm ise; hayatımın sadece eğitim alanında değil her alanında imzası bulunan, bilgisi, tecrübesi ve sonu olmayan sevgisiyle hayatım boyunca yoluma ışık tutan en büyük destekçim canım ablam Dr. Elif Cengizel'dir.



## İÇİNDEKİLER

|                                                              | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                   | iv    |
| ABSTRACT .....                                               | v     |
| TEŞEKKÜR .....                                               | vi    |
| İÇİNDEKİLER .....                                            | vii   |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....                                   | ix    |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....                                     | x     |
| RESİMLERİN LİSTESİ.....                                      | xi    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                 | xv    |
| 1. GİRİŞ .....                                               | 1     |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                       | 5     |
| 2.1. Voleybol ve Oyun Yapısı .....                           | 5     |
| 2.1.1. Voleybolda teknik elementler .....                    | 7     |
| 2.1.2. Voleybolda mevkiler ve özellikleri.....               | 8     |
| 2.2. Voleybolda Smaç .....                                   | 10    |
| 2.3. Kuvvet.....                                             | 13    |
| 2.3.1 Kuvveti etkileyen faktörler.....                       | 14    |
| 2.3.2. Kuvvetin sınıflandırılması .....                      | 15    |
| 2.3.3. Kas kasılma türleri ve tipleri .....                  | 16    |
| 2.3.4. Sporda kas liflerinin önemi .....                     | 16    |
| 2.3.5. Kuvvet antrenman metotlarının sınıflandırılması ..... | 17    |
| 2.3.6. Kuvvet antrenmanlarının yararları.....                | 17    |
| 2.4. Voleybolda Kuvvet.....                                  | 18    |
| 2.4.1 Voleybolda kol kuvveti .....                           | 18    |
| 2.4.2. Voleybolda bacak kuvveti .....                        | 19    |

|                                                                              | <b>Sayfa</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.5. İzokinetik Kuvvet .....                                                 | 20           |
| 2.5.1. İzokinetik parametreleri .....                                        | 22           |
| 2.5.2 İzokinetik kuvvet kullanım alanları .....                              | 23           |
| 2.6. Biyomekanik .....                                                       | 24           |
| 2.6.1 Spor biyomekaniği .....                                                | 26           |
| 2.6.2. Hareket analizi .....                                                 | 27           |
| 3. YÖNTEM .....                                                              | 29           |
| 3.1. Araştırma Grubu .....                                                   | 29           |
| 3.2. Veri Toplanması .....                                                   | 30           |
| 3.2.1. Vücut ağırlığı, boy ve vücut kompozisyonu .....                       | 30           |
| 3.2.2. İzokinetik kuvvet .....                                               | 32           |
| 3.2.3. Smaç sıçrama yüksekliği ve smaç kolu hızı .....                       | 35           |
| 3.3. İstatistiksel Analiz .....                                              | 42           |
| 4. BULGULAR .....                                                            | 45           |
| 4.1. Diz İzokinetik Kuvvet .....                                             | 45           |
| 4.2. Dirsek İzokinetik Kuvvet .....                                          | 48           |
| 4.3. Smaç Kolu Hızı ve Sıçrama Yüksekliği .....                              | 51           |
| 4.4. İzokinetik Kuvvet ile Smaç Kolu Hızı ve Sıçrama Arasındaki İlişki ..... | 51           |
| 5. TARTIŞMA .....                                                            | 57           |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....                                                   | 65           |
| KAYNAKLAR .....                                                              | 67           |
| EKLER .....                                                                  | 79           |
| EK-1. Etik Kurul Onayı .....                                                 | 80           |
| EK-2. Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu .....            | 81           |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                               | 84           |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                                                  | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 4.1. Deneklerin 60°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf diz izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması.....       | 46    |
| Çizelge 4.2. Deneklerin 180°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf diz izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması.....      | 47    |
| Çizelge 4.3. Deneklerin 300o/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf diz izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması.....      | 47    |
| Çizelge 4.4. Deneklerin 60°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması.....    | 49    |
| Çizelge 4.5. Deneklerin 180°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması.....   | 50    |
| Çizelge 4.6. Deneklerin 300°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırılması..... | 50    |
| Çizelge 4.7. Deneklerin smaç kolu hızı ve sıçrama yüksekliği değerleri .....                                                             | 51    |
| Çizelge 4.8. İzokinetik diz kuvvet ve sıçrama yüksekliği ilişkisi.....                                                                   | 51    |
| Çizelge 4.9. Dirsek izokinetik kuvvet ve smaç kolu hızı ilişkisi .....                                                                   | 54    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 4.1. Erkek voleybolcularda diz fleksiyon (H) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan bacakta karşılaştırılması (*:p<0.05).....                                                                                                                                    | 45    |
| Şekil 4.2. Erkek voleybolcularda diz ekstansiyon (Q) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan bacakta karşılaştırılması                                                                                                                                                  | 46    |
| Şekil 4.3. Erkek voleybolcularda dirsek fleksiyon (B) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan dirsekte karşılaştırılması.....                                                                                                                                           | 48    |
| Şekil 4.4. Erkek voleybolcularda dirsek ekstansiyon (T) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan dirsekte karşılaştırılması.....                                                                                                                                         | 49    |
| Şekil 4.5. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf diz fleksiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç sıçrama yüksekliği arasındaki ilişki.....                                                                                                                        | 52    |
| Şekil 4.6. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf diz ekstansiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç sıçrama yüksekliği arasındaki ilişki (g grafiğinde anlamlı pozitif ilişki $r=.582$ , $p=.035$ ; h grafiğinde anlamlı pozitif ilişki $r=.736$ , $p=.003$ )..... | 53    |
| Şekil 4.7. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek fleksiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı arasındaki ilişki.....                                                                                                                              | 55    |
| Şekil 4.8. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek ekstansiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı arasındaki ilişki (t grafiğinde anlamlı pozitif ilişki $r=.562$ , $p=.044$ ; u grafiğinde anlamlı pozitif ilişki $r=.598$ , $p=.029$ ) .....      | 56    |

## RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim                                                                                                                 | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Resim 3.1. Deneklerin boy uzunluklarını ölçmek için kullanılan stadiometre.....                                       | 30    |
| Resim 3.2. Deneklerin vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu ölçümelerini almak için kullanılan bioempedans cihazı..... | 31    |
| Resim 3.3. Deneklerin bioempedans analizi ve vücut ağırlıklarının belirlenmesi .....                                  | 32    |
| Resim 3.4. ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Germany) izokinetik kuvvet dinamometresi.....                         | 32    |
| Resim 3.5. Deneklerin diz izokinetik kuvvet ölçümlerinin belirlenmesi .....                                           | 33    |
| Resim 3.6. Deneklerin dirsek izokinetik kuvvet ölçümlerinin belirlenmesi .....                                        | 34    |
| Resim 3.7. Deneklerin üzerine işaretleyicilerin (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak) yerleştirilmiş görüntüsü.....   | 36    |
| Resim 3.8. Vicon T10 seri kameraları.....                                                                             | 37    |
| Resim 3.9. Bonita kameraları .....                                                                                    | 37    |
| Resim 3.10. İşaretleyicilerin anatomik referans noktalarına göre konumları.....                                       | 38    |
| Resim 3.11. Voleybol top atma cihazı (Sports Attack, Total Attack, USA) .....                                         | 39    |
| Resim 3.12. Voleybol top atma cihazı (Sports Attack, Total Attack, USA) .....                                         | 39    |
| Resim 3.13. Vicon Nexus yazılımında deneklerin T-Poz görüntüsü.....                                                   | 40    |
| Resim 3.14. Vicon Nexus kameraların yerleşimi .....                                                                   | 41    |
| Resim 3.15. Vicon Nexus yazılımı arayüzü .....                                                                        | 41    |
| Resim 3.16. Deneklerin Vicon Nexus yazılımında smaç vuruş görüntüleri .....                                           | 42    |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| <b>Simgeler</b>      | <b>Açıklamalar</b> |
|----------------------|--------------------|
| <b>%</b>             | Yüzde              |
| <b>cm</b>            | Santimetre         |
| <b>kg</b>            | Kilogram           |
| <b>m<sup>2</sup></b> | Metrekare          |
| <b>mm</b>            | Milimetre          |
| <b>Nm</b>            | Newtonmetre        |
| <b>p</b>             | Anlamlılık Düzeyi  |
| <b>sn</b>            | Saniye             |
| <b>SS</b>            | Standart Sapma     |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>  |
|--------------------|---------------------|
| <b>B</b>           | Biceps              |
| <b>Eks</b>         | Ekstansiyon         |
| <b>Fleks</b>       | Fleksiyon           |
| <b>H</b>           | Hamstring           |
| <b>Maks</b>        | Maksimum            |
| <b>Min</b>         | Minimum             |
| <b>Ort</b>         | Ortalama            |
| <b>Q</b>           | Quadriceps femoris  |
| <b>T</b>           | Triceps             |
| <b>VA</b>          | Vücut ağırlığı      |
| <b>VKİ</b>         | Vücut kütle indeksi |
| <b>VKM</b>         | Vücut kütle merkezi |
| <b>YA</b>          | Yağ ağırlığı        |
| <b>Yağ %</b>       | Vücut yağ yüzdesi   |
| <b>YK</b>          | Yağsız kütle        |
| <b>ZT</b>          | Zirve tork          |





## 1. GİRİŞ

Voleybol, dünyanın en popüler sporlarından biridir (Dekerle ve diğerleri, 2014) ve son yıllarda, daha hızlı performans gerektirmesi ve değişen/gelişen teknikler sayesinde dikkate değer bir teknik ilerlemeye tanık olmuştur (Incidence, 2009).

Birçok atletik uğraşta olduğu gibi voleybolda da başarı, kasların anında veya birkaç saniye içinde yüksek yoğunluklu güç üretme yeteneğine bağlıdır. Patlayıcı kuvvetin oluşması, hareket hızı ile belirli kas grupları tarafından geliştirilen kuvvet arasındaki orana bağlıdır (Alexander, 1990). Bu nedenle, bir sporcunun başarısı, hem sporcunun hareketlerini olabildiğince çabuk ve yüksek yoğunlukta gerçekleştirme fiziksel kapasitesi hem de voleybolda motor beceri gelişimi derecesi ile ilgilidir (Smith ve diğerleri, 2007).

Voleybolda smaç, takımların müsabaka performansı ile yüksek ilişkili olup, oyunda en çok sayı alma aracıdır (Marcelino ve diğerleri, 2008; Palao ve diğerleri, 2004).

Elit voleybolcuların bir maç süresince 100-150 kez sıçrama yaptığı bilgisi, voleybol oyuncularının sıçramaya ve bacak gücüne olan ihtiyacını ortaya koymaktadır (Renstrom, 1994). Elit erkek voleybolcularda yapılan bir çalışmada, sporcuların çeşitli tiplerde sıçramalar yaptığı (% 50'sinin kalça ekstansiyonu, diz ekstansiyonu ve ayak bileği plantar fleksiyonu gerektiren) 250–300 yüksek-güç aktivitesi rapor edilmiştir (Hasegawa ve diğerleri, 2000).

Literatür taraması yapıldığında, farklı spor branşlarında izokinetik kuvvet ve ilgili spor branşına özel teknik ve temel motorik özellikler arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalara rastlanmaktadır. Yüzme branşında, yüzücülerin alt ekstremité izokinetik kuvvet değerleri ve yüzme performansına etkisinin araştırıldığı çalışmada Yapıcı ve diğerleri, 2016; 3 farklı açışal hızda (60°/sn, 180°/sn ve 240°/sn) sağ ve sol diz için izokinetik ölçümler uygulanmış ve izokinetik kuvvet ile kara ve direnç antrenmanları arasındaki ilişki incelenmişlerdir. “Sporcularda Bacak Hacmi, Kütlesi Hamstring-Quadriceps Oranı ile Anaerobik Performans ve İzokinetik Bacak Kuvveti Arasındaki İlişki” başlıklı çalışmada ise voleybol, basketbol ve futbolcularda alt ekstremité izokinetik kuvvet değerleri ile diğer parametreler arasındaki ilişkiler incelendiği görülmektedir (Özkan ve Kin-İşler, 2011).

Singh ve Rathore (2013) çalışmalarında genç erkek voleybolculara ( $16\pm2,28$  yaş) güçlü bir smaç ve taktiksel açıdan kullanılan smaç plase uygulatmışlardır. Top hızı ile kol salınımı hızının iki farklı teknik smaç vuruşunda anlamlı farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Ferris ve diğerleri, 1995; voleybolda smaç hızı ile sporcuların fiziksel ve fizyolojik değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelerken, Valadés Cerrato ve diğerleri (2016) ise sezon boyunca top hızı ile sporcuların antropometrik karakteristikleri ve kuvvetleri arasında ilişki olup olmadığını araştırmışlardır.

Literatür incelendiğinde farklı spor branşlarında izokinetik kuvvet ile belirlenen özellikler arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalar göze çarpmaktadır. Özellikle voleybol branşında yapılan çalışmalara bakıldığında ise, genellikle alt ekstremité bacak kuvveti ve sıçrama arasındaki ilişkinin incelendiği görülmektedir. Alt ve üst ekstremité izokinetik kuvveti aynı çalışmaya dahil eden ve bunun smaç kolu hızı ve smaç sıçraması ile ilişkisini farklı açısal hızlarda elit erkek sporcular üzerinde inceleyen çalışmaya ise rastlanmamıştır.

### Problem Durumu

İzokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı ve sıçrama arasında ilişki var mıdır?

### Alt Problemler

1. Dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında ilişki var mıdır?
2. Diz izokinetik kuvveti ile smaç sıçraması arasında ilişki var mıdır?
3. İzokinetik diz kuvvet baskın ve baskın olmayan taraf arasında fark var mıdır?
4. İzokinetik dirsek kuvvet baskın ve baskın olmayan taraf arasında fark var mıdır?

### Çalışmanın Önemi ve Amacı

Literatür incelendiğinde farklı spor branşlarında izokinetik kuvvet ile belirlenen özellikler arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmaların olduğu, özellikle voleybol branşında yapılan çalışmalara bakıldığında ise genellikle alt ekstremité bacak kuvveti ve sıçrama arasındaki ilişkinin incelendiği görülmüştür. Bununla birlikte, alt ve üst ekstremité izokinetik kuvveti (farklı açısal hızlarda) aynı çalışmaya dahil eden ve bunun smaç kolu hızı ve smaç

sıçraması ile ilişkisini elit erkek sporcular üzerinde inceleyen çalışmaya ise rastlanmamıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, gerek antrenörler gerekse kondisyonerler ve sporcular için antrenman planlaması/performans takibi aşamalarında göz önünde bulundurabilecekleri bir araştırma sonucu elde edilmiş olması bakımından önem arz etmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı elit erkek voleybolcularda farklı açısall hızlarda uygulanan izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı ve smaç sıçraması arasındaki ilişkiyi incelenmektedir.

#### Sayıtlılar

1. Araştırmaya katılan sporcuların maksimum performans sergiledikleri
2. Deneklerin testler öncesinde yeterince dinlenerek teste hazırlıklı geldikleri varsayılmıştır.

#### Sınırlılıklar

1. Araştırmaya sadece erkek elit voleybolcular katılmıştır.
2. Son 6 ay içerisinde sakatlık geçirmemiş voleybolcular çalışmaya dahil edilmiştir.

#### Tanımlar

*Voleybol:* Voleybol günümüzde dünyanın en popüler spor disiplinlerinden biridir. Hem amatörler hem de profesyonel oyuncular tarafından oynanır. Oldukça yaygın bir takım sporudur ve takımlarca oynanan karşılmalı sporlar grubuna dahildir. File ile iki eşit parçaya bölünen alanda iki takım karşılıklı olarak yer alırlar. Standart alan ölçüsü (9 m x 18 m), file yüksekliği (2,24 m veya 2,43 m) ve sayılı oyuncular (“6 – 6”) gerçek oyuncu gelişimi ya da özel grubun gereksinimlerini karşılamak için yerleştirilir. Oyun sayı, set ve sonunda da maçı kazanmak için oynanır. Zaman sınırlaması yoktur. Karşı takımla doğrudan fiziksel temas olmadan, oyundaki her bir taraf topu, karşı takımın zemine ya da filenin üzerinden tekrar geri gönderilemeyecek biçimde bırakır. Top karşı takımın alanına aktarılmadan önce topla her bir taraf maksimum üç defa oynayabilir. Hata sayıyla ya da servisin el değıştirmesi ile son bulur (Çelenk, 2013).

*İzokinetik:* İzokinetik kelimesi iso ve kinetik kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşmuştur. İso aynı-eşit, kinetik ise hareket anlamına gelmektedir. İzokinetik kasılma aynı hareket anlamını taşır ve hareket eşit hızda sürdürülür. Hareket sabit hızda yapılırken, direnç ya da yük kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir (Günay ve diğerleri, 2018).

*Kuvvet:* Bir direnç karşısında belirli bir ölçüde dayanabilme yeteneğidir. Sporda “kişinin bir dirence karşı koyabilme veya bir aracı ya da kendi vücudunu ileriye doğru hareket ettirebilmesi” şeklinde tanımlanır (Günay ve diğerleri, 2017)

*Biyomekanik:* Biyomekanik insan hareketleri oluşturan mekanik kuralların hücre, doku ve daha geniş anlamda organizma seviyesinde etkilerini ve sonuçlarını inceleyen bir bilim alanıdır (İnal, 2013). Spora özgü biyomekanik ise insan vücuduna etki eden iç ve dış kuvvetler ile bu kuvvetlerin etkilerini inceleyen bilim dalıdır. İnsan vücudunu ve hareketlerini anatomik ve fizyolojik bilgiler içerisinde, mekanik yasaları ve yöntemlerine göre inceleyen bilim dalıdır (Muratlı ve diğerleri, 2000).

*Smaç:* Smaç, bir takımın sayı alabilmesi için oyuncuların uyguladıkları hücum tekniklerinin en önemlilerinden biridir (Çelenk, 2009) ve topun en yüksekte yere doğru olacak şekilde rakip sahaya vurulmasıdır (Budiman, 2016).

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Voleybol ve Oyun Yapısı

Voleybol 100 yıl önce 1895 yılında Amerikalı William Morgan tarafından icat edildi. Başlangıçta atletizm için bir eğlence veya antrenman sporu olduğu düşünülüyordu. Bugün, aktif oyuncu sayısı bakımından dünyanın en büyük sporlarından biri olarak kabul edilmektedir (FIVB, 2020).

Voleybol 1964'ten beri Olimpiyat Oyunlarında yer almaktadır ve kadınlar ve erkeklerde dört popüler uluslararası spordan biridir (Aagaard ve Jørgensen, 1996).

Voleybol, oldukça yaygın bir takım sporudur, takımlarca oynanan karşılaşmalı sporlar grubuna dahildir. File tarafından iki eşit parçaya bölünmüş alanda iki takım karşılıklı olarak yer alırlar. Standart alanın ölçüleri (9 m x 18 m), file yüksekliği (2,24 m veya 2,43 m) ve sayılı oyuncular ("6 – 6") gerçek oyuncu gelişimi ya da özel grubun gereksinimlerini karşılamak için yerleştirilir. Oyun sayı, set ve sonunda da maçı kazanmak için oynanır. Zaman sınırlaması yoktur. Karşı takımla doğrudan fiziksel temas olmadan, oyundaki her bir taraf topu, karşı takımın zemine ya da filenin üzerinden tekrar geri gönderilemeyecek biçimde bırakır. Top karşı takımın alanına aktarılmadan önce topla her bir taraf maksimum üç defa oynayabilir. Hata sayısı ya da servisin el değiştirmesi ile son bulur. Servis tekrar kazanıldığında oyuncuların bir sonraki pozisyon için dönüşü saat yönü biçimindedir. Bu durum; takımdaki her oyuncunun sahada her bölgede oynamasını olanaklı kılmakta ve savunma ya da hücumda herhangi bir yer konumunda (son yapılan kural değişikliği ile libero değişikliği göreceli olarak özelleşme sağlamasına karşın) özelleşmesini önlemektir.

Seti kazanmak için 2 sayı farkla 25 sayı zorunludur. Yaş ve cinsiyet kategorilerine bağlı olarak da maçı kazanmak için bir takım 3 ya da 5 set kazanmak zorundadır (Çelenk, 2013).

Voleybolun yalnızca yedi temel tekniği vardır. Her temel becerinin de bazı teknikleri vardır. Bu yedi temel teknik aşağıdaki gibidir:

1. Servis karşılama
2. Oyun kurma

3. Alan savunması
4. Dublaj
5. Servis
6. Hücüm vuruşu
7. Blok

Bu becerilerin manşet pas, parmak pas, tek elle pas, plonjon, ayakta karşılama, vücudun önünden hücüm vuruşu, vücudun yanından hücüm vuruşu, tek ayak üzerinde vuruş, hücüm bloğu ve savunma bloğu (tekli, ikili, üçlü) gibi teknikleri bulunmaktadır (Baacke, 2006).

Voleybolun en büyük özelliği birbirini hızlı izleyen değişik ve çeşitli oyun durumlarının çabucak değişmesiyle bütünleşebilmedir. Erken tanımlama ve durumun değerlendirilmesi, zihinsel sezinleme, olasılıkları tartma ve en uygun çözümün seçimi voleybolda anahtar öğelerdir. Oyun durumlarının çabucak değişmesinin sonucu olarak bütün oyun hareketleri dar bir zaman çerçevesi içerisine sıkıştırılmıştır. Hareketlerin uygulanması sırasında elde edilebilir çok geniş çaplı bilgi ve verim beklentileriyle birlikte, psikolojik baskıya ve fiziksel zorlanmaya karşı yüksek düzeyde yoğunlaşma zorunludur ve uzun bir süre (oyun süresi) korunabilmelidir.

Voleybolda oyuncuların pozisyonu filededir ve tekrarlayan ataklar sırasında oyuncular genellikle parmaklarını uzatarak topa temas etmek ya da smaç vuruşu yapmak için sıçrarlar ya da savunma pozisyonundadırlar ve filede blok yaparlar ya da ön kolları ile topu ayakta karşılarlar. Voleybolun temel hareketlerinden biri blok ve smaç sırasında yapılan sıçramadır ve voleybola özgü antrenmanlar sırasında bu hareketlerin hızlı değiştiği bilinmektedir (Solgird ve diğerleri, 2012).

Voleybol son yıllarda, daha hızlı performans gerektirmesi ve değişen/gelişen teknikler sayesinde dikkate değer bir teknik ilerlemeye tanık olmuştur (Incidence, 2009).

Voleybol, oyuncuların çok kısa bir sürede hızlı hareket ettiği ve tekrarlı dikey sıçrama yaptığı bir spordur. Bir voleybol maçı sırasında, oyuncuların servis atmaları, paslaşmalarının yanı sıra smaç ve hücüm yapmaları gerekir. Bu eylemler arasında, smaç vuruşu ve hücüm yapmak, yoğun dikey sıçrama ve sonrasında yere iniş gerektirir (Kim ve Jeoung, 2016).

Voleybolda, bir maç 3 saate kadar sürebilmesine rağmen voleybol, fosfojen sistemin enerji katkısını önemli derecede içeren bir spordur. Bu çoğunlukla oyun sırasında; patlayıcı hareket modelleri, hızlı ve çevik konumlandırma, sıçramalar ve bloklar gibi birincil anaerobik efor hareketlerinden kaynaklanmaktadır (Dal Pupo ve diğerleri, 2012).

### 2.1.1. Voleybolda teknik elementler

Voleybolda kullanılan temel teknikler farklı hareketlerin birleşiminden oluşmaktadır. Bu hareketler, birbirini takip eden hareketler bütünü olarak oluşmaktadır. Bu nedenle voleybol temel tekniklerinin öğretiminde kullanılan yaklaşımların bilinmesi önem kazanmaktadır.

Voleybolda teknik elementler şu şekilde sıralanabilir:

- **Servis:** Oyunu başlatan teknik elementtir. Servis çizgisi gerisinden (fileye 9 m uzaklıktadır) farklı tekniklerle topun tek el ile vurularak karşı tarafa geçirilmesini içerir. Hazır bulunma, top atma, topla temas ve takip etme gibi farklı safhalardan oluşur. Sporcular durarak (alttan, yüzen) ya da sıçrayarak (sıçrayarak yüzen, smaç servis, tek ayak servis) farklı tekniklerle servis uygulayabilir.
- *Servis karşılama:* Servis sonrası gerçekleştirilen teknik elementtir. Topun karşılanması ve pasöre iletilmesi sürecini içerir. Hazır bulunma, yer değiştirme ya da konum alma, topla temas ve takip etme gibi farklı safhalardan oluşur. Baş üstü vuruş ya da paslar veya manşet pas ile uygulanabilir.
- *Pas (Parmak pas) ya da oyun kurma:* Servis karşılama ya da defanstan gelen topun hücum oyuncularına yönlendirilmesi sürecini içerir. Hazır bulunma, yer değiştirme ya da konum alma, topla temas ve takip etme gibi farklı safhalardan oluşur. Sıklıkla pasörler tarafından durarak ya da sıçrayarak uygulanır.
- *Smaç:* Pasörün (ya da takım arkadaşlarının) attığı pasa sıçrayarak tek el ile vurma sürecini içerir. Nadiren durarak ya da rakipten gelen ilk topa sıçrayarak (çok az görülse de bazen ikinci “pas” sonrası) da uygulanabilir. Hazır bulunma, yaklaşma, kol salınımı, havalanma, topla temas, takip etme, yere konma safhalarından oluşur. Plase şeklinde varyasyonları da gözlenebilir.
- *Blok:* Rakip hücumunu file üzerinde durdurmak amacıyla çoğunlukla çift el ile olmak üzere sıçrayarak fileye yakın uygulanır. Hazır bulunma, yer değiştirme (adımlama),

havalanma, topla temas (temas olmaya da bilir), yere konma safhalarından oluşur. Sadece file önü sporcular tarafından uygulanabilir.

- *Manşet pas (Defans)*: Rakip takım hücum vuruşlarını karşılamak amacıyla bel hizasında çift el ile topu karşılama ve pasöre aktarma sürecini içerir. Hazır bulunma, yer değiştirme, topla temas, takip etme safhalarından oluşur (Cengizel, 2019b).

### 2.1.2. Voleybolda mevkiler ve özellikleri

Beceriler, oyuncuların bireysel ve toplu performansına göre belirlenir. Bu anlamda voleybol oyununun başarısını belirleyen fonksiyonel bir özelleşme vardır (Matias ve Greco, 2011). Voleybolda bulunan mevkiler aşağıdaki gibidir:

- Pasör
- Orta oyuncu
- Smaçör
- Pasör çaprazı
- Libero

#### Pasör

Pasör bir voleybol takımında önemli kabul edilir (Matias ve Greco, 2011). Pasör, oyun kurucusudur. Smaçörlere ve orta oyunculara hücum yapmaları için pas atar. Takımın beyni olarak adlandırılır. Oyunu çok iyi okumalı ve oyuncularını çok iyi tanımalıdır. Çok hızlı ve çevik olmaları istenir. Genelde ön bölgede 2, arkada 1 numaralı bölgede oynarlar (Cengizel, 2019b). Pasörler, takımın hücum becerilerinin organizasyonundan sorumlu olma işlevini (Nikos ve diğerleri, 2017) yerine getirir (Zetou ve diğerleri, 2007; Castro ve Mesquita, 2008). Pasör, bir voleybol takımının başarısı için anahtar bir parça olarak görülmektedir çünkü pasör tarafından gerçekleştirilen oyun kurma takımın başarısını doğrudan etkiliyor gibi görünmektedir (Buscà ve Febrer, 2012). Pasör teknik ve zeka özelliğini en iyi şekilde birleştirerek, hücum oyuncularının yapacağı etkili hücumlarda sonuç üzerine söz sahibi olan kişidir. Rakip sahadan gelen topların birinci pas olarak değerlendirilip oyuna sokulmasından sonra, ikinci pas olarak özellikle oyun kurucu yani pasör tarafından kullanılır. Pasör, düzenlenen hücum planının uygulamaya konmasında kritik bir göreve sahiptir. Zamanlama, hücum oyuncusu ile topu buluşturabilmek için en



önemli noktadır. Pasörün ikinci pası ne kadar kaliteli olursa, hücum oyuncusunun topu rakip sahaya aktarması o denli etkili olur. Ayrıca, sıçrayarak atılan paslar da, rakip bloğun dengesini bozmak için kullanılmaktadır (Lenberg, 2004).

### Orta Oyuncu

Voleybolda, 1998'deki düzenlemelerle liberonun defans için özelleştirilmiş oyuncu olmasıyla, orta oyuncular arka pozisyonlarda (çoğunlukla) libero ile değiştirilmeye başlandı (González ve diğerleri, 2005). Orta oyuncular, takımının en iyi blokçularıdır (Selinger, 1986). Başarılı bir şekilde blok yapmak, günümüz voleybolunda kazanan takımların çok önemli bir özelliğidir ve maçı kazanmak için en önemli ikinci beceri olarak sıralanmaktadır. Bloğun etkinliği için anahtar noktalar; öngörü, karar verme, hareket hızı ve sıçrama yeteneğidir. Oyuncuların maçlarda blok yapmak için kullandıkları en popüler teknikler basit dikey sıçrama, kayma ve çapraz adımlamadır (Lobietti, 2009).

Bu değişiklik, artık karşılama veya savunma yapmak zorunda kalmayan orta oyuncuların daha fazla özelleşmesine neden oldu. Sonuç olarak, görevleri çoğunlukla ön alan ile, yani blok (Araújo ve diğerleri, 2010) ve hücum (Peiró ve diğerleri, 2017) artı servis (Afonso ve diğerleri, 2012) ile sınırlıdır. Orta blokçular ön alandaki pozisyonları sırasında filenin merkezinde oynarlar (Costa ve diğerleri, 2016). Genellikle ilk tempo atakları, oyun kurma öncesi pasörün yanına sıçradıkları yerde olur ve hızlı vuruşlar yaparlar (Afonso ve diğerleri, 2010). Marcelino ve diğerleri (2014), karşı takımın hücum bölgesini tahmin etmeyi orta oyuncular ile ilgili temel değişkenlerden biri olarak belirlemiş ve böylece bu oyuncuların stratejik önemini vurgulamıştır.

### Smaçör

Takımın en önemli hücum oyuncularıdır. Çok iyi motorik özelliklere sahip olması gerekir. Sahada bir libero kadar iyi manşet almak, bir orta oyuncu kadar iyi blok yapmak durumundadır. Yüksek sıçrama kapasitesi, etkili bir hücum anlayışı, kuvvetli bir vuruş koluna sahip olmaları beklenir. Genelde ön bölgede 4, arkada ise 6 numarada oynarlar (Cengizel, 2019b).

### Pasör Çaprazı

Voleybolda, 5-1 takım kompozisyonunda pasörün çaprazında oynayan oyuncuya "pasör çaprazı" denir ve genellikle sahanın sağ tarafında oynar. Pasör çaprazı, oyun alanının 2 numaralı bölgesinden hücum yapar. Genellikle solak oyuncular bu bölge için tercih edilir. Çok iyi smaç vurmaları ve çok güçlü servis atmaları gerekir. File önünde smaç etkinliği kadar blok yüksekliği ve blok etkinliğinin de yüksek olması istenir. Arka bölgede de hücum görevlerini yerine getirir ve 1 numarada (çok sık olmasa da taktik seçenekler sebebiyle bazen 6 numarada) oynarlar (Cengizel, 2019b; Mesquita ve César, 2017).

### Libero

Voleybolda yer savunması önemli bir unsurdur. İyi bir savunma voleybolda takımları başarıya ulaştırır. Yeni oyun kurallarında savunmayı daha da güçlendirmek için libero sistemi ortaya çıkmıştır. Libero sistemi ile takımların kuvvetlendirilmesi amaçlanmıştır (Çelenk, 2009). Savunma için özelleşmiş bir oyuncudur. Servis atamaz, blok yapamaz, smaç vuramaz. Takımdan farklı renkte forma giyer. Manşet, servis karşılama ve defansı diğer oyuncularından çok daha iyidir. Maçta veya takımda kaptan olamaz. Sadece arka hatta oyuna dahildir. Çok iyi bir karşılama ve manşet pas, defans tekniğine sahip olmasının yanı sıra hızlı ve çevik olmalıdır. Bu mevkideki sporcular fiziksel olarak diğer sporculara göre daha kısa boyludur (Cengizel, 2019b).

## **2.2. Voleybolda Smaç**

Voleybol, her seviyede (örneğin; genç, Olimpik, profesyonel) oynanan bir takım sporudur ve sıçrama, vurma ve blok yapma gibi patlayıcı hareketlere vurgu yapar. Teknik ve taktik becerilere ek olarak, elit yarışmalar sırasında başarı için açık bir avantaj sağlayan en önemli faktörlerin kas kuvveti ve gücü olduğu ileri sürülmüştür (Marques ve diğerleri, 2008). Önemli ölçüde sıçrama ve koşmayı içeren sporlar, diz kırılganlığının ve kuadrisepsin motor becerilerine daha yüksek bir talep getirir (Magalhães ve diğerleri, 2004) .

Her sporda, seyircinin koltuklarından sıçradığı bir an vardır. Voleybolun da altın anı, oyuncunun havaya sıçrayıp, topu rakip sahaya vurarak hücum yaptığı andır. Güçlü atak sayı şansını artırır. Voleybol oyununda smaç, ustalaşması en güç ve zorlu tekniklerden

biridir. Sporcunun; sıçramanın hemen hemen en üst noktasında, maksimum kuvvet ve doğrulukla topa sıçraması ve vurması beklenir. Her smaç tekniğinin kendine özgü hareket düzeni vardır. Belirli yasaları takip eden mekanik faktörler ve çalışma sistemi ile doğrudan ilgili teknikler sayesinde bilimsel bilgi, spor disiplinindeki performans standardında devrim yaratmıştır (Singh ve Rathore, 2013).

Güçlü smaç vuruşu, müsabaka sonucuna etki eden bir puan ve önemli hücum aracı elde etmek için en sık kullanılan tekniktir. Smaç sıçraması becerisi, ikili ve üçlü bloklamanın ortaya çıkması nedeniyle etkinliğinin çoğunu kaybetti. Bununla birlikte, smaç hızındaki artış bu durumda çok etkili olabilir. Smaç, smaç hareketi analizinde dört aşamadan oluşur: yaklaşma, hazırlık, vurma ve iniş (Prsala, 1982). Hücum vuruşu, yaklaşma ile maksimum sıçrama yüksekliğini içerir. Vuruşun sıçrama yüksekliği havada hücum açısı ve zaman avantajı sağlar (Abendroth-Smith ve Kras, 1999). Vuruş safhasında sporcunun havadaki vücut açısı, sporcunun belirli pozisyonundaki ağırlık merkezi, serbest bırakılan nesnenin hızı, serbest bırakma açısı, serbest bırakma yüksekliği vb. smaç performansında önemli bir rol oynar (Coleman ve diğerleri, 1993).

Servis atma, pas verme ve oyun kurma, smaç veya hücum hareketleri ile birlikte yapılır (Briner ve Kacmar, 1997). Voleybolda başarılı olmak için, güçlü bir hücumun olması arzu edilir ve modern oyundaki ana hücum şekli smaçtır (S. Coleman ve diğerleri, 1993). Voleybolda smacın amaçlarından biri, bir yaklaşımla ve ardından dikey bir sıçrayışla başlayarak, topa mümkün olan en yüksek hızda vurmaktır (Rokito ve diğerleri, 1998). İnanılmaz bir şekilde, 16 ila 20 saatlik haftalık antrenman süresi olan yetenekli bir hücum oyuncusu yılda yaklaşık 40.000 kez smaç vuruşu yapmaktadır (Kugler, 1996).

Smaçların etkinliği şüphesiz voleybolda belirleyici bir unsuru temsil eder (Ciccarone ve diğerleri, 2000; Coleman ve diğerleri, 1993; Rokito ve diğerleri, 1998). Yüksek bir seviyede rekabet edebilmek için oyuncu, yüksek top hızı ile karakterize edilen bir smaç üretmelidir. Smaç; hareket, teknik ve kas niteliklerinin birçok bileşenini gerektiren karmaşık bir beceridir (Abendroth-Smith ve Kras, 1999; Ciccarone ve diğerleri, 2000).

Voleybolda smaç, karmaşık bir hareketler bütününden oluşmakta olup; Cisar ve Corbelli (1989) 'ye göre yaklaşma, sıçrama, topla temas ve toparlanma safhalarını içerir.

*Yaklaşma:* Bu safha, sma  r  n bir ayağı diğerinden  nde olacak şekilde, vücudu ve vücut ağırlığını  ne vermesiyle ba lar.  ne doğru birkaç adım ve kol salınımı gerektirir. İki ila dört adım arasında bir yaklaşma ko usu uygulanmasına rağmen, dört adım yaklaşma ko usuyla daha büyük bir yatay hız üretilir. Bu da daha büyük bir dikey moment ve yüksekliğe transfer edilir. Burada amaç maksimum bir dikey sıçrama yüksekliğine ulaşmak için yatay hızı maksimize etmektir (Cengizel, 2019b).

*Sıçrama:* Dikey sıçrama alt ekstremitedeki    eklemin ekstensiyonu ve patlayıcı güç sayesinde. Buna rağmen voleybolda smaç sıçraması, dikey sıçramadan bazı farklılıkları barındırır. Voleybolcular sıçrama safhasında; kollarını önce geriye ve  ne, sonra 180  fleksiyon olacak şekilde yukarı kaldırarak bir kol salınımı uygularlar. Yerçekimsel kuvvetle kolların aşağı ve geriye salınımı ile kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin 90  lik fleksiyonuyla beraber gerçekleşen çökme diyebileceğimiz hareketle sıçramada geçen süre ve kuvvet artar. Çökmenin büyüklüğü öncelikle quadriceps, gastrocnemius ve soleus kaslarının egzantrik kasılması tarafından kontrol edilir. Kolların kuvvetli bir yukarı fleksiyonu buna ek olarak alt ekstremitedeki patlayıcı ekstensiyon, sıçrama yüksekliğini arttıracak olan bir dikey moment oluşturur ve sıçrama gerçekleşir (Cengizel, 2019b).

*Kol salınımı ve topla buluşma:* Kol  ekme ve vuruş olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşur. Kol  ekme, topla vuruş için vücut pozisyonunun hazırlanmasıdır. Sma  rler vuruş yapmayan kolunu topla uzanırcasına ba  üstüne doğru  ekerler. Gövde yana doğru rotasyon yaparken vuruş kolu geriye doğru abduksiyon pozisyonuna getirilerek çekilir. Topla vuruş safhası ise vuruş yapmayan kolun ekstensiyon ve adduksiyonu ve bunu takiben aynı zamanda bacakların da ekstensiyonu ile ba lar. Dikey durumda gövdenin yaklaşık 30  ye doğru yava lamasıyla oluşan moment, kolların omuz ile aynı hizada olacak şekilde ekstensiyon, adduksiyon ve medial rotasyonuna transfer edilir. Bu pozisyon smaç kolunu (Manivela kolu) uzatır ve böylelikle elin potansiyel hızını maksimize eder. Ardından el topla temas için öne fleksiyona geçer. Gövdenin hareketiyle üretilen moment vuruş koluna,  n kola ve ardından ele aktarılır (Cengizel, 2019b).

*Toparlanma:* Topla temas sonrası vuruş kolu tam bir ekstensiyona kadar öne doğru ilerler. Dikey sıçramada da olduğu gibi iki ayağı üzerinde yere konmalıdır. Bu yere d  me ve kol salınımının sonlanmasıyla birlikte sporcu, diğer oyun aksiyonları için hazır bir pozisyon alır (Cisar ve Corbelli, 1989).

### 2.3. Kuvvet

Kuvvet, temel motorik özelliklerden birisidir. Spor biliminde kuvvet kavramı (kas kuvveti) çok değişik alanlarda ve biçimlerde tanımlayıp sınıflandırılmıştır.

Kuvvet, bir kas grubuna bağımlı olarak bir kasın geriliminin sonucudur. Bir dirence karşı uygulanan tansiyon yeteneğidir. Zatziorski'ye göre kuvvet; kaslar sayesinde organizmanın bir dış direnci karşılaması ya da onu yenmesidir (Günay ve diğerleri, 2017).

Hollmann'a göre kuvvet "Bir dirençle karşı karşıya kalan kasların kasılabilme ya da bu direnç karşısında belirli bir ölçüde dayanabilme yeteneğidir". Biyomekanikte ise kuvvet, fiziksel bir büyüklük olarak tanımlanır ( $F=m.a$  ( $F=\text{Kuvvet}$ ,  $m=\text{Kütle}$ ,  $a=\text{İvme}$ )) ve Newton birimi ile ifade edilir. Mesuel ise kuvveti "Kuvvet insanın temel özelliği olup, bunun yardımıyla bir kütleyi hareket ettirir (kendi vücut ağırlığını ya da bir spor aracının), bir direnci aşar ya da ona kas gücü ile karşı koyar." olarak tanımlamıştır (Sevim, 2002).

Kuvvet oluşumuna iç ve dış kuvvetler etki etmektedir. İç kuvvetlerin başlıca kaynağı iskelet kaslarıdır. Kas kuvveti, kasların kasılması ile oluşur. Dış kuvvetler ise şunlardır:

- Diğer şahıslarla temastan doğan kuvvetler,
- Hareketten doğan kuvvetler,
- Sürtünen yüzeyler arasındaki kuvvetler,
- Yerçekimi kuvveti (Günay ve diğerleri, 2017).

Kas kuvvetinin çoğu sporsal etkinlikte ana yönlendirici olduğu görülmektedir. Bu bağlamda her spor dalında kuvvet antrenmanı, sinir kas sistemi aracılığı ile kuvvet üretimi ve sporsal verim düzeyinin artırılmasını sağlamaktadır (Bompa ve Haff, 2009).

Genel olarak bakıldığında kuvvet gelişimi üç aşamada gerçekleşir:

- Çocukluk ve gençlik döneminde kuvvet artışı gerçekleşir,
- Erken yetişkinlik döneminde kazanılan kuvvet korunabilir,
- Orta ve ileri yaşlarda kuvvet kaybı gerçekleşir (Muratlı ve Hindistan, 2018).

### 2.3.1 Kuvveti etkileyen faktörler

*Yaş ve Cinsiyet Faktörü:* 10-11 yaşlarına kadar kadınlar ve erkekler arasında kuvvet bakımından bir farklılık görülmemektedir. Bu yaştan sonra erkekler kadınlardan daha çok kuvvete sahip olabilmektedir. Bunun nedeni kadınlardaki kas kütlesinin vücut ağırlıklarının %25-35'i olmasına karşılık erkeklerin %40-45 oranında kas kütlesine sahip olmasıdır.

*Kuvvetin Fizyolojik Faktörü:* Sporcunun antropometrik ölçüleri kas metabolizması (kas hücrelerindeki fosfor, kreatin, glikoz rezervleri gibi özellikler) ve kasın morfolojik-fizyolojik yapısı kuvvetin karakterini oluşturarak kuvvetin niceliği ve niteliğinin belirleyicisi olmaktadır.

*Motivasyonel Faktörler:* Her sporcunun sahip olduğu kapasitenin bir sınırsal eşiği vardır ve bu eşik antrenmansız sporcularda % 60-65, antrenmanlı sporcularda % 80' kadar çıkmaktadır. Bundan sonraki güç de motivasyonel güçtür.

*Sinirsel Faktörler:* Sinir sistemindeki değişiklikler kuvvete canlandırıcı etki yapmaktadır. Araştırmalar, merkezi sinir sisteminin kas kuvveti için son derece önemli olduğunu göstermiştir. Kuvvet antrenmanının amacı her gün artan oranda motor ünitenin kas kasılmasına katılımını sağlamaktır.

*Mekanik Faktörler:* Çalışan kasların muhtelif derecelerdeki gerginliklere bağlı olarak çekme kuvvetinde oluşan değişme, eklemlerin pronasyon (içe dönme) ve supinasyon (avucun öne ve yukarı bakacak şekilde ön kolun eksenine etrafında dönmesi) derecesinin etkisi ve hareketin açıdır.

*Isı Faktörü:* Kas fibrillerinin sıcaklığı normal vücut sıcaklığından daha yüksek olduğu zaman kas kasılması daha süratli ve kuvvetli olur.

*Enerji Faktörü:* Kişinin kuvvet yeteneğini arttırması her şeyden önce spesifik aktivitenin ihtiyaç duyduğu enerji kaynağının arttırılmasına bağlıdır.

*Yorgunluk:* Yorgunluk kasın uyarılabilmesini, kasın kuvvetini ve kasılma büyüklüğünü azaltır.

*Toparlanma:* Toparlanma, kas dokusuna oksijen temini, karbondioksit ve diğer artıkların dokudan atılmasına, enerji verici maddelerin ve kas aktivitesi sırasında sarf edilen mineral ve diğer elemanların teminine bağlıdır. Böylece yeniden kasa kuvvet kazandırılabilir.

*Isınma:* Germe-esnetme çalışmaları ve masaj, kas kuvvetini etkiler ve etkin esneklik artışıyla kuvvet artarken sakatlıklar da azalacaktır.

*Kas Potansiyeli:* Hareketle ilgili tüm kaslar tarafından performe edilen kuvvetlerin toplamıdır.

*Teknik:* Kas potansiyelinin kullanılması ve geliştirilmesinde amaçlanan özel antrenman ve vasıta olarak kullanılan teknik, sporcunun kendi potansiyelinin % 80'i kadarını kullanabilme yeteneğini geliştirmeye hizmet etmektedir. Böyle performansların başarıma yeteneği, aktivitedeki kas fibrillerinin aynı anda kullanılma yeteneğine bağlıdır (Günay ve diğerleri, 2017).

### **2.3.2. Kuvvetin sınıflandırılması**

#### *Teorik Düşünceye Göre Kuvvetin Sınıflandırılması*

- Genel Kuvvet: Kuvvetin herhangi bir spor dalına yönelmeden, genel anlamda tüm kasların kuvvetidir.
- Özel kuvvet: Belirli bir spor dalına yönelik kuvvettir. Bir hareketin oluşmasında temel hareket ettirici olarak çalışan kasların kuvvetidir (Sevim, 2002; Günay ve diğerleri, 2017).

#### *Antrenman Bilgisi Açısından Kuvvetin Sınıflandırılması*

- Maksimal Kuvvet: Maksimum istemli kasılma ile sinir-kas sisteminde, en yüksek düzeyde kuvvet üretme özelliği olarak tanımlanmaktadır (Bompa ve Haff, 2009).
- Çabuk Kuvvet: Sinir-kas sisteminin yüksek hızda çalışmasıyla en büyük kuvveti üreterek bir direnci yenebilme yeteneğidir (Muratlı ve Hindistan, 2018).
- Kuvvette Devamlılık: Sürekli kuvvet gerektiren çalışmalarda organizmanın yorulmaya karşı direnç yeteğidir (Sevim, 2002).

### *Kuvvetin Diğer Bir Sınıflandırılması*

- Mutlak Kuvvet: Vücut ağırlığı göz önüne alınmadan üretilen toplam kuvvet düzeyidir.
- Relatif Kuvvet: Sporcunun maksimal kuvveti ile vücut ağırlığı ya da yağsız vücut kütlesi arasındaki oran olarak tanımlanır (Bompa ve Haff, 2009).

### *Kas Kasılma Tiplerine Göre Kuvvetin Sınıflandırılması*

- Dinamik Kuvvet: Aktif olarak bir direnci yenen kas boyunda kısılmanın (konsantrik kasılma) ya da direncin kas kuvvetinden büyük olması halinde kas boyunun uzayarak (egzantrik kasılma) çalışma biçimi ile gerçekleşir. İki kas çalışmasının birlikte gerçekleştiği oksotonik kasılmalar ile gerçekleşen kuvvet türüne dinamik kuvvet denir.
- Statik Kuvvet: Kasların direnç karşısında durumunu (boyunu) koruduğu çalışma biçimi izometrik kasılma ve statik kuvveti oluşturur (Muratlı ve Hindistan, 2018).

### **2.3.3. Kas kasılma türleri ve tipleri**

- İzometrik Kasılma: İç ve dış kuvvetler birbirine eşittir. Kasta dıştan görülebilecek bir uzunluk değişmesi olmaz.
- İzotonik Kasılma: Kasın tümünde kısılma olur. Sportif hareket uygulamalarında bir direncin yenilmesi bu tür bir kasılmanın olduğu kuvvetle sağlanır.
- Oksotonik Kasılma: İzometrik ve izotonik kasılmanın karışımıdır (Sevim, 2002).

### **2.3.4. Sporda kas liflerinin önemi**

İnsanın kas yapısındaki kas liflerinin temel oluşumları aynı olmakla beraber görevleri bakımından birbirinden farklı olarak üçe ayrılır:

- Açık (beyaz) kas lifleri: Kalındır ve çabuk tepki gösterir. Uyarılma dereceleri ve kasılma hızları yüksektir. Anaerobik kapasiteleri yüksek olmakla beraber çabuk yorulurlar. Anaerob mekanizmasına sahiptirler.
- Koyu (kırmızı) kas lifleri: Yavaş ve düşük kuvvetle kasılırlar ancak daha geç yorulurlar. Beyaz kas liflerine göre beş kat daha fazla miyogloblin içerirler. Bu da dayanıklılıklarının bir göstergesidir. Aerob enerji mekanizmasına sahiptirler.



- Karışık (intermediar) kas lifleri: Kimyasal birleşimine göre kırmızı ya da beyaz kas liflerinin özellikleri ağırlık kazanır.

Daha fazla kırmızı kaslara sahip sporcular dayanıklı, beyaz kasları ağırlıklı olan sporcular ise çabuk kuvvet ve süratle yönelik hareketlere yatkındırlar. Kuvvet gelişimi daha çok beyaz kas liflerine yapılan yüklenmelerle gelişir ve anlam kazanır (Sevim, 2002).

### **2.3.5. Kuvvet antrenman metotlarının sınıflandırılması**

Kuvvet antrenman metotları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Genel Anlamda Kuvvet Antrenmanları: İzotonik, izometrik, izokinetik kuvvet antrenmanları,
- Özel Amaçlar için Geliştirilen Kuvvet Antrenmanları: Elektro-uyarım antrenmanı, desmodromik antrenman, negatif-pozitif dinamik antrenman metodu ve pliyometrik antrenman (şok metodu),
- Motorik Özellikler Bakımından Kuvvet Antrenmanları: Maksimal kuvvet antrenmanı, çabuk kuvvet antrenmanı ve kuvvette devamlılık antrenmanı (Günay ve diğerleri, 2017).

### **2.3.6. Kuvvet antrenmanlarının yararları**

Günlük yaşantıda ve yarışma sporunda gerçekleştirilen kuvvet antrenmanlarının yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- prevantif (koruyucu) yararları,
- rehabilitatif (tedavi edici) yararları,
- performans geliştirmedeki etkisi,
- beden formunu koruma ya da geliştirmedeki yararları,
- psikolojik etkisi (Muratlı ve Hindistan, 2018).

## 2.4. Voleybolda Kuvvet

Birçok atletik uğraşta olduğu gibi voleybolda da başarı, kasların anında veya birkaç saniye içinde yüksek yoğunluklu güç üretme yeteneğine bağlıdır. Patlayıcı kuvvetin oluşması, hareket hızı ile belirli kas grupları tarafından geliştirilen kuvvet arasındaki orana bağlıdır (Alexander, 1990). Bu nedenle, bir sporcunun başarısı, hem sporcunun hareketlerini olabildiğince çabuk ve yüksek yoğunlukta gerçekleştirme fiziksel kapasitesi hem de voleybolda motor beceri gelişimi derecesi ile ilgilidir (Smith ve diğerleri, 2007).

Voleybol oyuncularının yüksek yoğunluklu hareketleri güç, hız ve çevikliğin gelişmesiyle yakından ilgilidir (Castagna ve diğerleri, 2007; Forthomme ve diğerleri, 2005). Patlayıcı güç, kalkış gücü, hız ve çeviklik, topla ve topsuz etkin harekete önemli katkı sağlayan yeteneklerdir ve bu nedenle voleybol tekniği ve taktiklerinde önemli bir rol oynar (Forthomme ve diğerleri, 2005b). Özellikle patlayıcı kas kuvveti, anaerobik ve sürat performansının önemli bir bileşeni olarak kabul edilmiştir (Dowson ve diğerleri, 1998).

Bir voleybol oyuncusunun performansı, güç üretim kapasitesinden doğrudan etkilenir. Güç, kuvvetin hıza göre ürününe göre belirlenir ve maksimum güç, bu değişkenler arasındaki optimum ilişki ile elde edilir (Schons ve diğerleri, 2019).

### 2.4.1 Voleybolda kol kuvveti

Voleybolda üç ana performans göstergesinin olduğu bilinmektedir: smaç, servis ve blok. Smaç vuruşunun defanstan daha iyi bir başarı göstergesi olduğu istatistiksel olarak kanıtlanmıştır (Ciuffarella ve diğerleri, 2013) ve etkili bir smaç, servis ve blok için kol kuvveti voleybolda önemli bir yer tutmaktadır.

Smaçın etkinliği şüphesiz voleybolda belirleyici bir unsuru temsil eder. (Ciccarone ve diğerleri, 2000; Coleman ve diğerleri, 1993; Rokito ve diğerleri, 1998). Yüksek seviyede rekabet edebilmek için oyuncu, yüksek top hızıyla karakterize edilen bir smaç üretmelidir. Smaç; hareket, teknik ve kas niteliklerinin birçok bileşenini gerektiren karmaşık bir beceridir. (Abendroth-Smith ve Kras, 1999; Ciccarone ve diğerleri, 2000; Zheng ve Barrentine, 2000). Servis veya smaçın etkinliği; esneklik, güç ve koordinasyona bağlı

olarak alt ekstremiteden üst ekstremiteye kinetik zincir konseptindeki bir enerji transferine atfedilmiştir. Bu yönler smaçı etkiler.

Voleybolda oyunu kazanma ve kaybetmedeki smaç etkinliği göz önüne alındığında, güçlü bir smaç vuruşu için en önemli etkenlerden olan kol kuvvetinin önemi ortaya çıkmaktadır.

#### **2.4.2. Voleybolda bacak kuvveti**

En güçlü oyuncular, kısa bir zaman içinde iyi bir kuvvet seviyesine ulaşabilirler (Schons ve diğerleri, 2018). Voleybolun en önemli karakteristiklerinden biri ise sporcuların atak ve blok gibi hareketlerde en yüksek sıçrama yüksekliğine ulaşma ihtiyaçlarıdır. Bunun için özellikle alt ekstremitede yüksek güç üretimi gereklidir (Sattler ve diğerleri, 2015).

Elit voleybolcuların bir maç süresince 100-150 kez sıçrama yaptığı bilgisi, voleybol oyuncularının sıçramaya ve bacak gücüne olan ihtiyacını ortaya koymaktadır (Renstrom, 1994). Elit erkek voleybolcularda yapılan bir başka çalışmada, sporcuların çeşitli tiplerde sıçramalar yaptığı (% 50'sinin kalça ekstansiyonu, diz ekstansiyonu ve ayak bileği plantar fleksiyonu gerektiren) 250–300 yüksek-güç aktivitesi rapor edilmiştir (Hasegawa ve diğerleri, 2001).

Dikey sıçrama performansı hem kassal hem de sinirsel açıdan etkilenir. Daha yükseğe sıçramak için, zeminden ayrılmadan önce en büyük dikey ivmeye ulaşılmalıdır. Bu hızlanma en büyük başlangıç dikey hızını yaratacaktır. Bu hız ne kadar yüksek olursa ulaşılacak kütle merkezi de o kadar yüksek olur. En yüksek dikey ivmeyi elde etmek için, oyuncunun en kısa sürede mümkün olduğunca fazla kuvvet yaratması gerekir. Bir yandan kas kütesini arttırarak ve diğer yandan daha hızlı tepki vermesi için sinir mekanizmalarını eğiterek, sporcu daha yükseğe sıçrayabilir (Ziv ve Lidor, 2010).

Voleybolda, quadriceps ve hamstrings kas grupları sıçrama gibi önemli motor becerilere katılır (Magalhães ve diğerleri, 2004). Profesyonel voleybolcuların performansı, hücum ve blok durumlarında sıçrama yetenekleriyle ilişkilidir, çünkü oyunun amacı topu erkekler için 2.43 m, kadınlar için 2.24 m file yüksekliğini aşıp yere vurmaktır. Bu nedenle alt ekstremita kas gücünün geliştirilmesi, yani yüksek hızlarda yüksek düzeyde kuvvet üretme yeteneği (Newton ve Kraemer, 1994) gerekli hale gelir (Sattler ve diğerleri, 2012).

Özellikle voleybol, çabuk veya yavaş hızda çeşitli yüksek ve düşük kas gücü gerektirir. (Schons ve diğerleri, 2019). Ek olarak, kas gücü spor performansının ayrılmaz bir parçasıdır (Gal Ziv ve Lidor, 2010). Hamstringler (fleksiyon) ve kuadriseps femoris (ekstansiyon) kasları, koşma ve sıçrama gibi spor sırasında yüksek performanslı aktiviteler sırasında anahtar etkenlerdir. Voleybol için, baskın ve baskın olmayan bacaklar arasındaki kas gücü açısından minimum farklılıklar ile her iki bacakta dengeli kas gücü gelişimine sahip olmak önemlidir (Kim ve Jeoung, 2016). Kas hareketlerinin eksantrik-konsantrik dizisi genellikle blok ve smaç gibi voleybol hareketleri sırasında ortaya çıkar (Kabaciński ve diğerleri, 2017). Ayrıca, bir smaç hareketi sırasında, yaralanmayı önlemek için tüm vücudun etkili bir şekilde kontrol edilmesini gerektiren güçlü bir kuvvet oluşturmak için bacak kasları, alt sırt ve diz kasları patlayıcı bir şekilde kullanılır (Kim ve Jeoung, 2016).

Elit voleybolcuların kalça ve diz ekstansiyonu ile ayak bileği plantar fleksiyonunu içeren 250-300 yüksek güç aktivitesi gerçekleştirdiği rapor edilmiştir (Hadzic ve diğerleri, 2010). Diz ekstensörleri yere iniş safhasında diz fleksiyonu esnasında eksantrik çalışarak maksimal düzeyde aktiftirler. Bununla birlikte voleybolda hızlı yön değiştirmeler, alt ekstremitelerde eksantrikten konsantrik kas hareketine hızlı geçiş gerektirir. Bu durum da patlayıcı güç gerektiren sprint gibi motor becerilerde hamstring ve quadriceps kas kuvvetinin rolünü ortaya koymaktadır (Gollhofer ve Bruhn, 2003).

Alt ekstremitelerdeki kuvvet dengesizlikleri voleybolcuların sıçramalarını ve dolayısıyla müsabaka performanslarını olumsuz etkileyebilir (Schons ve diğerleri, 2019).

Smaç servis ve smaç hareketlerinde maksimum hıza ulaşmak için yeterli düzeyde de kuvvete sahip olmak gerekir. Bunu sağlamak için iyi düzeyde bir omuz ve el bileği kas kuvvetine ihtiyaç vardır. Alt ekstremita kuvvet arttırımı ise sıçrama yüksekliğini arttırır (Cengizel, 2019b).

## 2.5. İzokinetik Kuvvet

İzokinetik kasılma aynı hareket anlamını taşır ve hareket eşit hızda sürdürülür. Hareket sabit hızda yapılırken, direnç ya da yük kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir (Günay ve diğerleri, 2017). Kas kuvveti değerlendirmede en geçerli ve güvenilir yöntemlerden biri izokinetik dinamometrelerle gerçekleştirilen kuvvet testleridir (Sattler ve

diğerleri, 2015) Bununla birlikte özel kuvvet antrenmanlarında kullanılacak güvenli yöntemlerden biridir (Dekerle ve diğerleri, 2014; Hadzic ve diğerleri, 2010). İzokinetik değerlendirmelerde H/Q oranı ve bilateral kuvvet farkı iki önemli faktördür (Akarcesme ve diğerleri, 2017). Literatürde bilateral kuvvet farkının %10-15 ten az olması ifade edilmiştir. Eğer bu fark bu değerlerden yüksek olursa kas kuvveti asimetrisi olduğu ifade edilir (Impellizzeri ve diğerleri, 2007). Bu kuvvet oranları ve farkları; kas kuvveti eksikliği sebebiyle gerçekleşen sakatlıkların önlenmesi için bilgi sağlar (Kabaciński ve diğerleri, 2017; Miller ve diğerleri, 2006).

İzokinetik dinamometre, hem klinik araştırma hem de spor ortamlarında dinamik kas fonksiyonunun değerlendirilmesi için tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir. Literatürde, bu karmaşık veri toplama sistemleri aracılığıyla bireysel, grup veya daha büyük popülasyon performansını karakterize etmek için tepe torku gibi çeşitli endeksler kullanılmaktadır (N. Gleeson ve Mercer, 1996).

Maksimal kas kuvveti bir kas veya kas grubu tarafından, belirlenen bir hızda üretilen maksimum kuvvettir (Knuttgen ve diğerleri, 1987). Hem sporla hem de sağlıkla ilgili fiziksel uygunluğun temel bileşenidir (Bouchard ve diğerleri, 1993; Abernethy ve diğerleri, 1994). Kuvvetin değerlendirilmesi, nöromüsküler ve kas-iskelet disfonksiyonunun teşhisi için gereklidir ve izokinetik dinamometreler, hem klinik hem de araştırma ortamlarında dinamik kas fonksiyonunu incelemek için tercih edilen cihazlar haline gelmiştir (Cabri, 1991; Dekerle ve diğerleri, 2014; Hadzic ve diğerleri, 2010). İzokinetik dinamometre testi, sabit hızda eklem hareketlerinin performansı yoluyla kuvvet, tork ve gücün ölçülmesini içerir ve detaylı bir değerlendirmesine izin verir (Iossifidou ve diğerleri, 2005; Lockie ve diğerleri, 2012; Cronin ve Hansen, 2005). İzokinetik değerlendirme, vücudun birkaç ekleminde tork değerlerini ölçmek için kullanılabilir. İzokinetik egzersiz, belirli bir eklemin iki taraflı kas kuvvetlerini ve tek bir eklemin agonist ve antagonist kas kuvvetlerini objektif ve doğru bir şekilde karşılaştırabilir (Kim ve Jeoung, 2016).

Kas kuvveti ve gücü elit sporcularda teknik ve taktik becerilerinin yanı sıra müsabakada başarıya etki eden en önemli faktörlerdendir. İzokinetik testler, sabit hızda farklı eklem hareket aralığında tork değerlerini belirlemek için kullanılır. Kas dengesizliği gibi belirtiler izokinetik değerlendirmeler sonucu ortaya konabilir. (E. Cengizel, 2019a). Kas gücü, hem yüksek performans hem de yaralanmayı önleme açısından sporun en önemli

bileşenlerinden biridir. Diz kaslarının kuvvet değerlendirmesinin en yaygın yöntemlerinden biri izokinetik testtir (N. Gleeson ve Mercer, 1996). İzokinetik test, spor performansının tahmini (Saliba ve Hrysomallis, 2001), sporcuların yeteneklerini ayırt etme (Cometti ve diğerleri, 2001) ve fonksiyonel görevlerin performans tahmini (Pincivero ve diğerleri, 1997; Wilk ve diğerleri, 1994) için en yaygın kullanılan laboratuvar testlerinden biridir.

Literatürde dinamik kas gücünün çeşitli izokinetik göstergeleri onaylanmıştır. Ekstremiteler bir hareket aralığı boyunca hareket ederken kas hareketiyle üretilen eklem tek en yüksek tork çıktısına atıfta bulunarak, izokinetik bacak kuvvetinin bir ölçüsü olarak tepe torku tutarlı bir şekilde tercih edilir. Standartlaştırılmış açığa özgü torkun izokinetik indeksleri, dinamik maksimal eklem hareket aralığına göre ilişkilendirilen torklar ve toplam iş, oluşturulan tepe tork indeksini tamamlamak için kas zayıflığı ve işlev bozukluğunun potansiyel ayırıcıları olarak daha sık değerlendirilmektedir (N. Gleeson ve Mercer, 1996). Kuvvetin kazanılmasında en etkili yöntemin izokinetik egzersizler ve bu egzersizlerin gerçekleştirilebildiği izokinetik dinamometreler olduğu bilinmektedir. (Çelenk ve diğerleri, 2019).

Cengizel (2019), sporcuların maksimal izokinetik kuvvetlerinin bir sezon boyunca takip edilmesi gerektiğini ve bu değerlendirmeler sonrasında sporcuların güçlü ve zayıf yanlarının belirlenmesinin sezon içinde oluşabilecek spor sakatlıklarını önlemek açısından oldukça önemli olduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra maksimal izokinetik verilerden elde edilen bulgularla sezon içi kuvvet antrenmanlarının bireysel olarak planlanabileceğini ifade etmiştir.

### **2.5.1. İzokinetik parametreleri**

1. **Maksimum Tork:** İzokinetik hareketler sırasındaki maksimum tork, dinamik koşullarda uygulanan kas kuvvetinin bir ölçüsüdür. Maksimum torkun değerlendirilmesi için çeşitli test protokolleri kullanılmıştır. Bu protokoller arasındaki temel fark, maksimum torku geliştirmek için gereken tekrar sayısıdır (Baltzopoulos ve Brodie, 1989).
2. **Açısal Pozisyon:** Açısal pozisyon, kasılan kasların mekanik özellikleri hakkında bilgi sağladığı için kas fonksiyonunun değerlendirilmesinde önemlidir. Maksimum kas

kuvveti için optimum eklem açısını değerlendirmek için kullanılabilir. Maksimum tork pozisyonu, açısal hareket hızından etkilenir. Maksimum tork, artan hız ile ve optimum eklem konumunda değilken hareket aralığında daha sonra ortaya çıkma eğilimindedir (Baltzopoulos ve Brodie, 1989).

3. Tork-Hız İlişkisi: İzokinetik test sırasında uygulanan kas torku, artan açısal hareket hızı ile azalır (Barnes, 1980; Gregor ve diğerleri, 1979; Campbell, 1979). Tork değerindeki bu düşüş, farklı hızlarda motor birimlerinin farklı nörolojik aktivasyon modellerine atfedilmiştir (W. S. Barnes, 1980).
4. Karşılıklı Kas Grubu Oranı: Karşılıklı kas grubu oranı, eklem çevresindeki kas dengesi veya dengesizliğin bir göstergesidir. Diz eklemine hamstring / quadriceps oranı, izokinetik değerlendirmede en önemli parametrelerden biridir çünkü diz insan vücudundaki en büyük ve en karmaşık eklemlerden biridir ve normal işlevi yaralanmanın önlenmesi için önemlidir (Baltzopoulos ve Brodie, 1989). Kas fonksiyonunun değerlendirilmesinde hamstring / quadriceps oranının maksimum torktan daha önemli olduğu öne sürülmüştür (Campbell ve Glenn, 1982).
5. Kas Dayanıklılığı: Kas dayanıklılığı, kasılan kasların bir yüke karşı tekrar tekrar kasılmalar yapabilmesidir. İzokinetik dinamometrelerin kullanıldığı dinamik koşullarda kas dayanıklılığı, bir yorgunluk indeksi hesaplanarak değerlendirilir. Bununla birlikte, yorgunluk indeksinin belirlenmesi için farklı test protokolleri ve tanımları kullanılmıştır (Baltzopoulos ve Brodie, 1989).

### 2.5.2 İzokinetik kuvvet kullanım alanları

1. Rehabilitasyon ve Değerlendirme: İzokinetik sistemlerin avantajları, uygulanan kas kuvvetine eşit değişken direnç ve önceden seçilmiş sabit hareket hızıdır. Bu benzersiz özellikler, kas ve bağ yaralanmaları olan hastaların rehabilitasyonu için kullanıldığında güvenlik ve farklı fonksiyonel hareket hızlarında kas performansının değerlendirilmesinde doğruluk sağlar (Baltzopoulos ve Brodie, 1989).
2. İzokinetik Antrenman: İzokinetik hareketler sırasında önceden seçilmiş sabit hız, dinamik koşullarda egzersiz ve kas performansının iyileştirilmesine izin verir. Belirli bir açısal hızda izokinetik antrenman, antrenman hızında ilgili kas gruplarının maksimum torkunu artırır. Diğer hızlarda da etkili olduğu (yani, eğitim hızından daha düşük ve daha yüksek hızlarda artan maksimum tork) rapor edilmiştir (Lesmes ve diğerleri, 1978).

3. Yaralanmanın/Sakatlanmaların Önlenmesi: İzokinetik egzersiz, hareket hızı kontrollüdür ve hareket aralığı boyunca sabit hızda maksimum kasılmaya izin verir. İzokinetik egzersiz, yeniden şekillenme ve onarımı uyararak kondroprotektif olarak tanımlanan eklem hareketliliğini destekler (Rosa ve diğerleri, 2012). İzokinetik dinamometreler kullanılarak yapılan antrenmanlar sakatlıkların önlenmesi sağlanabilir.

Genişleyen çağdaş uygulamalar arasında izokinetik dinamometre, diz ekstansör kas gruplarının kuvvet hızı ve uzunluk-gerilim ilişkileri, kuvvet koşullandırması dahil olmak üzere uygulamalı fizyolojik araştırma perspektifleri (Kanehisa ve Miyashita, 1983; Farrar ve Thorland, 1987; Narici ve diğerleri, 1989; Caiozzo; 1981), dolaylı metabolik yüklenme ve atletik alt popülasyonların profilini çıkarma (Gregor ve diğerleri, 1979; Imwold ve diğerleri, 1983; Barnes, 1981; Gleeson ve Mercer, 1992) dahil olmak üzere kas fonksiyonunun temel araştırma yönlerini incelemek için seçici olarak kullanılmıştır (Westing ve diğerleri, 1999; Marshall ve diğerleri, 1990).

## 2.6. Biyomekanik

Mekanik, harekete neden olan kuvvetler ve nesnelerin hareketlerini inceleyen bir fizik dalıdır (E. Cengizel, 2019b).

Birçok spor biyomekaniği çalışması, iskelet sistemi ile ilgilidir ve katı cisim mekaniği içerisinde incelenir. Katı cisim mekaniği de ikiye ayrılır: 1) Statik, 2) Dinamik (Knudson, 2007; Muratlı ve diğerleri, 2000).

- *Statik*, sabit veya hareket etmeyen nesneler üzerinde çalışır. Hareket, pozisyonadaki sürekli değişim olarak tanımlanır. Hareketi analiz etmek için, mekaniğin alt dalı olarak bilinen dinamik kullanılmaktadır. Dinamik hareket bilimidir. *Dinamik* ise kuvvetlerin etki etmesi sonucu hareket eden (ivmelenen) nesneler üzerinde çalışır ve iki alt sınıfa ayrılır: 1) Kinematik, 2) Kinetik (Carr, 2004; Knudson, 2007; LeVeau, 2014).
- *Kinetik*; hareketi etkileyen kuvvetler üzerinde çalışırken, kinematik hareketin karakteristiği üzerinde çalışır Kinematik; yol, zaman ve açı (dönme hareketinde) ölçümleri ile hareketlerdeki değişimi inceleyen fizik dalıdır (Benno ve Walter, 2007; LeVeau, 2014).



Kinematik; yer deşiştirmenin hareket özelliklerini, hızı ve ivmeyi tanımlamamızı sağlar. Mesela yürüme analizi, vücudun ağırlık merkezinin konumunun değişmesiyle ve uzuvların açısal hareketiyle ilgilidir (Knudson, 2007). Kinematik, hareketlerin tanımlanmasıyla ilgilenen mekaniğin bir parçasıdır. Hareket eden cisimlerin pozisyonları, hızları, vücut parçalarının ivmelenmeleri, birbirlerine olan açıları, açısal hızları ve açısal ivmelenmelerini nicelik olarak belirler (Knudson, 2007; Medved, 2001; Robertson ve diğerleri, 2004a).

*Doğrusal Kinematik:* Doğrusal kinematik, hareket eden sporcunun veya spor malzemesinin (Top, raketi tekne, araba vb.) hızı, yönü, kat ettiği mesafeyi inceler (İnal, 2004; Medved, 2001).

*Açısal Kinematik:* Bir merkez ve eksenini çevresinde yapılan yörüngesel hareketleri araştıran bu tip kinematik; eklemlerde meydana gelen hareketleri değerlendirmede en uygun mekanik alanıdır (İnal, 2004; Medved, 2001). Çünkü insan vücudunda bulunan birçok eklem, bir, iki veya üç rotasyon yaparak hareketleri oluşturur (Medved, 2001).

Biyomekanik insan hareketleri oluşturan mekanik kuralların hücre, doku ve daha geniş anlamda organizma seviyesinde etkilerini ve sonuçlarını inceleyen bir bilim alanıdır (İnal, 2013). Biyomekanik, mekanik bilimini kullanarak yaşayan canlıların hareketlerini inceler. Mekanik, hareketi tanımlayan ve hareketin nasıl oluştuğuyla ilgilenen bir fizik dalıdır. Canlı nesnelere etki eden kuvvetler; hareket oluşumunu meydana getirir. Biyomekanik, canlı nesnelerin nasıl hareket ettiklerini, kinesyologların hareketleri nasıl geliştirdiklerini, nasıl güvenli bir hareket oluşturacaklarını anlamamız için gerekli olan matematiksel ve kavramsal araçları sağlar (Knudson, 2007).

Biyomekanik araştırmalar, çalışmalar ve/veya lmler;

- Farklı vücut segmentlerinin hareketleri ile harekete etki eden faktörleri,
- Biyolojik yapılarda meydana gelen deformasyonları ve bu deformiteye neden olan etkenleri,
- Canlı doku üzerine lokal olarak etki eden büyüme, gelişme, aşırı yüklenme ve sakatlık gibi biyolojik etmenleri inceler (Benno ve Walter, 2007).

### 2.6.1 Spor biyomekaniği

Spor biyomekaniği, insan vücuduna etki eden iç ve dış kuvvetler ile bu kuvvetlerin etkilerini inceleyen bilim dalıdır. İnsan vücudunu ve hareketlerini anatomik ve fizyolojik bilgiler içerisinde, mekanik yasaları ve yöntemlerine göre inceleyen bilim dalıdır (Muratlı ve diğerleri, 2000).

Biyomekanik, sporda ve oyunlarda performansın artırılması için uygulanabilir mekanik ilkelerin uygun şekilde uygulanmasıyla bir sporcunun tekniğini veya becerisini analiz etmek ve değerlendirmek için temel bir öneme sahiptir. Yerde ve uzayda çeşitli vücut açıları, bir sporcunun belirli pozisyonlardaki ağırlık merkezi, serbest bırakılan nesnenin hızı, serbest bırakma açısı, serbest bırakma yüksekliği gibi değişkenler performansta önemli rol oynar (H. Singh ve Kang, 2017). Spor biyomekaniği, sportif verimi artırma, insan sağlığını koruyucu önlemler alma, antropometrik ölçümler ile seçilen spor türüne uygunluğu belirleme gibi amaçlara hizmet eder (Knudson, 2007). 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 (Muratlı ve diğerleri, 2000). Teknik bir hareket öğreten beden eğitmeni, antrenörün yanı sıra, sakatlık tedavi eden fizyoterapistler de hareket analizini kullanırlar (Knudson, 2007).

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 bulunduğu bir diğer göstergeleridir.

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 (Knudson, 2007).

Bazı biyomekanikçiler daha iyi bir teknik hareket ve daha yüksek performans için insan hareketlerinin animasyonunu sağlayan bazı yazılımlar geliştirmişlerdir (Benno ve Walter,

2007). İnsan vücudunda gerçekleştirilen bu nicel ölçümler, halen devam etmekle birlikte oldukça pahalı materyalleri gerektirir (Knudson ve Morrison, 2002).

Biyomekanik analizde verileri toplamak için en sık kullanılan metot; üzerinde işaret noktası (Marker) bulunan deneğin, sabitlenmiş bu noktalarla yaptığı hareketlerin, resim veya 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 veya 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 ve işaret noktaları; ten, kıyafet veya arka zeminden daha seçici olacak şekilde yansıtıcı manyetik bant ya da şeritlerden oluşur. Diğer video sistemleri, infrared ışıklar veya işaret noktalarının yerlerini tanımlayan infrared kameraları kullanırlar. Bazı sistemler yansıtıcı infrared ışıklarını kullanırken (Vicon gibi) diğerleri (Optotrak gibi) aktif infrared ışık diyotlarını (IREDs) kullanır (Robertson ve diğerleri, 2004).

Verileri kaydetmede ise yüksek hızlı kameralar kullanılmaktadır. 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 kameraları ve yazılımları kullanmaktır. Birçok biyomekanik laboratuvarı yeni projelerinde bu tekniklerini kullanmaktadır (Benno ve Walter, 2007).

### 2.6.2. Hareket analizi

Hareket fiziksel ve antrenman bilimi açısından iki şekilde tanımlanabilir.

*Fiziksel açıdan hareket*, insan vücudunun ya da çeşitli organlarının belli bir ilgi sistemindeki yer, pozisyon ve hız değişiklikleridir.

*Antrenman bilimi açısından hareket*, mekan ve zaman içinde meydana gelen ve daima bir hedefe yönelik dinamik bir süreç olarak kabul edilir (Grosser ve Neumaier, 1982).

Hareket akışı, diyagnostik yöntemler uygulanarak, bir bütün halinde analiz edilmeye çalışılır. Hareket analizi iki görevi yerine getirir:

1. İlgili disiplinlerin önde gelen sporcuların hareket akışlarını örnek alan ideal bir tekniği, teknik antrenmanından önce tanımlar ve karşılaştırır. Bu ideal teknik, daha sonra ilgili sporcunun bireysel tekniği ile karşılaştırılır.
2. Teknik antrenman esnasında mevcut bireysel teknik durum teşhis edilerek, iyileştirme önlemleri alınmasına yardımcı olur.

Hareket analizi iki şekilde uygulanabilir:

1. Hareket sürecini tekil devrelere ayıran, kaba bir altyapı yardımıyla,
2. Antrenman bilimleri yöntemleri, biyomekanik yöntemler, fonksiyonel-anatomik yöntemler ve kas fizyolojisi yöntemleriyle (Çetin, 1997).

Hareket analiz teknikleri ile elde edilen objektif ölçümler kişinin gelişimini ya da sporcudaki ilerlemeyi takip edebilmek açısından önemlidir. Hareket analizi antropometrik, kinetik ve kinematik ölçümleri içerir. Biyomekanik analizler vücut segmentinin kütlesi, segment kütle merkezleri, atalet momenti, eklem rotasyon merkezi, uygulama noktası ve uygulama hattı gibi antropometrik verilerin kullanımını gerektirir. Kinematik veriler ölçümlenmiş doğrusal ya da döndürücü yer değiştirmeleri, hareketin süresini ve hesaplanmış hız ve ivmelenmeleri içerir (E. Cengizel, 2019b).

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmaya Türkiye Voleybol Federasyonu Efeler Ligi'nde (Süper Lig) büyükler (A takım) kategorisinde mücadele eden 13 elit erkek voleybolcu gönüllü olarak katılmıştır (Çizelge 3.1.). Çalışmaya katılan sporculardan 10 tanesi milli sporcudur. Deneklerin tamamının baskın kolu (smaç kolu) sağdır. Tüm deneklerin fiziksel olarak ilgili testlere katılımında herhangi bir sorun olmadığı teyit edilmiştir. Deneklerin çalışmaya dahil edilme kriteri Türkiye Voleybol Federasyonu Efeler Ligi'nde (Süper Lig) büyükler (A takım) kategorisinde oynuyor olmaktır. Son altı ay içinde sakatlık veya ameliyat geçirmiş olan, libero ve pasör mevkisinde oynayan sporcular çalışmaya dahil edilmemiştir. Ölçümler müsabaka dönemi öncesi, 1 aylık sezon öncesi antrenmanı tamamlayan sporcular üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma öncesi denekler çalışma dizaynı hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü katılım belgeleri alınmıştır. Sporcuların karakteristikleri ve biyomekanik ölçümleri ilk gün, izokinetik ölçüm verileri ise bir gün aradan sonra alınmıştır.

Çizelge 3.1. Deneklerin karakteristikleri

|                          | Ort $\pm$ SS   | Maks  | Min   |
|--------------------------|----------------|-------|-------|
| Yaş (yıl)                | 24.5 $\pm$ 4   | 31    | 19    |
| Spor Yaşı (yıl)          | 12.8 $\pm$ 4   | 21    | 6     |
| Boy Uzunluğu (cm)        | 195.2 $\pm$ 6  | 209   | 184.3 |
| VA (kg)                  | 91 $\pm$ 7.8   | 109.5 | 80.3  |
| VKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 23.9 $\pm$ 1.8 | 27.7  | 20.7  |
| Yağ Ağırlığı (kg)        | 8.8 $\pm$ 4.9  | 17.5  | 2.7   |
| Yağsız Ağırlık (kg)      | 82.2 $\pm$ 5.5 | 92    | 74.2  |
| Yağ Yüzdesi (%)          | 9.4 $\pm$ 4.7  | 16    | 3.2   |

VA: Vücut Ağırlığı, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

### 3.2. Veri Toplanması

#### 3.2.1. Vücut ağırlığı, boy ve vücut kompozisyonu

Katılımcıların boy uzunluğu ölçümleri için;  $\pm 1$  mm hassasiyete sahip Seca 213 marka stadiometre kullanılmıştır (Resim 3.1.). Deneklerden; ayakkabısız, başları frontal düzlemde ve başlarının üstü verteks noktasına değecek şekilde, anatomik duruş pozisyonunda sabit durmaları istendikten sonra boy uzunluğu ölçülmüş ve uzunluk birimi “cm” olarak kaydedilmiştir.



Resim 3.1. Deneklerin boy uzunluklarını ölçmek için kullanılan stadiometre

Bioempedans analizi ve vücut ağırlıklarının belirlenmesi için Tanita BC-418MA cihazı (Resim 3.2.) kullanılmıştır. Bioempedans analizi için deneklerden aşağıdaki gereksinimlerine uymaları istenmiştir:

- ölçümden 4 saat önce yemek yenilmemesi ve 30 dk önce içecek içilmemesi,
- ölçümden önce 12 saat içinde kafein veya alkol tüketilmemesi,
- ölçümden önce 12 saat içinde şiddetli egzersiz yapılmaması.

Denekler ölçüm öncesi bu talimatlara uyduğunu doğrulamış ve sonrasında ölçümler alınmıştır. Ölçümler, deneklerin üzerinde ince ve hafif giyisilerle yapılmıştır. Denekler, cihazdaki ayak elektrotları üzerinde dik bir pozisyonda çıplak ayakla durmuş, elleri ile de 2 adet elektrotu tutarak sabit bir şekilde ölçüm tamamlanana kadar beklemişlerdir. Hem

kollar hem ayak tabanları birbirinden geniş şekilde ayrılmıştır (Resim 3.3.). Her ölçüm öncesinde cihaza denekle ilgili bilgiler ayrı ayrı girilmiştir.



Resim 3.2. Deneklerin vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu ölçümlerini almak için kullanılan bioempedans cihazı

Bu analizler sonucunda:

- *VA (vücut ağırlığı),*
- *VKİ (vücut kütle indeksi),*
- *Yağ % (vücut yağ yüzdesi),*
- *YA (tüm vücut yağ ağırlığı),*
- *YK (yağsız vücut ağırlığı),*

değerleri elde edilmiştir ve veriler analizörün yazıcısından çıktı olarak alınmıştır.



Resim 3.3. Deneklerin bioempedans analizi ve vücut ağırlıklarının belirlenmesi

### 3.2.2. İzokinetik kuvvet

Araştırma kapsamında yapılacak ölçümler Gazi Üniversitesi Sporda Performans Ve Hareket Analizi Uygulama Ve Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Deneklerin izokinetik kuvvetini ölçmek için Isomed 2000 izokinetik kuvvet dinamometresi (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Germany) kullanılmıştır (Resim 3.4.).



Resim 3.4. ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH, Hemau, Germany) izokinetik kuvvet dinamometresi



Test öncesi tüm denekler 30 dakika standart bir ısınma protokolü tamamlamıştır. İzokinetik kuvvette dirsek ve diz eklemleri ölçümleri 60°/sn, 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlarda ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Belirlenen hareketlerde 60°/sn açısal hızda 5 tekrar, 180°/sn açısal hızda 10 tekrar ve 300°/sn açısal hızda 15 tekrar olacak şekilde üç farklı açısal hızda konsantrik/konsantrik uygulanmıştır. Hareketler, dirsek ve diz ekleminde fleksiyon/ekstansiyon hareketleri şeklinde yapılmıştır (Resim 3.5, Resim 3.6.). Testler süresince deneklere sözlü olarak cesaret verilmiştir. Kuvvet testi öncesi deneklerin izokinetik dinamometrede 3 tekrar submaksimal ve 1 maksimal tekrar yapmaları istenmiştir. Katılımcılar dinamometrede protokole uygun olacak şekilde oturur pozisyonda olup, omuz ve kalçalarından dinamometreye stabilizasyonları sağlanmıştır. Her bir hareket öncesi deneklere deneme hareketleri yaptırılmış ve harekete uygun eklem genişliği bilgisayar tarafından belirlenmiştir. Hareketler süresinde yer çekimi etkisi cihaz tarafından sıfırlanarak ölçümler alınmıştır. Ölçümler arasında deneklere tam dinlenme verilmiştir. Test sonunda farklı açısal hızlarda için zirve tork değerleri kaydedilmiştir.



Resim 3.5. Deneklerin diz izokinetik kuvvet ölçümlerinin belirlenmesi



Resim 3.6. Deneklerin dirsek izokinetik kuvvet ölçümlerinin belirlenmesi

Diz ve dirsek izokinetik kuvveti değerlendirmesinde:

- $ZT$  ( Üretilen zirve tork değeri, birim: Nm),
- $ZT/VA$  (zirve tork değerinin vücut ağırlığına oranı, rölatif kuvvet, birim: Nm/kg),
- *Fleks/Eks Oranı (H/Q)* (hamstring kas kuvvetinin quadriceps kas kuvvetine oranı, % olarak ifade edilir),
- *Fleks/Eks Oranı (B/T)* (Biceps kas kuvvetinin triceps kas kuvvetine oranı, % olarak ifade edilir),
- $ZT \text{ Fleks/Eks}$  (zirve torkun elde edildiği açı, birim: derece),
- $\dot{Iş}$  (diz ve dirsek fleksiyon ve ekstensiyonda elde edilen iş, birim: Joule),
- $Güç$  (diz ve dirsek fleksiyon ve ekstensiyonda üretilen güç, birim: Watt),
- $\dot{Iş} / VA$  (vücut ağırlığı başına (kg) üretilen iş miktarı, rölatif iş olarak da ifade edilir)

parametreleri çalışmaya dahil edilmiştir. Diz ve dirsek için her parametre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Diz için fleksiyon değerleri hamstring kas grubu (H), ekstansiyon değerleri ise quadriceps kas grubuna (Q) ait değişkenler; dirsek için ise fleksiyon değerleri biceps kas grubu (B), ekstansiyon değerleri ise triceps kas grubuna (T) ait değişkenler olarak kabul edilmektedir.

### **3.2.3. Smaç sıçrama yüksekliği ve smaç kolu hızı**

Kinematik veriler, üç boyutlu (3D) görüntü yakalama sistemi (Vicon Peak, Oxford, UK) kullanılarak elde edilmiştir. Deneklerin üzerine 38 pasif işaretleyiciyi (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak) yerleştirilmiştir (Resim 3.7.). Bu işaretleyicileri takip etmek için sekiz adet yüksek hızlı kamera (T10 cameras, 200 kare/saniye, Vicon Peak, Oxford, UK, Resim 3.8.) ve deneklerin gerçek zamanlı görüntülerini kaydetmek için iki adet kamera (Bonita 720c, Vicon Peak, Oxford, UK, Resim 3.9.) deney alanını görüntüleyecek şekilde oluşturulmuş bir asma metal düzenek üzerinde sabitlenmiştir.



Resim 3.7. Deneklerin üzerine işaretleyicilerin (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak) yerleştirilmiş görüntüsü

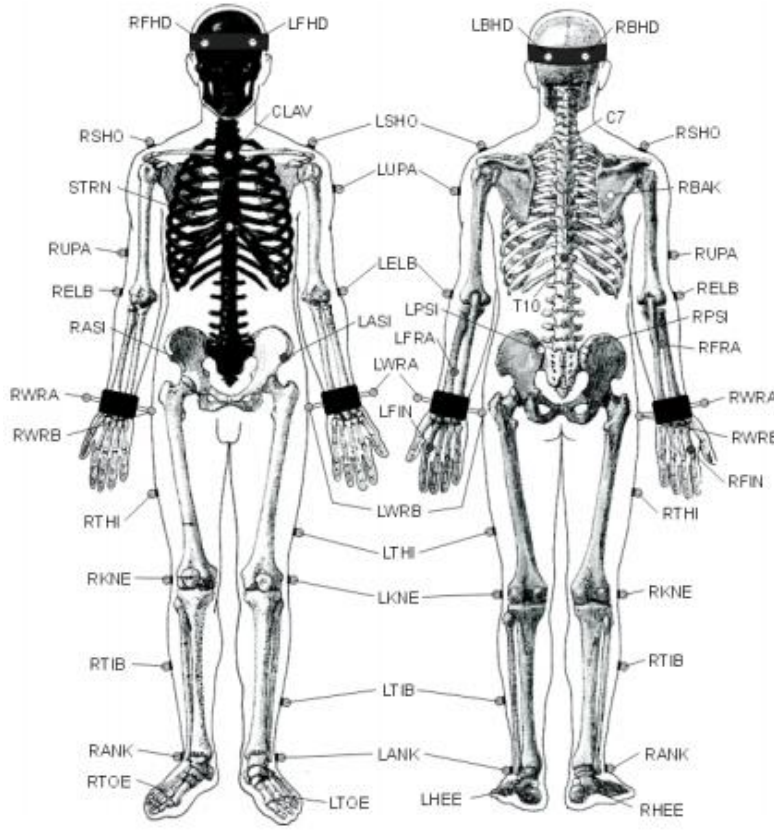


Resim 3.8. Vicon T10 seri kameraları



Resim 3.9. Bonita kameraları

Deneklerin üzerinde vücut parçalarının kinematik verilerini elde etmek amacıyla bulunan işaretleyiciler (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak, Oxford, UK) aşağıda belirtilen anatomik referans noktalarına yerleştirilmiştir (Davis ve diğerleri, 1991, Resim 3.10.):



Resim 3.10. İşaretleyicilerin anatomik referans noktalarına göre konumları

Başın ön (sağ ve sol olmak üzere, alın kemiğinin üzeri) ve arkası (ön kafa markerının horizontal düzlemde simetrisi), omuz (Acromio-clavicular eklem), dirsek (dirsek ekleminin lateral epikondili), el bileği (el bileği ekleminin medial ve lateral epikondili), el parmağı (2. Metacarpal kemiğin üzeri), pelvis ön markerları (sağ ve sol olmak üzere, anterior superior iliac çıkıntının tam üzeri), pelvis arka markerları (sağ ve sol olmak üzere sacroiliac eklem), sol uyluk (femurun diz ekleminde 1/3 yukarısı, lateral kısmı), sağ uyluk (femurun kalça ekleminde 1/3 aşağısı, lateral kısmı), diz (diz ekleminin lateral epikondili), sol tibia (tıpkı sol uylukta olduğu gibi, tibianın 1/3 ayak bileği ekleminde yukarısı, lateral kısmı), sağ tibia (tibianın diz ekleminde 1/3 aşağısı, lateral kısmı), ayak bileği (lateral malleol üzeri), topuk (calcaneusun üzerinde, ayak parmağı olarak ifade edilen yer ile aynı yükseklikte), ayak parmağı (2. Metatarsal kemiğin üzeri).

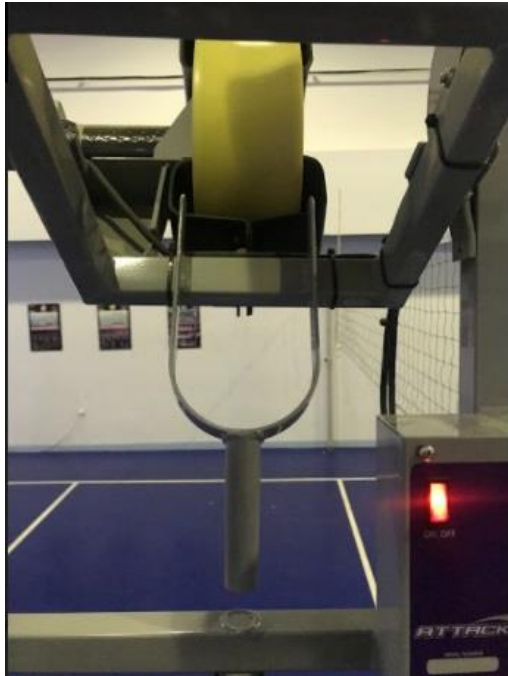
Voleybola özgü teknik hareketle gerçekleştirilen smaç sıçrama yüksekliği üç boyutlu görüntüleme ve hareket analizi yazılımları aracılığıyla tespit edilmiştir. Bu amaçla denekler, voleybol sahasının 4 numaralı bölgesinden rakip alanda bulunan hedef bölgeye 5 kez smaç vuruşu gerçekleştirmiştir. Deneklerin smaç vurdukları top, kendi bulundukları



sahanın pasörün pas attığı 2 numaralı bölgesinden top atma cihazı (Sports Attack, Total Attack Volleyball Machine, USA, Resim 3.11., Resim 3.12.) ile aynı hız ve spin' de gönderilmiş olup; tüm denekler aynı mesafeden, aynı yükseklik ve aynı hızla gelen toplara smaç vuruşu gerçekleştirmişlerdir.



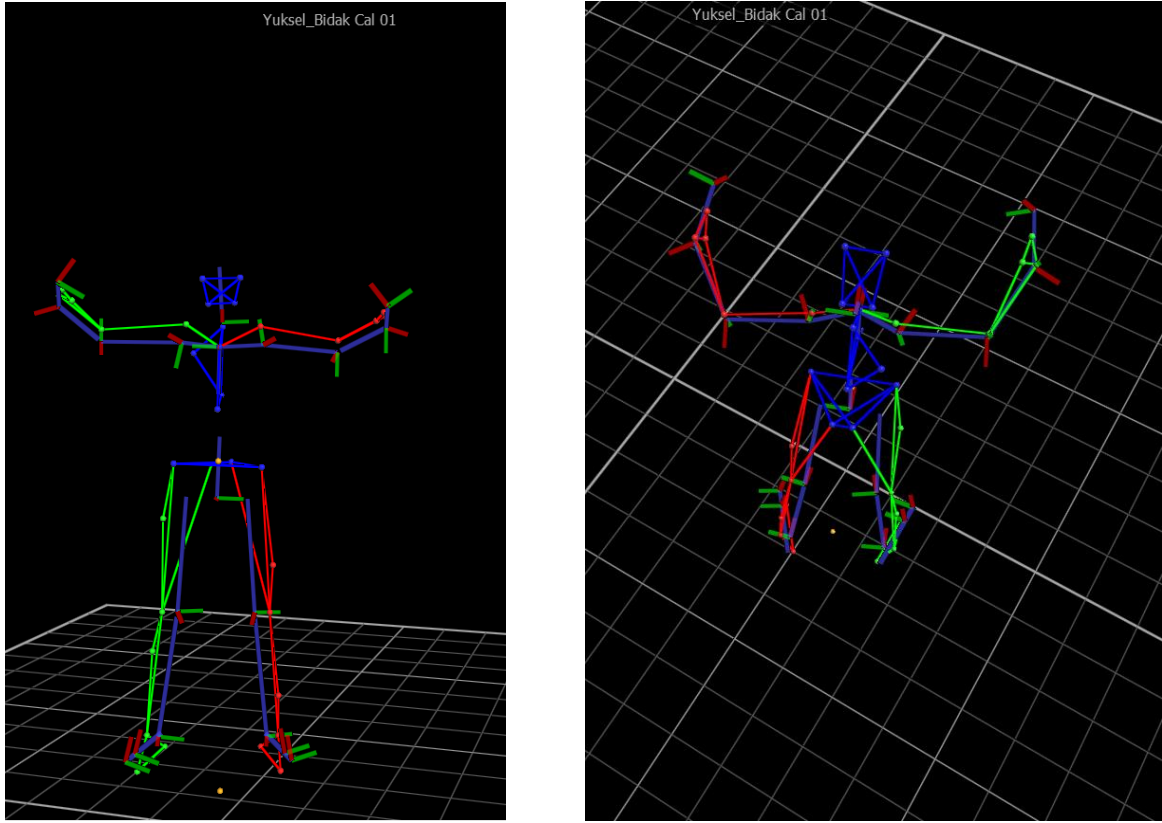
Resim 3.11. Voleybol top atma cihazı (Sports Attack, Total Attack, USA)



Resim 3.12. Voleybol top atma cihazı (Sports Attack, Total Attack, USA)

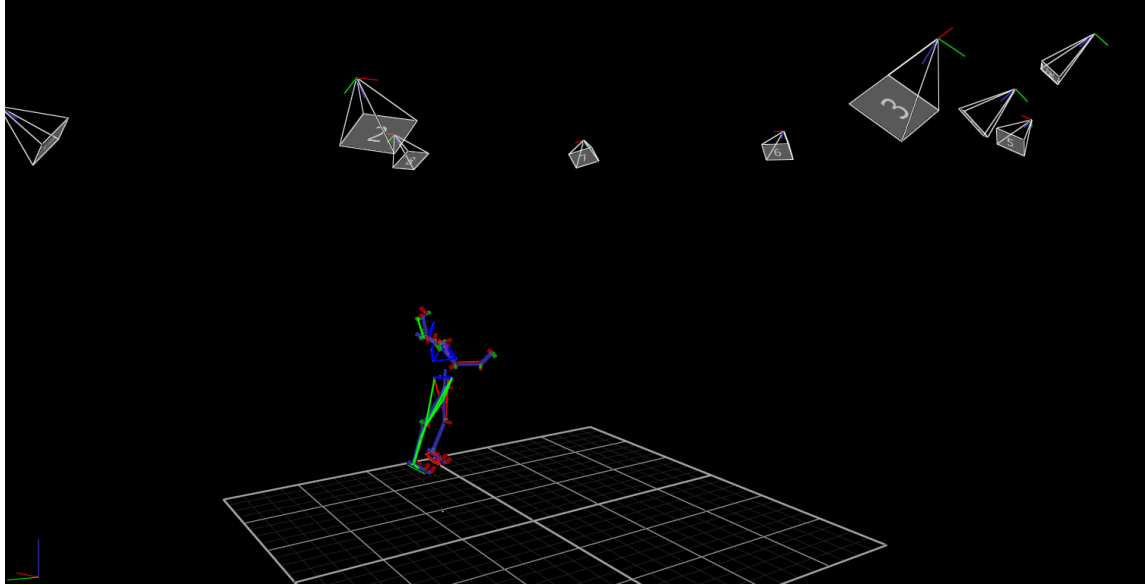
Deneklerin smaç vuruşu gerçekleştirdiği görüntülerden üç boyutlu görüntüleme ve hareket analizi yazılımları aracılığıyla smaç kolu hızı da elde edilmiştir. Yüksek hızlı kameralarla

(Resim 3.14) gerçekleştirilen bu sistemde saniyede 200 kare görüntü elde edilmiş olup, her bir smaç sıçraması için yaklaşık 500-600 kare, her bir denekten 5 başarılı smaç vuruşu ve toplamda 13 denek ile 32.500 kare görüntüye ulaşılmıştır. Bu görüntüler Vicon Nexus (Nexus 1.8.4, Vicon, Oxford, UK) yazılımı kullanılarak (Resim 3.15) etiketlenmiş, sonrasında modelleme yürütülmüş ve nicel veriler elde edilmiştir (Resim 3.13, Resim 3.16). Sıçrama yüksekliği (cm), anatomik duruşta belirlenen Vücut Kütle Merkezi (VKM) ile smaç sıçrama safhasında en yüksek pozisyon arasındaki fark kullanılarak elde edilmiştir. Smaç kolu hızı, sağ el işaretleyicisi yer değiştirme verileri hız formülüne uygulanarak elde edilmiş ve m/sn cinsinden kayıt altına alınmıştır.

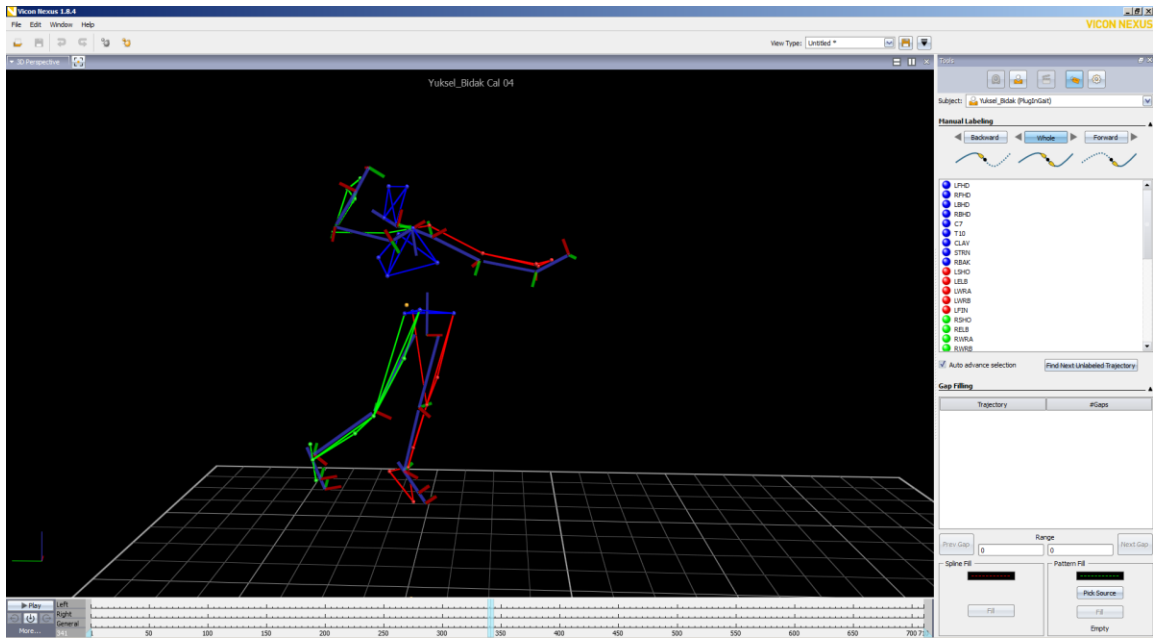


Resim 3.13. Vicon Nexus yazılımında deneklerin T-Poz görüntüsü

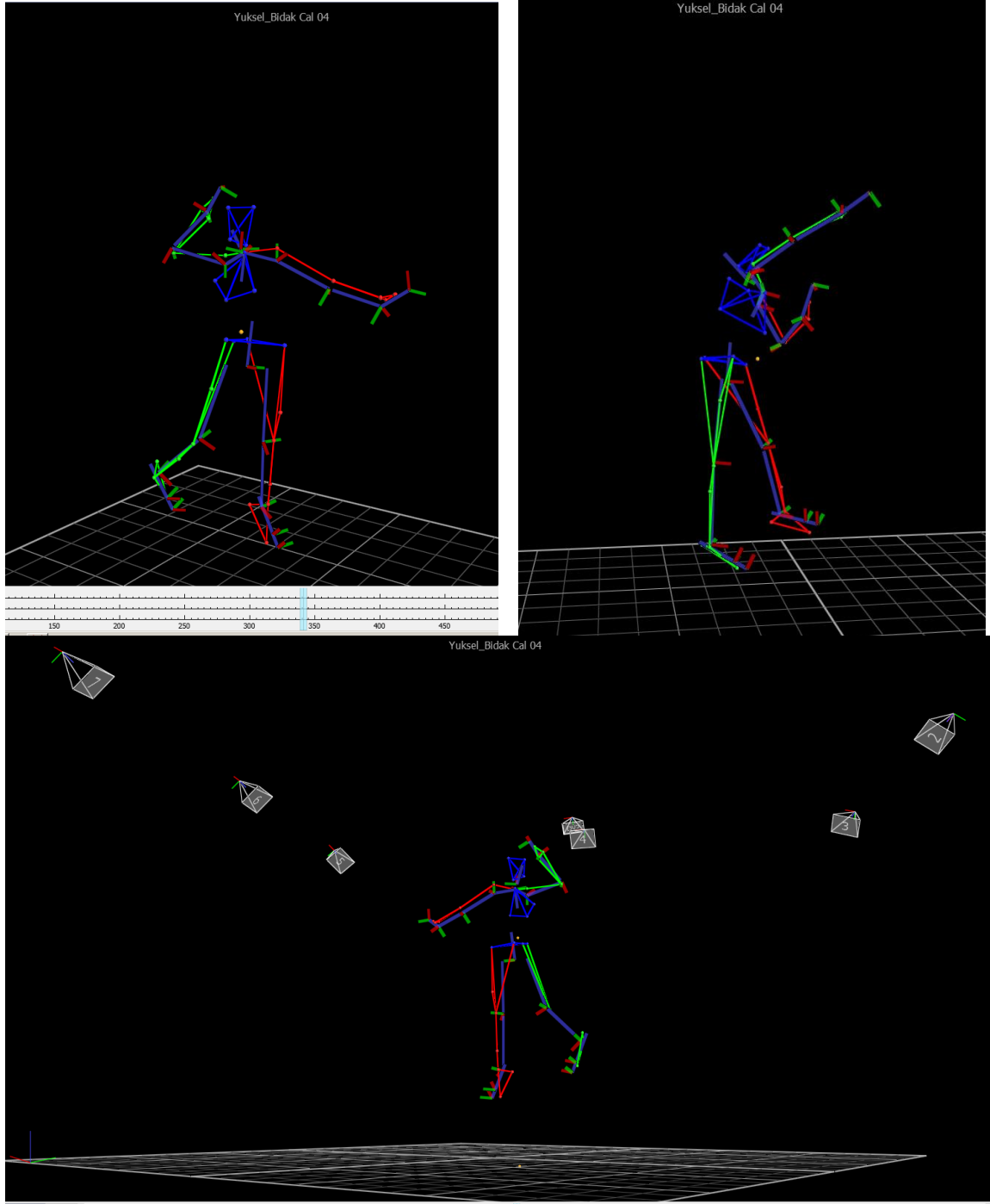




Resim 3.14. Vicon Nexus kameraların yerleşimi



Resim 3.15. Vicon Nexus yazılımı arayüzü



Resim 3.16. Deneklerin Vicon Nexus yazılımında smaç vuruş görüntüleri

### 3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizinde SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL) paket programı kullanılmıştır. Analiz aşamasında, standart sapma ve ortalama için tanımlayıcı istatistiklerden faydalanılmıştır. Baskın & baskın olmayan diz ve dirsek izokinetik kuvvet değerlerinin karşılaştırılmasında paired t-test (Wilcoxon) kullanılmıştır. İzokinetik kuvvet testinde diz

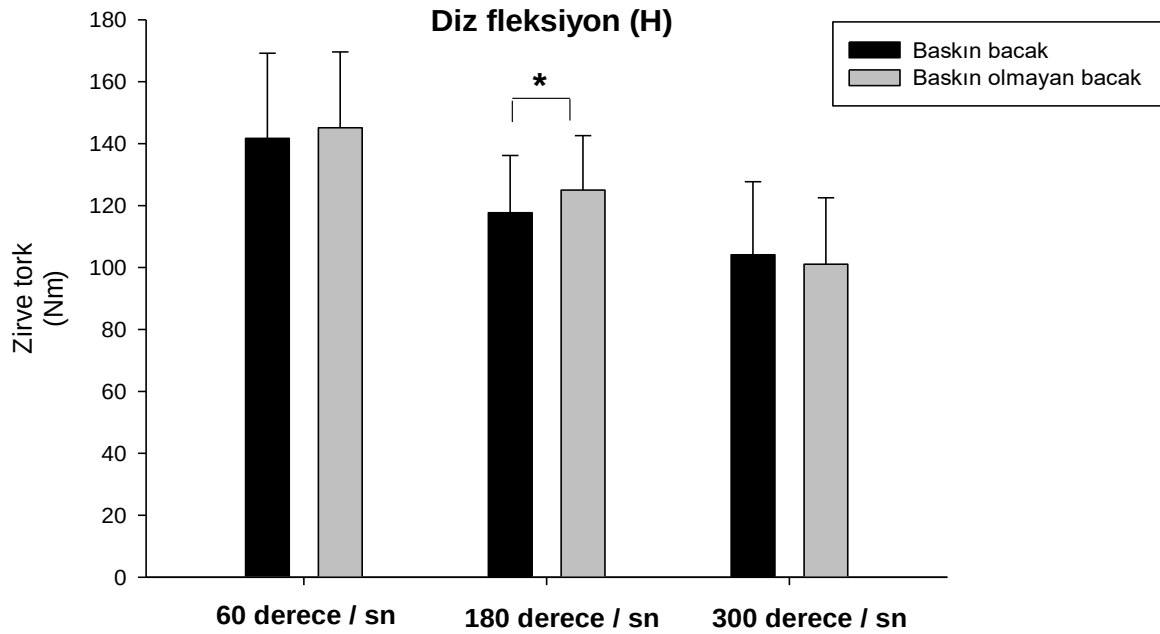
ekleminde farklı açısal hızlarda elde edilen izokinetik kuvvet verileri ile sıçrama yüksekliği (smaç sıçraması); dirsek ekleminde farklı açısal hızlarda elde edilen izokinetik kuvvet verileri ile smaç kolu hızı ilişkisinin belirlenmesinde Spearman Korelasyon Testi kullanılmış olup, anlamlılık seviyesi 0.05 ( $p<0.05$ ) olarak belirlenmiştir.



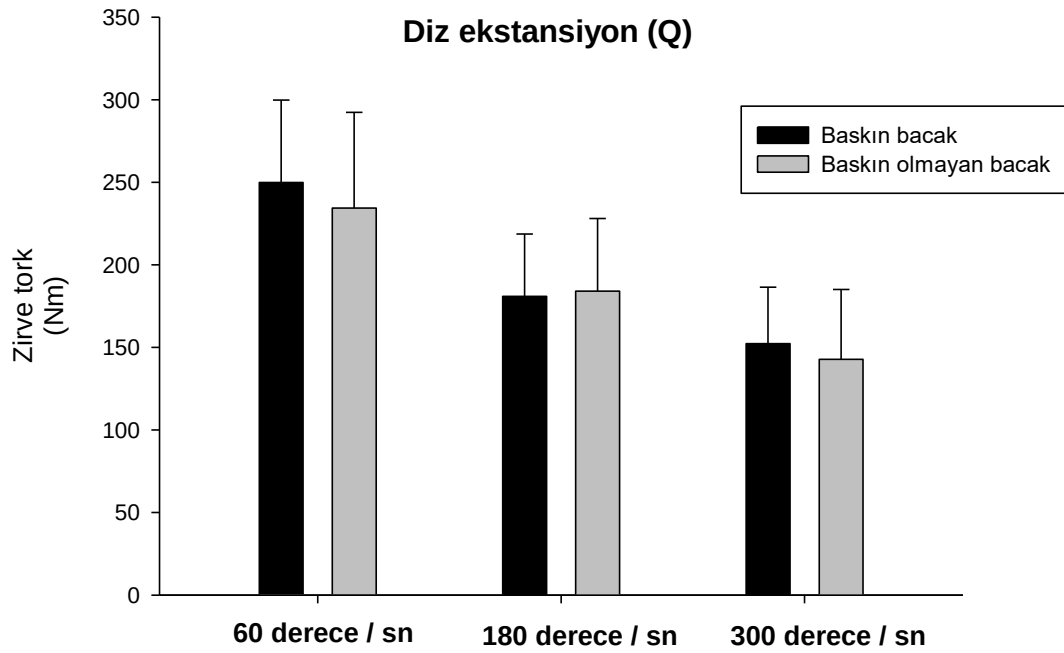
## 4. BULGULAR

### 4.1. Diz İzokinetik Kuvvet

Bütün açısal hızlarda Q (ekstansiyon) kas kuvveti, H (fleksiyon) kas kuvvetinden hem sağ hem de sol tarafta nicel olarak daha yüksek bulunmuştur (İş/VA parametresinde ise 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlarda H değeri Q değerinden hem sağ hem de sol tarafta yüksek). Bununla birlikte açısal hız arttıkça ZT değeri de baskın ve baskın olmayan dizde düşüş göstermiştir. En düşük ZT 300°/sn de elde edilirken (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $104.1 \pm 23.6$  ve  $101.1 \pm 21.4$  Nm, ZT eks:  $152.3 \pm 34.2$  vs.  $135.1 \pm 51.6$  Nm) en yüksek ZT 60°/sn açısal hızda (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $141.7 \pm 27.5$  ve  $145.1 \pm 24.5$  Nm, ZT eks:  $249.9 \pm 49.9$  ve  $234.4 \pm 58$  Nm) tespit edilmiştir. En yüksek ZT/VA (rölatif kuvvet) ve İş değerleri 60°/sn açısal hızda hem baskın hem de baskın olmayan tarafta elde edilmiştir. Sırasıyla 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlar bunu takip etmektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Erkek voleybolcularda diz fleksiyon (H) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan bacakta karşılaştırılması (\*:p<0.05)



Şekil 4.2. Erkek voleybolcularda diz ekstansiyon (Q) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan bacakta karşılaştırılması

60°/sn açısal hızda baskın & baskın olmayan diz izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında; ilgili değişkenlerde baskın ve baskın olmayan diz arasında anlamlı fark yoktur (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Deneklerin 60°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf diz izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması

|                         | Baskın        |       |       | Baskın Olmayan |       |       | p    |
|-------------------------|---------------|-------|-------|----------------|-------|-------|------|
|                         | Ortalama ± SS | Maks  | Min   | Ortalama ± SS  | Maks  | Min   |      |
| ZT fleks (Nm)           | 141.7 ± 27.5  | 187.7 | 108.2 | 145.1 ± 24.5   | 188.4 | 109.2 | .348 |
| ZT eks (Nm)             | 249.9 ± 49.9  | 324.2 | 157.7 | 234.4 ± 58.0   | 328.2 | 140.7 | .387 |
| ZT/VA fleks (Nm/kg)     | 1.4 ± 0.3     | 2.1   | 1     | 1.4 ± 0.2      | 1.8   | 1     | .625 |
| ZT/VA eks (Nm/kg)       | 2.5 ± 0.6     | 3.3   | 1.6   | 2.3 ± 0.6      | 3.3   | 1.2   | .385 |
| Fleks/Eks oranı (H/Q)   | 58.4 ± 11.1   | 74    | 38    | 65.8 ± 18.3    | 109   | 47    | .497 |
| ZT fleks açısı (derece) | 45.5 ± 11.2   | 69    | 28    | 43.8 ± 13.4    | 73    | 32    | .493 |
| ZT eks açısı (derece)   | 62.2 ± 9.5    | 74    | 40    | 63.8 ± 8.7     | 78    | 43    | .252 |
| İş fleks (Joule)        | 132.4 ± 24    | 174   | 101   | 132.4 ± 21.9   | 164   | 103   | .999 |
| İş eks (Joule)          | 196.2 ± 40    | 261   | 119   | 184 ± 56.3     | 256   | 83    | .362 |
| Güç fleks (Watt)        | 95.5 ± 19.3   | 123   | 67    | 91.9 ± 16.2    | 121   | 64    | .217 |
| Güç eks (Watt)          | 147.5 ± 36.5  | 211   | 82    | 132.3 ± 40.9   | 193   | 64    | .209 |
| İş/VA Fleks             | 0.4 ± 0.2     | 0.9   | 0.1   | 0.4 ± 0.2      | 0.6   | 0.2   | .861 |
| İş/VA Eks               | 0.5 ± 0.2     | 0.9   | 0.2   | 0.6 ± 0.2      | 0.8   | 0.2   | .301 |

\*:  $p < 0.05$ , ZT: Zirve tork, fleks: fleksiyon, eks: ekstansiyon, VA: Vücut ağırlığı, H: Hamstrings, Q: Quadriceps Femoris, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

Deneklerin 180°/sn açısal hızda; baskın & baskın olmayan diz izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında ZT fleks, ZT Fleks açısı, İş Fleks ve Güç Fleks değerlerinde anlamlı fark

bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Diğer tüm değişkenlerde baskın ve baskın olmayan diz arasında  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızda anlamlı fark bulunmamıştır. ( $p<0.05$ , Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Deneklerin  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf diz izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması

|                         | Baskın            |       |       | Baskın Olmayan    |       |       | p     |
|-------------------------|-------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
|                         | Ortalama $\pm$ SS | Maks  | Min   | Ortalama $\pm$ SS | Maks  | Min   |       |
| ZT fleks (Nm)           | 117.7 $\pm$ 18.5  | 144.2 | 84.2  | 125 $\pm$ 17.6    | 148.7 | 95.1  | .026* |
| ZT eks (Nm)             | 180.9 $\pm$ 37.8  | 257.7 | 110.3 | 184.1 $\pm$ 43.9  | 254.7 | 111.9 | .766  |
| ZT/VA fleks (Nm/kg)     | 1.1 $\pm$ 0.2     | 1.6   | 0.7   | 1.2 $\pm$ 0.2     | 1.5   | 0.9   | .190  |
| ZT/VA eks (Nm/kg)       | 1.7 $\pm$ 0.5     | 2.4   | 0.9   | 1.7 $\pm$ 0.4     | 2.2   | 0.9   | .911  |
| Fleks/Eks oranı (H/Q)   | 68 $\pm$ 19.4     | 122   | 48    | 72.7 $\pm$ 20.3   | 124   | 49    | .513  |
| ZT fleks açısı (derece) | 42.4 $\pm$ 11     | 62    | 28    | 48.7 $\pm$ 9      | 73    | 41    | .008* |
| ZT eks açısı (derece)   | 62.5 $\pm$ 7.9    | 74    | 53    | 63.1 $\pm$ 6.4    | 72    | 51    | .876  |
| İş fleks (Joule)        | 135.5 $\pm$ 38.8  | 190   | 55    | 100.4 $\pm$ 12.9  | 120   | 81    | .002* |
| İş eks (Joule)          | 131.4 $\pm$ 37    | 205   | 50    | 135.5 $\pm$ 38.8  | 190   | 55    | .713  |
| Güç fleks (Watt)        | 146.6 $\pm$ 27.3  | 207   | 100   | 163.8 $\pm$ 24.2  | 199   | 129   | .028* |
| Güç eks (Watt)          | 226 $\pm$ 66.5    | 355   | 81    | 236.3 $\pm$ 70.6  | 340   | 91    | .623  |
| İş/VA Fleks             | 0.6 $\pm$ 0.2     | 0.9   | 0.2   | 0.5 $\pm$ 0.3     | 0.9   | 0.1   | .117  |
| İş/VA Eks               | 0.5 $\pm$ 0.2     | 0.8   | 0.2   | 0.5 $\pm$ 0.2     | 0.8   | 0.2   | .235  |

\*:  $p<0.05$ , ZT: Zirve tork, fleks: fleksiyon, eks: ekstansiyon, VA: Vücut ağırlığı, H: Hamstrings, Q: Quadriceps Femoris, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

Deneklerin  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hızda; baskın & baskın olmayan diz izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında İş fleks ve İş/VA fleks değerlerinde anlamlı fark gözlemlenmiş olup diğer değişkenler için anlamlı bir fark yoktur. Fleks/Eks oranı ve İş/VA değerleri ise baskın ve baskın olmayan taraf için en yüksek  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hızda elde edilmiş olup bunu sırasıyla  $180^\circ/\text{sn}$  ve  $60^\circ/\text{sn}$  açısal hızlar takip etmiştir ( $p<0.05$ , Çizelge 4.3.).

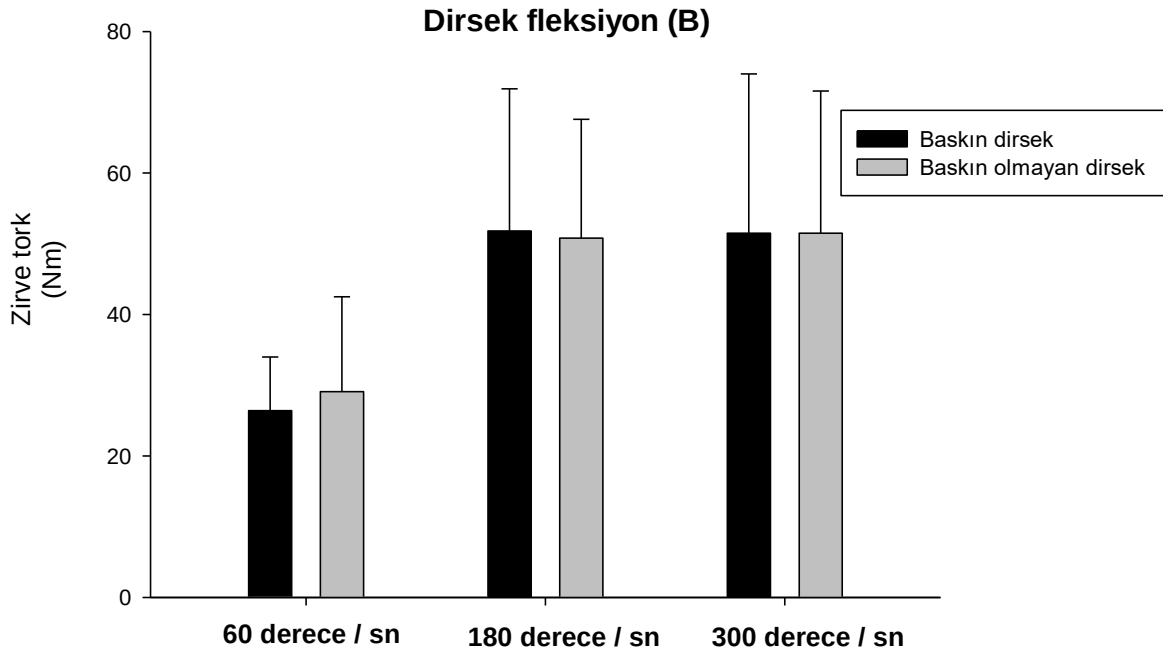
Çizelge 4.3. Deneklerin  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf diz izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması

|                         | Baskın            |       |      | Baskın Olmayan    |       |      | p     |
|-------------------------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|-------|
|                         | Ortalama $\pm$ SS | Maks  | Min  | Ortalama $\pm$ SS | Maks  | Min  |       |
| ZT fleks (Nm)           | 104.1 $\pm$ 23.6  | 144.2 | 56.7 | 101.1 $\pm$ 21.4  | 131.1 | 54.6 | .576  |
| ZT eks (Nm)             | 152.3 $\pm$ 34.2  | 207.9 | 78.9 | 142.8 $\pm$ 42.3  | 219.9 | 76.2 | .309  |
| ZT/VA fleks (Nm/kg)     | 0.9 $\pm$ 0.2     | 1.2   | 0.4  | 0.8 $\pm$ 0.2     | 1.2   | 0.4  | .052  |
| ZT/VA eks (Nm/kg)       | 1.3 $\pm$ 0.4     | 1.8   | 0.4  | 1.1 $\pm$ 0.5     | 1.6   | 0.1  | .236  |
| Fleks/Eks oranı (H/Q)   | 75.7 $\pm$ 45.4   | 223   | 48   | 92.3 $\pm$ 69.9   | 310   | 45   | .787  |
| ZT fleks açısı (derece) | 48 $\pm$ 9.8      | 76    | 39   | 48.7 $\pm$ 9      | 73    | 41   | .683  |
| ZT eks açısı (derece)   | 60.1 $\pm$ 7.5    | 82    | 52   | 58.8 $\pm$ 8.7    | 83    | 49   | .684  |
| İş fleks (Joule)        | 65.3 $\pm$ 17.2   | 81    | 29   | 57 $\pm$ 16.6     | 90    | 34   | .047* |
| İş eks (Joule)          | 81.4 $\pm$ 23.1   | 117   | 30   | 75.2 $\pm$ 34.2   | 122   | 8    | .787  |
| Güç fleks (Watt)        | 148.9 $\pm$ 40.7  | 192   | 63   | 129.2 $\pm$ 37.7  | 195   | 66   | .056  |
| Güç eks (Watt)          | 200.7 $\pm$ 59.9  | 283   | 61   | 177.8 $\pm$ 88.8  | 301   | 15   | .893  |
| İş/VA Fleks             | 0.7 $\pm$ 0.2     | 0.9   | 0.3  | 0.6 $\pm$ 0.1     | 0.9   | 0.4  | .021* |
| İş/VA Eks               | 0.6 $\pm$ 0.2     | 1     | 0.3  | 0.5 $\pm$ 0.2     | 0.8   | 0.1  | .101  |

\*:  $p<0.05$ , ZT: Zirve tork, fleks: fleksiyon, eks: ekstansiyon, VA: Vücut ağırlığı, H: Hamstrings, Q: Quadriceps Femoris, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

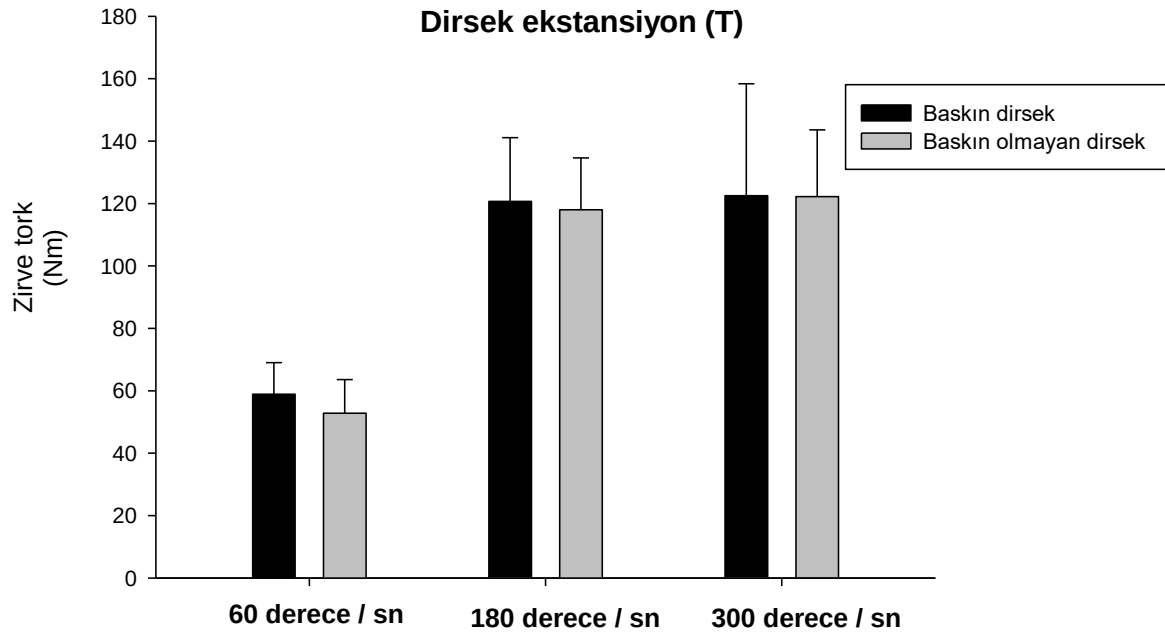
#### 4.2. Dirsek İzokinetik Kuvvet

Bütün açısal hızlarda T (ekstansiyon) kas kuvveti, B (fleksiyon) kas kuvvetinden hem sağ hem de sol tarafta nicel olarak daha yüksek bulunmuştur (ZT açısı parametresinde ise baskın kol 60°/sn açısal hızda B değeri T değerinden sağ tarafta yüksek ve 180°/sn açısal hızda B değeri T değerinden hem sağ hem de sol tarafta yüksek). Bununla birlikte açısal hız arttıkça ZT değeri de baskın ve baskın olmayan dirsekte artış göstermiştir. En düşük ZT 60°/sn de elde edilirken (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $26.4 \pm 7.6$  ve  $29.1 \pm 13.4$  Nm, ZT eks:  $58.9 \pm 10.1$  vs.  $52.8 \pm 10.8$  Nm) en yüksek ZT 300°/sn açısal hızda (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $51.5 \pm 22.5$  ve  $51.5 \pm 20.1$  Nm, ZT eks:  $122.5 \pm 35.9$  ve  $122.2 \pm 21.4$  Nm) tespit edilmiştir. En yüksek ZT/VA (rölatif kuvvet) ve İş değerleri 60°/sn açısal hızda hem baskın hem de baskın olmayan tarafta elde edilmiştir. Sırasıyla 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlar bunu takip etmektedir.



Şekil 4.3. Erkek voleybolcularda dirsek fleksiyon (B) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan dirsekte karşılaştırılması





Şekil 4.4. Erkek voleybolcularda dirsek ekstansiyon (T) hareketinde izokinetik kuvvet zirve tork değerlerinin baskın ve baskın olmayan dirsekte karşılaştırılması

Baskın ve baskın olmayan dirsek izokinetik kuvvetleri 60°/sn açısal hızda karşılaştırıldığında İş ekstansiyon ve Güç ekstansiyon değerlerinde anlamlı fark bulunmuş olup, diğer değişkenlerde baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı fark yoktur ( $p < 0.05$ , Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Deneklerin 60°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması

|                         | Baskın            |      |     | Baskın Olmayan    |      |     | p     |
|-------------------------|-------------------|------|-----|-------------------|------|-----|-------|
|                         | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min |       |
| ZT fleks (Nm)           | 26.4 $\pm$ 7.6    | 45   | 13  | 29.1 $\pm$ 13.4   | 70   | 19  | .922  |
| ZT eks (Nm)             | 58.9 $\pm$ 10.1   | 79   | 43  | 52.8 $\pm$ 10.8   | 69   | 33  | .077  |
| ZT/VA fleks (Nm/kg)     | 0.4 $\pm$ 0.1     | 0.6  | 0.1 | 0.3 $\pm$ 0.1     | 0.6  | 0.1 | .515  |
| ZT/VA eks (Nm/kg)       | 0.8 $\pm$ 0.1     | 1    | 0.6 | 0.7 $\pm$ 0.2     | 0.9  | 0.4 | .109  |
| Fleks/Eks oranı (B/T)   | 47.9 $\pm$ 11     | 68   | 29  | 48 $\pm$ 10       | 68   | 36  | .983  |
| ZT fleks açısı (derece) | 76.3 $\pm$ 21.3   | 120  | 32  | 63.3 $\pm$ 11.9   | 89   | 45  | .057  |
| ZT eks açısı (derece)   | 67.7 $\pm$ 14.3   | 95   | 41  | 64 $\pm$ 12.1     | 83   | 47  | .489  |
| İş fleks (Joule)        | 51.8 $\pm$ 15.5   | 91   | 25  | 50.1 $\pm$ 12.4   | 72   | 30  | .550  |
| İş eks (Joule)          | 119.7 $\pm$ 17.2  | 146  | 90  | 111.7 $\pm$ 21.7  | 143  | 68  | .017* |
| Güç fleks (Watt)        | 23.6 $\pm$ 7.7    | 43   | 10  | 22.8 $\pm$ 5.8    | 33   | 12  | .700  |
| Güç eks (Watt)          | 55.3 $\pm$ 10.1   | 75   | 39  | 50.7 $\pm$ 10.4   | 67   | 28  | .009* |

\*:  $p < 0.05$ , ZT fleks: zirve tork fleksiyon, ZT eks: zirve tork ekstansiyon, VA: Vücut ağırlığı, B: Biceps, T: Triceps, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

Deneklerin 180°/sn açısal hızda baskın & baskın olmayan dirsek izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında ilgili değişkenlerde baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı fark bulunmamıştır. ( $p < 0.05$ , Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Deneklerin 180°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırması

|                         | Baskın            |      |     | Baskın Olmayan    |      |     | p    |
|-------------------------|-------------------|------|-----|-------------------|------|-----|------|
|                         | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min |      |
| ZT fleks (Nm)           | 51.8 $\pm$ 20.1   | 109  | 24  | 50.8 $\pm$ 16.8   | 88   | 34  | .891 |
| ZT eks (Nm)             | 120.7 $\pm$ 20.4  | 166  | 93  | 118 $\pm$ 16.6    | 147  | 84  | .520 |
| ZT/VA fleks (Nm/kg)     | 0.3 $\pm$ 0.1     | 0.6  | 0.1 | 0.3 $\pm$ 0.1     | 0.4  | 0.1 | .151 |
| ZT/VA eks (Nm/kg)       | 0.6 $\pm$ 0.2     | 0.9  | 0.1 | 0.6 $\pm$ 0.1     | 0.9  | 0.4 | .999 |
| Fleks/Eks oranı (B/T)   | 54.5 $\pm$ 25.7   | 127  | 21  | 44.6 $\pm$ 11.7   | 69   | 32  | .175 |
| ZT fleks açısı (derece) | 71.3 $\pm$ 26.2   | 96   | 5   | 60.4 $\pm$ 16.1   | 84   | 24  | .191 |
| ZT eks açısı (derece)   | 68.7 $\pm$ 28.5   | 108  | 8   | 59.9 $\pm$ 14.1   | 79   | 39  | .192 |
| İş fleks (Joule)        | 37.5 $\pm$ 16.5   | 82   | 13  | 37.8 $\pm$ 13.7   | 64   | 19  | .967 |
| İş eks (Joule)          | 90.9 $\pm$ 20.3   | 131  | 66  | 92.2 $\pm$ 14.9   | 119  | 68  | .759 |
| Güç fleks (Watt)        | 39.4 $\pm$ 19.5   | 94   | 12  | 40.7 $\pm$ 16.5   | 75   | 19  | .848 |
| Güç eks (Watt)          | 102.5 $\pm$ 25.1  | 156  | 69  | 101.9 $\pm$ 17.4  | 135  | 75  | .921 |

\*:  $p < 0.05$ , ZT fleks: zirve tork fleksiyon, ZT eks: zirve tork ekstansiyon, VA: Vücut ağırlığı, B: Biceps, T: Triceps, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

Baskın ve baskın olmayan dirsek izokinetik kuvvetleri 300°/sn açısal hızda karşılaştırıldığında yalnızca ZT fleksiyon açısı değerinde anlamlı fark bulunmuş olup, diğer değişkenlerde baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı fark yoktur ( $p < 0.05$ , Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Deneklerin 300°/sn açısal hızda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek izokinetik kuvvet değerleri ve karşılaştırılması

|                         | Baskın            |      |     | Baskın Olmayan    |      |     | p     |
|-------------------------|-------------------|------|-----|-------------------|------|-----|-------|
|                         | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min |       |
| ZT fleks (Nm)           | 51.5 $\pm$ 22.5   | 99   | 25  | 51.5 $\pm$ 20.1   | 93   | 33  | .791  |
| ZT eks (Nm)             | 122.5 $\pm$ 35.9  | 168  | 63  | 122.2 $\pm$ 21.4  | 147  | 67  | .971  |
| ZT/VA fleks (Nm/kg)     | 0.2 $\pm$ 0.1     | 0.4  | 0.1 | 0.2 $\pm$ 0.1     | 0.4  | 0.1 | .250  |
| ZT/VA eks (Nm/kg)       | 0.5 $\pm$ 0.1     | 0.7  | 0.3 | 0.5 $\pm$ 0.1     | 0.6  | 0.3 | .794  |
| Fleks/Eks oranı (B/T)   | 46.8 $\pm$ 12.5   | 68   | 27  | 44.5 $\pm$ 13.4   | 70   | 23  | .585  |
| ZT fleks açısı (derece) | 74.6 $\pm$ 27.2   | 119  | 5   | 55.6 $\pm$ 27.6   | 91   | 4   | .021* |
| ZT eks açısı (derece)   | 81.8 $\pm$ 9.3    | 94   | 60  | 81.9 $\pm$ 7.3    | 90   | 71  | .414  |
| İş fleks (Joule)        | 27.5 $\pm$ 12.3   | 52   | 12  | 26.8 $\pm$ 11.1   | 51   | 15  | .840  |
| İş eks (Joule)          | 63.2 $\pm$ 20.7   | 92   | 32  | 63.9 $\pm$ 13.4   | 77   | 33  | .855  |
| Güç fleks (Watt)        | 38.7 $\pm$ 19.9   | 81   | 16  | 39 $\pm$ 17.9     | 76   | 22  | .956  |
| Güç eks (Watt)          | 99.3 $\pm$ 35.4   | 148  | 46  | 100.6 $\pm$ 23.7  | 132  | 48  | .869  |

\*:  $p < 0.05$ , ZT fleks: zirve tork fleksiyon, ZT eks: zirve tork ekstansiyon, VA: Vücut ağırlığı, B: Biceps, T: Triceps, SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

### 4.3. Smaç Kolu Hızı ve Sıçrama Yüksekliği

Elit erkek voleybolcularda smaç kolu hızı maksimum ve minimum değerleri sırasıyla 16.6 m/sn ve 11.9 m/sn bulunurken; ortalaması  $14 \pm 1.5$  m/sn olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, sıçrama yüksekliği ortalama 55.8 cm bulunmuş, maksimum değer 63.2 cm ve minimum değer 43.9 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Deneklerin smaç kolu hızı ve sıçrama yüksekliği değerleri

|                         | Ortalama $\pm$ SS | Maks | Min  |
|-------------------------|-------------------|------|------|
| Smaç Kolu Hızı (m/sn)   | $14 \pm 1.5$      | 16.6 | 11.9 |
| Sıçrama Yüksekliği (cm) | $55.8 \pm 6.2$    | 63.2 | 43.9 |

SS: Standart Sapma, Maks: Maksimum, Min: Minimum

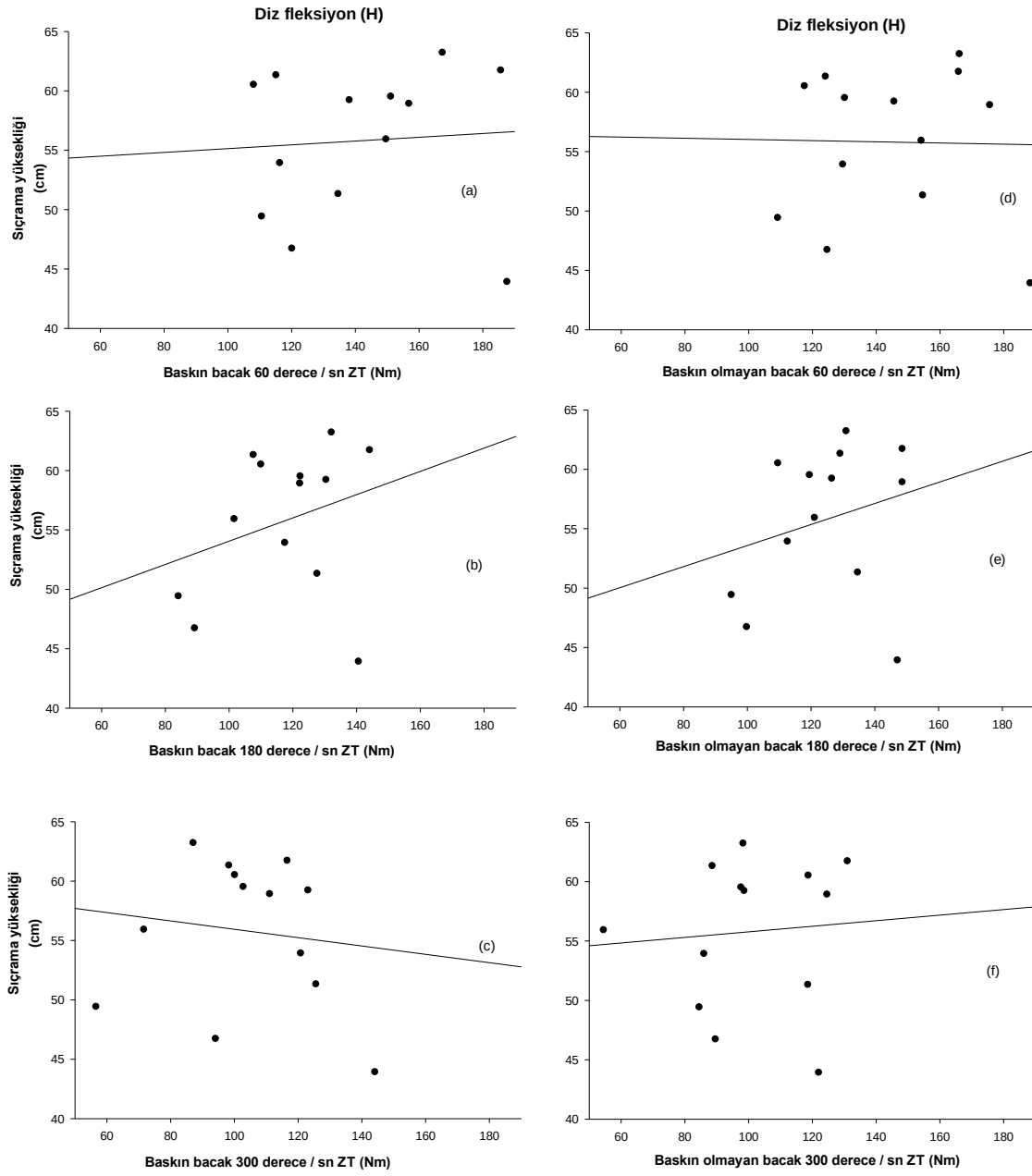
### 4.4. İzokinetik Kuvvet ile Smaç Kolu Hızı ve Sıçrama Arasındaki İlişki

Deneklerin izokinetik diz kuvveti ve sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişki incelendiğinde,  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızlarda baskın bacak diz ekstansiyon kuvveti ile sıçrama yüksekliği arasında pozitif anlamlı bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla  $r=.582$ ,  $p=.035$ ;  $r=.736$ ,  $p=.003$ ).  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızlarda diğer değişkenlerde ve  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hız diz izokinetik kuvvet değerleri ile sıçrama yüksekliği değerleri arasında ise anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p<0.05$ , Çizelge 4.8, Şekil 4.5, Şekil 4.6).

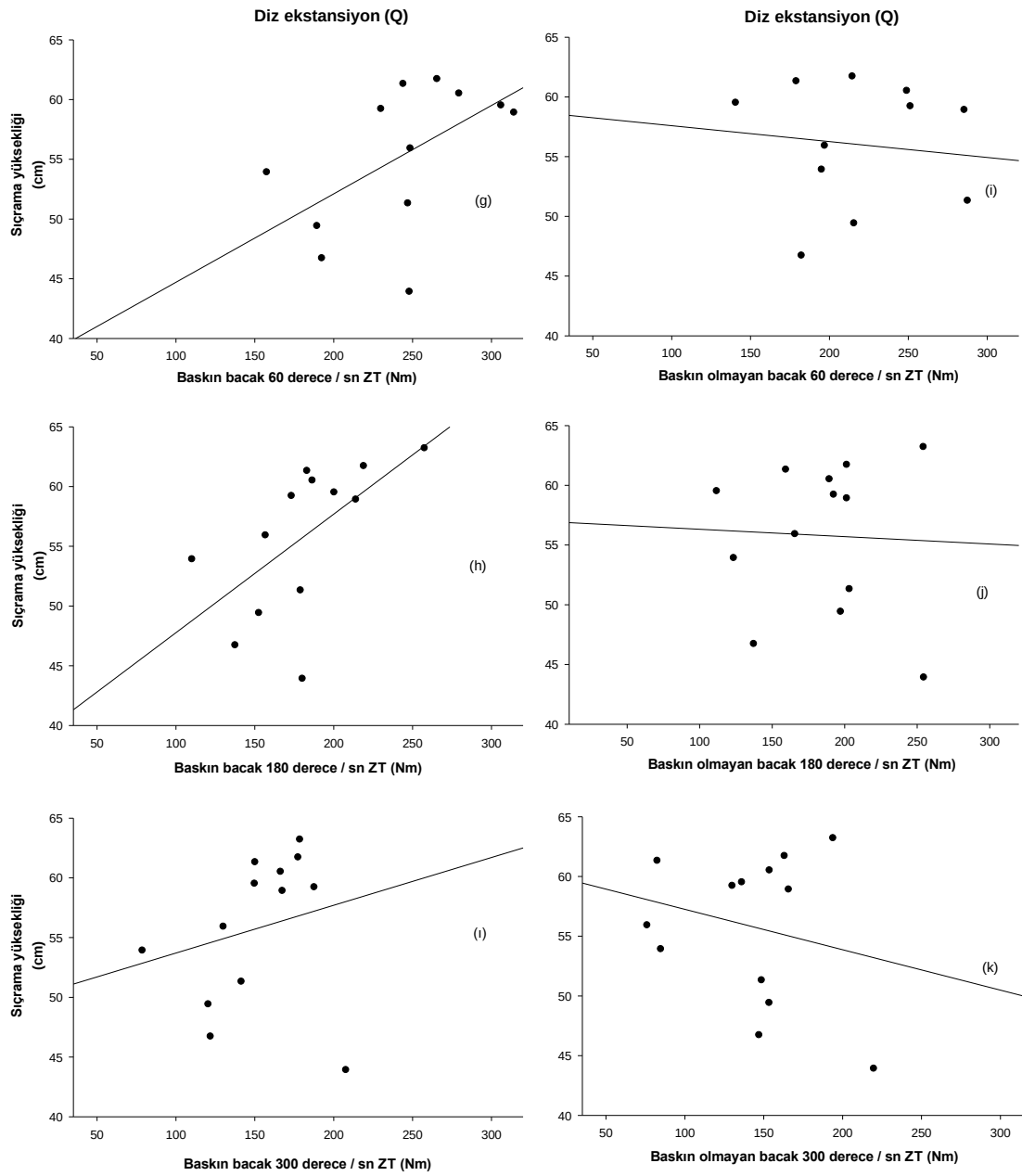
Çizelge 4.8. İzokinetik diz kuvvet ve sıçrama yüksekliği ilişkisi

|                          | Baskın Bacak       |      |                     |       | Baskın Olmayan Bacak |      |                     |      |
|--------------------------|--------------------|------|---------------------|-------|----------------------|------|---------------------|------|
|                          | Sıçrama Yüksekliği |      | Sıçrama Yüksekliği  |       | Sıçrama Yüksekliği   |      | Sıçrama Yüksekliği  |      |
|                          | Diz Fleksiyon (H)  |      | Diz Ekstansiyon (Q) |       | Diz Fleksiyon (H)    |      | Diz Ekstansiyon (Q) |      |
|                          | r                  | p    | r                   | p     | r                    | p    | r                   | p    |
| $60^\circ/\text{sn}$ ZT  | .115               | .696 | .582                | .035* | .033                 | .906 | -.121               | .682 |
|                          | Sıçrama Yüksekliği |      | Sıçrama Yüksekliği  |       | Sıçrama Yüksekliği   |      | Sıçrama Yüksekliği  |      |
|                          | Diz Fleksiyon (H)  |      | Diz Ekstansiyon (Q) |       | Diz Fleksiyon (H)    |      | Diz Ekstansiyon (Q) |      |
|                          | r                  | p    | r                   | p     | r                    | p    | r                   | p    |
| $180^\circ/\text{sn}$ ZT | .330               | .261 | .736                | .003* | .278                 | .342 | -.025               | .921 |
|                          | Sıçrama Yüksekliği |      | Sıçrama Yüksekliği  |       | Sıçrama Yüksekliği   |      | Sıçrama Yüksekliği  |      |
|                          | Diz Fleksiyon (H)  |      | Diz Ekstansiyon (Q) |       | Diz Fleksiyon (H)    |      | Diz Ekstansiyon (Q) |      |
|                          | r                  | p    | r                   | p     | r                    | p    | r                   | p    |
| $300^\circ/\text{sn}$ ZT | -.187              | .528 | .385                | .186  | .220                 | .458 | .017                | .949 |

\*:  $p<0.05$ , ZT: Zirve tork, H:Hamstring, Q:Quadriceps



Şekil 4.5. Erkek voleybolcularda farklı açısız hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf diz fleksiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç sıçrama yüksekliği arasındaki ilişki



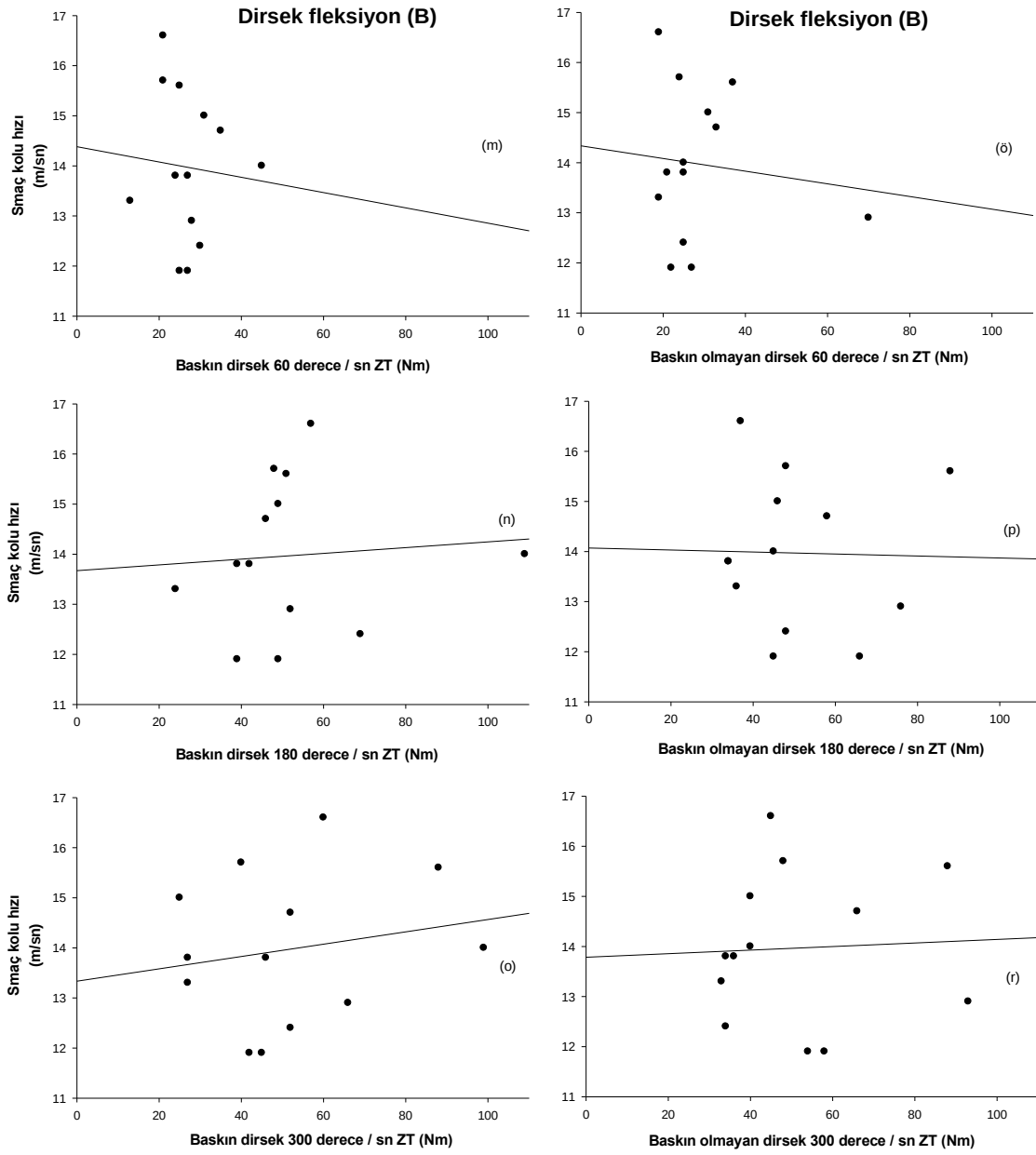
Şekil 4.6. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf diz ekstansiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç sıçrama yüksekliği arasındaki ilişki (g grafiğinde anlamlı pozitif ilişki  $r=.582$ ,  $p=.035$ ; h grafiğinde anlamlı pozitif ilişki  $r=.736$ ,  $p=.003$ )

Elit erkek voleybolcularda dirsek izokinetik kuvvet ve smaç kolu hızı arasındaki ilişki incelendiğinde, 60°/sn açısal hızda baskın olmayan dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir ( $r=.562$ ;  $p=.044$ ). Ayrıca 300°/sn açısal hızda baskın dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur ( $r=.598$ ;  $p=.029$ ). Diğer değişkenlerde tüm açısal hızlarda izokinetik dirsek kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ( $p<0.05$ , Çizelge 4.9., Şekil 4.7, Şekil 4.8).

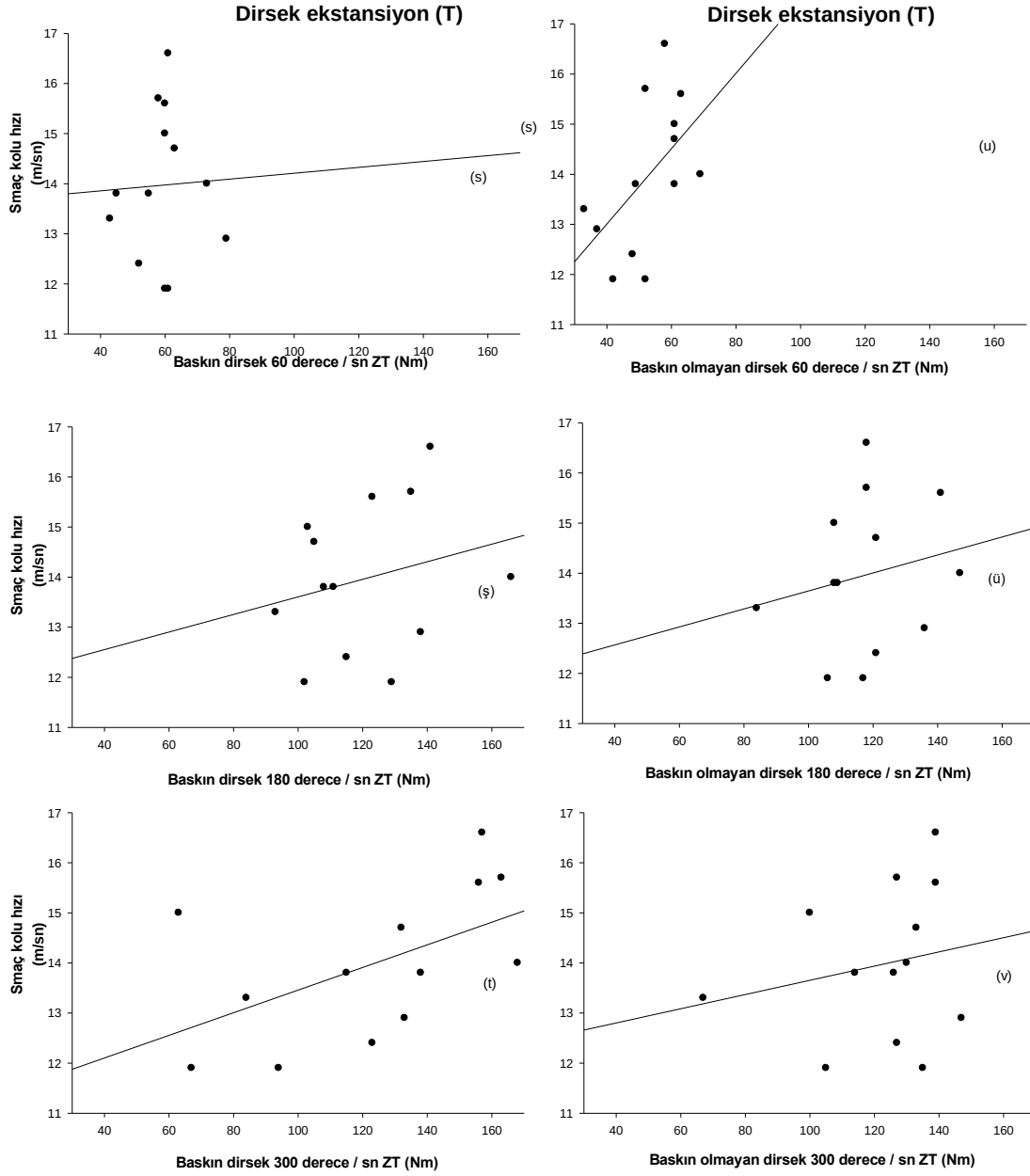
Çizelge 4.9. Dirsek izokinetik kuvvet ve smaç kolu hızı ilişkisi

|            | Baskın Kol           |      |                 |       | Baskın Olmayan Kol   |      |                 |       |
|------------|----------------------|------|-----------------|-------|----------------------|------|-----------------|-------|
|            | Smaç Kolu Hızı       |      | Dirsek          |       | Smaç Kolu Hızı       |      | Dirsek          |       |
|            | Dirsek Fleksiyon (B) |      | Ekstansiyon (T) |       | Dirsek Fleksiyon (B) |      | Ekstansiyon (T) |       |
|            | r                    | p    | r               | p     | r                    | p    | r               | p     |
| 60°/sn ZT  | -.242                | .429 | .062            | .834  | -.031                | .906 | .598            | .029* |
|            | Smaç Kolu Hızı       |      | Dirsek          |       | Smaç Kolu Hızı       |      | Dirsek          |       |
|            | Dirsek Fleksiyon (B) |      | Ekstansiyon (T) |       | Dirsek Fleksiyon (B) |      | Ekstansiyon (T) |       |
|            | r                    | p    | r               | p     | r                    | p    | r               | p     |
| 180°/sn ZT | .217                 | .469 | .303            | .304  | -.018                | .949 | .286            | .332  |
|            | Smaç Kolu Hızı       |      | Dirsek          |       | Smaç Kolu Hızı       |      | Dirsek          |       |
|            | Dirsek Fleksiyon (B) |      | Ekstansiyon (T) |       | Dirsek Fleksiyon (B) |      | Ekstansiyon (T) |       |
|            | r                    | p    | r               | p     | r                    | p    | r               | p     |
| 300°/sn ZT | .131                 | .656 | .562            | .044* | .084                 | .778 | .202            | .493  |

\*:  $p<0.05$ , ZT: Zirve tork, B: Biceps, T: Triceps



Şekil 4.7. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek fleksiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı arasındaki ilişki



Şekil 4.8. Erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf dirsek ekstansiyon hareketindeki izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı arasındaki ilişki (t grafiğinde anlamlı pozitif ilişki  $r=0.562$ ,  $p=0.044$ ; u grafiğinde anlamlı pozitif ilişki  $r=0.598$ ,  $p=0.029$ )



## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada bütün açısal hızlarda Q (ekstansiyon) kas kuvveti, H (fleksiyon) kas kuvvetinden hem sağ hem de sol tarafta nicel olarak daha yüksek bulunmuştur (İş/VA parametresinde ise 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlarda H değeri Q değerinden hem sağ hem de sol tarafta yüksek). Bununla birlikte açısal hız arttıkça ZT değeri de baskın ve baskın olmayan dizde düşüş göstermiştir. En düşük ZT 300°/sn de elde edilirken (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $104.1 \pm 23.6$  ve  $101.1 \pm 21.4$  Nm, ZT eks:  $152.3 \pm 34.2$  vs.  $135.1 \pm 51.6$  Nm) en yüksek ZT 60°/sn açısal hızda (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $141.7 \pm 27.5$  ve  $145.1 \pm 24.5$  Nm, ZT eks:  $249.9 \pm 49.9$  ve  $234.4 \pm 58$  Nm) tespit edilmiştir. En yüksek ZT/VA (rölatif kuvvet) ve İş değerleri 60°/sn açısal hızda hem baskın hem de baskın olmayan tarafta elde edilmiştir. Sırasıyla 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlar bunu takip etmektedir.

60°/sn açısal hızda baskın & baskın olmayan diz izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında; ilgili değişkenlerde baskın ve baskın olmayan diz arasında anlamlı fark yoktur. Deneklerin 180°/sn açısal hızda; baskın & baskın olmayan diz izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında ZT fleks, ZT Fleks açısı, İş Fleks ve Güç Fleks değerlerinde anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Diğer tüm değişkenlerde baskın ve baskın olmayan diz arasında 180°/sn açısal hızda anlamlı fark bulunmamıştır. Deneklerin 300°/sn açısal hızda; baskın & baskın olmayan diz izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında İş fleks ve İş/VA fleks değerlerinde anlamlı fark gözlemlenmiş olup diğer değişkenler için anlamlı bir fark yoktur. Fleks/Eks oranı ve İş/VA değerleri ise baskın ve baskın olmayan taraf için en yüksek 300°/sn açısal hızda elde edilmiş olup devamında sırasıyla 180°/sn ve 60°/sn açısal hızlar takip etmiştir.

İzokinetik değerlendirmeler kas dengesi ve fonksiyonel bir standart oluşturmak için en sık kullanılan yöntemlerden biridir. İzokinetik testlerle yüksek sakatlanma riski içeren sporcuları belirlemek, bunların görülmesini en aza indirmek için antrenmanlar yapmak, sakatlık sonrası rehabilitasyon uygulamak mümkündür (Teixeira ve diğerleri, 2014). Biz bu araştırmada elit erkek voleybolcuların diz izokinetik kuvvetini belirledik ve baskın & baskın olmayan bacak ve kol arasında kuvvet farkı olup olmadığını tespit etmeyi amaçladık. Araştırmamızın sonunda, bacak için düşük açısal hızda bilateral kuvvet farkı bulunmamasına rağmen, açısal hız arttıkça bilateral kuvvet farkı belirledik. En dikkat

çekici bulgu ise  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızda diz fleksiyonunda baskın baskın olmayan taraf ZT arasında anlamlı fark tespit edilmesidir.

Çelenk ve diğerleri (2019), 18-22 yaş arasındaki erkek voleybolcularda yaptıkları çalışmalarında düşük ve yüksek açısal hızlarda sporcuların sağ ve sol diz (baskın ve baskın olmayan) ZT değerlerini karşılaştırmış ve anlamlı bir fark bulmamıştır. Kadın voleybolcularda denge ve izokinetik kuvvetin incelendiği bir çalışmada (Cengizel ve Cengizel, 2019), baskın bacak ile baskın olmayan bacak arasında izokinetik kuvvet açısından anlamlı bir fark olmadığını belirlenmiştir. Akınoğlu ve diğerleri (2019) erkek voleybolcularda  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızlarda; baskın taraf diz eklemi fleksör ve ekstansör kaslarının ZT ve rölatif ZT değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde etmişlerdir. Kim ve Jeoung (2016) erkek voleybolcularda diz, omuz ve sırt izokinetik kuvvet ölçmüşlerdir. Omuz ve sırta göre diz ekleminin daha çok sakatlanma riski içerdiğini rapor etmişlerdir. Yapıcı (2016) erkek voleybolcularda  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $300^\circ/\text{sn}$  olmak üzere iki farklı açısal hızda ölçüm almıştır. En yüksek diz ZT değerini düşük açısal hızda ( $60^\circ/\text{sn}$ ) elde etmiştir. Araştırmamızda da en yüksek diz izokinetik kuvvet ZT değeri düşük açısal hızda elde edilmiştir ( $60^\circ/\text{sn}$ ).

Akarcesme ve diğerleri (2017) kadın voleybolcularda baskın ve baskın olmayan bacak arasında bilateral kuvvet farkı belirlemedişlerdir. Araştırmacılar izokinetik kuvvet değerlendirmelerini yalnızca  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızda gerçekleştirmişlerdir. Biz araştırmamızda üç farklı açısal hızı değerlendirmeye aldık. Bu üç farklı açısal hız, klasik kuvvet antrenmanlarında hareketin hızı, zorluk derecesi ve tekrar sayısı bakımından farklı kuvvet antrenmanı programlarına benzetilebilir.  $60^\circ/\text{sn}$  açısal hız izokinetik kuvvet, maksimal kuvvet antrenmanı ile;  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hız izokinetik kuvvet, çabuk kuvvet (power) antrenmanı ile;  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hız izokinetik kuvvet, kuvvette devamlılık antrenmanı ile ilişkili bulunmuştur (Cengizel, 2020). Araştırmamızda;  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızda diz izokinetik fleksiyon kuvvetinde baskın ve baskın olmayan taraf arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu da tekrarlı sıçramalar gerçekleştirilen voleybolda güç antrenmanına olan gereksinimi, hamstring kas kuvvetinin baskın ve baskın olmayan bacakta farklılaştığını ve önemini vurgular. Literatürde, sıçrama için quadriceps kas grubunun öneminden sıkça bahsedilirken; elde ettiğimiz bu bulgu ile hamstring kas grubunun ihmal edilmemesi gerektiği öne çıkmaktadır. Tekrarlı sıçramalarda sakatlığı önlemek için bu farkın güç antrenmanlarıyla ortadan kaldırılması önerilebilir. Bununla birlikte literatürde

ve çalışmamızda da belirtildiği gibi voleybolcularda baskın ve baskın olmayan bacak izokinetik kuvvet farkının bulunmaması da; voleybolda çift ayakla smaç sıçraması uygulanıyor olması ile ilişkilendirilebilir. Bu bulgular voleybolda her iki bacağı duyulan ihtiyacın bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Normatif değerler üzerinde düşük bir fikir birliği olmasına rağmen, H/Q (Fleks/Eks oranı) oranı 60°/sn açısal hız için %50-69 arasındaki değer ve 180°/sn hız için %70-80 arasındaki değer genel kabul görmektedir. Araştırmamızda bu değerler 60°/sn & 180°/sn açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraf için sırasıyla  $58.4 \pm 11.1$ 'e  $65.8 \pm 18.3$  ve  $68.0 \pm 19.4$ 'e  $72.7 \pm 20.3$ 'tür. Bulduğumuz oranlar -180°/sn açısal hızda baskın bacak hariç- bu aralıklar arasındadır. 180°/sn açısal hızda baskın bacak H/Q oranının genel kabul gören oranlar arasında bulunmamasının, bu açısal hızda ZT fleks değerlerinin baskın bacakta çok daha düşük olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda bütün açısal hızlarda T (ekstansiyon) kas kuvveti, B (fleksiyon) kas kuvvetinden hem sağ hem de sol tarafta nicel olarak daha yüksek bulunmuştur (ZT açısı parametresinde ise baskın kol 60°/sn açısal hızda B değeri T değerinden hem sağ tarafta yüksek ve 180°/sn açısal hızda B değeri T değerinden hem sağ hem de sol tarafta yüksek). Bununla birlikte açısal hız arttıkça ZT değeri de baskın ve baskın olmayan dirsekte artış göstermiştir. En düşük ZT 60°/sn de elde edilirken (baskın vs baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $26.4 \pm 7.6$  ve  $29.1 \pm 13.4$  Nm, ZT eks:  $58.9 \pm 10.1$  vs.  $52.8 \pm 10.8$  Nm) en yüksek ZT 300°/sn açısal hızda (baskın ve baskın olmayan sırasıyla ZT fleks:  $51.5 \pm 22.5$  ve  $51.5 \pm 20.1$  Nm, ZT eks:  $122.5 \pm 35.9$  ve  $122.2 \pm 21.4$  Nm) tespit edilmiştir. En yüksek ZT/VA (rölatif kuvvet) ve İş değerleri 60°/sn açısal hızda hem baskın hem de baskın olmayan tarafta elde edilmiştir. Sırasıyla 180°/sn ve 300°/sn açısal hızlar bunu takip etmektedir.

Baskın & baskın olmayan dirsek izokinetik kuvvetleri 60°/sn açısal hızda karşılaştırıldığında İş ekstansiyon ve güç ekstansiyon değerlerinde anlamlı fark bulunmuş olup, diğer değişkenlerde baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı fark yoktur. Deneklerin 180°/sn açısal hızda baskın & baskın olmayan dirsek izokinetik kuvvetleri karşılaştırıldığında ilgili değişkenlerde baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Baskın & baskın olmayan dirsek izokinetik kuvvetleri 300°/sn açısal hızda karşılaştırıldığında yalnızca ZT fleksiyon açısı değerinde anlamlı fark bulunmuş olup, diğer değişkenlerde baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı fark yoktur.

Alfredson ve diğerleri (1998) kadın voleybolcularda baskın ve baskın olmayan dirsek fleksiyon ve ekstansiyon izokinetik kuvvetini 60°/sn ve 180°/sn açısal hızda ölçmüşlerdir. Araştırmalarının sonunda baskın ve baskın olmayan dirsek izokinetik kuvveti arasında (180°/sn dirsek fleksiyonu hariç) anlamlı fark tespit etmişlerdir. Alfredson ve diğerleri (1998) voleybolcularda omuz ve dirsek rotator kasları ZT sedanter kadınlardan anlamlı yüksek bulunmuştur. Fakat, dirsek fleksiyon ZT iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Araştırmacılar bu sonucun voleybolda smaç ve servis gibi teknik elementlerde dirsek fleksörlerinin topa vuruş sonrası kolu yavaşlatmakta kullanılmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında dirsek ekstensörlerinin voleybol teknik elementlerinde dirsek fleksörlerine nazaran daha aktif olduğunu ve performansla daha çok etki ettiğini söyleyebiliriz. Çalışmamızda da dirsek fleksiyon izokinetik kuvveti tüm açısal hızlarda dirsek ekstansiyon izokinetik kuvvetinden nicel olarak düşük bulunmuştur.

Gallagher ve diğerleri (1997) sedanter erkeklerde dirsek izokinetik kuvvetini farklı açısal hızlarda baskın ve baskın olmayan taraflarda karşılaştırmışlardır. Araştırmalarında denekleri 20-30 yaş ve 50-60 yaş olmak üzere iki ayrı gruba ayırmışlardır. Deneklerin izokinetik parametrelerini (ZT, iş, güç) dirsek fleksiyonunda baskın ve baskın olmayan taraf arasında anlamlı farklı bulmalarına rağmen, dirsek ekstansiyonunda baskın taraf baskın olmayan taraftan farklı bulunmamıştır. Yüksek hızda (180°/sn) dirsek fleksiyon ve ekstansiyon ZT düşük hızda (90°/sn) üretilen ZT'ye göre anlamlı düşük bulmuşlardır. Bu bulguların çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulardan ayrışmasını, uzun yıllar spor-spesifik bir üst ekstremité hareketi gerçekleştiren voleybolcu denek grubundan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Wittstein ve diğerleri (2010) sağlıklı yetişkin erkeklerde dirsek fleksiyon ZT baskın ve baskın olmayan taraflar arasında anlamlı farklı bulunmamıştır. 60°/sn açısal hızda dirsek fleksiyon ZT değerleri çalışmamızla benzerlik göstermektedir (baskın taraf 55.4±9.7 Nm, baskın olmayan taraf 52.0±7.6 Nm).

Forthomme ve diğerleri (2005) erkek voleybolcularda smaç hızını baskın dirsek fleksör ve ekstensör (konsantrik mod) kuvveti ile anlamlı ilişkili bulmuşlardır. Deneklerin konsantrik ZT değerlerini ortalama 60°/sn dirsek fleksiyon 60.6±8.6 Nm, dirsek ekstansiyon 68.5±15.9 Nm, 180°/sn dirsek fleksiyon 47.9±8.3 Nm, dirsek ekstansiyon 55.4±9.3 Nm olarak belirlemişlerdir. B/T oranının ise 60°/sn açısal hızda 0.91±0.14, 180°/sn 0.87±0.1 olarak

bulmuşlardır. En yüksek ZT değerini düşük açısal hızda elde etmişlerdir. Bu bulgu bizim bulgularımızla çelişmektedir. Voleybolda en çok tekrarlanan teknik element olan smaç hareket hızına yüksek açısal hızlarda üretilen kuvvetin düşük hızlarda üretilen kuvvete nazaran daha çok benzediğini/uyduğunu düşünmekteyiz. Bulgularımızda da en yüksek zirve değeri baskın ve baskın olmayan taraf fleksiyon ve ekstansiyonda  $180^\circ/\text{sn}$  ve  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hızda elde edilmiştir. Bunun yanı sıra araştırmamızda elde ettiğimiz  $180^\circ/\text{sn}$  dirsek ekstansiyon izokinetik kuvveti (ki bu hareketin agonist kası tricepstir) bu araştırmadan elde edilenin neredeyse iki katı kadardır (bizim çalışmamızda  $180^\circ/\text{sn}$  dirsek ekstansiyon ZT  $120.7 \pm 20.4$  Nm iken, Forthomme ve diğerleri (2005) nin çalışmasında  $55.4 \pm 9.3$  Nm). Yapılan araştırmanın yılı dikkate alındığında, değişen oyun hızı ve gereklilikleri de göz önünde bulundurulduğunda elde edilen bulguların farklılığı açıklığa kavuşabilir.

#### *İzokinetik kuvvet ile smaç sıçraması ve smaç kolu hızı arasındaki ilişki*

Çalışmamızda deneklerin izokinetik diz kuvveti ve sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişki incelendiğinde,  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızlarda baskın bacak diz ekstansiyon kuvveti ile sıçrama yüksekliği arasında pozitif anlamlı bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla  $r=.582$ ,  $p=.035$ ;  $r=.736$ ,  $p=.003$ ).  $60^\circ/\text{sn}$  ve  $180^\circ/\text{sn}$  açısal hızlarda diğer değişkenlerde ve  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hız diz izokinetik kuvvet değerleri ile sıçrama yüksekliği değerleri arasında ise anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p<0.05$ ). Dirsek izokinetik kuvvet ve smaç kolu hızı arasındaki ilişki incelendiğinde,  $300^\circ/\text{sn}$  açısal hızda baskın dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur ( $r=.598$ ;  $p=.029$ ). Ayrıca  $60^\circ/\text{sn}$  açısal hızda baskın olmayan dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir ( $r=.562$ ;  $p=.044$ ). Diğer değişkenlerde tüm açısal hızlarda izokinetik dirsek kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır ( $p<0.05$ ).

Sıçrama yüksekliği, voleybolda çok önemli bir performans kriteridir (Wagner ve diğerleri, 2009). Sıçrama ve atak safhasında ana amaç maksimum dikey sıçrama yüksekliğine erişmektir. İsabet ve top hızının birleşmesiyle birlikte sıçrama yüksekliği sporcuya havada en doğru vuruşu ve açıyı seçmesine zaman tanıdığı için önemlidir. Sıçrama gücü, bacakların itiş ve ayak tabanından üretilen dikey kuvvetten gelir. Yapılan araştırmalarda kinematik parametreler arasından en sık inceleneni sıçrama yüksekliğidir. Sıçrama yüksekliği sadece smaç sıçraması yüksekliği olarak ele alınmayıp, diğer sıçrama yükseklikleri de araştırmalara dahil edilmiştir (Örneğin; blok sıçraması yüksekliği, dikey

sıçrama yüksekliği, counter movement sıçrama, skuat sıçrama, stiffness sıçrama gibi) (Cengizel, 2019b).

Genç ve elit kadın ve erkek sporcuların smaç kinematığının incelendiği bir çalışmada; elit kadınların sıçrama yüksekliği  $48.51 \pm 4.54$  cm, genç kızların sıçrama yüksekliği ise  $47.52 \pm 7.34$  cm olarak anlamlı farklı bulunmuştur (Serrien ve diğerleri, 2016).

Toplam 253 Slovenyalı 1. Ve 2. lig oyuncusunda (113' ü erkek, 140' ı kadın) dikey sıçrama (counter movement sıçrama ve skuat sıçrama), modifiye edilmiş blok ve smaç sıçraması testleri gerçekleştirmişler ve buradan elde ettikleri sonuçları hem ligler hem de sporcuların mevkileri arasında kıyaslamışlardır. 1. lig kadın sporcuların smaç sıçramalarını ortalama  $42.9 \pm 6.6$  cm ve 2. lig sporcularının smaç sıçramalarını ortalama  $40.6 \pm 5.6$  cm olarak belirlemişlerdir (Sattler ve diğerleri, 2015).

Elit erkeklerde sıçrama yüksekliği  $0.67 \pm 0.07$  m, counter movement sıçrama yüksekliği  $0.47 \pm 0.05$  m ve squat sıçrama  $0.44 \pm 0.05$  m tespit edilmiştir (Wagner ve diğerleri, 2009). Mitchinson ve diğerleri (2013), elit erkek voleybolculardan oluşan iki ayrı grupta maksimum sıçrama yüksekliğini sırasıyla  $68.2 \pm 7.5$  cm ve  $69.9 \pm 11.5$  cm olarak tespit etmişlerdir. Elit erkek voleybolcuların ( $n=8$ ) kum ve salonda uyguladıkları smaç vuruşunda yere inmeye odaklanılan bir diğer araştırmada, deneklerin sıçrama yüksekliğini  $67.7 \pm 5.7$  cm olarak bulunmuştur (Tilp ve diğerleri 2008). Birinci lig ve ikinci lig sporcularının kinematik olarak karşılaştırdığı bir çalışmada sıçrama yüksekliği sırasıyla  $56.5 \pm 4.6$  cm ve  $51.2 \pm 2.3$  cm olarak bildirilmiştir (Forthomme ve diğerleri, 2005).

Devam eden üç sezon boyunca A milli takım sporcularının takip edildiği çalışmada (yaşları ortalama  $26.4 \pm 3.7$  yıl); deneklerin son sezon counter movement sıçrama yüksekliği  $49.7 \pm 4.6$  cm, kol salınımıyla birlikte sıçrama yüksekliği  $59.8 \pm 5.1$  cm ve smaç sıçraması yüksekliği ise  $71.2 \pm 5.8$  cm olarak belirlenmiştir (Borras ve diğerleri, 2011). Hsieh ve Christiansen (2010) kadın voleybolcularda, kol salınımı ile gerçekleştirilen smaç sıçrama yüksekliğini counter movement sıçrama yüksekliğinden anlamlı yüksek bulmuştur. Wagner ve diğerleri (2009) kol salınımı kullanımının %19-23 oranında sıçrama yüksekliğini arttırdığını rapor etmişlerdir. Bu artışın sebebi ise sıçrama safhasında kolların yükselmesi sebebiyle vücut kütle merkezinin (VKM) de yüksekliğinin artmasıdır.

Smaç vuruşu, yaklaşmayla birlikte maksimum sıçrama yüksekliği içerir. Vuruşta sıçrama yüksekliği, havada geçirilen zaman ve atak açısı gibi durumlarda avantaj sağlar (Abendroth-Smith ve Kras, 1999). Vuruş safhasında vücut açıları, topun hızı, topun açısı, vuruş yüksekliği vb. smaç performansında önemli bir rol oynar (Coleman, 2009). Birçok çalışma kol salınımının sıçrama yüksekliğini arttırdığını göstermiştir. Kol salınımı yapılarak gerçekleştirilen sıçrama, kol salınımı olmaksızın uygulanan sıçramaya göre % 28 daha yüksek bir VKM yüksekliği ile % 72 daha yüksek bir VKM hızı oluşturmuştur (Lees ve diğerleri, 2004). Kol salınımıyla birlikte yapılan sıçramanın, kol salınımı olmaksızın yapılan sıçramaya göre VKM yüksekliğini % 2-3 arttırdığı tespit edilmiştir (Feltner ve diğerleri, 1999). Ayrıca bu çalışmalarda kol salınımının, alt ekstremit eklemlerinin açısal hız ve torkunu, VKM yüksekliğini ve hızını arttırdığını belirtmişlerdir.

Kol salınımı yapılarak gerçekleştirilen sıçrama, kol salınımı olmaksızın uygulanan sıçramaya göre % 28 daha yüksek bir VKM yüksekliği ile % 72 daha yüksek bir VKM hızı oluşturmuştur (Lees ve diğerleri, 2004). VKM yüksekliğinin fazla olması, dikey sıçramanın yüksek olması anlamına gelir.

Smaç etkinliği, voleybolda belirleyici bir elementtir. Yüksek seviyeye ulaşmak için sporcular yüksek top hızıyla karakterize bir smaç becerisini sergilemelidir. Forthomme ve diğerleri (2005) smaç hızı ile baskın omuzun internal rotatörlerinin kuvvetinin ve dominant dirseğin fleksör ve ekstensörlerinin kuvvetiyle anlamlı bir ilişki içinde olduğunu ispatlamışlardır. Ayrıca, sporcuların sıçrama kapasiteleri ile VKİ arasında pozitif korelasyon tespit etmişlerdir.

Serrien ve diğerleri (2016a), genç ve elit kadın ile erkek sporcuların smaç kinematikğini inceledikleri çalışmada; elit kadınların topla temas anında el hızını  $12.4 \pm 1.8$  m/sn ve genç kızların topla temas anında el hızını  $11.16 \pm 1.01$  m/sn olarak anlamlı farklı bulmuşlardır. Araştırmalarında topun hızını radar gun gibi bir hızölçerle ölçmemelerini bir sınırlılık olarak belirtmelerinin yanı sıra; VICON sistem ile ölçülebilen, topla temas anındaki el hızının tespitinin, radar gun ile top hızı ölçümünden daha yüksek bir geçerlilikte kabul gördüğünü de belirtmişlerdir.

Chen ve diğerleri (2011) cinsiyetler arası smaç tekniğindeki farklılıkları inceledikleri araştırmalarında, 6 erkek ve 6 kadın üniversite sporcusunu araştırmaya dahil etmişlerdir.

Sıçrama safhasında top hızını erkeklerde  $20.73 \pm 1.70$  m/sn, kadınlarda  $15.14 \pm 1.18$  m/sn bulmuşlardır. Smaç kolu hızının –tercihen taktik smaç vuruşları hariç (örneğin; smaç plase gibi)- top hızına da doğru orantılı olarak yansıyacağı bilinmektedir. Bu nedenle bazı araştırmalarda kol hızı yerine top hızının belirlendiği görülmektedir. Arslan (2016) elit kadın voleybolcularda izokinetik kuvvet, omuz hareketliliği ve top hızı ilişkisini incelediği çalışması sonucunda; elit kadın voleybol oyuncularında izokinetik kuvvet, omuz eklemi hareketliliği ve top hızı arasında istatistiksel olarak doğrusal bir ilişki bulmamıştır.

Smaç vuruşunda el hızı; kalça, gövde, dirsek ve elin katılımı aracılığıyla bir kinetik zincir ile ortaya konur. Bu da dirsek ve omuz eklemi ekstension hızı ile ilişkilidir. Vint ve Hinrichs (2004) US milli takım kadın sporcularını 3D analizinde, smaç hızının 44.9% dirsek ve 30.5% omuz eklemi hızı ile gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Ön kolda oluşan patlayıcı güç ve pronasyon tıpkı bir “kamçı” ya benzetilir. Bu pozisyon smaç kolunu (manivela kolu) uzatır ve böylelikle elin potansiyel hızını maksimize eder (E. Cengizel, 2019a). Forthomme ve diğerleri (2005), smaç hızı ile dominant omuzun internal rotatörlerinin kuvvetinin ve baskın dirseğin fleksör ve ekstensörlerinin kuvvetiyle anlamlı bir ilişki içinde olduğunu ispatlamışlardır. Wagner ve diğerleri (2014) ve Coleman ve diğerleri (1993) yüksek top hızının maksimal humeral hızla ilişkili olduğunu tanımlamışlardır. NCAA Division I’deki kadın voleybolcularda smaç hızı,  $270^\circ/\text{sn}$  açısal hızda kol ekstensiyon torku ile anlamlı pozitif ilişkili bulunmuştur ( $r=.64$ , Ferris ve diğerleri, 1995). Araştırmamızda yüksek açısal hızda smaç kolu (baskın) izokinetik dirsek ekstansiyon ZT ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki  $r=.562$ ,  $p=.044$  belirledik. Bu da tekrarlı smaç vuruşlarında triceps kası izokinetik kuvvetinin smaç kolu hızında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dirsek ve omuz kuvveti servis ve smaç performansı için önem arz eder. Smaç vuruşu sırasında dirsek ekleminde patlayıcı bir ekstansiyon gerçekleşir. Bu nedenle voleybolda patlayıcı güç gerektiren smaç & servis hareketlerinde ve iyi bir stabilizasyon gerektiren blok hareketinde dirsek ekleminin sakatlanmaması için düzenli antrenmanlarla dirsek izokinetik kas kuvvetinin korunması önerilebilir (Cengizel, 2019a).

Cengizel (2019b), smaç sıçraması için hem konsantrik hem de eksantrik kas kuvvetinin eşit derecede önemli olduğunu; kuvvet dengesizlikleri ve asimetrisinin, sporcuların sakatlık riski taşıdığını gösterdiğini ve bu durumda agonist kas grubunda kuvvet kazanımı sağlanırken, antagonist kas grubunun da çalıştırılmasının ihmal edilmemesi gerektiğini belirtmiştir. Bununla birlikte sadece sezon öncesi değil, sezon içi ve sonrasında da sporcuların kuvvet dengesizliklerinin ve asimetrisinin belirlenmesi için onların sıklıkla teste tabii tutulması gerektiğine değinmiştir. Bu bağlamda yapılacak en güvenilir testlerden birisi izokinetik kuvvet testleridir.

Sonuç olarak; bütün açısal hızlarda Q (ekstansiyon) kas kuvveti, H (fleksiyon) kas kuvvetinden hem sağ hem de sol tarafta nicel olarak daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte açısal hız arttıkça ZT değeri de baskın ve baskın olmayan dizde düşüş göstermiştir. Elit erkek voleybolcularda diz izokinetik kuvveti (ZT değeri) baskın ve baskın olmayan bacak arasında anlamlı farklı bulunmamıştır ( $180^{\circ}/sn$  baskın olmayan bacak diz fleksiyon hariç). Çalışmamızda, bütün açısal hızlarda T (ekstansiyon) kas kuvveti, B (fleksiyon) kas kuvvetinden hem sağ hem de sol tarafta nicel olarak daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte açısal hız arttıkça ZT değeri de baskın ve baskın olmayan dirsekte artış göstermiştir. Elit erkek voleybolcularda dirsek izokinetik kuvveti (ZT değeri) baskın ve baskın olmayan dirsek arasında anlamlı farklı bulunmamıştır. Deneklerin izokinetik diz kuvveti ve sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişki incelendiğinde,  $60^{\circ}/sn$  ve  $180^{\circ}/sn$  açısal hızlarda baskın bacak diz ekstansiyon kuvveti ile sıçrama yüksekliği arasında pozitif anlamlı bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla  $r=.582$ ,  $p=.035$ ;  $r=.736$ ,  $p=.003$ ). Bu bulgu smaç sıçraması esnasında quadriceps femoris kasına duyulan ihtiyacın önemini vurgulamaktadır. Özellikle  $60^{\circ}/sn$  açısal hızın maksimal kuvvetle ve  $180^{\circ}/sn$  açısal hızın da çabuk kuvvetle anlamlı ilişkili bulunduğu (Cengizel, 2020) düşünülürse; araştırmamızda smaç sıçrama yüksekliğinin bu tür antrenmanlarla ya da izokinetik cihazlarla geliştirilebileceği de

varsayılmaktadır. Dirsek izokinetik kuvvet ve smaç kolu hızı arasındaki ilişki incelendiğinde,  $300^{\circ}/\text{sn}$  açısal hızda baskın dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki bulunmuştur ( $r=.598$ ;  $p=.029$ ). Ayrıca  $60^{\circ}/\text{sn}$  açısal hızda baskın olmayan dirsek izokinetik kuvveti ile smaç kolu hızı arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir ( $r=.562$ ;  $p=.044$ ). Araştırmamızda yüksek açısal hızda ( $300^{\circ}/\text{sn}$ ) smaç kolu (baskın) izokinetik dirsek ekstansiyon kuvveti ile smaç kolu hızı arasında bulunan bu anlamlı pozitif ilişki, tekrarlı smaç vuruşlarında triceps kası izokinetik kuvvetinin smaç kolu hızında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte  $180^{\circ}/\text{sn}$  açısal hızda baskın bacak H/Q oranı genel kabul gören oranlar arasında değildir. Bu da oluşabilecek sakatlıklar için önceden bir uyarıcı niteliğinde olabilir.

Literatürde farklı denek gruplarında farklı açısal hızlarda yapılmış diz izokinetik değerlendirmelere rastlanmakla birlikte, bulgular birbirleriyle çelişkilidir. Bu nedenle daha doğru bir değerlendirme ve karşılaştırma yapabilmek için daha fazla araştırmaya ve bulguya ihtiyaç duyulmaktadır.

Voleybolda kuvvete duyulan ihtiyaç sebebiyle sporcuların sezon boyu kuvvet ölçümlerinin alınması ve takip edilmesi önem arz etmektedir. Bununla birlikte kuvvet dengesizliği spor sakatlıklarına sebep olabilir. Bunu belirlemek için de sporcuların baskın ve baskın olmayan ya da agonist-antagonist kuvvetlerinin değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir.

Araştırmanın sonuçlarının, ileriki çalışmalarla desteklenmesi önerilmektedir. Bununla birlikte üst düzey erkek voleybolculardan elde edilen izokinetik kuvvet ve biyomekanik ölçümlerden elde edilen verilerin (smaç sıçrama yüksekliği ve smaç kolu hızı) araştırmacılar ve uygulayıcılar (antrenörler, sporcular, fizyoterapistler, klinisyenler, kondisyonerler vb.) açısından önemli bir gösterge olduğu düşünülmektedir. İleriki araştırmalar için şunlar önerilmektedir:

- Denek grubunun sayıca daha fazla olması,
- Araştırmanın kadın voleybolcularda da uygulanması,
- Araştırmanın diğer yaş kategorilerinde de uygulanması,
- Bu araştırma dizaynı içerisine smaç topu hızı ölçümlerinin de dahil edilmesi,
- Smaç kolu hızı ile omuz rotasyon kuvveti arasındaki ilişkinin de incelenmesi,
- Araştırmanın sezon ortası ve sonu gibi farklı dönemlerde de tekrarlanması.

## KAYNAKLAR

- Aagaard, H., & Jørgensen, U. (1996). Injuries in elite volleyball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 6(4), 228–232. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1996.tb00096.x>
- Abendroth-Smith, J., & Kras, J. (1999). More B-BOAT: The Volleyball Spike: Bump Set Spike! *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 70(3), 56–59. <https://doi.org/10.1080/07303084.1999.10605897>
- Abernethy, P. J., Jürimae, Ij., Logan, P. A., Taylor, A. W., & Thayer, R. E. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. *Sports Medicine*, 17(1), 22–38.
- Afonso, J., Esteves, F., Araújo, R., Thomas, L., & Mesquita, I. (2012). Tactical determinants of setting zone in elite men's volleyball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.09.049>
- Afonso, José, Mesquita, I., Marcelino, R., & António, J. (2010). Analysis of the setter's tactical action in high-performance women's volleyball. *Kinesiology*, 42(1), 82–89.
- Akarcesme, C., Aktuğ, Z. B., Aka, H., & İbiş, S. (2017). An investigation of leg and shoulder muscle strength ratios of elite female volleyball players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 5652(22), 284–288. <https://doi.org/10.15314/tsed.337441>
- Akınoğlu, B., Kocahan, T., Özsoy, H., Hamamcılar, O., & Hasanoğlu, A. (2019). Comparison of the knee joint Muscle Strength and Muscle Strength Balance in Female and Male Volleyball Players. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 11(2), 67–73. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2019-66584>
- Alexander, M. J. L. (1990). Peak torque values for antagonist muscle groups and concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71, 334–339.
- Alfredson, H., Nordström, P., Pietilä, T., & Lorentzon, R. (1998). Long-term loading and regional bone mass of the arm in female volleyball players. *Calcified Tissue International*, 62(4), 303–308. <https://doi.org/10.1007/s002239900436>
- Alfredson, H., Pietilä, T., & Lorentzon, R. (1998). Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8(5), 265–270. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1998.tb00481.x>
- Araújo, R. M., Castro, J., Marcelino, R., & Mesquita, I. R. (2010). Relationship between the Opponent Block and the Hitter in Elite Male Volleyball. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6(4). <https://doi.org/10.2202/1559-0410.1216>
- Arslan, Y. (2016). *Elit kadın voleybol oyuncularında izokinetik kuvvet, omuz hareketliliği ve top hızı ilişkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Baacke, H. (2006). *Voleybol Antrenmanı, Üst düzey koç ve takımlar için el kitabı-1*. (çev. Pekünlü, E., ed. Tiryaki, Ş.). Voleybol Antrenörleri Derneği, 52.
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic Dynamometry. *Sports Medicine*, 8(2), 101–116.
- Barnes, W. (1981). Selected physiological characteristics of elite male sprint athletes. *Sports Medicine*, 21, 49–54.
- Barnes, W. S. (1980). The relationship of motor-unit activation to isokinetic muscular contraction at different contractile velocities. *Physical Therapy*, 60, 1152–1158. <https://doi.org/10.1093/ptj/60.9.1152>
- Benno, M. N., & Walter, H. (2007). *Biomechanics of the musculo-skeletal system* (3rd ed.). Wiley-Blackwell, 8-25.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization: theory and methodology of training*. United States: Human Kinetics, 103-106.
- Borras, X., Balius, X., Drobic, F., & Galilea, P. (2011). Vertical jump assessment on volleyball: A follow-up three season of a high-level volleyball team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1686–1694.
- Bouchard, C., Shephard, R. J., & Stephens, T. (1993). Physical activity, fitness, and health: consensus statement. *Champaign (IL): Human Kinetics*, 28.
- Briner, J. W. W., & Kacmar, L. (1997). Common injuries in volleyball. Mechanisms of injury, prevention and rehabilitation. *Sports Medicine*, 24(1), 65–71. <https://doi.org/10.2165/00007256-199724010-00006>
- Budiman, I. A. (2016). Development model of volleyball spike training. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(3), 466–471.
- Buscà, B., & Febrer, J. (2012). Temporal fight between the middle blocker and the setter in high level volleyball. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 12(46), 131–327.
- Cabri, J. M. H. (1991). Isokinetic strength aspects in human joints and muscles. *Ergonomics and Sports*, 22(5), 299–302.
- Campbell, D. E. (1979). Generation of horsepower at low and high velocity by sprinters and distance runners. *Research Quarterly*, 50, 1–8.
- Campbell, D. E., & Glenn, W. (1982). Rehabilitation of knee extensor and flexor muscle strength in patients with meniscectomies, ligamentous repairs and chondromalacia. *Physical Therapy*, 62, 10–15.
- Carr, G. (2004). *Sports mechanics for coaches* (2nd ed.). Champaign: Human Kinetics, 12.
- Castagna, C., Manzi, V., D'Ottavio, S., Annino, G., Padua, E., & Bishop, E. (2007). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1172–

1176.

- Castro, J., & Mesquita, I. (2008). Implications of offensive spacing in elite male volleyball attack characteristics 8(1),. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 8(1), 114–125.
- Çelenk, B. (2009). *Voleybol Temel Eğitimi*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi, 95-101.
- Çelenk, B. (2013). *Voleybol Oyun Kuramı ve Uygulamaları*. Ankara: Spor Yayınevi, 8-12.
- Çelenk, B., Öz, E., Öner, A. G., & Öz, E. (2019). The relationship between isokinetic knee strength and jumping in young male volleyball players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 21(1), 12–15. <https://doi.org/10.15314/tsed.521569>
- Cengizel, Ç. Ö. (2020). *Basketbolcularda 1 tekrarlı maksimum testin izokinetik kuvvet karşılığının belirlenmesi*. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenman ve Hareket Bilimleri Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye.
- Cengizel, E. (2019a). Isokinetic strength of the dominant and non-dominant elbow in elite male volleyball players. *Journal of Education and Learning*, 8(6), 65–71. <https://doi.org/10.5539/jel.v8n6p65>
- Cengizel, E. (2019b). *Voleybol Mekaniği I* (B. Ertaş Dölek (ed.); 1st editio). Ankara: Gazi Kitabevi, 7-11, 16-17, 23, 32-33, 48-51, 77-78, 92.
- Cengizel, E., & Cengizel, C. O. (2019). Examination of balance and isokinetic strength in female volleyball players. *Journal of Education and Learning*, 8(6), 31–38. <https://doi.org/10.5539/jel.v8n6p31>
- Çetin, N. (1997). *Biomekanik*. Ankara: Turna Yayınları, 23-69.
- Chen, P. C., Huang, C. F., & Shih, M. S. (2011). Differences in 3D kinematics between genders during volleyball spike. *XXIII Congress of the International Society of Biomechanics, December*, 1–3.
- Ciccarone, G., Stabile, M. E., & Mirarchi, A. R. (2000). Evaluation of jumping capacities in high-level basket and volley athletes. *Science & Sports. XXe Congrès International de Médecine Du Sport*, 145(332).
- Cisar, C. J., & Corbelli, J. (1989). The volleyball spike: A kinesiological and physiological analysis with recommendations for skill development and conditioning programs. *National Strength & Conditioning Association Journal*, 11(1).
- Ciuffarella, A., Russo, L., Masedu, F., Valenti, M., Izzo, R. E., & Angelis, M. D. E. (2013). Notational Analysis of the Volleyball Serve. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 6(11), 29–35. <https://doi.org/10.2478/tperj-2013-0013>
- Coleman, S., Benham, A. S., & Northcott, S. R. (1993). A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *Journal of Sports Sciences*, 11(4), 295–302. <https://doi.org/10.1080/02640419308729999>
- Coleman, S. G. (2009). A three-dimensional kinematic analysis of the volleyball jump serve. *Journal of Sports Sciences*, 11, 295–302.

- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45–51. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11331>
- Costa, G. D. C. T., Ceccato, J. S., Evangelista, B. F. B., Freire, A. B., Oliveira, A. S., Milistetd, M., Rodrigues, H. A., & Ugrinowitsch, H. (2016). Tactic determinants of game practiced by middle attacker in men's volleyball. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 18(3), 371–379.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349–357. <https://doi.org/10.1519/14323.1>
- Dal Pupo, J., Detanico, D., & Dos Santos, S. G. (2012). Kinetic parameters as determinants of vertical jump performance. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 14(1), 41–51. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n1p41>
- Dekerle, J., Barstow, T. J., Regan, L., & Carter, H. (2014). The critical power concept in all-out isokinetic exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(6), 640–644. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.09.003>
- Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, H. K. A., Nevill, A. M., & Hazeldine, R. J. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 257–265. <https://doi.org/10.1080/026404198366786>
- Farrar, M., & Thorland, W. (1987). Relationship between isokinetic strength and sprint times in college-age men. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27(3), 368–372.
- Feltner, M. E., Frascchetti, D. J., & Crisp, R. J. (1999). Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps. *Journal of Sports Sciences*, 17(6), 449–466. <https://doi.org/10.1080/026404199365768>
- Ferris, D. P., Signorile, J. F., & Caruso, J. F. (1995). The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(1), 32–36.
- FIVB. (2020). [www.fivb.com](http://www.fivb.com).
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Ciccarone, G., Crielaard, J. M., & Cloes, M. (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity. *American Journal of Sports Medicine*, 33(10), 1513–1519. <https://doi.org/10.1177/0363546505274935>
- Gallagher, M. A., Cuomo, F., Polonsky, L., Berliner, K., & Zuckerman, J. D. (1997). Effects of age, testing speed, and arm dominance on isokinetic strength of the elbow. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6(4), 340–346. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(97\)90001-X](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(97)90001-X)
- Gleeson, N., & Mercer, T. R. (1996). The utility of isokinetic dynamometry in the

- assessment of human muscle function. *Sports Medicine*, 21(1), 18–34.
- Gleeson, N. P., & Mercer, T. H. (1992). Reproducibility and sensitivity of indices of isokinetic leg strength in male sprinters and distance runners. *Journal of Sport Science*, 10(5), 594–595.
- Gollhofer, A., & Bruhn, S. (2003). The biomechanics of jumping. *Volleyball Handbook of Sports Medicine*, 51–68.
- González, C., Ureña, A., Llop, F., García, J. ., Martín, A., & Navarro, F. (2005). PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LIBERO AND CENTRAL. *Biology of Sport*, 22(1), 13–27.
- Gregor, J., Reggie, V., & Perrine, J. (1979). Torque-velocity relationships and muscle fiber composition in elite female athletes. *American Phsicology Society*, 2, 388–391.
- Grosser, M., & Neumaier, A. (1982). *Techniktraining: Theorie und praxis aller sportarten*. München, Wien, Zürich, 86.
- Günay, M., Şıktar, E., & Şıktar, E. (2017). *Antrenman bilimi*. Ankara: Gazi Kitabevi, 100-150.
- Günay, M., Tamer, K., Cicioğlu, I., & Şıktar, E. (2018). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçüm Testleri*. Gazi Kitabevi.
- Hadzic, V., Sattler, T., Markovic, G., Veselko, M., & Dervisevic, E. (2010). The isokinetic strength profile of quadriceps and hamstrings in elite volleyball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 18(1), 31–37. <https://doi.org/10.3233/IES-2010-0365>
- Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R. U., Fry, A. C., Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (2000). Periodized training programmes for athletes. *Strength Training for Sport*, Kraemer WJ and Hakkinen K, Eds. Oxford, Blackwell Science.
- Hsieh, C., & Christiansen, C. L. (2010). The effect of approach on spike jump height for female volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(3), 373–380. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.5.3.373>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Imwold, C. H., Rider, R. A., Haymes, E. M., & Green, K. D. (1983). Isokinetic torque differences between college female varsity basketball and track athletes. *Sports Medicine*, 23, 67–73.
- İnal, H. S. (2004). *Spor biyomekaniği: Temel prensipler* (1st ed.). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 17-52.
- İnal, H. S. (2013). *Spor ve egzersizde vücut biyomekaniği*. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, 17-20.

- Incidence, S. and D. of J. K. and K. C. in F. C. V. P. (2009). Incidence , Symptoms and Diagnosis of Jumper ' s Knee and Knee Contusions in. *Journal of Physical Therapy Science*, 21, 121–127.
- Iossifidou, A., Baltzopoulos, V., & Giakas, G. (2005). Isokinetic knee extension and vertical jumping: Are they related ? *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1121–1127. <https://doi.org/10.1080/02640410500128189>
- Kabaciński, J., Murawa, M., Fryzowicz, A., & Dworak, L. B. (2017). A comparison of isokinetic knee strength and power output Ratios between female basketball and volleyball players. *Human Movement*, 18(3), 40–45. <https://doi.org/10.1515/humo-2017-0022>
- Kanehisa, H., & Miyashita, M. (1983). Applied physiology specificity of velocity in strength training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 52, 104–106.
- Kim, C.-G., & Jeoung, B. J. (2016). Assessment of isokinetic muscle function in Korea male volleyball athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(5), 429–437. <https://doi.org/10.12965/jer.1632710.355>
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of biomechanics* (2nd ed.). Springer Science & Business Media, 18-37.
- Knudson, D. V, & Morrison, C. S. (2002). *Qualitative analysis of human movement* (2nd ed.). Human Kinetics, 23-58.
- Knuttgen, H., Hospital, S. R., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *Journal of Applied Sport Research*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1519/00124278-198702000-00001>
- Kugler, A. (1996). Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *British Journal of Sports Medicine*, 30(3), 256–259. <https://doi.org/10.1136/bjism.30.3.256>
- Lars Solgird, Allan Buhl Nielsen, Bjarne Møller-Madsen, Bent Wulff Jacobsen, J. Y. and J. J. (2012). Volleyball injuries presenting in casualty: a prospective study. *Encyclopedia of Research Design*, 29(3), 200–204. <https://doi.org/10.4135/9781412961288.n342>
- Lees, A., Vanrenterghem, J., & Clercq, de D. (2004). Undersanding how an arm swing enhances performance in vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37, 1929–1940.
- Lenberg, K. S. (2004). *Coaching Volleyball Offensive Fundamentals and Techniques*. 2.nd ed. Monterey: Coaches Choice. Livingstone, 48.
- Lesmes, G. R., Costill, D. L., Coyle, E. F., & Fink, W. J. (1978). Muscle strength and power changes during maximal isometric training. *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 266–269.
- LeVeau, B. F. (2014). *İnsan hareketinde biyomekanik, sağlık profesyonelleri için temeller ve ilerisi*. (çev. ed. Yakut, Ed.). Ankara: Pelikan Yayıncılık, 1-2, 116.



- Lobietti, R. (2009). A review of blocking in volleyball: From the notational analysis to biomechanics. *Journal of Human Sport and Exercise Online*, 4(2), 93–99. <https://doi.org/10.4100/jhse>
- Lockie, R. G., Schultz, A. B., Jeffriess, M. D., & Callaghan, S. J. (2012). The relationship between bilateral differences of knee flexor and extensor isokinetic strength and multi-directional speed. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(3), 211–219. <https://doi.org/10.3233/IES-2012-0461>
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 119–125.
- Marcelino, R., Afonso, J., Moraes, J. C., & Mesquita, I. (2014). Determinants of attack players in high-level men's volleyball. *Kinesiology*, 46(2), 234–241.
- Marcelino, R., Mesquita, I., & Afonso, J. (2008). The weight of terminal actions in Volleyball. Contributions of the spike, serve and block for the teams' rankings in the World League 2005. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(2), 1–7. <https://doi.org/10.1080/24748668.2008.11868430>
- Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in- season: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1147–1155.
- Marshall, R. N., Mazur, S. M., & Taylor, A. S. (1990). Three-dimensional surfaces for human muscle kinetics. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61, 263–270.
- Matias, C., & Greco, P. (2011). Offensive organization assessment of winners of Brazilian Volleyball. *Journal of Physical Education and Sport*, 33(4), 1007–1028.
- Medved, V. (2001). *Measurement of human locomotion* (1st editio). Florida: CRC Press LLC, 105-125.
- Mesquita, I., & César, B. (2017). Characterisation of the opposite player ' s attack from the opposition block characteristics . An applied study in the Athens Olympic games in female volleyball teams teams. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(2), 13–27. <https://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868393>
- Miller, L. E., Pierson, L. M., Nickols-Richardson, S. M., Wootten, D. F., Selmon, S. E., Ramp, W. K., & Herbert, W. G. (2013). Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. *Research Quarterly for Exercise and Sport ISSN:*, 77(1), 58–63.
- Mitchinson, L., Campbell, A., Oldmeadow, D., Gibson, W., & Hopper, D. (2013). Comparison of upper arm kinematics during a volleyball spike between players with and without a history of shoulder injury. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(2), 155–164. <https://doi.org/10.1123/jab.29.2.155>
- Murath, S., & Hindistan, İ. E. (2018). *Sporda kuvvet antrenmanı*. Ankara: Spor Yayınevi

ve Kitabevi, 38-42, 184-190.

- Muratlı, S., Toraman, F., & Çetin, E. (2000). *Sportif hareketlerin biomekanik temelleri*. Ankara: Bağırhan Yayinevi, 1-14, 337-338.
- Narici, M. V, Roi, G. S., Landoni, L., Minetti, A. E., & Cerretelli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 59, 310–319.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. In *Strength and Conditioning* (Vol. 16, Issue 5, pp. 20–31). [https://doi.org/10.1519/1073-6840\(1994\)016<0020:DEMPIF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1073-6840(1994)016<0020:DEMPIF>2.3.CO;2)
- Nikos, B., Karolina, B., & Elissavet, N. M. (2017). Performance of male and female setters and attackers on Olympic-level volleyball teams. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 141–148. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868470>
- Özkan, A., & Kin-İşler, A. (2011). The association among leg volume, leg mass and H / Q ratio with anaerobic performance and isokinetic knee strength in athletes. *Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 21(3), 90–102.
- Palao, J. M., Santos, J. A., & Ureña, A. (2004). Effect of team level on skill performance in volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4(2), 50–60. <https://doi.org/10.1080/24748668.2004.11868304>
- Peiró, M. S., Parra, M., León, J., Fradua, L., Benítez, J. M., & Ureña, A. (2017). Relationship between middle hitter and setter's position and its influence on the attack zone in elite men's volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(2), 523–538. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868906>
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1997). Relation between open and closed kinematic chain assessment of knee strength and functional performance. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7, 11–16.
- Prsala, J. (1982). Improve your spiking in volleyball. *Volleyball Technical Journal*, 7(2), 57–64.
- Renstrom, P. (1994). Clinical Practice of Sports Injury Prevention and Care. In *Blackwell Science, London, England*, 25-51.
- Robertson, E., Gordon, D., Cakdwell, G. E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S. N. (2004). *Research methods in biomechanics* (1st (ed.)). Champaign: Human Kinetics, 123-127.
- Rokito, A. S., Jobe, F. W., Pink, M. M., Perry, J., & Brault, J. (1998). Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 7(3), 256–263. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(98\)90054-4](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(98)90054-4)

- Rosa, U. H., Tlapanco, J. V., Maya, L., Ríos, V., González, L. M., Vargas, R., & Rodríguez, G. (2012). Comparison of the Effectiveness of Isokinetic vs Isometric Therapeutic Exercise in Patients With Osteoarthritis of Knee □. *Reumatología Clínica (English Edition)*, 8(1), 10–14. <https://doi.org/10.1016/j.reumae.2011.08.003>
- Saliba, L., & Hrysomallis, C. (2001). Isokinetic Strength Related to Jumping but not Kicking Performance of Australian Footballers Methodology Subjects. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(3), 336–347.
- Sattler, T., Hadzic, V., Dervisevic, E., & Markovic, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1486–1493.
- Sattler, T., Sekulic, D., Esco, M. R., Mahmutovic, I., & Hadzic, V. (2015). Analysis of the association between isokinetic knee strength with offensive and defensive jumping capacity in high-level female volleyball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(5), 613–618. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.08.002>
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervišević, E. (2012). Vertical jumping tests in volleyball: Reliability, validity, and playing- position specifics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1532–1538.
- Schons, P., Da Rosa, R. G., Fischer, G., Berriel, G. P., Fritsch, C. G., Nakamura, F. Y., Baroni, B. M., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2019). The relationship between strength asymmetries and jumping performance in professional volleyball players. *Sports Biomechanics*, 18(5), 515–526. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1435712>
- Schons, P., Fischer, G., Da Rosa, R. G., Berriel, G. P., & Peyré-Tartaruga, L. A. (2018). Correlations between the strength of knee extensor and flexor muscles and jump performance in volleyball players: A review. *Journal of Physical Education (Maringa)*, 29(1), 1–12. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2926>
- Selinger, A. (1986). *Power Volleyball*. 1 st. Ed. New York: St. Martin's Press, 34.
- Serrien, B., Ooijen, J., Goossens, M., & Baeyens, J.-P. (2016). A motion analysis in the volleyball spike - Part 1: Three-dimensional kinematics and performance. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 4(4), 70–82. <https://doi.org/10.13189/saj.2016.040403>
- Sevim, Y. (2002). *Antrenman bilgisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 39-50.
- Singh, A. B., & Rathore, V. S. (2013). Kinematic Factors of Off-Speed and Power Spike Techniques in Volleyball. *Journal of Education and Practice*, 4(7), 112–118.
- Singh, H., & Kang, G. S. (2017). Relationship of selected kinematical variables with performance of counter spiker in volleyball players. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 4(6), 22–25.
- Smith, D. J., Roberts, D., & Watson, B. (1992). Physical , physiological and performance differences between canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 10(2), 131–138. <https://doi.org/10.1080/02640419208729915>

- Teixeira, J., Carvalho, P., Moreira, C., & Santos, R. (2014). Isokinetic Assessment of Muscle Imbalances and Bilateral Differences between Knee Extensors and Flexors' Strength in Basketball, Football, Handball and Volleyball Athletes. *International Journal of Sports Science*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.5923/j.sports.20140401.01>
- Tilp, M., Wagner, H., & Muller, E. (2008). Differences in 3D kinematics between volleyball and beach volleyball spike movements. *Sports Biomechanics*, 7(3), 386–397. <https://doi.org/10.1080/14763140802233231>
- Valadés Cerrato, D., Palao, J. M., Aínsola, Á., & Ureña, A. (2016). Correlation between ball speed of the spike and the strength condition of a professional women's volleyball team during the season. *Kinesiology*, 48(1), 87–94. <https://doi.org/10.26582/k.48.1.7>
- Vint, P. F., & Hinrichs, R. N. (2004). Factors related to the development of ball speed and to the incidence of one-legged landings in the front-row volleyball attack. *Proceedings of the XXII Symposium of the International Society of Biomechanics in Sport*, 135–138.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Tilp, M., Landlinger, J., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2014). Upper-body kinematics in team-handball throw, tennis serve, and volleyball spike. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(2), 345–354. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01503.x>
- Wagner, H., Tilp, M., & Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *Orthopedics & Biomechanics*, 30, 760–765. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1224177>
- Westing, S. H., Cresswell, A. G., & Thorstensson, A. (1999). Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62, 104–108.
- Wilk, K. E., Romaniello, T., Soscia, S. M., Arrigo, C. A., & Andrews, J. R. (1994). The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20, 60–73.
- Wittstein, J., Queen, R., Abbey, A., & Moorman, C. T. (2010). Isokinetic testing of biceps strength and endurance in dominant versus nondominant upper extremities. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19(6), 874–877. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.01.018>
- Yapıcı, A. (2016). Evaluation of the relationship between isokinetic strength and field performance in professional male volleyball players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2(6), 39–49.
- Yapıcı, A., Maden, B., & Fındıkoğlu, G. (2016). The effect of a 6-week land and resistance training of 13-16 years old swimmers groups to lower limb isokinetic strength values and to swimming performance<p>13-16 yaş grubu yüzücülerde 6 haftalık kara ve direnç antrenmanlarının alt ekstremitte izokinetik . *Journal of Human Sciences*, 13(3), 5269. <https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.4158>
- Zetou, E., Moustakidis, A., Tsigilis, N., & Komninakidou, A. (2007). Does effectiveness

- of skill in complex I predict win in men's Olympic Volleyball games. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 3(4), 1–9.
- Zheng, N., & Barrentine, S. W. (2000). Biomechanics and motion analysis applied to sports. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 11(2), 309–322.
- Ziv, G, & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 556–567. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01083.x>
- Ziv, Gal, & Lidor, R. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players—A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1963–1973.



**EKLER**

## EK-1. Etik Kurul Onayı

T.C.  
Selçuk Üniversitesi  
Spor Bilimleri Fakültesi  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

Karar Sayısı : **23**

Sayın : Mehmet GÜNAY  
Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi  
Yürütücü : Mehmet GÜNAY  
Yrd. Araştırmacı : Elvan ÖZ  
Süleyman PATLAR

"Elit Erkek Voleybolcularda Farklı Açsal Hızlarda Uygulanan İzokinetik Kuvvet ile Sımaç Kolu Hızı ve Sırama İlişkisi" isimli Yüksek Lisans Tez projesi öneriniz incelenmiş ve Fakültemiz Girişimsel Olmayan Etik Kurul yönergesine uygunluğuna oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir. 14/01/2019

  
Prof.Dr. Süleyman PATLAR

Başkan

  
Prof.Dr. E. Bulent İLSEKÇİOĞLU  
Üye

  
Prof.Dr. Oktay ÇAKMAKÇI  
Üye

  
Doç.Dr. Ekrem BOYALI  
Üye

  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜSTÜN  
(Raporör)

1. Etik Kurul Kararı Spor Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Yönergesine göre verilmiştir.
2. Etik Kurul Kararı danışma niteliğindedir. Üyeler projeler hakkında verdikleri kararlardan dolayı soru ve cevap sorumluluğu taşımaz.
3. Proje ve yürütmesi sırasında oluşacak olumsuzluklar proje yürütücüsü sorumludur.
4. Etik Kurul Raporu verilen projelerde daha sonra proje ile ilgili bir değişiklik meydana gelecek durumda Etik Kuruldan yeniden izin alınması gerekmektedir. Aksi takdirde önceden alınan rapor geçersizliği söz konusu olacaktır.



## EK-2. Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
ERİŞKİNLERDE YAPILACAK OLAN  
“GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR”  
“SAĞLIKLI ERİŞKİNE” YÖNELİK  
İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: Elit Erkek Voleybolcularda Farklı Açısal Hızlarda Uygulanan İzokinetik Kuvvet İle Smaç Kolu Hızı Ve Sıçrama İlişkisi  
Sorumlu Araştırmacının Adı: Prof. Dr. Mehmet GÜNAY  
Diğer Araştırmacıların Adı: Elvan ÖZ  
Destekleyici (varsa):

“Elit Erkek Voleybolcularda Farklı Açısal Hızlarda Uygulanan İzokinetik Kuvvet İle Smaç Kolu Hızı Ve Sıçrama İlişkisi” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında, Prof. Dr. Mehmet GÜNAY sorumluluğu altındadır.

**Çalışmanın amacı nedir; benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?**

- Bu çalışmanın amacı, elit erkek voleybolcularda farklı açısal hızlarda uygulanan izokinetik kuvvet ile smaç kolu hızı ve sıçrama arasındaki ilişkiyi incelemektir.
- Çalışmaya 13 kişinin alınması planlanmaktadır. Çalışma tek merkezli olarak yürütülecektir.

**Bu çalışmaya katılmalı mıyım?**

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmeniz için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

**Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?**

Çalışmanın örneklem grubunu Ankara ilinde yaşayan, profesyonel spor yapan, 18-35 yaş aralığında olan, gönüllü 13 erkek voleybolcu oluşturacaktır. Test sonuçlarının üzerinde öğrenme etkisinin farklılık oluşturmaması için katılımcılar çalışma öncesi testler hakkında bilgilendirilecektir. Çalışmaya katılacak bireyler 2 ayrı günde ölçümlere gelecektir. İlk ölçüm günü biyomekanik ölçümler uygulanacak olup, 2. ölçüm gününde izokinetik kuvvet ölçümleri tamamlanacaktır.

**Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları var mıdır?**

Örnek:

- Çalışma süresince alınacak ölçümlerde çevresel kaynaklı sakatlık risk faktörleri en aza indirgenecektir.
- Araştırmadan dolayı göreceğiniz olası bir zararda gerekli her türlü tıbbi girişim tarafımızdan yapılacaktır; bu konudaki tüm harcamalar da tarafımızdan karşılanacaktır

|                                 |                      |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|
| BGOF-Girişimsel olmayan-Erişkin | Rev. Tarihi / No.su: | Sayfa |
|                                 | 29.05.2013/01        | 1/3   |

## EK-2. (devam) Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**Çalışmada yer almamın yararları nelerdir?**

Araştırmaya katılarak izokinetik kas kuvveti ile sıçrama arasındaki ilişki belirlenecek olup; bu ilişkiye göre antrenman programınız şekillendirilebilir.

**Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?**

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

**Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?**

Kişisel bilgileriniz, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanılacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde bilimsel literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

**Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?**

Çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Elvan ÖZ  
GÖREVİ : 552 939 05 92

**(Katılımcının/Hastanın Beyanı)**

GÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim dalında, Prof. Dr. Mehmet GÜNAY tarafından bilimsel bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun kulübüm ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

## EK-2. (devam) Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

**AYDINLATMA ve KATILIMCININ BEYANI KESİNLİKLE BİRBİRLERİNİN DEVAMI  
ŞEKLİNDE OLACAKTIR. AYRI AYRI SAYFALARDA YER ALMAYACAKTIR.**

|                                 |                      |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|
| BGOF-Girişimsel olmayan-Erişkin | Rev. Tarihi / No.su: | Sayfa |
|                                 | 29.05.2013/01        | 3/3   |

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZ, Elvan  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 24/07/1987 Balıkesir  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0 (552) 939 05 92  
 e-posta : ozelvann@gmail.com



### Eğitim

| Derecesi      | Okul/Program                                                                                       | Mezuniyet yılı |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Yüksek Lisans | Gazi Üniversitesi/Antrenörlük Eğitimi<br>Anabilim Dalı/ Antrenman ve Hareket<br>Bilimleri Programı | Devam Ediyor   |
| Lisans        | Hacettepe Üniversitesi/İstatistik Bölümü                                                           | 2011           |
| Lise          | Balıkesir Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı)                                                           | 2005           |

### İş Deneyimi

| Yıl               | Çalıştığı Yer                                        | Görev          |
|-------------------|------------------------------------------------------|----------------|
| 2012-devam ediyor | T.C. Cumhurbaşkanlığı- Savunma Sanayii<br>Başkanlığı | Proje Asistanı |

### Yabancı Dili

İngilizce

### Yayınlar

#### Makaleler

1. Cengizel, E., Cengizel, Ç.Ö., and **Öz, E.** (2020). Effects of 4-month basketball training on speed, agility and jumping in youth basketball players. *African Educational Research Journal*, 8(2), 417-421., Doi: 10.30918/AERJ.82.20.089.

2. Cengizel, E., Cengizel, Ç.Ö., and **Öz, E.** (2020). A comparison of physical structure and motoric characteristics in basketball by age categories. *The Journal of Eurasia Sport Sciences and Medicine*, 2(1), 10-16.
3. Çelenk, Ş.B., Öz, E., Öner A.G., and **Öz, E.** (2019). The relationship between isokinetic knee strength and jumping in young male volleyball players. *Türk Spor ve Egzersiz Dergisi*, 21(1), 12-15., Doi: 10.15314/tsed.521569.
4. **Öz, E.**, Çelenk, Ş.B., Hayırlı, Ö., and Öz, E. (2019). The effect of eight-week plyometric training on agility in male volleyball players. *The Online Journal of Recreation and Sport*, 8(1), 23-32.
5. Öz, E., Pekel, H.A., Altunsoy, M., **Öz, E.**, and Pekel, A.Ö. (2010). The effects of 4 month volleyball training on flexibility, jump, speed and agility in preadolescent girls. *Science, Movement and Health*, 10(2), 558-560.

#### **Uluslararası ve Ulusal Kongrelerde Bildiriler**

1. **Öz, E.**, ve Günay, M. (2020). *Elit erkek voleybolcularda diz izometrik kuvvet ve vücut kompozisyonu arasındaki ilişki*. 18. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Türkiye.
2. Cengizel, Ç. Ö., and **Öz, E.**, Öz, E. (2018). *Effects of short term plyometric and jump rope trainings on body profile and athletic performance in adolescent basketball players*. 16th International Sport Sciences Congress, 321.
3. Cengizel, Ç.Ö., Öz, E., and **Öz, E.** (2018). *Investigation of the relationship between somatotype and body composition by ages in basketball players*. 16th International Sport Sciences Congress, 901.
4. Öz, E., Çelenk, Ş.B., **Öz, E.**, and Özdemir, B.(2018). *Examination of technical capacities of teams participating in U19 Men European Championship*. 16th International Sport Sciences Congress, 335.
5. Çelenk, Ş. B., Öz, E., **Öz, E.**, and Ekşi, A. (2018). *Effect of 8-week plyometric training on standing long jump in male volleyball players*. 16th International Sport Sciences Congress, 323.
6. Öz, E., Cengizel, Ç.Ö., and **Öz, E.** (2018). *Effects of 4-month basketball training on speed, agility and jumping in youth basketball players*. Uluslararası Herkes İçin Spor ve Wellness Kongresi, 189-190.
7. **Öz, E.**, Öz, E., and Cengizel, Ç.Ö. (2018). *Examination of spike effectiveness in volleyball at olympic games*. Uluslararası Herkes İçin Spor ve Wellness Kongresi, 205.
8. Cengizel, Ç. Ö., **Öz, E.**, and Öz, E.(2018). *Comparison of physical structure and motoric characteristics by age categories in basketball*. Uluslararası Herkes İçin Spor ve Wellness Kongresi, 215.

9. **Öz, E.**, Çelenk, Ş.B., Hayırlı, Ö., and Öz, E. (2018). *Effects of 8-week plyometric training on agility in male volleyball players*. Uluslararası Herkes İçin Spor ve Wellness Kongresi, 237.
10. Çelenk, Ş. B., Öz, E., Öner, A. G., and **Öz, E.** (2018). *Relationship between vertical jump and isokinetic knee strength in young male volleyball players*. Uluslararası Herkes İçin Spor ve Wellness Kongresi, 238-239.
11. Öz, E., Cengizel, Ç.Ö., and Öz, E. (2018). *Voleybolda smaç etkinliğinin incelenmesi: U23, genç ve yıldızlar kızlar & erkekler dünya şampiyonaları değerlendirilmesi*. 11. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi, Muş, Türkiye.
12. Cengizel, Ç.Ö., **Öz, E.**, and Öz, E. (2018). *Basketbolda fiziksel ve motorik özelliklerin mevkiler arası karşılaştırılması*. 11. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi, Muş, Türkiye.
13. Öz, E., Pekel, H. A., Altunsoy, M., **Öz, E.**, and Pekel, A.Ö. (2010). *The effects of 4 month volleyball training on flexibility, jump, speed and agility in preadolescent girls*. 10th International Scientific Conference "Perspectives in Physical Education and Sport", 81.

## Hobiler

Voleybol, Kitap okuma, Yürüyüş



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...*