

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VOLEYBOLCULARIN İZOKİNETİK KAS KUVVETLERİ İLE  
DİKEY SIÇRAMA YÜKSEKLİKLERİ ARASINDAKİ  
İLİŞKİ DÜZEYİ**

Spor Fizyolojisi  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

103644

Hazırlayan  
**Arş. Gör. Gülbin RUDARLI NALÇAKAN**

Danışman  
**Prof. Dr. S. Rana VAROL**

**T.C. YÜKSEKÖRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İZMİR – 2001

## II

### ÖNSÖZ

Günümüzde sporda kazanılan uluslararası başarılar, toplumun günlük yaşamında ve moral düzeyinde oldukça önemli bir değer taşımaktadır. Her geçen gün, ilerleyen bilim ve teknolojinin yardımıyla spordaki rekorlar yenilendikçe, spor sahalarında yarışan sporcu veya sporcuların oluşturdukları takımların temsil ettikleri ülkenin teknik, teknolojik, eğitim ve ekonomik standartları yarışırılır hale gelmiştir. Bunun sonucunda ise spor ile spor bilimleri sıkı bir ilişki içinde bulunmaktadır.

Yüksek performansa dayanan sportlardaki üstün başarı ilkesi başta "fiziki performans"ı ön plana çıkarır. Fiziki performansın geliştirilmesi ve değerlendirilmesi ise spor bilimlerinin üzerinde sürekli çalıştığı bir alandır.

Alt ekstremitelerin yoğun olarak kullanıldığı spor dallarında, diz eklem stabilitesini sağlayan agonist-antagonist kasların kuvvet dengesizliği, diz eklem sakatlıklarında önemli rol oynar. Özellikle voleybol gibi sıçrama aktivitesinin sık uygulandığı sportlarda bu denge ön plana çıkar. Bu çalışmanın amacı, elit voleybolcuların diz fleksör ve ekstensör kaslarının izokinetik kas performans karakterlerini ölçüp değerlendirmek ve kas kuvvet profillerini tespit etmektir.

Bu amaçtan yola çıkarak, çalışmada sporda temel biyomotor yetilerden kuvvet ile voleybolcuların temel özelliklerinden biri olan sıçrama yüksekliği ilişkilendirilmiştir.

Çalışma 4 bölümden oluşmuştur. Birinci bölüm, araştırmaya giriş ve araştırmanın amacını ortaya koymaktadır, kas ve kasılma fizyolojisi, kas kuvveti, izokinetik kasılma, kas kuvvetinin değerlendirilmesinde izokinetik yöntem, dizin fonksiyonel anatomisi ve voleybol sporu hakkında kapsamlı bilgi içermektedir. İkinci bölümde araştırmanın gereç ve yöntemi araştırılmaktadır. Üçüncü bölümde yapılan araştırmanın bulguları, dördüncü bölümde araştırmanın tartışılması ve sonucu, araştırmanın Türkçe ve İngilizce özetleri ile araştırmanın kaynakçası yer almaktadır.

### III

Bu çalışma ile teorik bilginin, özellikle voleybol sporunun güncel pratiğine ışık tutması hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın oluşmasında emeği geçen;

Tezime danışmanlık yapan, E.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı başkanı, hocam sayın Prof. Dr. S. Rana Varol'a teşekkür ederim.

Çalışmanın ölçümlerini beraber yaptığımız, İzmir Sporcu Sağlık Merkezi spor hekimlerinden Dr. Semih Selamoğlu'na, çalışmanın İzmir Sporcu Sağlık Merkezinde yapılmasına izin veren, İzmir Sporcu Sağlık Merkezi Müdürü sayın Dr. Şaban Acarbay'a, yoğun tempolarına rağmen çalışmaya katılan Göztepe, Karşıyaka ve Alternatif Dersane bayan voleybol takımındaki sporcu arkadaşlarım'a, tez boyunca verdiği destekle E.Ü.Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğretim görevlisi hocam Yard. Doç. Dr. Ersin Altıparmak'a, tezin yazımındaki yardımlarıyla Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği öğretim görevlisi Hulusi Demircioğlu'na, E.Ü. Devlet Türk Musikisi Konservatuarı öğretim görevlisi Levent Uslu'ya, E.Ü.Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu araştırma görevlisi Pınar Arpınar'a, fikirleriyle E.Ü. Spor Hekimliği'nde Yard. Doç. Dr. Cengizhan Özgürbüz'e, E.Ü. Tıp Fakültesi Anatomi A.B.D.'nden hocam Prf. Dr. Lokman Öztürk'e ve E.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'ndan hocam Yard. Doç. Dr. Ercan Haslofça'ya,

Bana yardım eden herkese,

Hayat boyu sevgisi, desteği, yardımları için Aileme ve Eşime

Sonsuz teşekkürler...

**İÇİNDEKİLER****BÖLÜM I**

GİRİŞ VE AMAÇ	01
1. GENEL BİLGİLER	03
1.2. KASLAR	03
1.2.1. İskelet Kası	03
1.2.2. Kasılma Mekanizması	04
1.2.3. Fibril Çeşitleri	06
1.2.4. Kasılma Tipleri	07
2.2. KASSAL AKTİVİTENİN BİYOMEKANİĞİ	08
2.2.1. Kuvvet	08
2.2.2. Kas Kuvveti	08
2.3. İNSAN KAS PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ	10
2.3.1. İzokinetik Değerlendirme	10
2.3.1.1. İzokinetik Egzersizin Avantaj ve Dezavantajları	13
2.3.1.2. İzokinetik Egzersizin İzometrik ve İzotonik Egzersizle Karşılaştırılması	14
2.3.2. İzokinetik Değerlendirilmede Önerilen Protokoller	15
2.3.3. İzokinetik Egzersizin Etkileri	15
2.3.4. İzokinetik Test Parametreleri	16
2.3.4.1. Tork	16
2.3.4.2. Maksimum Tork	17
2.3.4.3. Açısal Spesifik Tork	18
2.3.4.4. Total ve Maksimum İş	18
2.3.4.5. Ortalama ve Maksimal Güç	18



2.3.4.6. Dayanıklılık İndeksi	19
2.4. DİZİN FONKSİYONEL ANATOMİSİ	19
2.4.1. Tibiofemoral Eklem	20
2.4.2. Menisküs	23
2.4.3. Bağlar	24
2.4.4. Articulatio Genu	25
2.4.5. Patellofemoral Eklem	26
2.4.6. Eklem Kapsülü ve Bursa	27
2.4.7. Diz Ekstansiyonu ve Fleksiyonu	27
2.4.8. Diz Ekstansiyonu ve Fleksiyonunda İzokinetik Değerlendirme	29
2.5. VOLEYBOL	30
2.5.1. Oyunun Karakteristikleri	31
2.5.1.1. Enerji Sistemi, O <sub>2</sub> Tüketimi ve Kalp atımı	34
2.5.1.2. Metabolizma	35
2.5.2. Oyuncuların Karakteristikleri	36
2.5.2.1. Fiziksel Özellikler ve Vücut Kompozisyonu	38
2.5.2.2. Maksimum O <sub>2</sub> Kullanımı	39
2.5.2.3. Kas Gücünün Ölçülmesi	40
2.5.2.4. Kas-Fibril Karakteristikleri	42
<b>BÖLÜM II</b>	
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b>	
2.1. GEREÇ	43
2.2. YÖNTEM	43
2.2.1. Yaş, Boy, Ağırlık Ölçümleri	43
2.2.2. Vücut Yağ Oranı Ölçümü	44
2.2.3. Dikey Sıçrama Ölçümü	44

2.2.4. İzokinetik Kuvvet Testi	44
<b>BÖLÜM III</b>	
BULGULAR	46
<b>BÖLÜM IV</b>	
TARTIŞMA VE SONUÇ	55
4.1. Tartışma	56
4.1.1. Boy	56
4.1.2. Ağırlık	61
4.1.3. Vücut Yağ Oranı	66
4.1.4. Dikey Sıçrama	71
4.1.5. Zirve Tork	75
4.1.6. Zirve Tork/Vücut Ağırlığı	79
4.1.7. Hamstring/Quadriceps Oranı	82
4.2. Sonuç	87
4.2.1. Fiziksel Profiller	87
4.2.2. İzokinetik Kuvvet Testi Parametreleri	87
4.3. Özet	90
4.4. Summary	91
4.5. Kaynaklar	92
Özgeçmiş	101

**ŐEKİLLER LİSTESİ**

<b>Şekil 1:</b>	İzokinetik kuvvet üretimi ve hareket genişliği arasındaki açı	12
<b>Şekil 2:</b>	İzokinetik egzersizlerde kaldırmaç sisteminin değişebilmesinden kaynaklanan kassal değişmelere direnç	13
<b>Şekil 3:</b>	İzokinetik egzersizler süresince direnç	13
<b>Şekil 4:</b>	Diz eklemi sagittal kesiti	20
<b>Şekil 5:</b>	Femoral kondillerin sarmal ve yer değiştiren dönme merkezi	21
<b>Şekil 6:</b>	Patellanın frenleme fonksiyonu	26

## VIII

### TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1:</b>	ST ve FT kas liflerinin yapısal ve fonksiyonel özellikleri	06
<b>Tablo 2:</b>	Dizin hareketine yardımcı olan kaslar, yapışma yerleri, işlevleri	28
<b>Tablo 3:</b>	Değişik spor branşlarındaki dominant enerji sistemleri	33
<b>Tablo 4:</b>	Çeşitli sporlarda enerji tüketimleri (70 kg'lık bir kişiye göre)	34
<b>Tablo 5:</b>	Çeşitli sporlar için hesaplanmış enerji tüketimi ve kalp atımı değerleri	34
<b>Tablo 6:</b>	Enerji tüketimi ve ortalama kalp atımı	35
<b>Tablo 7:</b>	Olimpiyat oyunlarındaki oyuncuların boy ve ağırlık değerleri	37
<b>Tablo 8:</b>	Elit erkek voleybolcuların çeşitli kaynaklardan alınmış boy ve ağırlık değerleri	37
<b>Tablo 9:</b>	Elit bayan voleybolcuların çeşitli kaynaklardan alınmış boy ve ağırlık değerleri	38
<b>Tablo 10:</b>	Elit erkek voleybolcularda max O <sub>2</sub> kullanımı değerleri	39
<b>Tablo 11:</b>	Seçilmiş bayan voleybol oyuncularının max. VO <sub>2</sub> değerleri	40
<b>Tablo 12:</b>	Bay ve bayan voleybolcularının dikey sıçrama değerleri	41
<b>Tablo 13:</b>	Deneklerin fiziksel karakteristikleri	46
<b>Tablo 14:</b>	Deneklerin sıçrama yükseklikleri	46
<b>Tablo 15:</b>	Fleksiyon safhası test parametreleri ortalama değerleri	47
<b>Tablo 16:</b>	Ekstensiyon safhası test parametreleri ortalama değerleri	47
<b>Tablo 17:</b>	Deneklerin sağ-sol farkı % (deficit) değerleri	48

<b>Tablo 18:</b>	Deneklerin sağ ve sol bacak fleksiyon/ekstensiyon (H/Q) oranlarının zirve tork, toplam iş ve ortalama gc değerleri	48
<b>Tablo 19:</b>	Fiziksel özelliklerle sağ bacak fleksiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki	49
<b>Tablo 20:</b>	Fiziksel özelliklerle sol bacak fleksiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki	49
<b>Tablo 21:</b>	Fiziksel özelliklerle sağ bacak ekstensiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki	50
<b>Tablo 22:</b>	Fiziksel özelliklerle sol bacak ekstensiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki	50
<b>Tablo 23:</b>	Fiziksel zellikler ile fleksiyon/ekstensiyon (H/Q) oranı zirve tork değerleri arasındaki ilişki	51
<b>Tablo 24:</b>	Fleksiyon, ekstensiyon ve fleksiyon/ekstensiyon oranının 60°,180° ve 300° lerdeki zirve tork değerlerinin sağ - sol olarak kıyaslanması	52
<b>Tablo 25:</b>	Fleksiyon ve ekstensiyon oranının 60°,180° ve 300° lerdeki zirve tork/kg değerlerinin sağ - sol olarak kıyaslanması	53
<b>Tablo 26:</b>	Sıçrama yksekligi ile gc değerlerinin karşılaştırılması	54

**GRAFİKLER LİSTESİ**

- Grafik 1:** Bu araştırmadaki boy değeri ile Türk sporcuların karşılaştırılması 57
- Grafik 2:** Bu araştırmadaki boy değeri ile yabancı sporcuların 60 karşılaştırılması
- Grafik 3:** Bu araştırmadaki vücut ağırlık ortalamaları ile Türk sporcuların 63 karşılaştırılması
- Grafik 4:** Bu araştırmadaki vücut ağırlık ortalamaları ile Yabancı 65 sporcuların karşılaştırılması
- Grafik 5:** Bu araştırmadaki Vücut yağ oranı ile Türk sporcuların 68 karşılaştırılması
- Grafik 6:** Bu araştırmadaki Vücut yağ oranı ile Yabancı sporcuların 70 karşılaştırılması
- Grafik 7:** Bu araştırmadaki dikey sıçrama ortalamaları ile Türk sporcuların 72 karşılaştırılması
- Grafik 8:** Bu araştırmadaki Dikey sıçrama ortalamaları ile Yabancı 74 sporcuların karşılaştırılması
- Grafik 9:** Düşük hızdaki (30°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork 77 değerleri
- Grafik 10:** Orta hızdaki (180°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork 77 değerleri
- Grafik 11:** Yüksek hızdaki (300°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork 78 değerleri
- Grafik 12:** Düşük hızdaki (60°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork/vücut 81 ağırlığı değerleri

**Grafik 13:** Orta hızdaki (180°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork/vücut 81  
ağırlığı değerleri

**Grafik 14:** Yüksek hızdaki (300°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork/ 82  
vücut ağırlığı değerleri

**Grafik 15:** Düşük hızdaki (60°/sn) fleksiyon/ekstensiyon oranı(%)değerleri 83

**Grafik 16:** Orta hızdaki (180°/sn) fleksiyon/ekstensiyon oranı(%) değerleri 84

**Grafik 17:** Yüksek hızdaki (300°/sn) fleksiyon/ekstensiyon oranı(%) 84  
değerleri



# BÖLÜM I

## GİRİŞ VE AMAÇ

Hareket spor bilimciler için anahtar kelimedir. Bu alanda çalışanların odak noktası harekettir. Spor bilimciler hareketi daha etkili kılmak, performans kalitelerini artırmak ve daha sağlıklı olmak gibi amaçlara sahiptirler. Hareket; biyomekanik, fizyolojik, psikolojik, sosyolojik faktörlerden etkilenebilir. Bu amaçla da hareketin bileşenleri incelenir.

Günümüzde antrenörler ve spor bilimciler beden eğitimi ve sportif ortamlarda bilimin vazgeçilmezliği konusunda görüş birliğine varmışlardır. Bu konuda çalışanların sayısında belirgin bir yükselmenin olması bu alandaki araştırmaların sayısını ve çeşitliliğini artırmaktadır. Spor bilimleri günümüzde çok genel bir terim olup daha küçük dallara ayrılmıştır. Sonuç olarak performansı arttırmada ve sağlık için yapılan spora yönelik literatürde güncel basın organlarının da ilgisini çeken bir alandır.

Spor bilimciler ve spor hekimler tarafından insan kas performansına ait kesin araştırma ve bulgular yıllardır objektif bir hale getirilmeye çalışılmıştır. Spor bilimciler, kuvvet değerlerinin karşılaştırılmasıyla ilgilenirken kondisyon programlarının kas kuvvetini güvenilir bir şekilde ölçmesi için çalışır; fizik tedavi uzmanları, hastaların kas sistemindeki yaralanmaların iyileşmesi ve eski kuvvetlerine yeniden ulaşmaları için tedavi amaçlı egzersizlerin etkilerini belirlemeyi amaçlar. Antrenör ve hekimler ise güç eksikliğinin altında yatan nedenlerin saptanmasıyla yaralanmaları önlemenin üzerinde durmaktadır. Bütün bu amaçlarla altı çizilen nokta; kuvvet üretimi konusunda insan kas kapasitesinin geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçülmesidir.

Sporcuların kas kuvvetlerinin dikkatli şekilde değerlendirilmesi; uygun antrenman programlarının oluşturulmasında, sporcudan beklenen performans düzeyine ulaşılmasında, sporcunun kuvvetsizliğinden kaynaklanan yaralanmaların önlenmesinde ve yaralanmaların tedavisinde uygun programların oluşturulmasında önemli rol oynar.



Son yıllarda hem rehabilitasyon alanında bilgi toplama, hem de çeşitli kuvvet parametrelerinin araştırılmasında izokinetik dinamometrenin kullanımı artmıştır (35).

Cybex II+ izokinetik dinamometresi son yıllarda sporcu sağlığı ile uğraşan ortopedi, egzersiz fizyolojisi, fizyoterapi gibi alanlarda kas kuvvetini objektif olarak belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Kas iskelet sistemine ait sakatlıklar, ipsilateral ve bilateral dengeyi sağlayan kuvvet oranlarının azalması ile artmaktadır. Diz fleksiyon ekstensiyon kas kuvvet oranı sportif durumlarda, sakatlıkların önlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (36).

1967 yılından bu yana (Hislop ve Perrine, 1967) izokinetik egzersizlerin tanımlanmasını takiben başta diz yaralanmaları ve hastalıkları olmak üzere değişik hastalıklarda izokinetik dinamometrelerin kliniksel kullanım boyutları giderek artan bir ilgiyle gelişimini sürdürmüştür.

İzokinetik makinelerin eklemin hareket açıklığı boyunca bütün noktalar üzerinde yükü maksimal düzeyde kullanabilme özellikleri, rehabilitasyon ve dinamik kas test uygulamalarında kullanıcılar için başlıca tercih edilen özellikleri olmaktadır.

Bütün eklemlerde olduğu gibi diz ekleminin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi, dizi çevreleyen çeşitli dokuların (ön-arka çapraz bağ, iç-dış yan bağlar gibi) ve diz eklemini hareket ettiren kas gruplarının (ekstensör ve fleksör kas grupları) kuvveti ile yakından ilişkilidir (33).

Bu çalışmanın amacı, elit voleybolcuların diz fleksör ve ekstensör kaslarının izokinetik kas performans karakterlerini ölçüp değerlendirmek ve kas kuvvet profillerini tespit etmektir. Bu amaçtan yola çıkarak, çalışmada sporda temel biomotor becerilerden kuvvet ile voleybolcuların temel özelliklerinden biri olan sıçrama yüksekliği ilişkilendirilmiştir.

Tüm günlük aktiviteler genellikle ritmik ve dinamik kas kasılmaları ve aralardaki dinlenme periyotlarından oluşur. Sportif antrenmanın birincil etki yeri iskelet kasıdır (70).

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.2.KASLAR

Vücutta üç farklı tipte kas vardır: düz kas, kalp kası ve iskelet kası (90). İskelet kası fonksiyonları fizyolojik fonksiyonlar ile optimal sağlığın korunmasında önemli bir yere sahiptir (67).

#### 1.2.1.İskelet Kası

Kas hücresi diğer hücrelerden farklı olarak uzun, iğ şeklindedir ve fibril adını alır. Kas dokusu fibrillerden oluşmuştur. Bir fibrilin çapı 10-100 mikron, uzunluğu 1-40 mm arasında değişir. Kas hücresi (fibril) dış taraftan endomisyum denen bağ dokusundan bir kılıfla örtülüdür. Endomisyumun iç tarafında ise ona yapışık sarkolemma adı verilen hücre membranı bulunur (5).

10-50 kas fibrili uzunlamasına birleşerek fibril demetlerini, fasikülleri oluşturur. Her bir fasikül bir bağ doku kılıfı, perimisyum, ile çevrilidir. Fasiküller de uzunlamasına bir araya gelerek kası oluşturur. Kas da dışarıdan epimisyum adı verilen daha kalın, daha kuvvetli bir bağ doku kılıfı ile örtülüdür. Fasiküller arasında bağ dokusu bulunur. Kan damarları ve sinirler bağ dokusu içinde ilerler. Bağ dokuları kasın her iki ucunda tendonlara dönüşerek kemiklere yapışır. Kas fibrillerinin iskelet ile doğrudan teması yoktur. Bu sayede kaslar birbirine bağlanır ve en kuvvetli kasılma oluşur (5).

Her bir kas hücresi içinde sayıları birkaç yüz ile birkaç bin arasında değişen uzun, ince, 1-3 mikron çapında esas kontraktıl elemanlar, myofibriller, bulunur. Kontraktıl ünite olan her bir myofibril yan yana uzanan 1500 kadar myozin ve 3000 kadar aktin filamanından oluşur. Myozin flamanları kalın, aktin flamanları incedir. Bütün flamanlar bir düzen içinde bulunur (5). Myozin flamanları polarize mikroskopta ışığı çift kırar, yani anizotropiktir ve bu nedenle "A" bandında yer alırlar. Aktin flamanları ise polarize ışığı tek kırar, izotropiktir ve "I" bandında yer alırlar. "I" bandı koyu ve dar bir çizgi ile ikiye ayrılmıştır. Bu çizgi "Z" membranıdır. İki "Z" membranı arasında kalan ve bir "A" bandı ile iki tane yarım "I" bandından oluşan bölüme "sarkomer" adı verilir. Sarkomer, iskelet kasının asıl kasılma

ünitesidir. Kas fibrillerinin çevresinde, uzunlamasına seyreden tüplerden ibaret olan “sarkotübüler sistem” yer alır. Bu sistemde başlıca iki kısım vardır: “T sistemi” ve “sarkoplazmik retikulum” (27).

T sistemi kas liflerinin çevresindeki membranın devamıdır ve iki tabakası arasında kalan mesafe ekstrasellüler alanı oluşturur.

Sarkoplazmik retikulum ise A ve I bantlarının birleşme yerinde, fibrillerin çevresinde yer alır. Kalsiyumun depo edilip, salınmasıyla ilgilidir. T sistemi, aksiyon potansiyellerinin daha hızlı iletilebilmesini sağlar (43).

### **1.2.2.Kasılma Mekanizması**

Kasın kasılma kuvvetini yaratan ve buna bağlı hareketin meydana gelmesine neden olan en küçük yapısı liflerdir. Kas lifinin kasılması; kasa uyarı geldiği zaman aktin ve myozin filamanlarının çapraz köprüler yardımıyla kayan filamanlar teorisine göre kasılmasıdır (2,37).

Dinlenme: Aktin üzerinde, myozinin çapraz köprü başlarının ilişki kuracağı aktif bölgeler vardır. İstirahat durumunda kasta bu aktif bölgeler troponin ve tropomyozin kompleksi tarafından kapatıldığından, kas kasılması oluşmaz.

Kasılmanın başlaması: Eğer motor sinir uyarılır ve aksiyon potansiyeli motor son plağa ulaşırsa uyarı sarkollema boyunca ilerler ve zarın içindeki T-tübüllerine ulaşır ve ilerler. Bu ileti T-tübüllerine komşu olan sarkoplazmik retikulumda depo edilen  $Ca^{++}$  sarkoplazmaya yani lif içine alınmasına neden olur. Salınan bu  $Ca^{++}$  Troponin ile birleşir. Bu birleşim sonucunda Troponin ve Tropomyozinin kapattığı aktif bölgeler açılır. Böylece myozin üzerindeki çapraz köprüler derhal aktin üzerindeki aktif bölgelere açılır ve bu bölgelere bağlanarak Aktomyozin kompleksi kasılma sürecinin başlamasına yol açar.

Kasılma için gerekli enerji ATP den sağlanır. Myozin köprü başına önceden bağlanmış olan ATP myozin  $ATP_{az}$  aracılığı ile parçalanır.



Bu enerji myozin çapraz koprusünde bir bükölme hareketine yol açar. Bu bükölme aktini A Bandı ortasına doğru harekete geçirir (26).

Myofibrillerdeki yüzlerce aktin filamentinin bu hareketi ile Sarkomer boyu kısalır. Bu kısalmayla tendonun bağlandığı kemik harekete geçer (26).

**Kasılmanın sürdürölmesi:** apraz koprusünde oluşan bükölme hareketi ile parçalanan ATP yeniden sentezlenir ve başa yerleşir. Bu bağlanma, myozin çapraz kopru başının aktinden ayrılmasına neden olur. Yeniden dikey duruma geçen apraz Kopru Başı aktin üzerindeki başka aktif bölgeye bağlanır ve kasılma devam eder.(26).

**Gevşeme:** Kasın gevşeme sürecinde ise bu olaylar tam tersine döner. Sinir uyarısı kesilince Ca Troponinden ayrılarak Sarkoplazmik Retikulumu geçer (26).

Omurilikteki motör nöronlardan çıkan her motor akson birçok ve değişik kas liflerini innerve eder. Bu liflerin sayısı kasların tipine bağlıdır. Bir tek motor sinir tarafından innerve edilen kas liflerinin hepsine birden bir motor ünite adı verilir.(31)

Bu motor ünitenin kontrolü altında; 2-3 kas lifi ile 2000 kas lifi bulunabilmektedir. Çok ince ve hassas beceri isteyen kas gruplarında az sayıda, az beceri gerektiren kuvvetli motor üniteler çok sayıda kas lifinden meydana gelirler. Bir motor üniteye uyarı geldiği zaman, motor üniteye liflerin ya hepsi kasılır ya da hiçbiri kasılmaz (hep veya hiç kanunu). Motor ünitenin kasılması için uyarının her motor üniteye göre belli bir uyarı eşiğinde gelmesi gerekmektedir. Az uyarı eşiği ile ufak motor üniteler, yüksek veya kuvvetli uyarılarla büyük motor üniteler kasılırlar. Bir kasta çok sayıda motor ünite bulunduğu için, bu mekanizmaya bağlı olarak bir kasın kasılma kuvvetinin miktarı; devreye sokulabilen veya uyarılan motor ünite sayısına bağlıdır (2).

Her yeni motor ünitenin devreye girmesinde kasılma kuvvetinin artması önce sinir uyarısının sıklığına artması ile olur. Uyarı belli bir düzeye yükselince, yükselen düzey yeni bir motor ünitenin eşiği haline gelir ve yeni bir motor ünite devreye girer. Kasılma kuvvetinin azalması gereken durumlarda da bunun tam tersi olur (2).

### 1.2.3. Fibril Çeşitleri

İskelet kasları fibrilleri histolojik özelliklerine göre ikiye ayrılır:

- 1) Tip I (ST): yavaş kasılan oksidatif fibriller
- 2) Tip II (FT): süratli kasılan glikolitik fibriller de kendi arasında ikiye ayrılır:
  - a) II a (FTa): süratli kasılan oksidatif glikolitik fibriller
  - b) II b (FTb): süratli kasılan glikolitik fibriller

İnsan kasında bütün tip fibriller karışık halde bulunur ve mozaik şeklinde bir yapı gösterirler. Bir kasın performansı da, kendisinde fazla oranda bulunan fibril tipinin özelliğine bağlıdır .

Tablo.1: ST ve FT kas liflerinin yapısal ve fonksiyonel özellikleri (92)

Farklı kas fibril tiplerinin özellikleri			
Özellikler	Slow-twitch	Intermediate	Fast-twitch
Kas fibril	Küçük	Orta	geniş
Renk	Kırmızı	Kırmızı	beyaz
Mitokondri	Sayısız	Sayısız	Sınırlı
Myoglobin içeriği	Yüksek	yüksek	Düşük
myozin ATP <sub>az</sub> aktivitesi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Glikolitik enzimler	Düşük	orta	Yüksek
Oksidatif enzimler	Yüksek	orta	Düşük
Glikojen içeriği	Düşük	Orta	yüksek
kasılma hızı	Yavaş	Hızlı	Hızlı
ATP nin ana kaynağı	Oksidatif fosforilasyon	Oksidatif fosforilasyon	glikolizis
Yorgunluk oranı	Yavaş	Orta	Hızlı
Kullanılan diğer ismi	Tip I SO (Slow Oxidative)	Tip II B FOG (Fast Oxidative glycolytic)	Tip II A FG (fast glycolytic)

#### 1.2.4. Kasılma Tipleri

Organizmadaki kaslar normal koşullarda kendi sınırları vasıtasıyla gelen uyarılarla kasılırlar. Örnek alınacak bir sinir kas preparatı tek bir uyarı karşısında kasılır ve gevşer. Bu aktivite kasın temel aktivitesidir ve tek kasılma adını alır. Fizyolojik açıdan incelendiğinde kasılmalar tek kasılma ve tetanik kasılma şeklinde izah edilebilir. Spor alanında daha çok tek kasılmalara rastlanmaktadır (5).

Izometrik kasılma: Uzunluğu sabit kalan bir kasta, tonus artmasıyla oluşan statik bir kasılma şeklidir. Kasın boyunda bir değişme olmadığından, ekstremitelerde hareket ortaya çıkmaz. En klasik örneği, iki eli karşı karşıya getirip birbirini itmekten ibarettir. Bu kasılma şeklinde hareket ortaya çıkmamasına karşın kuvvet artışı olabilir. Bu nedenle rehabilitasyonda kullanılır (24).

Konsantrik (izotonik) Kasılma: Dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu aynı kalırken boyu kısalır yani kısalarak kasılmadır. Bir ağırlığın bir yerden yukarıya kaldırılması bu tip kasılmayla olur (5,64).

Genellikle insanın kassal aktiviteleri izometrik ve izotonik kasılmaların birbiri ardına yapılmasından veya her ikisinin beraberce uygulanmasından oluşur. İzometrik ve izotonik çalışmaların beraberce olması yani kasılma esnasında kasın hem uzunluğunun, hem de tonusunun değişmesine oksotonik kasılma denir (5).

Eksantrik Kasılma: Dinamik ve izotonik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu sabit kalırken boyunda uzama olur. Elde tutulan bir ağırlığı, dirsekten ekstensiyon yaparak, aşağı doğru indirme sırasında görülen hareket (36), otomobil direksiyonunu kullanma tipik örneklerdir. Eksantrik kasılmayı takiben yapılan konsantrik kasılma daha kuvvetli olur (5). Egzersiz sonrası kas ağırlıklarına en çok neden olan kasılma şeklidir (24).

İzokinetik Kasılma: Iso (aynı) kinetik (hareket) (68); hareket süratinin (kas kasılma süratinin) sabit tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kas sabit bir hızla kasılırken kasta ortaya çıkan gerim bütün hareket boyunca oynağın tüm açılarında maksimal tutulur. Örnek olarak serbest stil yüzmede kol kulaçları gösterilebilir. İzokinetik antrenman kas kuvvetini ve dayanıklılığını geliştirmede en iyisidir (5).

İzokinetik kasılma ve izokinetik egzersizlerin yapılabilmesi için oldukça komplike ve pahalı sistemlere gereksinim vardır. En tanınmışları; Cybex, Kinethron, Isothron, Eyodex (24).

## **2.2. KASSAL AKTİVİTENİN BİYOMEKANİĞİ**

Eklem hareketleri sırasında bir kasın tek başına kasılması, eklem stabilizasyonu (sabitlemesi) için yeterli değildir. Antagonist kasların da harekete katılması gerekir; ayak bileğinin stabilizasyonunda hem ekstensör hem de fleksörlerin beraber kasılması gibi. Ancak bazı durumlarda antagonist kas grubunun kasılması yerine, yer çekimi etkisi de aynı işi görür. Eklem stabilize olması, birbirine zıt iki kuvvet arasında bir denge durumuna erişmesi demektir. Zıt güçler, değişik yön ve noktalardan hareket ederek denge durumunun ortaya çıkmasını sağlarlar (43).

### **2.2.1. Kuvvet**

Kuvvet; kassal gücü dirence karşı kullanabilme yeteneğidir (85). Kuvvet; kas kasılması, yer çekimi, hava, su, yer sürtünmesi gibi kaynaklardan kaynaklanır.

Sporda kuvvet; Sporcu ve kullandığı aletlerin hareket durumlarının değiştirilmesinde kullanılır. Sporda kuvvet ve etkileri söz konusu olduğunda kuvvet; iç ve dış kuvvetler olarak ikiye ayrılabilir. Dış kuvvetler; yer çekimi kuvveti, yer reaksiyon kuvveti, sürtünme kuvvetleri, iç kuvvetler ise; kas kuvveti, tendon, ligaman ve bağ doku kuvvetleri şeklinde maddelenebilir (2).

### **2.2.2. Kas Kuvveti**

Bir kas ya da kas grubunun uygulayabileceği maksimal kuvvete kas kuvveti denir. Kaslar enine kesit yüzeyinin büyüklüğü oranında kuvvetlidir (5). Enine kesitte yer alan fibril sayısı ve bu fibrillerin çapları ne kadar çok olursa, kasın kuvveti o oranda fazla olur (43).

Kasılmayı etkileyen faktörlerin başında motor sinir liflerinin deşarj sıklığı, aktif hale geçirilen motor ünite ve kas lifi sayısı ile kasın başlangıç uzunluğu gelir (43).



Anatomik ve fizikokimyasal unsurlar tarafından idare edilen güç temel olarak kas fibrilleri içerisinde yer alan myozin flamanlarının kaymasıyla oluşan gerilim anlamına gelir. Nörolojik adaptasyonlar, hormonal etkiler ve tüm fibril grupları kas kasılması esnasında kuvveti kontrol eder (72).

Kasın kuvvet üretebilmesi için kendisini oluşturan fibrillerin çapının genişlemesi (hipertrofi) sağlanmalıdır. Sadece kalınlaşmış kas değil, istenilen harekete katılabilecek sayıda fibrille koordine olmuş kas yapısı da önem kazanmaktadır (1).

Kuvvet, kas kütlesi gibi yaşla beraber artar. Maksimal kuvvete bayanlarda 20'li yaşlarda, erkeklerde 20-30'lu yaşlarda ulaşılır. Yapılan çalışmalardan, kas gelişiminin ve performans kapasitesinin sinir sisteminin olgunlaşmasıyla ilgili olduğu sonucuna varılmıştır (62,87,88)

Kas kuvvetini etkileyen birçok faktör vardır, bunlar iki kategoride toplanabilir:

#### 1.Kas gerilim artışında

- Uyarılmış fibril sayısı
- Nörolojik impuls frekansı
- Kas uzunluğu
- Çapraz geçen kas fibril ebadı
- Vücut ısı
- Kas fibril tipi

#### 2.Kuvvet ölçümünde

- Kasılma tipi (eksantrik, konsantrik, izometrik)
- Kasılma hızı
- Eklem açısı
- Eklem manivela gücü
- Yaş
- Cinsiyet
- Vücut kitlesi
- Fizyolojik faktörler (72)



## 2.3. İNSAN KAS PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kas kuvvet kapasitesini artırma statik ve dinamik kasılmalar yoluyla sağlanabilir. İzometrik (statik) değerlendirmeler, gözlenemeyen eklem hareketlerine uygun olan bir dirence karşı meydana getirilen kas tansiyon miktarını ortaya çıkartır. İzotonik (dinamik) değerlendirmeler, eklem hareket açıklığının bir kısmı ya da tamamı tarafından uygulanan güç ile konsantrik (kısılma) veya eksantrik (uzama) kasılmalar sayesinde değerlendirilebilir.

İnsan kas performansının değerlendirilmesi konusunda;

İzometrik değerlendirme

İzotonik değerlendirme

İzokinetik değerlendirme yöntemleri üzerinde durulmaktadır (66).

### 2.3.1. İzokinetik Değerlendirme



İzokinetik egzersiz kavramı, James Perrine tarafından geliştirilmiş ve bilimsel literatürde tanıtımı 1967'de Hislop ve Perrine, Thistle, Hislop, Moffoid ve Lohman tarafından yapılmıştır (66).

İzokinetik aletlere örnek olarak dinamometre, tensiometre, manometre, süper mini-gym verilebilir. İzokinetik dinamometre, herhangi bir kuvvet uygulandığında, hız kontrol mekanizması sayesinde önceden ayarlanmış hıza ulaşan elektromekanik bir alettir. Bu sabit hız kazanıldığında, izokinetik yükleme mekanizması, otomatik olarak uygulanan güce eşit, karşı bir güç oluşturur. Böylece aynı maksimum güç, sabit hızda, hareketin bütün safhalarında uygulanabilir (77).

Popüler bir izokinetik dinamometrenin ayırt edici özelliği, bu dinamometrenin kendi sınırlarına bağlı olarak, değişik hızlarda meydana gelen kasılmalar vasıtasıyla oluşturulan gücü, işi ve torku kolayca ölçebiliyor olmasıdır (55).

Kişi ne kadar kasılma yapmak isterse istesin, açılma hareket oranı, ayarlanan hız oranıyla eşitlendiğinde ya da geçtiğinde dinamometre sabit hareket

süratini sağlamak için dengeleyici bir karşıt kuvvet üretir. Hinson ve arkadaşları (1979) özet olarak şunu işaret eder; "İzokinetik terimi, kas kasılmasının sabit linear hızdan çok, bacak ya da kol hareketinin sabit açısal hızıyla birlikte oluşan kas kasılması çeşidini belirtmek için kullanılabilir" (66).

Dinamometre içindeki yük hücresi, devamlı olarak uygulanan gücün o anki seviyesini ekranda gösterir ve bu bilgiyi uygun kaydediciye yollar. Kaydedicinin içindeki elektronik devreler, birim zamanda uygulanan ortalama kuvvetin okunmasını sağlar (77). Böylece tedavideki gelişmeleri izleme ve sayısal ölçüm yapma olanağı bulunur (43).

Bu ürünlerden biri olan Cybex izokinetik aleti, tüm hareket boyunca kası azami olarak yükleyebilir, böylelikle az zamanda daha verimli olur. Uygulanan direncin miktarı, sporcunun performans seviyesine bağlı olarak değişir (42).

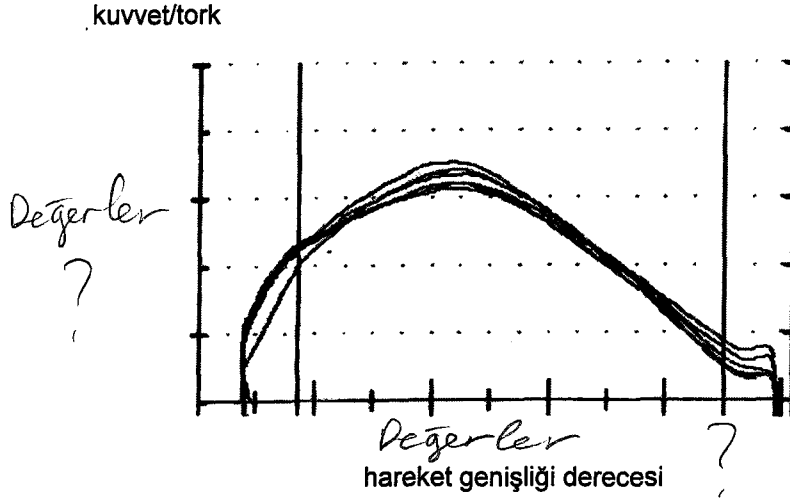
Sporcunun fonksiyonel kapasitesinin tam ve kantitatif bir değerlendirmesini olası kılar (43).

İki ekstremitenin birbiriyle kıyaslanmasını, agonist/antagonist oranlarının belirlenmesini, iş kapasitesi ve dayanıklılık faktörlerinin yanı sıra hareketin kinematik analizinin yapılmasını sağlar (43).

Hareketin hızı derece/saniye olarak izlenebilir ve istenildiği şekilde ayarlanabilir (43).

İstenecek kas ya da kas grubu spesifik olarak çalıştırılabilir (43).

İzokinetik direnç, diğer egzersiz çeşitleri üzerinde birçok avantaja sahiptir. Bunlardan birisi, kas gruplarının ve eklemin tam bir hareket genişliği boyunca maksimal kapasitesini gerçekleştirebilmesidir. Örneğin eklem hareketinin ortasında (aktin ve myozin filamanlarının bağlanması için optimum uzunluk-gerginlik ilişkisine sahip olduğu noktada) izokinetik dinamometre eklemin belirlenen hızını sürdürecektir ve böylece daha fazla kuvvet üretimi sağlanacaktır. Bunun yanında, eklem hareketinin son safhasında da ayarlanan sabit hız sürdürülecek fakat kasın mekanik olarak dezavantajlı olması sebebiyle daha az kuvvet üretilmiş olacaktır (66).



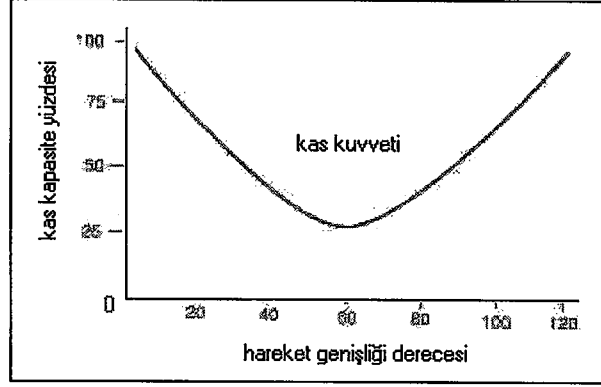
Şekil 1: İzokinetik kuvvet üretimi ve hareket genişliği arasındaki açı (65)

Şekil 1'de görüldüğü üzere izokinetik egzersiz süresince iskeletsel kaldıraç üzerinde kasın kuvveti hareket sınırında ve düşük mekanik avantaja sahiptir, direnç en az seviyededir. Orta açının ilerisinde, mekanik avantajın en yüksek olduğu yerde, direnç orantılı olarak yükselir.

Şekil 2 ve 3'de kuvvet çıkışları, izotonik ve izokinetik egzersizler sırasında kullanılan kas kapasitesi yüzdeleriyle göreceli olarak karşılaştırılır. İzokinetik direnç, rehabilitasyon basamağı süresince diğer egzersiz çeşitlerine güvenli alternatifler sağlayabilir. İzokinetik egzersiz izotonikten doğal olarak daha güvenlidir. Çünkü dinamometrenin direnç mekanizması sporcu rahatsız olduğunda ya da ağrı hissettiğinde gerekli olarak gevşer.

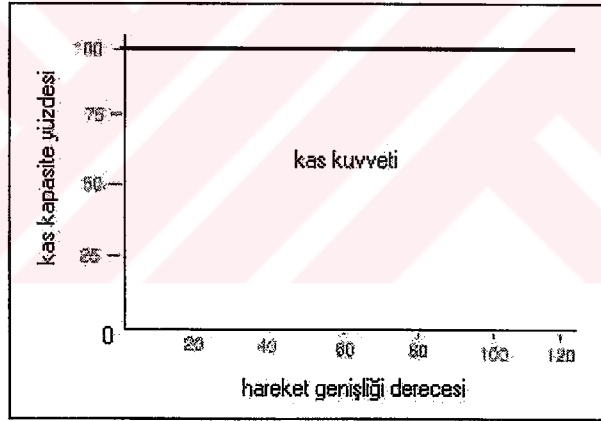
İzokinetik egzersiz tork ve kuvvet oluşturma konusunda kas grubunun yetenek miktarına uydurulabilir ve böylece kas grubunun önceki sakatlanma düzeyinin restorasyonunda egzersiz çeşidi olarak kullanılabilir.

Son 25 yılda izokinetik egzersizin çeşitli yönleriyle ilgili yüzlerce makale ve özet, bilimsel literatürlerde yer almaktadır. Thistle ve arkadaşları (1967), bu konu üzerinde dururken "kas gücü kapasitesine yardım etmesi ve doğal kas tork eğrilerine izin vermesi yeteneği ile yardımcı direnç egzersizleri, kasın çalışmasına ve analizine yeni ve verimli bir yaklaşım getirir; izokinetik araç, araştırmalar içinde heyecanlandırıcı ve kineziyolojinin anlaşılmasını sağlayan yeni bir uygulamadır" demişlerdir (66).



Şekil 2: İzokinetik egzersizlerde kaldıraç sisteminin değişebilmesinden kaynaklanan kassal değişmelere direnç (66)

Direnç, açısal sınırdaki kas üzerinde en yüksek değerdedir. Hareket genişliğinin ortalarında kaldıraç en etkili durumdur ve buna bağlı olarak kas üzerindeki yük orantılı olarak azdır. Kas üzerindeki yoğunluk hareket genişliğinin son sınırında maksimumdur.



Şekil 3: İzokinetik egzersizler süresince direnç (66)

### 2.3.1.1. İzokinetik Egzersizin Avantaj ve Dezavantajları

#### Avantaj:

Zayıf kas grupları izolasyonuna imkan sağlar.

Değişen direnç, çalışılan hareket genişliği boyunca maksimal direnç sağlar.

Tork, iş ve güç ölçümüne izin verir.

### Dezavantaj:

Güvenilir değerlendirme, hareket düzlemi üzerinde izole olmuş kas gruplarıyla sınırlıdır.

Egzersiz her şeyden önce ağırlıksız, vücut duruşu kapalı kinetik zincir pozisyonları şeklinde meydana gelir.

Ekipmanların maliyeti bazı ayarlamalar için engelleyici olabilir (66).

### **2.3.1.2. İzometrik Egzersizin İzometrik ve İzotonik Egzersiz İle Karşılaştırılması**

İzometrik;

#### Avantaj

Hiç ya da minimal ekipman gerektirir.

#### Dezavantaj

Güç çalıştırılan eklem pozisyonuna göre spesifik artış gösterir.

Güçteki objektif artıştan geri bildirim eksikliği vardır.

İzotonik;

#### Avantaj

Konsantrik ve eksantrik direnç bileşenlerini içerir.

Dirençteki kademeli artış ile pozitif güçlendirme sağlanır.

Aynı anda tüm eklem hareketlerine izin verir.

Kapalı kinetik zincir pozisyonunda daha kolay gerçekleşir.

#### Dezavantaj

Hareket genişliği içinde en zayıf noktaya bile maksimal direnç miktarı uygulanır

Tork, iş ve güç ölçümüne imkan vermez.

Güçlü kaslar kapalı kinetik zincir egzersizi süresince zayıf kas gruplarını kompanse edebilir (66).

### **2.3.2. İzokinetik Değerlendirilmede Önerilen Protokoller**

İskelet – kas taraması

Genel vücut gerdirme ve ısınması

Hastanın optimal stabilizasyonunun ayarlanması

Eklem ve dinamometre rotasyon ekseninin ayarlanması

İzokinetik egzersiz kavramının sözel olarak anlatılması

Uygun yerçekimi ayarlaması

Isınma (3 submaksimal, 3 maksimal tekrar )

Dinlenme (1 dakika için 30 saniye)

Düşük hızda maksimal test (4-6 tekrar)

Dinlenme (1 dakika için 30 saniye)

Yüksek hızda maksimal test (4-6 tekrar)

Dinlenme (1 dakika için 30 saniye)

Çok tekrarlı dayanıklılık testi

Kontralateral ekstremite testi

Test detaylarının kaydedilmesi

Deneylere sonuçların açıklanması (66)

### **2.3.3. İzokinetik Egzersizin Etkileri**

Maksimal eforda konsantrik izokinetik antrenmanların; konsantrik zirve torkunu, işi ve gücü arttırdığı açıktır (Costill, Coyle, Fink, Lesmen, Witzmann, 1979; Coyle ve arkadaşları, 1981; Lesmen, Costill, Coyle, Fink, 1978; Perrin, Lephart, Weltman, 1989) (66).

İzokinetik antrenmanlardan kaynaklanan gücün artması için kullanılan mekanizma glikolitik, ATP-Cp ve Krebs döngüsü enzim aktivitesi, daha fazla motor ünite çalıştırma yeteneği ve belki de daha ekonomik biçimde motor ünite çalıştırılmasının artmasıyla ilişkili gibi görünür (Costill ve arkadaşları, 1979) (66)

İzokinetik antrenmanın sonucu olarak ortaya çıkan kuvvetteki artış sıklıkla, kasın çevresel ölçüsü ya da hipertrofi artışının yokluğunda meydana gelir (Lesmen ve arkadaşları, 1979) (66).

Gerçek bir kas hipertrofisini oluşturmada izokinetik direnç düşüklüğünün izokinetik dinamometre protipinde, antrenman sırasında eksantrik olan bir kasılmanın olmayışına bağlanabileceği varsayılmaktadır (Cote ve arkadaşları, 1988) (66).

Genelde, insan kas fibrilleri ya TİP I ( yavaş kasılan, ST) ya da TİP II (hızlı kasılan, FT) -FT fibrillerinin diğer alt başlıkları ile beraber- olarak sınıflandırılmıştır. Yavaş kasılan fibriller daha düşük eşiklerde çalışan motor ünitelere ve düşük iletim hızına ve uzun bir kasılma zamanına sahiptir. ST fibrilleri, düşük hızlarda süreyi uzatmak için uzmanlaşmıştır. FT fibrilleri ise yüksek ileti hızları ve kısa kasılma zamanıyla yüksek eşikli motor ünitelere sahiptir. Kısa zaman için yüksek hız ve yüksek güç çıkışı için uzmanlaşmıştır (Green, 1986) (66).

Fibril tiplerinin çalışması uygulanan kas kasılmasının ihtiyaç duyduğu gerilime bağlıdır. ST fibrilleri aktivasyon için düşük eşiğe sahip olduğundan en önce çalışmaya başlarlar. FT fibrilleri daha sonra gelir çünkü hareket için daha fazla gerilimi gerektirir (66).

#### **2.3.4.İzokinetik Test Parametreleri**

İzokinetik egzersiz ve değerlendirmede kullanılan temel parametreler: tork (zirve tork,ortalama tork ve açısal spesifik tork), iş ve güç olarak karşımıza çıkar. Kısaca;

Tork, hareket ekseninde üretilen dönme kuvveti (19)

İş, dönme uzaklığıyla kuvvet çarpımı

Güç, işin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan zamandır (66).

##### **2.3.4.1.Tork**

Kas uyarıldığında kuvvet üretir. Eğer kuvvet hareket eksenini etrafında ölçülürse bulunan kuvvet "tork kuvveti" olarak adlandırılır. Hareket ekseninden



kasın ürettiği germe kuvvetinin ölçülmesi için kullanılan aletler sadece "tork" ölçümüne imkan sağlar (48).

#### **2.3.4.2. Maksimum Tork (pik, zirve tork)**

Klinik ve bilimsel çalışmalarda en fazla kullanılan izokinetik ölçüm değeridir (Nt.m). Eklem hareketi boyunca kasın kasılması ile oluşturduğu maksimum torktur (17,23,44). Maksimum tork doğru olarak ölçülebilen ve tekrar elde edilebilirliği yüksek bir veridir ve izokinetik testlerde kullanımı kabul görmüştür (49). Maksimum tork tüm izokinetik ölçümlerde doğruluğu, hassasiyeti ve klinik uygulanabilirliği açısından tüm diğer parametrelere göre en ileri düzeyde olanıdır (11). Maksimum tork 0°/sn ile 60°/sn arasındaki açısal hızlarda nerede ise değişmez sabit kalır, ancak daha sonraki artan hızlarda lineer karaktere yakın bir şekilde azalır. Böyle bir azalmanın altında farklı kas fibrillerinin değişik iş yapabilme kapasitesi yatmaktadır. Düşük hızlarda hem I.tip hem de II.tip fibriller maksimum aktive edilebilirler ancak artan açısal hızlarla birlikte öncelikle oksidatif fibriller pasifize olmaya başlar, daha sonra tipII (a) fibriller inaktive olur, en son olarak tipII (b) fibriller etkisizleşir. Genelde çok yüksek hızlarda tork sıfır (0) olur (48).

İzokinetik aletler genellikle maksimum tork'un oluştuğu eklem açısını verirler. Artan yüksek test hızlarında bu tork hareketin genişliği dahilinde oluşur. Çok yüksek açısal hızlarda bu bir sorun oluşturabilir, çünkü uyluk eklemi kas performansı için istenen optimum eklem pozisyonunu geçebilir ve böylelikle kayıt edilen maksimum tork deneğin maksimum tork kapasitesini göstermez. Bundan dolayı eklem pozisyonlarını dikkate almadan farklı hızlarda maksimum tork değerlerini karşılaştırmak kas fonksiyonu hakkında yanlış değerlendirmelere yol açabilir (65). Ayrıca unutulmamalıdır ki bayanlarda hamstring gibi zayıf kas gruplarında maksimum tork açısı kas kuvvetinden etkilenmektedir, başka bir deyişle kaslar zayıfladıkça maksimum tork'un gerçekleşmesi gecikmektedir. Büyük bir ihtimalle bu, söz konusu kaslardaki sinirsel uyarının yavaş olmasından kaynaklanmaktadır (48).



### 2.3.4.3.Açısal Spesifik (özel) Tork

İzokinetik dinamometrelerdeki mikro prosesörler maksimum tork dışındaki bir çok kassal parametrenin ölçülebilmesini sağlamıştır. Önceden tespit edilmiş açısal-spesifik tork (Nt.m) buna iyi bir örnektir. Yine örnek olarak Cybex test cihazı, araştırmacıların her testte maksimum tork açısı dışında buna ilave olarak 1 veya 2 diz açısında tork'un ölçülebilmesini sağlar. Tork'un nispeten merkezi bölgelerden (Maksimum tork'un olduğu) ölçüldüğü durumlarda açısal spesifik tork ölçümlerinin güvenilirliği iyidir. Maksimum tork'un olduğu açılara uzak noktalardaki açısal spesifik tork ölçümleri tork'un karakteristiği hakkında ek bilgi vermekle birlikte bilimsel değerlerin klinik uygulanabilirliği önemli ölçüde azalmıştır. Periferik kontrol noktalarındaki tutarsız tork değerlerinin nedeni, hastaların veya atletik olmayan insanların, kas aktivitelerini hareket boyunca kontrol altında tutamamaları olabilir. Yukarıdaki açıklamalar ışığında ve açısal spesifik tork'un maksimum tork ölçümlerinden tahmin edilebileceği düşünülürse, açısal spesifik tork analizlerinin kas fonksiyonları hakkında maksimum tork'a nazaran çok önemli bilgiler vermediği bilinmektedir ve özellikle sınır değerlerde rutin olarak kullanılmaması gerekir (48).

### 2.3.4.4.Total ve Maksimum İş

Kasın yaptığı iş en iyi şekilde şöyle tarif edilebilir; Dışarıdan uygulanan kuvvet x uygulandığı mesafe. İzokinetikte iş açığa karşı (açısal yer değişimine karşı) tork eğrisinin altındaki alan olarak tanımlanır (Total iş = Joule) ve tüm test tekrarlarında gerçekleştirilen işlerin toplamıdır (47). Azami iş (joule) en iyi test tekrarındaki iştir. Total iş ve azami iş ölçümleri maksimum tork kadar güvenilir olduğundan klinik uygulamalarda kullanılabilir. Ancak, maksimum tork değerinden iyi bir şekilde tahmin edilebildikleri için rutin mukavemet testlerindeki kullanımları kuşkuludur (48).

### 2.3.4.5.Ortalama ve Maksimal (zirve) güç

Kassal güç kasın birim zamanda yaptığı iştir. Tork'un tam tersi olarak izokinetik egzersizlerde açısal hız arttıkça güç de artar. Bu, torktaki düşüşün hızdaki artışın etkisini dengeleyemediğini gösterir (Ortalama güç=Joule/sn).

Söz konusu kasılmanın yaptığı toplam işin hareket zamanına bölünmesi ile elde edilir. Maksimum (zirve) güç (Watt) yukarıda açıklanan en iyi test tekrarında yapılan azami işin o tekrardaki süreye bölünmesi ile elde edilir (48).

#### **2.3.4.6.Dayanıklılık Endeksi**

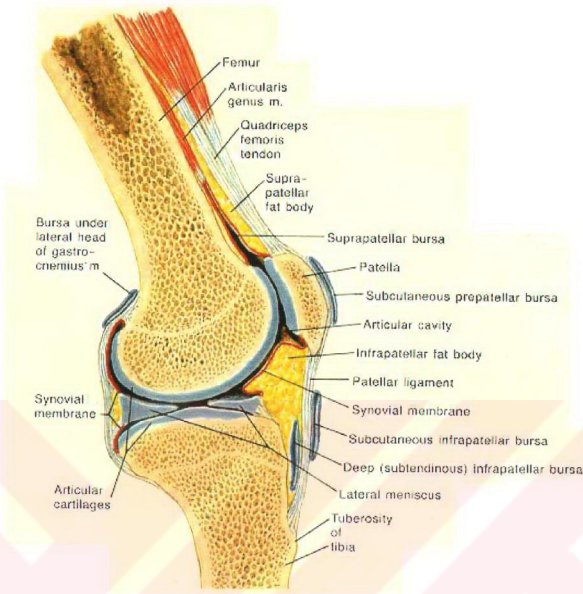
Baltzopoulos ve Brodie kassal dayanıklılığı kasların yüke karşı tekrarlı olarak kasılabilme yeteneği olarak tarif etmişlerdir. Cybex test cihazına göre dayanıklılık ölçütü, deneğin yorulmaya başladığı tekrarlardaki sayıda belirir (46).

Klinik izokinetik uygulamalar üst ekstremitte, alt ekstremitte ve gövdedeki eklemler üzerinde kullanılmaktadır. Sporcularda özellikle omuz ve diz ekleminde kullanımı yaygındır. Karmaşık yapısından dolayı diz üzerinde yapılan bir çalışmada, dizin anatomisi ve fizyolojisinin incelenmesi çalışmanın tam olarak anlaşılmasında gerekli görülmektedir.

### **2.4 DİZİN FONKSİYONEL ANATOMİSİ**

Diz eklemi, (articulatio genus), insan vücudundaki en büyük eklemdir. Femur alt ucu, tibia üst ucu ile patella arasında oluşan ginglymus türü bir eklemdir. Diz ekleminin konveks yüzü femurun kondillerine, konkav yüzü tibia düzlüğüne (plato) aittir. Fakat patellanın diz hareketlerin yönü ve genişliği bakımından rolü yoktur (60). Diz ekleminde bütün eklem yüzleri hiyalin kıkırdak tabakası ile örtülmüştür. Diz yapısı itibariyle, hem hareketliliği sağlar, hem de vücut ağırlığını taşır (58). Dizin ekleminin destek fonksiyonu vardır (65). Uyluk ve bacağın destek kolonu olarak işlevsel birliği özellikle diz ekstensiyondayken sağlanır (85).

Ginglymus türü eklemlerde sadece transvers ekseninde fleksiyon-ekstensiyon yapılabilirken, dizde istisna olarak en az 30° lik bir fleksiyondan sonra vertikal ekseninde bir miktar rotasyon hareketi de yapılabilir (60)(83)(93). Bu, ayak ve ayak bileği eklem hareket genişliğinin artmasında yardımcı olur (86). Diz eklemi vücudun ağırlığını taşıması ve çok yüzeysel olması nedeniyle devamlı olarak travmalara maruz kalır (8,38).

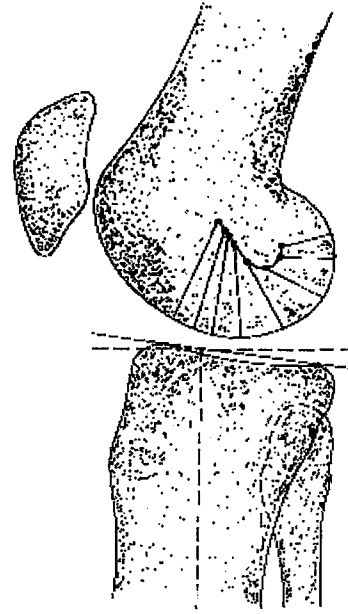


Şekil 4: Diz eklemi sagital kesiti (60)

#### 2.4.1. Tibiofemoral Eklem

Articulatio genus'un tibia ile femur arasında kalan tibiofemoral eklemi femur kondilleri ile tibia platosu arasındadır. Femur kondilleri ön-arka ve medial-lateral yönlerde konveksiteye sahiptir. İki kondili interkondiler oyuk ayırır. Lateral femur kondilinin ön arka transvers çapı medialden daha büyüktür. Bunun sonucu olarak da lateral kondil medialden biraz daha önde görülür. Bu da patellanın dışa kaymasını önleyici rol oynar. Medial femoral kondilin önden arkaya eklem yüzü lateralden uzundur. Bu da ekstensiyonun son dönemlerinde görülen tibial rotasyonu kolaylaştırıcı rol oynar. Femoral kondillerin eğrilik yarıçapları önden arkaya gittikçe azalır ve medial tarafta lateralden daha kısadır (38). Femoral kondiller, logaritmik sarmal bir konumdadır. Önde hafifçe, arkada belirgin biçimde kavis yaparlar, bu temas yüzeyinin ekstensiyonda geniş fleksiyonda dar olduğu

anlamına gelir (86). Femur kondilleri, tibia'nın eklem yüzleri üzerinde karmaşık yuvarlanma ve kayma hareketleri yapar. Eklem hareketi boyunca destek noktaları ve eksenler yer değiştirir (şekil 5). Bu diz eklemının tam fleksiyonuna izin verir, bu süreç boyunca da bağların değişik gerilim derecelerini kontrol eder. Ayakta duran bir kişi çömelme yapar ve diz eklemını fleksiyona getirirse, bu sırada femur kondilleri arkaya doğru yuvarlanırken, öne doğru kayar. Bu sırada menisküsler de



hafifçe arkaya doğru yer değiştirir.

Ekstensiyonda bu olayların tam tersi olur (83,86).

Şekil 5: Femoral kondillerin sarmal ve yer değiştiren dönme merkezi (86)

Femur kondillerinin bu özelliğine bağlı olarak, tibia diz ekstensiyon hareketinin sonunda dış rotasyon yapar ve diz kiletlenir. Bu olay vidanın yuvasına oturmasına benzer (Screw-home mechanism). Bu mekanizma nedeniyle dizin stabil pozisyonu tam ekstensiyondur (58,93).

Tibia kondillerinin üst yüzünde tibial düzlük vardır. Tibial düzlük (plato) çevresine göre hafif çöküntü gösterir ve kondiller arası çıkıntıyla ikiye ayrılır. Tibial platodaki medial ve lateral eklem yüzleri büyüklük, şekil ve oriyantasyon yönünden farklıdır. Tibial platodaki medial düzlüğün yüzey alanı, tibial platodaki lateral düzlükten %60 daha büyüktür. Medial düzlüğün eklem kıkırdağı, lateral düzlüğün kıkırdağından 3 kat daha kalındır. Bu kalınlık eklemın medial tarafını aşınmaktan korur. Tibial platodaki medial kısım ön-arka ve medial-lateral doğrultuda konkavdır. Tibial platodaki lateral kısım ise medial-lateral yönde konkav, fakat ön-arka doğrultuda ise konvekstir. Tibial platoların konkavimleri menisküsler tarafından artırılır (38,61).

Dizin eklem hareket genişliği normal popülasyon için fleksiyonda 135°-150°, hiperekstensiyonda 5°-10° kadardır. Bazı spor branşları için biraz daha fazla olabilir (Örneğin bale, cimnastik) (59).

Günlük aktiviteler sırasında tibiofemoral eklem, hem bası kuvvetleri hem de kayma kuvvetleri ile karşılaşır. Dizi çaprazlayan kasların kasılması ve vücut ağırlığı, bu bası ve kayma kuvvetlerine katkıda bulunur. Diz tam ekstensiyonda iken özellikle bası kuvvetleri hakimdir.

Yürüyüşün duruş safhasında tibiofemoral eklemdaki bası kuvveti, vücut ağırlığının 3 katından biraz daha fazladır. Merdiven çıkma sırasında vücut ağırlığının 4 katına ulaşır. Duruş safhasında diz ekstensiyonda olduğu zaman, bu bası kuvvetinin en büyük kısmını tibial platonun medial düzlüğü karşılar. Salınım safhası sırasında ise daha tibial platonun lateral düzlüğü küçük yüklere maruz kalır, ancak daha fazla yük taşır. Bu nedenle tibiofemoral eklem medialine etkiyen kuvvet eşit olarak dağıtıldığı takdirde stres miktarı az olur. Medial düzlüğün eklem kıkırdağı, lateral düzlüğün kıkırdağından 3 kat daha kalındır. Bu kalınlık eklem medial tarafını aşınmaktan korur (58).

Diz fleksiyon yaptığı ve fleksiyon açısı 90° ye ulaştığı zaman, vücut ağırlığının taşınması ile ortaya çıkan kuvvetin kayma bileşeni artar. Dizde gelişen kayma kuvveti, femurun tibia düzlüğünde öne doğru yer değiştirmesine neden olur. Bağlar ve dizi çaprazlayan diğer destekleyici yapılar bu bileşene karşı koyabilmelidir. Bu anatomik yapılar, tam çökme (squat) egzersizinde olduğu gibi, aşırı diz fleksiyonu ile birlikte yük taşımaya gerektiren stres aktivitelerinde gerilebilir, hatta kopabilir. Bu nedenle aşırı diz fleksiyonu gerektiren aktivitelerde, ağır yük taşınmaması önerilir (58)(67).

Diz ekleminde kemik yapıların birbirleriyle ilişkileri zayıf olduğundan kuvvetli bağ ve kas desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Dizin kemik yapısı stabilizeye çok az yatkındır. Dizin stabilitesi dinamik ve statik yapılarca sağlanır. Eklem kapsülü, eklem içi ve dışı bağlar ve menisküsler statik stabilizatörlerdir. Dinamik stabilize ise quadriceps, hamstring ve gastrocnemius gibi dizi çaprazlayan kaslar tarafından sağlanır. Dizin bağ yapı sabitleyicileri iç ve dış yan bağlar, oblik ve arquat bağlar gibi eklem dışı bağlar ile ön-arka çapraz bağlar ve transvers bağ gibi eklem içi bağlardır (59).

### 2.4.2.Menisküs

Femur ve tibianın eklem yüzlerinin birbirine daha fazla uymasını sağlamak ve keskin temas noktalarını yumuşatmak amacıyla diz eklemi, iki adet eklem içi disk içerir. Bunlara dış (lateral) ve iç (medial) menisküs denir. Tibial plato ve femur kondilleri arasında yerleşmiş fibro-kıkırdak yapılarıdır. İç menisküs 'C' harfine, dış menisküs ise daha çok 'O' harfine benzer. Menisküslerin dış kısımları daha kalın olup eklem kapsülüne yapışmıştır. İçte doğru giderek incelik. Alt yüzleri tibia platosuna yapışırlar ama anatomik olarak bu kemiğin kıkırdaklarının bir parçası değildir, üst yüzleri serbesttir (58,61,86).

Tibia konkavitesini artırarak eklem stabilitesini artırır. Şoku absorbe ederler ve yükün daha geniş bir alana dağılmasını sağlarlar. Tibia ve femurun diz eklemine katılan yüzleri arasında uyumu sağlarlar. Eklem stabilizasyonuna katkıda bulunurlar. Menisküsler, bir bağ sistemi ve patella ile birlikte, diz eklemi son derece stabil ancak karmaşık bir eklem yapar. Menisküsler yalnızca eklem yüzeylerini düzeltmekle kalmaz, aynı zamanda basınçtaki ani artışlardan kaynaklanan mekanik travmalara karşı da bu yüzeyleri korur (86). Menisküsler iç ve dış rotasyonun, ayrıca ekstensiyon ve fleksiyonun sınırlanmasına katkıda bulunurlar. Eklem kayganlığını artırır. Menisküsler fleksiyon sırasında arkaya, ekstensiyon sırasında ise öne hareket eder. Tibianın dış rotasyonu sırasında tibia platosuna göre medial menisküs arkaya lateral menisküs öne, iç rotasyonu sırasında ise menisküslerin tibia platosuna göre hareketleri bunun tersi şeklinde olmaktadır. İç menisküs dıştakine oranla daha büyük ve daha sabit olduğu için yaralanmaları daha sık gözlenir (56).

Menisküsün fonksiyonları;

Ağırlık yüklenme: Menisküsler ağırlığın taşınmasına katılır. Göreceli olarak bu işleve katılımda iç menisküs %50 ve dış menisküs %70 rol alır (86).

Şokun emilmesi: Menisküsler, kondillerin arasını doldurduklarından şok emilmesinde rol alırlar. Diz eklemine basınç altındayken oluşan dışa doğru yönelmiş kuvvetler, menisküslerin tibial kondillerdeki yerleşim bölgelerini basınca maruz bırakır. Diz eklemine ait osteoartrit gibi değişikliklerin, medial kondil



bölgesinde daha sık görülmesi, kuvvetlerin dışa doğru yönelmesi ve tibial platodaki medial kondilin konveks olmasının sonucudur (86).

Eklemin stabilizasyonu: Menisküsler tibial platonun eklem yüzeyini genişlettikleri için, eklemin stabilitesini artırır. Böylece yükler daha geniş bir yüzey alanı üzerine yayılır ve enerjiyi absorbe eder. Biçimleri, hareketlilikleri ve esnek oluşları nedeniyle, hareket esnasında oluşan kuvvetleri geniş bir alana yayarlar (86).

Rotasyona katkıları: Diz ekleminin karmaşık olan hareketleri, özellikle de terminal rotasyonu menisküsler aracılığı ile mümkün olmaktadır (86).

### 2.4.3.Bağlar

İç ve dış yan (kollateral) bağlar; dizde yanlara hareketi engeller. Bu bağlara, distal yapışma noktaları nedeniyle, tibial ve fibular yan bağlar da denilmektedir. İç yan bağ geniş bir bant şeklindedir. Lifleri, iç menisküse ve eklem kapsülüne yapışmıştır (56)(61). Femur medial epikondilini tibiaya medialine bağlar. İç yan bağın tibiaya yapışma yeri pes anserinus'un hemen altındadır (pes anserinus; semitendinosus, sartorius ve gracilis kaslarının tibiaya ortak yapışma bölgesidir). İç yan bağ, pozisyona bağlı olarak, tibianın valgusuna ve dize etkiyen döndürücü kuvvetlere karşı koyar. Dış yan bağ femur dış epikondili ile fibula başını birleştirir. Dış yanda diz stabilitesini sağlar ve tibianın varusunu engeller. Hem varus hem valgus stresine karşı koymada ön ve arka çapraz bağlar da rol alır (56).

Çapraz bağlar; dizde ön ve arka çapraz (cruciat) bağ olmak üzere iki eklem içi bağ vardır. Ön çapraz bağ (ÖÇB), tibia platosunda, kondiller arası çıkıntısının ön kısmından başlar, yukarı, arka ve lateral yönde uzanarak femur dış kondilinin arka - iç yüzüne yapışır. İki kısımdan oluşur, fleksiyonda gergin olan anteromedial kısım ve ekstensiyonda gergin olan posterolateral kısım. Arka çapraz bağ (AÇB) daha kuvvetli ve kısadır, kondiller arasındaki çıkıntının arka yüzünden başlar, yukarı- ön ve medial yönünde ilerleyerek femurun iç kondilinin ön-dış kısmına yapışır. AÇB da iki banttandır oluşmuştur. Anterolateral bant fleksiyonda, posteromedial bant ise diz ekstensiyonunda gergindir. Her iki bağ da elastik değildir (56).

Diz eklemının antero-posterior stabilitesi, sırasıyla ön ve arka çapraz bağlar tarafından sağlanır. Bu çapraz bağlar aynı zamanda lateral stabiliteye de katkıda bulunur ve beraberce hiperekstensiyon ve hiperfleksiyonu önler. Eklemın hiperekstensiyonu ayrıca diz eklemi arkasında yer alan ve bağ dokusundan yapılan güçlü eklem kapsülü ile oblik ve arkuat bağlar tarafından da sınırlanır. Fleksiyonda ön çapraz bağ, ekstensiyonda ise arka çapraz bağ femurun aşırı hareketini sınırlayıcı rol oynar. Bunlar hem dizin hiperekstensiyonunu önler, hem de diz fleksiyon ve ekstensiyonu sırasında femurun tibial düzlük üzerinde öne ve arkaya kaymasını sınırlar. Tibianın anterior hareketini önleyen yapılardan ÖÇB, kuvvetlerin yaklaşık % 85'ini oluşturur. Geri kalan %15'lik kısmını ise kollateral bağlar, medial ve lateral kapsül, ve iliotibial bant oluşturur. Tibianın arkaya hareketini kontrol eden kuvvetlerin % 85–95'ini AÇB sağlar. Diğer destek yapılar ise kollateral bağlar, medial ve lateral kapsülün posterior kısmı ve popliteus tendonudur (56).

Diz stabilitesini artıran diğer bağlardan oblik ve arkuat popliteal bağlar dizin arkasından geçer. Posterior oblik bağ posteromedial kapsülün kalınlaşmasıyla oluşmuştur. Lifleri tibiadan femura, yukarı ve mediale doğru uzanır. Dizin posterolateral kenarı arkuat bağ, dış yan bağ, lateral kapsül arka kısmı ve popliteus tendonundan oluşan arkuat kompleksle desteklenmiştir. Meniskofemoral bağlar AÇB'a benzer bir yol izler. Lateral menisküs arka boynuzdan başlar, medial femoral kondilin lateral duvarına yapışır. Bu meniskofemoral bağlar tibianın internal rotasyonlarında gergin hale gelir (59). Diz hareketlerini sınırlayan diğer bir doku ise, iliotibial banttır. İliotibial bant, fascia lata'nın geniş ve kalınlaşmış uzantısıdır. İliotibial bant aşağıda, tibianın dış kabartısı ve femur dış kondiline yapışır. Bantın, dizin kollateral bağın işlevini üstlendiği varsayılır (58).

#### **2.4.4. Articulatio Genu**

Patellanın birçok biyomekanik işlevi vardır (58)(93).

Uyluğun iskelet-kas yapısını yönlendirir. Patella oluk biçimindeki femoral yüzeyin üzerine kayar. Yana hareketi çok kısıtlanmıştır. Bu, diz eklemının fleksiyon ve ekstensiyonuna olanak sağlar (86).



Kaldıraç ilişkilerinin en uygun biçimde kullanılmasını sağlar; Patella, diz ekleminin destek noktasından quadriceps femoris kirişini mümkün olduğu kadar uzak tutar, böylece diz eklemi bölgesinde avantajlı kaldıraç bağlantılarını harekete uygun kılar. Bu hareket, dizin ekstensörleri tarafından gerçekleştirilen çekme kuvvetinin kaldıraç kolu uzunluğunu artırır. Böylece patellanın diz eklemi üzerindeki baskısını azaltır ve patella ile femurun eklem yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi en aza indirir. Hareketin tümü kondillerin bu konumuyla sağlanır ve ancak ekstensiyonun artmasıyla patella ve femur arasındaki maksimal mesafeye ulaşılır (86).

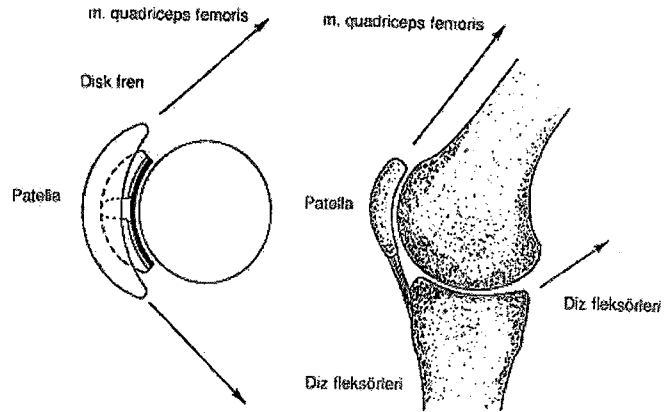
Frenleme işlevi; Patella diz hareketinin yavaşlatan en önemli yapıdır. Patella, quadriceps femoris kasından ve fleksör tendonlardan femura olan enerji transferini yüklenerek, öne olan hareketin yavaşlamasında önemli bir rol oynar (86).

Koruyucu işlevi; Patella, diz ekleminin iç yapılarını korur (86).

#### 2.4.5.Patellofemoral eklem

Patellofemoral eklem, patellar tendon tarafından örtülen üç köşeli patella arka yüzü ile femur kondilleri arasındaki troklear oluk arasında yer alır. Patellanın arka (posterior) yüzü eklem kıkırdağı ile örtülüdür. Kıkırdak yapı, patella ile femur arasındaki sürtünmeyi azaltır.

Normal hızda yürüme sırasında, patellofemoral ekleme etkiyen bası kuvveti, vücut ağırlığının yarısıdır. Normal hızda merdiven çıkmada ise vücut ağırlığının 3 katına ulaşır. Vücut ağırlığını taşır pozisyondayken, diz fleksiyon yaparsa patello



Şekil 6: Patellanın frenleme fonksiyonu (86)

femoral eklemdaki bası artar. Patellofemoral eklemda bası artışının iki nedeni vardır. Birincisi, diz fleksiyonundaki artış, ekleme etki eden kuvvetin bası bileşenini artırır. İkincisi ise, fleksiyon açısı arttığında, quadriceps kası yer çekimine karşı

dizin daha fazla bükülmesini önlemek için daha çok gerim kuvveti geliştirir. Squat egzersizi, diz eklem kompleksindeki stresi önemli oranda artırır. Squat egzersizinde, patellofemoral eklem reaksiyon kuvveti, vücut ağırlığının 7,6 katına ulaşır. Squat gibi egzersizler sırasında eklemi oluşturan kemik yüzeyler arasındaki temas alanı az ise, patellofemoral eklem büyük miktarda stres biner (58,67,86).

#### **2.4.6.Eklem Kapsülü ve Bursa**

Diz eklem kapsülü, büyük ve gevşektir. Eklem kapsülü çevresinde ve içinde yerleşen birçok bursa, diz hareketleri sırasındaki sürtünmeyi azaltır. Femur ile quadriceps kirişi arasında yerleşen suprapatellar bursa, vücudun en büyük bursasıdır. Diğer önemli bursalar, femur dış epikondili ile popliteal kas arasındaki subpopliteal bursa; gastrocnemius medial başı ile semimembranosus tendonu arasında yer alan semimembranosus bursasıdır. Diz eklem kapsülü içinde yer almayan diğer 3 bursa, prepatellar, yüzeysel infrapatellar ve derin infrapatellar bursalardır. Bu bursalar, fleksiyon-ekstensiyon hareketi sırasında patella üzerindeki derinin serbest hareketini sağlar. Yüzeysel infrapatellar bursa, deri ve patellar tendon arasında yastık görevi yapar. Derin infrapatellar bursa, tibial kabartı ile patellar tendon arasındaki sürtünmeyi azaltır (58).

#### **2.4.7.Diz Ekstensiyonu ve Fleksiyonu**

Diz ekleminin çevresinde bulunan on iki kas, onun stabilizasyonuna ve fonksiyonlarına yardımcı olur. Diz ekstensiyonu temel olarak, rektus femoris ile vastus medialis, intermedius ve lateralis kaslarından oluşan quadriceps femoris'in kasılmasıyla olur (8).

Rektus femoris iki eklem üzerinde etkili olan bir kastır ve hem kalça, hem de dizi çaprazlar. Bacaktaki dış rotasyon rektus femoris kasında etkisiz bir gerilmeye neden olsa da kalça ekstensiyonda iken quadricepsin dize ekstensiyon yaptırma gücü artmaktadır. Diz fleksiyonu; biceps femoris, semitendinosus ve semimembranosus kaslarından oluşan hamstring kas grubu tarafından yapılır. Biceps'in kısa başı hariç, diğer kasların her biri kalça ekleminden geçer, kalçanın ekstensiyonda olduğu durumlarda hamstring kas grubu diz fleksiyonunda daha az tork üretir Gastrocnemius kası, dize fleksiyon hareketi yapılmasında, hamstring

kas grubuna yardımcı olur. Dizin arkasında yer alan plantaris kası, ancak diz fleksiyonunun çok önemsiz role sahiptir (66).

Tablo 2: Dizin hareketine yardımcı olan kaslar, yapışma yerleri, işlevleri (58)

Kas	Proksimal yapışma yeri	Distal yapışma yeri	Dizdeki asıl işlevi
Rektus femoris	Spina iliaca anterior inferior	Tüberositas tibia	ekstensiyon
Vastus lateralis	Büyük trokanter ve linea asperanın dışı	Tüberositas tibia	Ekstensiyon
Vastus intermedius	Femur önü	Tüberositas tibia	Ekstensiyon
Vastus medialis	Linea asperanın iç yanı	Tüberositas tibia	Ekstensiyon
Semitendinosus	İskiyal kabartının mediali	Proksimal mediyal tibiya	Fleksiyon ve iç rotasyon
Semimembranosus	İskiyal kabartının laterali	Proksimal mediyal tibiya	Fleksiyon ve iç rotasyon
Biceps femoris kısa başı	Linea asperanın dış yanı	Tibiya lateral kondilinin ve fibula başının arkası	Fleksiyon ve dış rotasyon
Sartorius	Spina iliaca anterior superior	Tibiya medialinin üst kısmı	Uyluğun fleksiyon ve dış rotasyonuna yardım eder
Gracilis	Simfisis pubisin ön-alt tarafı	Tibiya medial ve proksimali	Uyluk adduksiyonu ve alt bacak fleksiyonu
Popliteus	Femur dış kondili	Tibia mediali ve arkası	Alt bacağın medial rotasyonu ve fleksiyonu
Gastrocnemius	Femur iç ve dış kondilleri arası	Aşil tendonuyla kalkaneus tümseği	fleksiyon
plantaris	Femur distali ve arkası	Aşil tendonuyla kalkaneus tümseği	Fleksiyon

#### 2.4.8.Diz Ekstensiyon ve Fleksiyonunda İzokinetik Değerlendirme

Elit sporcular sedanter ve rekreasyonel sporcular ile karşılaştırıldığında ekstrem eklem açılarında daha fazla güç oluşturabilme yeteneğine sahiptirler. Elit sporcular ayrıca sahip oldukları yüksek reaksiyon zamanı ve kas kasılmasını kontrol eden nöral mekanizma kapasiteleri ile sedanter ve rekreasyonel sporcularda daha hızlı maksimal güce ulaşma ve de ROM'un terminal dönemlerine kadar bu gücü olabildiğince koruyabilme yeteneğine sahiptirler (33,45).

Genelde diz ekstensör ve fleksör kasları değerlendiren sonuçlar oturur pozisyondayken yapılan testlerle elde edilmiştir. Diz ekstensör ve fleksörlerinin izokinetik değerlendirilmesinde alternatif pozisyonlar da önerilmiştir. Yüzüstü (Prone) pozisyonda hamstring kasları, sırtüstü (supine) pozisyonunda elde edilenden daha yüksek hem konsantrik hem de eksantrik torku üretirler. Bu pozisyon, oturma pozisyonuna göre, yürüme ve koşma sırasındaki quadriceps ve hamstring kas gruplarının uzunluk-gerginlik durumlarına oturur pozisyonda olduğundan daha yakındır (Worrell, Denegar, Armstrong ve Perrin ,1990) (66). Supine pozisyonda, rektus femoris uzamış, hamstring kasları kısalmış durumdadır.

Sağlıklı, erişkin sporcularda yapılan diz ekstensiyon ve fleksiyon izometrik değerlendirmelerin sonuçları yerçekimi düzeltilmesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra karşılaştırıldığında, yaş ya da aktivite ne olursa olsun hem quadriceps hem de hamstring kas gruplarında % 5 ile %10 oranında farklılık olduğu görülebilir.

Diz fleksör ve ekstensör kaslarının kuvvetleri sıklıkla vücut ağırlığına olan oranları şeklinde bildirilmiştir (66).

Sıçrama yüksekliğinin performansta etkin rol oynadığı sporlarda izokinetik değerlendirme yapılırken özellikle diz bölgesi değerlendirilir ve bu iki parametrenin ilişkisine dikkat çekilir. Diz ve sıçrama kavramları birlikte ele alındığında voleybol akla ilk gelen sporlardan biridir. Bu bağlamda bu branşın kendine has özelliklerin değerlendirilmesi bu araştırma için temel oluşturacaktır.

## 2.5. VOLEYBOL

Voleybol, topa vücudun herhangi bir yeri ile vurularak, file ile ikiye bölünmüş bir alan üzerinde, altışar oyuncudan kurulu iki takım tarafından oynanan takım sporudur (76).

Voleybol oyunu, topun üstten veya alttan, sıçrayarak veya durarak atılan servis ile oyuna sokulmasıyla başlar. Karşılamanın amacı, ofansif bir anlayışla, karşılama-pas-smaç gibi birbirini takip eden hareketlerle cevap verir. Bunun için; bel hizasındaki ya da altındaki top, kolların uzatılıp ellerin birleştirilmesiyle yapılan vuruşla yani manşet ile karşılanır. Takımdaki diğer kişi, pasör, bu ön kollarla yapılan vuruşu iki eliyle başının üstünden yapacağı pas ile fileye doğru yükseltir. Diğer oyuncu sıçrar ve topa smaç vuruşunu, baş üstünden kol salınımıyla yapar. Smacın amacı, çok kuvvetli bir vuruşla topu karşı alana düşürmektir.

Defans oyuncularını gelen sert topu, karşı sahaya yollayabilmek için sıçrayıp elleriyle, baş üstünden blok yapmayı deneyecektir. Eğer blok başarısız olursa, arka alandaki diğer defansçılar topa vuruş yaparak karşılama-pas-smaç periyodunu başlatacaklardır. Bu tür karşılama hareketleri yere yakın gelen, çabuk hareketler gerektiren ve düşerek de çıkartılabilen özellikler taşır (14).

Voleybol USA'da 1896'da Holyoke / Massachusetts'de YMCA'nin fiziksel eğitim müdürü olan William Morgan tarafından icat edilmiştir. YMCA hareketleri bu oyunun dünyanın her tarafına hızla yayılmasına yardımcı olmuştur (57,71).

1919 yılında voleybol Türkiye'de oynanmaya başlanmıştır.

1947'de Paris'te Uluslararası Voleybol Federasyonu (FIVB) kurulmuştur.

1948 yılında ilk kez erkekler Avrupa şampiyonası Roma'da yapılmıştır.

1949 yılında ilk kez erkekler Dünya ve bayanlar Avrupa Şampiyonası Prag'da yapılmıştır.

1952 yılında bayanların ilk, erkeklerin ikinci Dünya Şampiyonası Moskova'da yapılmıştır (9)(79).

1964 yılından itibaren de olimpik spor olarak tanınmaya başlanmıştır.

1970'de ICQ tarafından ortaya çıkartılan araştırma sonuçları ile dünyada olimpik sporların yayılmasında voleybolun popülaritesi fark edilmiştir. Bu popülarite muhtemelen voleybol sporunun en az ekipmanla ve hem salonda hem de açık alanlarda oynanabilirliği ile artmıştır.

Her yaşta, her cinsiyette, karma olarak ve çok kişiyle oynanmaya elverişli olması da voleybola ilginin artmasının sebeplerindedir.

şiddete kapalı tek ekip spor oyunu voleyboldur. Bu açıdan bakıldığında ocuk ve gençlerin yetiştirilmelerinde eğitimcilerin yararlanabileceği bir spordur (12).

Voleybol kendi içinde bazı özel fiziksel gereksinimlere sahiptir. Örneğin, pas için parmakların kuvveti, blok için yüksek sıçrama yeteneği, smaç için esneklik, çeviklik, saha içinde hareket için hız. Ayrıca voleybol maçlarında zaman sınırlaması olmadığından, maçların 2-3 saate kadar uzamasıyla kassal ve kardiyopulmoner dayanıklılık da önem kazanmıştır (71).

### **2.5.1.Oyunun Karakteristikleri**

Voleybol kazanılması gereken sayılara ve setlere dayandırılan bir spordur.

Eski sistemde voleybol maçları 1 takım, 3 set ve set başına 15'er puan kazanıncaya kadar sürmekteydi (Wielki,1978) (71).

Münih (1972), Montreal (1976) Olimpiyat Oyunları ile Meksika (1974) Dünya şampiyonası sırasında oynanmış voleybol maçlarının ve setlerinin ortalama süreleri erkeklerde sırasıyla 94:48, 25:30; 84:00, 22:34; 84:58, 23:48; bayanlarda 83:04, 23:45; 84:18, 21:20; 71:59, 20.47 dk. olarak saptanmıştır (71).

Yeni sistemde; iki sayı farkla 25 sayı alan takım seti, 3 set alan takım da maçı kazanır. İlk dört set 25 sayı, karar seti 15 sayı üzerinden oynanır (9). 1999, Bursa, Avrupa Olimpiyat n Elemeleri Bayanlar voleybol karşılaşmalarına 6 takım katılmış; Avusturya, ek Cumhuriyeti, Macaristan, Fransa, Ukrayna ve Türkiye, 9 maçta toplam 36 set oynanmıştır. Bu 36 set, 677 dakikada tamamlanmıştır (11.28 saat). Ortalama olarak bir set 18.8 dakika sürmüştür (52).



Voleybolda bir ralli kazanan takım bir sayı alır (ralli sayı sistemi). Servisi karşılayan takım ralli'yi kazandığında bir sayı ve servis kullanma hakkı kazanır ve oyuncularını saat yönünde bir pozisyon dönerler (9).

Voleybol dinlenme periyotlarının araya serpiildiği yüksek yoğunlukta bir oyundur.

Yapılan araştırmalarda anlaşılan önemli nokta, oyuncunun aktifliğindense dinlenerek daha fazla zaman harcamasıdır yani, 84 dk.lık maç sırasında 38 dk. oyun, 46 dk. dinlenme olduğudur. Viitasala ve ark. (1987), Finlandiya ile Hollanda ve USA ile USSR maçlarını analiz etmiştir. Finlandiya ile Hollanda ve USA ile USSR maçlarında rallilerin genel süresi, sırasıyla 4 ve 7 sn. ve dinlenme süreleri 12.5 ve 9.5 sn. idi. Ayrıca bu yazarlar, bireysel oyuncu performanslarını büyük kas gruplarını kullanarak ve belli bir hız ile yapılmış blok yapma, servis atma, servis karşılama, smaçta ve yüksek yoğunlukta performans sürelerini analiz etmişlerdir. Sonuçlar şunu göstermiştir ki, Finli oyuncular ön alanda iken ortalama her 24 sn.de, arka alanda iken her 42 sn.de yüksek yoğunlukta bir hareket yapmıştır. Bunun anlamı 84 dk.lık bir maçın 38 dk.sı gerçek oyun, bunun ise 19 dk.sı, maçın %23 ü, yoğun efor olmuştur. Benzer sonuçlar Conlee ve ark. (1982) tarafından da elde edilmiştir (71).

Oyunun teknik gerekleri ve taktik sistemler maç sırasında oyuncuların özel görevlere adapte olması için kullanılmaktadır. Bu, oyun içinde belirli görevlerde etkili olmaktadır. Voleybol takımlarının çoğu pasörün ön alanda 2 numarada, orta oyuncunun 3 numarada ve smaçörün 4 numarada oynadığı sisteme adapte olmuştur. Moskova Olimpiyat Oyunları (1980) ve Dünya Şampiyonası'ndaki (1978) maçların analizinin bir sonucu olarak Baacke (1981) pasörlerin toplam aktivitelerinin oranının blokta %15-35 ini, pas atmada %32-80 ini, smaç vurmada, %3-10 unu harcadıkları; buna karşılık 4 numara ve 3 numara oyuncuları için sırasıyla blokta %20-35 ve %35-45, smaçta %20-45 ve %5-25, her iki grup için pas atmada %5-15 olduğu dikkat çekmiştir Eğer bu rakamlar ilk fikirle ilişkilendirilirse 84 dk.lık bir maçın 19 dk.sı "yüksek şiddette performans" gerektirir ve smaçör ile orta oyuncunun sıçrama aktivitesi için bu zamanın 7.5-15 dk.'sını,

oysaki pasörün sıçrama aktivitesi için 3.5- 8.5 dk.'sını, pas için 15 dk.'sını harcaması gerekir (71).

Fox ve Mathews (1974), smaç ve blok sıçramalarının patlayıcı özelliği ile dinlenme periyotlarını göz önüne alarak, voleybolu %95 i ATP-CP sistem ve %5 i Laktik asid sistemine dayanan (La-O<sub>2</sub> ), aerobik sistemin hiçbir katkısı olmayan sporlar sınıfına koymuşlardır (tablo 3). Bu veri Rodionova ve Plakhtienko (1977) nun bulunduğu değerlerle de, voleybol için gereken enerjinin %63,2-%79,3 ü anaerobik, benzerdir. Kesin olarak, 7-10 saniyelik ralli süreleri, hızlı glikolitik (FG) kas fibrillerinde kas-glikojen azalmasına yol açan anaerobik glikojenolizisten önemli enerjiye izin vermesi için gereken periyot olarak çok kısadır. Oysa ki, 'yüksek yoğunluktaki performanslar' arasındaki 25-45 sn.lik dinlenme periyotları, kasta ATP-CP depolarının tekrar doldurulması için yeteri kadar uzun bir süredir (Harris ve ark.,1976) (71).

Tablo 3: Değişik spor branşlarındaki dominant enerji sistemleri (21)

spor branşları		ATP-CP ve LA	LA- O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
basketbol		85	15	
cimnastik		90	10	
tenis		70	20	10
futbol	kaleci, forvet	80	20	
	orta saha kenar	60	20	20
atletizm	100-200 m	98	2	
	1500 m	20	55	25
	maraton	5		95
voleybol		90	10	



### 2.5.1.1.Enerji Sistemi, O<sub>2</sub> Tüketimi ve Kalp Atımı

Tablo 4: Çeşitli sporlarda enerji tüketimleri (70 kg'lık bir kişiye göre) (71)

Spor	Enerji Tüketimi (kJ /dk)
Badminton	26.8
Basketbol	41.0
Bisiklet	50.2
Cimnastik	19.7
Futbol	41.4
Yüzme	48.1
Voleybol	10.5 – 40.6

Tablo 4, çeşitli sporlar için enerji tüketim değerlerini göstermektedir. Voleybolun değerlerine bakıldığında genel olarak düşük aktivite gerektiren bir spor olduğu sonucu çıkartılabilir.

Tablo 5: Çeşitli sporlar için hesaplanmış enerji tüketimi ve kalp atımı değerleri (Seliger, 1968) (71)

Sporlar	Enerji Tüketimi (kJ / dk)	Kalp Atımı (atım /dk)
Basketbol	64.5	170
Boks	67.4	148
Soccer	52.7	165
Voleybol	29.3	110 - 125

Bulunanları desteklemek için telemetre ile ölçülmüş kalp atımlarını konu alan çalışmalardan veriler toplanmıştır. Çalışmalardan voleybol için ortalama HR değerlerinin 127 atım/dk (Viitasalo ve ark.1987), 139 atım/dk (Fardy, Hritz ve Hellerstein, 1976), 144 atım/dk (Dyba, 1982) ve 155 atım/dk (Walker, 1973) olduğu sonucu anlaşılmıştır. Gore ve MacLaren, yayınlanmamış çalışmalarında, ortalama kalp atımını 149/dk bulmuştur. Bu sonuçlar voleybolcuların orta derecede aktivite seviyelerini yansıtır (71).

Tablo 6: Enerji tüketimi ve ortalama kalp atımı ( Radionova ve Plakhtienko, 1977) (71)

Voleybol hareketleri	Enerji Tüketimi (Kj)	Kalp Atımı (dk.)
Smaç	10,5	138
Blok	4,9	-
Servis	5,1	104
Karşılama	4,6	131
Defans (planjon)	4,9	120-126

Oyun sırasındaki kalp atımı ortalama max HR nin % 81-95 idir. Hesaplanmış enerji tüketimi, bu bayan oyuncular için 29.82-49.56 KJ/dk idi (71).

#### 2.5.1.2. Metabolizma

Voleybol maçının kan laktat cevabı çalışmalarda küçük takım için 3,6 mM (Dyba, 1982), elit erkek kolej oyuncularını için 9,8 mM (Conlee ve arkadaşları, 1982), Finlandiya'daki iyi bir kulüp takımında 2 mM (Vitasalo ve ark., 1987), Finlandiya ulusal takımında 3,5 mM (Vitassalo ve ark., 1987) ve Alman Ligi'ndeki elit bayan oyuncularında 2.1-3.4 mM (Künstlinger, Ludwig, Stegmann, 1987) değerleri bulunmuştur, aktivite öncesi örnek toplama ve kontrol etme yerine maç sonrası laktat ölçümü belirlenmesi yapıldığı halde, bu değerler anaerobik glikojenolizisten enerji sağlanmasını dolaylı olarak ima etmede yetersiz kalmıştır. Alaktik anaerobik enerji kullanımı, fosfojen depolarının resentezi ve myoglobine bağlı oksijen önemli gibi görünmektedir. Christensen, Hedman ve Saltin (1960), kısa süreli istirahatlarla yapılan yüksek yoğunluktaki çalışmaların düşük kan laktik asid konsantrasyonu ve aşırı yorgunluk olmadan devam ettirilen iş rejimine neden olduğunu belirtmişlerdir. Orantılı olarak laktik asitteki düşük birikim voleybol, yoğun ve patlayıcı hareketler içermesine rağmen bu hareketlerin hiçbiri anaerobik yorgunluğu geliştirecek sıklıkla tekrarlanmamaktadır ve yoğun periyotta üretilen hiçbir laktik asit, daha az yoğun safhada metabolize edilememektedir (Hermansen ve Stenvold, 1972) (71).

Kas glikojen tükenmesi üzerine yapılan çalışmalar, egzersiz sırasında enerji kaynağı olarak karbonhidratın önemini vurgulamakta ve bu tür aktiviteler sırasında spesifik kas fibril tiplerinin kullanılmasını işaret etmektedir. Kas glikojen depolarında azalma laboratuvar araştırmalarında yorgunlukla (Bergstrom, Hermansen ve Hultman,1967) ve bu alandaki performansın azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Saltin,1973). Voleybol oyuncularında bu konu ile ilgili iki çalışma yapılmıştır. Conlee ve arkadaşları (1982) ve Viitasalo ve arkadaşları (1987) voleybol oyunundan sonra vastus lateralis kasından glikojen tüketimini incelemişlerdir. Her iki çalışmada da elit erkek voleybol oyuncularını kullanılmıştır; glikojen tüketiminin, SO fibrillerinde daha fazla olmasına rağmen, hem yavaş oksidatifte (SO) hem de hızlı glikolitik (FG) fibrillerde meydana geldiği bulunmuştur. Çalışmalar sonunda voleybolun muhtemel yoğunluğu azaltmada düşük seviyede bir spor olduğu ve bunun glikojen tüketiminde SO fibrillerinin sonucu olduğu bulunmuştur. FG fibrillerindeki daha düşük glikojen tüketimi kısa-patlayıcı hareketleri takviye eder ve bunlar smaç,blok gibi aktivitelerin birleşimi gibidir,fakat daha az yoğun aktivitelerde temel olarak daha çok SO fibrilleri kullanılır (71).

Özet olarak, voleybol oynamanın metabolik sonuçları yoğun dayanıklılık aktivitelerine, SO fibrillerinde glikojen tüketimi kanıttır, ve plazma hormonal ve metabolit değişikliklere uyumludur. Voleybol kısa süreli yoğun aktivitelerle sahip sporlar grubunda sınıflandırılabilir (71).

### **2.5.2.Oyuncuların Karakteristikleri**

Boy ve ağırlık: Belirli sporlarda başarı kazanmada yegane tiplerin varolması, vücut büyüklüğu ve orantısının önceden belirlenmesi gibi konular önemlidir. Tanner (1964)'a göre olimpiyatlarda başarılı olan sporcuların belirli bir vücut karakteristiğine sahip olduğu ve bu özelliklerin rekabete uygun olduğu açıktır. Khosla (1983), sporda mükemmel olmada ideal bir vücudun yeterli olmamasına rağmen, eksikliği de potansiyel atlete birçok handikap getirebileceğini bildirmiştir (71).

Tablo 7: Olimpiyat oyunlarındaki oyuncuların boy ve ağırlıkları (71)

Basketbol			voleybol	
	boy(cm)	ağırlık(kg)	boy(cm)	ağırlık(kg)
<b>Tokyo (1964)</b>				
Erkek	189.	84.3	183.8	79.0
Bayan			170.8	65.0
<b>Münih (1972)</b>				
Erkek	192.0	85.5	188.8	83.2
Bayan			173.0	69.0
<b>Montreal (1976)</b>				
Erkek	195.0	88.0	189.5	85.5
Bayan	177.0	70.0	175.0	67.0

Tablo 8: Elit erkek voleybolcuların çeşitli kaynaklardan alınmış boy ve ağırlık değerleri (71)

Takım	uzunluk (cm)	ağırlık (kg)	yazarlar
İngiltere	185.5±6.2	78.5±3.2	Black (1980)
Kanada ulusal	188.9±4.2	85.0±3.8	Carter (1984)
USA ulusal	193.0±3.9	85.5±4.5	Puhl ve ark. (1982)
Finlandiya ulusal	192.0±5.8	85.7±6.8	Viitasalo (1982)
USSR ulusal	193.0±5.4	90.1±7.9	Viitasalo (1982)
Finlandiya ulusal	195.0±6.2	89.5±6.6	Viitasalo ve ark. (1987)

Elit erkek voleybolcular üzerinde yapılan son çalışmalar boyda bir gelişmenin olduğunu göstermektedir.

Tablo 9: Elit bayan voleybolcuların çeşitli kaynaklardan alınmış boy ve ağırlık değerleri (71)

Takımlar	Uzunluk (cm)	ağırlık (kg)	yazarlar
USA ulusal	177.8 +8.3	67.2 +6.9	Spence ve ark.(1980)
USA ulusal	178.3 +4.2	70.5 +5.5	Puhl ve ark.(1982)
USA ulusal	179.3 +7.7	68.5 +7.6	Fleck ve ark.(1985)
USA üniversite	178.9 +4.7	71.6 +5.0	Fleck ve ark.(1985)

1999 Bursa Avrupa Olimpiyat Ön elemeleri bayanlar voleybol karşılaşmalarına katılan takımların boy ortalamaları ve vücut ağırlıkları sırasıyla; Avusturya 179.4, 64.8, Çek Cumhuriyeti 183.5, 71.5, Macaristan 182.6, 70.4, Fransa 182.6, 68.2, Türkiye 180.5, 68.2, Ukrayna 185.0, 71.1 idi. Maçlar sonunda Ukrayna Ulusal takımı birinci olmuş, Avrupa Olimpiyat Eleme Turnuvası'na katılmaya hak kazanmıştır (52). Bu turnuvada birinci olan takım ise Sydney 2000 Olimpiyatları'na katılmıştır

#### 2.5.2.1.Fiziksel Özellikler ve Vücut Kompozisyonu

Elit erkek voleybolcular, diğer elit atletler gibi, yağsız ve kaslı olmaya çalışırlar. Bu erkek voleybol oyuncularının %10.5 -14 olan ortalama vücut yağ yüzdelerine yansır (Viitasalo 1982, 1987; Puhl;1982; Montecinos 1982). Bu değerler uzun mesafe koşucuları, yüzücüler ya da güreşçilerin belirlenmiş değerleri kadar düşük değil, fakat rugby, futbol (soccer) ve hokey oyuncularından ve normal popülasyona (%15 vücut yapısı) göre düşüktür. Elit bayan voleybolcular da düşük vücut yağı yüzdelerine sahiptir (%11.7-18.3) (Fleck, 1985;Puhl, 1982). Bu çalışmaların hepsinde ölçümler skinfold ile deri katlanma yöntemi kullanılarak yapılmış fakat ölçüm yapılan taraflar farklı olmuştur. Sonuçta, patlayıcı sıçrama hareketleri içeren voleybolda, bireyin taşıdığı fazla kilolar, sıçrama kapasitesini düşürebilmektedir (71).

Bu atletlerin fizik özellikleri ise endomorfi, mezomorfi ve ektomorfi kategorilerine göre değerlendirilmiştir. Literatürde, üniversite takımları 2:5:3, bayan voleybolcuları 4:4:2 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar, vücut yağ oranının düşük ve kas kitlesinin yüksek standartlarda gerekliliği inancını destekler niteliktedir. Bu değerler daha iyi sıçrama yeteneği, esneklik ve saha etrafındaki hareketlerin hızlanmasını sağlar.

Elit ve başarılı voleybolcuların takımları üzerinde yapılmış çeşitli araştırmalarda, fiziksel karakteristiklerden oluşturan faktörlerden hangilerinin önemli olduğu araştırılmıştır. Boy (Gladden ve Colacino 1978; Ongley ve Hopley, 1981; Alexander, 1976) ve vücut yağı (Morrow ve ark., 1983) ile ilgili çalışmalarda, boyun büyük oranda genetik faktörlerin etkisi altında olduğu, vücut yağının ise oyuncunun antrenman performansı ile ilişkili olduğu sonucu çıkarılmıştır (71).

### 2.5.2.2. Maksimum O<sub>2</sub> Kullanımı

Geleneksel olarak, max. VO<sub>2</sub> aerobik kapasitenin en iyi belirleyicisi olarak düşünülür. Yüksek bir VO<sub>2</sub>, dayanıklılık aktivitesi için iyi bir kapasite demektir(61).

Tablo 10: Elit erkek voleybolcularda max O<sub>2</sub> kullanımı değerleri(71)

	Max VO <sub>2</sub>	sayı	test aleti	Yazarlar
Japonya	48.6 +6.2	14	bisiklet	Toyoda (1974)
GDR	65.2 +6.1	21	bisiklet	Placheta ve ark.(1969)
USSR	56.4 +1.3	12	bisiklet	Parnat ve ark.(1975)
Romanya	52.8 +1.4	10	bisiklet	Cherebetu ve Szogy(1976)
Çekoslavakya	43.2 +5.2	12	bisiklet	Horak (1974)
Kanada-Ontaryo	51.6 +2.3	11	treadmill	Dyba (1982)
USA	56.1 +2.2	8	treadmill	Puhl ve ark.(1982)
Avustralya	56.4 +4.0	6	treadmill	Ongley ve Hopley (1981)
Fransa	52.3 +4.3	13	bisiklet	Jousellin ve ark.(1984)
Finlandiya	56.6 +3.3	10	treadmill	Viitasalo ve ark.(1987)

Elit erkek voleybolcuları için ortalama  $VO_2$  56 ml/kg/dk dır.

Tablo 11: Seçilmiş bayan voleybol oyuncularının max.  $VO_2$  değerleri (71)

Grup(ml/kg/dk)	max $VO_2$	sayı	test aleti	yazarlar
USA üniversite	33.0±2.6	66		Fardy ve ark.(1976)
USA	43.2±15		treadmill	Spence ve ark. (1980)
Avustralya eyalet	46.8±5.56		treadmill	Ongley ve Hopley(1981)
USA üniversite	50.6±5.7	14	treadmill	Puhl ve ark. (1982)
Fransa	52.7±4.5	27	bisiklet	Jousselin ve ark.(1984)
USA	48.8±5.1	13	treadmill	Fleck ve ark. (1985)

### 2.5.2.3.Kas Gücünün Ölçülmesi

Güç genellikle dikey sıçrama testi (Sargent, 1921), Merdiven testi (Margaria, Aghema ve Rovelli, 1966), Wingate 30 sn. bisiklet testi (BOFOM, Dotan ve Inbor, 1977) ve non- motorized treadmill'de sprint testi (Lokoly, 1984) ile değerlendirilir. Dikey sıçrama testi uygulaması açısından ve gerekli malzemenin pahalı olmamasından herhangi bir yerde yapılabilmesinden dolayı diğerlerine oranla en kolay ve en sık kullanılanı durumundadır (71).

Tablo 12: Bay ve bayan voleybolcularının dikey sıçrama değerleri (71)

Grup	dikey sıçrama	yazarlar
<b>Erkek</b>		
Avustralya eyalet	66.2±5.5	Black (1980)
Kanada	75	CVA Bülteni (1978)
Kanada-Ontaryo	66.2±7.6	Dyba (1982)
<b>Bayan</b>		
USA	49.6	Gladden ve Colacino(1978)
USA	49.4±5.8	Spence ve ark. (1980)
Avustralya eyalet	49.5±4.4	Ongley ve Hopley (1981)
USA	45.9±6.3	Puhl ve ark. (1982)
USA	52.4±4.5	Fleck ve ark. (1985)
USA üniversite	45.5±6.4	Fleck ve ark. (1985)

Güçle ilgili araştırma verileri toplanmış ve elit voleybolculardan alınan dikey sıçrama, üretilen güç ile gerekli kondüsyonlanma tipi dikkati çekmiştir. Hiçbir farklı gruptaki atlette voleybolcularınki kadar iyi, dikey sıçrama yeteneği bulunmamıştır. Sporcuda en yüksek noktanın neti geçmesi bir avantajdır. İyi sıçrayan uzun oyuncular, elit düzeydeki bir oyunun özelliğini yansıtırlar. Aşırı uzun boy ise, arka pozisyonlarda oynarken dezavantaj olabilir.

Voleybolda başarı için arka alanda esneklik ve hareket çabukluğu, ön alanda sıçrama yeteneği ve boy arasında bir denge şarttır. Fleck ve arkadaşları (1985), bayanlar voleybolunda başarılı olmada gerekli şartları incelemiş; en önemli fizyolojik karakteristikler olarak güç (dikey sıçrama) ve düşük vücut yağ yüzdesi olduğunu saptamışlardır (71).



#### 2.5.2.4.Kas - fibril karakteristikleri

İskelet kası sadece benzer metabolik ve fonksiyonel özellikleri olan homojen kas fibril grubu değildir. Temelde iki kasılma özelliği (hızlı ve yavaş tip) ve iki metabolik profile (oksidatif ve glikolitik) dayanan üç iskelet kas fibrili; hızlı glikolitik (FG), hızlı oksidatif glikolitik (FOG) ve yavaş oksidatif (SO) olarak adlandırılır (Costill ve ark., 1976; Komi ve Karlsson, 1978). Çeşitli spor popülasyonlarında kas fibril tipi dağılımı üzerine çalışmalar yapılmış (Costill ve ark., 1976; Thorstensson ve ark., 1976; Bergh ve ark., 1978) ve elde edilen verilerden dayanıklılık aktivitesi ile büyük oranda SO fibrilinin , sprint aktivitesi ile büyük oranda FG fibrillerinin ilişkili olduğu bulunmuştur.

Elit voleybolcuların kas fibril karakteristiklerini inceleyen iki çalışma yapılmıştır (Conlee ve ark., 1982; Viitasalo ve ark., 1987). Conlee ve arkadaşları (1982) erkek voleybol oyuncularının vastus lateralis kasında %56.5 oranında, Viitasalo ve arkadaşları (1987) Finlandiya takımında %56-60 oranında FG fibrili bulmuşlardır. Benzer olarak iki çalışmada da sprinter ve sıçrayıcılarda %62 FG (Thorstensson ve ark., 1977) ve profesyonel soccer oyuncularında %59,8 (Jacobs ve ark., 1982) olduğu saptanmıştır (71).

## BÖLÜM II

### GEREÇ VE YÖNTEM

#### 2.1. GEREÇ

Araştırmaya, Süper Lig'de mücadele eden Göztepe Bayan Voleybol Takımı, Karşıyaka Bayan Voleybol Takımı ve I. Lig'de oynayan Alternatif Dersane-Körfezspor Bayan Voleybol Takımı'ndan yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$ , ortalama vücut ağırlıkları  $68.13 \pm 5.76$ , ortalama boy uzunlukları  $180.33 \pm 4.82$  olan 15 bayan profesyonel voleybolcu katılmıştır.

Araştırmaya katılan sporcular en az 6 yıllık antrenman yaşına sahiptirler ve günde tek antrenman olmak üzere haftada 5 gün antrenman yapmaktadırlar.

Testler, Sporcu Sağlık Merkezi'nde bulunan performans laboratuvarında uygulanmıştır.

#### 2.2. YÖNTEM

Araştırmaya katılan bayan voleybolculara sırasıyla;

- Yaş,
- Uzunluk,
- Ağırlık,
- Vücut yağ oranı ölçümü,
- Dikey sıçrama ölçümleri,
- Cybex izokinetik kuvvet testi ölçümleri uygulanmıştır.

##### 2.2.1. Yaş, Boy, Ağırlık Ölçümleri

Voleybolcuların yaşlarının saptanması, takvim yaşları dikkate alınarak yapılmıştır. Boy ve ağırlık ölçümleri ise; çıplak ayakla, üzerlerinde sadece şort ve tişört olmak üzere boy ve ağırlık ölçen tartıda yapılmıştır.

### 2.2.2. Vücut Yağ Oranı Ölçümü

Vücut yağ oranı ölçümü deri katlanma yöntemi ile yapılmıştır. Ölçümler Holtain Skinfold marka ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm metodu olarak ise Yuhazs Metodu kullanılmıştır.

Yuhazs Metodunda kullanılan ölçüm bölgeleri şunlardır;

- Triceps (kol arka),
- Subscapula (kürek kemiği altı),
- Abdomen (karın),
- Suprailiac (bel).

Ölçümler, ayakta ve vücudun sağ tarafından yapılmıştır. Her bölgeden toplam üç ölçüm alınmış ve ortalamaları alınıp yazılmıştır. Bu yöntem ile yapılan ölçümlerde kullanılan formül;

% Yağ =  $5.783 + 0.153 \times (\text{Triceps} + \text{Subscapula} + \text{Abdomen} + \text{Suprailiac})$  şeklindedir.

### 2.2.3. Dikey Sıçrama Ölçümü

Dikey sıçrama ölçümünde, Vertical Jump Meter T.K.K. 5106 JUMP – MD ölçüm cihazı kullanılmıştır. Sporculardan toplam üç ölçüm alınmış ve en iyisi yazılmıştır.

### 2.2.4. İzokinetik Kuvvet Testi

İzokinetik kuvvet testi için, İzmir Sporcu Sağlık Merkezi performans laboratuvarındaki bir bilgisayar programı ile uyumlu çalışan Cybex II modeli izokinetik test cihazı kullanılmıştır. Test pozisyonu, ünitenin özel koltuğunda oturma pozisyonunda gerçekleştirilmiştir. Yapılan test sadece diz ekleminin ekstensiyon ve fleksiyon ölçümünü içermektedir.

Temel olarak çalışan kas grupları, ekstensiyon safhasında; başta m. quadriceps femoris olup, m. rektus femoris, m. vastus medialis, intermedius ve lateralis'ten oluşmaktadır. Fleksiyon safhasında ise; hamstring kas grubu olarak

adlandırılan biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus kasları çalışmaktadır. Gastrocnemius kası da dizin fleksiyonu sırasında hamstring kas grubuna yardımcı olur (81).

Teste başlamadan önce voleybolcular 10 dakikayı geçmeyen, genel ve özel ısınma yapmışlardır. Özel ısınma sonrası denekler ölçüm yapılacak olan Cybex aparatına tek tek alınarak kendi bireysel antropometrik yapılarına göre cihazın ayarlamaları yapılmıştır. Test sırasında kilo değerleri bilgisayara girilerek programın kurulumu gerçekleştirilmiştir. Teste başlarken alt ekstremitelerden ölçüm yapılmayacağı sabitlenmiştir. Bilgisayar tarafından diz ekleminin hareket genişliği, deneye çok düşük hızda örnek bir hareket yaptırılarak bulunmuştur. Aynı zamanda yer çekiminin etkisi de sıfırlanmıştır. Diz ekleminin 90°lik açıda iken ilk önce 4 tekrardan oluşan, fleksiyon ve ekstensiyon hareketi, deneme ardından bilgisayar ortamında alınan sinyal ile 60° de 4, 180°de 4 ve 300°de 30 fleksiyon-ekstensiyon hareketi yapılarak test tamamlanmıştır.

Test sonucunda elde edilen veriler Cybex test cihazı ile uyumlu çalışan bilgisayara bağlı bir printer aracılığı ile bilgisayardan alınmıştır.

Testten elde edilen sonuçlar SPSS 7.5 İstatistik Programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Çalışmada voleybolcuların fiziksel karakteristiklerinin ve sıçrama yüksekliklerinin ortalama değerleri, fleksiyon ve ekstensiyon safhalarındaki ve fleksiyon/ekstensiyon (H/Q) oranı yüzdelerindeki zirve tork, zirve tork/kg, sağ-sol farkı(%), toplam iş ve ortalama güç gibi parametrelerin ortalama değerleri, deneklerin fiziksel karakteristikleri ile diğer test parametrelerinin zirve tork ve zirve tork/kg değerleri arasındaki ilişki, zirve tork değerlerinin sağ-sol olarak kıyaslanması ve son olarak da sıçrama yüksekliği ile voleybolcuların test parametreleri zirve tork, zirve tork/kg, toplam iş ve ortalama güç değerlerinin birbiri ile ilişkisi tablolar halinde aşağıda sunulmuştur.

Voleybolcular için özellikle 300°/sn de elde edilen değerlerin sıçrama yüksekliği ile ilişkili olacağı düşünülmektedir.

**BÖLÜM III****BULGULAR****Tablo 13:** Deneklerin fiziksel karakteristikleri

<b>Fiziksel Karakterler</b>	<b>En düşük değer</b>	<b>En yüksek değer</b>	<b>Ortalama <math>\pm</math> standart sapma</b>
<b>Yaş ( yıl )</b>	15.00	29.00	22.06 $\pm$ 4.71
<b>Boy (cm)</b>	172.00	190.00	180.33 $\pm$ 4.82
<b>Ağırlık (kg)</b>	62.00	85.00	68.13 $\pm$ 5.76
<b>Vücut yağ oranı % (Yohaz Metodu)</b>	10.53	17.69	13.79 $\pm$ 1.94

**Tablo 14:** Deneklerin sıçrama yükseklikleri

	<b>En düşük</b>	<b>En yüksek</b>	<b>Ortalama <math>\pm</math> standart sapma</b>
<b>Sıçrama yüksekliği (cm)</b>	40.00	61.00	50.53 $\pm$ 5.40

Tablo 15: Fleksiyon safhası test parametreleri ortalama değerleri

	sağ			sol		
	60°/ sn ort.±s.s.	180°/ sn ort.±s.s.	300°/ sn ort.±s.s.	60°/ sn ort.±s.s.	180°/ sn ort.±s.s.	300°/ sn ort.±s.s.
zirve tork (Nm)	106.46±12.45	83.00±14.43	58.13±13.02	103.06±18.40	79.46±14.47	55.60±10.08
Zirve tork/kg (Nm/kg)	1.56±0.21	1.22±0.23	0.85±0.18	1.43±0.48	1,16±0,24	0,81±0,14
Toplam iş (BWR, J)	115.40±22.31	79.33±17.53	53.33±13.94	113.93±21.49	72.40±14.24	49.46±11.30
Ortalama güç (BWR,Watts)	79.93±9.88	153.86.±25.55	170.93±38.72	78.33±12.47	142.46±26.34	153.53±34.51

Tablo 16: Ekstansiyon safhası test parametreleri ortalama değerleri

	sağ			sol		
	60°/ sn ort.±s.s.	180°/ sn ort.±s.s.	300°/ sn ort.±s.s.	60°/ sn ort.±s.s.	180°/ sn ort.±s.s.	300°/ sn ort.±s.s.
zirve tork (Nm)	168.31±50.35	129.86±16.82	95.46±16.72	180.00±17.55	126.06±14.41	94.33±14.45
Zirve tork/kg (Nm/kg)	2,64±0,34	1,90±0,21	1,40±0,24	2,65±0,29	1,85±0,19	1,38±0,20
Toplam iş (BWR, J)	172.13±34.20	130.13±22.70	97.53±20.85	180.20±22.90	125.13±18.47	92.26±18.79
Ortalama güç (BWR,Watts)	121.93±18.06	256.20±37.19	312.33±58.60	124.33±16.11	247.73±31.99	302.40±54.07

Tablo 17: Deneklerin sağ-sol farkı % (deficit) değerleri

	Fleksiyon			Ekstansiyon		
	60°/sn	180°/sn	300°/sn	60°/sn	180°/sn	300°/sn
Zirve Tork	3,93	6,00	2,13	-1,13	2,60	2,53
Total İş	-6,70	4,06	5,66	-5,2	3,46	6,53
Ortalama Güç	2,26	7,8	10,20	-2,00	3,33	2,66

Sonuçlarda (-) olanlar soldaki değerlerin daha yüksek olduğunu anlatmak içindir.

Tablo 18: Deneklerin sağ ve sol bacak fleksiyon/ekstansiyon (H/Q) oranlarının zirve tork, toplam iş ve ortalama güç değerleri.

	Fleksiyon/ekstansiyon oranı (%)					
	sağ			sol		
	60°/sn Ort.±s.s.	180°/sn Ort.±s.s.	300°/sn Ort.±s.s.	60°/sn Ort.±s.s.	180°/sn Ort.±s.s.	300°/sn Ort.±s.s.
Zirve tork oranı	59.40	63.53	61.00	56.46	62.25	58.53±7.66
Toplam iş oranı	67.26	60.40	54.53	62.53	53.66	53.80±10.64
Ortalama güç oranı	66.06	60.13	54.86	62.66	57.06	49.53±15.21
Zirve tork oranı	59.40	63.53	61.00	56.46	62.25	58.53±7.66

**Tablo 19:** Fiziksel özelliklerle sağ bacak fleksiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki.

	Sağ Fleksiyon					
	zirve tork			Zirve tork /kg		
	60°/sn	180°/sn	300°/sn	60°/sn	180°/sn	300°/sn
<b>Boy (cm)</b>	-0.035	0.059	-0.016	-0.209	-0.090	-0.067
<b>Ağırlık (kg)</b>	0.128	0.112	0.183	-0.402	-0.218	-0.396
<b>Yaş (yıl)</b>	-0.138	-0.043	-0.305	-0.364	-0.216	-0.480
<b>Yağ (%)</b>	-0.314	-0.218	-0.234	-0.568*	-0.421	-0.382

\*p<0.05

Fiziksel özelliklerle sağ bacak fleksiyon zirve tork değerleri ilişkilendirildiğinde; vücut % yağ oranının azalması ile sağ bacakta 60° deki fleksiyon zirve tork/kg değerinin artmasının sonucu olarak, aralarında negatif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Fiziksel özelliklerden vücut yağ oranının kuvvet değerlerinde en etkili faktör olduğu söylenebilir.

**Tablo 20:** Fiziksel özelliklerle sol bacak fleksiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki

	Sol Fleksiyon					
	zirve tork			Zirve tork /kg		
	60°/sn	180°/sn	60°/sn	180°/sn	60°/sn	180°/sn
<b>Boy (cm)</b>	-0.067	-0.012	-0.067	-0.012	-0.067	-0.012
<b>Ağırlık (kg)</b>	0.257	-0.111	0.257	-0.111	0.257	-0.111
<b>Yaş (yıl)</b>	0.159	-0.036	0.159	-0.036	0.159	-0.036
<b>Yağ (%)</b>	0.007	-0.075	-0.043	-0.172	-0.211	-0.372



**Tablo 21:** Fiziksel özelliklerle sağ bacak ekstansiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki.

	Sağ Ekstansiyon					
	Zirve tork			Zirve tork /kg		
	60°/sn	180°/sn	300°/sn	60°/sn	180°/sn	300°/sn
<b>Boy (cm)</b>	0.199	0.125	0.150	-0.056	-0.122	-0.108
<b>Ağırlık (kg)</b>	0.398	0.486	0.380	-0.319	-0.046	-0.181
<b>Yaş (yıl)</b>	-0.459	-0.194	-0.469	-0.694**	-0.471	-0.719**
<b>Yağ (%)</b>	-0.256	-0.097	-0.023	-0.387	-0.347	-0.245

\*\*p< 0.001

Fiziksel özelliklerle sağ bacakta ekstansiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde; yaşın artması ile 60° ve 300° deki zirve tork/kg değerlerinin düştüğü belirlenmiştir.

**Tablo 22:** Fiziksel özelliklerle sol bacak ekstansiyon zirve tork değerleri arasındaki ilişki.

	Sol Ekstansiyon					
	Zirve tork			Zirve tork /kg		
	60°/sn	180°/sn	300°/sn	60°/sn	180°/sn	300°/sn
<b>Boy (cm)</b>	-0.016	-0.013	0.149	-0.268	-0.290	-0.018
<b>Ağırlık (kg)</b>	0.258	0.462	0.254	-0.267	-0.145	-0.118
<b>Yaş (yıl)</b>	-0.275	-0.045	-0.340	-0.368	-0.334	-0.550*
<b>Yağ (%)</b>	-0.268	-0.120	-0.188	-0.492	-0.397	-0.531*

\*p<0.05

Tablo 22'de yaş ve % yağ değerlerinin sol bacak ekstansiyon 300° zirve tork/ kg değerleri ile negatif ilişkisi ortaya konmuştur

**Tablo 23:** Fiziksel özellikler ile fleksiyon/ekstansiyon (H/Q) oranı zirve tork değerleri arasındaki ilişki.

	fleksiyon/ekstansiyon zirve tork oranı							
	Sağ				sol			
	60°/sn	180°/sn	300°/sn	60°/sn	180°/sn	300°/sn		
Boy (cm)	-0.094	-0.090	-0,142	0.118	0.116	0.127		
Ağırlık (kg)	-0.149	-0.407	-0,027	0.176	-0.345	0.087		
Yaş (yıl)	0.418	0.026	0,190	0.358	-0.106	-0.020		
yağ (%)	0.065	-0.192	-0,322	0.152	0.050	0.063		

**Tablo 24:** Fleksiyon, ekstansiyon ve fleksiyon/ekstansiyon oranının 60°,180° ve 300° lerdeki zirve tork değerlerinin sağ - sol olarak kıyaslanması. (Wilcoxon)

	Fleksiyon zirve tork			Ekstansiyon zirve tork			Fleksiyon/ekstansiyon zirve tork		
	60°/sn Ort.±s.s	180°/sn Ort.±s.s	300°/sn Ort.±s.s	60°/sn Ort.±s.s	180°/sn Ort.±s.s	300°/sn Ort.±s.s	60°/sn Ort.±s.s	180°/sn Ort.±s.s	300°/sn Ort.±s.s
<b>Sağ pt</b>	106.46 ±12.45	83.00 ±14.43	58.13 ±13.02	168.31 ±50.35	129.86 ±16.82	95.46 ±16.72	59.40 ±7.43	63.53 ±8.61	61.00 ±11.35
<b>Sol pt</b>	103.06 ±18.40	79.46 ±14.47	55.60 ±10.08	180.00 ±17.55	126.06 ±14.41	94.33 ±14.45	56.46 ±7.41	62.25 ±9.85	58.53 ±7.66
<b>P</b>	0,754	0,263	0,272	0,910	0,038 *	0,889	0,231	0,706	0,490

\*p<0.05

60°, 180° ve 300° lik açılarda zirve tork' lar sağ – sol olarak kıyaslandığında genelde tüm değerler için birbirine denk olduğu, sadece 180°/sn deki sağ ekstansiyon zirve tork değerinin sola oranla anlamlı olarak yüksek olduğu sonucu bulunmuştur.

Pt.: pik tork değerleri

**Tablo 25:** Fleksiyon ve ekstansiyon oranının 60°,180° ve 300° lerdeki zirve tork/kg değerlerinin sağ - sol olarak kıyaslanması. (Wilcoxon)

	Fleksiyon zirve tork/kg			Ekstansiyon zirve tork/kg		
	60°/sn Ort.±s.s	180°/sn Ort.±s.s	300°/sn Ort.±s.s	60°/sn Ort.±s.s	180°/sn Ort.±s.s	300°/sn Ort.±s.s
<b>Sağ pt</b>	1.56 ±0.21	1.22 ±0.23	0.85 ±0.18	2.64 ±0.34	1.90 ±0.21	1.40 ±0.24
<b>Sol pt</b>	1.43 ±0.48	1.16 ±0.24	0.81 ±0.14	2.65 ±0.29	1.85 ±0.19	1.38 ±0.20
<b>P</b>	0.478	0.294	0.289	0.865	0.041*	0.889

\* p<0.05

180 ° deki zirve tork/kg değerleri sağ-sol olarak kıyaslandığında anlamlı olarak farklı bulunmuştur.

Tablo 26: Sıçrama yüksekliği ile güç değerlerinin karşılaştırılması

Sıçrama	YÜKSEKLİĞİ			Sağ fleksiyon	Sağ ekstansiyon	Sol fleksiyon	Sol ekstansiyon	Fleksiyon/ ekstansiyon oranı		Sağ-sol farkı (Deficit)(%)	
	60°	180°	300°					Sağ	sol	Fleks.	Ekstans.
Zirve tork (Nm)	0,249	0,413	0,151	0,469	-0,120	-0,034	-0,160	0,107	0,435	0,240	-0,146
Zirve tork/ kg	0,296	0,465	0,300	0,446	0,074	0,360	0,107	0,107	0,435	0,240	0,435
Toplam iş (BWR, J)	0,371	0,397	0,482	0,456	0,074	0,360	0,456	0,092	0,240	0,240	0,240
Ortalama güç (BWR, Watts)	0,236	0,118	0,203	0,351	--	--	0,351	--	--	--	--
	0,330	0,532*	0,334	0,349	--	--	0,349	--	--	--	--
	0,399	0,323	0,577*	0,534*	--	--	0,534*	--	--	--	--
	0,299	0,449	0,164	0,376	-0,161	0,002	0,111	0,111	0,172	0,172	0,172
	0,404	0,440	0,254	0,431	-0,179	-0,014	0,300	0,300	0,266	0,266	0,266
	0,235	0,490	0,225	0,363	-0,113	-0,122	0,117	0,117	0,309	0,309	0,309
	0,165	0,226	0,115	0,401	-0,119	-0,071	0,049	0,049	-0,075	-0,075	-0,075
	0,404	0,425	0,290	0,546*	-0,158	-0,153	0,283	0,283	0,126	0,126	0,126
	0,304	0,517*	0,343	0,595*	-0,126	-0,349	0,067	0,067	0,023	0,023	0,023

\* p&lt;0.05

Tablonun okunmasında, 0,249 değeri (ilk satır ile sütunun kesiştiği yer) 60°/sn deki sağ fleksiyon zirve tork değeri ile sıçrama yüksekliğinin karşılaştırılmış halidir.

Sıçrama yüksekliği ile 300°deki sol bacak fleksiyon ve ekstansiyon zirve tork/kg değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu, sıçrama yüksekliğinin artmasında 180°deki sağ ekstansiyon zirve tork/kg' nin olumlu etkisinin bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca sol ekstansiyon 180°-300° ve sağ ekstansiyon 300° ortalama güç değerlerinin sıçrama yüksekliğine anlamlı olarak pozitif etkisi bulunmuştur.

## BÖLÜM IV

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Sporcuların zirve performans düzeyine erişmelerinde etkili unsurlar; kuvvet, sürat ve dayanıklılık olarak ifade edilen temel biyomotor yetiler ile denge, esneklik, koordinasyon ve hareketlilik gibi yardımcı biyomotor yetilerin farklı yüzdelerde kombinasyonu ve spora özgü gelişimleridir.

Voleybolda sıçramalar, topa vurma, ani yön değiştirme, kısa sprint, file üstü rakiple mücadele örneklerinde olduğu gibi kuvvet yetisinin farklı amaçlara hizmet eden değişik tipte formlar oluşturduğu ve bu kuvvet formlarının ise çeşitli yöntemler ile geliştirilip değerlendirilebileceği gerçeği günümüzde spor bilimciler tarafından tartışmasız kabul görmektedir.

Voleybol, anaerobik gücü içeren ve sıçrama kuvvetinin son derece önemli olduğu bir spor dalıdır. Sıçrama yüksekliğine etki eden faktörlerden biri olan bacak kaslarına ait kuvvet değerlerinin saptanması en iyi yöntem olarak kabul edilen izokinetik değerlendirme ile mümkün olacaktır.

Yapılan çalışmada elit bayan voleybol oyuncularının boy, vücut ağırlığı, % yağ oranını içeren fiziksel karakteristikleri, dikey sıçrama yükseklikleri ile her iki dizin izokinetik değerlendirilmesinde fleksiyon ve ekstensiyon safhalarında ve fleksiyon/ekstensiyon oranı yüzdelerinde zirve tork, zirve tork/kg, toplam iş ve ortalama güç değerleri ile bu parametreler arasındaki ilişkiler tartışılmıştır.

Bu parametrelerin belirlenmesinde hareketlerin etkinliği açısından mekanik dezavantaj yaratacağı düşünülen ve sakatlığa sebep olabilecek sağ ve sol bacak için kuvvet farklılıkları (%) ile aynı bacağa ait H/Q oranı (%) değerleri tartışılmıştır.

Çalışmada ele alınan fiziksel parametreler ve izokinetik diz kuvveti değerleri ayrıca Türk ve yabancı sporculara ait değerlerle karşılaştırılıp tartışılmıştır.

## 4.1. TARTIŞMA

### 4.1.1.Boy

Ağaoğlu ve arkadaşlarının en fazla 6 yıldır spor yapan güreş, futbol ve voleybol sporuyla uğraşan üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada 20 bayan voleybol oyuncusunun yaş ve boy ortalamaları sırasıyla  $22.20 \pm 3.27$  yıl ve  $173 \pm 0.07$  cm olarak bulunmuştur (4).

Cicioğlu ve arkadaşları yaş ortalamaları sırasıyla  $20.9 \pm 3.5$ ,  $20.9 \pm 3.8$  ve  $21.3 \pm 2.0$  (yıl) olan bayan basketbol, hentbol ve voleybol oyuncularından oluşan üç grubun boy ortalamalarını  $176.1 \pm 6.7$  cm.,  $168.7 \pm 5.9$  cm. ve  $176.0 \pm 4.8$  cm. olarak bulmuşlardır (18).

İmamoğlu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre yaş ortalaması  $18.7 \pm 2.5$  olan 20 bayan judo milli takım sporcusunun boy ortalaması  $166.0 \pm 6.0$  cm olarak bulunmuştur (39).

Karakuş ve Kılınç'ın masa tenisi milli takımına aday sporcularda yaptığı bir çalışmada bayanların yaş ortalamaları  $21.2 \pm 11.25$  yıl, boy ortalamaları  $163 \pm 1.02$  cm. olarak belirlenmiştir (50).

Turgut ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada  $16.8 \pm 1.8$  yaş ortalamasına sahip bayan voleybolcuların boy ortalamalarının  $166.3 \pm 5.5$  cm olduğu tespit edilmiştir (80).

3-7 kasım 1999 tarihlerinde Bursa 'da yapılan Avrupa Olimpiyat Ön Elemeleri Bayanlar Müsabakalarına katılan Türkiye bayan voleybol takımının boy uzunluğu 180.5 cm dir (52).

Ergül'ün elit olan ve olmayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada süper ligde oynayan ve yaş ort.  $22 \pm 2.56$  yıl olan bayanların boy uzunluğu  $176.54 \pm 6.25$  cm, 1. ligde oynayan ve yaş ort.  $20.63 \pm 1.80$  yıl olan voleybolcuların boy uzunluğu  $176.27 \pm 4.36$  cm ve amatör ligde oynayan yaş ort.  $21.6 \pm 0.96$  yıl olan bayan voleybolcuların boy uzunluğu  $169.3 \pm 7.04$  cm iken kontrol

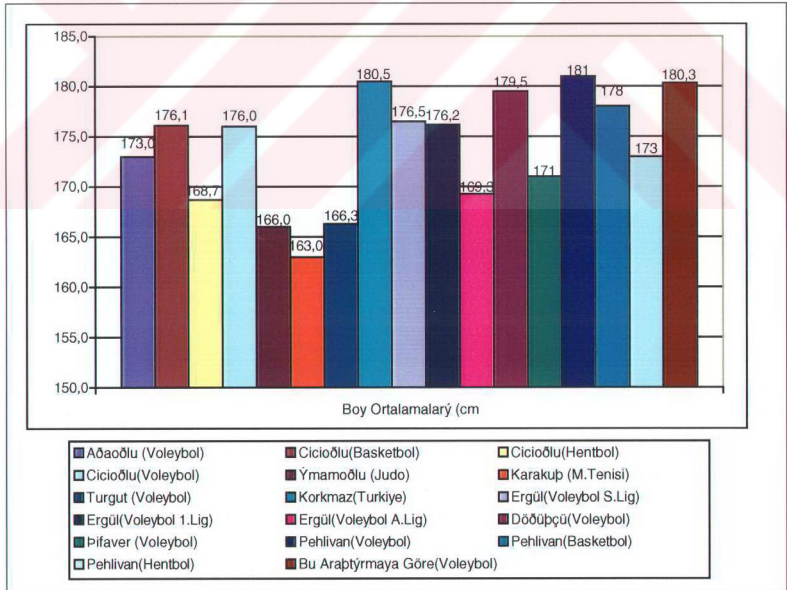
grubunu oluşturan bayanların yaş ort.  $20.0 \pm 0.60$  yıl, boy ortalaması  $155.5 \pm 4.66$  cm olarak saptanmıştır (25).

Döğüşçü'nün yaptığı çalışmada yaş ort.  $21.4 \pm 0.35$  yıl olan voleybolcu bayanları boy ortalaması  $179.5 \pm 5.74$  cm olarak ölçülmüştür (20).

Şifaver'in üniversite takımında oynayan bayan voleybolcular üzerindeki çalışmasında sporcuların yaş ort.  $22.5$  yıl; boy ort.  $171.0 \pm 6.92$  cm bulunmuştur (75).

Pehlivan'ın 1995-1996 sezonunda Türkiye I. Deplasmanlı liginde şampiyon olan bayan basketbol, hentbol ve voleybol takımları üzerinde yaptığı çalışmada yaş ortalamaları sırasıyla  $23.0 \pm 3.23$ ,  $22.0 \pm 3.79$ ,  $26.0 \pm 4.13$  yıl; boy ortalamaları sırasıyla  $1.78 \pm 7.07$ ,  $1.73 \pm 7.60$ ,  $1.81 \pm 7.50$  cm olarak saptanmıştır (65).

Bu çalışmada yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$  (yıl) olan bayan ( $n=15$ ) elit voleybolcuların boy ortalamaları ise  $180.33 \pm 4.82$  (cm) bulunmuştur.



Grafik 1: Bu araştırmadaki boy değeri ile Türk sporcuların karşılaştırılması.



Ağaoğlu (4) ve Cicioğlu'nun (18) voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmalarda elde edilen boy uzunlukları bu çalışmada elde edilenden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla;  $173.0 \pm 0.07$ ,  $176.0 \pm 4.8$ ,  $180.3 \pm 4.82$ ). Bu araştırmadaki değerlerin yüksek olmasına, yaşlar benzer olsa da, grubun elit düzeyde ve süper ligde oynayabilecek fiziksel özelliklere sahip voleybolculardan oluşmasının neden olduğu düşünülebilir.

Cicioğlu'nun (18) basketbol ve hentbolcular ( $176.1 \pm 6.7$  cm.,  $168.7 \pm 5.9$  cm) ile İmamoğlu'nun (39) judocular ( $166.0 \pm 6.0$  cm) üzerinde yaptığı çalışmalarda basketbol ve hentbolda boy uzunluğu başarıda önemli bir etken olmasına rağmen deneklerin elit düzeyde olmamaları, judoda ise grup üst seviyede olduğu halde boy uzunluğunun başarıya etkisinin pek olmadığı, vücut ağırlığının önemli olduğu bir spor dalı olması sebebiyle elde edilen değerler bu çalışmada elde edilenlerden düşüktür.

Karakuş ve Kılınc'ın (50) yaş ortalamaları  $21.2 \pm 11.25$  olan masa tenisi milli takımına aday bayanlarda yaptıkları çalışmada boy ölçümünden elde edilen sonuç bu araştırmadaki sonuçlardan düşüktür ( $163.0 \pm 1.02$  -  $180.33 \pm 4.82$ ). Buna neden olarak, spor branşlarının farklı olması ve masa tenisi sporunda voleybola göre boy faktörünün çok önemli olmaması düşünülebilir.

Turgut ve arkadaşlarının (80) yaptığı çalışmada voleybolcu bayanların boy ortalamalarının bu çalışmadaki değerlerden oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Neden olarak bireylerin yaş ortalamalarının düşük olması düşünülmektedir ( $166.3 \pm 5.5$ - $180.33 \pm 4.82$ ).

Avrupa Olimpiyat Ön Elemeleri Bayanlar Müsabakalarına katılan ulusal bayan voleybol takımının boy uzunluğu bu çalışmadaki değere benzerdir. Denek grubunun süper lig oyuncularından oluşması ve milli takım oyuncularının da süper lig oyuncularından oluşması benzer sonuçlar elde edilmesini normal kılmaktadır (52).

Ergül, Döğüşçü ve Şifaver'in çalışmalarından voleybolda boyun önemli bir faktör olduğu, bununla bağlantılı olarak oynanan seviye, lig yükseldikçe sporcuların da boy uzunluğunun arttığı sonucuna ulaşılmaktadır (20,25,75).

Pehlivan'ın çalışmasına dayanarak voleyboldaki boy ortalamaları basketbol ve hentbolle karşılaştırıldığında en uzun boyluların voleybolcular olduğu sonucuna varılmaktadır (65).

Fry Amerikalı bayan voleybolcular üzerinde yaptığı bir çalışmada 14 NCAA I.lig oyuncusunun yaş ortalamasını  $19.6\pm 0.6$  yıl, boy ortalamasını  $171.9\pm 6.9$  cm bulmuştur (28).

Thorstensson ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada yaş ortalamaları  $24\pm 2$  yıl olan sprinterlerin ve atlama branşlarında yarışan sporcuların ( $n=9$ ) boy ortalamaları  $187\pm 2$  cm. bulunmuştur (78).

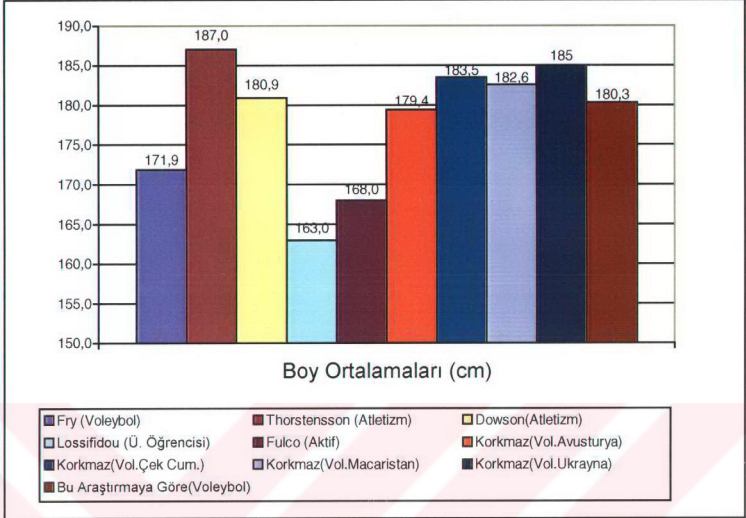
Dowson ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sprinterlerin ( $n=8$ ) yaş ortalamaları  $22.5\pm 3.7$ , boy ortalamaları  $180.9\pm 5.4$  cm. olarak belirlenmiştir (19).

Lossifidou ve Baltzopoulos'un yaptığı çalışmada 5 bayan üniversite öğrencisinin yaşları  $24\pm 3.05$  yıl ve boy ortalamaları  $163.0\pm 0.06$  cm. olduğu saptanmıştır (54).

Fulco tarafından yaş ortalaması  $22\pm 1$  yıl olan 11 aktif bayanda yapılan bir çalışmada, bireylerin boy ortalaması  $168\pm 1$  cm. bulunmuştur (30).

3-7 Kasım 1999 tarihlerinde Bursa 'da yapılan Avrupa Olimpiyat Ön Elemeleri Bayanlar Müsabakalarına katılan 6 voleybol takımının boy uzunlukları (cm) sırasıyla şöyledir: Avusturya 179.4; Çek Cumhuriyeti 183.5; Macaristan 182.6; Fransa 182.6; Ukrayna 185.0 (52).

Bu araştırmadaki boy değeri ile yabancı sporcuların değerlerinin karşılaştırılması Grafik 2 de irdelenmiştir.



Grafik 2: Bu araştırmadaki boy değeri ile yabancı sporcuların karşılaştırılması

Fry'in (28) üniversite oyuncularında yaptığı çalışmada yaş ortalamalarının düşük olmasının bir sonucu olarak boy ortalamaları da ( $171.9 \pm 6.9$  cm -  $180.33 \pm 4.82$  cm) bu çalışmadaki değerlerden düşüktür.

Thorstenson ve arkadaşlarının (78) yaptıkları çalışmada yaş ortalamaları  $24 \pm 2$  yıl olan sprinterlerin ve atlama branşlarında yarışan sporcuların ( $n=9$ ) spor branşının farklı olması, yaş ortalamalarının yüksek olması ve çalışmanın erkek grup üzerinde yapılması boy uzunluklarının voleybolcu gruptan fazla olmasına neden olarak gösterilebilir.

Dowson ve arkadaşlarının (19) yaptığı çalışmada yaş ve boy ortalamaları bu çalışmayla benzer bulunmuştur ( $22.5 \pm 3.7$ - $22.06 \pm 4.71$  (yıl),  $180.9 \pm 5.4$ - $180.33 \pm 4.82$  (cm) ).

Lossifidou (54) ve Fulco'nun (30) çalışmasında bireylerin boy ortalamaları bu çalışmada elde edilen değerlerden düşüktür. Bayanların profesyonel anlamda sporcu olmamaları onlara fiziki bir zorunluluk getirmemektedir, dolayısıyla küçük

yaşlarda seçilerek yetiştirilip üst seviyelere getirilen bu çalışmadaki deneklerden kısa olmaları normal bir sonuç olarak kabul edilmektedir.

Avrupa Olimpiyat Ön Elemeleri Bayanlar Müsabakalarına katılan 5 voleybol takımının boy uzunlukları bu çalışmadaki değerlerden yüksektir. Bu araştırma grubu süper lig oyuncularından oluştuğu halde diğer oyuncuların milli takım seviyesinde ve hatta Avrupa Olimpiyat Ön elemelerine katılacak düzeyde olmaları fizik özelliklerinin daha yüksek olması sonucunu doğurmaktadır (52).

#### 4.1.2. Ağırlık

Ağaoğlu ve arkadaşlarının en fazla 6 yıldır spor yapan, güreş, futbol ve voleybol sporuyla uğraşan üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada; 20 voleybolcunun yaş ortalamaları  $22.20 \pm 3.27$  ve ağırlık ortalamaları  $73.70 \pm 8.24$  olarak bulunmuştur (4).

İmamoğlu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre yaş ortalaması  $18.7 \pm 2.5$  olan 20 bayan judo milli takım sporcusunun ağırlık ortalaması  $62.7 \pm 9.7$  kg olarak bulunmuştur (39).

Karakuş ve Kılınc'ın masa tenisi milli takımına aday sporcularda yaptığı bir çalışmada bayanların yaş ortalamaları  $21.2 \pm 11.25$  (yıl), vücut ağırlık ortalamaları  $53.6 \pm 8.87$  (kg) olarak belirlenmiştir (50).

Turgut ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada  $16.8 \pm 1.8$  yaş ortalamasına sahip voleybolcuların ağırlık ortalamalarının  $53.6 \pm 6.0$  kg olduğu tespit edilmiştir (80).

Cicioğlu ve arkadaşları yaş ortalamaları  $20.9 \pm 3.5$ ,  $20.9 \pm 3.8$  ve  $21.3 \pm 2.0$  olan bayan basketbol, hentbol ve voleybolculardan oluşan üç grupta vücut ağırlığı ortalamalarını sırasıyla  $65.2 \pm 6.9$  kg.,  $59.5 \pm 5.7$  kg. ve  $65.3 \pm 5.5$  kg. olarak bulmuşlardır (18).

Eler ve arkadaşlarının süper ligde oynayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada (yaş ort. 23.35 yıl ve boy ort. 176.21 cm) vücut ağırlık ortalamaları 64.47 kg. olarak ölçülmüştür (22).



Kılınç ve arkadaşlarının ümit milli bayan basketbolcularında yaptığı çalışmada (n=15, boy ort. 180.0 cm) vücut ağırlık ortalaması  $66.0 \pm 5.41$  kg olarak bulunmuştur (51).

3-7 kasım 1999 tarihlerinde Bursa 'da yapılan Avrupa Olimpiyat Ön Elemeleri Bayanlar Müsabakalarına katılan Türkiye bayan voleybol takımının vücut ağırlığı ortalaması  $68.2$  kg dır (52).

Ergül'ün elit olan ve olmayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada süper ligde oynayan ve yaş ort.  $22 \pm 2.56$  yıl olan bayanların vücut ağırlığı  $64.09 \pm 6.25$  kg, 1. ligde oynayan ve yaş ort.  $20.63 \pm 1.80$  yıl olan voleybolcuların vücut ağırlığı  $63.0 \pm 4.71$  kg ve amatör ligde oynayan yaş ort.  $21.6 \pm 0.96$  yıl olan bayan voleybolcuların vücut ağırlığı  $60.7 \pm 6.76$  kg iken kontrol grubunu oluşturan bayanların yaş ort.  $20.0 \pm 0.60$  yıl, vücut ağırlığı  $55.33 \pm 4.11$  kg olarak saptanmıştır (25).

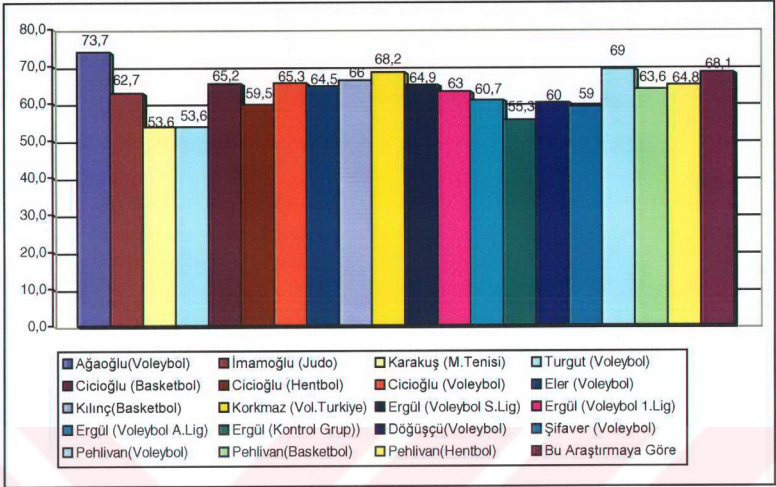
Döğüşçü'nün yaptığı çalışmada yaş ort.  $21.4 \pm 0.35$  yıl olan voleybolcu bayanları vücut ağırlığı  $63.0 \pm 6.93$  kg olarak ölçülmüştür (20).

Şifaver'in üniversite takımında oynayan bayan voleybolcular üzerindeki çalışmasında sporcuların yaş ort. 22.5 yıl; vücut ağırlığı  $59.08 \pm 7.40$  kg bulunmuştur (75).

Pehlivan'ın 1995-1996 sezonunda Türkiye I. Deplasmanlı liginde şampiyon olan bayan basketbol, hentbol ve voleybol takımları üzerinde yaptığı çalışmada yaş ortalamaları sırasıyla  $23.0 \pm 3.23$ ,  $22.0 \pm 3.79$ ,  $26.0 \pm 4.13$  yıl; vücut ağırlıkları sırasıyla  $63.60 \pm 9.11$ ,  $64.83 \pm 10.76$ ,  $69.0 \pm 9.21$  kg olarak saptanmıştır (65).

Bu araştırmada yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$  (yıl) olan bayan (n=15) elit voleybolcuların vücut ağırlığı ortalamaları ise  $68.13 \pm 5.76$  kg. bulunmuştur.

Bu araştırmadaki vücut ağırlık ortalamaları ile Türk sporcuların karşılaştırılması Grafik 3 de gösterilmiştir.



Grafik 3: Bu araştırmadaki vücut ağırlık ortalamaları ile Türk sporcuların vücut ağırlık ortalamalarının karşılaştırılması

Ağaoğlu ve arkadaşlarının (4) en fazla 6 yıldır voleybol sporuyla uğraşan üniversite öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada; 20 voleybolcunun ağırlık ortalamaları bu çalışmadaki deneklerin değerlerinden yüksektir ( $73.70 \pm 8.24$  –  $68.13 \pm 5.76$  kg). Buna sebep çalışmamızdaki deneklerin her gün düzenli olarak ve yüksek seviyede antrenman yapmaları gösterilebilir.

İmamoğlu ve arkadaşlarının (39) yaptığı çalışmada bulunan ağırlık ortalaması değerleri eldeki değerlerden düşüktür ( $62.7 \pm 9.7$  -  $68.13 \pm 5.76$  kg). Deneklerin yaşlarının düşük olması ve judo sporunda kilonun çok önemli olması bu sonuçlara neden sayılabilir.

Turgut ve arkadaşlarının (80) yaptığı çalışmada voleybolcuların ağırlık ortalamalarının ( $53.6 \pm 6.0$  kg) bu çalışmada elde edilen değerlerden düşük olmasının sebebi sporcuların yaş ortalamalarının da düşük olması olabilir.

Cicioğlu ve arkadaşlarının (18) bayan basketbol, hentbol ve voleybolcularında saptadığı ortalama ağırlık değerleri ( $65.2 \pm 6.9$  kg.,  $59.5 \pm 5.7$  kg. ve  $65.3 \pm 5.5$  kg.) bu çalışmadaki değerlerden düşüktür. Buna sebep çalışmadaki

elit voleybolcuların boylarının daha uzun ve kas yoğunluklarının daha fazla olması düşünülmektedir.

Eler ve arkadaşlarının çalışmasında saptanan ağırlık değerleri bu çalışmada saptanana göre düşüktür. Sporcuların boy uzunluklarının, bu çalışmaya göre, düşük olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Kılınç ve arkadaşlarının ümit milli bayan basketbolcularında yaptığı çalışmada saptanan vücut ağırlığı değerleri bu çalışmadaki değerlere yakın bulunmuştur.

Avrupa Olimpiyat Ön Elemelerine katılmaya hak kazanan Türkiye bayan voleybol takımının vücut ağırlığı ortalaması (68.2 kg) bu çalışma sonuçları ile (68.13±5.76 kg.) benzerlik göstermektedir (52).

Ergül, Şifaver ve Döğüşçü'nün yaptığı çalışmalara göre sporcuların vücut ağırlıkları oynadıkları ligue doğru orantılı olarak artmıştır. Buna neden antrenmanlar sonunda artan kas kitlesi olduğu düşünülmektedir (20,25,75).

Pehlivan'ın 1995-1996 sezonunda Türkiye I. Deplasmanlı liginde şampiyon olan bayan basketbol, hentbol ve voleybol takımları üzerinde yaptığı çalışmada; vücut ağırlık ortalamaları boy uzunlukları ile pozitif ilişkilidir. Voleybolcuların değerleri bu çalışma değerleriyle benzerlik göstermektedir (65).

Lossifidou ve Baltzopoulos'un yaptığı çalışmada 5 bayan üniversite öğrencisinin yaşları 24±3.05 yıl ve ağırlıkları 54.3±1.1 kg. olduğu saptanmıştır (54).

Fulco tarafından yaş ortalaması 22±1 yıl olan 11 aktif bayanda yapılan bir çalışmada, bireylerin ağırlık ortalaması 64±1 kg. bulunmuştur (30).

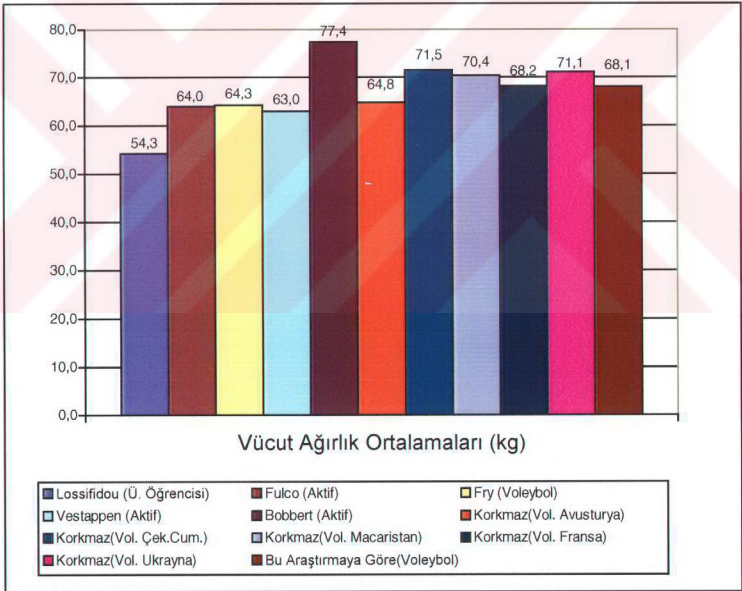
Fry'in Amerikalı bayan voleybolcular üzerinde yaptığı bir çalışmada 14 NCAA Division I. oyuncusunun yaş ortalamasını 19.6±0.6 yıl ve vücut ağırlıklarını 64.3±7.0 kg bulunmuştur (28).

Verstappen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yaş ortalaması  $21.4 \pm 1.3$  olan 8 bayan sporcunun ağırlık ortalamaları  $63.0 \pm 7.4$  kg. olduğu saptanmıştır (84).

Bobbert ve Harlaar'ın yaş ortalaması  $25 \pm 4$  yıl olan 10 aktif bireyde yaptıkları çalışmada ağırlık ortalamaları  $77.4 \pm 8.7$  kg. bulunmuştur (13).

3-7 Kasım 1999 tarihlerinde Bursa 'da yapılan Avrupa Olimpiyat Ön Elemeleri Bayanlar Müsabakalarına katılan 5 takımın vücut ağırlığı ortalamaları (kg) sırasıyla şöyledir: Avusturya 64.8; Çek Cumhuriyeti 71.5; Macaristan 70.4; Fransa 68.2; Ukrayna 71.1 (52).

Bu araştırmadaki vücut ağırlık ortalamaları ile Yabancı sporcuların karşılaştırılması Grafik 4 de incelenmiştir.



Grafik 4: Bu araştırmadaki vücut ağırlık ortalamaları ile Yabancı sporcuların vücut ağırlık ortalamalarının karşılaştırılması



Lossifidou (54) ve Fulco'nun (30) yaptığı çalışmada, bu çalışmaya göre, yaş ortalamaları yüksek olsa da ağırlık ortalamalarının düşük olduğu görülmüş, buna neden olarak boy ortalamalarının düşük olması ( $163.0 \pm 0.06$  –  $168.0 \pm 1$  cm) düşünülmüştür.

Fry'in (28) Amerikalı bayan voleybolcular üzerinde yaptığı bir çalışmada ( $19.6 \pm 0.6$  yıl) 14 sporcunun ağırlık ortalaması elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur ( $64.3 \pm 7.0$  –  $68.13 \pm 5.76$  kg). Yaş ortalamalarının bizim değerlerimizden düşük olması ağırlık ortalamalarının da düşük olması sonucunu doğurabilir.

Verstappen ve arkadaşlarının (84) yaptığı çalışmada elde edilen ağırlık ortalaması bulguları burada elde edilen bulgulardan düşüktür ( $63.0 \pm 7.4$  kg.-  $68.13 \pm 5.76$  kg.). Bunun sebebi deneklerin spor branşlarının farklı olması gösterilebilir.

Bobbert ve Harlaar'ın (13) yaş ortalaması  $25 \pm 4$  yıl olan 10 aktif bireyde yaptıkları çalışmada ağırlık ortalaması sonuçları bu çalışmadaki değerlerden yüksektir ( $77.4 \pm 8.7$  -  $68.13 \pm 5.76$  kg). Sporcuların yaşça büyük olmaları buna neden olarak kabul edilmektedir.

Avrupa Olimpiyat Ön Elemelerine katılmaya hak kazanan bayanların vücut ağırlığı ortalamaları (kg) (Avusturya 64.8; Çek Cumhuriyeti 71.5; Macaristan 70.4; Fransa 68.2; Ukrayna 71.1) bu çalışmada elde edilen değerler ile ( $68.13 \pm 5.76$  kg.) benzerlik göstermektedir (52).

#### 4.1.3. Vücut Yağ Oranı

Akkurt ve arkadaşlarının Türkiye 1.futbol Ligi'nde mücadele eden iki profesyonel futbol takımının, yaş ortalamaları  $23.6 \pm 3.5$  olan sporcularında yaptığı çalışmada (n=22 ve n=28) ortalama vücut yağ yüzdesi  $11.9 \pm 2.3$  olarak belirlenmiştir (6).

Cicioğlu ve arkadaşları yaş ortalamaları  $20.9 \pm 3.5$ ,  $20.9 \pm 3.8$  ve  $21.3 \pm 2.0$  olan bayan basketbol, hentbol ve voleybolculardan oluşan üç grupta vücut yağ

oranı (%) değerlerini sırasıyla  $13.6\pm 3$ ,  $20.3\pm 4.9$  ve  $16.4\pm 1.3$  olarak bulmuşlardır (18).

İşleğen ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada profesyonel I. lig futbol oyuncularının vücut yağ oranını  $10.4\pm 0.7$ , profesyonel II. Lig oyuncularınıninkini  $12.6\pm 2.2$  ve amatör futbolcularınkini  $11.5\pm 1.1$  bulmuşlardır (40).

Şemin ve arkadaşlarının yaptığı ölçümlere göre, 10 elit hentbol oyuncusunun yağ oranı (%)  $11.67\pm 0.7$  olarak saptanmıştır (74).

Turgut ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada  $16.8\pm 1.8$  yaş ortalamasına sahip voleybolcuların % yağ oranlarının  $12.9\pm 1.4$  olduğu tespit edilmiştir (80).

Eler ve arkadaşlarının yaş ort. 23.35 yıl, boy ort. 176.21 cm. olan ve süper ligde oynayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı bir çalışmada vücut yağ oranı (%) antrenman öncesi  $16.10\pm 1.02$ , 8 haftalık patlayıcı kuvvet çalışmalarını içeren antrenman döneminden sonra  $15.20\pm 1.20$  olarak bulunmuştur(22).

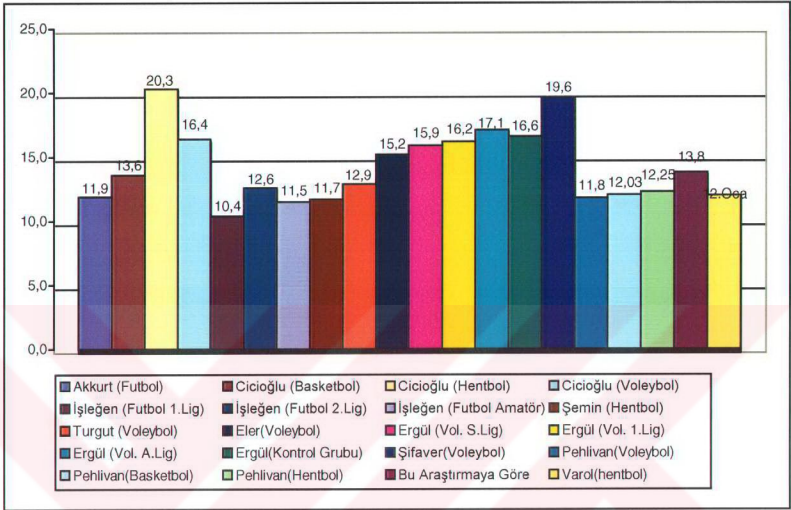
Ergül'ün elit olan ve olmayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada vücut (%) yağ oranları süper ligde oynayan bayanlarda  $15.85\pm 0.91$ , 1. ligde oynayanlarda  $16.18\pm 12.43$  ve amatör ligde oynayan bayan voleybolcularda  $17.11\pm 1.59$  iken kontrol grubunu oluşturan bayanlarınki  $16.59\pm 12.38$  olarak saptanmıştır(25).

Şifaver'in üniversite takımında oynayan bayan voleybolcular üzerindeki çalışmasında sporcuların vücut (%) yağ oranları  $19.58\pm 3.66$  bulunmuştur(75).

Pehlivan'ın 1995-1996 sezonunda Türkiye I. Deplasmanlı liginde şampiyon olan bayan basketbol, hentbol ve voleybol takımları üzerinde yaptığı çalışmada vücut (%) yağ oranları sırasıyla  $12.03\pm 1.44$ ,  $12.25\pm 1.35$ ,  $11.80\pm 1.54$  olarak saptanmıştır(65).

Varol'un elit hentbolcularda (yaş ort. 20.9 yıl, boy ort. 165.6 cm., ağırlık ort. 58.0 kg.) yaptığı bir çalışmada, vücut yağ oranları % 12.6 bulunmuştur(82).

Bu araştırmada yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$  (yıl) olan bayan ( $n=15$ ) elit voleybolcuların yüzde yaş oranları  $13.79 \pm 1.94$  bulunmuştur.



Grafik 5: Bu araştırmadaki vücut yağ oranı ile Türk sporcuların vücut yağ oranlarının karşılaştırılması

Akkurt ve arkadaşlarının (6) bulunduğu % yağ değerleri, bu çalışmanın değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Buna sebep birinci lig oyuncuları olmalarına rağmen branşların ve cinsiyetin farklı olması düşünölmektedir ( $11.9 \pm 2.3 - 13.79 \pm 1.94$ ).

Cicioğlu'nun (18) çalışmasında sadece basketbol grubunda elde edilen % yağ sonuçları bizimkine benzerdir, hentbol ve voleybol grubunun değerlerinin yüksek çıkması ise bu grupların aktif antrenman yapmamasından kaynaklanabilir.

İşleşen'in (40) profesyonel I. lig, profesyonel II. lig ve amatör futbolcularda yaptığı ölçümlerde bulunduğu sonuçlar bu araştırmadaki sonuçlardan düşöktür (sırasıyla  $10.4 \pm 0.7$ ,  $12.6 \pm 2.2$  ve  $11.5 \pm 1.1$ ). Bunda deneklerin erkek olmaları ve farklı bir spor branşı ile uğraşmalarının etken olduğu düşünölmektedir.

Şemin ve arkadaşları (74) ile Varol'un (82) çalışmasında elde edilen ölçüm sonuçları bu çalışmada ölçülenden düşüktür (%) ( $11.67 \pm 0.7 - 12.6 \pm 1.09 - 13.79 \pm 1.94$ ), buna neden spor branşlarının farklılığı görülmektedir.

Turgut ve Arkadaşları'nın çalışmasında da sonuçlar bu araştırmadakilerden düşüktür. Buna nedenin hentbolcú grubun yaş ortalamasının da düşük olması olduğu düşünülmektedir(80).

Eler ve arkadaşlarının süper ligde oynayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı çalışmada saptanan % yağ değerleri bu çalışmadaki değerlerden yüksektir. Yaş ortalamalarının fazla olması (23.35 - 22.06 yıl) ve boy ortalamalarının bu çalışmadaki değerlerden düşük olması (176.21 - 180.33 cm) buna neden olarak gösterilebilir (22).

Ergül'ün çalışmasındaki değerler bu çalışmaya göre yüksektir ve değerler süper ligden amatör lig grubuna doğru artmaktadır ( $15.85 \pm 0.91$ ,  $16.18 \pm 12.43$ ,  $17.11 \pm 1.59$ ,  $16.59 \pm 12.38$ ). Beklenenden farklı olarak kontrol grubunun değerleri amatör lig grubundan azdır (25).

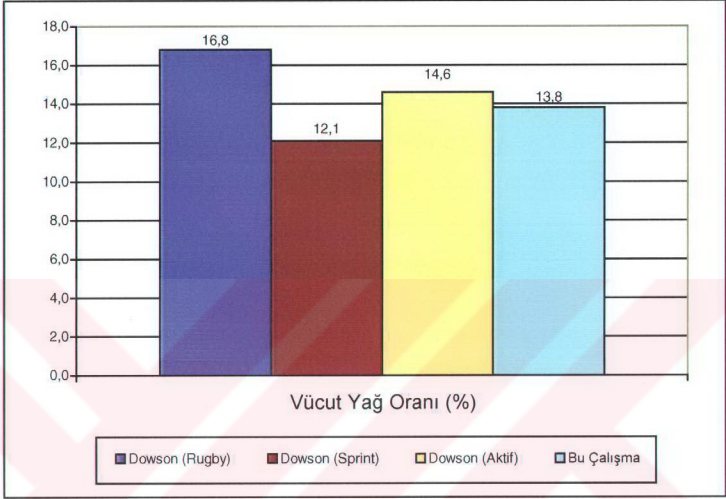
Şifaver'in elde ettiği vücut (%) yağ oranı ( $19.58 \pm 3.66$ ) araştırmada elde edilen değerlerden fazladır. Bunun sporcuların antrenman durumuyla ilgili olduğu düşünülmektedir (75).

Pehlivan'ın şampiyon takımlar üzerinde yaptığı çalışmada saptanan değerler, özellikle voleybolcularda, bu çalışma değerlerinden düşüktür. Bu, şampiyon olan bir takım için beklenen bir sonuçtur ( $12.03 \pm 1.44$ ,  $12.25 \pm 1.35$ ,  $11.80 \pm 1.54$ ). (65)

Dowson ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada vücut yağ oranları (%) yaşları 23.6 (yıl) olan 8 rugby oyuncusunda  $16.8 \pm 3.7$ , yaşları 22.5 (yıl) olan 8 sprinterde  $12.1 \pm 1.9$  ve yaş ortalamaları 28.5 (yıl) olan 24 aktif sporcuda  $14.6 \pm 3.8$  bulunmuştur(19).



Bu araştırmada ise yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$  (yıl) olan 15 bayan elit voleybolcuda yüzde yağ oranı  $13.79 \pm 1.94$  bulunmuştur.



Grafik 6: Bu araştırmadaki vücut yağ oranı ile Yabancı sporcuların vücut yağ oranlarının karşılaştırılması

Dowson'un (19) alışmasında çıkan sonuçlar beklenildiği üzere, yaş arttıkça yağ oranlarının artması şeklinde dir. Bizdeki değerlerden farklı olması ise spor branşlarının ve cinsiyetin farklılığına bağlanabilir.

Kadınlar genelde erkeklerden daha fazla yağ dokusuna sahiptirler. Kadın ve erkeklerde vücutun %3-5'i kadar oranda esansiyel yağ vardır. Kadınlarda buna ek olarak %5-8 cinsiyete özel yağ mevcuttur. Üniversite ağındaki kadınlarda yağ oranı %20-25, elit sporcularda ise %13-18 arasındadır (80).

Vücut yağ oranının yüksekliği egzersizde sınırlayıcı bir faktördür. Düzenli antrenman yapan kişilerde bu oran azalır (80).

#### 4.1.4. Dikey Sıçrama

Cicioğlu ve arkadaşları yaş ortalamaları  $20.9\pm3.5$ ,  $20.9\pm3.8$  ve  $21.3\pm2.0$  olan bayan basketbol, hentbol ve voleybolculardan oluşan üç grupta dikey sıçrama değerlerini (cm) sırasıyla  $42.2\pm4.7$ ,  $39.1\pm3.8$  ve  $45.5\pm4.4$  (cm) olarak bulmuşlardır (18).

Buğdaycı ve arkadaşlarının 73'ü amatör ve 51'i profesyonel toplam 124 futbolcuda yaptıkları bir çalışmada dikey sıçrama değerlerinin amatörlerde  $49.57\pm6.81$  cm ve profesyonellerde  $49.39\pm4.42$  cm olduğu saptanmıştır (16).

İşleğen ve arkadaşlarının 15 ve 17 yaş genç milli futbol takımlarında yaptığı çalışmada; dikey sıçrama değerleri 15 yaş grubunda  $53.3\pm5.0$  cm, 17 yaş grubunda  $52.8\pm4.8$  cm. bulunmuştur (40).

Günaydın ve arkadaşlarının yaş ort.  $19.67\pm2.50$  yıl, boy ort.  $162.67\pm4.90$  cm. ve vücut ağırlık ort.  $60.33\pm10.67$  kg. olan bayan milli takım güreşçilerinde saptadığı dikey sıçrama yüksekliği  $33.28\pm3.61$  cm. dir (32).

Eler ve arkadaşlarının yaş ort. 23.35 yıl, boy ort. 176.21 cm. olan ve süper ligde oynayan bayan voleybolcular üzerinde yaptığı bir çalışmada dikey sıçrama değerleri 8 haftalık çabuk kuvvet antrenmanı döneminden sonra  $50.92\pm3.45$  cm olarak bulunmuştur (22).

Ağaoğlu ve arkadaşlarının hentbolcular üzerinde yaptığı çalışmada dikey sıçrama değerleri 16 kişilik denek grubunda (yaş ort.20 yıl, boy ort. 180 cm, ağırlık ort. 77 kg), 8 haftalık plyometrik antrenman döneminden sonra 55.93 cm, 16 kişilik kontrol grubunda (yaş ort. 20 yıl, boy ort. 182 cm, ağırlık ort. 76 kg.) ise 56.81 cm bulunmuştur (3).

Kılınç ve arkadaşlarının ümit milli bayan basketbolcularında yaptığı çalışmada dikey sıçrama değerleri  $42.5\pm5.48$  cm olarak tespit edilmiştir (51).

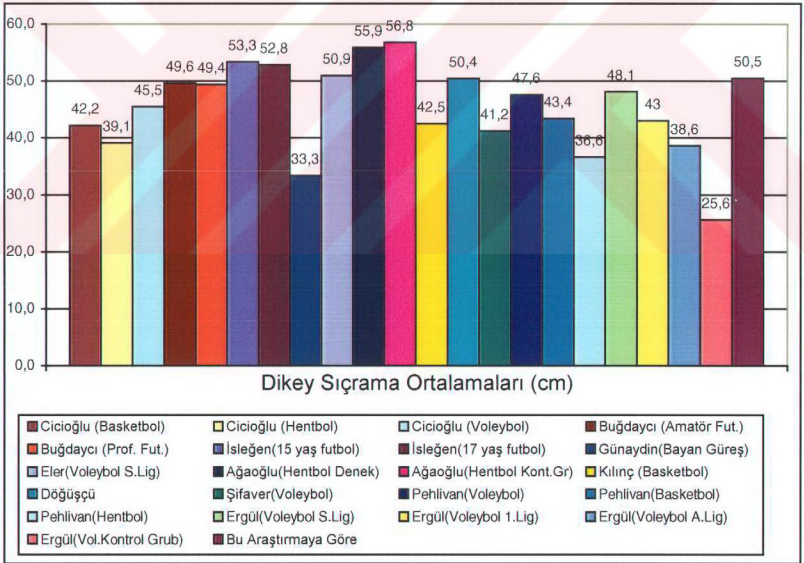
Döğüşçü'nün 8 haftalık kombine kuvvet çalışması yapan sporcularda elde ettiği dikey sıçrama yüksekliği  $50.4\pm9.58$  cm dir (20).

Şifaver'in üniversite takımında oynayan bayan voleybolcular üzerindeki çalışmasında sporcuların dikey sıçrama yüksekliği  $41.20 \pm 7.38$  cm bulunmuştur(75)

Pehlivan'ın 1995-1996 sezonunda Türkiye I. Deplasmanlı liginde şampiyon olan bayan basketbol, hentbol ve voleybol takımları üzerinde yaptığı çalışmada dikey sıçrama yükseklikleri, sırasıyla,  $43.40 \pm 3.40$ ,  $36.58 \pm 5.23$ ,  $47.58 \pm 9.98$  cm olarak saptanmıştır (65).

Ergül'ün elit ve elit olmayan bayan voleybolcularda yaptığı çalışmada ise dikey sıçrama yükseklikleri, süper lig için  $48.09 \pm 4.61$ , 1. lig için  $43.0 \pm 3.25$ , amatör lig için  $38.6 \pm 2.98$  ve kontrol grubu için  $25.75 \pm 3.93$  cm olarak belirlenmiştir (25).

Bu araştırmada yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$  (yıl) olan bayan (n=15) elit voleybolcuların dikey sıçrama değerleri  $50.53 \pm 5.4$  bulunmuştur.



Grafik 7: Bu araştırmadaki dikey sıçrama ortalamaları ile Türk sporcuların karşılaştırılması

Cicioğlu ve arkadaşlarının (18) üç branşta aldığı dikey sıçrama yüksekliği değerleri ortalamalarında en yüksek sonuç voleybolcularda çıkmasına rağmen, bu araştırmada elde edilen değgerlere ulaşamamıştır. Buna etken olarak, sporcuların yaşlarının ve kas kuvvetlerinin bu çalışmadaki deneklerin ortalamalarından düşük olmasına bağlı olduğu düşünölmektedir.

Buğdaycı'nın (16) çalışmasında hem amatör, hem de profesyonel futbolcuların değerleri bu çalışmadaki değerlere benzer bulunmuştur .

İşleğen ve arkadaşlarının bulduğu sonuçlar, bu çalışmayla mukayese edildiğinde yaşla birlikte dikey sıçrama değerlerinin düştüğu görölmüştür. Genç sporcuların teste motivasyonları veya antrenmandan kaynaklanan yorgunluk durumlarının bu sonuçları doğurabileceği düşünölmüştür (40)

Günaydın ve arkadaşlarının güreşçilerde saptadığı dikey sıçrama değeri (33.28 cm) voleybolcuların değerlerine oranla oldukça düşüktür. Güreş sporunun genel karakteristiği içinde sıçramanın olmaması bu sonucu normal kılmıştır(32).

Eler ve arkadaşlarının 8 haftalık çabuk kuvvet antrenmanı döneminden sonra bulduğu değerler bu çalışmanın değerleriyle benzerdir. Her iki grubun da süper lig düzeyinde olması buna neden olarak düşünölmektedir (22).

Ağaoğlu ve arkadaşlarının hentbolcular üzerinde yaptığı çalışmada, 8 haftalık plyometrik antrenman döneminden sonra saptanan dikey sıçrama değerleri bu çalışmadaki değerlerden yüksektir. Plyometrik antrenmanın sıçrama yüksekliği üzerinde en etkili antrenman yöntemi olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla antrenmanlar öncesi bu çalışma sonuçlarına denk olan değerlerin artması normal kabul edilmektedir (3).

Kılınç ve arkadaşlarının bulduğu dikey sıçrama değeri bu çalışmadaki voleybolcuların değerlerinden düşüktür. Bu sonucun spor branşının farklılığından kaynaklanacağı düşünölmektedir (51).

Döğüşçü'nün elde ettiği değerler bu çalışmanın değerleriyle benzerdir (20).



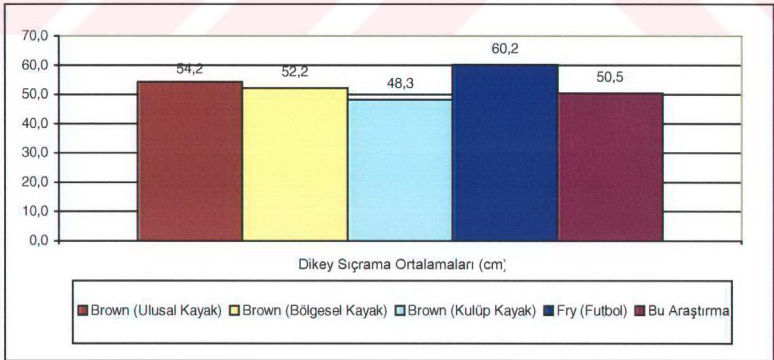
Şifaver'in üniversite takımında oynayan bayan voleybolcular üzerindeki çalışmasında saptadığı dikey sıçrama yükseklikleri bu çalışmanın değerlerinden oldukça düşüktür. Bunun antrenman durumuyla ilgili olduğu düşünülmektedir (75).

Pehlivan'ın çalışmasında ulaşılan dikey sıçrama yüksekliği değerleri bu çalışmaya göre düşüktür. Özellikle voleybolcu grup incelendiğinde, çıkan sonuç ölçüm yönteminin ve ortamının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (65).

Ergül'ün elit ve elit olmayan bayan voleybolcularda yaptığı çalışmada elde ettiği dikey sıçrama yükseklikleri beklendiği gibi süper ligden kontrol grubuna doğru azalmaktadır. Süper lig değerleri de bu çalışma değerlerinden düşüktür (25).

Brown ve Wilkinson'un yaptığı bir çalışmada ulusal, bölgesel ve kulüp düzeyindeki Alp kayakçıların yaş ortalamaları sırasıyla  $21.9 \pm 0.6$ ,  $18.6 \pm 0.4$  ve  $17.1 \pm 0.2$  cm; dikey sıçrama yükseklikleri  $54.2 \pm 1.2$ ,  $52.2 \pm 1.5$  ve  $48.3 \pm 0.8$  cm dir. (15)

Amerika'da üniversite futbol takımından alınmış oyuncuların fiziksel performans karakterlerini araştırmak için NCAA I.lig'inden 6 kişi, II. den 7 kişi ve III. den 6 kişi üzerinde yapılmış çalışmada dikey sıçrama yüksekliği  $60.2 \pm 9.1$  cm bulunmuştur. (29)



Grafik 8: Bu araştırmadaki Dikey sıçrama ortalamaları ile Yabancı sporcuların karşılaştırılması

Brown ve Wilkinson'un (15) yaptığı çalışmada üç grup Alp kayakçısının dikey sıçrama değerleri yaşlarına doğru orantılı olarak, beklendiği gibi, azalmaktadır. Buna bağlı olarak spor branşının ve cinsiyetin farklılığı dikey sıçrama değerlerinde de bir farklılığın doğmasına zemin hazırladığı düşünülmektedir.

Fry'ın (29) dikey sıçramada elde ettiği sonuçlar bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre yüksektir. Buna farklı antrenman yöntemlerinin sebep olduğu düşünülmektedir.

#### 4.1.5. Zirve (Pik) Tork (Nm)

Dowson ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 24 elit sporcuya ait zirve tork değerleri düşük, orta ve yüksek açısız hızlarda; konsantrik ekstensiyon için  $255\pm43.5$ ,  $195\pm30.4$ ,  $163\pm28.4$  Nm iken konsantrik fleksiyonda ise bu değerler sırasıyla  $157\pm32.1$ ,  $129\pm27.4$  ve  $112\pm27.9$  Nm bulunmuştur. (19)

Alexander'ın yaptığı çalışmada 22 elit sprintere ait değerleri düşük ve yüksek açısız hızlarda şu şekilde saptamışlardır; diz ekstensiyon değerleri 14 erkek sporcu için  $267\pm42$ ,  $212\pm38$  Nm, fleksiyon değerleri  $169\pm24$ ,  $166\pm29$  Nm, 8 bayan sporcu için aynı değerler ise ekstansiyon için  $171\pm40$ ,  $127\pm12$  Nm, fleksiyon için  $111\pm18$  e  $108\pm16$  Nm dir. (7)

Koutedakis ve arkadaşlarının 48 erkek ve 41 bayan kürekçi ile 20 erkek dansçı üzerinde yaptıkları çalışmada düşük açısız hızda diz fleksiyon değerleri sırasıyla  $161\pm21$ ,  $119\pm17$  ve  $121\pm15$  Nm iken diz ekstensiyonu için  $318\pm35$ ,  $235\pm26$  ve  $248\pm24$  Nm.; yüksek açısız hızda ise fleksiyon için  $113\pm15$ ,  $76\pm9$ ,  $81\pm10$  Nm iken ekstensiyonda  $175\pm19$ ,  $121\pm14$  ve  $131\pm12$  Nm bulunmuştur. Ayrıca 22 bayan kürekçi için saptadıkları 8 ay süreli antrenman periyodu öncesi(\*) ve sonrası (\*\*) değerler ise düşük açısız hızda fleksiyon esnasında  $118\pm19$ ,  $145\pm15$  Nm; ekstensiyon esnasında  $229\pm28$ ,  $240\pm23$  Nm iken yüksek açısız hızda fleksiyon için  $78\pm10$ ,  $80\pm7$  Nm, ekstensiyonda  $128\pm13$  ve  $117\pm12$  Nm olmuştur. (53)

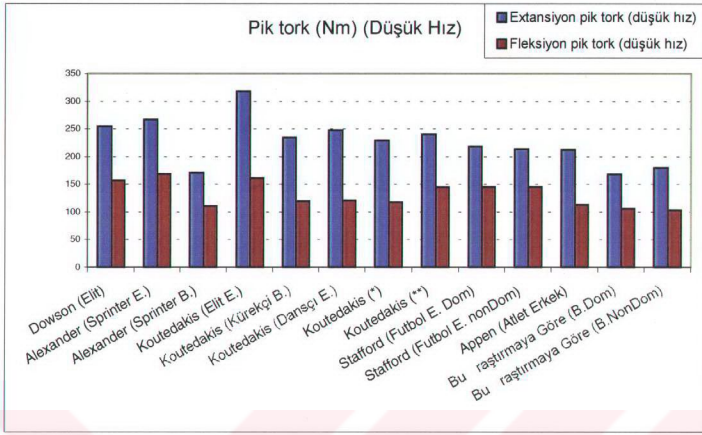
Stafford ve Grana' nın yaşları 18 ile 24 arasında değişen 60 liseli futbol oyuncusu üzerinde yaptıkları çalışmada dominant bacak için fleksiyon değeri düşük, orta ve yüksek açısız hızlarda  $145.2 \pm 27.29$ ,  $119.6 \pm 25.42$ ,  $83.3 \pm 16.88$  Nm iken ekstensiyon değerleri  $218.4 \pm 34.65$ ,  $165.6 \pm 32.8$  ve  $101.7 \pm 17.74$  Nm ve diğer bacak için fleksiyon değerleri aynı hızlarda sırasıyla  $145.4 \pm 25.60$ ,  $118.0 \pm 24.43$ ,  $80.7 \pm 16.30$  Nm; ekstensiyonda ise  $213.7 \pm 33.53$ ,  $158.1 \pm 32.21$ ,  $95.4 \pm 19$  Nm. olarak bulunmuştur. (73)

Poulmedis'in erkek futbol oyuncularını (yaş ort. 28) üzerinde yaptığı çalışmada orta dereceli hızda ( $180^\circ/\text{sn}$ ) dominant bacak için fleksiyon  $93,3$  Nm, ekstensiyon  $126,3$  Nm. olarak saptanmıştır. (69)

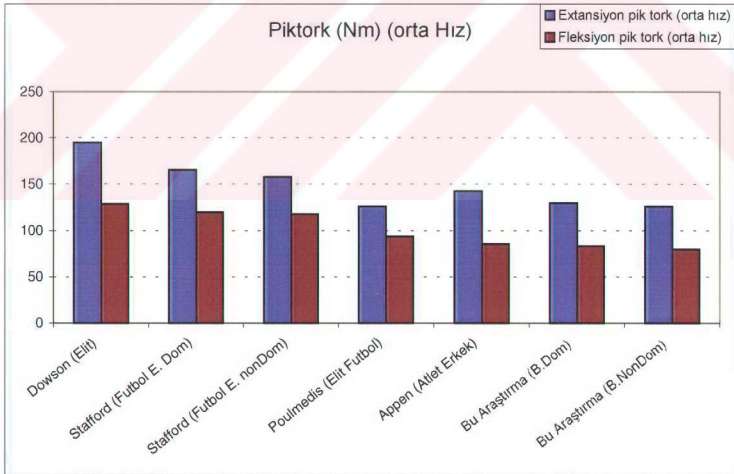
Appen ve Duncan'ın kolej atletlerinde (yaş ort.18-21) yaptığı ölçümlerde dominant bacakta; düşük, orta ve yüksek hızlarda fleksiyon değerleri sırasıyla  $112,9$ -  $85,7$ -  $65,3$  ve ekstensiyon için sırasıyla  $212,2$ -  $142,8$ -  $106,1$  değerleri bulunmuştur. (10)

Bu araştırmaya göre bayan elit voleybolcularda düşük, orta ve yüksek hızlarda dominant bacakta, fleksiyon değerleri sırasıyla  $168,3$ -  $129,8$ -  $95,4$ ; ekstensiyon değerleri  $106,4$ -  $83,0$ -  $58,1$  iken nondominant bacakta fleksiyonda sırasıyla  $180,0$ -  $126,0$ -  $94,3$  ve ekstensiyonda  $103,0$ -  $79,4$ -  $55,6$  değerleri bulunmuştur.

Bu çalışma sonucunda elde edilen değerlerin çeşitli kaynaklarla kıyaslanması sırasıyla düşük, orta ve yüksek açısız hızlar için tablo 9, 10 ve 11 de gösterilmiştir

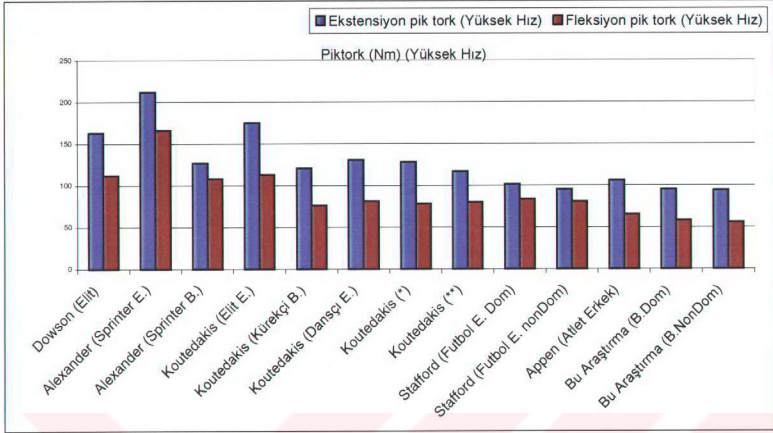


Grafik 9: Düşük hızdaki (30°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork değerleri



Grafik 10: Orta hızdaki (180°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork değerleri





Grafik 11: Yüksek hızdaki (300°/sn) fleksiyon ve ekstensiyon zirve tork değerleri

Bu çalışmanın sonuçları literatürdeki çalışmaların sonuçları ile benzer bulunmuştur; hız arttıkça hamstring kas grubu ve m. quadriceps femoris'in pik tork oranları düşmüştür, tüm hızlarda m. quadriceps femoris değerleri hamstring kas grubu değerlerinden ve dominant diz nondominant dizden yüksektir. Quadriceps'in etkili olduğu diz ekstensiyonu özellikle sprintte ve dikey sıçramada önemlidir. Rakamsal olarak bakıldığında ise farklı branşlarda ve erkek sporcular üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları bu çalışmada elde edilen değerlerden yüksektir.

Dowson (19) ve Alexander'ın (7) değerleri bu çalışmanın değerlerinden oldukça yüksek bulunmuştur, nedeni spor branşının ve cinsiyetin farklı olması olabilir. Alexander'ın bayanlar üzerinde yaptığı çalışmanın sonuçları düşük hızlarda bu çalışma değerlerine yakinken yüksek hızlarda fark, özellikle fleksiyonda belirgin olarak artmıştır. Buna neden kürekte fleksiyonda etkili olan hamstring kasının iyi antrene edilmiş olması, bu çalışmadaki denekleri ise yüksek hızdaki teste tam uyum sağlayamaması ile değerlerin düşük olması düşünülmektedir.

Koutedakis ve arkadaşlarının (53) 48 erkek ve 41 bayan küreççi ile 20 erkek dansçı üzerinde yaptıkları çalışmada düşük ve yüksek açısız hızlarda diz fleksiyon ve ekstensiyon değerleri ile 22 bayanda yaptıkları egzersiz öncesi ve

sonrası ölçüm sonuçları bu çalışmadaki değerlerden oldukça yüksek bulunmuştur. Kürek sporu ve dansa uygulanan antrenman yöntemlerinin farklı olması bu sonucu doğurmuş olabilir.

Stafford ve Grana' nın (73) yaşları 18 ile 24 arasında değişen 60 lise futbol oyuncusu üzerinde yaptıkları çalışmada dominant ve nondominant olarak fleksiyon ekstensiyon oranı yine bu çalışmadaki değerlerden farklı olarak yüksektir, futbol branşında alt ekstremitenin çok önemli olması ile kuvvet çalışmalarının bu bölgelere daha fazla uygulanması buna neden olarak gösterilebilir.

Poulmedis'in (69) erkek futbol oyuncuları (yaş ort. 28) üzerinde yaptığı çalışmadaki veriler bu çalışmadakilere yakındır. Branşları futbol ve cinsiyetleri farklı olmasına rağmen sonuçların birbirine yakın bulunması futbolcuların antrenman durumlarına bağlanabilir.

Appen ve Duncan'ın (10) kolej atletlerinde (yaş ort.18-21) yaptığı ölçümlerde dominant bacakdaki fleksiyon değerleri bizim değerlere yakındır. Ekstensiyon değerlerinin daha yüksek olması atletizmde alt ekstremitenin ve özellikle quadriceps kasının önemli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.1.6. Zirve (Pik) Tork / Vücut Ağırlığı (kg)**

Dowson ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 24 elit sporcuya ait zirve tork/kg değerleri düşük, orta ve yüksek açısız hızlarda; konsantrik ekstensiyon için  $3.23 \pm 0.43$ ,  $2.47 \pm 0.28$ ,  $2.06 \pm 0.26$  Nm/kg iken konsantrik fleksiyon da ise bu değerler sırasıyla  $1.98 \pm 0.32$ ,  $1.63 \pm 0.26$  ve  $1.41 \pm 0.29$  Nm/kg olarak bulunmuştur. (19)

Alexander'ın yaptığı çalışmada 22 elit sprintere ait değerleri düşük ve yüksek açısız hızlarda zirve tork/kg değerleri 14 erkek sporcu için  $3.65 \pm 0.6$ ,  $2.90 \pm 0.5$ , fleksiyon değerleri  $2.32 \pm 0.36$ ,  $2.25 \pm 0.32$  Nm/kg, 8 bayan sporcu için aynı değerler ise ekstensiyon için  $3.83 \pm 0.8$ ,  $3.78 \pm 0.7$ , fleksiyon için  $2.43 \pm 0.42$ ,  $2.41 \pm 0.44$  Nm/kg dir. (7)

Thorstensson ve arkadaşlarının 9 sprinter, 6 kayakçı, 7 yürüyüş sporcusu ve 7 orienteering (yön bulma) sporcusunda düşük ve orta hızlarda saptadıkları zirve

tork/kg değerleri sırasıyla ; sprinterler için 3.5, 2.75, kayakçılar için 3.1, 2.4; yürüyüş sporu yapanlar için 2.75, 2.0, orieentering sporu yapanlar için ise 2.5, 1.7 ve sedanterler için 2,8, 2,0 dir. (78)

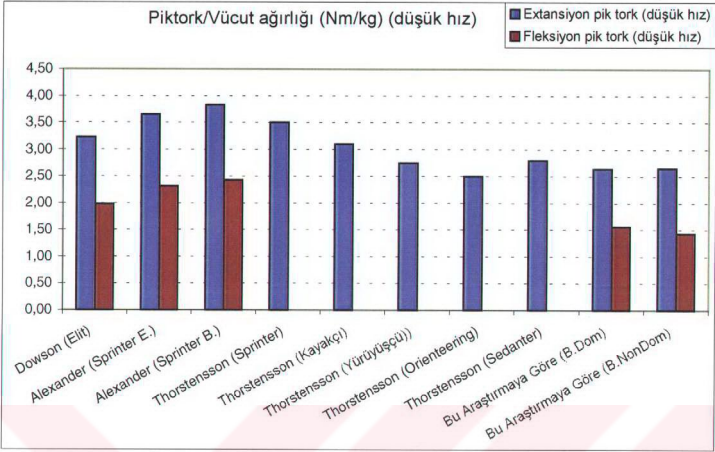
Brown ve Wilkinson'un sol bacak üzerinde yaptığı bir çalışmada Alp kayakçılarının zirve tork/kg değerleri (düşük hızda sırasıyla ulusal düzeydekilerde (n=10)  $3.98 \pm 0.14$ , bölgesel düzeydekilerde (n=10)  $3.88 \pm 0.17$  ve kulüp düzeydekilerde (n=22)  $3.44 \pm 0.10$  bulunurken;) orta düzeydeki hızda sırasıyla  $2.08 \pm 0.05$ ,  $2.07 \pm 0.07$  ve  $2.01 \pm 0.09$  olarak bulunmuştur. (15)

Hageman ve arkadaşları yaşları 21-33 arasında değişen aktif bireylerde orta derecedeki hızda ( $180^\circ/\text{sn}$ ) dominant bacak için fleksiyon değeri 1,83; ekstensiyon değeri 2,17 Nm/kg bulunmuştur. (34)

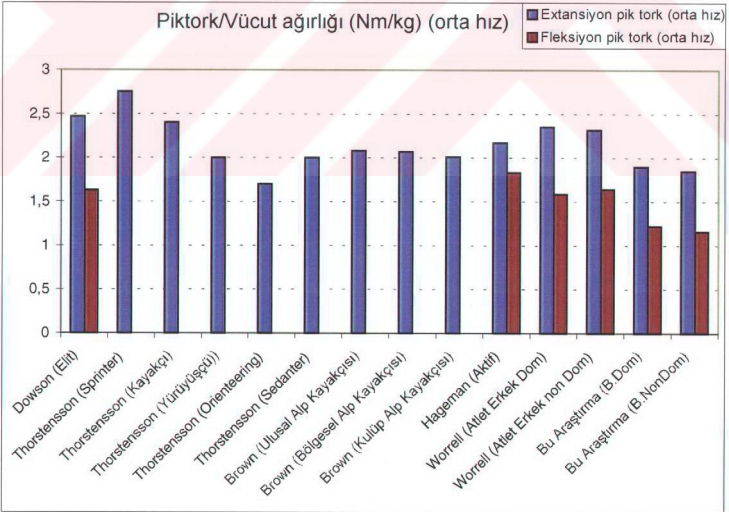
Worrell ve arkadaşlarının erkek atletlerde (yaş ort. 21) yaptığı çalışmada orta derecede dominant bacakta elde edilen değerler fleksiyonda 1,59, ekstensiyonda 2,35 iken nondominant bacakta fleksiyonda 1,64, ekstensiyonda 2,32 dir. (90)

Bu çalışmada düşük, orta ve yüksek hızlarda dominant bacakta fleksiyon safhasında elde edilen değerler 1,56- 1,22- 0,85; ekstensiyon safhasında 2,64- 1,90- 1,40 iken nondominant bacakta fleksiyon safhasında 1,43- 1,16- 0,81; ekstensiyon safhasında 2,65- 1,85- 1,38 Nm/kg dir.

Bu çalışmada elde edilen değerlerin diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması sırasıyla düşük, orta ve yüksek hızlar için tablo 12, 13 ve 14 de ele alınmıştır.

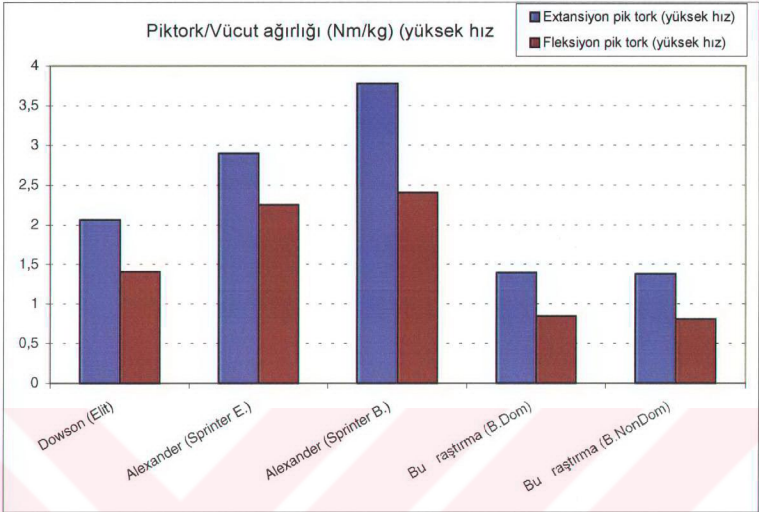


Grafik 12: Düşük hızdaki ( $60^{\circ}/sn$ ) flexiyon ve ekstansiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri



Grafik 13: Orta hızdaki ( $180^{\circ}/sn$ ) flexiyon ve ekstansiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri





Grafik 14: Yüksek hızdaki ( $300^{\circ}/sn$ ) fleksiyon ve ekstansiyon zirve tork/vücut ağırlığı değerleri

Ortaya çıkarılan pik tork değerlerinin sporcunun vücut ağırlığına bölümüyle Nm/kg değeri elde edilir. Normal koşullarda açılma hızı arttıkça azalan bir özellik gösterir.

Dowson'un (19), Alexander'ın (7), Thorstensson ve arkadaşlarının (78), Brown ve Wilkinson'un (15), Hageman ve arkadaşlarının (34) ve Worrell ve arkadaşlarının (90) elde ettiği değerler bu çalışmadaki değerlerden yüksektir. Spor branşının farklılığından dolayı pik tork değerleri yüksektir. Pik tork değerlerinin yüksek olmasının bir sonucu olarak, elde edilen değerler yüksektir.

#### 4.1.7. Hamstring/ Quadriceps (H/Q) Oranı

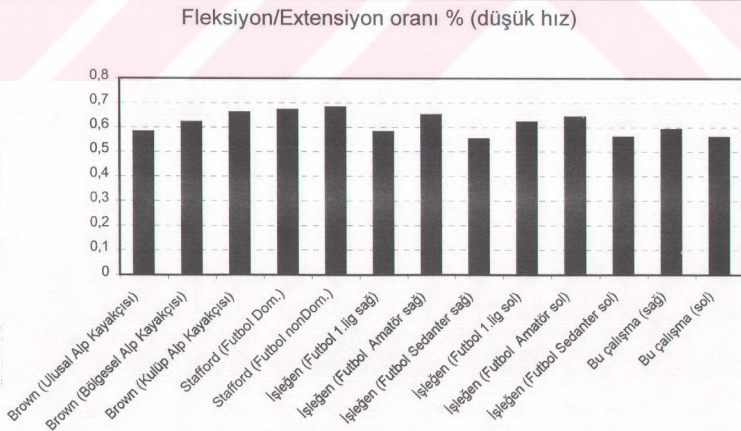
Brown ve Wilkinson' un 42 Kanadalı erkek Alp kayakçısı üzerinde yaptıkları çalışmada düşük açılma hızında H/Q oranı 10 ulusal düzeydeki sporcu için  $0,58 \pm 1,4$ , 10 bölgesel düzeyde sporcu için  $0,62 \pm 1,7$ , ve 22 kulüp kayakçısı için ise  $0,66 \pm 1,9$  olarak saptanmıştır. (15)

Stafford ve Grana' nın yaşları 18 ile 24 arasında değişen 60 liseli futbol oyuncusu üzerinde yaptıkları çalışmada dominant bacak için H/Q değeri düşük, orta ve yüksek açısız hızlarda  $0.67 \pm 0.099$ ,  $0.73 \pm 0.107$  ve  $0.82 \pm 0.122$  iken bu değerler non-dominant bacakta  $0.68 \pm 0.086$ ,  $0.75 \pm 0.095$  ve  $0.85 \pm 0.093$  bulunmuştur (73).

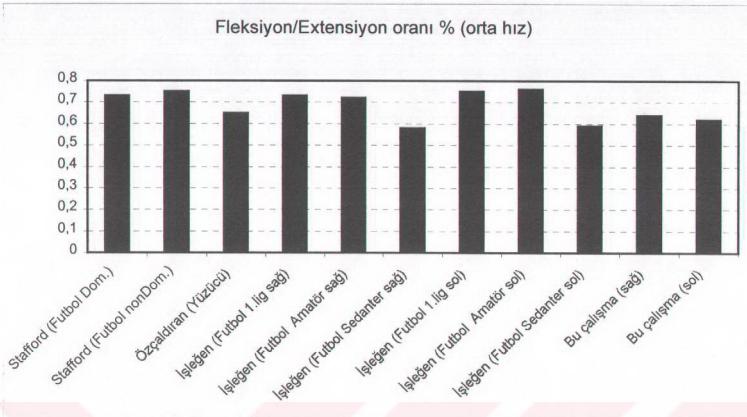
Özçaldıran ve arkadaşlarının 180 ve 300 /sn lik açısız hızlarda yaptıkları çalışmada H/Q oranı sırasıyla,  $0.65 \pm 0.27$  ve  $0.78 \pm 0.22$  bulunmuştur.(62)

İşleğen ve arkadaşlarının çalışmasında düşük, orta ve yüksek hızlarda profesyonel I.lig futbolcularında sağ bacakta H/Q oranı sırasıyla 0,58- 0,73- 0,74; sol bacakta 0,62- 0,75- 0,68 ölçülmüştür.Amatör futbolcu grupta ise sağ bacakta değerler 0.65- 0.72- 0.69; sol bacakta 0,64- 0,76- 0,75 oranları bulunmuştur. Aynı açısız hızlarda sedanterlerde ise sırasıyla sağ bacakta 0,55- 0,58- 0,64; sol bacakta 0,56- 0,59- 0,62 sonucuna ulaşılmıştır (41)

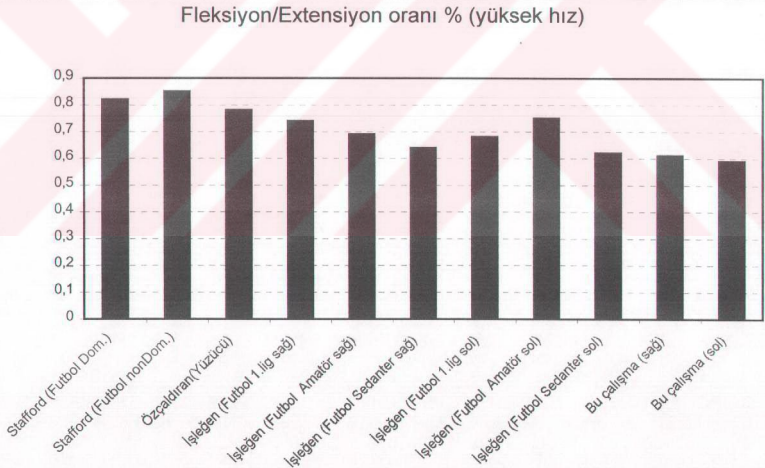
Bu çalışmada elit bayan voleybolcularda düşük, orta ve yüksek açısız hızlarda, sağ bacakta elde edilen oranlar, sırasıyla 0,59- 0,64- 0,61 iken sol bacakta 0,56- 0,62- 0,59 bulunmuştur.



Grafik 15: Düşük hızdaki (60°/sn) fleksiyon/ekstensiyon oranı(%)değerleri



Grafik 16: Orta hızdaki ( $180^{\circ}/sn$ ) fleksiyon/ekstensiyon oranı(%) değerleri



Grafik 17: Yüksek hızdaki ( $300^{\circ}/sn$ ) fleksiyon/ekstensiyon oranı(%) değerleri

Diz fleksiyonu ve ekstensiyonu için pik tork değerleri oranı literatürde hamstring quadiceps oranı olarak adlandırılır.

Bu çalışmada fleksiyon/ekstensiyon oranı literatüre uygun olarak kabul edilen sınırlar içindedir (0,43-0,90 arasında değişmekle beraber; ortalaması olan 0,60) fakat beklenenden farklı olarak, hız arttıkça artması gereken değerler 300°/sn' de azalmıştır. Buna neden olarak, sporcuların bu hızdaki teste uyum sağlayamaması, yeterince konsantre olamaması kabul edilmektedir. Dominant ve nondominant bacaklar arasında dominant'ın değerleri biraz daha yüksektir, fakat literatürde kabul gören bilateral H/Q oranı (%90) sınırları içindedir (41).

Dominant ve nondominant arasındaki belirgin kuvvet farkı sakatlık öncesi ölçümlerde önemlidir. Nedeni sakatlık sonrası spora dönüşte elde edilen değerlerle mukayeseye fırsat verecektir. Değerlendirmede dikkat edilmesi gereken ise sporun özelliğine göre test hızlarının belirlenmesidir, futbolda 200-300°/sn'nin seçilmesi gibi, ki bu her spor branşına göre değişir.

Brown ve Wilkinson' un (15) üç farklı düzeydeki erkek Alp kayakçıları üzerinde yaptığı incelemede düşük açısız hızda H/Q oranı sırasıyla, 0,58-0,62-0,66 bulunmuştur. Beklendiği gibi sporcuları kategori seviyeleri yükseldikçe H/Q oranı az da olsa azalmıştır.

Stafford ve Grana' nın (73) lise futbol oyuncularını üzerinde yaptıkları çalışmada dominant bacak için H/Q değeri düşük, orta ve yüksek açısız hızlarda 0.67-0.82; nondominant bacak için 0.68-0.85 arasında bulunmuştur. Bu sonuçların yapılan araştırmada elde edilen değerlerden yüksek olması, futbolcularda bu spor dalının gereği olarak hamstring kasının daha kuvvetli olmasından kaynaklanmaktadır.

Özçaldıran ve arkadaşlarının (62) 180 ve 300 /sn lik açısız hızlarda yaptıkları çalışmada bulunan fleksiyon/ekstensiyon değerleri literatüre uygun olarak hız artışı ile artma göstermiştir. Saptanan değerler bu araştırmadaki değerlere oranla yüksektir. Spor dalının farklı olması ve deneklerin erkek gruptan oluşması buna neden olarak gösterilebilir.

İşleğen ve arkadaşlarının (41) düşük, orta ve yüksek hızlarda yapılan çalışmasında hızla doğru orantılı olarak artan değerler profesyonel l.lig futbolcularında sol bacakta ve amatör futbolcu grupta sağ bacakta 300°/sn'de

azalarak farklılık göstermiştir. Buna ; futbolda hareketlerin meydana geldiği ortalama hızın  $233^{\circ}/sn$  olması, dolayısıyla  $300^{\circ}/sn$  lik antrenmanların az olmasının neden olabileceği düşünülebilir.





## 4.2. SONUÇ

Atletizmde atlama branşlarında, basketbol, voleybol ve hatta hentbol gibi sporlarda sıçrama yüksekliği başarıya ulaşmada etken olan faktörlerin başında gelir. Dikey sıçramanın artırılmasında ise tekniğin yanında kassal kuvvet önem kazanır. Son yıllarda kasın sabit bir hızla kasılırken kasta ortaya çıkan gerimin bütün hareket boyunca eklemin hareket açılarında maksimal tutulduğu izokinetik egzersizlere ve dolayısıyla da izokinetik makinalara yönelinmiştir.

Bu nedenlerle yapılan araştırmada elit bayan voleybolcuların dikey sıçrama yüksekliği ile dikey sıçramada etkili olan diz ekleminin özellikle fleksiyon ve ekstensiyon hareketlerindeki izokinetik kuvveti değerlendirilmiştir.

### 4.2.1. Fiziksel Profiller

Çalışmaya katılan bayan voleybolcuların yaş ortalamaları  $22.06 \pm 4.71$  yıl, boy uzunlukları  $180.33 \pm 4.82$  cm., vücut ağırlıkları  $68.13 \pm 5.76$  kg., vücut yağ oranları  $13.79 \pm 1.94$  (%) ve dikey sıçrama yükseklikleri  $50.53 \pm 5.40$  cm. olarak saptanmıştır. Bu araştırma bulguları literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında benzerlikler ve farklılıklar olduğu saptanmıştır, bu durumun literatürde incelenen sporcuların farklı branşlardan olmasından ve farklı yaş gruplarında bulunmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 4.2.2. İzokinetik Kuvvet Testi Parametreleri

Sporculara kendi spor branşlarının doğasına uygun bir test protokolünün seçilmesi önemlidir. Voleybol, genelde 2-2.5 saatlik maçların oynandığı bir branş olması açısından özel dayanıklılığa sahip ve oyunun gereği olarak smaç ve blok sıçramalarını, defansta 2-3 m.lik sprintleri ve ani planjönleri içermesi bakımından da anaerobik gücü içeren bir spor dalıdır. Bu açıdan bakıldığında düşük, orta ve yüksek hızlardaki test protokollerinin voleybolda yeri olduğundan, ancak sıçrama söz konusu olduğunda özellikle yüksek hızların gerekliliğinden bahsedilebilir.

Dizin fleksiyon ve ekstensiyon hareketi genel bir protokol olan  $60^\circ$ -  $180^\circ$  ve  $300^\circ/\text{sn.}$ 'lik hızlarda gerçekleştirilmiş, fleksiyon ve ekstensiyon safhasındaki pik

(zirve) tork (Nm), zirve tork/vücut ağırlığı (Nm/kg), toplam iş (BWR,J) ve ortalama güç (BWR, Watts) değerleri elde edilmiştir. Literatüre uygun olarak; açısal hız arttıkça pik tork, pik tork/kg ve toplam iş değerleri artmış, ortalama güç değerleri ise azalmıştır. Yerli ve yabancı çalışmalarla karşılaştırıldığında ise branş ve cinsiyet farklılığından kaynaklanan bazı farklılıklar gözlenmiştir.

Sağ-sol farkı % (deficit) değerleri, 300°/sn. de hem fleksiyon hem de ekstensiyondaki standart sapmaları fazla olmakla beraber, kabul edilebilir (%10) sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

Özellikle hamstring kas grubu sakatlıklarında kabul edilen H/Q oranıyla ilgili çok çeşitli görüşler vardır. Literatürde 0.43-0.90 arasında değişen çok çeşitli değerler elde edilmiştir. Fakat 0.60 değeri geniş bir kesim tarafından kabul görmüştür. Yapılan çalışmadaki değerler de bu görüşü destekler niteliktedir. Hızla beraber artması gereken değerler sadece 300°/sn.'lerde azalma göstermiştir. Buna neden olarak deneklerin bu test hızına uyum sağlayamamış oldukları düşünülmektedir

Hamstring kas grubu yaralanmalarıyla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu yaralanmaların nedeni olarak stretching egzersizlerinin yeterli düzeyde (egzersizlerin ısınma periyodunda, ana bölümde ve soğuma periyodunda) yapılmaması, kas kuvvetini artıran egzersizlerin ihmal edilmesi, hamstring(uyluk arka kısım kasları) / quadiceps (uyluk ön kısım kasları) kuvvet oranının dengesizliği literatürde çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (40).

H/Q oranlarında sakatlıkların oluşmasından önce saptanacak dengesizlik, sporcuya uygulanacak antrenman programının belirlenmesinde yol gösterici olacaktır (40).

Fiziksel özelliklerle fleksiyon ve ekstensiyon değerleri ilişkilendirildiğinde 60°/sn'deki sağ fleksiyon pik tork/kg değeriyle % yağ oranı arasında negatif ( $p < 0.05$ ), 60° ile 300°/sn.'deki sağ ekstensiyon pik tork/kg değerleriyle yaş arasında negatif ( $p < 0.001$ ) ve 300°/sn.'deki sol ekstensiyon pik tork/kg değerleriyle yaş ve % yağ arasında yine negatif olan ( $p < 0.05$ ) anlamlı bir ilişki saptanmıştır.

Fleksiyon, ekstensiyon ve fleksiyon/ekstensiyon pik tork değerleri sağ ve sol olarak kıyaslandığında sadece 180°/sn.'deki sağ ekstensiyon pik tork değerinin sola oranla anlamlı olarak yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $p<0.05$ ).

Fleksiyon ve ekstensiyonun pik tork/vücut ağırlığı oranları sağ ve sol olarak karşılaştırıldığında ise sadece 180°/sn.'deki ekstensiyon pik tork/kg oranında sağ bacak yönünde anlamlı bir yükseklik vardır ( $p<0.05$ ).

Eldeki tüm kuvvet parametreleri son olarak sıçrama yüksekliği ile karşılaştırılmış; 180°/sn de sağ ekstensiyon pik tork/kg, 300°/sn de yine sağ ekstensiyonun ortalama güç değerleri ile sol ekstensiyon 300°/ sn.'de pik tork/kg ve 180° ve 300°/sn 'lerde ortalama güç değerleri ve sol fleksiyon 300°/sn'deki pik tork/kg değerleri sıçrama yüksekliği değerleri ile anlamlı olarak ilişkili bulunmuştur ( $p<0.05$ ).





### 4.3. ÖZET

Araştırma voleybolcuların izokinetik diz kuvveti ile dikey sıçrama yükseklikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacı ile yapılmıştır.

Bu amaçla, araştırma yaş ortalaması  $22.06 \pm 4.71$  yıl olan süper ligde oynayan 15 bayan voleybolcuda yapılmıştır.

Voleybolcuların fizyolojik profilleri (boy, vücut ağırlığı, vücut yağ oranı (%), dikey sıçrama) ve izokinetik kuvvet testi ile izokinetik diz fleksiyon ve ekstensiyon kuvvetleri saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlar, geçmişte bu amaca uygun yapılmış diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırıldığında, bu çalışmada kaydedilen izokinetik diz kuvveti değerleri daha düşük bulunmuştur.

Çalışmalardaki bayan ve erkek sporcuların gerek fiziksel özelliklerinin gerekse spor branşlarının farklılığı bu çalışmada elde edilen sonuçların daha düşük olmasına neden olarak düşünülmektedir. Ayrıca teste uyumun ve test sırasında deneğin cesaretlendirilmesinin de sonuçlarda etkili olduğu saptanmıştır.

Araştırmada voleybolcuların izokinetik diz kuvveti ile dikey sıçrama yükseklikleri arasında, özellikle sol bacakta, anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır.

#### **4.4. SUMMARY**

##### **THE RELATIONSHIP BETWEEN ISOKINETIC KNEE STRENGTH AND VERTICAL JUMP HEIGHT IN ELIT VOLLEYBALL PLAYERS**

This study was made for determining the relationship between isokinetic knee strength and vertical jump height.

With this aim, 15 women volleyball players are taken voluntarily in this study. They are ( $22.06 \pm 4.71$  years) playing in super lig.

Volleyball players' physiological profiles (height, body weight, body fat ratio (%), vertical jump) are determined. In addition by using the isokinetic test isokinetic knee flexion and extension strength are evaluated.

When the present study was compared with similar studies, reported data for isokinetic knee strength were found lower than the others. It might be caused by differences in physical characteristics and sport disciplines of participants. It is thought that test's environment and encouragement of the subjects during the test affect the results.

Consequently, statistical relationship was found especially on left leg.

#### 4.5. KAYNAKLAR

1. Acar M.F., "Futbolda Çocuk ve Gençlerin Antrenmanları", İzmir, Meta Basım, 2000: 69-72
2. Açıkada C., Demirel H., "Biyomekanik ve Hareket Bilgisi", Anadolu Üniversitesi, Etam A.Ş., 1993
3. Ağaoğlu A., Kaldırımcı M., Taşmektepligil Y., "Ağırlık Topuyla Yapılan Plyometrik Antrenmanın Hentbolcuların Dikey Sıçraması ve Atış Kuvvetine Etkisi", 1.Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Kongresi, 2000: 58-66
4. Ağaoğlu S., Taşmektepligil Y., Tutkun E. ve ark., "Üniversiteli Güreş, Futbol ve Voleybolcuların Bazı Fizyolojik ve Antropometrik Değerlerinin Karşılaştırılması", IV. Spor Bilimleri Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı, Hacettepe Üniversitesi, 1996; 36
5. Akgün N., "Egzersiz ve Spor Fizyolojisi I." Ege Üniversitesi Basımevi, 5. Baskı, İzmir, 1994
6. Akkurt, Spor Bilimleri Dergisi, 5-3,1994: 3-23
7. Alexander J.L., "Peak Torque Values For Antagonist Muscle Groups And Concentric And Eccentric Contraction", Arch Phys Med. Rehabil., 71-1990: 334-339
8. Alter, M.J., "Science of Stretching", Human Kinetics Books, Champaign, Illinois,1988,
9. Altıparmak E., "Voleybol", Yayınlanmamış Ders Notları, Ege Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, 2000, 2-7
- 10.Appen L., Duncan P.W., "Strength Relationship of the Knee Musculature: Effects of Gravity and Sport", J. of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 7-1986: 232-235
- 11.Baltzopoulos V. Brodie D.A., "Isokinetic dynamometry. Application and Limitations", Sports Medicine, 8-1989:101-116,
- 12.Bengü M., "Adam Voleybol", Adam Yayıncılık ve Matbaacılık A.Ş., 1983: 9

13. Bobbert MF, Harlaar J., "Evaluation of Moment-Angle Curves In Isokinetic Knee Extension", *Medicine Science in Sports and Exercise*, 25-1992: 251-259
14. Briner William W, Benjamin, Holly J., "Volleyball Injuries - Managing Acute and Overuse Disorders", *The Physician and Sportsmedicine*, 27,3-1999  
<<http://www.pysssportsmed.com/issues/1999/briner.htm>>(Ziyaret:ocak 2001)
15. Brown S.L., Wilkinson J.G., "Characteristics Of National, Divisional And Club Male Alpine Ski Racers", *Medicine Science And Sports Exercise*, 15-1983: 491-495
16. Buğdaycı S., İnal A.N., Akkuş H., "Profesyonel Futbolcularla Amatör Futbolcuların Fiziksel Parametrelerinin Karşılaştırılması", II. Futbol ve Bilim Kongresi, Program ve Bildiri Özetleri Kitapçığı, 2000, 21
17. Burnie J., Brodie D.A., "Isokinetic measurement in preadolescent males", *International. J.of Sports Medicine*, 7-1986: 205-209
18. Cicioğlu İ., Günay M., Gökdemir K., "Farklı Branşlardaki Elit Bayan Sporcuların Fiziksel ve Fizyolojik Profillerinin Karşılaştırılması" Gazi Üniversitesi, *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 3,4-1998: 9-16
19. Dowson M.N., Nevill M.E., Lakomy H.K.A., Nevill A.M., Hazeldine R.J., "Modelling The Relationship Between Isokinetic Muscle Strength And Sprint Running Performance", *Journal of Sports Science*, 16-1988: 257-265
20. Döğüşçü, M., "Bayan Voleybolcularda Kombine Kuvvet Antrenmanı İle Plyometrik Antrenman Programlarının Dikey Sıçrama Kuvvetine Etkisi". Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1999
21. Dündar U., "Antrenman Teorisi", 3. bası, Bağırhan Kitabevi Ankara, 1996:23
22. Eler N., Sevim Y., Büyükyazı G., "Dairesel Çabuk Kuvvet Antrenman Metodunun Üst Düzey Bayan Voleybolcuların Bazı Motorik ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi". 1.Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Kongresi, 2000: 29-36
23. Enoka, R.M., "Neuromechanical Basis of Kinesiology", *Human Kinetics Books*, Champaign, Illinois, 1988

24. Erdinç T., "İzokinetik Kuvvet Ölçen Dinamometrenin (Cybex) Özellikleri", Yayınlanmamış Ders Notları, 1993:1-2
25. Ergül F., "Elit Olan Ve Olmayan Bayan Voleybolcuların Fiziksel ve Fizyolojik Profillerinin Değerlendirilmesi". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1995
26. Fox E.L., Mathews D.K., "The Physiological Basis of Physical Education and Athletics", CBS College Publishing, Japonya, 1985: 95
27. Fox, Bowers, Foss, (Cerit M.), "Beden Eğitimi Ve Sporun Fizyolojik Temelleri", Bağırğan Yayımevi, 1999: 80,81
28. Fry A.C., Kraemer W.J., Weseman C.A., et al, "The Effects Of An Off-Season Strength And Conditioning Program On Starters And Non-Starters İn Women's Intercollegiate Volleyball", J. Applied Sport Science Research, 5-1991:174-181
29. Fry,A.C, Kraemer,W.J., "Physical Performance Characteristics Of American Collegiate Football Players", Journal-Of-Applied-Sport-Science-Research-(Lincoln,-Neb.), 5(3), 1991, 126-138
30. Fulco C.S., Rock P.B., Muza S.R., et al, "Reproducible Voluntary Muscle Performance During Constant Work Rate Dynamic Leg Exercise", International. J. of Sports Medicine, 21-2000: 102-106
31. Guyton A.C., "Fizyoloji I", Güven Kitabevi Yayınları, 1. Baskı, Ankara, 1977
32. Günaydın G., Koç H., Cicioğlu İ., "Türk Bayan Milli Takım Güreşçilerinin Fiziksel Ve Fizyolojik Profillerinin Belirlenmesi". 1.Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Kongresi, 2000: 22-28
33. Gür, H., "İzokinetik Dinamometrenin Tanısal Amaçlı Kullanımı: Çeşitli Diz Yaralanmalarında Elde Edilen İzokinetik Tork Eğrilerinin Analizi" I. Klinik Spor Hekimliği Sempozyumu Kitabı, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, 1995, 16
34. Hageman P.A., Gillaspie D.M., Hill L.D., "Effects of Speed and Limb Dominance on Eccentric and Concentric İzokinetik Testing of the Knee", J of Orthopaedic. And Sports Physical Therapy. 10-1988: 59-65

35. Hazır M., Hazır T., Ergün N., Algun C., "Milli Sporcularda İzokinetik Kas Kuvveti", IV. Milli Spor Hekimliği Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı, İzmir, 1993:40
36. Hazır M., Hazır T., Ergün N., Ufuk P., "Değişik Branştan Sporcularda Fleksiyon/Ekstensiyon İzokinetik Kas Kuvveti Oranları", IV. Milli Spor Hekimliği Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı, İzmir, 1993:39
37. International Olympic Committee (IOC) Medical Commission, Sports Medicine Manual, Hurford Enterprises. Canada, 1990: 29
38. Irgang JJ., Safran MR., Fu FH., "The Knee: Ligamentous and Meniscal Injuries". In: Zachazewski J.E., Magee D.J., Quillen W.S., editors. "Athletic Injuries and Rehabilitation". 1st ed. Philadelphia; W.B. Saunders co.; 1996: 729-756
39. İmamoğlu O., Özer K., Muratlı S., Hergüner G., "Bayan Judo Milli Takım Sporcularında Antropometrik Ve Bazı Fizyolojik Parametrelerin İncelenmesi", Spor Hekimliği Dergisi, 31-1996: 177-188
40. İşleğen Ç., Açıkada C., Özkara A ve ark., " Bir Kısım Profesyonel I. Futbol Ligi Takımlarında Oynayan Futbolcuların Kuvvet ve Dayanıklılık Özellikleri", Spor Hekimliği Dergisi, 32-1997: 181-192
41. İşleğen Ç., Karamızrak O., Ertat A., Varol R., "15 ve 17 Yaş Genç Milli Futbol Takımlarının Bazı Sağlık Muayene Sonuçları", Vücut Kompozisyonu Ve Fiziksel Uygunluk Özellikleri. Spor Hekimliği Dergisi, 24(3)-1989: 71-77
42. Kalyon T.A. "Spor Hekimliği" GATA Yayınları, Ankara, 1990: 13-20
43. Kalyon T.A., "Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları", Gata Basımevi, 4. baskı, Ankara, 1997, 8-19
44. Kannus P, Jarvinen M., "Prediction of torque acceleration energy and power of thigh muscle from peak torque". Medicine Science and Sports Exercises, 21-1989: 304-307
45. Kannus P, Yasuda K., "Value of Isokinetic Angle-specific torque measurements in normal and injured knees". Medicine Science and Sports Exercises, 24,3-1992: 292-297



46. Kannus P., "Isokinetic Evaluation Of Muscular Performance: Implication For Muscle Testing And Rehabilitation", International J. of Sports Medicine, 15-1994: 11-18
47. Kannus P., "Relationship Between Peak Torque Total Work In An Isokinetic Contraction Of The Medial Collateral Ligament Insufficient Knee". International J. of Sports Medicine, 9-1988:294-296
48. Kannus P., Jarvinen M., "Maximal Peak Torque As A Predictor Of Peak Angular Impulse And Average Power Of Thigh Muscles- An Isometric And Isokinetic Study". International J. Sports Medicine, 11-1990: 146-149
49. Kannus, P., "Normality, Variability and Predictability of Work, Power and Torque Acceleration Energy With Respect to Peak Torque in Isokinetic Muscle Testing". Int. J. of Sports Medicine, 13-1992: 249-256
50. Karakuş S., Kılınç F., "Masa Tenisi Milli Takımına Ait Bazı Morfolojik ve Fonksiyonel Komponentlerin İncelenmesi", Performans Dergisi, Ege Üniversitesi, 3-1997:112-120
51. Kılınç F., Günay M., Gökdemir K., "Ümit Milli Bayan Basketbolcuların Bazı Fizyolojik, Biyomotorik Özellikleri ve Postür Yapılarının İncelenmesi", 1.Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Kongresi, 2000: 184-191
52. Korkmaz F., Kuter F.Ö., "Avrupa Olimpiyat Ön- Elemelerine Katılan Bayan Voleybol Ulusal Takımlarının Performans Analizi", Performans Dergisi, Ege Üniversitesi, 4(3-4),1998: 85-92
53. Koutedakis Y., Frischknecht R., Murthy M., "Knee Flexion to Extension Peak Torque Ratios and Low-Back Injuries in Highly Active Individuals", International J of Sports Medicine, 18-1997: 290-295
54. Lossifidou A.N., Baltzopoulos V., "Inertial Effects on the Assessment of Performance in Isokinetic Dynamometry". International J. of Sports Medicine, 19-1998: 567-573
55. MacDougall J., Wenger H., Green H., "Physiological Testing of the High-performance Athlete". Human kinetics pub. Champaign, illinois, 1991:84

56. McConnel J, Fulkerson J., "The Knee: Patellofemoral and Soft Tissue Injuries". In: Zachazewski J.E., Magee D.J., Quillen W.S., editors. "Athletic Injuries and Rehabilitation". 1st ed. Philadelphia; W.B. Saunders co.;1996: 693-728
57. Mellion M.B., Michael W.M., Shelton G.L., "The Team Physician's Handbook" in Fardel D., M.B. Mellion, Hanley And Belfus, Philadelphia, USA,1990: 510
58. Muratlı S., Toraman F., Çetin E., "Sportif Hareketlerin Biyomekanik Temelleri", Bağırğan Yayınevi, Ankara, 2000, 285-290
59. Nalçakan M., "Klasik Bale Dansçılarında Eklem Hareket Açıklığı ve Yaralanmaların Değerlendirilmesi". Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2001, 19-23
60. Netter F.H., "Kas- İskelet Sistemi". The Ciba Collection of Medical Illustration, Ciba Geigy Limited, Switzerland, 1989
61. Odar İ.V., "Anatomi Ders Kitabı", Elif Matbaacılık, 2. Baskı,1980: 135-143
62. Özçaldıran B., Acar M., Durmaz B., "Yüzücülerde İzokinetik Tork Değişimleri: Kurbağalamacı Dizi", Performans Dergisi, Ege Üniversitesi, 3,4-1998: 93-98
63. Özer K., "Çocuklarda Motor Gelişim", Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1998
64. Öztürk L., Aktan Z.A., Varol T., "İşlevsel Anatomi", Saray Kitabevi, İzmir, 1997
65. Pehlivan Z., "1995-1996 Sezonunda, Türkiye 1. Deplasmanlı Bayanlar Basketbol, Hentbol ve Voleybol Liglerinde Şampiyon Olan Sporcuların Fiziksel Ve Fizyolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1997
66. Perrin D.H., "Isokinetic Exercise and Assessment", Human Kinetics Publishers, 1997

67. Pollock M.L., Wilmore J.H., Fox. S.M., "Exercise in Health and Disease", Saunders Company, Philadelphia, 1984, 131
68. Position Stand The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults", Medicine Sci. and Sports Exc. 29, 6-1988 (www.fivestaradvantage.com/flexogym/ie.html)
69. Poulmedis P., "Isokinetic Maximal Torque Power of Greek Elite Soccer Players", J. of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 6-1985: 293-295
70. Prokop L. (Aksoy F.), "Spor Hekimliğine Giriş", New York, 1983, 10
71. Reilly T., Secher N., Snell P., Williams C., "Physiology of Sports", Chapman&Hall, India, 4. bası, 1997, 427-453
72. Rowland T.W., Human Kinetics Pub, USA, 1996, 215-217
73. Stafford M.G., Grana W.A., "Hamstring / Quadriceps Ratios In College Football Players: A High Velocity Evaluation", The American Journal Of Sports Medicine, 12-1984: 209-211
74. Şemin İ., Kayatekin M., Selamoğlu S., Acarbay Ş., "Bir Elit Erkek Hentbol Takımı Oyuncularında Fiziksel İş Kapasitesinin Solunum Parametreleri ve Vücut Yağ Oranı İle İlişkisinin Araştırılması", Spor Hekimliği Dergisi, 29-1994: 1-7
75. Şifaver Ü., "Sezon Öncesi Sekiz Haftalık Antrenman Uygulamasının Selçuk Üniversitesi Bayan Voleybol Takımının Vücut Kompozisyonuna ve Anaerobik Güce Etkilerinin Araştırılması". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 1991
76. T.C. Başbakanlık Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü, Voleybol Federasyonu Başkanlığı, "Uluslararası Voleybol Oyun Kuralları", Ankara, 1993
77. Tamer K., "Fiziksel Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi", Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara, 1991, 24-27

78. Thorstensson A., Larsson L., Tesch P., Karlsson J., "Muscle Strength and Fiber Composition in Athletes and Sedentary Men", *Medicine Science in Sports and Exercise*, 9-1977: 26-30
79. Tiryaki S.E., "Voleybol Öğretimi", Ankara, Bağırhan Yayınvevi, 1999: 2
80. Turgut A., Ünal N., Köse N., ve ark., "Spor Yapan ve Yapmayan Genç Bayanlarda Vücut Yağ Oranları ve Yağ Dağılımları", *Spor Hekimliği Dergisi*, 33-1998: 67-75
81. Uz A., "12-14 Yaş Grubu Kız ve Erkek Yüzücülerin İzokinetik Kas Kuvvetlerinin Karşılaştırılması", *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, 2000: 85
82. Varol R., Taşkıran Y., "Elit bayan hentbolcularda, bazı solunum ve kan parametrelerinin sezon öncesi ve sonrası değerlerinin karşılaştırılması", *Performans Dergisi*, Ege Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, 1, 2-1995: 83-89
83. Varol T., Öztürk L., "İşlevsel Hareket Sistemi ve Kinezyoloji", Saray Medikal Yayıncılık, İzmir, 1999, 29-31
84. Verstappen F.T.J., Veldhuizen J.W., Twellaar M., Drost M.R., Kuipers H., "Isokinetic Aerobic Power Output Testing of the Quadriceps Muscle", *International J. of Sports Medicine*, 19-1998: 485-89
85. Webb D.R., "Strength Training in Children and Adolescents", *Pediatric Clinics of North America*, 37-1990: 1187-1210
86. Weineck J.(Elmacı S.), "Sporda İşlevsel Anatomi", Bağırhan Yayımevi, Ankara, 1998,121
87. Wilmore J.H., Costill D.L., "Training for Sport and Activity", Third Edition, Human Kinetics Pub, USA, 1993: 293
88. Wilmore J.H., Costill D.L., "Physiology of Sport and Exercise", Human Kinetics Pub, USA, 1994: 410

89. Wirhed R., "Athletic Ability and The Anatomy of Motion", Wolfe Medical Publications Ltd., London, 1988: 15
90. Worrell T.W., Perrin D.H., Gansneder B.M., Gieck J.H., "Comparison of Isokinetic Strength and Flexibility Measures Between Hamstring Injuries and Non-Injured Athletes", J of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 13-1991: 118-125
91. Zachazewski J.E., Magee D.J., Quillen W.S, "Athletic Injuries and Rehabilitation", Saunders Company, USA, 1996: 59
92. Ziyagil M.A., "Kinesiyoloji ve Fonksiyonel Anatomi", Ankara, Emel Matbaacılık Ltd. Şti., 1995: 69
93. Zotsiorsky V.M., "Kinematics of Human Motion", Human Kinetics 1998: 301-305

**ÖZGEÇMİŞ**

11 Temmuz 1977 yılında İzmir' de doğdum. İlk ve orta öğrenimi İzmir'de, sırasıyla, Yeşilyurt İlkokulu, Eşrefpaşa Ortaokulu ve Selma Yiğitalp Lisesi'nde tamamladım.

Yüksek öğrenimi 1998 yılında Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu' nda bitirdim. 1998-1999 döneminde Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı' nda yüksek lisans öğrenimine başladım.

Halen, Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümü Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı' nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.

