



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**ELİT HENTBOLCULARDA İZOKİNETİK KUVVET, KAS  
AKTİVASYONU, SIÇRAMA VE DENGE  
PERFORMANSININ ATIŞ İSABETİNE ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Yücel MAKARACI**

**Samsun  
Mayıs-2019**





ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**ELİT HENTBOLCULARDA İZOKİNETİK KUVVET, KAS  
AKTİVASYONU, SIÇRAMA VE DENGE  
PERFORMANSININ ATIŞ İSABETİNE ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Yücel MAKARACI**

**Danışman  
Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU**

**Samsun  
Mayıs-2019**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yücel MAKARACI tarafından Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU danışmanlığında hazırlanan “ELİT HENTBOLCULARDA İZOKİNETİK KUVVET, KAS AKTİVASYONU, SIÇRAMA VE DENGE PERFORMANSININ ATIŞ İSABETİNE ETKİSİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 30/05/2019 tarihinde yapılan sınav ile Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında DOKTORA Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Özgür BOSTANCI  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Tülin ATAN  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÜL  
Cumhuriyet Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Güner ÇİÇEK  
Hitit Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / .... /.....

**Prof. Dr. Ahmet UZUN**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın oluşumu ve sonrasındaki tüm aşamalarında, fikirleriyle yol gösterip katkılarını esirgemeyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi ve aynı zamanda danışman hocam Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU'na;

Tez izleme komitemde yer alıp, her türlü konuda desteklerini gördüğüm Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyeleri Doç. Dr. Özgür BOSTANCI ve Doç. Dr. Tülin ATAN'a;

Tezin veri toplama aşaması ve düzenlenmesinde hep beraber olduğum Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN, Dr. Öğr. Üyesi Bade YAMAK, Öğr. Gör. Dr. Hamza KÜÇÜK, Arş. Gör. Gül ÇAVUŞOĞLU, Arş. Gör. Ali Kerim YILMAZ ve diğer mesai arkadaşlarıma;

Ölçümler için gerekli ortamın sağlanması hususunda sürekli yardımlarına başvurduğum Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi idari personellerine;

Tüm eğitim hayatım boyunca benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan; bu zorlu süreçte manevi desteklerini hep hissettiğim ve hissedeceğim aileme;

*En içten duygularıyla teşekkür ederim...*

Bu çalışma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ), Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO.YDS.1904.18.001 kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) olarak desteklenmiştir.

## ÖZET

### ELİT HENTBOLCULARDA İZOKİNETİK KUVVET, KAS AKTİVASYONU, SİÇRAMA VE DENGE PERFORMANSININ ATIŞ İSABETİNE ETKİSİ

**Amaç:** Elit hentbolcularda izokinetik kuvvet, kassal aktivasyon, sıçrama, denge ve atış hızı parametrelerinin şut isabeti ile ilişkisini incelemektir.

**Materyal ve Metot:** Çalışmaya, Türkiye Hentbol Federasyonu (THF) Süper Ligi ve/veya 1.Lig’inde aktif olarak oynayan toplam 17 erkek hentbolcu (yaş ort: 23,17±3,10 yıl; vücut ağırlığı ort: 85,52±13,48 kg; boy ort: 184,35±6,56 cm) katılmıştır. Katılımcılar, izokinetik kuvvet (omuz), kas aktivasyonu, dikey sıçrama ve denge testlerine tabi tutulmuştur. Ayrıca “Şut İsabeti Testi” uygulanmış olup, test esnasındaki atışların hızları “Radar Tabancası” ile belirlenmiştir. Ölçümü gerçekleştirilen parametrelerin şut isabeti oranı üzerindeki etkisini belirlemek için basit doğrusal ve lojistik regresyon analizleri kullanılmıştır.

**Bulgular:** Vücut ağırlığı, boy, sıçrama gücü ve omuzda internal rotasyon (90°, 180° ve 240° açısız hızlar) peak tork değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Kas aktivasyonu, statik-dinamik denge ve atış hızı değişkenleri ile şut isabeti oranı arasında ise anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Çalışma sonuçlarına göre; ölçümü yapılan bazı parametrelerin şut isabeti oranı üzerinde istatistiki olarak (negatif yönde) bir etki gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçlar çerçevesinde; hentbolda hayati bir öneme sahip olan “gol” kavramı ve bununla paralel olarak şut performansının birçok fizyolojik ve psikolojik faktörden etkilendiği net olarak görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Denge; Hentbol; İsabet; İzokinetik kuvvet; Sıçrama; Şut

Yücel MAKARACI, Doktora Tezi  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, Mayıs-2019

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF ISOKINETIC STRENGTH, MUSCULAR ACTIVATION, JUMPING AND BALANCE PERFORMANCES ON THROWING ACCURACY IN ELITE HANDBALL PLAYERS

**Aim:** The aim of this study is to examine the relationship between isokinetic strength, muscular activation, jumping, balance, throwing velocity parameters and shooting accuracy in elite handball players.

**Material and Method:** The study group consisted of 17 men handballers (mean age: 23.17±3.10 years; mean weight: 85.52±13.48 kg; mean height: 184.35±6.56 cm) who are actively playing in Turkey Handball Federation (THF) Super League and / or 1st League. The participants were subjected to isokinetic strength (shoulder), muscle activation, vertical jumping and balance tests. Furthermore, Shooting Accuracy Test was applied and the velocity of the shots was recorded with “Radar Gun”. Simple linear and logistic regression analyses were applied to determine the effect of measured parameters on shooting accuracy ratio.

**Results:** A statistically significant negative relationship was observed between body weight, height, jumping power, shoulder internal rotation (90°, 180°, 240° angular speeds) peak torque variables and shooting accuracy ratio ( $p<0.05$ ). No significant relationship was found between muscular activation, static-dynamic balance, throwing velocity variables and shooting accuracy ratio ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results of the study; some of the parameters measured were found to have a statistically significant (negative) effect on shooting accuracy ratio. Within the framework of these results; it is clear that the concept of “goal” which has a vital importance in handball and in parallel with this shooting performance was found to be affected by many different physiological and psychological factors.

**Keywords:** Accuracy; Balance; Handball; Isokinetic strength; Jumping; Shooting

Yücel MAKARACI, Ph.D. Thesis  
Ondokuz Mayıs University - Samsun, May-2019

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

**%** : Yüzde

**°** : Derece

**ACh** : Asetilkolin

**ADP** : Adanizindifosfat

**Ag/AgCl** : Gümüş/Gümüş Klorür

**amp** : Amplitüd

**ark** : Arkadaşları

**ATP** : Adanizintrifosfat

**Ca<sup>2+</sup>** : Kalsiyum İyonları

**cm** : Santimetre

**EMG** : Elektromyografi

**ER** : Eksternal Rotasyon

**IHF** : International Handball Federation (Uluslararası Hentbol Federasyonu)

**IR** : İnternal Rotasyon

**km/h** : Kilometre/Saat

**m/sn** : Metre/Saniye

**MİK** : Maksimal İstemli Kasılma

**Mm** : Milimetre

**Ms** : Milisaniye

**MSS** : Merkezi Sinir Sistemi

**MÜAP** : Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli



<b>mV</b>	: Milivolt
<b>Nm</b>	: Newton/Metre
<b>p</b>	: İstatistiki Anlamlılık Değeri
<b>RMS</b>	: Root Mean Square (Karelerin Ortalaması)
<b>S.H.</b>	: Standart Hata
<b>S.S.</b>	: Standart Sapma
<b>sEMG</b>	: Yüzeyel EMG
<b>sn</b>	: Saniye
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for the Social Sciences
<b>SR</b>	: Sarkoplazmik Retikulum
<b>THF</b>	: Türkiye Hentbol Federasyonu
<b>W</b>	: Watt
$\bar{X}$	: Aritmetik Ortalama
$\mu\text{V}$	: Mikrovolt

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>4</b>
2.1. Hentbol.....	4
2.1.1. Takım Sporü Olarak Hentbol ve Tarihsel Gelişimi .....	4
2.1.2. Hentbolda Kale Atışları.....	5
2.1.3. Yüksek Temel Atış.....	5
2.1.4. Sıçrayarak Atış.....	6
2.1.5. Düşerek Atış .....	7
2.1.6. Hentbolda Kale Atışlarına Etki Eden Faktörler .....	8
2.1.7. Hentbolda Atış Hızı ve Şut İsbeti İlişkisi .....	9
2.2. İzokinetik Kuvvet .....	11
2.2.1. İzokinetik Ölçüm .....	13
2.2.2. İzokinetik Testlerde Dikkat Edilmesi Gereken Konular .....	14
2.2.3. İzokinetik Test Verisinin Yorumlanması .....	15
2.3. Kassal Aktivasyon .....	16
2.3.1. Kas Türleri ve Özellikleri.....	16
2.3.2. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması .....	18
2.3.3. Kas Kasılma Çeşitleri.....	19
2.3.4. Elektromyografi (EMG) .....	21
2.3.5. EMG Kayıt Elektrot Çeşitleri .....	22
2.3.6. EMG Sinyalinin Ölçtüğü Kassal Aktivasyon .....	24
2.4. Sıçrama.....	26
2.4.1. Sıçrama Kuvveti.....	26
2.4.2. Dikey Sıçramalar .....	27
2.4.3. Yatay Sıçrama.....	27
2.4.4. Derinlik Sıçramaları .....	27
2.4.5. Sıçrama Hareketinin Biyomekaniği .....	28

2.5. Denge .....	28
2.5.1. Statik Denge .....	29
2.5.2. Dinamik Denge .....	29
2.5.3. Denge ve Sportif Performans.....	29
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>31</b>
3.1. Araştırma Grubu .....	31
3.2. Test Protokolleri .....	31
3.2.1. Şut (Atış) İsabedi Testi.....	31
3.2.2. İzokinetik Kas Kuvveti Testi.....	32
3.2.3. Kas Aktivasyonu Ölçümü.....	33
3.2.4. Dikey Sıçrama (Static Jump) Testi .....	34
3.2.5. İzokinetik Denge Ölçümü.....	35
3.3. İstatistiki Analiz.....	36
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>37</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>45</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>60</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>64</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>80</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>81</b>

## 1. GİRİŞ

Hentbol, antrenman ve müsabaka esnasında insan anatomisine yoğun yüklenme formlarını barındıran bir spor dalıdır. Koşma, sprint, hızlı yön değiştirme, sıçrama ve atma gibi aksiyonların çok önemli olduğu ve sporcular arasında şiddetli vücut temasları içeren bir takım sporudur (Ravier ve Demouge, 2016). Mevcut oyun kuralları, müsabaka seviyesini ve oyunun gelişimini sürekli olarak etkilemektedir. Hentbolda savunma oyuncusu, atış yapacak hücum oyuncusunun hareketini engellemek, atışını bozmak ve onu, gerçekleşmesi olası farklı şut aksiyonları esnasında etkisiz hale getirmek için devamlı olarak stratejiler geliştirmek zorundadır. Bu durumda vücut stabilitesinin sağlanması ve duruş postüründeki diğer motorsal aksiyonlar, hentbolda oldukça aktif bir rol oynayarak yapılması gerekli olan temel becerilerle ilgili uyumun sağlanması konusunda destek görevi görmektedirler (Kayacan ve Makaracı, 2017).

Hentbolda bir takımın diğerine karşı galip gelebilmesi için, atışların isabeti ve hızı son derece ön plana çıkmaktadır. Seviyesi ne olursa olsun, güç ve kalite olarak birbirine yakın takımların karşılaşmalarında çoğu zaman müsabaka sonucunu bir gollük farklılıklar belirlemektedir (Wagner ve Müller 2008; Çetin ve Muratlı, 2010; Kovacs, 2011). Hentbolda hücum oyuncusu, şut esnasında rakibin teması ve müdahalesinden kaçınarak atışını gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Bu durum, topun farklı taktiksel varyasyonlar sonucu atış yapan oyuncuya ulaşması ve değişik atış tekniklerinden faydalanmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bir hentbol müsabakasında atışların ortalama %73-75'i sıçrayarak atış, %14-18'i dayanma adımı ile atış (yüksek temel atış), %6-9'u penaltı atışı (7 metre atışı); geri kalan kısmı ise düşerek atış ve diğer atış formlarından oluşmaktadır (Wagner ve Müller, 2008). Hentbolda kale atışlarında isabet ve hız, oyuncuların dikkat etmesi gereken en önemli parametrelerdendir. Fakat, şutun isabetli olmasını sağlamak için, maksimum veya maksimuma yakın hızda gerçekleşen bir atışın gerekliliğine rağmen, isabet her zaman bu şekilde gerçekleşmeyebilir. Bu yüzden atış esnasında, atış hızı ve isabetlilik kavramı birbiriyle ilişki halindedir ve sporcunun sürekli tekrar yaparak isabet ve atış hızı uyumunu sağlaması gerekmektedir (Gorostiaga ve ark., 2005; Freeston ve ark., 2007; Ortega-Becerra ve ark., 2018). Bu uyumun ve koordinasyonun sağlanmasında ise özellikle hareketin tekniği, sıçrama gücü ve hareketin zamanlaması önemli yer tutmaktadır (Karadenizli ve ark., 2014). Şut isabetinde ise kuvvet ve atış hızının etkili olduğu ve bu iki faktörün orantılı şekilde

şekilde kullanılmasının önemi de göz ardı edilmemesi gereken bir ayrıntı olarak ortaya çıkmaktadır (Hermassi ve ark., 2010; Mascarin ve ark., 2017).

Hentbol ve izokinetik kuvvet ilişkisini inceleyen çalışmalar son yıllarda giderek artış göstermektedir (Xaverova ve ark., 2015; Bonetti ve ark., 2019). Kısaca sabit hızlar ile yapılan ölçümler olarak tanımlanan izokinetik kuvvet; daha önceden hız derecesi kısıtlanmış ve sabit tutulmuş olan özel bir materyale karşı kas gruplarının ortaya koyduğu maksimum güç olarak ifade edilmektedir (Prentice, 2001). İzokinetik çalışmaların son derece objektif veriler ortaya koyması ve test esnasında sadece ölçümü gerçekleştirilen kas grubuna odaklanması nedeniyle, kuvvetin tespit açısından objektif bulgulara ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmadaki izokinetik ölçümler; hem hentbolda şut esnasında etkin bir şekilde yer alan omuz bölgesi kaslarının kuvvet düzeylerinin belirlenmesi, hem de izokinetik kuvvet ve atış isabeti ilişkisini incelemek açısından değerli sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlayacaktır.

EMG sinyali, kasılan kasa ait kas fibrillerinde ortaya çıkan aktiviteyi yüzeysel elektriksel aktivite olarak temsil etmektedir (Zhou ve Rymer, 2004). Egzersiz fiziyojisi literatürü incelendiğinde; sportif faaliyetlerde kas aktivasyon düzeyini belirlemek için gerçekleştirilen EMG ölçümlerinde RMS (root mean square) analizinin sıklıkla kullandığı görülmektedir (Zebis ve ark., 2011). Sunulan çalışmada; atış sırasında baskın kol tarafında yer alıp, hentbolda atış formuna en yakın olan internal ve eksternal rotasyon (IR ve ER) hareketleri esnasında aktif olan kasların aktivasyon düzeyleri belirnererek şut isabeti ile olan ilişkinin seviyesi belirlenecektir.

Takım sporlarında performans ölçümleri için en önemli değişkenlerden biri fiziksel kondisyondur. Yetenek, teknik-taktik stratejiler diğer önemli faktörlerdir. Hentbolda özellikle şut parametresinin önemi vurgulanırken sıçramanın da etkisi göz ardı edilmemelidir (Monsef Cherif ve ark., 2012). Dikey sıçrama sporcularda anaerobik gücü belirlemede sıklıkla başvurulan bir test yöntemi olmakla beraber hentbolda en çok kullanılan atış türlerinden biri olan sıçrayarak atış için de önemli bir kriterdir. Farklı tipte uygulamaları olsa da; en çok kullanılan yöntemler statik sıçrama (skuat sıçrama) ve yaylanarak sıçrama (counter movement jump) olarak ifade edilebilir (Pacheco ve ark., 2011; Suchomel ve ark., 2016). Dikey sıçrama ve şut isabeti ilişkisini yorumlayan kaynak sayısının yeterli olmaması, çalışmada ortaya konacak sonuçların da önemini artırmaktadır.

Stabil bir destek düzeyinde ve eksternal hiçbir kuvvete ihtiyaç duyulmadan genel postürün veya vücut bölümlerinin belirli pozisyonda korunması olarak tanımlanabilen denge; temel olarak statik ve dinamik olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir (Steffen ve ark., 2017). Dengenin sporsal becerilerde, iyi performans gösterenler ve gösteremeyenler arasında ayırım yapılmasında bir etken olduğu ve motor becerilerin sergilendiği bedensel gelişim için pozitif yönde bir ivme kazandırdığı düşünülmektedir. Bu nedenle hareket örüntüsünde ani değişiklikler içeren dinamik sporlar için temel oluşturmaktadır (Khan ve ark., 2016). Hentbolda da en önemli parametrelerden biri olan şut esnasında, özellikle sıçrayarak atışta hem sıçrama ayağının zeminle temasında, hem de sıçrama sonrası havada kalınan bölümde dinamik dengenin sağlanması ve koordineli bir atışın gerçekleşebilmesi için denge faktörü hayati bir önem taşımaktadır (Karadenizli ve ark., 2014, Ravier ve Demouge, 2016).

Çalışmada, elit düzeydeki hentbolcularda, yukarıda bahsedilen ve özellikle atış esnasında etkili olan faktörler arasında yer alan izokinetik kuvvet, kassal aktivasyon, sıçrama, denge ve atış hızı parametrelerinin belirlenerek, şut isabeti ile ilişkisini incelemek amaçlanmaktadır. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, yapılan çalışmaların daha çok tek bir parametre üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Sunulan çalışmada ise bahsedilen tüm bu parametreler ile birlikte diğer fiziki değişkenlerin aynı sporcu grubunda tespiti sağlanarak atış isabeti ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmanın bu yönüyle orijinallik kazandığı söylenebilir. Bu paralelde çalışmanın problem cümlesi; “Hentbolda seçilmiş bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerin şut isabeti oranı ile ilişkisi hangi düzeydedir?” olarak belirlenmiş olup; hipotezler aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

- 1- Yaş, vücut ağırlığı ve boy uzunluğu parametreleri ile şut isabeti oranı arasında ilişki vardır.
- 2- İzokinetik kas kuvveti ile şut isabeti oranı arasında ilişki vardır.
- 3- Kas aktivasyonu ile şut isabeti oranı arasında ilişki vardır.
- 4- Dikey sıçrama ile şut isabeti oranı arasında ilişki vardır.
- 5- Denge performansı ile şut isabeti oranı arasında ilişki vardır.
- 6- Atış hızı ile şut isabeti oranı arasında ilişki vardır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Hentbol**

#### **2.1.1. Takım Sporü Olarak Hentbol ve Tarihsel Gelişimi**

Modern hentbol ilk kez 19. yüzyılın sonlarına doğru oynanmıştır. İlk etapta bir cimnastik eğitsel oyunu olarak oynandığı bilinmektedir. Hentbol, 1917-1920 yıllarında öğretici bir oyun olmaktan çıkmış, yeni kurallar uygulanarak oynanmaya başlanmıştır. Hentbolun kökeninin Danimarka'dan geldiği bilinmektedir (Sajedi, 2016). Böyle bir oyun ilk kez Danimarka'nın Nyborg kasabasında 1897' de oynanmış ve gerçek etkileri Danimarka, Almanya ve İsviçre'den yayılmıştır. Uluslararası Hentbol Federasyonu (IHF) 11 Temmuz 1946'da kurulmuş ve 2015 verilerine göre 181 üye federasyonuna ve bunlara bağılı 19 milyondan fazla oyuncuya sahiptir. 1972'den beri de olimpik sporlar arasında yer almaktadır. Avrupa'da futbol ve basketboldan sonra en gündemde olan sporlardandır (Sporiş ve ark., 2010; Luteberget ve ark., 2015; Özdemir, 2015).

Türkiye'de hentbol ilk kez 1927-1938 yılları arasında açık alan hentbolu olarak başlamıştır. Öncülüğünü Almanya'da öğrenim gören ve beden eğitimi öğretmeni kökenli Hüsamettin Güreli, Zeki Gökışık, Nafi Tağman askeri okullarda yapmıştır. Bu askeri okulların yanı sıra Gazi Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi Bölümü'nde de bazı kurallar tespit edilerek, futbol sahalarında "el topu" adı altında hentbolun yaşatılmasına katkıda bulunulmuştur. Ülkemizde ilk resmi saha el topu oyun kuralları 1934 yılında Türkiye İdman Cemiyeti İttifakı tarafından yayımlanmış olup, ilk resmi açık alan hentbol maçı 1938 yılında oynanmıştır (thf.gov.tr, 2019).

Resmi bir salon hentbolu müsabakası, bir kaleci, altı saha oyuncusundan oluşan 2 takım ile 20x40m ölçülerinde bir alanda 30 dk'lık iki devreden oluşan oyun zamanında gerçekleşir (Sporiş ve ark., 2010). Amaç topu rakip takımın kalesine atmak ve kendi kalesini rakibin hücumlarından korumaktır. Hentbol elle oynanan bir oyundur. Topa bedenın alt kısmı ve ayaklar haricindeki kısımlarla temas edilebilir. Yalnız kaleci ayakları ile topa müdahale yapma hakkına sahiptir. Hentbol, insan anatomisine yoğun yüklenme formlarını barındıran spor dallarından biridir. Top elde iken saha oyuncuları en fazla üç adım atabilirler. Oyuncular topu devamlı olarak tek elle sürebilir. Şayet oyuncu topu sürdürdükten sonra tutarsa topla birlikte en fazla üç adım atabilir ve topu elinde maksimum üç saniye tutabilir. Bir oyuncu topu rakip kaleye sokabilirse bu bir

gol olarak sayılır. Oyuna gol yiyen takım başlar. Birinci devre bittikten sonra takımlar yer (saha) değiştirir. Fazla gol atan takım ma sonunda galip gelir (Sevim, 2006).

Hentbol aynı zamanda oyuncuların fonksiyonel açıdan birçok özelliği kendilerinde bulundurması gereken, mücadele düzeyi çok yüksek bir spor dalıdır. Hentbolda bireysel ve takım performansını etkileyen birçok faktör vardır. Oyuncuların mevcut aerobik-anaerobik kapasiteleri, çeviklik düzeyleri, süratleri, kas kuvveti değerleri, reaksiyon zamanları, denge ve nöromusküler koordinasyonları performans ile direk olarak ilişkili olan faktörler olarak bilinmektedir (Spasic ve ark., 2015; Genç, 2018). Bu parametrelere ilave olarak hentbol; koşma-sprint, hızlı yön değiştirme, sıçrama ve atmanın çok önemli olduğu, müsabaka içerisinde sporcular arasında şiddetli vücut temasları içeren bir takım sporudur (Granados, 2007; Monsef Cherif ve ark., 2012; Chelly ve ark., 2014; Ravier ve Demouge, 2016; Kayacan ve Makaracı, 2017). Dolayısıyla hentbolda bir sporcu antrene edilirken birçok fizyolojik, teknik, taktik ve psikolojik etmenin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

### **2.1.2. Hentbolda Kale Atışları**

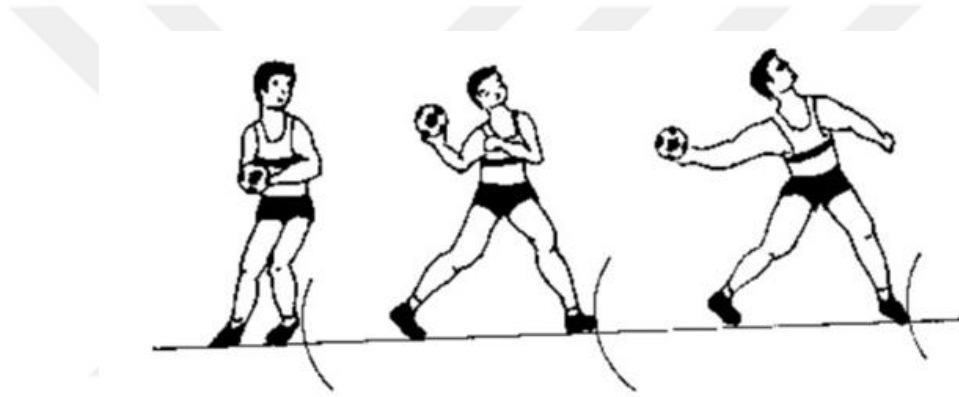
Kale atışı hentbol tekniğinin temelidir. Hentboldaki temel amaç gol atmaktır. Gol atmak amacı ile kaleye yapılan her türlü atışa kale atışı denir. Daha fazla gol atan takım müsabakayı kazanmış olarak sayıldığı için kale atışları galibiyet veya mağlubiyet üzerinde büyük bir etki göstermektedir. Bundan dolayı kale atışı tekniklerinin çok iyi antrene edilerek geliştirilmesi gerekmektedir. Atışlar yüksek temel atış, kalça yksekliliğinde temel atış, alçak temel atış, sıçrayarak atış, düşerek atış, yana bükülü ve arkadan atış olmak üzere değişik formlardadır. Bu atışlara ilave olarak 7 metre atışı, aşırtma atış ve serbest atış türleri de bulunmaktadır (Sevim, 2010; Rousanoglou ve ark., 2014; Pilça, 2017). Hentbolda en önemli parametre olan “gol”e ulaşmada kullanılan farklı atış türlerinin hemen hemen tamamı, temel atıştan türeyen atışlar olarak ifade edilebilir. Fakat hentbolda en çok kullanılan atış türünün sıçrayarak atış olduğu bilinmektedir (Saeed, 2016; Akl ve Salem, 2018). Yine düşerek atış da, özellikle pivot ve kanat bölgesi oyuncularının sıklıkla kullandığı bir atış türüdür. Yüksek temel atış, sıçrayarak atış ve düşerek atış türleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

### **2.1.3. Yüksek Temel Atış**

Oyuncu kaleye doğru olmak kaydıyla durarak, 3 adım yürüyerek veya koşarak



bu atış tipini uygulayabilir. Oyuncunun savunmayı geçerek içeri dalma (kaleye yaklaşma) yolu kapatılmışsa bu atış türü kullanılır. Temel atışta dayanma adımı ve koordinasyon çok önemlidir. Atış dayanma adımı ile birlikte gerçekleştirilirse oldukça etkilidir. Atış gerçekleştirilirken el bileği arkaya doğru bükülmez. Yana doğru döndürülmeden el tam açık halde topu tam arkadan kavrar. Yüksek temel atış, yapılan araştırmalarda en çok tercih edilen atış türlerinden biri olduğu tespit edilmiştir (Çetin, 2009; Pilça, 2017). Yine temel atışın farklı varyasyonları içerisinde yer alan “Kalça Yüksekliğinde Atış” ve “Alçak temel Atış” da yüksek temel atış için uygun bir pozisyon yoksa, savunmanın konumlanması ve duruşuna göre kullanılmaktadır.

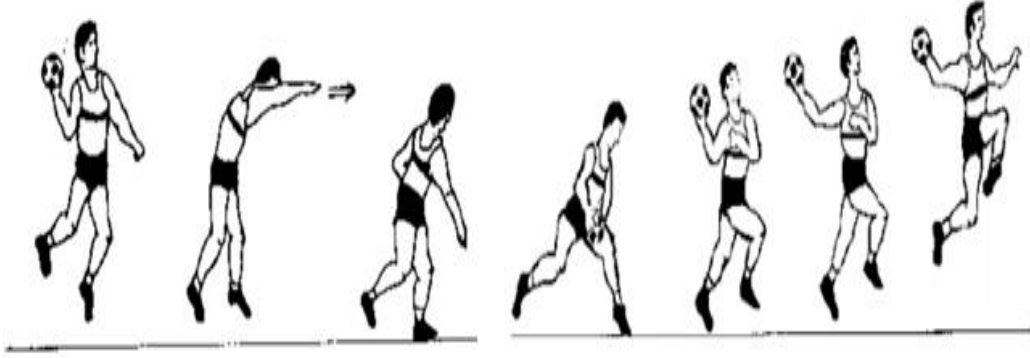


Şekil 1. Yüksek Temel Atış (Czerwinski ve Taborsky'den, 1997)

#### 2.1.4. Sıçrayarak Atış

Sıçrayarak atış, hentbolda en çok kullanılan ve en geçerli kale atışı olarak ifade edilmektedir. Savunma oyuncusunun olası engellemesinden kurtularak daha uygun bir pozisyonda şut atmayı amaçlamaktadır. Rakibin boşluğundan faydalanıp kısa bir alanda, savunma oyuncusunun üzerinden (blok üstü), kaleye daha fazla yaklaşmak ve özellikle kanat oyuncularını için daha uygun bir pozisyondan (açıyı genişletmek) şut atmak amacı ile yaygın olarak kullanılmaktadır (Saeed, 2016). Hazırlık, sıçrama ve düşüş aşamalarından oluşmaktadır (Sevim, 2010). Özellikle günümüzdeki hentbol anlayışında savunmanın çok ön planda olması ve oldukça sert müdahaleler içermesinden dolayı, oyuncular sıklıkla bir sıçrayarak atış türü olan blok üstü atıştan faydalanmaktadır. Bu nedenle hentbol antrenörlerinin antrenmanlarda blok üstü şut çalışmalarına gerekli önemi vermeleri vurgulanmaktadır. Ayrıca blok üstü şut

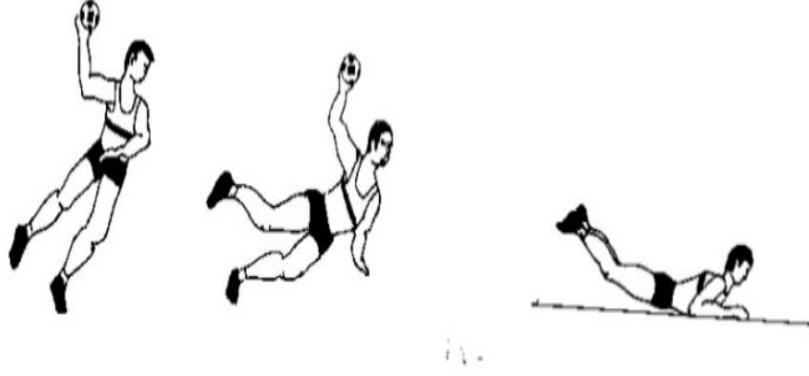
performansının sporcuların sıçrama yetenekleri ile yakından ilişkili olduğu belirtilmekte olup, blok üstü şut performansının geliştirilmesi için hentbolculara sıçrama ve esneklik antrenmanları uygulanması gerektiği ifade edilmektedir (Wagner ve ark., 2014a; Ersoy, 2016).



**Şekil 2.** Sıçrayarak Atış ve Adımlayarak Sıçrayarak Atış (Czerwinski ve Taborsky'den, 1997)

### **2.1.5. Düşerek Atış**

Hentbolda önemli atış türlerinden biridir. Genellikle öne ve yana düşerek uygulanır. Bu atış sayesinde oyuncu, temelde savunmanın müdahalesinden kurtulmayı amaçlar. Bununla birlikte, savunma oyuncusu veya kaleciyi şaşırtmak için yapılan aldatmalar için de faydalanılan bir atış türüdür. Özellikle pivot oyuncularını sıklıkla kullanır. Hazırlık, uygulanış ve düşme aşamalarından oluşur. Atış kolunun zıt tarafındaki omuz üzerine düşüş ile sonlanan düşerek atışta oyuncu atışı yaparken öne doğru düşmeye, bacakların gergin ve bakışların kale yönünde olmasına dikkat eder. Gerekirse omuz üstünde yuvarlanır (Sevim, 2010).



Şekil 3. Düşerek Atış (Czerwinski ve Taborsky'den, 1997)

### 2.1.6. Hentbolda Kale Atışlarına Etki Eden Faktörler

Sportif oyunlar teknik ve taktiksel etmenlerin yanı sıra büyük ölçüde motorik temel özelliklere (kuvvet, sürat, dayanıklılık, hareketlilik ve beceri gibi) bağımlılık göstermektedir (Bompa, 2015; Khudolii, 2015). Oyuncuların gösterdiği motorsal performans sonucunda, antrenörlerin kendi oyuncularının güçsüz yönlerini belirleyerek, bu eksiklikleri net olarak tespit etmesi; onları geliştirmek için yeni eğitim modelleri oluşturmasına ve onların sezon boyunca gelişimlerinin takip edilmesine olanak sağlayacaktır.

Hentbolda yapılan kale atışı, hangi atış tekniği ile yapılırsa yapılsın birçok farklı faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler, atılan topun kütlesi, hangi eğimle atıldığı, vücudun rotasyon eksenleri, atış kuvveti ve hızı, sporcunun fiziksel özellikleri, omuz kuşağı kompleksi, kinestetik duyu ve karar verme mekanizmaları şeklinde sıralanabilir (Çetin, 2009). Fakat hentbolda bir şutun gol olabilmesi için ilk etapta dikkat edilmesi gereken etmenler atış isabeti ve hızıdır. Şut kaleye ne kadar hızlı atılırsa savunmanın ve kalecinin şutu engelleme şansı da o kadar azalacaktır. Hentbol antrenörleri ve bu alanda çalışan araştırmacılar; topun kaleye hızlı atılmasını etkileyen en önemli faktörler arasında somatik özellikler, hareket tekniği ve fiziksel durumu göstermişlerdir (Kilani ve Alsulalmt, 2016).

Hentbolda en çok kullanılan atış türü olan sıçrayarak atış, şut için hazırlık evresindeki adımlamaların ardından gerçekleştirilen dikey sıçrama ile gerçekleştirilir. Bu atışı yaparken kaybedilen kinetik enerji, zeminden alınan güç ile ortaya çıkmaktadır (Plummer, 2015). Dolayısıyla bu durum hentbolcularda dikey sıçrama kapasitesinin önemini ortaya koymaktadır. Oyuncu ne kadar yükseğe sıçrarsa havada kalma süresi o

kadar artacak ve bu durum savunmadan kurtulma şansını da olumlu yönde etkileyecektir.

Kuvvet, sürat, dayanıklılık, hareketlilik ve beceri gibi motorik özelliklerin yanında denge, öğrenme yeteneğini etkileyen ana faktör olması ile beraber, maç içinde karşılaşılacak çok farklı durumları da etkilemektedir. Bir oyuncunun denge parametresinde dikkat çekecek oranda sorun olması, yüksek seviyede beceri gerektiren şut gibi hareketleri olumsuz yönde etkileyecek ve hatta takım koordinasyonu (uyum) da bu durumdan negatif olarak etkilenecektir. Ayrıca hentbolda topun takım arkadaşına iletilmesinde (pas) ve alınmasında; aynı zamanda sıçrama anında postural yapının ve stabilizasyonun korunmasında dengenin önemi ortaya çıkmaktadır (Vijayaragavan ve Perumal, 2016).

Hentbolda atış esnasında baskın kol ve omuzda, m.biceps brachii, m.triceps brachii, m.deltoideus, m.trapezius, m.latissimus dorsi (MLD), teres majör, rhamboid ve rotator cuff kas grubunda yer alan m.supraspinatus, m.infraspinatus (Mİ), m.teres minör, m.subscapularis kasları aktif olarak görev yapmaktadır (Arslan, 2005). Kas içindeki kuvvet, güç ve beceri koordinasyonun azalması durumunda kasların görevlerini olağan şekilde yapması da zorlaşmaktadır. Bu durumda kasların bir fiziksel aktivite esnasında yapılacak olan egzersize ve yüke her zaman hazır durumda olması gerekmektedir (Saeed, 2016). Hentbolda atış esnasında aktif kasların belirlenerek bu kasların ne derecede aktivasyon gösterdiğinin tespiti de önem kazanmaktadır. Belirlenen bu kasların antrenmanlarda gelişiminin sağlanması için zaman ayrılması, şut isabetinde etkili bir strateji olarak düşünülmektedir. Fakat daha önce bahsedildiği gibi şut gibi yüksek teknik kapasite gerektiren bir harekete etki eden tüm diğer faktörlerin uyumlu bir şekilde etkileşim göstermesi gerekmektedir.

### **2.1.7. Hentbolda Atış Hızı ve Şut İsabeti İlişkisi**

Beyzbol, hentbol, kriket, cirit ve su topu gibi birçok farklı spor dalında, uygulanan temel atışta (fırlatma), daha hızlı hareket etmek için sinir kas sisteminin kendine özgü dinamiği ve uyumu büyük önem taşır (Hong ve ark., 2001; Bencke ve ark., 2002; Wagner ve ark., 2014b). Atış performansı, atış yapan oyuncunun en büyük hızı oluşturacak şekilde vücudunu optimum biçimde koordine etmesine bağlıdır. Sporcu atış için hazır olduğunda, ayak bileğinden el bileğine kadar tüm vücut üyelerini

kullanmak zorundadır. Vücut ideal bir biçimde koordine olduğunda, proksimal üyelere oluşan enerjiyi distal üyelere transfer edebilme yeteneği artar ve yüksek hız elde edilir (Sommervoll, 2005; Demirdezen Taşkiran, 2012; Wagner ve ark., 2014b).

Hentbolda mevcut oyun kuralları, müsabaka esnasında oyunun gelişimini sürekli olarak etkilemektedir. Hentbolda savunma oyuncusu, atış yapacak hücum oyuncusunun topu kaleye atabilecek hareketini engellemek ve onu, muhtemel çok farklı şut aksiyonları esnasında dengesiz hale getirmek için sürekli stratejiler üretmek zorundadır. Bu durumda vücut stabilitesinin korunması ve duruş postüründeki diğer motorsal aksiyonlar, hentbolda oldukça aktif bir rol oynayarak yapılması istenen temel beceriler ile ilgili koordinasyonun gerçekleşmesine yardım eder (Kayacan ve Makaracı, 2017).

Hentbolda bir takımın diğerine karşı galip gelebilmesi için, atışların isabeti ve hızı son derece ön plana çıkmaktadır. Kale atışlarında topun hızı ve isabeti birbirinden ayrılmaz iki faktör olarak görülmektedir ve bu ilişki günümüzde birçok çalışmada da incelenmektedir. (Garcia, 2013, Ivarsson, 2014; Müller ve ark., 2015; Parrington ve ark., 2015; Kawamura ve ark., 2016). Güç ve kalite olarak birbirine yakın takımların karşılaşmalarında ve ulusal/uluslararası birçok önemli müsabakada sonucu bir gollük farklılıklar belirlemektedir (Wit ve Eliaz, 1998; Van der Tillaar ve Ettema, 2003; Çetin ve Muratlı, 2010; Meletakos ve Bayios, 2010; Kovacs, 2011).

Hentbolda hücum oyuncusu, şut esnasında rakibin teması ve müdahalesinden kaçınarak atışını gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Bu durum, topun farklı taktiksel bileşimler sonucu atış yapan oyuncuya ulaşması ve değişik atış teknikleri kullanılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Üst seviyede bir hentbolcu bir sezonda yaklaşık olarak 48000 şut atmaktadır ve bu şutları ortalama 130 km/h hızla kaleye atmaktadır (Wagner ve ark., 2011). Bir hentbol müsabakasında atışların ortalama %73-75'i sıçrayarak atış, %14-18'i dayanma adımı ile atış (yüksek temel atış), %6-9'u penaltı atışı (7 metre atışı); geri kalan kısmı ise düşerek atış ve diğer atışlar oluşturmaktadır (Wagner ve Müller, 2008; Plummer, 2015; Akl ve Hassan, 2017; Saeed, 2016). Bu nedenle hentbol antrenörleri, antrenmanlarında sıçrama egzersizlerine sıklıkla yer vermektedir. Çünkü bir hücum oyuncusu, etkili ve isabetli bir sıçrayarak atışı ancak iyi bir sıçrama sonucu elde edebilmektedir. Çünkü oyuncu ne kadar iyi sıçrarsa, havada kalma süresi de o kadar artacak ve rakip savunmanın atışı engelleme şansını

düşürecektir (Karcher ve Buchheit, 2017). Fakat sıçrama gerçekleştirilirken kullanılacak aşırı güç, hem vücut koordinasyonu bozabilir hem de atış mekaniğini olumsuz yönde etkileyebilir. Dolayısıyla isabeti de düşürür.

Biyomekaniksel açıdan ele alındığı zaman hentbolda kullanılan şutlar omuz üzerinden atılan yüksek atış formundaki şutlar grubuna girmektedir. Yüksek atış ve fırlatmanın hakim olduğu spor dallarında atış esnasında el bileğinin fleksiyonu ile humerusun iç rotasyonu hızlı bir biçimde gerçekleştiği için bu iki unsur atışın hızını belirlemektedir (Ersoy, 2016). Fakat şutun isabetli olmasını sağlamak için, maksimum veya maksimuma yakın hıza yakın atışın gerekmesine rağmen, isabet her zaman bu şekilde gerçekleşmeyebilir. Bu yüzden sporcuların sürekli tekrar yaparak isabet ve atış hızı uyumunu sağlaması gerekmektedir (Bayios ve Boudolos 1998; Van den Tillaar ve Ettema 2004; Gorostiaga ve ark., 2005; Freeston ve ark., 2007). Bu uyumun ve koordinasyonun sağlanmasında ise hareketin tekniği, sıçrama gücü ve hareketin zamanlaması önemli yer tutmaktadır (Karadenizli ve ark., 2014). Örneğin Hermassi ve ark. (2010), 10 haftalık yüksek şiddetli kuvvet antrenmanı uygulamasını inceledikleri çalışmalarında, hem dayanma adımı (temel atış) hem de sıçrayarak atış hızında gelişme sağlandığını ortaya koymuşlardır. Dolayısıyla şut isabetinde kuvvet ve atış hızının etkili olduğu ve bu iki etmenin birbiriyle uyumlu bir şekilde kullanılmasının önemi açık şekilde ortaya çıkmaktadır.

## **2.2. İzokinetik Kuvvet**

Kuvvet, içsel ve dışsal direnmeleri aşmayı sağlayan sinir-kas yeteneği olarak tanımlanabilir. Sporcunun üretebileceği en yüksek kuvvetin hareketin biyomekaniksel özelliğine ve ilgili kas gruplarının kasılma büyüklüğüne bağlı olduğu açıklanmaktadır. Kuvvet gerektiren fiziksel bir etkinlik sırasında, işin içinde yer alan kas grupları arasında uygun bir düzen bulunmalıdır. Kaslar çoğunlukla belirli bir sırada ardışık olarak etkinliğe katılmaktadırlar (Bompa, 2007). Kasın eklem hareket açısının tümünde veya bir kısmında gerilim üretme kapasitesi dinamik kasılma olarak bilinmektedir. Bir kas ya kısalarak ya da uzayarak dinamik bir gerilim üretebilir. Eğer eklem hareketi, yerçekiminin zıttına doğru bir güç uyguluyorsa ve kas tarafından üretilen gerilim karşılaşılan eksternal direnci aşıyorsa, bu kısalarak oluşan yani konsantrik bir kasılmadır. Eğer eklem hareketi normal güç yönündeyse ve karşılaşılan direnç kasın gerilim üretme kapasitesinin üzerinde ise bu uzayarak oluşan yani eksantrik bir

kasılmadır (Gürol, 2013).

Yapılan bütün bir hareket anında sabit olan ve maksimal düzeyde bir hızla meydana gelen kasılmaya izokinetik kasılma denir. Başka bir ifadeyle, tüm hareket açıklığı içerisinde sabit bir hızda yapılan kasılma türüdür. Hareketin her açısında maksimum güçle kasılma gerçekleşir ve bu kasılma bütün bir hareket boyunca devam ettirilir. Kelime anlamlı olarak “izokinetik”, sabit anlamına gelmektedir ve dolayısıyla izokinetik ölçümler de sabit hızlarda yapılan ölçümleri ifade etmektedir. İzokinetik güç ise daha önceden hız derecesi sınırlandırılmış ve sabitlenmiş özel bir cihaza karşı kas veya kas gruplarının ortaya çıkardığı maksimum güçtür. İzokinetik kontraksiyonla kasın oluşturduğu gerilim, tüm eklem hareket açıklığı boyunca sabit (izo) hızda (kinetik) ve maksimumdur (Prentice, 2001; Dvir, 2004). Kişinin gücünün en az olduğu hareket açısında bile en üst düzeyde yüklenme meydana gelir (Yılmaz, 2015; Aka, 2018).

İzokinetik kasılma, ekstremitenin bir eklem etrafında sürekli sabit hızda hareket ettiği bir kas kasılmasıdır. Hareket hızı özel bir dinamometre ile sürekli aynı hızda kalır. Dinamometre direnci hareket boyunca her açıda uygulanan kuvvet ile eşitlenmektedir. Bu yöntem dinamik hareketlerdeki kassal kuvvet ölçümüne olanak verir ve optimal yüklenme sağlamaktadır. Ayrıca ölçüm sonucunda, kastaki güç, kuvvet, dayanıklılık ve denge oranı gibi parametreler de elde edilir (Andrade ve ark., 2013). İzokinetik çalışmalarında kuvvet veya hız tanımları uygun olmamaktadır. Bunların yerine açısal hızla karşılık gelen tork (torque) terimi kullanılmalıdır. Bir nokta veya eksen etrafında oluşan kuvvete tork denir ve birimi newton/metre (Nm) veya foot/pound'dur. Kapalı kinetik zincirde açısal hızdan söz edilemeyeceğinden, açısal hız terimi, açık hareket testi olan açık kinetik zincir için uygundur (Stockdale, 2011).

İzokinetik ölçüm cihazı, 1960'ların sonlarına doğru geliştirilmiş olup önemli kasılma süresi ve maksimum kasılma yoğunluğu sağlamasına rağmen kasın doğal hızlanma-yavaşlama evresini engellediği de düşünülmektedir. Bu durum bir tartışma konusu olmasına rağmen önemli ölçüde maksimum kuvvet kazanımı sağladığı belirtilmektedir (Maly ve ark., 2011). James Perrine tarafından izokinetik egzersiz terimi bu dönemlerde açığa çıkmıştır. İzokinetik egzersizler, daha sonrada sunmuş olduğu olanaklar sayesinde izometrik ve izoinertial egzersizlerden daha dikkat çekici duruma gelmiştir. En çok bilinen dinamometreler ise, Biodex, Cybex, Kin-Com, Lido ve Merac marka sistemlerdir (Carvalho ve ark., 2016). Sporda kuvvet ve güç

gelişiminin ise dört temel ihtiyaçtan gerçekleştiği açıklanmaktadır:

- Spor branşına özel kuvvet ve gücü sayısallaştırmak,
- Gelişebilecek olası kas zayıflıklarını belirlemek,
- Yeteneği belirlemek,
- Antrenman etkisini izlemek (Gürol, 2013).

### 2.2.1. İzokinetik Ölçüm

İzokinetik ölçüm cihazı, kuvvet uygulama bağlantısı, manivela, dinamometre, koltuk, kontrol ünitesi ve diz, dirsek, bel, omuz vb. testleri uygulamak için gerekli dinamometreye bağlantı yapılan özel adaptörler gibi parçalardan oluşmaktadır (Dvir, 2004). İzokinetik dinamometreler, sabit hızlı hareketlerde tork kaydı oluşturmaktadır. Güç çıktısı operatör tarafından belirlenen hızda kayda alınmaktadır. İzokinetik değerlendirmelerde kullanılan parametreler aşağıdaki gibidir:

- **Açısal yer değiştirme:** Bir çizginin diğer bir çizgi ile üst üste çakışması için gerekli rotasyon (derece veya radyan)
- **Açısal hız:** Birim zamandaki açısal yer değiştirme.
- **Kuvvet:** Bir cisme uygulanan itme ya da çekme eylemindeki dış kaynaklı etki.
- **Ağırlık:** Yer çekiminin bir cisme uyguladığı kuvvet.
- **Döndürme momenti (Tork):** Bir cismi bir eksen etrafında döndürmek amacıyla uygulanan kuvvetin ölçütüdür.
- **Döndürme momenti tepe değeri (Peak / Zirve Tork) :** Belli bir açısal hızda tüm eklem hareket açıklığı içinde elde edilen en yüksek döndürme momenti değeri. Zirve tork değeri izokinetik tüm parametreler arasında isabet, kesinlik ve güvenilirlik açısından altın standart olarak kabul edilir.
- **Ortalama zirve tork:** Bir seri tekrar sonucunda elde edilen döndürme momenti zirve değerlerinin ortalamasıdır.
- **Döndürme momentinin vücut ağırlığına oranı:** Vücut kütesinin kg. başına düşen döndürme momenti değeridir.
- **Döndürme momenti geliştirme süresi:** Döndürme momenti zirve değerinin hangi hızla geliştiğini gösteren değerdir.
- **Tork-hız oranı:** Konsantrik izokinetik egzersizde açısal hızı arttıkça tork azalır. Zirve tork genellikle 0 derece/saniye ile 60 derece/saniye arasında değişmeden



kalma eğilimindedir. Bu açıdan sonra azalma eğilim gösterir.

- **İş:** Kuvvet x mesafe. Zirve tork- açılma yer değiştirme eğrisinin altında kalan alandır. Kassal iş en iyi mekanik enerji olarak ifade edilir ve ölçülür.
- **Güç:** Kassal güç kassal iş çıkışının hızıdır ve birim zamanda yapılan iş olarak ifade edilir.
- **Güç kaybetme hızı:** Tork eğrisinin inen bölümünü tanımlar. Bu bölümde artık tork azalmaya başlar (Akalin ve Gülbahar, 2006; Ergin, 2011; Ebid ve ark., 2014).

#### ***İzokinetik ölçümün avantajları;***

- İstenilen kas grupları objektif olarak değerlendirilebilir.
- Kapalı kinetik zincirde zayıf kaslar güçlü kaslar tarafından kompanse edildiği için fonksiyonel kapasite tam olarak değerlendirilebilir.
- Ölçümler tekrarlanabilir ve karşılaştırılabilir.
- Hareket hızı değiştirilebilir.
- Kinematik analiz yapılabilir (Prentice, 2001).

#### ***İzokinetik Ölçümün Dezavantajları;***

- Pahalı bir yöntemdir ve laboratuvar koşullarında çalışılır.
- Sonuçları yorumlamak için cihazı tanıyan eğitimli personele ihtiyaç vardır.
- Farklı eklem bölgeleri için aletin değişik pozisyonlara ayarlanması sırasında vakit kaybı yaşanır.
- Kişinin gerçek performansını göstermemesi ölçümlerin doğru sonuç vermemesine eden olur (Prentice, 2001).

#### **2.2.2. İzokinetik Testlerde Dikkat Edilmesi Gereken Konular**

- Testten ya da egzersizden önce gerekli kas gruplarını içeren ısınma ve uygun germe egzersizleri yapılmalıdır.
- Her test ya da egzersizde uygun hız, düzgün hareket ve deneğin alete uyumunu sağlamak için 5-10 defa submaksimal deneme yapılmalıdır.
- Eklem hareket açısının arttırılmasının amaçlandığı durumlarda egzersiz sonrası germe egzersizleri yapılmalıdır.
- Gerektiğinde yoğun egzersiz ya da test sonucu olabilecek şişme ya da kan akımı

problemlerine karşı buz/kompres ve elevasyon yapılmalıdır (Tamer, 2000).

İzokinetik dinamometrelerle, vücudun farklı bölümleri için çeşitli hareket formlarında ölçümler yapılabilmektedir. Bu ölçümler; omuz eklemi için abdüksiyon/addüksiyon, ekstansiyon/fleksiyon, iç rotasyon/dış rotasyon, horizontal abdüksiyon/addüksiyon, diyagonal ve diğer özel hareketler; dirsek eklemi için, ekstansiyon/fleksiyon; önkol ve bilek için, pronasyon/supinasyon, ekstansiyon/fleksiyon; ayak bileği için, plantar fleksiyon/dorsifleksiyon, inversiyon/eversiyon; diz eklemi için, ekstansiyon/fleksiyon, tibial IR/ER rotasyon; kalça için ise ekstansiyon/fleksiyon, abdüksiyon/addüksiyon, iç/dış rotasyon olarak açıklanabilir (Conrad ve Kamper, 2012; Wong ve ark., 2012; Sugimoto ve ark., 2014).

### **2.2.3. İzokinetik Test Verisinin Yorumlanması**

**Bilateral Karşılaştırma:** Bir ekstremitenin diğeri ile karşılaştırılmasıdır. Yapılan bu karşılaştırmada, %10-15'i aşan farklar asimetri olarak kabul edilir. Ancak tek başına bu değışkene bakıp karar vermek bazı koşullarda doğru olmayabilir.

**Unilateral Oranlar (Agonist/Antagonist Oranlar):** Agonist ve antagonist kaslar arasındaki ilişkinin karşılaştırılması çeşitli kas gruplarındaki kuvvet farklarını ortaya çıkarabilmektedir.

**Konsentrik/Eksentrik Oranlar:** Birçok fonksiyonel aktivite sırasında bu kas hareket paterni kullanılır. Eğer aynı kasın konsentrik ve eksentrik kasılmaları karşılaştıracak olursa eksentrik kasılmanın, konsentrik kasılmadan % 30 daha fazla olması beklenir. Eksentrik kasılma sırasında kas kuvvetinin düşük kaydedilmesi genellikle bir patolojinin göstergesidir. Karşılaştırmalar eklem hareketlerine özgü de yapılabilir. Bu karşılaştırma, eklem instabilitelerinin yorumlanabilmesi için de çok önemlidir.

**Toplam Bacak veya Kol Kuvveti:** Bazı durumlarda toplam kinetik zincir ünitesi olarak bacak veya kol kuvvetinin tamamı da değerlendirilebilir. Bu tür değerlendirmelerde zayıf kaslara ait fonksiyon kaybı agonist diğeri kaslar tarafından kompanse edilebildiğinden, ekstremitte kuvvetinin bilateral karşılaştırmasında herhangi bir patoloji saptanmayabilir.

**Endurans Oranları:** Endurans test protokolleri kullanılarak kas yorgunluğu ve

toparlanması değerlendirilebilir.

**Tanımlayıcı Normal Verilerle Karşılaştırma:** Normal değerlerin kullanılması tartışmalı olmasına rağmen özgül nüfusa ait normal değerlerin kullanımı testlerde veya rehabilitasyon programlarında yol gösterici olabilir. Ancak kişilerin kas kuvvetine etki eden faktörlere ait standartlarının oluşturulması ile ilgili zorluklar, bu tür karşılaştırmaların da yapılmasını tartışılır hale getirmektedir (García-Vaquero ve ark., 2016; Davies ve ark., 2018).

### **2.3. Kasal Aktivasyon**

Kaslar, canlıya hareket yeteneği sağlayan ve kas sistemini oluşturan yapılardır. Vücut ağırlığının yarısına yakınına yakınına oluşturan bu yapılar, besinlerden temin edilen kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirme ve kasılma özelliğine sahip olan özel kas hücrelerinden meydana gelmiştir. Uyarılabilen özellikteki kas hücrelerinin bir araya gelmesi ile oluşan kas dokusu beyinden gelen elektriksel uyarıları zar yüzeyleri boyunca iletebilme ve bu elektriksel değişiklik ile mekanik olarak kasılabilme yeteneğine sahip hücrelerdir (Erdoğan, 2013; Saç, 2016).

İskelet kasları özellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü her türlü fiziksel iş ve spor aktivitelerindeki hareketler, solunum ve kan dolaşımı kaslar tarafından gerçekleştirilir. Neredeyse tüm organik faaliyetlerin tümü kas kasılmaları sayesinde gerçekleştirilir. Kasılma ve gevşeme yeteneğine sahip olan iskelet kasları (217 çift civarında) vücut ağırlığının %40–45 ini oluştururlar. Organizmada üç tür kas dokusu vardır.

Bunlar;

- Düz kaslar
- Çizgili (iskelet) kaslar
- Kalp kası'dır (Guyton ve Hall, 2013).

#### **2.3.1. Kas Türleri ve Özellikleri**

##### ***Düz Kaslar***

Otonom sinir sistemi tarafından uyarılan ve istem dışı kasılan düz kaslar, aktin ve myozin filamentlerinin, rastgele bir dağılım göstermesi nedeniyle, mikroskopik açıdan enine çizgi göstermezler ve bu yüzden düz kaslar adını alırlar. Sinirsel kontrolünden dolayı istem dışı kasılan kaslar olarak nitelendirilirler. Kan damarları, iç

organlar, bağırsak gibi organlarda bulunurlar (Dionisio ve ark., 2006). Düz kasların kasılma ve gevşemeleri diğer kas çeşitlerindeki gibi oldukça yavaştır. Ritmik kasılma gösterirler, kasılma için az enerji harcarlar (Guyton, 2001).

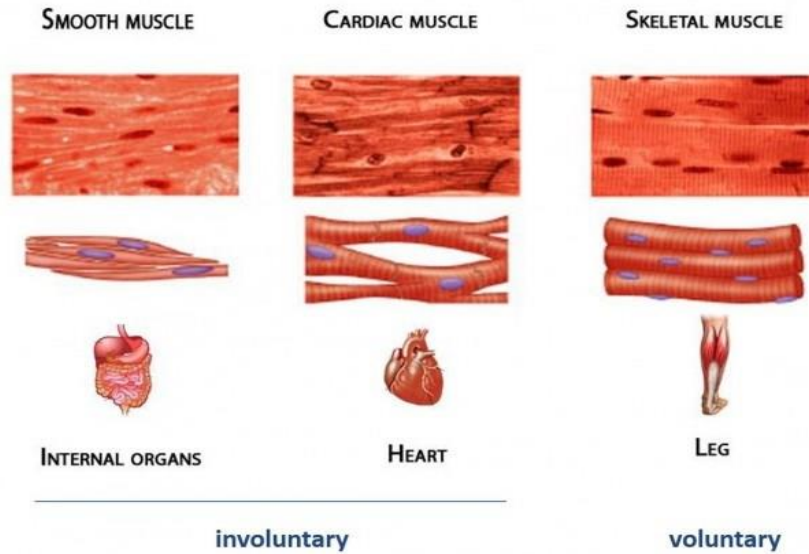
### ***Çizgili (İskelet) Kaslar***

İskelet kası, birbirinden bağımsız kas liflerinden oluşmuştur. Bu kas lifleri iskelet sisteminin temel yapı taşlarıdır. İskelet kaslarının çoğu tendonla aracılığı ile kemiklerde başlayıp yine tendonlar aracılığı ile kemiklerde biterler. Her kas lifi uzun, silindirik, birden çok çekirdekten oluşan tek bir kas hücresinden oluşmuştur (Barrett ve ark., 2015). Kas liflerinin değişik kısımlarında kırıcılık indekslerinin farklılıklar göstermesi iskelet kasının çizgili görünmesini sağlamaktadır (Guyton, 2001).

İskelet kasları, otonom sinir sistemine bağlı düz kaslardan ve çizgili görünümlerine rağmen istemli motor ünite aktivasyonu ile çalışması kontrol edilemeyen myocard'tan farklı olmak üzere isteğimiz doğrultusunda çalışabilen bir özelliğe sahiptir. Vücudumuzda 430'dan fazla iskelet kası bulunur ve tamamı fibröz bağ dokusundan oluşan çeşitli kılıflara sahiptirler (Gençoğlu, 2008).

### ***Kalp Kası***

Yapısal açıdan iskelet kaslarına benzeyen kalp kası çizgili görünür. Fonksiyonel açıdan ise düz kaslara benzer (istem dışı) yani otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir (Guyton ve Hall, 2013).



**Şekil 4.** Kas Tipleri (Düz Kas, Kalp Kası ve İskelet Kası) (citadel.sjfc.edu'dan, 2019)

### ***Kasların Özellikleri***

Kasların temel olarak beş temel özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bunlar uyarılabilirlik, uyarıları iletebilme, kasılabilirlik, esneklik (elastik olma) ve vizkozite özellikleridir.

- ***Uyarılabilirlik:*** Kas, doku sinir uyarıları ile uyarılabilir yapıdadır.
- ***İletilebilirlik:*** Kas, doku sinir uyarılarını zar yüzeyleri boyunca iletebilir yapıdadır.
- ***Kasılabilirlik:*** Kasın uyarana cevabı kasılma şeklinde olur. Kasılma sırasında kasın boyunda uzama ve kısalma; gerilimin de bir değişim meydana gelir. Kasılma eklem konumuna ve kasın durumuna göre farklı şekillerde gerçekleşebilir.
- ***Esneklik:*** Kas kasılmasından sonra gevşerken, orjinal formuna dönebilme özelliğine sahiptir.
- ***Vizkozite:*** Kaslar vizkoz kitle özelliği sayesinde kasılırken şeklini değiştirmek isteyen iç ve dış kuvvetlere karşı iç sürtünme ile direnç gösterirler. Bu özellik sayesinde kas kasılması sırasında bir frenleme meydana gelirken, bu da kası kopma ve yırtılma gibi sakatlıklardan korur (Guyton ve Hall, 2013).

### **2.3.2. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması**

Bir motor sinir, birden fazla kas fibriline bağlanır ve bağlandığı kas fibrilini sinirle donatır. Bir motor sinir hücresi ve bağlandığı kas fibrilleri, motor üniteyi meydana getirir. Motor nöron ile kas fibrili arasında bulunan boşluk sinir kas kavşağı olarak adlandırılır. Burası sinir ve kas sistemi arasındaki iletişimin meydana geldiği yerdir. Sinir iletilerinin sinir uçlarına vardığı yerler sarkolemmaya yakın olarak yerleşen akson terminalleri olarak adlandırılır. Sinir iletileri bu bölgeye ulaştığında, bu sinir uçları tarafından bir nörotransmitter olan asetilkolin (ACh) salgınmaya başlar. Salgılanan bu ACh'ler sarkolemma üzerinde bulunan reseptörlere tutunur. Eğer yeterli sayıda ACh reseptörlere tutunursa kas hücresi zarlarında bulunan iyon kanalları açılır. Sodyumların içeri girmesi sonucu da elektriksel ileti başlamış olur. Bu süreç depolarizasyon olarak adlandırılır ve aksiyon potansiyelinin başlamasıyla sonuçlanır (Wilmore ve Costil, 2004; Guyton ve Hall, 2013).

Aksiyon potansiyeli sinir zarında olduğu gibi kas lifi zarı boyunca da yayılır ve fibril zarlarının depolarizasyonu sonucu içeri giren elektriksel iletiler, tübüllerin fibril ağları boyunca iletilir. Bu tübüller miyofibrillere paralel olarak konumlanmışlardır ve

sarkoplazmik retikulum (SR) olarak isimlendirilirler. SR, “terminal sistema” olarak bilinen büyük bir kesecikte sonlanır. Terminal sistemanın etrafında farklı bir tübül olan transvers tübül bulunur. Bu tübüller miyofibrillere dik olarak yerleşmiş ve Z çizgisinin bölgesinde bulunmaktadır. Sistema ve transvers tübüller arasındaki kombinasyon üç değerli element olarak tanımlanır. Transverstbl, kas fibrili boyunca uzanmakta ve kas hücresinin içine açılmaktadır. Transvers tübül ve 3 değerli element, taşıma açı görevi yaparak aksiyon potansiyelinin (depolarizasyon) zar dışından fibril içine doğru oluşumunu sağlar. Depolarizasyon süresince kalsiyum iyonları ( $Ca^{2+}$ ), SR'den salgılanır ve miyofilamentlere doğru hareket eder (Wilmore ve Costil, 2004; Guyton ve Hall, 2013).

Miyozin filamentlerinin aktin filamentleri ile üst üste geldiği noktada çıkıntı şeklinde çapraz köprüler yer almaktadır. Bu çıkıntılar miyozin başı olarak bilinmektedir ve kalın miyozin filametlerden ince aktin filamentlere doğru dik bir şekilde uzanmaktadır. Aktin filamentlerinin üzerinde kasılma sırasında miyofilamentler arasında ilişkiyi düzenleyen troponin ve tropomiyozin olarak adlandırılan iki tane protein yapı bulunmaktadır. Tropomiyozin aktin molekülü üzerindeki aktif tarafı kapatarak aktin filamentleri ile miyozin çapraz köprüleri arasındaki ilişkiyi engeller. Kas lifi içerisinde yer alan SR'den  $Ca^{2+}$  salgıladıktan sonra troponine tutunurlar. Troponinin hareket etmesi sonucu tropomiyozin aktif taraftan ayrılır, miyozin başı aktin filament üzerindeki aktif tarafa tutunur ve böylece kas kasılma oluşumu başlamış olur. Kas kasılması aktif bir süreçtir ve sürekli enerji akışına ihtiyaç duyulmatadır. Kas kasılmasının devam edebilmesi için adanizintrifosfat (ATP) miyozin başı üzerindeki reseptörlere bağlanır. Miyozin başında bulunan miyozin ATPaz enzimi de, ATP'yi parçalar ve ürün olarak adanizindifosfat (ADP) ve inorganik fosfat ortaya çıkar. Bu işlem miyozin başının aktif taraftan ayrılmasına ve diğer bir döngü için hazır olmasına neden olur (Wilmore ve Costil, 2004; Guyton ve Hall, 2013).

### **2.3.3. Kas Kasılma eşitleri**

**İzometrik Kasılma:** İzometrik kelimesinin sözlük anlamı; aynı veya sabit (izo) boy (metrik) demektir. İzometrik kasılmada kasın gerilimi artarken, kasın boyunda bir değişiklik meydana gelmez (Fox ve ark., 2012). Statik bir kasılmadır. Kasta herhangi bir uzunluk değişikliği olmadan, geriliminde artış meydana gelen kasılma türüdür. Bu tip kasılmalarda kasın uzunluğu sabit kalırken gerilimi artmaktadır. Sportif olarak veya

egzersiz formu amaçlı kullanımlarının dışında iyileştirme amaçlı da kullanılmaktadır. Bu tip bir kasılmanın en büyük dezavantajı, hareket koordinasyonuna olan olumsuz etkileri ve her açıda çalışılmak istenmeleri durumunda o antrenman birimi için oldukça fazla zaman kaybına uğranmasıdır. Kasın boyu miyozin başlarının yaptıkları hamle vuruşları sebebi ile bir miktar kısalsa da sabit olarak kabul edilir ve kasılma dolayısıyla kas tonusu artar (Kenney ve ark., 2012).

### ***İzotonik Kasılma***

Bu kasılma türü konsantrik ve eksantrik kasılma olarak iki başlıkta incelenir.

***Konsantrik Kasılma:*** Dinamik bir kasılma türüdür. Kas kasılması sırasında kasın gerilimi sabit kalırken kasın boyu kısalmaktadır (Bompa, 2007). Hareket, kasılma ile meydana gelir ve sonuç olarak mekanik bir iş yapılır. Kas boyu değiştiği için konsantrik kasılma aynı zamanda bir izotonik kasılma türüdür. Kas aktiviteleri, izometrik ve konsantrik kasılmanın birbiri ardına yapılmasından veya her iki kasılmanın kombinasyonundan oluşur. (Barrett ve ark., 2015). Örnek olarak; bir ağırlığın yerden bir yere kaldırılması söylenebilir. Elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemine fleksiyon yaptırırsak m. biceps brachii kası konsantrik olarak kasılır. Kas boyu kısılır, ön kol üst kola doğru mekanik bir hareket (iş) yapmıştır.

***Eksantrik Kasılma:*** Kas kasılması sırasında gerilim sabit kalırken, konsantrik kasılmanın aksine kasta uzama meydana gelir. Negatif yönde mekanik bir iş yapılır. Bu tip kasılmada oluşan net gerilim kuvveti, kasın olağan kasılma mekanizması ile oluşturulan kuvvetten daha fazladır (Fox ve ark., 2012; Saç, 2016). Bunun yanında eksantrik kasılma, yerçekimine karşı yapılan bir kasılma türüdür. Örneğin; bir ağırlıkla dirsek, fleksiyon sonrası ekstansiyon yaparsa m. biceps brachii kasının boyunda eksantrik olarak uzama görülür (Günay ve ark., 2010). Kasılma türünün özellikleri incelenecek olursa sakatlık riski en fazla olan kasılma türüdür (Lieber, 2018).

***İzokinetik Kasılma:*** İzokinetik, eş hareket anlamına gelmektedir. Hareket eşit hızda sürdürülürken hareketin her açısında, o açı ve hızda ortaya konabilecek en yüksek (maksimal) kuvvet performansı gerçekleştirilebilir (Kenney ve ark., 2012). Bunun için özel olarak geliştirilmiş izokinetik cihazlara gereksinim vardır. Bu cihazlarda hareket hızı saniyede 300, 240, 180, 60 vb. derecelerde dairesel hızlarda ayarlanabilir. Böylece hareket yapılırken maksimal kuvvet uygulasa dahi önceden ayarlanan hız geçilemez yani hareket sabit hızda yapılır (Fan ve ark., 2014; Baltzopoulos, 2017).

#### 2.3.4. Elektromyografi (EMG)

EMG, kasın kasılması sonucu ortaya çıkan biyopotansiyel işaretler (sinyal) olarak ifade edilmektedir. EMG sinyallerinin ana kaynağı vücutta meydana gelen bazı elektrokimyasal olaylardır (Taşdemirci, 2018). Bir başka tanıma göre ise EMG; kas ve sinir aksiyon potansiyellerinin, deri üzerine yerleştirilen yüzeyel elektrot yardımıyla ya da kaynağa daha yakın olacak şekilde vücuda yerleştirilen iğne elektrot aracılığıyla gerçekleştirilen ölçüm işlemi olarak tanımlanabilir (Saç, 2016). EMG sinyali kasılan kasa ait kas fibrillerinde ortaya çıkan aktiviteyi yüzeyel elektriksel aktivite olarak temsil etmektedir. Elektrotun kayıt aralığı içerisinde, aktif motor üniteye oluşan aksiyon potansiyelinin sumasyonudur. Bu bağlamda EMG ölçümü, kas ve sinir fonksiyonlarının tespiti için değerli bir araçtır (Zhou ve Rymer, 2004). Temel fizyolojik ve biyomekanik çalışmaların yanında, fizyoterapi ve rehabilitasyon, spor ve egzersiz, insan-bilgisayar etkileşimi çalışma koşulları gibi konuların araştırılmasında kinesiyolojik EMG (kas hareketlerini inceleme) kullanılmaktadır. EMG birçok hastalıkta bazen tek başına, bazen de yardımcı yöntemler kullanılarak hekimlere tanı koymada yardımcı olan, kas-sinir hastalıklarının teşhisi için kullanılan bir yöntemdir (Özmen, 2013).

Spor fizyolojisi alanında da yaygın olarak kullanılan EMG kuvvet ölçümü (Gioftos ve ark., 2016; Buhmann ve ark., 2017), kas kasılmasında devreye giren motor ünitelerin oranı, ortalama sayılarını ve kuvvet üretim miktarını saptamak için kullanılır. EMG sinyalinin güvenilirliğini arttırmak için; derinin hazırlanması, kullanılan elektrot türü ve yerleşimi, amplifikatörün giriş empedansı ile maksimal istemli kasılma (MİK) ölçümünün uygun eklem açısında yapılması gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (Cerrah ve ark., 2010).

Vücut potansiyel sinyallerinin gözlemlenmesi kolay değildir. Dolayısıyla bu sinyallerin kuvvetlendirilmesi gerekir. EMG sinyallerinin kuvvetlendirilmesinde farklı kuvvetlendiricilerden yararlanılmaktadır. EMG işareti kasların ürettiği güce, elektrotların pozisyonuna, deri iyon dengesi (yüzeyel elektrot kullanımında) gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Tek kas lifine uygulanan iğne elektrot ile sadece o lifeye ait sinyaller ölçülebilirken, yüzey elektrotlarla yapılan ölçümlerde elektrotların yerleştirildiği bölgedeki kas grubunun potansiyellerinin ortalaması ölçülmektedir. Bununla birlikte yüzeydeki kasların faaliyeti, alttan gelen bilgiyi engellediğinden dolayı yüzey elektrotların sadece yüzeydeki kasların incelenmesinde kullanılması uygun



görülmektedir. Tek kutuplu (monopolar), çift kutuplu (bipolar) ve çok kutuplu (multipolar) şekillerde geliştirilmiş batırma (iğne) tipi elektrotlar genellikle derin kasların veya tek bir motor ünitesinin elektromiyogramının ölçülmesinde kullanılmaktadır (Nymark ve ark., 2005).

### **2.3.5. EMG Kayıt Elektrot Çeşitleri**

EMG’de genelde iğne elektrot ve yüzeysel elektrotlar kullanılır. Özellikle kinesiyojik çalışmalarda yüzeysel elektrotlar daha çok tercih edilir. Her iki elektrot tipinde de bazı avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır (Barkhause ve Nandekar, 1994).

#### ***Yüzeysel Elektrotlar***

Yüzeysel elektromiyografi (sEMG), kinesiyoji, nörofizyoloji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli bir araçtır. Biyomekanik ve kinesiyoji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır (Staudenmann ve ark., 2005; Rahnama ve ark., 2006; Olliver ve ark., 2010). Tek kullanımlık olan türleri yaygın olarak kullanılmakla beraber, çok kullanımlı türleri de mevcuttur (Şekil 5). Çok kullanımlı elektrotlar paslanmaz çelik, gümü veya nadiren de altından üretilmektedir. Bu elektrotlar yapışkan bir bantla deriye yapıştırılırlar. Çok kullanımlık elektrotlar içinse artifaktı azaltmak için iletim jellerinin kullanılması gerekir. Tek kullanımlık elektrotlar yapışkan bir yüzeye sahiptir ve bu tip elektrotlarda bu yüzden yapışkan bant veya jel kullanılmasına ihtiyaç yoktur. EMG’de üç adet yüzeysel elektrot kullanılır. Bunlar aktif, referans elektrotları ve bir toprak elektrotu. EMG çalışmalarında, yüzeysel elektrotlar topraklama ve bazen debir referans-kayıt elektrotu olarak kullanılır (Weiss ve ark., 2004).

Yaklaşık olarak 0–10 mV arasında değişen EMG sinyal genişliği, rastgele (stochastic) bir dağılım gösterir ve Gauss dağılım formülüyle gösterilebilir. Sinyal genişliğinin en büyük olduğu frekans değerleri 0–150’dir. EMG ölçümlerinde kullanılan elektrotların, sinyalin özelliklerini etkileme konusunda önemli fonksiyonları vardır. EMG sinyali kaydedilirken, ölçüm yapılan kasa yakın kaslardaki elektrik aktivasyonu, gerçek sinyale karışabilir ve bu durum sebebiyle sinyalin özelliğini kaybedebilir. Yan ses olarak adlandırılan bu durumun ortaya çıkmasında, büyük yüzeye sahip elektrotların da etkisi vardır. Dolayısıyla elektrot yüzeyinin olabildiğince küçük tutulması, sağlıklı EMG sinyal ölçümü için uygulanan yöntemlerden biridir. Kastaki elektrik sinyalin

doğru kaydedilmesi için dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan bir tanesi de kas yüzeylerine yerleştirilen elektrotların yerleşim yerlerinin doğru belirlenmesidir. Elektrotların, kasta oluşan elektriksel aktivasyonu tam olarak algılayabilmesi için, kasın tam orta noktalarına yerleştirilmeleri gerekir (Lee ve ark., 2015; Seniam.org, 2019).

Genel olarak yüzeyel EMG’de sinyallerin iki karakteri incelenmektedir. Bunlar amplitüd (amp) ve frekans parametreleridir. sEMG amplitüdü kasın aktivasyon derecesi olarak tanımlanır ve kişinin kas gücünü göstermektedir. sEMG frekansı ise istenen bir aktivite sırasında kasın ateşlenen motor birimlerini göstermektedir. Günümüzde frekans ve güç spektrum analizi tekniği dijital bilgisayarlar kullanılarak kolaylıkla yapılabilmekte ve önemli veriler elde edilebilmektedir. Amplitüd verileri ile Karesel Ortalama (RMS) değerleri hesaplanarak kas aktivasyonu tanımlanır. Frekans analizi için “Fourier analizi” olarak ifade edilen yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntem ile Ortalama Frekans (mean), Ortanca Frekans (median) değerleri hesaplanmaktadır. Median değerü güç spektrumunu iki eşit parçaya ayıran ve kas fibrillerinin iletim hızındaki farklılıkları gösteren geçerli bir ölçüm yöntemidir (Erdoğan, 2013; Saç, 2016; Watanabe ve ark., 2018).

Özellikle egzersiz ve spor bilimleri alanında sEMG ölçümlerinin yapıldığı çalışmaların büyük bir kısmı, takım veya bireysel sporlarda özel beceri gerektiren tekniklerin ortaya konması sırasında ilgili kaslarda meydana gelen kasılma ve gevşeme mekanizmasının tespiti ile sakatlık oluşumu ve uygun tekniğin kullanımı gibi konuları içermektedir. Elde edilen bu veriler; teknik gelişimin değerlendirilmesi, uygun antrenman programlarının oluşturulması, sporcunun gelişiminin takip edilmesi ve yetenek seçimi amaçlarıyla kullanılabilir (Çankaya, 2012).

### ***İğne Elektrotlar***

Günümüzde neredeyse bütün iğne elektrotları tek kullanımlıktır (Şekil 5). İğne elektrotları monopolar, bipolar ve konsantrik olarak sınıflandırılmaktadırlar. Monopolar ve bipolar elektrot kullanıldığında yüzeyel bir referans elektrotu da kullanılmalıdır. Konsantrik elektrot da ise referans işlemi elektrotun içine yerleştirilmiş bir referans ile sağlanır (Weiss ve ark., 2004).



Şekil 5. 3M yüzeyel ve iğne EMG elektrotu (medforum.com.tr'den, 2019; ossamedikal.com.tr'den, 2019)

### ***Yüzeyel ve İğne Elektrotunun Avantaj ve Dezavantajları***

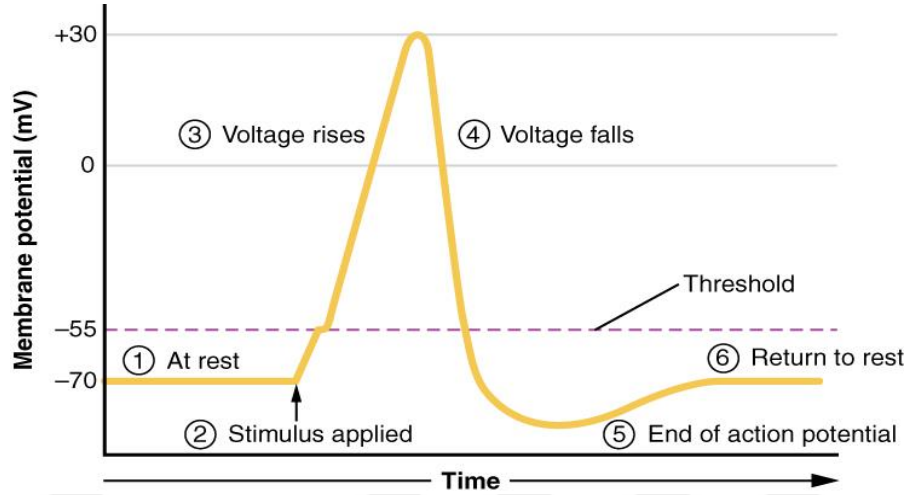
Yüzey elektrotun avantajları; uygulaması çabuk ve basittir. Ölçüm esnasında tıp uzmanı ve kullanım sertifikası gerektirmez. Rahatsızlık verme oranı en az düzeydedir. Dezavantajları ise; sadece yüzeyel kaslar için kullanılır ve yan sesden etkilenebilir. Aynı zamanda standart bir elektrot yerleşimi yoktur. Test sırasında deneğin hareket kabiliyetini engelleyebilir. Dinamik kassal aktiviteleri kayıt etmede sınırlılıklar vardır.

İğne elektrotu avantajları; tek bir kasın kasılma sinyallerini kaydeder ve derin kaslara ulaşabilir. Çok az yan ses ihtimali vardır. Dezavantajları; aşırı derecede duyarlıdır. Tıbbi personel tıp sertifikası gerekmektedir. Yeniden yerleştirme neredeyse imkânsızdır. Ölçülen bölge tüm kası temsil etmeyebilir (Weiss ve ark., 2004).

### **2.3.6. EMG Sinyalinin Ölçtüğü Kassal Aktivasyon**

Kasların kasılması, sinirler vasıtasıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda meydana getirdiği motor ünite aksiyon potansiyeli (MÜAP) olarak adlandırılan elektriksel potansiyeller sayesinde gerçekleşir. Sinir hücresi aksiyon potansiyeli sinir kas kavağına ulaştığında ACh salınımı başlar ve kas hücresinde yer alan iyon kapıları açılır. Bunun sonucunda kas kasılmasının oluşumunu sağlayan transvers tübüller aracılığıyla kas fibrillerine sinyaller iletilir. Aksiyon potansiyeli sinir zarlarının hızlı ve güçlü depolarizasyonlarıdır. Depolarizasyon sırasında iyonların hareketleri elektrot aracılığıyla tespit edebileceği elektromanyetik bir alan oluşturur. Zar potansiyelindeki değişimler, -70 mV'lık dinlenik zar potansiyeli değerinden +30 mV değerine kadar olan aralıkta gider ve hızlı bir şekilde dinlenik değerine geri döner (Wilmore ve Costil, 2004; Cerrah ve ark., 2010). Ortaya çıkan bu elektriksel akımın bir bölümü de deriye yayılır. MÜAP sonucu deriye yayılan bu elektriksel potansiyeller, iki elektrotu deriye uygulama yoluyla veya iğne elektrotları vasıtasıyla kasın içine

batırılarak ölçülebilir (Küçük ve Mayetin, 2017).



Şekil 6. Kasılma sırasında zar potansiyelindeki değişiklik (opentextbc.ca'dan, 2019)

Birden çok kas lifi eş zamanlı kasıldığı takdirde, deride elektrik potansiyellerinin tam olarak gevşememiş durumda olan bu kaslardaki summasyonu çok büyük değerler ortaya çıkarabilir. Kasılmanın miktarı MÜAP'ların sayısının ve sıklığının artması ile doğru orantılı olarak artış gösterir. Kasların kasılı durumda olduğu veya olmadığı durumlarda MÜAP'ların incelenmesi, şeklinin ya da sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde olmayan elektriksel aktivitelerin meydana gelmesi, kaslardaki sorunları belirlemek amacıyla incelenen bazı değişkenler arasındadır (Erdoğan, 2013).

### ***Karesel ortalama (RMS)***

RMS, EMG sırasında kaydedilen pozitif ve negatif dalgaların karelerinin karekökünü alarak hesaplanan ve EMG aktivitesi hakkında bilgi veren bir işlemdir. Myoelektrik uyarıların gerçek RMS değeri uyarılardaki elektriksel gücü ölçer. Pozitif veya zaman göstergesi ile kombine şekilde, elektriksel uyarıların güç çıktılarının anlık ölçümlerini verir. RMS değerini belirlemek için balistik galvonometre, güçlü bir voltmetre ya da bir bilgisayar yardımı ile Power spectrum analizinden faydalanabilir. RMS'te veriyi oluşturan değerlerin kareleri alındığından, tüm işaret pozitif alternansa taşınmış anlamına gelir. Dolayısıyla RMS, veriyi oluşturan değerlerin hangi seviyede seyrettiğini ortaya koyması açısından değerli bir parametredir. RMS, ne kadar motor ünitenin uyarıldığına, motor uyarılma hızına, motor ünite alanına, süresine ve elektriksel

uyarıların ilerleme hızına, elektrotların yerleşim yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlı olarak değişim gösterebilir. RMS-EMG ilişkisi ise, egzersiz veya fiziksel aktivite esnasında kasın total miyoelektrik aktivitesinin indikasyonu olarak kullanılmaktadır (Fukuda ve ark., 2010; Aydoğan, 2011).

## **2.4. Sıçrama**

Sıçramanın sözlük anlamlarına bakıldığında; ayaklarla birdenbire yeri (zemin) teperek kısa süre havaya yükselme; ayakların ardı sıra yeri itmesiyle yerden koparak kısa süre havada kalma; gelişme koşusundan hız alarak, ayağın itme gücüyle vücudu yerden koparıp uzağa ya da havaya fırlatma gibi tanımlamalar olduğu görülmektedir. Sıçrama genel anlamda, sporcunun kendi ağırlığına karşı uyguladığı kuvvettir. Bilindiği üzere, futbol, basketbol, hentbol gibi ani ve yüksek şiddetli güç üretimine ihtiyaç duyulan farklı spor branşlarında bu ihtiyaçlar anaerobik enerji sistemi tarafından sağlanmaktadır (Teixeira ve ark., 2015; Pena ve ark., 2018). Sıçrama hareketi, hentbol branşı için anaerobik bir beceri olmasının yanında, performansın artırılmasında önemli bir yer tutan hareket becerisidir (İslamoğlu, 2015; Ghosh ve Mondal, 2017).

Sıçrama, balistik bir hareket olarak da bilinir. Tek kas grubunun aktivasyonu ile başlayan, kas aktivasyonu gerçekleşmeyen yükselme periyodu ile devam eden, zıt kas grupları veya ligamentler gibi dokular tarafından gerçekleştirilen yavaşlama evresi ile sona eren bir hareket çeşiti olarak da ifade edilebilir (Woolstenhulme ve ark., 2006).

### **2.4.1. Sıçrama Kuvveti**

Sıçrama kuvveti ise sporcunun mümkün olduğu kadar yatay olarak uzağa ve dikey olarak yükseğe sıçraması olarak tanımlanmaktadır. Kasın fizyolojik yapısına, maksimal kuvvete, vücut yapısına, sürat özelliğine, kas esnekliğine ve büyük oranda koordinasyon gibi özelliklere bağlı olarak değişim göstermektedir. Hentbol branşına ait fizyolojik özellikler arasında da önemli bir yer tutan patlayıcı kuvvetin en önemli ölçütlerinden biri sıçrama kuvvetidir. Kombine bir motorik yetenek değerlendirilen sıçrama kuvveti aşağıda belirtilen elementlerden oluşmaktadır:

- Bacak kaslarının reaktif yeteneği
- Bacak gericilerin patlayıcı kuvveti
- Sıçramaya katılan yaylanma elementleri
- Sıçrama tekniği (Çobanoğlu, 2018).

Sıçramalar, dikey, yatay ve derinlik sıçramaları olmak üzere üç ana başlık altında incelenebilir.

#### **2.4.2. Dikey Sıçramalar**

Dikey olarak uygulanan ve temelinde zeminden dikey bir şekilde maksimum yüksekliğe ulaşılması amaçlanarak gerçekleştirilen sıçrama çeşitleridir. Bir başka ifade ile bir kişinin durarak ulaşabildiği yükseklik ile sıçrayarak ulaşabildiği yükseklik arasındaki farktır (Yıldırım ve Özdemir, 2010). Patlayıcı kuvvet aktiviteleri sınıflandırmasında yer alan dikey sıçramalar, optimal performans için mutlak gerekli olan, ayrıca fiziksel uygunluk düzeyinin belirlenmesi ve yetenek seçimlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Castagna ve Castellini, 2013). Hentbolda hem savunma hem de hücum varyasyonlarında müsabaka başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri olarak gösterilmektedir (Vila ve ark., 2012; Carvalho ve ark., 2014).

#### **2.4.3. Yatay Sıçrama**

İki ayak üzerinde ileriye doğru yapılan sıçrama olarak tanımlanmakta olup, hareket yönü dikeyden yataya doğru gelişmektedir. Yani yatay düzlemde gerçekleştirilen sıçramalardır (Yıldırım ve Özdemir, 2010). Bu sıçramalar iki şekilde sınıflandırılabilir.

**Kısa Sıçramalar:** Bu sıçrama grubuna, durarak uzun atlama, durarak üç adım atlama, durarak beş adım atlama gibi sıçrama çeşitleri örnek gösterilebilir.

**Uzun Sıçramalar:** Bu sıçrama grubuna, tek bacakla ve bacak değiştirerek yapılan 30, 60, 100 metre ve daha uzun mesafelerde yapılan sıçrama çeşitleri örnek gösterilebilir (Dündar, 2007; Ducharme ve ark., 2016).

#### **2.4.4. Derinlik Sıçramaları**

Derinlik sıçramaları dikey düzlemde gerçekleştirilir, ancak hareketin ilk aşamasında derinlik daha sonraki aşamada ise yükseklik kazanımı şeklinde uygulanır. Sıçrama kuvvetinin gelişiminde kullanılır. Eksantrik ve dinamik-negatif bir kuvvet çalışmasıdır. Yüksek bir zeminden alçak zemine sıçrayarak kasların şok bir gerilime uğraması ve kaslardaki kinetik enerjiden yararlanılması amaçlanır. Örnek olarak; 60-80 cm yüksekliğindeki bir kasadan yere atlayıp sonra aynı yükseklikteki bir başka kasaya sıçrama gösterilebilir (İslamoğlu, 2015; El-Ashker ve ark., 2019).

#### **2.4.5. Sıçrama Hareketinin Biyomekaniği**

Birçok balistik hareket hazırlanma, aksiyon ve toparlanma aşaması olmak üzere üç aşamada incelenmektedir. Bütün bu aşamalar kendi içinde özel biyomekanik işlevlere sahiptir. Sunulan çalışma özelinde dikey sıçramalar biyomekanik açıdan incelendiğinde; hazırlanma aşaması, vücudun avantajlı bir pozisyona sokulmasını sağlayan ve bacaklardaki elastik enerjinin eksantrik kasılma ile depolandığı aşamadır. Eylem aşaması, bütün bacak eklemlerinin senkronize bir şekilde açıldığı veya plantar fleksiyonunun gerçekleştiği aşamadır. Toparlanma aşaması ise, hem havadaki hem de zemine temas edilen zaman dilimini içerir ve daha sonra bacaklar eksantrik olarak kasılır (Bartlett, 2007).

#### **2.5. Denge**

Denge ile ilgili literatürde birçok farklı tanıma yer verilmiştir. Temel olarak denge, destek alanı üzerinde vücudun duruşunu muhafaza etme yeteneği olarak da tanımlanabilir. Başka bir tanıma göre ise; hareket sırasında vücudun statik ve dinamik olarak istenilen pozisyonunu ortaya koyabilme yeteneği olarak ifade edilmiştir. Vücut kütlelerinin yere düşmesini önleyen dinamiği anlatan genel bir terim olarak da bahsedilmektedir (Sucan ve ark., 2005; Eylon, 2017).

Denge hareketleri bir eksen etrafında alan değişim göstermeyecek şekilde gerçekleştirilen gövde veya kol hareketleri gibi lokomotor olmayan hareketlerdir. Kinesyolojik açıdan bakıldığında ise denge, gövdenin internal ve eksternal kuvvetlerinin ve yerçekiminin etkisinde kaldığı durumlarda dizilimini koruyabilmesi ve kendisini etkileyen kuvvetlerin toplamının sıfırlanabilmesidir. Ayrıca, motor becerilerin gerçekleşebilmesi için de dengenin hayati bir rolü bulunmaktadır. Spor ve egzersiz bilimleri yönünden bakıldığında; belirlenen bir hareketi merkezi sinir sistemi (MSS) ile iskelet-kas sisteminin eşgüdümlü bir şekilde etkileşimini ifade eden koordinasyon kavramının içerisinde değerlendirilmektedir (Eylon, 2017). Primer anlamda denge için verilebilecek olan örnek, oturma ve ayakta durmadır. Çocukluk dönemindeki gelişime paralel olarak dönme, eğilme, yukarı doğru uzanma, tek ayak üzerinde durma gibi diğer denge ile ilgili parametreler gelişmekte ve öne çıkmaktadır. Postural kontrol sistemi, kişinin ağırlık merkezlerini stabilize sınırları içerisinde korudukları bir mekanizmadır. Bu mekanizma, beyin ve iskelet kas sistemleri arasındaki geri bildirim kontrol devresi olarak hareket etmektedir. Kısa bir süre ayakta duruşta, vücudun farklı bölgelerinde

yapılan küçük hareketler normal dik postürü kontrol etmektedir (Ünver, 2014).

Denge, statik ve dinamik olarak iki başlıkta incelenmektedir (Melam ve ark., 2016; Steffen ve ark., 2017).

### **2.5.1. Statik Denge**

Vücudun dengesini belli bir yerde ya da pozisyonda sağlama yeteneğine statik denge denir (Hazar ve Taşmektepligil, 2008). Bir başka ifadeyle, stabil bir destek düzeyinde ve eksternal hiçbir kuvvete ihtiyaç duyulmadan genel postürün veya vücut bölümlerinin belirli pozisyonda korunması amacıyla otomatik olarak sağlanan denge olarak tanımlanmaktadır (Arslanoğlu ve ark., 2010).

### **2.5.2. Dinamik Denge**

Vücut hareket halinde olduğu esnada dengesini sağlama yeteneğine dinamik denge denir (Hazar ve Taşmektepligil, 2008). Vücutta etkili olan eksternal kuvvetlerin kas ve eklem çevresi yumuşak dokular tarafından nötralize edilmesi sonucu sağlanan denge olarak da ifade edilmektedir (Nichols ve ark. 1995). Ağırlık merkezinin, vücudun hareketlerine uyum sağlayarak yeni konumlara vücut pozisyonunu adapte edebilme yeteneği olarak bahsedilmekle birlikte; “Hareket sırasında oluşan postüral değişikliklerin önceden kestirilebilmesi ve denge değişikliklerine uygun yanıtların verilebilmesi” olarak da tanımlanmaktadır (Eylen, 2017). Dinamik denge, yürüme, ağırlık aktaran aktiviteler, merdiven inip çıkma, sandalyeye oturma-kalkma gibi günlük yaşam aktivitelerine ait farklı hareket kalıpları ile bu kalıplar arasındaki bütünlüğü içerir (Çebi, 2015).

### **2.5.3. Denge ve Sportif Performans**

Dengenin sportif becerilerde performans bazında analizini yaparken bir başarı kriteri olarak değerlendirilmesinin yanında, motor becerilerin sergilendiği bedensel gelişim için de pozitif yönde ivme kazandırıcı bir yetenek olduğu düşünülmektedir. Dengenin sporda başarılı performans için gerekli olan vücut kompozisyonu ve stabilizasyonunu koruma anlamında önemli bir rol üstlendiği bilinmektedir. Bu nedenle bir hareketin gerçekleştirilme aşamasında ani değişiklikler içeren dinamik sporlar için temel oluşturmaktadır (Çebi, 2013).



Tüm sporlar belirli düzeyde denge yeteneğine gereksinim duymaktadır. Sonuçta denge; vücut kütesinin yere düşmesini önleyen dinamiği anlatan genel bir kavramdır. Bir spor branşını öğrenmek ve uzun süre antrenmana tabi olmak, günlük hayattaki statik ve dinamik postural kontrolü geliştirir. Son yıllarda çeşitli yaş gruplarında ve denge problemi yaşanan vestibular sistem hastalıklarında, kas iskelet sistemi hastalıklarında ve sakatlıklarında yaşam kalitesini yükseltmek; sportif aktivitelerde ise hem oluşabilecek sakatlıkların önlenmesi hem de performansı arttırmak amacıyla propriyosepsiyon ve dengenin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Özellikle sporcularda dengenin gelişimi için yapılması gereken egzersizler birçok araştırmaya konu olmuştur. Fiziksel aktivite, spor, sakatlıkların önlenmesi ve günlük yaşamın devamının sağlanabilmesi için, insanların ve diğer canlıların ilk önce sağlıklı bir fiziki yapıya ve iyi öğrenilmiş temel hareketlere sahip olması gerekmektedir (Hrysomallis, 2011; Hammami, 2016).

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Araştırma Grubu**

Bu çalışma, Türkiye Hentbol Federasyonu (THF) Süper Ligi ve/veya 1.Lig’inde aktif olarak oynayan toplam 17 erkek hentbolcunun gönüllü katılımıyla, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi laboratuvarı ve Spor Salonu’nda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya başlamak için gerekli olan izin, OMÜ Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan 23.12.2016 tarih ve 2016/399 karar numarası ile alınmıştır.

#### **3.2. Test Protokolleri**

Katılımcıların demografik bilgileri kayıt altına alındıktan sonra boy ve kilo ölçümleri (Gaia 359 Plus) gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların sıçrayarak atış esnasındaki şut isabet oranlarını belirlemek için “Şut (Atış) İsabeti Testi”; atış kolu omuz izokinetik kuvvetinin belirlenmesi için “İzokinetik Kas Kuvveti Testi”; şut esnasında aktif olarak rol oynayan seçilmiş kasların aktivasyon düzeylerini belirlemek için “Kas Aktivasyonu Ölçümü”; sıçramanın belirlenmesi için “Dikey Sıçrama Testi”; denge performansının belirlenmesi için “İzokinetik Denge Ölçümü” testleri uygulanmıştır. Katılımcıların şut isabeti testi esnasındaki atış hızlarının ölçümü ise OMÜ BAP kapsamında temini sağlanan “Top Hızı Ölçer (Radar Tabancası)” ile gerçekleştirilmiştir.

##### **3.2.1. Şut (Atış) İsabeti Testi**

Şut isabet oranını belirlemek için konu ile ilgili benzer çalışmalarda kullanılan testler incelenerek, katılımcı profiline uygun bir test protokolü hazırlanmıştır (Andrade ve ark., 2010; Garcia ve ark., 2017). Katılımcılara, uluslararası müsabaka koşullarına uygun olan bir hentbol sahasında, 10 dakikalık genel ısınma ve deneme atışlarını takiben standart hentbol kalesine (2x3 m) 9 m mesafeden (kesik çizgi) sıçrayarak atış yaptırılmıştır. Katılımcılar, tamamı brandayla kapatılmış olan hentbol kalesinin üst köşelerinde açılan 50x50 cm ebatlarındaki deliklere 5’er atış (sol ve sağ köşe) olmak üzere toplamda 10 adet sıçrayarak atış gerçekleştirmişlerdir (Şekil 7). Atışlar gerçekleştirilirken katılımcılardan “olabildiğince isabetli” (throw as accurately as possible) şekilde atış yapmaları istenmiştir (Van den Tillaar ve Ettema, 2003). Atışlarda THF onaylı 3 numara hentbol topu (Select, Denmark) kullanılmıştır. Gerçekleştirilen isabetli ve isabetsiz atışlar kayıt altına alınmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen atışların hızını

belirlemek için “Top Hızı Ölçer” (Stalker Solo 2 Radar Gun, USA) kullanılmıştır. Atışlar esnasında bir görevli, atış yapılan köşenin hemen arkasında konumlanmıştır. Cihazdaki “Transmitter” modu aktif hale getirilerek atışların hızları otomatik olarak (herhangi bir tuşa basmadan) kayıt altına alınmıştır. Her atışın hızı ayrı olarak kaydedilerek (km/s), isabetli ve isabetsiz atışlarla ilişkilendirilmiştir.



Şekil 7. Şut (Atış) İsabedi Testi

### 3.2.2. İzokinetik Kas Kuvveti Testi

İzokinetik kuvvet ölçümleri, Cybex II Norm izokinetik dinamometre ile yapılmıştır. Katılımcılara test başlamadan önce genel ısınma için 5 dakikalık süre verilmiştir (Andrade ve ark., 2016; Mascarin ve ark., 2016). Isınma tamamlandıktan sonra cihazın koltuğu yatay olmak üzere, katılımcıların sırt üstü uzanır durumda ve omuz abdüksiyon pozisyonunda olmaları sağlanarak test için uygun şartlar hazırlanmıştır. Açısal hızlar  $90^{\circ}/sn$ ,  $180^{\circ}/sn$  ve  $240^{\circ}/sn$  olarak ayarlanarak, hentbolda atış esnasında omuzun aldığı pozisyona en yakın hareket olan “omuzda internal rotasyon (IR) ve eksternal rotasyon (ER)” esnasındaki izokinetik kuvvet ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, dirsek  $90^{\circ}$  fleksiyonda, el bileği nötral ve parmaklar fleksiyonda kavrama pozisyonunda iken yapılmıştır (Şekil 8).

Testte sırasıyla  $90^{\circ}/sn$ 'lik açısal hız ile 5 tekrar ısınma ve 5 maksimum konsantrik;  $180^{\circ}/sn$ 'lik açısal hız ile 5 tekrar ısınma ve 5 maksimum konsantrik;

240°/sn'lik açısal hız ile 5 tekrar ısınma ve 5 maksimum konsantrik kuvvet ölçümü yapılmıştır. Katılımcılara setler arası (ısınma ile maksimum ölçüm) 15 sn, üç ayrı açısal hız ölçümü arasında (90°/sn, 180°/sn 240°/sn açısal hızlar arası) ise 60 sn dinlenme verilmiştir. Ölçümün daha objektif olması için ölçüm parametreleri ayarlanırken gravite kompensasyon açık konuma getirilmiş ve ölçüme başlamadan önce kişinin kolu horizontal pozisyona alınarak kişinin ve cihazın ağırlığı tespit edilmesi ile test sırasında yerçekimi etkisi elimine edilmiştir (Davies ve ark., 2018).



Şekil 8. İzokinetik Kas Kuvveti Testi

### 3.2.3. Kas Aktivasyonu Ölçümü

Kas aktivasyonu ölçümü, şut isabeti testi esnasında gerçekleştirilmiştir. EMG ölçümleri için yeterli ısınma sürecinden sonra atış kolu tarafı, omuzda IR ve ER hareketlerinde aktif olan 2'şer tane kas kullanılmıştır. IR için, yüzeysel tabakada yer alan m. latissimus dorsi (MLD) ve m. anterior deltoid (MAD); ER hareketi için ise yine yüzeysel tabakada yer alan m. infraspinatus (MI) ve m. posterior deltoid (MPD) kaslarının fibrillerine paralel olacak şekilde orta bölgelerine gümüş/gümüş klorür (Ag/AgCl) bipolar yüzeysel EMG elektrotları (3M) yerleştirilmiştir (Şekil 9). Elektrotlar arası mesafe 20 mm olarak ayarlanmıştır. Elektrotlar yerleştirilmeden önce artefaktların engellenmesi amacıyla deri alkollü solüsyon ile temizlenerek pürüzsüz hale gelmesi amacıyla tıraşlanmıştır. Kaslara yerleştirilen elektrotlarda (3M) jel mevcut olduğundan ayrıca jel kullanılmamıştır. Ayrıca kablo ve elektrotlar vuruş anında artefakt yaratmaması için her atış sonrası kontrol edilmiştir (Arslan, 2005).

Kas aktivasyonunu belirlemek içinse ME 6000 (Mega Electronics Ltd. Finland) marka portable EMG cihazı kullanılmış olup, veri örneklem hızı 1000 Hz olarak ayarlanmıştır. Cihaz kemer yardımıyla deneğin beline bağlanmıştır. Cihazın teste hazır hale getirilmesinden sonra atışlar gerçekleştirilmiştir. Test, cihaz üzerinde yer alan “start-stop” komutlarıyla başlatılıp atış sona erer ermez durdurulmuştur. Bu şekilde her atışın ölçümü ayrı olarak kayıt altına alınmıştır. Atışın başlangıcı ve bitişi arasındaki şut ile ilgili olmayan farklı kasılmaların değerlendirilmeye alınmaması için sadece maksimum (atış esnasındaki en yüksek kasılma) ve minimum (kasın olağan/rutin kasılması) kasılma değerleri RMS formatında kullanılmıştır.



Şekil 9. EMG cihazı ve elektrotların kaslar üzerine konumlandırılması

#### 3.2.4. Dikey Sıçrama (Static Jump) Testi

Dikey sıçrama testi için, “Newtest Powertimer 300” cihazı kullanılmıştır. Katılımcılar otomatik kalibrasyonlu, geniş ve hassas bir ölçüm yüzeyine sahip; 84x95 cm boyutlarında ve bilgisayara entegre durumdaki kare mat üzerine çıkarak; eller kalça üzerinde olmak üzere iki ayağın birlikte kullanılması ile sıçrayışlarını gerçekleştirmişlerdir. Test, kontak matının üzerinde yarım squat (90 derecelik diz ekleme) pozisyonunda başlamıştır. Test sırasında ellerin kalça üzerindeki konumu korunmuş ve bu pozisyonda mümkün olan en yüksek seviyeye doğru her iki ayak üzerinde sıçrama yapılmıştır (Şekil 10). Yere inişte de pozisyon korunmuştur. Bu hareket 5 defa tekrarlanmış olup en iyi derece dikey sıçrama değeri olarak kaydedilmiştir.

Test sonucunda, sıçrama gücü (W), havada kalma süresi (ms) ve sıçrama yüksekliği (cm) değerleri analiz edilmiştir.



Şekil 10. Dikey Sıçrama

### 3.2.5. İzokinetik Denge Ölçümü

Statik ve dinamik denge ölçümleri için objektif veriler ortaya koyan CSMI marka Prokin TecnoBody izokinetik denge ölçüm cihazı kullanılmıştır. Sistemin havalı pistonlu servo motorlarla çalışan hareketli denge platformu, bütün yönlere 15 derecelik bir çalışma açısıyla ölçüm yapabilmektedir. Sonuçlar cihazın üzerinde bulunan ekrandan canlı olarak izlenebilmekte ve kaydedilmektedir.

Denekler 5'er dakikalık ısınma ve esneme egzersizlerinin ardından platforma (çıplak ayak ile) çıkarılmıştır. Platform üzerinde uygulanan cihaza alıştırma testlerinin ardından asıl test (statik-dinamik denge) başlatılmıştır (Şekil 11). Statik denge ölçümleri, çift ayak ve baskın ayak (sıçrama ayağı) duruş pozisyonlarında olmak üzere gözler açık şekilde gerçekleştirilmiştir. Dinamik denge ölçümler ise; havalı piston ayarları değiştirilerek istenilen zorluk düzeyi ayarlandıktan sonra çift bacak duruş pozisyonunda uygulanmıştır. Olası akut yorgunluğun sonuçları etkilememesi için, katılımcılara her test sonrasında 1 dakikalık pasif dinlenme verilmiştir.

Test sonucunda statik denge ölçümü için X Eksenine Yapılan Ortalama Basınç (ACOPX), Y Eksenine Yapılan Ortalama Basınç (ACOPY), Öne – Arkaya Salınım Sapması (FBSD), Sağa – Sola Salınım Sapması (MLSD),

Ortalama Öne – Arkaya Hız (AFBS), Ortalama Sağa - Sola Hız (AMLS), Kullanılan Alan (Ellipse Area) ve Kullanılan Çevre (Perimeter) parametreleri kullanılmıştır. Dinamik denge ölçümleri için ise Ortalama Takip Hatası (ATE), Ortalama Kuvvet Varyansı (AFV), Stabilite index, Gövdenin Toplam Standart Sapması (TTSD), Gövdenin Öne-Arkaya Standart Sapması (TBFSD) ve Gövdenin Ortaya-Yana Standart Sapması (TMLSD) parametreleri kullanılmıştır.



Şekil 11. İzokinetik Denge Ölçümü

### 3.3. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin analizlerinde SPSS 21 istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ile ölçülmüştür. Yaş, fiziksel özellikler (kilo, boy), izokinetik kuvvet, sıçrama ve denge performansı değişkenlerinin şut isabeti oranı üzerindeki etkisini belirlemek için basit doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Atış hızı ve kas aktivasyonu gibi her bir atışta doğrudan etkili olan değişkenlerin isabet üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla ise lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırma bulguları n, beta, exp (beta), r, r kare, standart hata (S.H), standart sapma (S.S), sınıflandırma başarısı (SB), F ve P değerleri ile ifade edilmiş; anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Çalışmada elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistikler ve analiz sonuçları tablolar halinde sunulmuştur.

**Tablo 1.** Katılımcıların yaş, vücut ağırlığı ve boy değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
Yaş (yıl)	17	17	29	23,17	3,10
Vücut Ağırlığı (kg)	17	67	120	85,52	13,48
Boy (cm)	17	176	200	184,35	6,56

**Tablo 2.** Şut isabeti ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

Değişken	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
Şut İsbeti	17	2	8	5,17	1,81

Tablo 2’de katılımcıların şut isabeti testinde maksimum isabet sayısının 8; minimum isabet sayısının 2 ve ortalama isabet sayısının ise 5,17 olarak tespit edildiği görülmektedir.

**Tablo 3.** Yaş, vücut ağırlığı ve boy değişkenlerinin şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Değişkenler	Beta	r	r kare	S.H.	F	p
Yaş (yıl)	-0,21	-0,36	0,13	1,74	2,25	0,15
Vücut Ağırlığı (kg)	-0,1	-0,7	0,5	1,32	15,05	<b>0,001</b>
Boy (cm)	-0,18	-0,65	0,42	1,41	11,09	<b>0,005</b>

Tablo 3’te yaş değişkeninin isabet oranı üstünde istatistiki bir etki göstermediği tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Vücut ağırlığı ve boy değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0,001$ ,  $p=0,005$ ).



**Tablo 4.** İzokinetik kas kuvveti (omuz) parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler (N/m)	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
IR-Peak-90°	17	43	106	65,88	14,70
ER-Peak-90°	17	27	61	46	8,88
IR/ER Oranı-90°	17	62	86	72,24	6,33
IR-Peak-180°	17	38	104	57,76	15,59
ER-Peak-180°	17	24	54	40,06	8,81
IR/ER Oranı-180°	17	59	93	72,23	9,33
IR-Peak-240°	17	37	99	54,70	14,83
ER-Peak-240°	17	24	49,00	36,23	8,05
IR/ER Oranı-240°	17	53	85,00	68,76	9,28

**Tablo 5.** İzokinetik kas kuvvetinin (omuz) şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Parametreler (N/m)	Beta	r	r kare	S.H.	F	p
IR-Peak-90°	-0,07	-0,53	0,281	1,58	5,852	<b>0,029*</b>
ER-Peak-90°	-0,06	-0,276	0,076	1,79	1,236	0,284
IR/ER Oranı-90°	-0,03	-0,118	0,014	1,85	0,213	0,651
IR-Peak-180°	-0,06	-0,508	0,258	1,61	5,21	<b>0,037*</b>
ER-Peak-180°	-0,06	-0,299	0,089	1,78	1,468	0,244
IR/ER Oranı-180°	-0,05	-0,247	0,061	1,81	0,971	0,34
IR-Peak-240°	-0,06	-0,519	0,27	1,59	5,536	<b>0,033*</b>
ER-Peak-240°	-0,06	-0,256	0,066	1,808	1,052	0,321
IR/ER Oranı-240°	-0,05	-0,258	0,066	1,80	1,066	0,318

Tablo 5’te IR-Peak-90°, IR-Peak-180° ve IR-Peak-240° değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p=0,029; p=0,037; p=0,033).

ER-Peak-90°, IR/ER Oranı-90°, ER-Peak-180°, IR/ER Oranı-180°, ER-Peak-240° ve IR/ER Oranı-240° değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görölse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır (p>0,05).

**Tablo 6.** Kas aktivasyonu parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Kaslar/RMS (µV)	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
MLD max	56	970	147,27	134,30
MLD min	38	196	50,97	11,73
MI max	60	861	132,43	128,53
MI min	42	94	56,75	4,37
MPD max	56	785	188,23	139,37
MPD min	39	123	62,07	12,31
MAD max	52	763	142,28	144,47
MAD min	24	95	48,54	6,93

**Tablo 7.** Kas aktivasyonu değerlerinin şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Kaslar/RMS (µV)	SB (%)	p	Exp(Beta)	Beta
MLD max	52,9	0,586	1,001	0,001
MLD min	54,1	0,451	1,015	0,015
MI max	51,8	0,667	0,999	-0,001
MI min	53,5	0,494	0,975	-0,026
MPD max	57,6	0,130	1,002	0,002
MPD min	58,8	0,076	1,024	0,024
MAD max	59,4	0,069	1,002	0,000
MAD min	55,3	0,269	1,027	0,026

Tablo 7’de MLD max, MLD min, MPD max, MPD min, MAD max, MAD min değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görölse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

MI max ve MI min değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görölse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 8.** Dikey sıçrama parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
Sıçrama Süresi (ms)	17	485	630	545,70	35,42
Sıçrama Yüksekliği (cm)	17	28,8	48,7	36,66	4,90
Sıçrama Gücü (W)	17	3031	5066	3961,52	580,30

**Tablo 9.** Dikey sıçramanın şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Parametreler	Beta	r	r kare	S.H.	F	p
Sıçrama Süresi (ms)	-0,004	-0,074	0,005	1,86	0,083	0,777
Sıçrama Yüksekliği (cm)	-0,03	-0,089	0,008	1,86	0,121	0,733
Sıçrama Gücü (W)	-0,02	-0,544	0,296	1,56	6,32	<b>0,024*</b>

Tablo 9’da sıçrama gücü değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p=0.024$ ). Sıçrama süresi ve sıçrama yüksekliği değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde istatistiksel olarak bir etki göstermediği görölmüştür ( $p>0,05$ ).

**Tablo 10.** Çift ayak statik denge performansı parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
ACOPX (mm <sup>2</sup> )	17	-1	4	0,76	1,25
ACOPY (mm <sup>2</sup> )	17	-13	1	-3,82	3,52
FBSD (mm/sn)	17	3	22	9,11	4,91
MLSD (mm/sn)	17	2	8	3,58	1,62
AFBS (mm/sn)	17	8	23	14,64	3,95
AMLS (mm/sn)	17	5	18	9,82	3,50
Ellipse Area (mm <sup>2</sup> )	17	116	2276	579,35	497,85
Perimeter (mm <sup>2</sup> )	17	321	961	590,47	159,62

**Tablo 11.** Çift ayak statik denge performansının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Parametreler	Beta	r	r kare	S.H.	F	p
ACOPX (mm <sup>2</sup> )	-0,09	-0,063	0,004	1,86	0,06	0,809
ACOPY (mm <sup>2</sup> )	-0,03	-0,054	0,003	1,86	0,044	0,836
FBSD (mm/sn)	0,079	0,215	0,046	1,82	0,73	0,406
MLSD (mm/sn)	-0,3	-0,272	0,074	1,8	1,194	0,292
AFBS (mm/sn)	0,072	0,158	0,025	1,84	0,383	0,545
AMLS (mm/sn)	-0,12	-0,231	0,053	1,81	0,847	0,372
Ellipse Area (mm <sup>2</sup> )	-0,001	-0,14	0,02	1,85	0,3	0,592
Perimeter (mm <sup>2</sup> )	0	0,008	0	1,87	0,001	0,977

Tablo 11’de FBSD, AFBS ve Perimeter değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

ACOPX, ACOPY, MLSD, AMLS ve Ellipse Area değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 12.** Dominant ayak statik denge performansı parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
ACOPX (mm <sup>2</sup> )	17	-3	9	1,88	3,27
ACOPY (mm <sup>2</sup> )	17	-9	2	-2,11	2,64
FBSD (mm/sn)	17	4	14	8,76	2,70
MLSD (mm/sn)	17	3	6	4,29	0,98
AFBS (mm/sn)	17	13	54	31	10,93
AMLS (mm/sn)	17	9	41	22,52	7,67
Ellipse Area (mm <sup>2</sup> )	17	236	1433	688,23	340,05
Perimeter (mm <sup>2</sup> )	17	531	2170	1240,52	411,22

**Tablo 13.** Dominant ayak statik denge performansının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Parametreler	Beta	r	r kare	S.H.	F	p
ACOPX (mm <sup>2</sup> )	0,212	0,383	0,147	1,72	2,577	0,129
ACOPY (mm <sup>2</sup> )	0,021	0,031	0,001	1,86	0,014	0,907
FBSD (mm/sn)	-0,09	-0,131	0,017	1,85	0,263	0,615
MLSD (mm/sn)	-0,12	-0,066	0,004	1,86	0,066	0,801
AFBS (mm/sn)	0,016	0,098	0,01	1,86	0,145	0,709
AMLS (mm/sn)	0,001	0,006	0	1,87	0,001	0,981
Ellipse Area (mm <sup>2</sup> )	0,00	0,032	0,001	1,86	0,015	0,904
Perimeter (mm <sup>2</sup> )	0,00	0,067	0,005	1,86	0,068	0,798

Tablo 13'te ACOPX, ACOPY, AFBS, AMLS, Ellipse Area ve Perimeter değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). FBSD ve MLSD değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 14.** Dinamik denge performansı parametrelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	n	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
ATE	17	12	40	22,17	6,90
AFV	17	0,5	3,1	1,65	0,75
Stabilite İndeks	17	0	7,5	1,27	2,36
TTSD	17	0,15	30,17	12,47	13,91
TBFS	17	0,07	10,31	1,90	2,42
TMLS	17	0,11	30	11,87	14,12

**Tablo 15.** Dinamik denge performansının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Parametreler	Beta	r	r kare	S.H.	F	p
ATE	-0,1	-0,393	0,154	1,72	2,73	0,11
AFV	-0,97	-0,403	0,162	1,71	2,90	0,10
Stabilite İndeks	-0,04	-0,051	0,003	1,86	0,04	0,84
TTSD	-0,04	-0,334	0,112	1,76	1,88	0,19
TBFS	-0,1	-0,14	0,02	1,85	0,3	0,59
TMLS	-0,04	-0,325	0,105	1,76	1,76	0,20

Tablo 15'te; dinamik denge ATE, AFV, Stabilite index, TTSD, TBFS ve TMLS değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 16.** Atış hızına ait tanımlayıcı istatistikler

Parametre	Min.	Maks.	$\bar{X}$	S.S.
Atış Hızı (km/s)	75,6	166,7	107,40	9,85

**Tablo 17.** İsabetli ve isabetsiz atışlara ait ortalama hız sonuçları

Parametre	n	$\bar{X}$	S.S.
İsabetli (km/s)	88	107,90	10,51
İsabetsiz (km/s)	82	106,89	9,13

**Tablo 18.** Atış hızının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi

Parametre	SB (%)	p	Exp(Beta)	Beta
Atış Hızı (km/s)	54,7	0,50	0,989	-0,011

Tablo 18’de; atış hızı değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak bir önemi bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Hentbol, tüm dünyada yaygın olarak oynanan ve özellikle mücadele düzeyinin yüksek seviyede olmasından dolayı yoğun ilgi gösterilen sporlardan biridir (Saavedra ve ark., 2018). Bu yönüyle hentbol, çok farklı bakış açılarıyla bilimsel araştırmalara konu olarak spor bilimleri literatürüne katkı sağlamaya devam etmektedir. Sunulan çalışma, hentbolda hayati bir önem taşıyan golün; bu paralelde şut isabetini etkileyebilecek olan bazı fizyolojik parametrelerin etki oranlarını belirleme fikri ile gerçekleştirilmiştir. Konu ile ilgili literatür taraması yapıldığında, şut isabeti ile ilgili çalışmaların yeterli sayıda olmadığı; bununla birlikte farklı fizyolojik parametrelerin aynı katılımcı grubunda ölçülerek şut isabeti ilişkilendirildiği bir araştırmaya ise rastlanmamıştır. Sunulan çalışmada, hentbolda şut esnasında etkili olan kuvvet (omuz), kassal aktivasyon, sıçrama ve denge gibi fizyolojik değişkenlerin yanı sıra atış hızı da ölçülerek, şut (atış) isabetindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla çalışmanın, inceleme yapılan spor branşı, veri toplama ve analiz yöntemleri bakımından literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmaya, THF Süper Ligi ve/veya 1.Lig’inde aktif olarak oynayan toplam 17 erkek hentbolcu (yaş ort: 23,17±3,10 yıl; vücut ağırlığı ort: 85,52±13,48 kg; boy ort: 184,35±6,56 cm) gönüllü olarak katılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; ölçümü yapılan bazı parametrelerin şut isabeti oranı üzerinde istatistiki olarak (negatif yönde) bir etki gösterdiği görülse de; bazı parametrelerin ise istatistiki bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada, yaş-vücut ağırlığı-boy değişkenleri, izokinetik kuvvet, kas aktivasyonu, dikey sıçrama, statik-dinamik denge ve atış hızı parametrelerinin şut isabeti üzerindeki etkisi ayrı başlıklar halinde tartışılacaktır.

### ***Yaş, Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu Değişkenlerinin Şut İsabeti Oranı Üzerindeki Etkisi***

Çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, yaş ile şut isabeti arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Katılımcıların vücut ağırlığı ve boy uzunluğu gibi fiziksel parametrelerinin ise şut isabeti oranı üzerinde istatistiki olarak negatif bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yani, vücut ağırlığı ve boy uzunluğu arttıkça, şut isabeti oranının negatif olarak etkilendiği ve bu durumun istatistiksel olarak yüksek bir değere



sahip olduğu görülmektedir ( $p=0,001$  ve  $p=0,005$ ). Katılımcıların ortalama vücut ağırlıkları  $85,52\pm 13,48$  kg; boy uzunlukları ise  $184,35\pm 6,56$  cm olarak tespit edilmiştir. (Tablo 1).

Chaouachi ve ark. (2009), elit hentbolcuların antropometrik, fizyolojik ve performans özelliklerini inceledikleri çalışmada sporcuların vücut ağırlığı ortalamasının  $90,1$  kg; boy uzunluğu ortalamasını ise  $189$  cm (ort.) olduğunu tespit etmişlerdir. Garcia ve ark. (2013), İspanya ulusal hentbol ligindeki sporcularda, atış hızı ve isabeti arasındaki inceledikleri çalışmalarında ise deneklerin boy uzunluklarının  $183,9$  cm (ort.), vücut ağırlıklarının ise  $83,9$  kg (ort.) olarak tespit edildiği görülmektedir. Başka bir araştırmada ise Wagner ve ark. (2006), denek olarak kullandığı üst seviyedeki hentbolcuların boy uzunluğu ortalamalarını  $188,2\pm 8,2$  cm olarak tespit etmişlerdir. Türkiye erkek hentbol milli takımı üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise ortalama boy uzunluğunun  $188.88\pm 6.75$  cm olduğu görülmüştür (Çetin ve Balcı; 2015). Yine benzer seviyedeki oyuncuların kullanıldığı diğer araştırmalar incelendiğinde, sunulan çalışmadaki oyuncuların fiziksel özelliklerinin literatürle paralellik gösterdiği görülmektedir (Chelly ve ark., 2010; Wagner ve ark., 2011; Lubiowski ve ark., 2018).

Hentbol, vücuda karşı yoğun yüklenme formlarının gerçekleştiği, mücadele düzeyinin çok yüksek olduğu spor dallarından biridir. Antrenman ve/veya müsabaka esnasında, sporcuların birbirleriyle yoğun temasta olduğu; koşma-sprint, hızlı yön değiştirme, sıçrama ve atmanın çok önemli olduğu, bir takım sporudur (Kayacan ve Makaracı, 2017). Dolayısıyla sporcunun performans düzeyini optimum hale getirebilmesi için, fiziki durumun da çok iyi durumda olması gerekmektedir. Bu durumda vücut kütlesi ve boy uzunluğunun önemi de ortaya çıkmaktadır (Michalsik ve ark., 2015). Hentbolda yetenek seçiminde bu parametrelerin göz önünde bulundurulduğu da bilinmektedir.

Hentbolda şut kavramı ise çok farklı bileşenlerden oluşan bir yapıdadır. Atış performansı, genel anlamda atış yapan oyuncunun vücudunu optimum biçimde koordine etmesine bağlıdır. Sporcu atış için hazır olduğunda, ayak bileğinden el bileğine kadar vücudun tüm bölümleri aktif haldedir. Aynı zamanda tüm bu fiziksel ve fizyolojik özelliklere ilave olarak, psikolojik faktörler ile birlikte sporcunun teknik düzeyi ve yaşı, atış hızını ve özellikle de sunulan çalışmanın odak noktası olan atış isabetini etkileyen faktörler arasındadır (Wagner ve ark., 2014a). Hentbolda atışın

isabetli olmasına yardım edecek en önemli detaylardan birisi de topun kale direğine yakın; mümkünse hemen altına veya yanına atılması olarak belirtilmektedir (Şimşek, 2012). Bu bağlamda, sporcunun uzun yıllar boyunca şut antrenmanlarına tabi tutulması ve şut mekaniğindeki gelişim her ne kadar şut isabetine katkı sağlayacağı şeklinde yorumlansa da; sporcunun bu atışı hangi seviyedeki müsabakada ve hangi fiziksel-psikolojik koşullarda gerçekleştireceği unutulmamalıdır. Çalışmadaki bulgulara göre, yaş değişkeni ile şut isabeti arasında anlamlı bir ilişki görülmemesi (Tablo 3), bu bilgiler çerçevesinde ele alınmalıdır.

Demirdizen Taşkiran (2012) çalışmasında, elit bayan hentbolcularda fiziksel ve fizyolojik uygunluğun atış hızı ve isabeti ile ilişkisini incelemiş; yaş, vücut ağırlığı ve boy uzunluğu değişkenleri ile atış isabeti arasında anlamlı bir ilişki görülmediğini bildirmiştir. Çalışmadaki bulgularda ise daha önce belirtildiği gibi, yaş değişkeni ile isabet oranı arasında istatistiksel bir anlamlılık olmadığı; vücut ağırlığı ve boy değişkeninin ise isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3). Yani vücut ağırlığı ve boy uzunluğu gibi fiziksel faktörlerdeki artışın isabet oranını düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumunun sebebi olarak hentbolda, özellikle de erkek hentbolcularda genel olarak fiziksel olarak iyi durumda olan sporcuların, genç yaşlardan itibaren oyunun daha çok savunma ve mücadele kısmına odaklanmaları; maçlarda galip gelmek için en önemli faktör olan golün, dolayısıyla şutun ve diğer hücumla ilgili varyasyonların, teknik kapasitesi daha yüksek olan oyuncular tarafından gerçekleştirilmesi gösterilebilir. Bu tarz oyuncuların hentbolda bir performans göstergesi ve bazı pozisyonlarda şut esnasında önemli bir faktör olan sıçramada (Massuca ve ark., 2015), diğer oyunculara göre daha zayıf düzeyde olmaları; aynı zamanda vücut koordinasyonlarının düşük düzeyde olması nedeniyle, şut isabetinin olumsuz yönde etkilendiği düşünülmektedir.

Hentbolda şut isabeti ile çeşitli parametrelerin ilişkisini inceleyen araştırmalar olsa da; fiziksel özelliklerin etkisine değinen araştırma sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu durum çalışmadaki bulguların önemini artırmaktadır.

### ***İzokinetik Kas Kuvvetinin Şut İsbeti Oranı Üzerindeki Etkisi***

Elit düzeyde bir hentbolcuda bulunması gereken önemli özelliklerden biri de daha yüksek hızlı ve güçlü atışların gerçekleştirilebilmesi bakımında omuz kuvvetidir. Bu kuvvetin ortaya çıkabilmesi için IR ve ER yaptıran kasların güçlü olması önem arz

etmektedir. Bununla beraber uzun yıllar boyunca spesifik olarak hentbol antrenmanlarına tabi olma ve atış kolu tarafındaki omuz kaslarının sürekli olarak kullanılmasından dolayı, o bölgedeki kasların kuvvetlendirilmesi, savunma ve hücum aksiyonlarında rol oynamakla beraber olası sakatlıkların da riskini azaltmaktadır (dos Santos Andrade ve ark., 2013). Çalışmada omuz kuvvetinin atış isabetindeki etkisini belirleme açısından izokinetik kuvvet testinin kullanılmasının, çalışmaya güvenilirlik ve nitelik kattığı söylenebilir. Kuvvetin daha objektif olarak tespiti; yapılacak hareketin hızının derece/saniye olarak kayıt altına alınması ve kasın sabit hızda tutulması açısından izokinetik kuvvet ölçümünün değerli sonuçlar ortaya koyduğu bilinmektedir (Reader ve ark., 2015).

Çetin ve Balcı'nın (2015) omuz izokinetik kuvvetinin atış isabeti üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmaya, 9 ulusal erkek hentbol takımı ve 9 elit düzeyde olmayan hentbolcu olmak üzere toplam 18 sporcu katılmıştır. Farklı açısal hızlarda ölçümleri gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre, ulusal milli takımda yer alan sporcuların omuz IR ve ER 240° değerlerinin, sunulan çalışmada elde edilen IR ve ER 240° verileri ile paralellik gösterdiği görülmektedir (Tablo 4). Yine aynı araştırmadaki IR ve ER 60° sonuçları incelendiğinde; sunulan çalışmadan elde edilen IR ve ER 90° verilerinin benzer şekilde düşüş gösterdiği görülmektedir. Farklı bir araştırmada ise Bayios ve ark. (2001), hentbolcularda omuz rotasyonel kuvveti ve atış hızı ilişkisini incelemişlerdir. Yunanistan ulusal hentbol ligleri oyuncularını üzerinde gerçekleştirilen araştırmada yer alan 1. Lig oyuncularına (N=15) ait izokinetik kuvvet testi sonuçlarına göre; IR ve ER 60-180-300° açısal hızlardaki sonuçların, çalışma bulguları ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Hentbolda sıçrayarak atış, tek ayakla dikey sıçrama (vertical jump) ile gerçekleşen; kısa bir koşunun ardından tüm vücudun havada olduğu esnada başlayan ve sonlanan bir atış evresinden oluşmaktadır. Böyle bir durum, zemin ile temasın kesildiği bu aşamada dinamik postürün gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda, baş postürü ve stabilizasyonundaki bozukluk atış isabetinde önemli bir parametre olabilir. Bunun nedeni olarak ise baş postürünün topun elden çıkarılma ve atış esnasında omuz ve vücut oryantasyonunun uygun bir şekilde sağlanmasının gerekliliği söylenebilir (Rousanoglou ve ark., 2014). Sonuç olarak omuz bölgesindeki kasların bu oryantasyonu bozabilecek durumda olması (negatif veya pozitif olarak) atış isabetliliğini de olumsuz

yönde etkileyebilir. Çalışmada, izokinetik kuvvet testinin yapıldığı cihazda, hentbolda atış esnasında sporcunun omuz ve kolunun aldığı pozisyona en yakın olan test protokolü seçilmiştir (Andrade ve ark., 2010). Çalışmadaki sonuçlar incelendiğinde; IR 90°, 180° ve 240° açısal hızlarda yapılan ölçümlerde, katılımcıların uyguladıkları peak tork kuvvetlerinin şut isabeti üzerinde istatistiksel olarak negatif bir etki gösterdiği görülmüştür (Tablo 5). ER ve IR/ER oranı parametrelerinde ise; 90°, 180° ve 240° açısal hızlarda katılımcıların uyguladığı peak tork kuvveti ile şut isabeti arasında istatistiksel bir ilişki gözlenmemiştir (Tablo 5). Bu bulgulara göre, elit düzeyde hentbol oynayan sporcuların, mevcut omuz kuvveti değerlerine paralel olarak, atış esnasında uygulayacakları kuvvetteki artışın isabet oranını düşürebileceği söylenebilir. Zapartidis ve ark. (2007), hentbolcularda omuz IR ve ER peak tork değerleri ile atışın etkinliği (hız/isabet) arasında bir ilişki tespit etmemişlerdir. Farklı bir araştırmada Raeder ve ark. (2015), 6 haftalık sağlık topu antrenmanı sonucunda kadın hentbolcularda atış performansına yönelik bir değişim gözlememiştir. Çetin ve Balcı (2015)'nin omuz izokinetik kuvvetin atış isabeti üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmada ise, elit ve elit olmayan grupta IR ve ER peak değerleri ile şut isabeti arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Üst seviyede hentbol oynayan sporcular, atış isabetini göz önünde bulundurarak, uygulayacakları atış kuvvetini kontrol edebilme yeteneğine sahiptirler. Bu durumda oyuncular, kuvvetten dolayı oluşabilecek negatif etkileri teknik açıdan çok üst düzeye gelerek, özellikle el bileğinin aktif olduğu atışlarla en az seviyeye indirmektedirler.

Çalışmadaki sonuçlar incelendiğinde; kuvvetin uygulandığı açısal hız (90°, 180° ve 240°) arttıkça, uygulanan kuvvetin (peak tork) azaldığı da görülmektedir (Tablo 5). Hentbolda atış esnasında, atış kolu salınımının yapıldığı esnada (Wagner ve Muller, 2008) uygulanan kuvvet en yüksek noktaya çıkmaktadır. Çünkü hentbolda etkili bir atışın gerçekleştirilmesi için atış hızının ve isabetliliğin kombine bir şekilde uygulanması çok önemlidir (Zapartidis ve ark., 2007; Karişik ve ark., 2018). Fakat sporcunun atışı daha isabetli yapma isteğinden dolayı, uyguladığı kuvvette düşüş olması beklenen bir durumdur (Van den Tillaar & Ettema, 2003). Dolayısıyla katılımcıların açısal hızın artışı ile birlikte uyguladıkları peak tork kuvvetindeki düşüşün normal olduğu söylenebilir. Çalışma bulgularına göre izokinetik kuvvet, şut isabeti üzerinde pozitif bir etki göstermese de hentbol sporuna genel olarak bakıldığında, bir tekniğin en

doğru ve en hızlı şekilde uygulanması bakımından özellikle patlayıcı kuvvetin önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir (Khaled ve ark., 2018). Hentbol oyun formunda oyuncular, Şut esnasında doğal olarak en kuvvetli ve hızlı atışı yapmak istemektedirler. Bu esnada isabet ile atış kuvveti ve hızının uyumlu hale gelebilmesi için, oyuncuların uzun yıllar boyunca elde ettikleri deneyimler sonucunda atış tekniğini geliŐtirerek optimum performansa ulaŐmaları sağlanabilir.

### ***Kas Aktivasyonun Şut İsabedi Oranı Üzerindeki Etkisi***

Konu ilgili çalışmalar incelendiğinde, birçok farklı branŐtan katılımcıya ait kas aktivasyon düzeylerinin belirlenmesine yönelik araŐtırmaların olduğu görülmektedir (Schuermans ve ark., 2017; Bencke ve ark., 2018; Kim ve ark., 2018). Bu alıŐmalar; lm Őekli, amacı ve metodoloji bakımından çeŐitlilik göstermekle birlikte; daha çok gerçekleştirilen hareketin biyomekaniğine ve harekete bağlı olarak ölümü gerçekleştirilen kaslardaki aktivasyon sıralamasına ait değerleri analiz ettiği görülmüştür. Sunulan çalışmada ise; hentbolda sıçrayarak atış esnasında atış kolu tarafında aktif olarak görev yapan; atış mekaniği itibariyle omuzda IR yaptırın kaslar içerisinde yer alan MLD ve MAD (yüzeyel durumda olan); ER yaptırın kaslar içerisinde yer alan MI ve MPD (yüzeyel durumda olan) kaslarının, atış esnasındaki aktivasyon düzeylerini belirleyerek (kasın oluşturduğu kuvveti tespit ederek) Şut isabeti ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın bu yönüyle farklılık gösterdiği ve elde edilen verilerin özellikle hentbol literatürüne katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada gerçekleştirilen ölümlerde, geçerliği ve güvenirliği kabul görmüş bir EMG parametresi olan RMS değeri kullanılmıştır (Gnitecki ve ark., 2017). RMS kullanılırken ise; bu değere ait ortalama (mean) sonuçları kullanılmamıştır. Sporcu, atışı gerçekleştirirken cihazın “start-stop” komutu ile çalışma sisteminden dolayı, kaslarda bu esnada oluşabilecek diğer aktivasyonların devre dışı bırakılması amacı ile sadece RMS max ve min değerleri dikkate alınmıştır. Sonuçlara göre; en yüksek aktivasyon (ortalama) düzeyine sahip olan kasın MPD olduğu; daha sonra sırasıyla MLD, MAD ve MI kaslarının takip ettiği görülmektedir (Tablo 6). Taha ve ark. (2015), Mısır Hentbol Süper Ligi’nde yer alan oyuncular üzerine gerçekleŐtirmiŐ oldukları araştırmada; hentbolda sıçrayarak atış esnasında st ekstremitede yer alan m. deltoideus (medial kısım), m. biceps brachii, m. flexor carpi ulnaris, m. pectoralis major ve m. rectus abdominis kasların aktivasyon düzeylerini incelemişlerdir. Sonuçta en yüksek

aktivasyon gösteren kasın m. deltoideus (medial kısım) olduğunu belirlemişlerdir. Alizadehkhayat ve ark. (2015), 30 sağlıklı yetişkin birey üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada ise, omuz kuşağında yer alan kasların IR hareketi esnasındaki aktivasyon durumlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu araştırmada da en yüksek düzeyde aktivasyon gösteren kasın m. deltoideus (medial kısım) olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yer alan bu sonuçlar, sunulan çalışmadaki bulgularla paralellik göstermektedir (MPD ve MAD). Ayrıca çalışmada ölçümü gerçekleştirilen MPD ve MAD kaslarının bu tarzda bir araştırma için uygun kaslar olduğu da söylenebilir.

Çalışmada; kas aktivasyonu ve şut isabeti oranı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan sonuçlara göre; MLD max, MLD min, MPD max, MPD min, MAD max ve MAD min değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir etki görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 7). MI max ve MI min değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koymasına rağmen, yine istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermediği belirlenmiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 7). İstatistiki olarak anlamlılık ifade etmeyen bu sonuçlar çerçevesinde, MI kasının şut isabeti oranı üzerinde negatif yönde bir eğilim göstermesinin sebebi olarak, bu kasın ER'de rol alması, yani kaleye doğru atış (şut) mekaniğinin tam zıttı yöne hareket etmesi söylenebilir. Çünkü oyuncu bu esnasında atış kolunun geri çekilme evresinden (ER) daha çok, topun elden daha hızlı çıkması güdüsüyle ileriye doğru salınım (IR), yani şut evresine yoğunlaşmaktadır. Yine ER'de yer alıp, ölçümü gerçekleştirilen diğer kas olan MPD'nin ise şut isabeti üstünde pozitif yönde eğilim göstermesi ise; bu kasın atış esnasında yoğun olarak kullanılan m. deltoideus kas grubunun bir parçası olması (Pontaga ve Zidens, 2014) ve aynı zamanda küçük bir kas yüzeyine sahip olması (daha az kas gerilimi) ile ifade edilebilir. Zira, bir motor ünite ne kadar fazla kas lifine sahipse, o kadar güçlü bir kasılma gerçekleşir (Yin ve Chen, 2012; Erdoğan, 2013). IR'de yer alan MLD ve MAD kaslarının şut isabeti üzerinde pozitif yönde eğilim göstermesi ise; vücudun posterior (arka) kısmında konumlanan MLD'nin atışın gerçekleştirildiği süreçte (IR) aktif oluşu ve bu gerilimin atış mekaniğindeki etkisi; MAD kasının ise MPD'de bahsedildiği gibi m. deltoideus kasının bir parçası olması ile açıklanabilir. Taha ve ark. (2017) çalışmalarında, toplamda 32 Malezya'lı okçuya ait bazı biyolojik ve performansla ilişkili parametrelerin atış performansı ile ilişkisini incelemişlerdir. Sonuçta, okçulukta atış esnasında yüksek aktivasyon gösteren

m. extensor digitorum kasının, atış performansını anlamlı olarak (pozitif yönde) etkilediği tespit edilmiştir. Farklı bir çalışmada ise Rousanoglou ve ark. (2014); yüksek temel atışın (dayanma adımı) farklı aşamalarında (hazırlık, ivmelenme ve bitiriş) oluşan EMG yanıtlarını, elit ve amatör seviyedeki hentbolcular arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile incelemişlerdir. Toplamda 26 deneğin (13 elit, 13 amatör) katıldığı; m. trapezius, m. pectoralis major, m.triceps brachii ve m.biceps brachii kaslarının değerlendirildiği çalışma sonuçlarına göre; elit grup özelinde şut hızı ve isabetindeki ilişki pozitif yönde olmasına rağmen bu durumun EMG aktivasyonu ile bir ilişkisi göstermediği görülmüştür.

Özellikle ölçümün gerçekleştirildiği ortam, hava sıcaklığı, nem oranı ve kullanılan elektrot türü gibi fiziki etmenlerin yanı sıra; sporcu profili, kullanılan atış türü (sıçrayarak atış), atış esnasında içgüdüsel olarak isabetliliğe daha çok odaklanması ve sunulan çalışma özelinde atışın kablolu bir EMG cihazı ile yapılması gibi sebepler nedeniyle deneğin atışı tam olarak rahat bir formda gerçekleştirememesi, oluşan sonuçları doğrudan etkilemektedir. Sonuç olarak; sunulan çalışmadaki bulgular ve kas aktivasyonu ile isabet kavramı ilişkisini ele alan diğer araştırmalar incelendiğinde, bu ilişkinin direk olarak yorumlanması mümkün görünmemektedir.

### ***Dikey Sıçramanın Şut İsabeti Oranı Üzerindeki Etkisi***

Dikey sıçrama ilgili bulgulara göre, sıçrama gücü değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p=0.024$ ). Sıçrama süresi ve sıçrama yüksekliği değişkenleri ile isabet oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 9).

Takım sporlarında, dolayısıyla hentbolda performans ölçümleri için en önemli parametrelerden biri fiziksel kondisyondur. Yetenek ve teknik-taktik stratejiler diğer önemli katkı faktörlerdir. Hentbolda özellikle kale atışlarının önemi vurgulanırken sıçramanın etkisi göz ardı edilmemelidir. Dikey sıçrama sporcularda anaerobik gücü belirlemede sıklıkla başvurulan bir test yöntemi olmakla beraber, hentbolda en çok kullanılan atış türü olan; aynı zamanda sunulan çalışmadaki şut isabet testinde kullanılan sıçrayarak atış için de önemli bir kriterdir. Sıçrayarak atış esnasında en yüksek noktaya çıkmak; başka bir ifade ile vücudun horizontal ve vertikal düzlemde hareket ettirilmesi açısından bakıldığında sıçrama ve sıçrayarak atış ilişkisinin önemi ortaya çıkmaktadır (Monsef Cherif ve ark., 2012). Konu ile ilgili olarak Marques ve

Gonzalez Badillo (2006), dikey sıçrama kapasitesinin özel kuvvet antrenmanlarıyla geliştirilmesini, böylece hücumla özgü (sıçrayarak atış) ve defansa özgü (blok) gibi hentbolda önemli yeri olan motorsal aktivitelerde daha iyi performans ortaya koyulabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmadaki katılımcılara ait dikey sıçrama bulguları incelendiğinde, katılımcıların ortalama değerleri; sıçrama süresi (ms)  $545,70 \pm 35,42$  ms; sıçrama yüksekliği (cm)  $36,66 \pm 4,90$  cm ve sıçrama gücü  $3961,52 \pm 580,30$  (W) olarak saptanmıştır. Massuca ve ark. (2015), elit hentbolcular üzerinde çeşitli fiziksel testler uyguladıkları araştırmada, sporcuların ortalama sıçrama yüksekliği değerlerini  $36,08 \pm 6,94$  cm olarak tespit etmişlerdir. Carvalho ve ark. (2014) çalışmalarında, Portekiz Büyükler Hentbol Ligi'nde yer alan yirmi hentbolcuda özel pliometrik antrenman sonrası uyguladıkları dikey sıçrama testinde ortalama sıçrama değerini  $36,80 \pm 6,34$  cm olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre; sıçrama için genel olarak odaklanılan parametre olan sıçrama yüksekliği verileri, çalışmadaki bulgular benzerlik göstermektedir. Bu benzerliğin temel nedeni olarak, hentbolda şut ve isabet ile ilgili çalışmalarda genellikle elit düzeyde oynayan sporcu profilinin kullanılması söylenebilir.

Bir hentbol müsabakasında atışların büyük çoğunluğunun (%73-75) sıçrayarak atış formunda olması, dikey sıçramanın önemini artırmaktadır. Aynı zamanda sıçrama süresi (havada kalma), savunma oyuncusunun muhtemel blok yapma girişiminden kaçmak için de önem arz etmektedir (Wagner ve Müller 2008). Fakat, havada kalma süresi arttıkça potansiyel kuvvette, dolayısıyla atış hızında yaşanabilecek olası düşüşler, atış isabetini olumsuz etkileyebilir. Hentbolda sıçrayarak atışın temel olarak dört fazdan oluştuğu kabul gördüğü için, özellikle topun elden ayrılma noktası fazında (ball release point) oluşabilecek güç kaybı da isabetlilik oranını etkileyebilir (Riberio, 2012). Sunulan çalışmadaki sonuçlara göre; sıçrama süresi ve sıçrama yüksekliği değişkenlerinin isabet oranı üzerinde bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 9). Bu paralelde, hentbolda farklı pozisyon ve durumlarda önemli bir performans parametresi olarak kabul edilen sıçramanın, şut isabeti ile ilgili bir etki göstermediği söylenebilir. Demirdizen Taşkiran (2012), elit bayan hentbolcularda fiziksel ve fizyolojik uygunluğun atış hızı ve isabeti ile ilişkisini incelediği araştırmada, sıçrama ile atış isabeti arasında anlamlı bir ilişki olmadığını tespit etmiştir ( $p=0,826$ ). Dolayısıyla bu sonuç ile sunulan çalışmadaki bulguların benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Fakat bu



bulgunun değerlendirilmesinde pozisyonlara göre de ayırım yapılarak bazı çıkarımlarda bulunulabilir. Çünkü hentbolda sıçrama kapasitesinin daha çok kanat oyuncuları için avantaj sağladığı bilinmektedir. Kanat oyuncusu, şut açısı olarak diğer pozisyonlara göre daha dar bir açıdan atışını gerçekleştirdiği için, atış esnasında daha fazla havada kalmaya çalışarak, atış açısını artırmayı hedeflemektedir (Karcher ve Buchheit, 2017).

Sunulan çalışmada, sıçrama gücü değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p=0.024$ ). Sıçrama gücü ile ifade edilmek istenen parametre, sporcunun dikey sıçrama esnasında, sıçramanın gerçekleştirildiği kontak matına iki bacağın aynı anda uyguladığı güçtür. Yani sıçrama gücünün büyük oranda bacak kuvveti ve vücut kütlesi ile doğru orantılı bir ilişkiye sahip olduğu söylenebilir. Daha önce “*Yaş, Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu Değişkenlerinin Şut İsabeti Oranı Üzerindeki Etkisi*” başlığı altında tartışılan, vücut ağırlığı ve atış isabeti arasındaki ilişkide bahsedildiği gibi, vücut ağırlığının atış isabeti üzerinde negatif bir etki gösterdiği bilinmektedir. Bu durumda, hem sıçrama gücü hem de vücut kütlesi değişkeninin atış isabeti üzerinde negatif bir etki göstermesi, her iki bulgunun da güvenilirliğini artırmaktadır. Özellikle sıçrama ile şut isabeti arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırma sayısının çok az olması nedeniyle çalışmadaki bulguların, konu ile ilgili daha sonra yapılacak araştırmalara fayda sağlayacak nitelikte olduğu söylenebilir.

### ***Statik-Dinamik Denge Performansının Şut İsabeti Oranı Üzerindeki Etkisi***

Her türden sportif becerinin ortaya koyulması ve nöromüsküler sistemin olası yaralanmalardan korunması için, farklı seviyelerdeki motorsal süreçlerin belirli bir uyum içerisinde olması gerekmektedir. Temel olarak denge, statik ve dinamik olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir (Tanır, 2018). Dunsky ve ark. (2017) çalışmalarında, özellikle dinamik denge egzersizlerinin hentbol, kayak, voleybol ve basketbol gibi hareketlerin çok çabuk şekilde geliştiği farklı spor dallarında sakatlanmalara karşı doğal bir destek sağlayıcı olduğunu öne sürmüşlerdir.

Müsabaka esnasında vücudun birçok farklı motorsal aksiyon içerisine girdiği hentbolda, denge ve postural kontrol, savunmadaki duruş ve pozisyon almalarda; hücumda ise özellikle yüksel temel atış (dayanma adımı ile atış) ve penaltı atışı (7 metre atışı) esnasında vücut stabilizasyonunun korunması açısından önemlidir (Gomboş ve ark., 2017; Sunawa ve ark., 2018). Bunun yanında bilhassa sıçrayarak atış esnasında ve

akabindeki yere iniş sürecinde, vücut dengesinin ve dinamik postürün korunması çok önemlidir (Sevim, 2006; Cenk ve ark., 2012). Yine hentbolda denge egzersizlerinden bahsederken, denge yeteneği ve atış (şut) antrenmanları gibi rutin henbola özgü etmenlerin kombine şekilde kullanılmasının önemini de unutmamak gerekir (Gioftsidou ve ark., 2012). Literatür incelendiğinde, hentbolda denge performansının direk olarak şut isabeti ile ilişkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak dolaylı olarak statik ve dengenin sportif başarıyı pozitif yönde etkilediği söylenebilir. Çalışmada, katılımcılara ait statik (çift ayak ve dominant ayak) ve dinamik denge performansları incelenmiştir. Şut isabeti oranını belirlemek için kullanılan sıçrayarak atıştan dolayı, özellikle sıçrama ayağı statik denge ve dinamik denge ölçüm verileri önem kazanmıştır.

Sunulan çalışmada; denge performansını belirlemek için kullanılan cihazda, sonucun değerlendirilmesinde, cihazın üstünde yer alan platformdaki hayali x ve y eksenleri üzerinde yapılan hareketler kıstas alınmaktadır. Bu eksenlerin kesişimi olan 0 (sıfır) noktasına yakın olma durumu, denge performansının iyi olduğu anlamına gelmektedir (Kayacan ve ark., 2018). Sıçrama ayağı statik denge ölçümleri incelendiğinde, katılımcılara ait ortalama sonuçların sıfıra yakın durumda olduğu görülmektedir (Tablo 12). Çakır (2016), Türkiye Hentbol Süper Ligi'nde yer alan 14 sporcuda gerçekleştirdiği araştırmada, 8 haftalık pliometrik antrenman uygulamasının çeşitli değişkenler üzerindeki etkisini incelemiştir. Denge değişkenine ait sonuçlar incelendiğinde, sunulan çalışmadaki bulgulara yakın değerlerin tespit edildiği görülmüştür.

Şut isabeti oranı ile sıçrama ayağı statik denge performansının ilişkisi incelendiğinde ise; “ACOPX”, “ACOPY”, “AFBS”, “AMLS”, “Ellipse Area” ve “Perimeter” değişkenlerinin pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir etki görülmemiştir ( $p>0,05$ ). “FBSD” ve “MLSD” değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir etki görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Tablo 13). Ağırlıklı olarak görülen bu pozitif yönde eğilim, çok güçlü bir düzeyde olmasa da, vücudun stabilitesi, öne-geriye, sağa-sola salınımı ve kullandığı alan gibi parametreler şut isabeti üzerinde pozitif bir etki yaratmaktadır. Dolayısıyla şut adımlamasına başlarken sıçrama ayağının zemine düzgün ve net bir şekilde basılması ile sağlanan denge ve postural kontrol sayesinde oluşan gücün atış koluna, devamında atış hızına ve isabetliliğine olumlu etki

ettiği söylenebilir. Bu duruma benzer olarak, Hrysomallis (2011), denge yeteneği ve atletik performans ilişkisini incelediği araştırmada, zemin faktörünün önem kazandığı sporlarda, bu durumdan olumsuz şekilde etkilenmemek için statik dengenin geliştirilmesinin öneminden de bahsetmiştir. Teorik olarak statik denge ve şut isabeti ilişkisi, böyle bir açıklama ile ifade edilse de, daha önce de belirtildiği gibi şut performansı birçok faktörden etkilenmektedir.

Hentbol oyun formunda büyük bir yere sahip olan koşma-sprint, hızlı yön değiştirme, sıçrama ve atmanın etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve bunun sürdürülmesi açısından statik denge ile beraber dinamik dengenin de önemi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, müsabakanın oynandığı zeminin de sıklıkla farklılık göstermesinden dolayı, ayağın zeminle sağlıklı bir kontak sağlaması için dinamik dengenin iyi bir seviyeye getirilip korunması gerekmektedir (Karadenizli ve ark., 2014; Kayacan ve Makaracı, 2017). Çalışmada uygulanan dinamik denge testi sonucu oluşan değer, bireyin test süresince izlemesi gereken yolun (dairenin çizgisi) sınırlarını aşma miktarını göstermektedir. Ortalama takip hatasının düşük olması (sıfıra yakın olması), dinamik dengenin iyi olduğu; yüksek olması ise kötü olduğu anlamına gelmektedir. Çalışmadaki dinamik denge sonuçları incelendiğinde; ATE, AFV, Stabilité İndeks, TTSD, TBFS ve TMLSD değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir etki görülmemiştir ( $p < 0,05$ ) (Tablo 15). Abdullah (2018), basketbolcularda (12 erkek ve 12 kadın katılımcı) dinamik dengenin şut isabetine etkisini incelediği araştırmadaki sonuçlara göre; erkek sporculara ait dinamik denge (ortalama takip hatası) skorları ile şut performansı arasında negatif bir korelasyon olduğu görülse de istatistiki olarak bir ilişki göstermemiştir. Atış formu olarak (sıçrama ve havada kalma) hentbol ile benzerlik gösteren basketbol branşında gerçekleştirilen bu araştırmaya ait sonuçların, çalışma bulguları ile paralellik göstermesi normal olarak değerlendirilebilir. Bu durumda, hentbolda sıçrayarak atış esnasında, atış formu gereği sporcunun havada kalması ve isabete odaklanması gibi faktörlerin atış isabetinde olumsuz bir etki yaratabileceği söylenebilir.

### ***Atış Hızının Şut İsabete Oranı Üzerindeki Etkisi***

Hentbolda bir takımın diğerine karşı galip gelebilmesi için, şüphesiz atışların isabeti ve hızı son derece ön plana çıkmaktadır. Güç ve kalite olarak birbirine yakın her

seviyedeki müsabakada, sonucu çoğunlukla bir gollük farklılıklar belirlemektedir (Wagner ve Müller, 2008; Çetin ve Muratlı, 2010; Kovacs, 2011; Prieto ve ark., 2016). Bu durum, atışların isabetlilik düzeyi ve hızının da etkisini artırmaktadır. Fakat, şutun isabetli olma ihtimalini arttırmak için, maksimum veya maksimuma yakın bir hızda atışa gerek duyulmasına rağmen, isabet her zaman bu şekilde gerçekleşmeyebilir. Bu yüzden, atış hızı ve isabet oranının birbiriyle ilişkili olduğu unutulmamalı ve özellikle antrenmanlarda sporcuların sürekli olarak bu uyumun yakalanmasına yönelik alıştırmalara teşvik edilmesi gerektiği literatürde vurgulanmıştır (Gorostiaga ve ark., 2005, Freeston ve ark., 2007; Eriksrud ve ark., 2019). Bu uyum ve koordinasyonun sağlanmasında ise hareketin tekniği, sıçrama gücü ve hareketin zamanlaması önemli yer tutmaktadır (Karadenizli ve ark., 2014). Sunulan çalışmada; katılımcılara ait sıçrayarak atış hızı ortalamasının  $107,40 \pm 9,85$  km/s olduğu tespit edilmiştir (Tablo 16). Aynı seviyedeki (elit) hentbolcular üzerinde gerçekleştirilen diğer araştırmalar incelendiğinde; sonuçların literatürle benzerlik gösterdiği görülmüştür (Chelly ve ark., 2010; Rivilla-Garcia ve ark., 2011; Rivilla-Garcia ve ark., 2016). Bu karşılaştırma yapılırken, çalışmalardaki atış hızlarının km/s veya m/sn cinsinden olup olmadığına dikkat edilmiştir. Bunun yanında isabetli olan atışların ortalama hızı  $107,90$  km/s; isabetsiz atışların ise  $106,89$  km/s olduğu görülmektedir (Tablo 17). Van den Tillaar ve Ettema (2003)'nın dokuz Norveç'li erkek hentbolcu üzerinde 7 metre atışındaki top hızı ve isabet ilişkisini incelediği araştırmada anlamlı bir ilişki görmediklerini bildirmişlerdir. Yine Van den Tillaar ve Ettema (2006); yüksel temel atış ve isabet oranı ilişkisini inceleyen araştırmada; Norveç Ulusal Hentbol Ligi'nde oynayan oyuncuların atış hızları ve isabet oranı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Garcia ve ark. (2013), İspanya ulusal hentbol ligindeki sporcularda, atış hızı ve isabeti arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçta, atış hızının isabet üzerinde bir etki göstermediğini ortaya koymuşlardır. Bu bilgilere paralel olarak sunulan çalışmada; atış hızı ile isabet oranı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p=0,50$ ) (Tablo 18). Literatürün geneli ile benzerlik gösteren çalışma sonuçlarına göre; atış hızı ve isabet arasında bir ilişki görülmemesinin nedeni olarak, sporcuların gerek müsabaka, gerekse test esnasında atışlarını gerçekleştirirken isabetlilik kavramını direk olarak hedef almamaları gösterebilir. Doğal olarak her seviyedeki hentbolcu, atış esnasında daha çok atış hızına odaklanmaktadır. Çünkü yüksek hızda yapılan bir atışın savunma veya kaleci

tarafından engellenemeyeceği fikri hentbolda kabul görmüş bir gerçektir (Ferragut ve ark., 2018). Ayrıca hentbolda atış isabetliliği kavramı ele alındığında; özellikle elit düzeydeki hentbolcuların genç (acemi) düzeydeki hentbolculara kıyasla, şut hızı ve atış isabeti ilişkisinde pozitif yönde sonuçlar ortaya koydukları farklı çalışmalarda ele alınmıştır (Laffaye ve ark., 2012; Rousanoglou ve ark., 2014). Fakat isabetlilik kavramının sadece atış hızı ile açıklanabilecek bir durum olmamasından dolayı, çalışmadaki bulgular normal olarak kabul edilebilir.

Hentboldaki atış teknikleri düşünüldüğünde; atış hızının tekniğe göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Wagner ve ark. (2011) çalışmalarında; bir hentbol müsabakasında en çok kullanılan atışın %73-75'lik bir oranla sıçrayarak atış olduğunu belirtmesine rağmen (aynı zamanda çalışmada kullanılan atış tekniği); atış hızı değişkeni göz önünde bulundurulduğunda, genelde en yüksek atış hızına ulaşılan atış tekniğinin kısa bir koşu (adımlama) sonrası gerçekleştirilen yüksek temel atış olduğunu bildirmişlerdir. Fakat hentbolda, atış hızını etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Savunma oyuncusunun bloğundan veya defansif hamlelerinden kaçınma çabası, direk olarak şutun hızı ve kalitesini etkilemektedir (Wagner ve ark., 2011; Kayacan ve Makaracı, 2017). Aynı zamanda, uzun yıllar sonucunda gelişen ve belirli bir mekanik düzene oturan atış tekniği de; hem atışın hızını hem de isabetliliğini etkilemektedir (Şimşek, 2012). Fiziksel olarak bakıldığında ise, kol boyunun uzun olması, doğal bir avantaj sağladığından atış mekaniğini olumlu yönde etkilemekte ve atış hızını arttırmaktadır (Van den Tillaar ve Cabri, 2012).

Van den Tillaar ve Ettema (2007); şut esnasında topun elden çıkmasını takiben gerçekleşen omuz IR ve dirsek ekstansiyonun, atış hızını etkileyen kritik faktörlerden olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada gerçekleştirilen omuz IR sonuçları incelendiğinde; oluşan sonuçların elit düzeydeki hentbolcularda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında benzerlik gösterdiği görülmektedir (bkz. "*İzokinetik Kas Kuvvetinin Şut İsabeti Oranı Üzerindeki Etkisi*"). Aynı zamanda yukarıda belirtildiği gibi atış hızı (km/s) ortalamalarının da aynı seviyedeki oyuncuların atış hızlarıyla paralellik göstermesi, omuz IR ve atış hızı ilişkisini doğrular niteliktedir. Fakat bu durumu yalnız üst ekstremitede gerçekleşen bu süreçle açıklamak doğru değildir. Bunun yanında atış hızı ile olan bu ilişki, vücut yapısı ve alt ekstremiteye (bacak) göre de farklılık göstermektedir. Sonuç olarak; atış hızı ve isabet ilişkisi gibi kompleks ve birçok faktör

tarafından etkilenebilecek durumda olan bir yapıyı net olarak ifade etmek çok kolay görünmemektedir. Fakat şut isabeti oranında artış sağlanması için; atış hızı değişkeni göz önünde bulundurularak, antrenmanlarda sürekli olarak şut egzersizlerine yer verilmesiyle atış mekaniği optimum düzeye getirilebilir. Bunun sonucunda atış hızı ve isabetlilik ilişkisinin gelişimi sağlanacağından, sporcu ve antrenörlerin bu çıkarımı dikkate alması gerekmektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmaya, THF Süper Ligi ve/veya 1.Lig’inde aktif olarak oynayan toplam 17 erkek hentbolcu gönüllü olarak katılmı sağlanarak, hentbolda şut esnasında etkili olan kuvvet, kassal aktivasyon, sıçrama, denge ve atış hızı gibi değişkenlerin atış isabetindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçları analiz edildiğinde; ölçümü yapılan bazı parametrelerin şut isabeti oranı üzerinde istatistiki olarak (negatif yönde) bir etki gösterdiği görülse de; bazı parametrelerin ise istatistiki bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar detaylı olarak aşağıda belirtilmiştir.

Yaş, vücut ağırlığı ve boy değişkenlerinin şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; yaş değişkeni ile isabet oranı arasında istatistiksel bir ilişki olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Vücut ağırlığı ve boy değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p=0,001$ ,  $p=0,005$ ).

İzokinetik kas kuvvetinin şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; IR-Peak-90°, IR-Peak-180° ve IR-Peak-240° değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p=0,029$ ;  $p=0,037$ ;  $p=0,033$ ). ER-Peak-90°, IR/ER Oranı-90°, ER-Peak-180°, IR/ER Oranı-180°, ER-Peak-240° ve IR/ER Oranı-240° değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

Kas aktivasyonu değerlerinin şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; MLD max, MLD min, MPD max, MPD min, MAD max, MAD min değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Mİ max ve Mİ min değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

Dikey sıçramanın şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; sıçrama gücü değişkeninin isabet oranı üzerinde negatif bir etkisi olup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilirken ( $p=0.024$ ); sıçrama süresi ve sıçrama yüksekliği değişkenlerinin isabet oranı üzerinde istatistiki bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Çift ayak statik denge performansının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; FBSD, AFBS ve Perimeter değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ). ACOPX, ACOPY, MLSD, AMLS ve Ellipse Area değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Dominant ayak statik denge performansının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; ACOPX, ACOPY, AFBS, AMLS, Ellipse Area ve Perimeter değişkenlerinin isabet oranı üzerinde pozitif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ). FBSD ve MLSD değişkenlerinin ise isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

Dinamik denge performansının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; dinamik denge ölçümüne ait ATE, AFV, Stabilitate index, Trunk total SD, Trunk BFSD ve Trunk MLSD değişkenlerinin isabet oranı üzerinde negatif yönde eğilimler ortaya koyduğu görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

Atış hızının şut isabeti oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde; atış hızı değişkeninin isabet oranı üzerinde istatistiksel bir etki göstermediği tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ).

Çalışma sonucundaki öneriler aşağıda belirtilmiştir:

\*Özellikle erkek hentbolcularda fiziksel açıdan iyi durumda olan sporcuların, genç yaşlardan itibaren daha çok oyunun savunma ve mücadele kısmına odaklanmalarından dolayı; vücut ağırlığı ve boy gibi özelliklerin şut kalitesinde olumsuz bir etki yaratmaması ya da bu durumun minimum düzeyde tutulması için, bu tarzda oyunculara özel olarak hücum varyasyonları, teknik kapasite ve şut atış mekaniğini geliştirici egzersizlere antrenmanlarda daha çok yer verilmelidir.

\*Elit düzeyde hentbol oynayan sporcuların, mevcut omuz kuvveti değerlerine paralel olarak, atış esnasında uygulayacakları kuvvetteki artışın isabet oranını negatif etkileme ihtimaline karşı, teknik açıdan çok üst seviyeye gelerek, özellikle el bileğinin aktif olarak kullanılmasıyla (teknik etmenlerden daha çok faydalanarak), oluşabilecek bu negatif etki daha düşük bir seviyeye indirilebilir. Çalışma bulgularına göre kuvvet



(omuz), şut isabeti üzerinde pozitif bir etki göstermese de hentbol sporuna genel olarak bakıldığında, bir tekniğin en doğru ve en hızlı şekilde uygulanması bakımından özellikle patlayıcı kuvvet ve kuvvette devamlılığa yönelik egzersizlere daha çok yer verilmesi gerekmektedir. Yine atış esnasında oluşabilecek baş postürü ve stabilizasyonundaki bozukluk nedeni ile omuz ve vücut oryantasyonunun uygun bir şekilde sağlanması gerekmektedir.

\*Hentbolda sıçrayarak atış esnasında atış kolu tarafında aktif olarak görev yapan kasların aktivasyon düzeyleri, şut mekaniği ve isabetlilik ile doğrudan ilişkilidir. Çalışma sonucu ve literatürdeki verilere göre, atış esnasında en yüksek aktivasyon gösteren kasın m. deltoideus grubuna ait kasların olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, üç bölümden oluşan bu kasın (özellikle medial kısım) gelişimine yönelik egzersizler, hem atışın daha hızlı ve isabetli olmasını sağlayacağı gibi hem de en çok sakatlanma riskine sahip olan kas gruplarından biri olan omuz kuşağı kaslarının kuvvetlenmesi açısından da önem arz etmektedir. Ayrıca EMG ölçümü gerçekleştirilen bu kas grubu için daha sağlıklı veriler elde edilmesi açısından, ölçümün gerçekleştirildiği ortam, hava sıcaklığı ve nem oranı, kullanılan elektrot türü gibi fiziki etmenler göz önünde bulundurulmalıdır.

\* Hentbolda dikey sıçrama performansının özel kuvvet antrenmanlarıyla geliştirilmesi, hücum ve savunma esnasında vücudun gerçekleştirdiği birçok farklı aksiyonda daha iyi sonuçlar ortaya koyulmasına sağlayacaktır. Hentbolda kullanılan atışların büyük bir kısmını sıçrayarak atışın oluşturması, dikey sıçramanın önemini göstermektedir. Bu parametre üzerinde çalışan antrenör ve sporcuların, havada kalma süresi arttıkça potansiyel kuvvette, dolayısıyla atış hızında yaşanabilecek olası düşüşleri de göz ardı etmeden çalışmalarını gerçekleştirmesi gerekmektedir. Özellikle topun elden ayrılma aşamasında oluşabilecek güç kaybı da isabetlilik oranını etkileyebilir.

\* Hentbolda savunma esnasında duruş ve pozisyon almalarda; hücumda ise farklı türden atışların rahat bir şekilde gerçekleştirilmesi için denge ve postural kontrolün önemi göz ardı edilmemelidir. Bu sebeple, hentbola özgü denge yeteneği ve atış (şut) çalışmaları gibi rutin etmenlerin kombine şekilde kullanılması, etkili olabilecek bir yöntem olarak görünmektedir. Ayrıca şut adımlamasına başlarken sıçrama ayağının zemine düzgün ve net bir şekilde basılması ile sağlanan denge sayesinde oluşan gücün atış koluna, dolayısıyla atış hızına ve isabetliliğine olumlu etkisi

de unutulmamalıdır. Ayrıca sıçrayarak atış esnasında, atış formu gereği sporcunun havada kalması ve daha çok isabetliliğe odaklanması nedeniyle dinamik dengenin negatif yönde etkilenmesi sonucu, atışın bu durumda olumsuz yönde etkilenebileceği söylenebilir.

\* Hentbolda şutun isabetli olma (gol) ihtimalini arttırmak için, şutun genellikle maksimum veya maksimuma yakın bir hızda atışa gerek duyulmaktadır. Bu yüzden, atış hızı ve isabet oranının birbiriyle ilişkili olduğu unutulmamalı ve özellikle antrenmanlarda sporcular, sürekli olarak bu uyumun yakalanmasına yönelik alıştırmalara teşvik edilmelidir.

Özet olarak, hentbolda hayati bir öneme sahip olan “gol” kavramı ve bununla paralel olarak şut performansının birçok farklı fizyolojik ve psikolojik faktörden etkilendiği net olarak görülmektedir. Sunulan çalışma, birçok farklı parametrenin aynı katılımcı grubunda incelenmesi ile antrenörler, üniversitelerin Spor Bilimleri Fakültelerinde Hentbol uzmanlık dersi gören öğrenciler ve öğretim elemanları ile profesyonel olarak hentbol yaşamlarını sürdüren sporcular için faydalı veriler ortaya koymuştur. Fakat, konu ile ilgili daha net veriler ortaya koymak ve çalışmanın niteliğinin artırılması bakımından, farklı sporcu profilleri, cinsiyet değişkeni gibi etkenlerin yanı sıra yeni ve güncel elektrofizyolojik ve biyomekaniksel ölçümlerden faydalanılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdullah RR. Basketbolda dinamik dengenin şut isabetine etkisinin incelenmesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Van, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Aka H. Elit kadın voleybolcularda el bilek ve omuz eklemi izokinetik kuvveti ile servis atış ve smaç vuruş hızı ilişkisi. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara, Doktora Tezi, 2018.
- Akalın E, Gülbahar S. İzokinetik Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. II. İzmir Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Ortopedi ve Travmatoloji Günleri Kurs Kitabı. 2006:1-27.
- Akl ARI, Salem MH. Effects of center of mass kinematics on ball velocity during jump throwing in handball. *MOJ App Bio Biomech* 2018; 2(3): 219-221.
- Akl, ARI, Hassan AA. An artificial neural network approach for predicting kinematics in handball throws. *American Journal of Sports Science* 2017; 5(5): 35-39.
- Alizadehkhayat O, Hawkes DH, Kemp GJ, Frostick SP. Electromyographic analysis of shoulder girdle muscles during common internal rotation exercises. *International Journal Of Sports Physical Therapy* 2015; 10(5): 645.
- Andrade MDS, Fleury AM, de Lira CAB, Dubas JP, da Silva AC. Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences* 2010; 28(7): 743-749.
- Andrade MS, Vancini RL, de Lira CA, Mascarin NC, Fachina RJ, Silva ACD. Shoulder isokinetic profile of male handball players of the Brazilian National Team. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2013; 17(6): 572-578.
- Arslan YZ. İnsanın iki kolunun ortak hareketi esnasında oluşan eklem momentlerinin elektromyografi sinyalleri yardımıyla analizi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- Arslanoğlu E, Aydoğmuş M, Arslanoğlu C, Şenel Ö. Badmintoncularda reaksiyon zamanı ve denge ilişkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2010; 4(2).
- Aydoğan GF. Futbolcularda şiddeti tedricen artan egzersiz sırasında aerobik – anaerobik metabolizma geçiş yoğunluğunda emg değişiklikleri. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Hekimliği Anabilim Dalı, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Baltzopoulos V. Isokinetic dynamometry. In *Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise*. Routledge 2017; 158-185.
- Barkhause PE, Nandekar SD. Recording characteristics of the surface electrodes.

- Muscle Nerve 1994; 17(11): 1317-1323.
- Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 2015.
- Bartlett R. Introduction to Sports Biomechanics: Analysing Human Movement Patterns: 3rd Edition. New York, USA: Routledge. 2007.
- Bayios IA, Anastasopoulou EM, Sioudris DS, Boudolos KD. Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2001; 41(2): 229-235.
- Bayios IA, Boudolos K. Accuracy and throwing velocity in handball. In: Reihle HJ, Vieten MM. (Eds), XVI International Symposium on Biomechanics in Sports, Universitätsverlag Konstanz. 1998: 55-8.
- Bencke J, Aagaard P, Zebis MK. Muscle activation during acl injury risk movements in young female athletes: A narrative review. Frontiers in Physiology 2018; 9.
- Bencke J, Damsgaard R, Sækmose A, Jørgensen P, Jørgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2002; 12(3): 171-178.
- Bompa T, Buzzichelli C. Periodization Training for Sports, 3E. Human Kinetics, 2015.
- Bompa TO. Antrenman Kuramı ve Yöntemi. Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2007.
- Bonetti LV, Zardo F, Candiago BG, Finger AT, De Marchi T, Tadiello GS. Isokinetic performance of shoulder external and internal rotators in adolescent female handball athletes Science & Sports 2019.
- Buhmann R, Shield A, Sims C. The effect of exercise prescription on force output and muscle activation during the nordic hamstring exercise. Br J Sports Med 2017; 51(4): 304-304.
- Carvalho A, Brown S, Abade E. Evaluating injury risk in first and second league professional Portuguese soccer: muscular strength and asymmetry. Journal of Human Kinetics 2016;51(1):19-26.
- Carvalho A, Mourão P, Abade E. Effects of strength training combined with specific plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. Journal of Human Kinetics 2014;41(1):125-132.
- Castagna C, Castellini E. Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research 2013;

27(4):1156-1161.

- Cenk GA, Mustafa A, Bilal D, Ozan S, Mujdat O, Kadir G. Anthropometric features and balance among elite handball players. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health* 2012;12(2): 132-136.
- Cerrah AO, Ertan H, Soylu AR. Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2010;8(2):43-49.
- Chaouachi A, Brughelli M, Levin G, Boudhina NBB, Cronin J, Chamari K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *Journal of Sports Sciences* 2009;27(2):151-157.
- Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Shephard RJ. Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2014; 28(5): 1401-1410.
- Chelly MS, Hermassi S, Shephard RJ. Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010; 24(6): 1480-1487.
- Conrad MO, Kamper DG. Isokinetic strength and power deficits in the hand following stroke. *Clinical Neurophysiology* 2012;123(6):1200-1206.
- Czerwinski J, Taborsky F. Basic handball, European Handball Federation. AVIS - Werbung, Austria. 1997;1-58.
- Çakır Z. Genç hentbolcularda pliometrik antrenmanların izometrik diz kuvveti, dinamik denge, anaerobik güç, sürat ve çevikliğe etkisi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2016.
- Çankaya T. İzometrik, konsentrik ve eksentrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve emg cevaplarının incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Bolu, Doktora Tezi, 2012.
- Çebi M. Farklı Engel gruplarındaki sporcuların denge, solunum kapasitesi ve reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun, Doktora Tezi, 2013.
- Çetin E, Balcı N. The effects of isokinetic performance on accurate throwing in team handball. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2015;174:1872-1877.
- Çetin E, Muratlı S. Bazı alt ekstremite kinematik parametrelerinin hentbolda isabetli atış performansına etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi* 2010; 21(1): 13-20.

- Çetin E. Hentbolde temel atış hareketinin kinematik analizi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Doktora Tezi, 2009.
- Çobanoğlu, B. Klasman hakemleri ve il hakemlerinin sürat ve sıçrama performansları arasındaki fark, İstanbul örneği. Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Davies GJ, Riemann B, Ellenbecker T. Role of isokinetic testing and training after acl injury and reconstruction. In ACL Injuries in the Female Athlete 2018: 567-588.
- Demirdezen Taşkıran A. Elit bayan hentbolcuların fiziksel ve fizyolojik uygunluklarının atış hızı ve isabeti ile ilişkilendirilmesi. Kocaeli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Doktora Tezi, 2012.
- Dionisio VC, Almeida GL, Duarte M. Kinematic, kinetic and emg patterns during downward squatting. Journal of Electromyography and Kinesiology 2006; 18(1): 134-143.
- Dos Santos Andrade M, de Lira CAB, Vancini RL, de Almeida, AA, Benedito-Silva AA, da Silva AC. Profiling the isokinetic shoulder rotator muscle strength in 13-to 36-year-old male and female handball players. Physical Therapy in Sport 2013; 14(4): 246-252.
- Ducharme SW, Wu WF, Lim K, Porter JM, Geraldo F. Standing long jump performance with an external focus of attention is improved as a result of a more effective projection angle. The Journal of Strength & Conditioning Research 2016; 30(1): 276-281.
- Dunsky A, Barzilay I, Fox O. Effect of a specialized injury prevention program on static balance, dynamic balance and kicking accuracy of young soccer players. World Journal of Orthopedics 2017; 8(4): 317.
- Dündar U. Antreman Teorisi. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım. 2007.
- Dvir Z. Isokinetics Muscle Testing Interpretation and Cinical Applications. Churchill Livingstone, USA. 2004, 8-26.
- Ebid AA, El-Shamy SM, Draz AH. Effect of isokinetic training on muscle strength, size and gait after healed pediatric burn: A randomized controlled study. Burns 2014; 40(1): 97-105.
- El-Ashker S, Hassan A, Taiar R, Tilp M. Long jump training emphasizing plyometric exercises is more effective than traditional long jump training: A randomized controlled trial. Journal of Human Sport & Exercise 2019; 14(1): 215-224.

- Erdoğan E. Tenisçilerin temel vuruşlarında kas aktivasyonunun top hızına etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun, Doktora Tezi, 2013.
- Ergin E. Voleybolcularda farklı germe egzersizlerinin izokinetik kuvvet parametrelerine akut etkileri. Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Manisa, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Eriksrud O, Sæland FO, Federolf PA, Cabri J. Functional mobility and dynamic postural control predict overhead handball throwing performance in elite female team handball players. *Journal of Sports Science and Medicine* 2019; 18(1): 91-100.
- Ersoy A. Hentbolda kuvvet antrenmanlarının 7 m atış performansına etkisi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Yüksek Lisans Tezi, 2016.
- Eylen MA. Voleybol oyuncularında farklı kuvvet antrenmanlarının statik ve dinamik denge yetenekleri üzerine etkisi. Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Gaziantep, Yüksek Lisans Tezi, 2017.
- Fan JZ, Liu X, Ni GX. Angular velocity affects trunk muscle strength and emg activation during isokinetic axial rotation. *Biomed Research International* 2014.
- Ferragut C, Vila H, Abraldes JA, Machado C. Influence of physical aspects and throwing velocity in opposition situations in top-elite and elite female handball players. *Journal of Human Kinetics* 2018; 63(1): 23-32.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Ankara, Spor Yayınevi, 2012.
- Freeston J, Ferdinands R, Rooney K. Throwing velocity and accuracy in elite and sub-elite cricket players: A descriptive study. *European Journal of Sport Science* 2007; 7(4): 231-237.
- Fukuda TY, Echeimberg JO, Pompeu JE, Lucareli PRG, Garbelotti S, Gimenes RO, Apolinário A. Root mean square value of the electromyographic signal in the isometric torque of the quadriceps, hamstrings and brachial biceps muscles in female subjects *J Appl Res* 2010; 10(1): 32-39.
- García JA, Menayo R, Del Val P. Speed-accuracy trade-off in a 7-meter throw in handball with real constraints: goalkeeper and the level of expertise. *Journal of Physical Education and Sport* 2017; 17(3): 1172-1176.
- García JA, Sabido R, Barbado D, Moreno FJ. Analysis of the relation between throwing speed and throwing accuracy in team-handball according to instruction. *European Journal of Sport Science* 2013; 13(2): 149-154.

- García-Vaquero MP, Barbado D, Juan-Recio C, López-Valenciano A, Vera-García FJ. Isokinetic trunk flexion–extension protocol to assess trunk muscle strength and endurance: Reliability, learning effect, and sex differences. *Journal of Sport and Health Science* 2016: 1-10.
- Genç H. Hentbolcularda kor stabilizasyon ile performans arasındaki ilişki. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Bolu, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Gençoğlu C. Hentbolcularda üst ekstremiteye uygulanan pliyometrik egzersizin atış hızı ve izokinetik kas kuvvetine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Doktora Tezi, 2008).
- Ghosh P, Mondal P. Effect on kinematics parameters of jump shot in handball. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2017; 4(4): 453-456.
- Gioftsidou A, Malliou P, Pafis G, Beneka A, Tsapralis K, Sofokleous P, Kouli O, Rokka S, Godolias G. (2012). Balance training programs for soccer injuries prevention. *Journal of Human Sport & Exercise* 2012; 7(3): 639-647.
- Gioftsos G, Arvanitidis M, Tsimouris D, Kanellopoulos A, Paras G, Trigkas P, Sakellari V. EMG activity of the serratus anterior and trapezius muscles during the different phases of the push-up plus exercise on different support surfaces and different hand positions. *Journal of Physical Therapy Science* 2016; 28(7): 2114-2118.
- Gnitecki JE, Kler GPS, Moussavi Z. Emg signs of fatigue in anterior and posterior deltoid muscles: Questioning the role of rms during fatigue. *CMBES Proceedings* 2002;27(1).
- Gomboş L, Gherman AA, Pătraşcu A, Radu P. Postural balance and 7-meter throw's accuracy in handball. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal* 2017;10(19):103-108.
- Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine* 2005;37:225-232.
- Granados C, Izquierdo M, Ibañez J, Bonnabau H, Gorostiaga EM. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *Int J Sports Med* 2007;28:850-67.
- Guyton AC, Hall JE. *Tıbbi Fizyoloji* (12. ed.). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2013.
- Guyton H. *Tıbbi Fizyoloji*. Çeviri editörü: Çavuşoğlu H, 10. baskı. İstanbul, Nobel, 2001:724-749.



- Günay M, Tamer K. Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara, Gazi Kitabevi, 2010.
- Gürol B. İzokinetik kuvvet antrenmanı programı sonrası basketbolda serbest atışın kinetik ve kinematik analizi. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Doktora Tezi, 2013.
- Hammami R, Granacher U, Makhlouf I, Behm DG, Chaouachi A. Sequencing effects of balance and plyometric training on physical performance in youth soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2016;30(12):3278-3289.
- Hazar F, Taşmektepligil MY. Puberte öncesi dönemde denge ve esnekliğin çeviklik üzerine etkilerinin incelenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2008;5(1):9-12.
- Hermassi S, Chelly MS, Fathloun M, Shephard RJ. The effect Of Heavy- Vs Moderate-Load Training on the Development of Strength, Power, And Throwing Ball Velocity in Male Handball Players. *J Strength Cond Res* 2010;24(9):2408–2418.
- Hong D, Cheung TK, Roberts ER. A three dimensional, six-segment chain analysis of forcefull overarm throwing. *Journal of Electromyograph* 2001;11:95-112.
- Hrysonmallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports medicine* 2011; 41(3): 221-232.
- <http://citadel.sjfc.edu/students/klk04748/webdesign/jq/humanbody.html>, Erişim tarihi: 13/05/2019.
- <http://medforum.com.tr/Kurum/Sayfalar/UrunListe.aspx?id=42>, Erişim tarihi: 13/05/2019.
- <https://opentextbc.ca/anatomyandphysiology/chapter/12-4-the-action-potential>, Erişim tarihi: 05/02/2019.
- <http://ossamedikal.com.tr/tek-kullanimlik-konsantrik-igne-elektrod/>, Erişim tarihi: 13/05/2019.
- <http://seniam.org> / Erişim Tarihi: 19.04.2019.
- <http://www.thf.gov.tr/thf/hakkinda/tarihce>, Erişim tarihi: 28.01.2019.
- Ivarsson T. A Comparison between foam rolling and dynamic stretch on throwing velocity and accuracy among male handball players. Halmstad University, School of Business and Engineering, Master Thesis, 2014.

- İslamoğlu İ. Farklı statik germe sürelerinin sürat çeviklik sıçrama ve esneklik performansı üzerine etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- Karadenizli Zİ, Erkut O, Ramazanoglu N, Uzun S, Çamlıguney AF, Bozkurt S, Tiryaki Ç, Küçük V, Sirmen B. Comparison of dynamic and static balance in adolescents handball and soccer players. *Turkish Journal of Sport and Exercise* 2014; 16(1): 47-54.
- Karcher C, Buchheit M. Shooting performance and fly time in highly trained wing handball players: Not everything is as it seems. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2017; 12(3): 322-328.
- Karişik S, Božić D, Tirić T. Influence of ball resin to shot accuracy in handball. *European Journal of Physical Education and Sport Science* 2018; 4(5): 39-47.
- Kawamura K, Shinya M, Kobayashi H, Obata H, Kuwata M, Hagio K, Nakazawa, K. Development of throwing accuracy in elementary school handball players. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* 2016; 34(1).
- Kayacan Y, İslamoğlu İ, Birinci MC. Respiratory functions and anatomical balance in boxers. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2018; 16(4): 12-20.
- Kayacan Y, Makaracı Y. Bilgisayar tabanlı symmetrigrاف yöntemi ile hentbolcuların postural analizi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi* 2017; 8(1): 27-33.
- Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*, 5th ed. USA, Human Kinetics, 2012.
- Khaled B, Hakim L, Abdelkader B, Amine S. The impact of proposed exercises in the method of plyometric training in the development of explosive power and some basic skills of handball category (U17). *European Journal of Physical Education and Sport Science* 2018; 3(12); 629-639.
- Khan MA, Moiz JA, Raza S, Verma S, Shareef MY, Anwer S, Alghadir A. Physical and balance performance following exercise induced muscle damage in male soccer players. *Journal of Physical Therapy Science* 2016; 28(10): 2942-2949.
- Khudolii OM, Iermakov SS, Ananchenko KV. Factorial model of motor fitness of junior forms' boys. *Journal of Physical Education and Sport* 2015; 15(3): 585.
- Kilani H, Alsulamt S. Relation of kinematics variables and accuracy of shooting by upward leap for Oman's national handball team players. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* 2016; 34(1).
- Kim YK, Jung JW, Park CH. Joint kinematics and muscle activities to achieve

- successful bank-shots in basketball free-throw. *ISBS Proceedings Archive* 2018; 36(1): 582.
- Kovacs P. EHF Web Periodical Publications, Shots From 6 Meters– Fast Break, Pivot/Wing Shots and Break Through Shots. Retrieved from [www.eurohandball.com](http://www.eurohandball.com). 2011.
- Küçük S, Mayetin U. EMG sinyalleri ile mobil robotun kablosuz kontrolü. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences* 2017; 23(5).
- Laffaye G, Debanne T, Choukou MA. Is the ball velocity dependent on expertise? A multi-dimensional study in handball. *Int J Perform Anal Sport* 2012; 12: 629-642.
- Lee KJ, Han HY, Cheon SH, Park SH, Yong MS. The effect of forward head posture on muscle activity during neck protraction and retraction. *Journal of Physical Therapy Science* 2015; 27(3): 977-979.
- Lieber RL. Biomechanical response of skeletal muscle to eccentric contractions. *Journal of Sport and Health Science* 2018; 7(3): 294-309.
- Lubiatowski P, Kaczmarek P, Cisowski P, Breborowicz E, Grygorowicz M, Dziañach M, Krupecki T, Laver L, Romanowski L. Rotational glenohumeral adaptations are associated with shoulder pathology in professional male handball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2018; 26(1): 67-75.
- Luteberget LS, Raastad T, Seynnes O, Spencer M. Effect of traditional and resisted sprint training in highly trained female team handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2015; 10(5): 642-647.
- Maly T, Zahalka F, Mala L. Differences between isokinetic strength characteristics of more and less successful professional soccer teams. *Journal of Physical Education and Sport* 2011; 11(3): 306.
- Marques MAC, Gonzalez-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res* 2006; 20(3): 563-571.
- Mascarin NC, de Lira CAB, Vancini RL, de Castro Pochini A, da Silva AC, dos Santos Andrade M. Strength training using elastic bands: improvement of muscle power and throwing performance in young female handball players. *Journal of Sport Rehabilitation* 2017; 26(3): 245-252.
- Massuca L, Branco B, Miarka B, Fragoso I. Physical fitness attributes of team-handball players are related to playing position and performance level. *Asian Journal of Sports Medicine* 2015; 6(1).
- Melam GR, Alhusaini AA, Perumal V, Buragadda S, Kaur K. Comparison of static and dynamic balance between football and basketball players with chronic ankle

- instability. *Saudi Journal of Sports Medicine* 2016; 16(3): 199.
- Meletakos P, Bayios I. General trends in European men's handball: a longitudinal study. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 2010; 10(3): 221-228.
- Michalsik LB, Aagaard P. Physical demands in elite team handball: comparisons between male and female players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2015; 55(9): 878-891.
- Monsef Cherif MS, Chaatani S, Nejlaoui O, Gomri D, Abdallah A. The effect of a combined high-intensity plyometric and speed training program on the running and jumping ability of male handball players. *Asian Journal of Sports Medicine* 2012; 3(1): 21.
- Müller C, Brandes M. Effect of kinesiotape applications on ball velocity and accuracy in amateur soccer and handball. *Journal of Human Kinetics* 2015;49(1):119-129.
- Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther* 1995; 75(8): 699-706.
- Nymark JR, Balmer SJ, Melis EH, Lemaire ED, Millar S. Electromyographic and kinematic nondisabled gait differences at extremely slow overground and treadmill walking speeds. *J Rehabil Res Dev* 2005; 42(4): 523-34.
- Oliver GD, Stone AJ, Plummer H. Electromyographic examination of selected muscle activation during isometric core exercises. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2010; 20(6): 452-457.
- Ortega-Becerra M, Pareja-Blanco F, Jiménez-Reyes P, Cuadrado-Peñañiel V, González-Badillo JJ. Determinant factors of physical performance and specific throwing in handball players of different ages. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2018; 32(6): 1778-1786.
- Özdemir Ö. 4. Erkekler ve bayanlar plaj hentbol dünya şampiyonası yaralanma epidemiyolojisi; spor yaralanması sıklığı ve mekanizmalarının incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Doktora Tezi, 2015.
- Özmen G. Servikal bölgede oluşan kas yorgunluğunun yüzey elektromiyogram bilgileri ile değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Doktora Tezi, 2013.
- Pacheco L, Balius R, Aliste L, Puyol M, Pedret C. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. *Journal of Stretching and Conditioning Research* 2011; 25(11): 2991-2998.
- Parrington L, Ball K, MacMahon C. Kinematics of a striking task: accuracy and speed-accuracy considerations. *Journal of Sports Sciences* 2015; 33(4): 346-357.

- Pilça O. 19-24 Yaş arası erkek hentbolcülerde farklı türde yapılan antrenmanların atış isabet oranları üzerine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Yüksek Lisans Tezi, 2017.
- Plummer H. The effects of aerobic and localized fatigue on jump shot kinematics and kinetics in team handball players. Doctoral dissertation, 2015.
- Pontaga I, Zidens J. Shoulder rotator muscle dynamometry characteristics: side asymmetry and correlations with ball-throwing speed in adolescent handball players. *Journal of Human Kinetics* 2014;42(1):41-50.
- Prentice EW. *Techniques in Musculoskeletal Rehabilitation*, New York, McGraw-Hill Edi. 2001; 59–153.
- Prieto J, Gómez MÁ, Sampaio J. Game-scoring coordination in handball according to situational variables using time series analysis methods. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 2016;16(1):40-52.
- Raeder C, Fernandez-Fernandez J, Ferrauti A. Effects of six weeks of medicine ball training on throwing velocity, throwing precision, and isokinetic strength of shoulder rotators in female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2015; 29(7): 1904-1914.
- Rahnama N, Lees A, Reilly T. Electromyography of selected lower-limb muscles fatigued by exercise at the intensity of soccer match-play. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2006; 16(3): 257-263.
- Ravier G, Demouge J. Comparison of lower limb strength characteristics between youth and adult elite female team handball players. *Science & Sports* 2016; 31(3): 39–46.
- Ribeiro AMLR. Shoulder morphofunctional adaptations on overhead-throwing athletes: implications for physiotherapy throwing-shoulder examination. Universidade de Lisboa, The Faculdade de Motricidade Humana (FMH), Lisboa, Doctoral Thesis, 2012.
- Rivilla-Garcia J, Calvo JL, Van Den Tillaar R. Comparison of throwing velocity between first and second offensive line handball players. *Kinesiologia Slovenica* 2016; 22(3): 5.
- Rivilla-Garcia J, Grande I, Sampedro J, Van Den Tillaar R. Influence of opposition on ball velocity in the handball jump throw. *Journal of Sports Science & Medicine* 2011; 10(3): 534.
- Rousanoglou EN, Noutsos KS, Bayios IA, Boudolos KD. Electromyographic activation patterns during handball throwing by experts and novices. *Athletic Enhancement* 2014; 3(2): 1-8.

- Rousanoglou EN, Noutsos KS, Bayios IA, Boudolos KD. Self-Paced and temporally constrained throwing performance by team-handball experts and novices without foreknowledge of target position. *Journal of Sports Science & Medicine* 2015; 14(1): 41.
- Saavedra JM, Þorgeirsson S, Chang M, Kristjánsdóttir H, García-Hermoso A. Discriminatory power of women's handball game-related statistics at the olympic games (2004-2016). *Journal of Human Kinetics* 2018;62(1):221-229.
- Saç A. Q açısının diz izokinetik kas kuvveti ile kas aktivasyonuna etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun, Doktora Tezi, 2016.
- Saeed RM. Effect of using qualitative exercises on electrical activity of muscles operating in long jump shooting in handball. *Journal of Applied Sports Science* 2016; 6(3).
- Sajedi H. Genel hazırlık döneminde yapılacak 6 haftalık glutamine yüklemesinin elit hentbolcuların aerobik, anaerobik güç ve kuvvet parametrelerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Doktora Tezi, 2016.
- Schuermans J, Danneels L, Van Tiggelen D, Palmans T, Witvrouw E. Proximal neuromuscular control protects against hamstring injury in male football players: A prospective study with emg time-series analysis during maximal sprinting. *Br J Sports Med* 2017;51(4):383-384.
- Sevim Y. Hentbol Teknik ve Taktik, 6.Baskı. İstanbul, Nobel Yayın Dağıtım, 2006:1-7.
- Sevim Y. Hentbol Teknik ve Taktik. 7.Baskı, Fil Yayınevi, Ankara, 2010.
- Sommervoll Y. Effect of gender and training experience on kinematical and temporal aspect of overarm throwing technique. Norwegian University Human Movement Science, Faculty of Social Sciences and Eechnology Management, Norway, Master Thesis, 2005.
- Spasic M, Krolo A, Zenic N, Delextrat A, Sekulic D. Reactive agility performance in handball; development and evaluation of a sport-specific measurement protocol. *Journal of Sports Science & Medicine* 2015;14(3):501.
- Sporiš G, Vuleta D, Vuleta Jr D, Milanović D. Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players. *Collegium Antropologicum* 2010;34(3):1009-1014.
- Staudenmann D, Kingma I, Stegeman DF, van Dieën JH. Towards optimal multichannel emg electrode configurations in muscle force estimation: a high density emg study. *J Electromyogr Kinesiol* 2005;15(1):1-11.

- Steffen K, Nilstad A, Krosshaug T, Pasanen K, Bahr R. No association between static and dynamic postural control and acl injury risk among female elite handball and football players. *Br J Sports Med* 2017;51(4):392-392.
- Stockdale AA. Modeling three-dimensional hip and trunk peak torque as a function of joint angle and velocity. The University of Iowa, Biomedical Engineering, Iowa City, Master Thesis, 2011.
- Sucan S, Yılmaz A, Can Y, Süer C. Aktif futbol oyuncularının çeşitli denge parametrelerinin değerlendirilmesi, *Sağlık Bilimleri Dergisi* 2005;14(1):36-42.
- Suchomel TJ, Sands WA, McNeal JR. Comparison of static, countermovement, and drop jumps of the upper and lower extremities in us junior national team male gymnasts. *Science of Gymnastics Journal* 2016; 8(1).
- Sugimoto D, Mattacola CG, Mullineaux DR, Palmer TG, Hewett TE. Comparison of isokinetic hip abduction and adduction peak torques and ratio between sexes. *Clinical Journal of Sport Medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 2014; 24(5): 422.
- Sunawa MK, Rustiadi T, Soekardi S. The contribution of hand-eye coordination, muscle arm strength, and concentration to standing throw shoot results. *Journal of Physical Education and Sports* 2018; 7(2): 141-151.
- Şimşek B. Effects of muscle fatigue on shooting accuracy in handball players. Middle East Technical University, Ankara, Doctoral Dissertation, 2012.
- Taha SA, Akl ARI, Zayed MA. Electromyographic analysis of selected upper extremity muscles during jump throwing in handball. *American Journal of Sports Science* 2015; 3(4): 79-84.
- Taha Z, Haque M, Musa RM, Abdullah MR, Maliki ABHM, Mat-Rashid SM, Kosni NA, Adnan A. Analysis of biological and mechanical related performance parameters of Malaysian senior youth archers. *Advances in Human Biology* 2017; 7(3): 137.
- Tamer K. Sporda Fiziksel- Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Ankara, Bağırhan Yayınları, 2000.
- Tanir H. The Effect of balance and stability workouts on the development of static and dynamic balance in 10-12-year-old soccer players. *Journal of Education and Training Studies* 2018; 6(9): 132-135.
- Taşdemirci, Ç. Ön kol kas kuvvetlerinin emg sinyalleri ile belirlenmesi ve yapay sinir ağlarıyla tahmini. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kocaeli, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Teixeira J, Carvalho P, Moreira C, Carneiro A, Santos R. Muscle strength assessment of

- knee flexors and extensors, Comparative study between basketball, football, handball and volleyball athletes. *International Journal of Sports Science* 2015; 5(5): 192-200.
- Ünver Ş. Sirkadiyen ritme bağlı olarak performans ölçümlerindeki değişimlerin incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
- Van den Tillaar R, Cabri JMH. Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players. *Journal of Sports Sciences* 2012; 30(8): 807–813.
- Van den Tillaar R, Ettema G. A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills* 2006; 103: 503-514.
- Van den Tillaar R, Ettema G. A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *Journal of Sports Science & Medicine* 2004; 3(4): 211.
- Van den Tillaar R, Ettema G. A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *Journal of Applied Biomechanics* 2007; 23: 12–19.
- Van den Tillaar R, Ettema G. Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Percept Motor Skill* 2003a; 96: 423-434.
- Van den Tillaar R, Ettema G. Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team handball players. *Perceptual and Motor Skills* 2003b; 97(3): 731-742.
- Vijayaragavan R, Perumal V. Effect of balance exercise program on static balance of male handball players at school level. *International Journal of Physical Education, Sports and Health* 2016; 3(6): 285-288.
- Vila H, Manchado C, Rodriguez N, Abraldes JA, Alcaraz PE, Ferragut C. Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2012; 26(8): 2146-2155.
- Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, von Duvillard SP. Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of Sports Science & Medicine* 2014a; 13(4): 808.
- Wagner H, Klous MM. Kinematics of the upward jumping throw in handball - comparison of players with different level of performance. In: ISBS S xxiv, editor. Salzburg-Austria, Symposium xxiv ISBS. 2006: 161–164.
- Wagner H, Müller E. Motor Learning of Complex Movements. *The Effects of Applied*



- Training Methods (Differential and Variable Training) to the Quality Parameters (Ball Velocity, Accuracy and Kinematics) of a Handball Throw. *Sports Biomechanics* 2008; 7: 54-71.
- Wagner H, Pfusterschmied J, Tilp M, Landlinger J, von Duvillard SP, Müller E. Upper body kinematics in team handball throw, tennis serve, and volleyball spike. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2014b; 24(2): 345-354.
- Wagner H, Pfusterschmied J, von Duvillard SP, Müller E. Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *J. Sports Sci Med* 2011;10: 73-80.
- Watanabe K, Kouzaki M, Ogawa M, Akima H, Moritani T. Relationships between muscle strength and multi-channel surface emg parameters in eighty-eight elderly. *European Review of Aging and Physical Activity* 2018; 15(1): 3.
- Weiss EJ, Flanders M. Muscular and postural synergies of the human hand. *Journal of Neurophysiology* 2004; 92(1): 523-535.
- Wilmore J, Costil D. *Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics*, 2004.
- Wit A, Eliasz J. A Three-Dimensional Kinematic Analysis of Handball Throws. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*. 1998; 1(1).
- Wong OM, Cheung RT, Li RC. Isokinetic knee function in healthy subjects with and without Kinesio taping. *Physical Therapy in Sport* 2012; 13(4): 255-258.
- Woolstenhulme MT, Griffiths CM, Woolstenhulme EM, Parcell AC. Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *J Strength Cond Res* 2006; 20(4): 799–803.
- Xaverova Z, Dirnberger J, Lehnert M, Belka J, Wagner H, Orechovska K. Isokinetic strength profile of elite female handball players. *Journal of Human Kinetics* 2015; 49(1): 257-266.
- Yıldırım İ, Özdemir V. Üst düzey erkek hentbol oyuncularının antropometrik özelliklerinin yatay ve dikey sıçrama mesafesine etkisi. *Selçuk Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi* 2010; 12(1): 63-72.
- Yılmaz AK. Elit futbolcularda vücut kompozisyonu ve izokinetik diz kuvvetinin çabukluk ve çeviklik üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Yüksek Lisans Tezi*, 2015.
- Yin Y, Chen X. Bioelectrochemical control mechanism with variable-frequency regulation for skeletal muscle contraction-Biomechanics of skeletal muscle based on the working mechanism of myosin motors (II). *Science China Technological Sciences* 2012; 55(8): 2115-2125.

- Zapartidis I, Gouvali M, Bayios I, Boudolos K. Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2007; 47(2): 169.
- Zebis MK, Bencke J, Andersen LL, Alkjaer T, Suetta C, Mortensen P, Kjær M, Aagaard P. Acute fatigue impairs neuromuscular activity of anterior cruciate ligament-agonist muscles in female team handball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2011; 21(6): 833-840.
- Zhou P, Rymer WZ. Factors governing the form of the relation between muscle force and the EMG: a simulation study. *Journal of Neurophysiology* 2004; 92(5): 2878-2886.



## EKLER



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

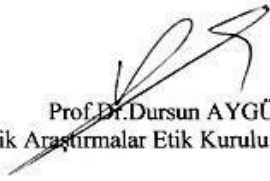
Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/607

23.12.2016

Sayın Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Elit Hentbolcularda İzokinetik Kuvvet, Kas Aktivasyonu, Sıçrama ve Denge Performansının Atış İsabetine Etkisi** başlıklı OMÜ KA EK 2016/399 Karar nolu Performans Ölçümü Çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergelerine göre 22.12.2016 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra başlanmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

  
Prof. Dr. Dursun AYGÜN  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Yücel MAKARACI

**Doğum Yeri:** Samsun

**Doğum Tarihi:** 24.06.1989

**Medeni Hali:** Bekar

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

**Eğitim Durumu:** Yüksek Lisans

**Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2012-.....

**E-posta:** yucelmkrc@gmail.com