



T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HENTBOLDE İSABETLİ KALE ATIŞLARINDA
SUBMAKSİMAL ATIŞ HIZI VE ATIŞ KUVVETİNİN
BİYOMEKANİK ANALİZİ**

Z. İNCİ KARADENİZLİ AKAN
DOKTORA TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. SERAP İNAL

İSTANBUL, 2006



T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HENTBOLDE İSABETLİ KALE ATIŞLARINDA
SUBMAKSİMAL ATIŞ HIZI VE ATIŞ KUVVETİNİN
BİYOMEKANİK ANALİZİ**

Z. İNCİ KARADENİZLİ AKAN
DOKTORA TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. SERAP İNAL

İSTANBUL, 2006

D) TEŞEKKÜR

Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığınca, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında yapılan tezlerden kabul edilen ve desteklenen ilk doktora tezi olan ‘Hentbolde İsabetli Kale Atışlarında Submaksimal Atış Hızı ve Atış Kuvvetinin Biyomekanik Analizi ’ başlıklı çalışmamda, öncelikle bilgisini, sabrını ve desteğini hiç esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Serap İNAL’a , jüri üyelerinden Prof. Dr. Hasan KASAP, Doç. Dr. Bilsen SİRMEN ve Doç. Dr. Aysel PEHLİVAN’a, ne kadar uzak olsa da ilgisini hep hissettiğim Prof. Dr. Sedat MURATLI’ya , analizlerimin yapımında büyük emekleri olan Kocaeli Üniversitesi BESYO öğretim üyelerinden Prof. Dr. Aydın ÖZBEK, Yrd. Doç. Dr. Bergün MERİÇ, Yrd. Doç. Dr. Menşure AYDIN ve araştırma görevlisi Çiğdem BULGAN’a , ölçümlerimde yardımcı olan Marmara Üniversitesi BESYO araştırma görevlilerinden Selda UZUN, Nuri TOPSAKAL’a , Niğde Üniversitesi BESYO öğretim üyelerinden Emin SÜEL, İbrahim ŞAHİN’e , Atatürk Üniversitesi öğretim üyelerinden Erkan ÇALIŞKAN’a , Muğla Üniversitesi BESYO öğretim üyelerinden Özcan SAYGIN’a , Erciyes Üniversitesi BESYO öğretim üyelerinden Yahya POLAT’a , istatistiksel analizlerde yardımcı olan Trakya Üniversitesi BESYO öğretim üyelerinden İbrahim ERDEMİR’e , çalışmayı yaptığımız Kuleli Askeri Lisesi Komutanlarından Albay Adil ÖZGEN, Binbaşı Sertaç TÜLEK’e, denek olarak katılan tüm sporculara ve ayrıca A milli takım oyuncularından Güneş ATABAY, Nuray AYDUĞAN, Çiğdem ÖZCAN, Sıdika GÖKÇE, Asiye ÇELİK, Derya USTAOĞLU’na, ve tabii ki anneme, kardeşime, oğluma ve ismini unutmuş olabileceğim bana destek veren, inanan herkese teşekkürü bir borç bilirim.

II) İÇİNDEKİLER

1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Hentbolün Tarihçesi.....	5
4.2. Hentbol Oyunu ve Oyuncusunun Genel Yapısı.....	7
4.2.1. Hentbol Oyun Kuralları ve Saha Ölçüleri.....	8
4.3. Hentbolde Kale Atışları.....	9
4.4. Dayanma Adımlı Yüksek Temel Kale Atışının Biyomekaniği...18	
4.5. Dayanma Adımlı Yüksek Temel Kale Atışına Etki Eden Biyomekanik Faktörler.....	19
4.5.1. Omuz Kuşağı Kompleksi.....	19
4.5.2. Kinestetik Bilgi.....	23
4.5.3. Bilgi İşleme ve Karar Verme.....	25
4.5.4. Topun Kütlesi	27
4.5.5. Atış Tipleri.....	28
4.5.6. Fiziksel Uygunluk.....	29
4.5.7. Vücudun Rotasyon Eksenleri.....	29
4.5.8. Atış Kuvveti.....	31
4.5.9. Atış Hızı.....	32
4.6. Hentbolde Atış İsabetliliği ve Fitts Yasası.....	33
4.7. Biyomekaniksel Değerlendirme Yöntemleri.....	34
4.7.1. Koordinat Sistemi.....	34
4.7.2. Anatomik Temel Eksenler ve Düzlemler.....	35
4.7.3. Biyomekanik Araştırma ve Ölçüm Yöntemleri.....	36

5. GEREÇ VE YÖNTEM	39
5.1. Genel Fiziksel Değerlendirme	39
5.1.1. Antropometrik Ölçümler	39
5.1.2. Fiziksel Özellik Ölçümleri	40
5.2. Reaksiyon Süresi Ölçümleri	40
5.3. Biyomekaniksel Değerlendirme	41
5.3.1. Deneklerin Hazırlığı	41
5.3.2. Ölçüm Araçlarının Hazırlığı	41
5.3.3. Kale Atışları Uygulaması	44
5.3.4. Hareket Analizi Yöntemi	45
5.3.5. Kinetik Değerlendirme	46
5.3.6. Kinematik Değerlendirme	47
5.4. Verilerin Analizi ve İstatistiksel Değerlendirme	48
6. BULGULAR	49
6.1. Demografik ve Fiziksel Özellik Verileri	49
6.2. Reaksiyon Zamanı Verileri	49
6.3. Top Hızı Verileri	50
6.4. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişindeki Kinematik Veriler	51
6.5. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişindeki Kinetik Veriler	60
6.6. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişindeki Atış Kuvveti İle İlgili Korelasyonlar	62
6.7. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişindeki Atış Hızı İle İlgili Korelasyonlar	68

7. TARTIŞMA	77
7.1. Kinetik ve Kinematik Veriler.....	77
7.2. Radar İle Ölçülen Top Hızı.....	80
7.3. Reaksiyon Zamanı.....	81
7.4. Fiziksel Özellikler.....	82
7.4.1. Kol Uzunluğu.....	82
7.4.2. Kavrama Kuvveti.....	82
7.4.3. Bacak Kuvveti.....	83
8. SONUÇ	84
9. EKLER	87
10. KAYNAKLAR	88
11. ÖZGEÇMİŞ	94

III) KISALTMALAR ve SİMGELER

Min. : Minimum

Max. : Maksimum

X : Ortalama

SS : Standart Sapma

Km/sa : kilometre/saat

m/s : metre/saniye

m/ s² : metre/saniye kare

N : Newton

kp : kilopound

° : derece

°/s : derece/saniye

°/ s² : derece/saniye kare

mls : milisaniye

Xy eksen : horizontal düzlem

Xz eksen : frontal düzlem

Yz eksen : sagital düzlem

Abs. : absolut

Doğr. : doğrusal

IV) ŞEKİL, RESİM ve TABLOLARIN LİSTESİ

i. Şekillerin Listesi

Şekil 1. Hentbol sahası.

Şekil 2. Dayanma adımlı yüksek temel atış.

Şekil 3. Kalça yüksekliğinde temel atış.

Şekil 4. Alçak temel atış.

Şekil 5. Öne düşerek atış.

Şekil 6. Yana düşerek atış.

Şekil 7. Yana bükülü atış.

Şekil 8. Omuz ekleminde kemiksel yapı.

Şekil 9. Omuz ekleminde horizontal abduksiyon.

Şekil 10. Omuz eklemi ve kol segmentindeki kassal yapı.

Şekil 11. Omuz eklemindeki hareketler.

Şekil 12. Duyumsal bilgi.

Şekil 13. Reaksiyon zamanının kısımları.

Şekil 14. Omuz ekleminde rotasyon eksenleri.

Şekil 15. Anatomik eksenler ve düzlemler.

Şekil 16. İsabetli ve isabetsiz kale atışı için radar ile ölçülen top hızı.

Şekil 17. Kol segmentinde xy ekseninde (horizontal d.) kuvvet uygulama evresinin
bitişindeki kinematik değerler.

Şekil 18. Kol segmentinde yz ekseninde (sagital d.) kuvvet uygulama evresinin
bitişindeki kinematik değerler

ii. Resimleri Listesi

- Resim 1.** A Milli sporcularımızdan Nuray Ayduğan.
- Resim 2.** A Milli sporcularımızdan Güneş Atabay.
- Resim 3.** Nuray Ayduğan dayanma adımlı atış sonrası.
- Resim 4.** Nuray Ayduğan sıçrayarak atış yaparken.
- Resim 5.** Güneş Atabay Atabay’ın dayanma adımlı atış anında dirsek eklemının pozisyonu.
- Resim 6.** Güneş Atabay’ın sıçrayarak atış yaparken gövde ve segmentlerinde oluşan rotasyon.
- Resim 7.** A Milli sporcularımızdan Derya Ustaoglu.
- Resim 8.** A milli sporcularımızdan Asiye elik ve iđdem zcan.
- Resim 9.** Basler marka kameralar.
- Resim 10.**  kameranın görüntüleri.
- Resim 11.** Kalibrayon kafesinin ekran üzerindeki görüntüsü.
- Resim 12.** iđdem zcan.
- Resim 13.** SİMİ hareket analizi sistemi.
- Resim 14.** Sıdık Gökçe.
- Resim 15.** Hareketin  eksenindeki görüntüsü.

iii. Tabloların Listesi

Tablo 1. Demografik veriler.

Tablo 2. Genel fiziksel özellik verileri.

Tablo 3. Seçmeli reaksiyon zamanı verileri.

Tablo 4. Radar ile ölçülen maksimal top hızı verileri.

Tablo 5. Kol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagital d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kinematik değerler.

Tablo 6. Kol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagital d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kinematik değerler.

Tablo 7. Önkol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagital d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kinematik değerler.

Tablo 8. Önkol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagital d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kinematik değerler.

Tablo 9. Xy ekseninde kuvvet uygulama evresinin başlangıcında omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyon kinematik değerleri.

Tablo 10. Xy ekseninde kuvvet uygulama evresinin bitişinde omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyon kinematik değerleri.

Tablo 11. Kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki dirsek ve omuz absolut kinematik değerleri.

Tablo 12. Kuvvet uygulama evresinin bitişindeki dirsek ve omuz absolut kinematik değerleri.

Tablo 13. Kuvvet uyg. evresinin başlangıcında kol ve önkol segmentinin kinetik değerleri.

Tablo 14. Kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kol ve önkol segmentinin kinetik değerleri.

Tablo 15. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kol ve önkol segmentinin atış kuvveti ile ilgili korelasyonlar.

Tablo 16. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kol ve önkol segmentinin atış kuvveti ile ilgili korelasyonlar.

Tablo 17. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kol ve önkol segmentinin atış hızı ile ilgili korelasyonlar.

Tablo 18. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde kol ve önkol segmentinin atış hızı ile ilgili korelasyonlar.

Tablo 19. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki absolut dirsek doğrusal hızı ve ivmesi ile ilgili korelasyonlar.

Tablo 20. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin bitişindeki absolut dirsek eklemi doğrusal hızı ve ivmesi ile ilgili korelasyonlar.

Tablo 21. Absolut dirsek ve omuz doğrusal hızının top hızlarına oranı.

1. ÖZET

Hentbolde İsabetli Kale Atışlarında Submaksimal Atış Hızı ve Atış Kuvvetinin Biyomekanik Analizi

Bu çalışma, elit bayan hentbolcu sporcularının isabetli ve isabetsiz kale atışlarının kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ile bitişindeki, üst ekstremite segmentleri ve eklemlerindeki kinetik-kinematik veriler arasındaki ilişkiyi incelemek ayrıca sporcuların fiziksel özellikleri ile reaksiyon zamanlarının atış isabetliliğine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Çalışmamızda, A ve genç milli takımda 57 ± 33.99 kez yer alan, on iki (12) hentbolcunun ($22,92 \pm 2.43$ yıl) fiziksel özellikleri ile reaksiyon zamanları ölçüldü. Hareket analizi için birinci aşamada isabet olmaksızın boş kaleye, ikinci aşamada isabetli olacak şekilde hedeflere dayanma adımlı yüksek temel atış tekniği ile yapmaları istendi. Görüntüleme, Basler marka üç kamera (100Hz) ile yapılarak veriler, AVİ formatında, SIMI Hareket Analizi 6.2 Programına aktarıldı. Topun elden çıktıktan sonraki hızı Sports Radar Gun ile tespit edildi. İstatistiksel analizlerde, SPSS Ver. 13.0 programı kullanıldı.

Hentbolde dayanma adımı ile yapılan yüksek temel kale atışında, horizontal (xy) ve sagittal (yz) düzlemlerde kol hızı, submaksimal değerdedir (horizontal düzlemde: % 66 , sagittal düzlemde: % 55) ($p < 0.01$). Radar ile ölçülen isabetli kaleye atılan top hızı (65.92 ± 11.11 km/sa) da, submaksimal (93.83%) değerdedir. Önkol segmentinin açısal hızı, dirsek eklemi absolut doğrusal hızını ve dolayısıyla top hızını artırıcı etki yapmaktadır ($p < 0,01$.) Absolut dirsek doğrusal hızı, top hızı üzerinde omuz eklemine göre daha etkindir ($p < 0,01$). Horizontal düzlemde (xy) kol segmenti açısal hızı, reaksiyon zamanı ile negatif ($r = -0,75$, $p < 0,00$), kavrama kuvveti ile pozitif ($r = 0,58$, $p < 0,05$) ilişkidir. Bacak kuvveti, sagittal düzlemde (yz) önkol segmenti açısal hızı ile pozitif ($r = 0,58$, $p < 0,05$), kol uzunluğu, frontal düzlemde (xz) önkol kuvveti ile negatif ($r = -0.71$, $p < 0,01$) ilişkidir. Sonuç olarak, hentbolde isabetli ve submaksimal hızda dayanma adımı ile yüksek temel atış yapabilmek için, hareket sırasında omuz ekleminde atış hızının yavaşlatılması, bacak ve kavrama kuvvetinin çabuk kuvvet tarzında geliştirilmesi, gövdede aşırı rotasyondan kaçınılması, reaksiyon zamanının kısaltılması yönünde uygulamalara antrenmanlarda yer verilmesinde yarar vardır.

Anahtar Kelimeler : Hentbol, Biyomekanik, Atış Hızı-Kuvveti.

2. SUMMARY

Biomechanical Analysis of The Submaximal Velocity and Force of the Accuracy on the Spot Throw in Handball

This study aims to investigate the associations between the kinetic (force, moment force) and kinematical (angular and linear velocity, acceleration, angle) features of the arm (shoulder joint), forearm and trunk segments (elbow joint) for the accuracy at the beginning and the end of the on the spot throw of elite handballers, as well as, to understand the effects of their physical parameters and their reaction time on the accuracy of the throw.

Twelve (12) elite female handballers ($22,92 \pm 2.43$ yrs) who played 57 ± 33.99 times at the national A or junior team were evaluated on anthropometric, physical features, and their reaction time. They were asked to realize on the spot throw in the first step to the goal without target, then in the second step with the target for the motion analyse. The imaging was captured through Basler camera (100Hz), SIMI Motion Analyse System 6.2 were used for the motion analyse. The ball speed after it leaves the hand were measured by Sports Radar Gun. SPSS Ver. 13.0 program was used for Statistical analysis.

According to the results of the study, arm velocity is in submaximal level in horizontal plane at 66% and in sagital plane at 55% at end of the sport throw ($p < 0.01$). The submaximal ball speed (93.83%) in acquired throw was 65.92 ± 11.11 km/h. The absolute linear elbow velocity is more effective then shoulder ($p < 0.01$). Arm segment angular velocity was inversely related with reaction time ($r = -0.75$, $p < 0.00$), and positively related with hand grip ($r = 0.58$, $p < 0.05$) in horizontal plane (xy). Angular velocity of forearm segment is related with leg strength in sagital plane (yz) ($r = 0.58$, $p < 0.05$). Upper extremity length is negatively related with the forearm strength in the frontal plane ($r = -0.71$, $p < 0.01$). In conclusion, for the accuracy of overhead on the spot throw in handball, shoulder velocity might be slowed down during the throw; anaerobic strength of hand grip and leg of the handballers might be increased. The training could also be focused on controlling the excessive trunk rotation and decreasing the reaction time.

Keywords : Handball, Biomechanics, Throwing Velocity-Force.

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Hentbolde, kondisyonel, fiziksel özellikler ve koordinatif beceriler ile birlikte, teknik beceriler de çok önemlidir (66). Bilimsel hareket analizleri, sistematik ölçme ve gözlem olmaksızın sportif tekniğin kuralları ve özellikleri hakkında bilgi edinmek olanaksızdır (65). Biyomekaniksel çalışmalar, yüksek kol atışlarındaki başarının, atış yaparken sporcunun vücudunun, boşlukta aldığı pozisyon ve eklemlerinin açısal değerleri ile yakından ilgili olduğunu göstermektedir. Elit bir hentbolcu, teknik becerilerden özellikle pas atma veya kale atışı yapma gibi maniplatif becerileri bir uyum içinde kullanabilmelidir (45,58,66).

Hentbolde kale atışı teknikleri, öncelikle ayrı bir beceri olarak ele alınmaktadır. Wit ve Eliaz (1990) , gövdenin rotasyonu, distal segmentlerin (kol, önkol, el bileği) rotasyonu arasındaki ilişki ve atış hızının, kale atışı tekniğinin oluşmasında en önemli etkenlerden birisi olduğunu belirtmektedir (100). Yüksek kol atışlarında ve özellikle hentbolde, başarılı bir atış için atış hızı ve isabetliliğin önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir (36,54,55,94,95,100). Lidor ve arkadaşları (1998) , elit hentbol oyuncularının, topu, farklı branşlardaki sporculara göre daha hızlı ve isabetli attıklarını belirtmektedir (56). Joris ve arkadaşları (1985) , hentbolde kale atışında, maksimum atış hızının % 73 'lük bölümünün, atışın son 50 mls de meydana geldiğini, ayrıca topun optimum enerji ile hareketi için maksimum segment (kalça, dirsek, el bileği) hızının öncelikle önemli olduğunu belirtmektedir (51).

Üç adım alarak dayanma adımı ile yapılan yüksek temel kale atışındaki top hızının, diğer atış tiplerine göre en yüksek olduğu belirtilmektedir (5,50). Fakat her zaman en sert ve en hızlı atışın en başarılı atış olamayacağı da ifade edilmektedir (16,93). Bu nedenle hız ve isabetlilik arasındaki dengeyi kurabilmek, müsabaka esnasındaki performans açısından önemli olmaktadır (16,78). Fitts Yasasına göre segmentlerin hareket hızı arttıkça isabet oranı düşeceğinden, isabet alanı daraldıkça görev güçleşeceğinden (57,62,75,79) , kale atışlarındaki hedefe isabetlilik, segmentlerin açığa çıkardığı kuvvet ve hızdan doğrudan etkilenmektedir. Ortaya çıkan kuvvet, insan vücudunun segmentlerinin rotasyonel özellikte olması nedeniyle açısal, yörüngesel hız-ivme ve sonuç kuvvet üzerinde belirleyici olmaktadır (48,66,78).

Atış hareketi, her ne kadar ayağın yer ile temasında başlayıp topun elden çıkmasına kadar devam eden geniş bir kinetik zincir oluştursa da, hareketi yönlendiren meydana gelen kuvveti topa aktaran, üst ekstremitedir. Bu nedenle kolun boşlukta aldığı pozisyonu belirleyen omuz, dirsek, el bileği eklemleri, kol, önkol ve el segmentlerinde açığa çıkan kinetik ve kinematik veriler, atışta isabetliliği sağlayan önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (40,45,58,66). Bir başka ifade ile golün oluşması için hedefe yapılan atışın kinetik ve kinematik özellikleri önem kazanmaktadır. Zira, kale atışı anında segmentlere ait atış kuvveti ve hızının miktarı, golün oluşması için gerekli seviyeye ulaştırılamadığı zaman, kaleci kolaylıkla topu bloke edebilecektir. Bu durumda, yapılan atış amacına ulaşamayacak, yani gol gerçekleşemeyecektir. Bu, şüphesiz müsabaka şartlarında hücum yapan taraf için istenmeyen bir sonuçtur. Bunun yanı sıra hareket hızının artması, isabetliliği olumsuz yönde etkileyeceğinden (57,62,75,79) açığa çıkacak olan kinetik ve kinematik verilerin, maksimalin altında bir değerde olması da isabetlilik açısından avantaj sağlayacaktır (48,66,78). Bu fikirden hareketle kurulan hipotez, atış anında atış kolunda ortaya çıkan kinetik ve kinematik verilerin submaksimal düzeyde olmasının gerektiği yönündedir. Bu hipotez doğrultusunda ;

1. **Kuvvet uygulama evresinin başlangıç ve bitiş karesinde,** isabetsiz ve isabetli kaleye yapılan atışlardaki ,
 - Kol ve önkol segmentlerinin; xy (horizontal düzlemde), yz (sagital düzlemde), xz (frontal düzlemde) eksenlerindeki açı, açısal hız ve atış kuvvetleri,
 - Omuz eklemleri ve pelvisin; xy eksenindeki rotasyon açıları, açısal hızları,
 - Omuz ve dirsek eklemlerinin; xyz eksenindeki doğrusal yer değiştirme, doğrusal hızlarını *kendi aralarında karşılaştırmak ve temel farkları belirlemek.*
2. **Kuvvet uygulama evresinin başlangıç ve bitiş karesinde,** isabetsiz ve isabetli kaleye yapılan atışlardaki, kol ve önkol segmentlerinin atış kuvveti ve hızı ile yukarıda adı geçen parametreler, sporcuların fiziksel özellikleri ve reaksiyon süreleri arasındaki *ilişkileri araştırmak,*
3. Submaksimal olarak kabul edilen isabetli kale atışlarındaki top hızının maksimal hız olarak kabul edilen isabetsiz kale atışlarındaki top hızından ne kadar az olduğunun yüzde değeri cinsinden incelenmesi bu tezin amaçlarını oluşturmuştur.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Hentbolün Tarihçesi

Arkeolojik araştırmalarda bulunan belgeler, hentbolün milattan önceleri de bilindiğini, oynandığını ve dünyanın en eski sporlarından biri olduğunu göstermektedir. Homeros'un ünlü kitabı "ODYSSEY" de topla oynanan bu spordan bahsedilmektedir. Pire'de bulunan ve M.Ö. 6. yy'a tarihlenen bir kabartmada; topu atma, yuvarlama, tutma, duvara vurma gibi bazı alıştırmalar canlandırılmıştır. İÖ 600 yıllarına ait rölyeflerde bu sporun Atina 'da oynandığına dair işaretler bulunmaktadır. Yine Antik Çağ'ın ünlü düşünürlerinden Platon, "PHAEDON" adlı yapıtında 12 değişik renge boyanmış parçalı toplardan söz etmiştir. İÖ 130-200 tarihleri arasında yaşamış Romalı doktor Claudius Galenus kitaplarında Roma'da "Harpston" adını verdiği Hentbole benzer bir oyundan bahsetmektedir. Kapalı salon yada Olimpik Hentbolun günümüze yakın kuralları 1897 yılında Danimarka'da belirlenmiştir. 1915-1917 yılları arasında Berlin'li bir Spor okulu müdürü olan Max Heiser ve E. König isimli iki Alman spor adamı bu oyunun gerçek yapısını düşünen ve kuran kişi olmuştur. 1935'te İsveç-Danimarka arasında ilk uluslararası salon hentbolü karşılaşması yapılmıştır. İlk dünya şampiyonası ise, 1938'de Berlin'de düzenlenmiştir. 1972 Münih Olimpiyat Oyunlarından itibaren erkekler, 1976 Montreal Olimpiyat Oyunlarından itibaren de bayanlar olimpiyatlarda düzenli olarak yer almışlardır. 1972 Münih'de Erkeklerde ilk olimpiyat şampiyonu Yugoslavya, 1976 Montreal'de Bayanlarda ilk şampiyon SSCB olmuştur. Dünyadaki hentbol oyunlarını organize etmek amacıyla Danimarka, İsveç, Finlandiya, Norveç, Hollanda, Polonya ve Fransa'nın katılımlarıyla 1946'da Uluslararası Hentbol Federasyonu, Kopenhag'da kurulmuştur. Günümüzde merkezi İsviçre Basel'de olan Uluslararası Hentbol Federasyonunun (IHF) 100'ün üzerinde ulusal federasyonu ve dört milyon oyuncu üyesi bulunmaktadır (www.ajansspor.com, www.hentbol.net). Doksansekiz ülke uluslararası federasyonları tarafından bildirildiği üzere bu oyuncuların bir milyondan fazlasını bayan sporcular oluşturmaktadır. Yirmialtı Almanya'da olan yüzonbeş yabancı erkek sporcu, toplamda yaklaşık üçyüzelli erkek ve bayan sporcu kendi ülkeleri dışında profesyonel olarak hentbol oynamaktadırlar (www.eurohandball.com). Son yıllarda ülkemizde de erkek ve bayanlarda yurt dışında oynayan sporcu sayısı artmaktadır.

Hentbolün Türkiye'deki Tarihçesi

Türkiye'de hentbol ilk kez 1927-1938 yılları arasında açık alan hentbolu olarak başlamıştır. Öncülüğünü Almanya'da öğrenim yapan ve beden eğitimi öğretmeni kökenli Hüsametdin Güreli, Zeki Gökışık, Nafi Tağman askeri okullarda yapmıştır. Ülkemizdeki salon hentbolu ile ilgili ilk ciddi çalışmalar 1974-1975 yıllarına dayanır. Bu tarihlerde Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yurt dışına eğitime gönderilen bir grup beden eğitimi öğretmeni (Prof. Sedat Muratlı, Prof. Yaşar Sevim vd.) , eğitim gördükleri Federal Almanya'dan dönerek görev yaptıkları Beden Eğitimi Bölümlerinde modern salon hentbolunun temellerini atmaya çalışmışlardır. Bir süre sonra o dönemin Gençlik ve Spor Bakanı Ali Şevki Erek ve Beden Terbiyesi Genel Müdürü Talat Akgül'ün gayretleriyle 4 Şubat 1976 yılında 22. federasyon olarak Hentbol Federasyonu kurulmuştur. Federasyon başkanlığına Almanya Köln Spor Akademisi mezunu Yaşar Sevim getirilmiştir (82, www.ajansspor.com, www.hentbol.net).

Türk Milli Takımı ilk resmi maçını Mısır'a karşı 1979 yılında Akdeniz Oyunları sırasında oynamıştır. İlk milli maç galibiyetimiz 1980 yılında Romanya'daki Balkan Şampiyonası'ndan 32-19'luk skorla Yunanistan'a karşı alınmıştır. 1981 yılında Genç Milli Hentbol Takımımızın Balkan Üçüncülüğü bu alandaki ilk başarımız olmuştur. Her kategorideki Türkiye şampiyonları 1978 yılında, Deplasmanlı Türkiye Hentbol Ligi ise 1982 yılında başlamıştır. 1993 yılı Haziran ayında ilk kez yapılan Yıldız Erkekler ve Bayanlar Balkan Şampiyonasında hentbolcularımız erkeklerde 2., bayanlarda 3.'lük elde etmiştir. Aynı yılın Kasım ayında düzenlenen Balkan Şampiyonasında Hentbol Büyük Erkekler Milli Takımı hentbol tarihimizde ilk kez Balkan şampiyonu olmuştur. 1994 yılında yapılan Yıldız Bayanlar Balkan Şampiyonasında takımımız birinciliğe ulaşmış, Eskişehir'de düzenlenen Gençler Balkan Şampiyonasında ise hentbolcularımız erkek ve bayanlarda üçüncü sırayı almışlardır. Ocak 1995 İzmir'de düzenlenen Dünya Üniversitelerarası Hentbol Şampiyonasında hentbolcularımız dünya ikincisi olmuş, aynı yıl Eskişehir'de yapılan Balkan Büyükler Hentbol Şampiyonasında milli takımımız Balkan Şampiyonluğuna ulaşmıştır. Şubat 1996'da Hentbol Federasyonu'nun kuruluşunun 20. yılı nedeniyle düzenlenen Uluslararası Ankara Turnuvası'nda Türkiye şampiyon olmuştur (89, www.ajansspor.com, www.hentbol.net).

4.2. Hentbol Oyunu ve Oyuncusunun Genel Yapısı

Hentbol, aerobik ve anaerobik yüklenmelerin dönüşümlü kullanıldığı, sürat, kuvvet, dayanıklılık gibi kondisyonel özelliklerin ve esneklik, koordinasyon, denge gibi koordinatif becerilerin uyumlu bir şekilde etki ettiği bir spor dalıdır. Bu özelliklerin yanı sıra fiziksel özellikler ve teknik-taktik de oyundaki performansı belirleyen önemli faktörlerdir (44,74,90). 1997 yılından itibaren ülkemizde uygulanmaya başlayan değişen oyun kuralları ile hentbol, geçmişe nazaran daha hızlı oynanan bir oyuna dönüşmüştür. Çoğunlukla kısa süreli, şiddetli hareketler, değişik yönlerde yapılan koşular sırasında yavaşlama, duraklama ve kısa sürede hücum organizasyonları yaparak savunmaya dönme şeklinde oyun devam etmektedir.

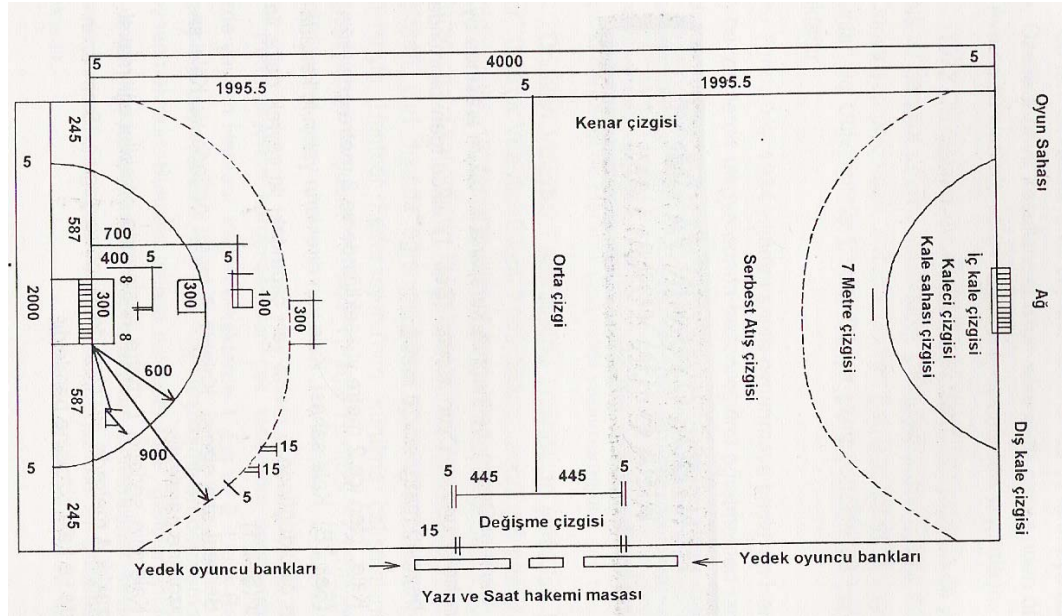
Elit bir hentbol oyuncusundan beklenen hareketlerde ; süratin önemli bir yer tuttuğu, bunun % 25 civarında olduğu ve bunu diğer motorik özelliklerden olan % 20 ile özel sıçrama ve atış kuvvetinin takip ettiği, esneklik, dayanıklılık, koordinasyonun her birinin % 15 ve genel kuvvetin de % 10 oranında etkin olduğunun kabul edildiği belirtilmektedir (15,44,91). Pers ve arkadaşları (2002) , bir hentbol maçında ortalama 4800 m. yol katedildiğini ve bunun da % 7 sprintler, % 25 oyun içindeki hızlı koşular, % 31 yavaş koşular ve % 37 durma ve yürüme şeklinde geçtiğini ifade etmektedir (71). Oyundaki ani hızlanmalar, yön değiştirmeler, sıçramalar ve etkili kale atışları için sporcuların yüksek seviyede anaerobik güç ve kapasiteye ihtiyaçları vardır (33,90,74, www.eurohandball.com). Bu hareketlerin maç boyunca devamlı yapılabilmesi ve sporcunun daha hızlı ve iyi dinlenebilmesi, fizyolojik olarak aerobik kapasiteye bağlıdır (26,33,74,www.coachesinfo.com). Delamarche ve arkadaşları (1987) , hentbolcuların mükemmel bir aerobik güç ve kapasiteye ihtiyaçları olduğunu belirtmektedir (31). Buradan da anlaşılabacağı üzere hentbolde, özel dayanıklılık interval nitelikli olup, enerji tüketimi de aerob-anaerob karakterdedir (44). Büyük kas gruplarının katıldığı şiddeti giderek artan bir egzersizde, aerobik enerji yolundan ATP sentezlemek için bireyin kullanabildiği en yüksek oksijen miktarı olan maksimum oksijen tüketim kapasitesinin (maxVO_2), hentbolde yapılan araştırmalar sonucunda elit düzeyde erkeklerde 55-60ml/kg/dk, bayanlarda 48-55ml/kg/dk civarında olduğu belirtilmiştir (33,90,91). Fiziksel açıdan bakıldığında ise bir hentbol oyuncusunun, atletik tipte bir vücut yapısına sahip,

tecrübeli, oyun kurallarını iyi bilen, müsabakada en az hata sayısı ile oynayabilen, motorik özelliklerinin yanı sıra teknik-taktik bilgi ve becerisi gelişmiş olan ve yaratıcı zekaya sahip, işbirliği yapma isteği olan bir kişi olması gerekmektedir. Özellikle teknik-taktik becerilerin geliştirilerek üst düzeye çıkarılması; dayanma adımlı, sıçrayarak, düşerek, dönerek, bükülü kale atışlarında ve vücut aldatmaları gibi hareketlerin uygulanmasında oldukça etkili olmaktadır (33,91).

4.2.1. Hentbol Oyun Kuralları ve Saha Ölçüleri

Hentbol, altısı sahada, biri kalede olmak üzere yedişer oyuncu ile oyun sahası 40x20m ebatlarında olan kapalı salonda iki takım halinde oynanan bir sportif oyundur. Hentbol maçı büyük bayanlar ve erkeklerde otuz dakikalık iki devre halinde oynanır. Arada on dakika süren bir mola verilir. İkinci devrede takımlar sahalarını değiştirir. Hentbol oyun sahası, bir çizgi ile ortadan ikiye ayrılmıştır. Kaleden 6 metre uzaklıkta çeyrek yarım daire şeklinde çizilen çizgiyle kale sahası belirlenmiştir. Bu alan sadece kaleciye aittir. Yapılan atışların geçerli olması için bu alanın dışından, ayak çizgiye basmadan atış yapılmalıdır. Serbest atışlar için kale çizgisinden 9 m uzaklıkta 15'er cm'lik aralıklı çizgilerden oluşmuş serbest atış çizgisi bulunur. Ceza atışlarının yapıldığı yer kaleden 7 m uzaklıktadır. 1 m uzunluğunda bir çizgi ile belirlenmiştir.

Bir takım en fazla ondört oyuncu ile sahaya çıkabilmektedir. Maç esnasında her takımda kaleci dahil yedi oyuncu bulunmaktadır. Kenardaki değişme bankında toplam yedi adet oyuncu yedek olarak beklemektedir. Bu oyuncular hakeme haber vermeden, oyun sahasındaki oyuncu değişme koridorundan serbestçe oyun sahasına girip çıkabilirler. Ancak bu değişme için önce oyun sahası içerisindeki oyuncunun dışarıya çıkması gerekmektedir. Oyuncular, forma ve şort giyerek sahada yer alırlar. Forma numaraları 1'den 100'e kadar olabilmektedir. Maç esnasında kalecilerin forma renkleri, kendi takım arkadaşları, rakip takım oyuncuları ve hakem tşörtünden farklı renkte olmak zorundadır. Hentbol maçları, iki saha ve iki masa hakemi tarafından yönetilir. Saha hakemleri maç esnasında yerlerini değiştirerek oyun ve kale sahası hakemi olarak eşit koşullarda görev yaparlar (82,89, www.ajansspor.com, www.hentbol.net).



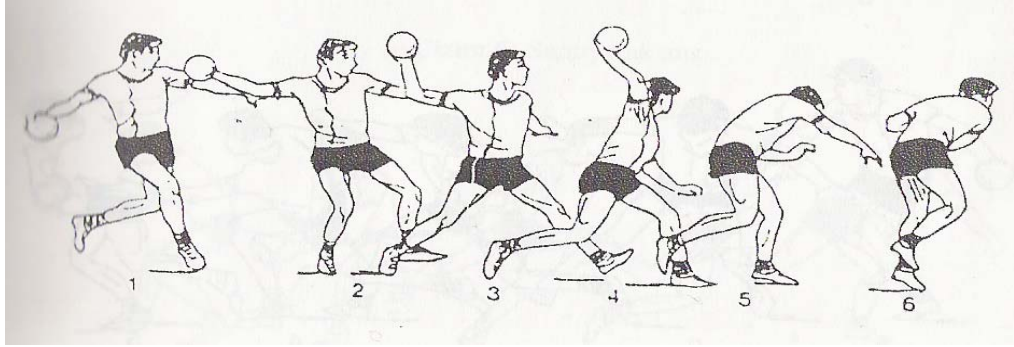
4.3. Hentbolde Kale Atışları

“Temel Atış” hentbol oyununda tüm atış çeşitlerinin temelini oluşturur. Bu atış durarak veya koşu içerisinde kısa ve uzun mesafelerden kale atışı olarak uygulanır. Temel atışı üçe ayrılır. a) Yüksek temel atış b) Kalça yüksekliğinde temel atış c) Alçak temel atış (82). Bu atışlara ek olarak sıçrayarak atış, düşerek atış, yana bükülü atış ve arkadan atış şeklinde atış çeşitleri de vardır.

Yüksek Temel Atış

Sporcu, kaleye doğru gidiş yolu savunma tarafından kapatılmış ise durarak veya en fazla 3 adım olacak şekilde koşu sonrası bu atış tipini kullanabilir. Koşu esnasında uygulanan temel atış, dayanma adımı ve koordinasyon gerektirmektedir. Dayanma adımı ile uygulanan temel atış oldukça kuvvetli olmaktadır (82). Top hızının en fazla olduğu atış tipinin üç adımlı dayanma atışı olduğu yapılan araştırmalar ile tespit edilmiştir (5,36,50,99).

Dayanma adımlı yüksek temel kale atışının hareket akışı, sağ elini kullanan bir oyuncu için şu şekildedir.



Şekil 2. Dayanma Adımlı Yüksek Temel Atış (82).

Hız Alma Evresi ; Top tutulduktan sonra her iki elle geriye doğru aktarılır. Küresel kavrama şeklinde sağ el ile top tutulurken ağırlık, sağ ayağa aktarılır. Dominant el bileği, dirsek ekleminden, dirsek eklemi de omuz ekleminden daha aşağıda; omuz abduksiyon, ekstansiyon ve internal rotasyonda, dirsek ekstansiyondadır. Sol kol, sagittal düzlemde fakat dengeyi sağlamak için gövde önünde, omuz sağ omuza göre daha aşağıda fleksiyonda, dirsek eklemi ekstansiyonda, bilek ve parmaklar serbest bir şekilde yer almaktadır.

Sağ kalça, fleksiyon, abduksiyon, internal rotasyonda öne doğru adım alırken, sol kalça ekstansiyon ve eksternal rotasyonda uçuş fazındadır ve öne doğru hareketi başlatmaya hazırlanmaktadır. Bu anda sol bacak dayanma adımı için gerekli olan patlayıcı gücü çıkartmak üzere potansiyel enerjiyi depolamaktadır. Pelvis de omuzlar gibi sagittal düzleme uyumlu olarak oblik bir şekilde yerleşmiştir (Pozisyon 1). Sağ omuzda abduksiyon hafifçe artarak 90° ye ulaşırken eksternal rotasyon başlamaktadır. Bu durumda el ve el bileği eklemi dirsek ekleminden yukarıda, sağ omuz eklemi ile yaklaşık aynı hizadadır. Destek ayağı olan sol ayak ile öne doğru adım alınırken ağırlık hala sağ ayak üzerindedir. Gövde ekstansiyona doğru yönelirken atış anında patlayıcı gücü oluşturacak olan abdominal kaslar gerilmeye, bir başka deyişle eksentrik olarak kasılmaya başlarlar (Pozisyon 2).



1 a

1 b

Resim 1. A Milli sporcularımızdan Nuray Ayduğan dayanma adımlı atış öncesi.

Kuvvet Uygulama Evresi : Sağ el bileği eklemi baş hizasına yükselmiş, sağ dirsek ve sağ omuz eklemi aynı hizayı almıştır. Sağ omuz, 90° abduksiyon, ekstansiyon ve eksternal rotasyonda iken, skapular adduksiyon ile retraksiyona çekilmiştir. Dirsek eklemi 90° ye yakın fleksiyon ve tam supinasyon yapmıştır. Sol omuz ise sağa göre daha önde ve sağın çıkaracağı kuvveti arttırıcı yönde olacak şekilde sağın simetriğindedir. Omuz eksenini sagittal düzlemde frontale kayacak şekilde rotasyona uğrarken, atış anında gövde önünde patlayıcı güçten sorumlu olan pektoral kaslar, omuzların retrakte pozisyonundan dolayı eksentrik olarak kasılmaktadırlar. Sol dirsek eklemi ise ekstansiyonda, el ve el bileği serbesttir. Sol bacak ekstansiyonda öne doğru büyük bir adım almış, topuk yer ile temas halindedir. Sağ ayak plantar fleksiyonu ve diz eklemi ekstansiyonu ile bacağı itici güç sağlanmaktadır. Gövdede fleksör kasların gerilmesi ve eksentrik kontraksiyonları ile potansiyel enerji oluşmuş durumdadır (Pozisyon 3). Sağ omuzda sagittal düzlemde ani başlayan fleksiyon hareketi anında, sağ el bileği eklemi baş hizasının üstünde, dirsek eklemi omuz hizasının biraz yukarısında yaklaşık 80-100 derecelik bir açıda bulunmaktadır (65,66).



Resim 2. A Milli sporcularımızdan Güneş Atabay dayanma adımlı atış öncesi.

Sol el bileği, frontal düzlemde omuz adduksiyon ve fleksiyon ile gövdeye yaklaşmış durumdadır. Destek ayağı (sol) yerle tam temasta, kalça ve diz eklemi fleksiyondadır. Vücut ağırlığı bu pozisyonda artık sol bacak üzerine aktarılmıştır. Sağ ayak uçuş fazına girmiş, yerle teması kesilmiştir. Kalça ve diz eklemindeki fleksiyon ile bacak, hızla sagittal planda öne doğru kaymaya başlamıştır. Bu anda gövdede biriken potansiyel enerji, kalça eklemi ve gövdedeki rotasyon ile kinetik enerjiye dönüşmüştür (Pozisyon 4).

Takip-Toparlanma Evresi ; Sağ omuz ekleminde başlayan ani fleksiyon ve içe rotasyon hareketi devam ederken, dirsek eklemindeki ekstansiyon ve el bileği eklemindeki pronasyon ile top elden çıkarken, parmaklara sumasyon yoluyla ulaşan kinetik enerji topa ulaşan kuvvet ve hızı arttırmaktadır (40,48,84). Bu etki ile top eli terk etmektedir. Parmakların ve el bileğinin hareketi, topun yönünü belirleyeceğinden, sporcuda ince beceri özelliğinin gelişmiş olması çok önemlidir (57,78). Topun elden çıkmasından sonra sağ el bileği eklemi, dirsek ekleminde, dirsek eklemi de omuz ekleminde daha aşağıda yer almakta ve dirsek eklemindeki ekstansiyon hareketi ile kol, sagittal düzlemde öne doğru

hareketine devam etmektedir. Sol kol gövdedeki rotasyona uyum sağlayarak sagittal düzlemde geriye doğru hareket halindedir. Destek ayağı, yeri kuvvetli bir şekilde iterek kinetik halka için gövdeye taşınacak olan yer reaksiyon kuvvetini arttırmaktadır. Sağ bacakta, diz eklem fleksiyonu artarak sagittal planda öne doğru hızlanma devam ederken, ani gövde rotasyonu ve fleksiyonu ile kinetik zincir sonucu kuvvet yayılımı güçlendirilmektedir (40,48,53,84) (Pozisyon 5).



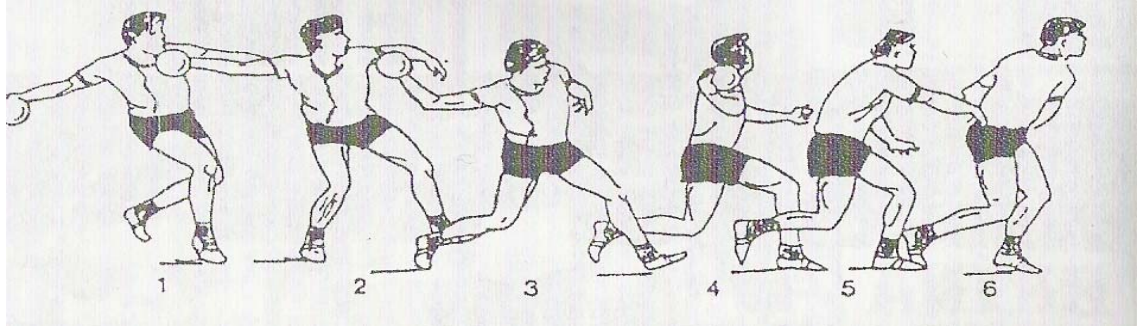
Resim 3. Nuray Ayduğan dayanma adımlı atış sonrası.

Atıştan sonra sağ kol sagittal düzlemdeki hareketini horizontal adduksiyon ve iç rotasyon ile devam ettirmekte, el bileği, dirsek eklemi ile yaklaşık aynı hizada her iki eklem de omuz ekleminden daha aşağıda ve gövdeye yakın durumda yer almaktadır. Sol kol, sağ kol ile zıt yönlü olacak ve gövdedeki rotasyona bağlı olarak dengeyi sağlayacak şekilde sagittal planda, geriye doğru ekstansiyon hareketine devam etmektedir. Destek ayağında plantar fleksiyon, diz ve kalçada ekstansiyon görülmektedir. Sağ bacak, sol bacak hizasında daha önde, diz ve kalça eklemlerinde fleksiyon ve internal rotasyon artmış durumdadır. Gövde de, atış sonrası kalça eklemindeki rotasyonuna uyumlu olarak sola doğru dönüşe devam ederek fleksiyonunu arttırmaktadır. Baş ise ekstansiyonda, orta hatta, gözler kaleye atılan topu takip etmektedir (Pozisyon 6).

Kalça Yüksekliğinde Temel Atış

Kaleye atış yapan oyuncunun durduğu yer ve karşısındaki savunma oyuncusunun pozisyonu, atışın uygulanış şeklini değiştirmeyi gerektiriyorsa bu atış şekli uygulanır.

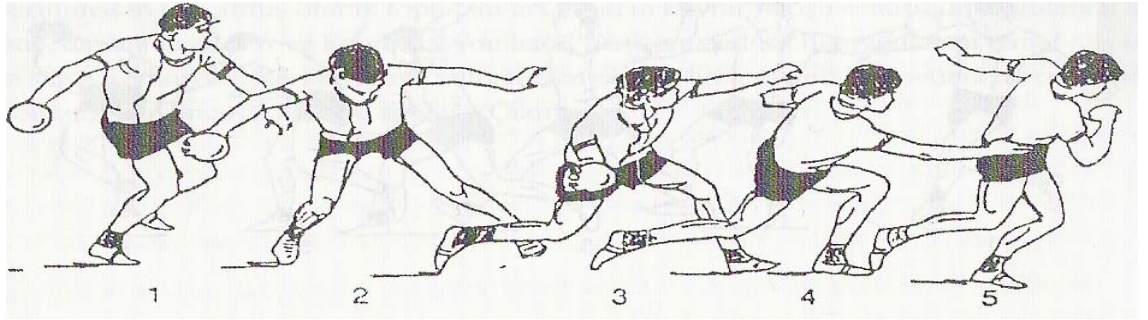
Teknik analiz olarak yüksek temel atış tekniği ile aynıdır. Fakat dirsek ve elin durumu kalça yüksekliğinde tam fleksiyon şeklindedir. Önkol yere paralel durumdadır (82).



Şekil 3. Kalça Yüksekliğinde Temel Atış (82).

Alçak Temel Atış

Teknik analiz olarak kalça yüksekliğindeki temel atış gibi uygulanır. Fakat gövde atış kolu tarafına doğru lateral fleksiyonda ve önkol yere daha yakındır (82).



Şekil 4. Alçak Temel Atış (82).

Sıçrayarak Atış

Hentbol oyununda en sık kullanılan kale atışıdır. Çeşitli oyun pozisyonlarında ve çeşitli şekillerde uygulanır. Bunlar dönüş sonrası, kale sahası üzerinde ve kanat pozisyonundan sıçrayarak atış olarak adlandırılır. Teknik analiz olarak sağ elini kullanan bir oyuncu, atış yönüne doğru üçlü ritm içinde(sol-sağ-sol) koşarak sol ayak ile sıçramaktadır. Bu anda vücudun ağırlık merkezi sıçrama ayağının üzerindedir. Gövdenin üst kısmı öne doğru fleksiyonda, atış koluna aksi yönde lateral fleksiyondadır. Atışı uygulayan kolun omuzu hafif geriye dönmüş şekilde ekstansiyon, abduksiyon, eksternal rotasyon ve retraksiyondadır. Kuvvetli sıçrama sonrası gövdenin üst kısmı ekstansiyona, önceden fleksiyon, adduksiyon ve internal rotasyondaki kalça ve fleksiyondaki diz eklemi ile yukarıya çekilmiş olan sol bacak, dengeyi ve sabitliği korumak için laterale doğru açılarak abduksiyona gitmektedir. Temel atışta olduğu gibi kolun ve omuzun geriye doğru alınmasıyla atış için gerekli olan yay gerilimi (eksentrik kontraksiyon) ortaya çıkarılır (48,53,65). Sıçramanın en yüksek noktasında kuvvetli bir savurma hareketi ile top hedefe gönderilir ve oyuncu sıçrama ayağının üzerine düşerek oyuna devam eder (82).



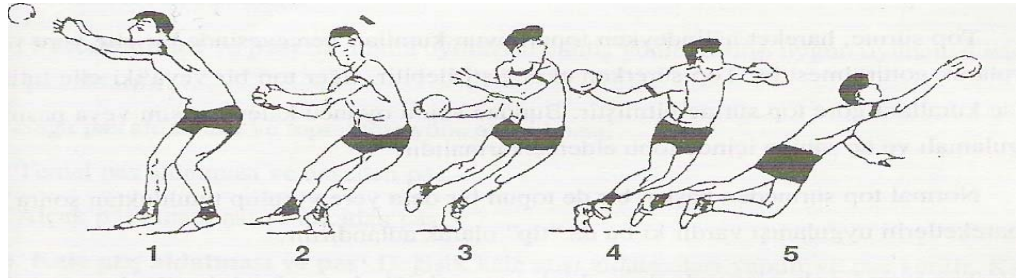
4 a

4 b

Resim 4. Nuray Ayduğan sıçrayarak atış yaparken (82).

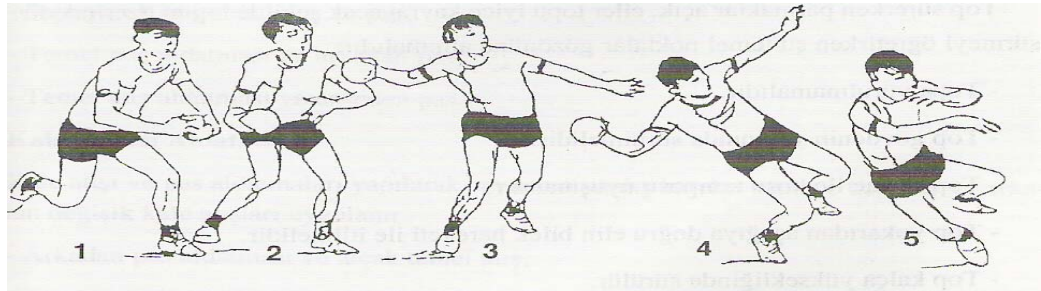
Düşerek Atış

Öne ve yana düşerek uygulanır. Öne düşerek atış genellikle pivot pozisyonunda pas sonrası dönüp düşerek atış şeklinde uygulanır. Öne düşerek atışın teknik analizinde sağ elini kullanan oyuncu, kalçalar fleksiyon ve abduksiyonda, dizler fleksiyonda, ayaklar omuzlar hizasında birbirlerinden açık olacak şekilde durur. Dizlerin ve kalçanın öne doğru getirilmesi anında ve aynı anda atış omuzu ekstansiyon, abduksiyon ve eksternal rotasyon ve skapular adduksiyon ile retraksiyona götürülürken, yana, geriye doğru alınırken, düşme hareketine başlanır. Bu hareket sırasında üst gövdede ekstansiyon başlar ve fleksör kaslarda eksentrik kontraksiyon ile gerilim artar. Bu gerilimde, omuzun öne doğru çok hızlı hareketi ve atış kolunun savurma şeklindeki hareketiyle top, kuvvetli bir şekilde elden çıkarılır. Sol elin yere konulması ya da atış omzunun üzerine, vücudun sağ tarafına yuvarlanmayla düşme hareketi devam ettirilip kale atışı bitirilir (82).



Şekil 5. Öne düşerek atış (82).

Yana düşerek atış genellikle oyun kurucu pozisyonundaki oyuncular tarafından pek sık kullanılmayan bir atış çeşididir.

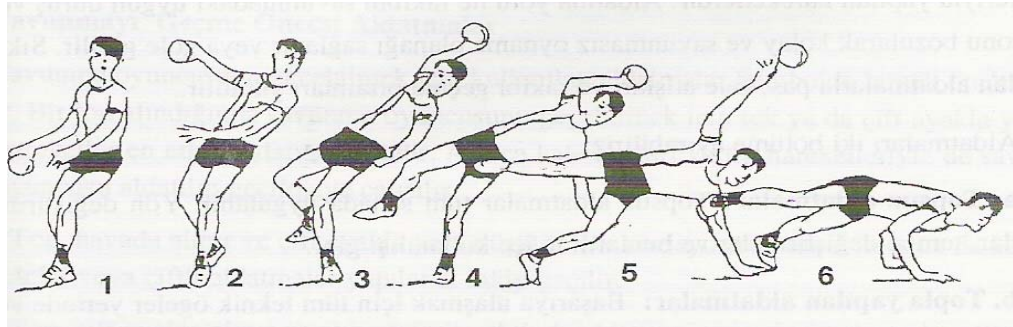


Şekil 6. Yana düşerek atış (82).

Yana düşerek atışın teknik analizinde sağ elini kullanan oyuncu, sağ ayağı önde vücut ağırlığı sağ ayak üzerindeyken sağ kolunu, omuz abduksiyon, ekstansiyon, eksternal rotasyonu ve dirsek fleksiyonu ile laterale doğru açar. Sağ dizde fleksiyonunun başlamasıyla gövdesini lateral fleksiyona götürürken, sol kolunu dengeyi sağlamak için yana açmış durumdadır. Yere doğru düşerken atış yapılır ve düşme hareketi ile birlikte atış bitirilir (82).

Yana Bükülü Atış

Savunma oyuncusu kaleyi kapattığında hücum oyuncusunun kullanabileceği en etkili atışlardan biridir. Genellikle kanat pozisyonlarından uygulanır. Yana bükülü düşerek atışın teknik analizinde sağ elini kullanan oyuncu, savunma yapan rakibin sağ tarafından atar gibi yaparak vücudunu sol dayanma ayağının üzerinde laterale doğru fleksiyona götürür. Kol başın arkasındayken top, dirseğin fleksiyonu ile eli terk eder. Atış genellikle düşmeyle tamamlanır (82).



Şekil 7. Yana bükülü atış (82).

Arkadan Atış

Durarak, koşarak veya düşerek uygulanabilir. Kale sahası çizgisi bölgesinde uygulanan yakın bir atış türüdür. Çok garantili olmayan fakat güzel görünümlü ve kaleci için beklenmeyen bir atıştır. Savunma oyuncularının pozisyonlarına göre dikkat edilerek uygulanması gerekir. Arkadan atışın teknik analizinde sağ elini kullanan oyuncu, durarak, koşarak veya düşerek atış sırasında kolunu, dirseği ekstansiyonda, omuzu adduksiyonda olacak şekilde belinin arkasından savurarak topu hızlı bir şekilde elinden çıkararak atışı uygular (82).

4.4. Dayanma Adımlı Yüksek Temel Atışın Biyomekaniği

Hentbolde kale atışı, topun tutulması ile vücut segmentlerinin hareket etmesi sonucu oluşan kuvvetin ele aktarılması ve böylece topun elden kurtulmasına kadar olan dönem içindeki hareketleri ifade etmektedir. Bahsedilen hareket ve kuvvet yayılımı, birbirini takip eden geniş eklem açıklığı olan büyük segmentlerden, daha dar eklem hareketleri olan küçük segmentlere doğru olmaktadır. Böylece atış hareketi, ağır ve yavaş olan proksimalden, hafif ve hızlı olan distale doğru meydana gelir (40,48,101). Dayanma adımlı yüksek temel kale atışında, Newton'un üçüncü prensibi (23,58,98) gereği bacağın son adımında, ayak ile yer arasında oluşan yer reaksiyonu kuvveti ile ortaya çıkan enerji, bacaklardan gövde aracılığı ile omuza ulaşır. Omuzun tam ekstansiyonu, horizontal abduksiyonu, eksternal rotasyonu ve skapular adduksiyonu ile tam gerilmiş antagonist kaslar, biriken potansiyel enerjinin etkisiyle patlayıcı bir güç açığa çıkarırlar (23,48,53,58). Ekstansör kasların devreye girmesi ve kaleye doğru hareketin başlaması ile potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür ve biriken güç, omuzdan kola aktarılırken giderek büyür. Bu gücün ele ve parmaklara ulaştığında maksimum düzeyde olması beklenmektedir. Son olarak da ekstansör kasların kinetik enerjisi topa aktarılır ve topa ulaşmış olan kuvvet ve hız ile top elden çıkarılmış olur. Ortaya çıkan güç, segmentlerden sorumlu eklemlerin, fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon ve rotasyon hareketleri yaparak, alt ekstremitelerden üst ekstremitelere doğru olacak şekilde meydana gelen açık kinetik halka ile yayılmaktadır. Bu halkanın oluşmasında sırasıyla ayak, kalça, gövde, omuz, kol, önkol ve el olmak üzere yedi bölüm görev almaktadır (48,58,66). Oluşan bu kinetik halka ile meydana gelen atış kuvvetinin şiddetini arttırmak, merkezi, gövdede olan bir rotasyon ile kişinin tüm vücudunu kendi eksenini çevresinde döndürmesiyle mümkündür. Gövdedeki bu rotasyon hareketi ile diğer segmentlerin de rotasyonu artırılmış olur. Bu rotasyon ekseninin geçtiği eklemler, *destek ayağı olan alt ekstremité için*; ayak bileği, diz, kalça, *gövde için*; intervertebral , *atışı yapan üst ekstremité için*; sternoklavikular, omuz kompleksi, dirsek, radioulnar ve el bileği eklemleridir (48,58). Kale atışı sırasında, atış yapmayan diğer kol ise vücutta oluşan bu rotasyonu arttıracak yönde hareket

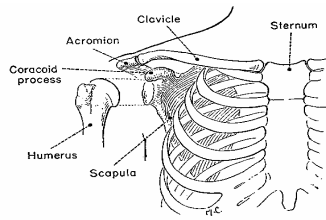
etmekte (40,101) ve böylece gerekli olan atış kuvvetinin amaca uygun şekilde ortaya çıkmasını desteklemiş olmaktadır.

4.5. Dayanma Adımlı Yüksek Temel Kale Atışına Etki Eden Biyomekanik Faktörler

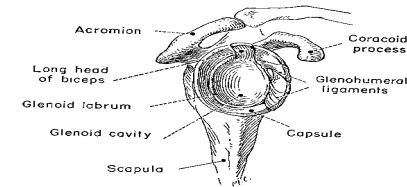
Hentbolde yapılan kale atışını, hangi atış tekniği ile yapılırsa yapılsın etkileyen bir çok faktör vardır. Bu faktörler, atılan topun kütlesi, eğimli veya eğimsiz atılması, vücudun rotasyon eksenleri, atış kuvveti ve hızı, sporcunun fiziksel özellikleri, omuz kuşağı kompleksi, kinestetik duyu ve bilgi işleme karar verme mekanizmaları şeklinde sıralanabilir.

4.5.1. Omuz Kuşağı Kompleksi

Vücudun rotasyon eksenleri bölümünde bahsedildiği gibi atış hareketi alt ekstremiteden başlasa bile kale atışının gerçekleşmesinde asıl görev yapan bölge omuz kuşağı kompleksidir. Kale atışı sırasında omuz kuşağını oluşturan kaslar ve omuz ile ilgili gövde ve kol kasları, bir bütün halinde görev yapmaktadırlar. Bu nedenle kale atışında omuz ile ilgili değerlendirmeler yapılırken sadece omuz kuşağını oluşturan kas, eklem ve kemik yapılar değil tüm ekstremitayı ve hareketlerini incelemek gerekmektedir. *Omuz kuşağı*; stenoklavikular, glenohumeral, akromiyoklavikular, skapulotorasik eklemlerden, önkol; dirsek eklemi, humeroradyal, proksimal radyoulnar, distal radyoulnar eklemlerden, *el bileği*; el bileği eklemi, radyokarpal, interkarpal eklemlerden, *el ve parmaklar*; el ve parmak eklemleri karpometakarpallar, metakarpofalangialler, interfalangialler eklemlerden oluşmaktadır (28,68,80,99).



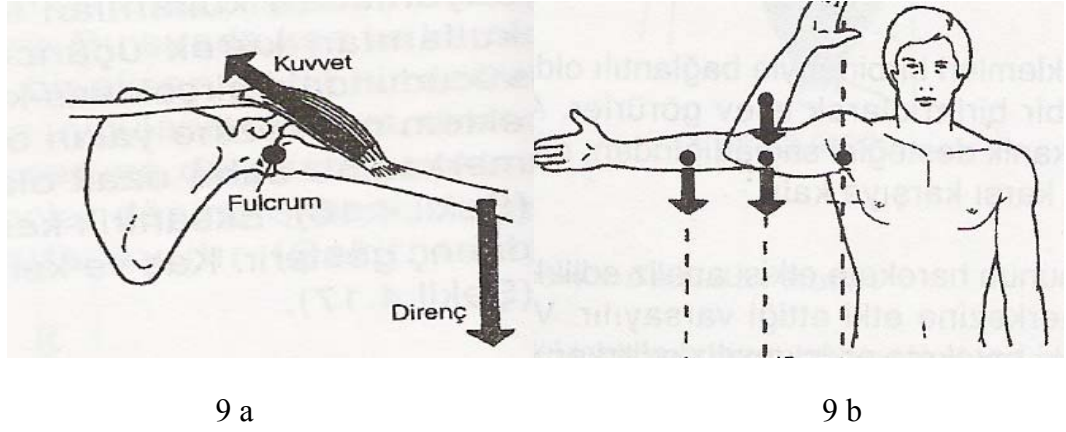
8 a



8b

Şekil 8. Omuz eklemindeki kemiksel yapı (66).

Kaslar, kasıldıkları zaman gövdeye ait bölümlerin ağırlığının yarattığı direnci karşıladığından veya yapıştıkları kemiği hareket ettirdiklerinden kemikler ile birlikte mekanik yönden kaldıraç görevi yaparlar. Kale atışı sırasında da bu kaldıraç işlevi, omuz ekleminde görülmektedir. Şöyle ki omuz ekleminde horizontal abduksiyonda, eklem merkezi, destek noktası görevini görürken öncelikle M. Deltoid kasındaki konsantrik kasılma ile direnç uygulayan kol yukarıya kaldırılır (45,66,98,99) (Şekil 9 a, 11 a) (Resim 5).

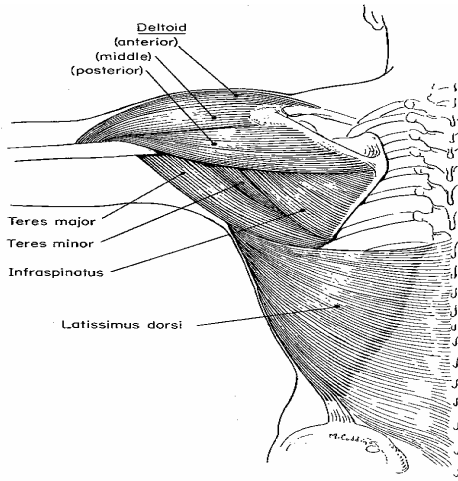


Şekil 9. Omuz ekleminde horizontal abduksiyon (66).

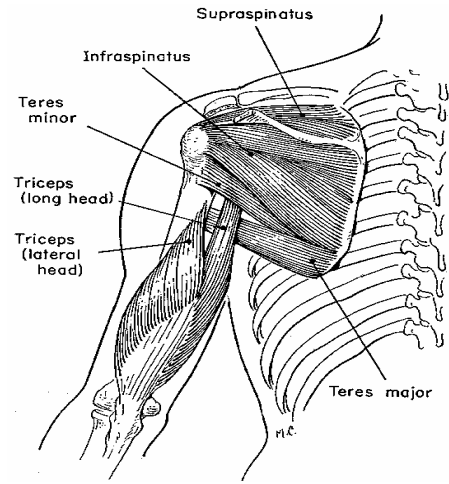


Resim 5. A Milli oyuncularımızdan Güneş Atabay'ın dayanma adımlı atış anında dirsek ekleminin pozisyonu.

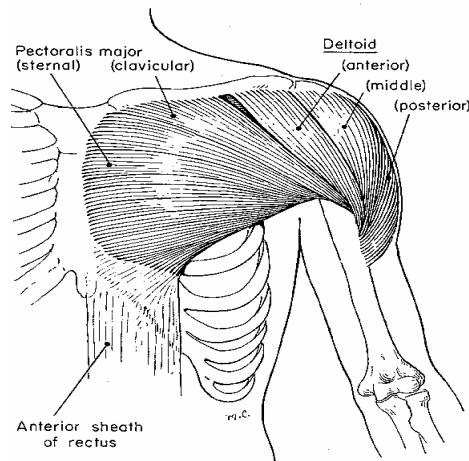
Atış kuvvetini açığa çıkaran kaslar omuz kuşağında rotator-cuff-kasları (M. Subskapularis, M. Supraspinatus, M. İnfraspinatus ve M. Teres major) (Şekil 10a-b), dirsekte M. Triseps brakii (Şekil 10 b), el bileği ve parmaklarda fleksör kaslar (M. Fleksör karpi radialis, M. Fleksör karpi ulnaris, M. Palmaris longus, M. Fleksör digitorum profundus, M. Fleksör digitorum superficialis) diğer kaslara nazaran daha aktif rol almaktadırlar. Bu kasların yanı sıra tüm omuz eklemi hareketlerinin dengesinden sorumlu olan M. Pektoralis Major ve M. Latissimus dorsi kasları da kuvvetli iç rotasyon hareketi ile humerusu iç çevirerek kale atışı sırasında aktif olarak görev yapan kaslardır (28,68,80) (Şekil 10 a).



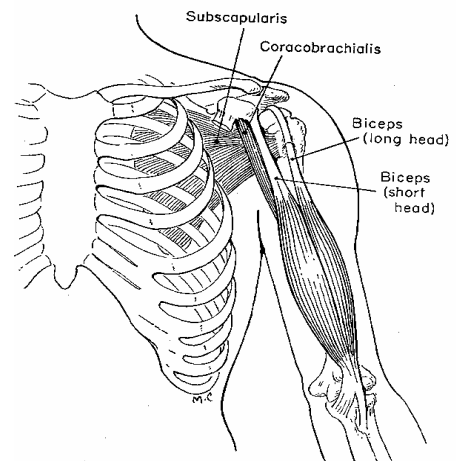
10 a



10 b



10 c

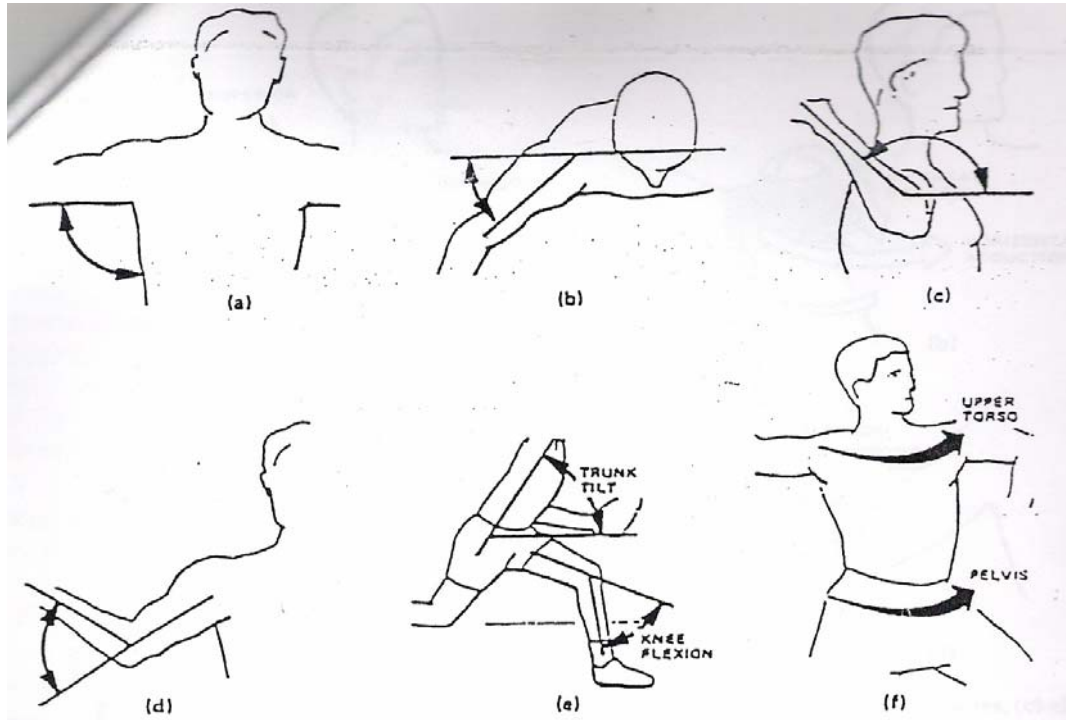


10 d

Şekil 10. Omuz eklemi ve kol segmentindeki kassal yapı (66).

Kale atışının bu şekilde kaslar tarafından kontrol edilerek açısal hareketini yapması sırasında hareketin merkezi, sternoklavikular eklemin merkezi olmaktadır. Hareketin şiddetini bu merkez kontrol etmektedir. Skapulanın toraks üzerinde yaptığı kayma hareketleri de omuz kuşağı eklemlerinin eklem hareket açıklığını arttırıcı yönde görev almasını ve yukarıda bahsedilen tüm yapılarla birlikte kale atışı hareketinin meydana gelmesini sağlarlar.

Kale atışı sırasında meydana gelen salınım, dönüş ve fırlatma hareketlerini gerçekleştirmek üzere görev yapan anatomik yapıları ve bu yapılar arasındaki kinezyolojik düzeni, sinir sistemi kontrol etmektedir. Atış sırasında ortaya çıkan stabilizatör ve rotatör kuvvetler için gerekli olan koordinasyon ve beceriler sinir sistemi tarafından koordine edilmektedir. Bu nedenle sinir sisteminde oluşan veya oluşabilecek herhangi bir rahatsızlık kas kasılma veya gevşemesinde sorunlara neden olabilir. Böyle bir durum da yeterli atış kuvveti ve hızının oluşmasına engel olacağından kale atışını olumsuz etkileyebilir (40,48).



Şekil 11. Omuz eklemindeki hareketler (32).

a) omuz abduksiyonu b) horizontal adduksiyon c)eksternal rotasyon d)dirsek fleksiyonu e) diz fleksiyonu ve gövdede tilt f) pelvis ve omuzda açısal hız.

4.5.2. Kinestetik Bilgi

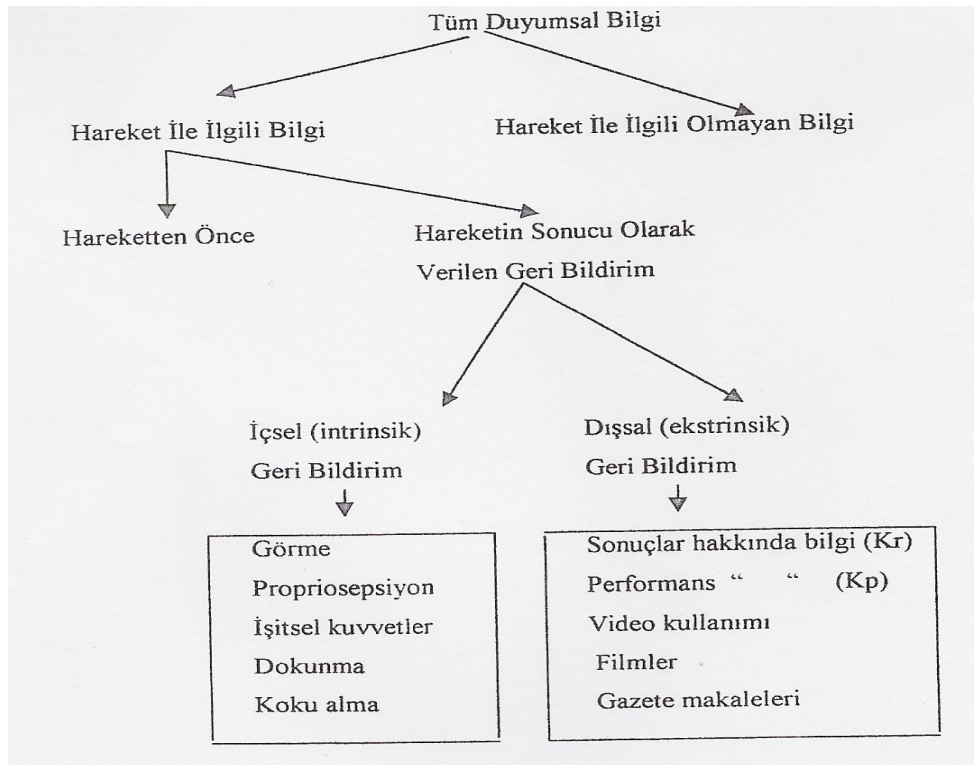
Kinestetik bilgi, sporcuların kendi hareketlerini planlamak, hareket hatalarını düzeltmek ve kendi performanslarını düzenlemek için kullandıkları duyu bilgilerinden birisidir. Algılama ve duysal bilgilerin nasıl kullanıldığı performansı belirleyen özelliklerdendir. Örneğin hentbolde iyi bir savunma oyuncusu, rakibinin hareketlerini hızlı bir biçimde tespit eder ve kendi vücut hareketlerini, pozisyonunu tam olarak hisseder, rakibine karşı uygular. Bu nedenle antrenörler, sporcularının duysal bilgilerini tespit etmek ve incelemekle hareket hızı ve doğruluğunu geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bunun için de yaptırıldıkları antrenmanların çoğu uygulama şeklinde olmaktadır.

Duyusal Bilgilerin Kaynakları: Duyusal bilgilerin kaynakları ikiye ayrılır.

1. Dış Bilgiler: Bu bilgilerin ana kaynağı görme duyusu ikincisi de işitme duyusudur. Görme duyusu çevremizdeki nesneler ve hareketler hakkında bize bilgi verir.
2. Proprioceptive ve Kinestetik Bilgi: Bu bilgiler kendi vücudumuzdan geldiği için genellikle bunlara iç duyular da denir. Örneğin midemizin açlıktan kazanması gibi.

Proprioception, olarak isimlendirilen bilgi ise motor kontrolle daha fazla ilgilidir ve motor kontrolün en önemli parçalarından birisi olarak bilinmektedir. Proprio vücudun içinden gelen bilgi anlamındadır. Eklemlerin pozisyonları, kaslarda meydana gelen kuvvetler, boşlukta vücudun oryantasyonu hakkındaki bilgiler proprioseptif bilgilere örnektir. Vücudun hareketlerinden gelen bilgiye de kinestesis denir. Kines ‘hareket’ thesis ‘duygu, his’ anlamına gelir. Kinestesis, motor aktiviteler sırasında kaslarımızdaki gerilim ve hareketlerimiz hakkında bilgi veren ve merkezi sinir sistemine ulaşan proprioseptif uyarılar ile eklem hareketlerinin ve pozisyonlarının farkında olunması şeklinde tanımlanmaktadır (57,64,78). Vücudumuzun nasıl bir pozisyonda olduğunu bildiren alıcı hücrelerden biri olan kinestetik alıcılar kas, kiriş ve eklemlerde yer alırlar. Hareket ettiğimiz zaman bedenimizin hangi bölgesinin nasıl hareket ettiğini bize bu duyu hücreleri haber verir (14,57). Özellikle açısal hareketlerde eklemi çevreleyen

eklem kapsülündeki reseptörler, eklem pozisyonu hakkında bilgi verirler. İskelet kaslarının orta kısmında kas liflerine paralel olarak yerleşmiş olan kas içcikleri de kas, kontraksiyon yaptığı zaman gerildiklerinden, eklem pozisyonunun değişimi kadar, kastaki kontraksiyon hızı hakkında da bilgi verirler. Kas ve tendon birleşim yerinde de golgi tendon organı bulunur. Merkezi sinir sistemine afferent lif ile bağlı olan bu organlar, kasın çeşitli bölümlerindeki kuvvet düzeylerine çok duyarlıdırlar. Kastaki gerilim belirli bir noktaya ulaştığında kasa kasılma komutu verirler (14,57,78).



Şekil 12. Duyumsal Bilgi (57).

Kasılan kaslar hareketin ortaya çıkmasında, eklemlerin hareketinden vücut pozisyonundaki değişikliklerden geri bildirim alınmasına neden olurlar. Bu değişimler görme, işitme bazen de koku reseptörleri tarafından algılanırlar. Bu belli bir süreçte olur. Bu süreç, kişinin davranışını geliştirir. İnsanların hareket algısı, kendi hareketlerinin nasıl meydana geldiğinden etkilenir. Yeni hareketlerin doğru bir şekilde yapılıp yapılmadığına karar verilmesinde, beklenen geri bildirimle, alınan geri bildirim karşılaştırılır. Herhangi bir farklılık yoksa doğru

hareket yapılmış sayılır, varsa hata olarak tanımlanır. Hareketin yapılması için antrenörün doğru hareket modelleri ile sporcuya yardım etmesi, sporcuda kinestetik bir his yaratır.

Geri bildirimler ölçülen performans ve yapılan hareketin arkasından elde edilen bilgilerden bildirim ötesinde somut izlenimler sağlamaktadır (57,78). Öğrenmeyi etkileyebilmesi için değişik zamanlarda ve değişik şekillerde verilmesi gerekmektedir. Eğer sporcu kendi performansı sırasında hatalarını içsel geri bildirim yardımıyla çözemiyorsa, dışsal geri bildirim verilene kadar herhangi bir öğrenme oluşamayacaktır. Bu dışsal geri bildirim, çevresel hedefler doğrultusunda hareket başarısıyla yola çıkılarak verilebilir. Bu geri bildirim, antrenörün ses tonu, hareketlerin gösterimi, video izleme gibi organizasyonlar ile dışsal geri bildirimini desteklemektedir.

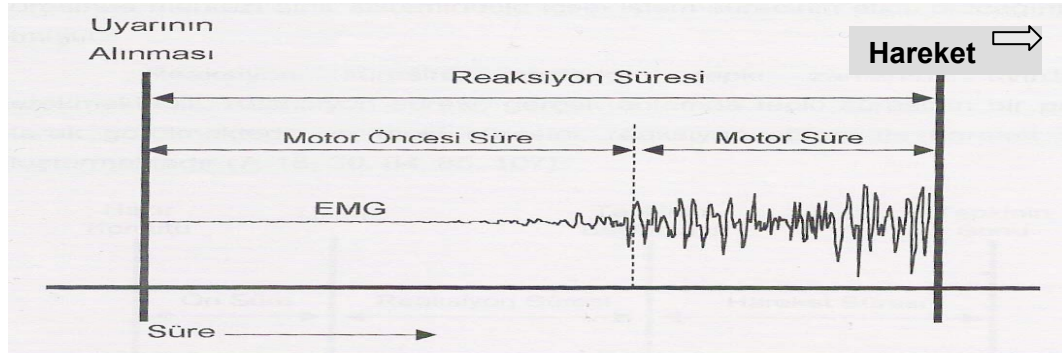
4.5.3. Bilgi İşleme ve Karar Verme

İnsan hareket sistemi, duyu organlarının aldığı sinyallerin çeşitli safhalardan geçirilmesi ve hareket olarak üretilmesi şeklinde bir bilgi işleyicisi olarak düşünülebilir. Beceri gerektiren hareketleri yapanlar için, bilginin gelişimi ve gelecek aksiyonlar için karar verme en önemli işlemlerdir. Fiziksel ve mental olarak mücadele içine giren insanlarda meydana gelen performans problemleri, bir ya da daha fazla bilgi işlem sürecinden kaynaklanabilmektedir.

Etkili hareket üretebilmek için gerekli olan en önemli özellik, özel ve çok kısa zamana sahip olunan durumlarda sporcunun ne yapacağı ve ne yapmayacağı konusunda becerikli olmasıdır. Artan tecrübe, sporculara daha iyi algılama ve bilgi üzerinde işlem yapma şansı vermektedir. Bu durum aynı zamanda sporcunun karar verme sürecini belirlemektedir. Bilim adamları çeşitli araştırmalarla bu süreçlerin nasıl işlediğini gösteren bazı yöntemler geliştirmişlerdir. Bu araştırmaların çoğu bir çok durumda insan performansının en önemli göstergelerinden olan reaksiyon zamanı üzerinde yoğunlaşmıştır. Bir çok beceride reaksiyon zamanı, temel bir bileşen olduğu için araştırmacıların bilgi işleme hızının bir göstergesi olarak reaksiyon zamanını kullanmaları beklenmedik bir durum değildir (57,78).

Reaksiyon Zamanı: Bir harekete başlamaya karar vermenin hız ve etkinliğini milisaniye (mls) cinsinden gösteren reaksiyon zamanı, bir tepkinin verildiği an ile hareketin gerçekleşmeye başladığı an arasındaki süredir. Bir başka deyişle, kişiye bir uyarının verilmesi ile kişinin bu uyarana istemli olarak verdiği cevabın başlangıcı arasında geçen zaman birimi olarak tanımlanmaktadır (49,52,77).

Reaksiyon zamanının, duyu organ süresi, sinirsel süre ve kassal süreleri içine aldığı (42,57) ve birbiri ardına gelen beş ögeden oluştuğu belirtilmektedir. Uyarının algılanması, uyarının merkezi sinir sistemine afferent sistem yoluyla taşınması, uyarının burada efferent sinyale dönüşmesi, efferent sinyalin Merkezi Sinir Sisteminden kaslara iletilmesi, kasın uyarılması ile mekanik aktivitelerin meydana gelmesi şeklindedir (73). Bu işlemler sırasında en uzun süre üçüncü aşamada tüketilmektedir (7). Fizyologlar ve psikologlar tarafından iki parça olarak incelenmiş olan reaksiyon zamanı ölçümlerinde elektromiyografi kullanılarak kas aktivitesinin başlangıcı ve potansiyel değişiklikleri izlenebilmektedir (42,44,49,57).



Şekil 13. Reaksiyon zamanının kısımları (7).

Motor öncesi süre, gelen bilginin merkezi sinir sistemindeki işlenimi ve kasta hareketin başlaması arasında geçen süreyi belirtmektedir. Bu zaman aralığı, görülebilir vücut parçası hareketinden önce, kişinin harekete hazırlanma aşamasındaki karar verme sürecini oluşturmaktadır. Bu süreç, uyarının belirlenmesinden potansiyel kas hareketindeki değişikliğe kadar geçen süreyi kapsamaktadır (7,42).

Motor süre, potansiyel kas hareketinden gözle görülür, gerçek hareketin başlamasına kadar geçen süre olarak adlandırılmaktadır (7,42).

En yüksek reaksiyon süresine 19 yaşında ulaşıldığı 60 yaşından sonra da bu sürede düşüş başladığı belirtilmektedir (46). Literatürde, reaksiyon süresinin antrenmanla kısaltılabileceği fakat belli sınırların altına düşürülemeyeceği şeklinde yorumlar bulunmaktadır (19,87). Yüksek düzeyde fiziksel uygunluğu olanların uyarıya daha hızlı tepki verdiği, aerobik antrenman şekillerinin zihinsel süreci hızlandırdığı ifade edilmektedir (70,85,86). Düzenli yapılan fiziksel aktivitenin reaksiyon süresini % 30-40 oranında geliştireceği (85) , bunun için de en etkili yolun, sık tekrarlar olduğu (57,85,88) , özellikle seçmeli reaksiyon süresinde ilerleyen denemelerle hareketlerin doğal hale gelebileceği belirtilmektedir (78). Yüzyirmi bin deneme sonrası seçmeli reaksiyon süresinde % 33 oranında gelişme olduğu saptanmıştır (88). Denemelerle geliştirilen bu sürenin, uyarının beyine gidiş ve beyinden kaslara geliş hızındaki gelişmeden değil, mevcut reaksiyon süresinin korunması, geliştirilen teknik ve hareketin daha ekonomik hale getirilmesi ile gerçekleştiği belirtilmektedir (85). Hız gerektiren becerilerde reaksiyon zamanı kadar, sporcunun çevreden aldığı uyarılar, rakibinin durumunu ve hareketini belirlemedeki hızı, dolayısıyla yeni durumlara uyum yeteneği başarıya etki eden önemli faktörlerdendir. Bu özelliklerin tümünün düzgün bir şekilde işleyişi sonucu sporcu, hangi işlemi yerine getireceğine karar verebilecek ve etkiye karşı bir tepki oluşmuş olacaktır (78).

4.5.4. Topun Kütlesi

Newton'un II. Prensibinden bildiğimiz gibi dayanma adımlı yüksek temel kale atışında, topun kütlesi ile segmentlerin hareket sırasındaki ivmesi ters orantılıdır (23,48,58,66,98). Çünkü topun kütlesi hafifledikçe onu daha ileriye atabilmek için eklemlerin daha geniş bir açı ile segmentleri hareket ettirmeleri gerekmektedir. Böyle bir durumda, kütlesi daha ağır olan bir topun atılması anında açığa çıkartılan kuvvetten daha büyüğüne ihtiyaç olmaktadır. Görüldüğü üzere topun kütlesi kale atışını etkileyen biyomekanik faktörlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslar arası Hentbol Federasyonu (I.H.F) tarafından büyük bayanlarda iki numara diye belirlenen topun ağırlığı 325gr. ile 375 gr. arasında belirlenmiştir (89).

4.5.5. Atış Tipleri

Sporcular yüksek temel kale atışını uygularken kalecinin ve kendilerinin bulunduğu yere göre farklı atış şekillerinde bulunabilirler.

1. Eğimli Atış; Kalecinin öne çıktığı bir durumda, oyuncu topu kalecinin üzerinden havaya doğru horizontal düzlem ile bir açı yapacak şekilde atabilir. Böyle atılan bir top, atış açısı, atış kuvveti ve atış hızıyla havada bir süre yol aldıktan sonra yer çekiminin etkisiyle yere doğru eğimli bir şekilde düşmeye başlar. Bu nedenle bu şekilde atılan yüksek temel kale atışına eğimli veya aşırma atış denilmektedir.

2. Düz Atış ; Kalecinin kaleye daha yakın durduğu bir durumda, kalenin üst, orta veya alt kısmına gelecek şekilde omuz, dirsek veya el bileği eklemleri ile fazla bir rotasyon yapmadan ve topa bir eğim vermeden, topun kaleye horizontal düzleme paralel olarak düz bir çizgi çizerek gittiği bir atış şeklidir.

3. Yere Sektirerek Atış; Kalecinin kaleye yakın veya uzakta olduğu durumlarda, ayaklarının bulunduğu yere göre bakılarak atış kolunun, topu yere sektirerek atacak şekilde öne ve aşağıya doğru hızlı ve kuvvetli bir şekilde hareket etmesi ile bu atış tipi gerçekleştirilir.

4. Eğirimli Atış ; Kaleciyi şaşırtmak amacıyla atış sırasında genellikle elin parmaklarla birlikte supinasyon veya pronasyon hareketi yapması ile topta bir dönüş meydana getirecek şekilde yapılan kale atışı tipidir. Böyle bir atışta genellikle orta parmak topu en son terk eder. Havadaki nesnelere, sürtünme kuvveti etkisinin sıfıra yakın olduğu düşünülürse, böyle bir atışta top havada uzun bir süre kalır. Sahip olduğu atış hızı ve aldığı eğim ile yörüngesinde bir yöne doğru sapma meydana gelir. Bu eğim sayesinde topun dönme hızı ne kadar fazla ise topun salt hızı da o kadar fazla olur (48,66).

Tüm bu yüksek temel kale atışları sonucunda hedefe isabetlilik incelendiğinde, aynı atış tekniği uygulanmasına rağmen kişiden kişiye değişiklikler olduğu görülmektedir. Çünkü segmentlerin açısal ve doğrusal hızları, atış kuvveti, kol uzunluğu ve gövdedeki rotasyon hızı kişilerde farklı değerlerde olabilir.

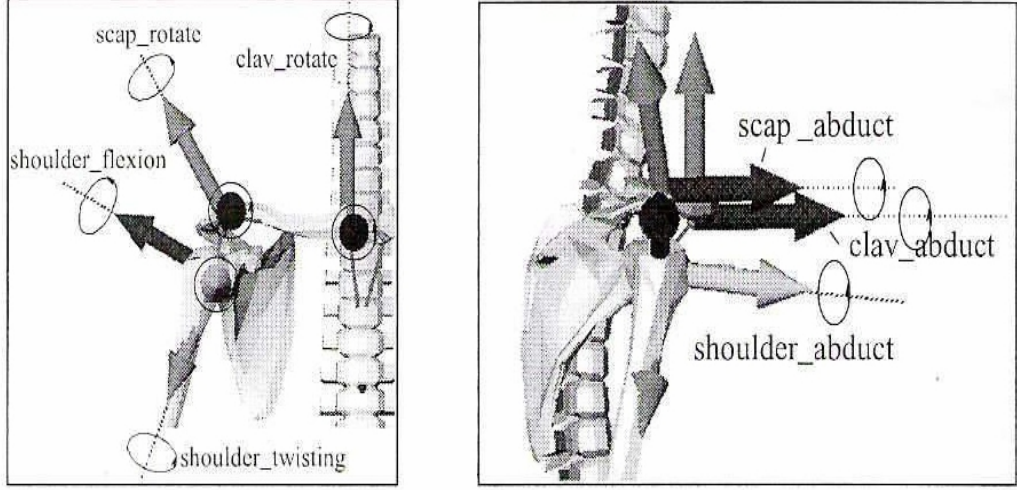
4.5.6. Fiziksel Uygunluk

Fiziksel yapı konusunda tek dayanak olarak kabul edilen antropometri hepimizin bildiği gibi antros= insan ve metris= ölçü kelimelerinin birleştirilmesiyle meydana gelmiştir. Fiziksel gücü ortaya koymak için gerekli olan fiziksel yapı, özellikle sporcularda branşa uygun değilse, iyi bir performans tam olarak gerçekleştirilemez (3). Çünkü antropometrik özelliklerin sporcuların performanslarını etkilediği daha önce yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (40,69,90). Özellikle performans gelişimi ve kuvvet oluşumunun, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, kol ve bacak uzunlukları, eklem hareketliliği ve esneklik düzeyleri ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir (9). Atletik tip olmak hentbol oyununda istenen motorik özelliklere sahip olabilmek için avantaj teşkil etmektedir. Çünkü atletik tipe sahip bir sporcuda, hentbol için gerekli olan çabuk kuvvet, sürat, süratte devamlılık, esneklik ve dayanıklılık özelliklerinin birlikte görülme sıklığı ve bu özelliklerin geliştirilebilmesi daha fazla olabilmektedir. Hentbolde de fiziksel yapı olarak atletik tip olmak, büyük el ve uzun kollara sahip olmak iyi performans göstermek için etkili olan özelliklerdendir. Fiziksel yapı olarak ellerin büyük olması, topun iyi kavranmasını, kolların uzun olması özellikle atışın son safhasında önkolun içe rotasyonu ve elin pronasyonu ile beraber moment kolunun uzamasına böylece atış hızının artmasına neden olmaktadır (45,48,58).

4.5.7. Vücudun Rotasyon Eksenleri

İnsan vücudu hareketleri rotasyonel olduğundan sportif bir oyun olan hentbolde de kullanılan tüm atış hareketlerinde rotasyon önemli bir yer kaplamaktadır. Kemiğe dikey etki eden kas kuvveti bileşeninin (rotatör bileşen) eklem merkezi çevresinde dönmeye neden olması ile vücutta rotasyon meydana geldiği bilinmektedir (Şekil 14). Vücudun uzun kemikleri, bir başka ifade ile alt ekstremitede femur, tibia-fibula ve ayak, üst ekstremitede humerus, radius-ulna ve el segmentleri, moment kolu görevi görerek, bu rotasyonel hareketleri arttırıcı etki yapmaktadırlar (Resim 6). Alt ekstremitede yaratılan kuvvetler, pelvis ve vertebral kolonun moment kolu görevi görmesi sonucu, omuza aktarılırken de arttırıldığından, kuvvetler ele ulaşırken en üst seviyeye ulaşmış olmaktadır. Bu durumda sırasıyla, alt ekstremitede, gövde ve üst ekstremitede geliştirilen kuvvetler sumasyon yoluyla artarak distale doğru ilerlemekte ve atış kuvvetini yükseltmektedirler (40,48,98).

Örneğin, kale atışının son safhasında top elden çıkarken ve arkadaki ayak plantal fleksiyonda yer ile temasta halindeyken, vücut öndeki destek ayağı çevresinde bir bütün olarak dönmektedir. Bu dönüşü yaparken, arkadaki ayak ve kalça, vertebral kolon ve atış kolundaki omuz eklemi, ayrı ayrı eksenler oluşturacak şekilde segmentlerin dönmesini sağlar ve böylece açık kinetik halka oluşturulur.



Şekil 14. Omuz ekleminde rotasyon eksenleri (22).



6 a

6 b

Resim 6. A Milli oyuncularımızdan Güneş Atabay'ın sıçrayarak atış yaparken gövde ve segmentlerde oluşan rotasyonlar.

Meydana gelen rotasyon ile atış kuvveti ve distal eklemlerdeki potansiyel hız arttırılmış olur. Bu potansiyel hız ve açık kinetik halka ile ele ulaşan kuvvetin, topa aktarılması anında önkolun pronasyonu ile elin rotasyonu son derece önemlidir (Resim 6). Bu rotasyon ile moment kolu son bir kez daha uzatılarak atış hızı arttırılmış olur. Zira, bu safhada kuvvet ulaşabileceği son seviyesine gelmiştir, kaslar kasılmış ve hareketin oluşması için beklemektedirler, ancak kasılı durumda olduklarından daha fazla kuvvet açığa çıkartamayacaklardır (43). Kuvveti arttırmak için tek yol, önkolun ilave rotasyonu ve parmakların, özellikle 2. ve 3. parmakların internal rotasyonu ile moment kolunun bir miktar daha uzatılmasıdır (4,48,60). Top, parmakları terk ettikten sonra atış kolu yavaşlama safhasına girmektedir. Kol kazandığı ivme ve kasların eksentrik kasılması ile yavaşlarken, öne doğru topu takip edecek şekilde ilerlemeye devam eder. Bu şekilde top ile parmaklar arasındaki temas süresi uzatılmaya ve rotasyon miktarı arttırılmaya çalışılmaktadır. Diğer kol ise atış kolunun aksi yönünde olacak şekilde hareket ederek, Newton'un üçüncü prensibi (etki-tepki) gereği atış hızı ve kuvvetini arttırıcı rol oynamaktadır (40,48,54,58,66).

4.5.8. Atış Kuvveti

Atış kuvveti, kuvvet uygulama evresinin başlangıcından bitişine kadar geçen süre içerisinde destek ayağından ele doğru oluşan kuvvet yayılımının tümüdür. Kol hareketlerini kontrol eden kasların, izometrik, eksantrik, konsantrik kasılmaları normal kuvvetin artmasına veya azalmasına neden olmaktadır. Normal kuvvetin azalması, kol hızında azalma, normal kuvvetin artması da kol hızında artma ile sonuçlanacağından, herhangi bir atış anında, kolun hızının maksimum düzeyde tutulması gerekmektedir. Çünkü hentbolde kale atışı yaparken kolun çizdiği yörünge üzerinde kuvvetlerin yanı sıra segmentlerde, farklı hızların açığa çıkması da kale atışlarını etkileyen faktörlerden bir diğeridir (48,66). Bu şekilde biyomekaniksel kurallardan yararlanılarak arttırılan vektörel bir büyüklük olan (23,66) kuvvetin, patlayıcı bir güç haline dönüştürülmesi için kasların, tendon, bağ, eklem kapsülü ve konnektif dokunun yeterli kuvvet ve esneklikte olması gerekmektedir. Zira, yeterli esneklikteki kasın eksentrik kasılma gücü de daha fazla olacaktır (6,48) ve bu gücünü en kısa sürede açığa çıkarabilecektir, bir başka ifade ile çevik olacaktır (66,108). Antrenman biliminde çabuk kuvvet olarak

adlandırılan bu durum fiziksel özellikler bölümünde de bahsedildiği gibi elit bir hentbolcu için gerekli bir motorik özelliktir (82,91,92,93). Deneyimsiz sporcuların atış hareketini gerçekleştirirken gereksiz ve farklı yönlerde doğru kuvvet uyguladıkları, fazladan hareketler yaptıkları, yüksek oranda enerji harcadıkları halde bu durumun, verimlerine bir katkısının olmadığı belirtilmektedir (15,66). Şüphesiz ki elit bir sporcu, deneyimsiz sporcunun aksine, gerekli olan çabuk kuvveti doğru oranda, doğru zamanda ve doğru sıra ile uygulayarak kale atışını en iyi şekilde yapmaktadır (66). Bu durumu topu atmadan önce omuz fleksor ve horizontal adduktor kaslarını gererek, kol ve önkolda 80-100 derecelik açılarda maksimum kuvvete ulaşarak gerçekleştirmektedir. Buna rağmen kale atışında kullanılan kuvvetin az, hareket hızının daha çok olması gerekmektedir (65). Bayios ve arkadaşlarının (2001) da belirttiği gibi omuz internal ve eksternal rotatorlarının pik kuvvetleri, sıçrayarak atış hariç diğer atış tiplerinde atış hızının iyi bir belirleyicisi değildir (18). Fakat bu durum, kuvvetin hız kadar önemli olmadığı anlamına da gelmemelidir. Çünkü literatürde, kuvvet artışının, hız gelişimini ortaya çıkardığı belirtilmektedir (27,39,54,65).

4.5.9. Atış Hızı

Atış hızı, atış kuvvetini oluşturan eklemlerin hareket açıklığı ile doğrudan ilgilidir. Zira, hareketten sorumlu agonist kaslar, hareketin başlangıcında geniş eklem hareketiyle uyumlu olarak gerilebileceklerdir. Gerilmiş kasın kasılma gücü daha fazla olduğu gibi antagonist kasların da yeterli esneklikte olması, hareketin kolaylıkla gerçekleşmesine ve eklem hareketlerinin son derecelerine kadar ulaşılabilmesine imkan tanıyacaktır. Geniş eklem hareketi boyunca harekete katılan kas lifleri ve dolayısıyla sarkomer sayısı daha fazla olacağından kasılma kuvveti yükselecektir. Bu durum da atış hızını arttırıcı etki yapacaktır (6,43). Daha önce de ifade edildiği üzere, elit seviyedeki atıcılar örneğin hentbolcular, kaslarındaki moment kuvvetin etkisini en üst seviyeye çıkartmak için, moment kolu en uzun durumdayken kale atışlarını yaparlar. Bunu, kale atışını yaparken topun elden çıkmasına yakın bir anda, atış kolu dirsek eklemine ekstansiyon ve pronasyona doğru getirerek ve gövdelerini transvers düzlemde kuvvetle döndürürerek gerçekleştirirler (4,48). Pelvis ve vertebral kolonda oluşan bu

4.6. Hentbolde Atış İsabetliliği ve Fitts Yasası

33

göre yapılan işlemde, hedefler arası mesafe kısaldıkça ve hedeflerin alanı büyüdükçe ortalama hareket zamanının azaldığını tespit etmiştir. Bir başka deyişle hareket zorlaştıkça hareket hızı azalmıştır (57,62,79). Fitts hareket mesafesinin (A), hedef alanının (W) iki katı olduğu ve bu şekilde tutulduğu durumda, ortalama hareket zamanının (MT) hemen hemen sabit olduğunu bulmuştur. Bundan dolayı geniş hedefler için uzun hareketler, dar hedefler için kısa hareketlerin ortalama hareket zamanının hemen hemen aynı olması gerekmektedir. Bu durum, ya hareket mesafesini daha uzun yaparak ya da hedef alanını daraltarak ya da her ikisini de yaparak elde edilir. Örneğin hentbolde sporcuların, daha uzağa atış yapmaları, daha küçük hedeflere atış yapmaları veya her ikisinde. Fitts bu birbirlerinden farklı etkileri birleştirerek aşağıdaki denkleme ulaşmıştır.

$$MT = a + b [\log (2A/W)]$$

Bu denklemde a ve b sabittir. ‘A’ mesafe ve ‘W’ alana karşılık gelir. Anlaşılacağı üzere Fitts Yasası, oyunculardan hızlı ve hedefe isabetli hareketler istendiğinde, hareket zamanının (MT), hareket güçlüğü ile lineer ilişkisi olduğunu söylemektedir (57,63,96). Literatürde de hentbolde her zaman en kuvvetli ve en hızlı atışın, en başarılı atış olamayacağı belirtilmektedir (93).

4.7. Biyomekaniksel Değerlendirme Yöntemleri

4.7.1 Koordinat Sistemi

Gözlem noktası ve gözlem eksenlerinin oluşturduğu sisteme, koordinat sistemi (gözlem sistemi) denir. Hareket gibi bir yer değiştirme olayı ancak ikinci bir cisimle ilgi kurulduğu zaman, kesin olarak tanımlanabilir. Hareketin doğru algılanması, sabit olarak kabul edilen bir sistem ile kurulan ilgiye bağlıdır. Spor alanında yeryüzü sabit nokta olarak kabul edildiğinden belli bir hareket, değişik gözlemcilerin değişik noktalarda bulunmaları halinde değişik şekilde algılanmaktadır. Bu nedenle hareketin doğru bir şekilde açıklanabilmesi için koordinat sisteminin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan bir araştırmada gözlemci, gözlem noktasını sabit saymalı, kendine bu noktayı başlangıç noktası olarak seçmeli ve seçimine göre yönler belirlemelidir (x, y, z).

İnsan vücudundan geçen ve eklemler çevresinde oluşan hareketlerin tanımlanmasında kullanılan bu yönler eksen denir. Bu üç temel eksenin yanı sıra sonsuz sayıda tali eksen vardır. İnsan vücudunu tanımlamak amacıyla vücudun kesitlere ayrılmasına da düzlem denmektedir. Sportif hareketlerin analizlerinde iki boyutlu hareketlerde x, y eksenleri, üç boyutlu analizlerde x, y, z eksenleri ile koordinat sistemi kullanılmaktadır (45,66).

4.7.2. Anatomik Temel Eksenler ve Düzlemler

Vertical Eksen: Baştan ayaklara doğru inen, yer çekimi yönünde ve yeryüzüne dik eksenidir. Koordinat ekseninin üst tarafı pozitif alt tarafı negatif olarak değerlendirilir.

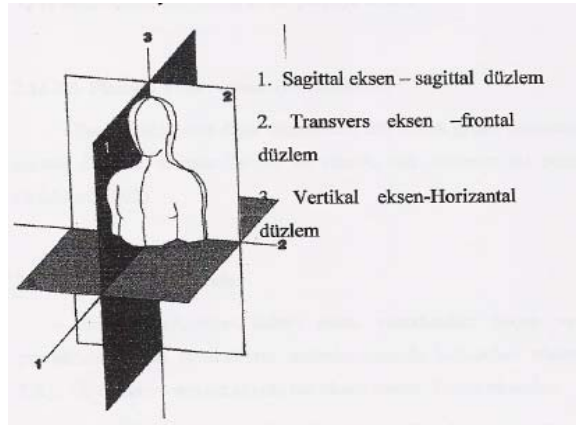
Sagittal Eksen: Vücudu önden arkaya veya arkadan öne geçen, yeryüzüne paralel eksenidir. Koordinat ekseninin sağ tarafı pozitif, sol tarafı negatif olarak değerlendirilir.

Transvers Eksen: Vücudu sağdan sola veya soldan sağa geçen, yeryüzüne diyagonal diğer iki eksene dik eksenidir. Koordinat ekseninin ön tarafı pozitif, arka tarafı negatiftir.

Sagittal Düzlem: Vücudu ön ve arka olarak ayıran, yeryüzüne dik olarak geçen düzlemdir.

Frontal Düzlem: Vücudu sağ ve sol olarak ayıran, sagittal düzleme dik açı yapacak şekilde geçen, yeryüzüne dik düzlemdir.

Horizantal Düzlem: Vücudu üst ve alt olarak ayıran, yeryüzüne paralel olarak geçen düzlemdir (11,45,66,69).



Şekil 15. Anatomik Eksenler ve Düzlemler (11).

4.7.3. Biyomekanik Araştırma ve Ölçüm Yöntemleri

Biyomekanik araştırma yöntemleri, Kinetik, Kinematik, EMG ve Kombine araştırma yöntemleri olmak üzere dört ana başlıkta incelenmektedir. Bu tezde kinematik ve kinetik araştırma yöntemleri kullanıldığından diğer yöntemler hakkında ayrıntılı bilgi verilmeyecektir.

Kinetik Araştırma ve Analiz

Kinetik araştırmalarda, kütle ve kuvvet ölçümleri yapılarak hareketi oluşturan kasların, açığa çıkardığı kuvvetler, ayrıca objeye veya kişiye etki eden, yerçekimi kuvveti ve yer reaksiyon kuvveti hesaplanmaktadır (23,48,57,66). Sportif hareketler, kas iskelet sisteminden iç kuvvetler ve dış kuvvetlerin karşılıklı etkileşimi sonucu olduğundan, kinetik araştırma yöntemleri, çoğunlukla sporcunun ürettiği kuvvetlerin ölçümlerinden oluşmaktadır. Bu ölçümler barfiks dinamometre, kürek dinamometre, kayak dinamometre, paten dinamometre ve bisiklet dinamometresi veya kuvvet platformu gibi amaca ve spor tipine göre değişik özelliklerdeki dinamometreler ile yapılmaktadır.

Kinematik Araştırma ve Analiz

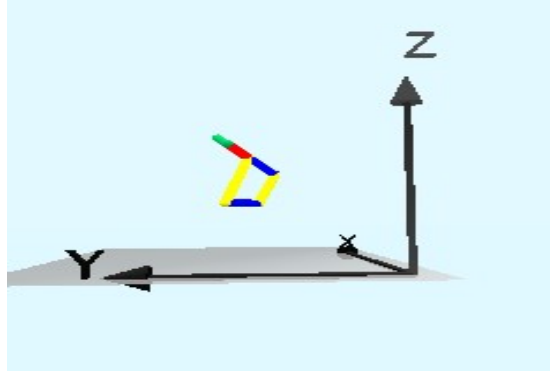
Kinematik araştırma ve ölçüm yöntemleri, uzaklık, zaman, açı, yön, hız ölçümlerine dayalı olarak hareketlerin oluşumunu analiz etmeye yönelik olarak yapılmaktadır. Kinematik araştırmalar, mekanik, elektronik ve optik ölçüm yöntemleri olmak üzere üç şekilde uygulanmaktadır (23,48,66).

Optik ölçüm yöntemleri kullanılan bu araştırmalarda, dışardan görülen hareketlerin değişik biçimlerde kayıtları yapılmaktadır. Bu kayıtlar, tek resimli ve seri resimli yöntemler aracılığı ile olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tek resimli yöntemde, fotoğraf, kronosiklofotoğraf ve impuls ışık fotoğrafı olmak üzere üç yöntem kullanılmaktadır. Seri resimli yöntem, kimyasal kayıt ve fotoelektrik kayıt şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Kimyasal kayıt da kendi içerisinde seri fotoğraf ve kinematoğraf olarak ikiye ayrılır. Fotoelektrik kayıt da videograf ve özel yöntemler olarak ikiye ayrılır.

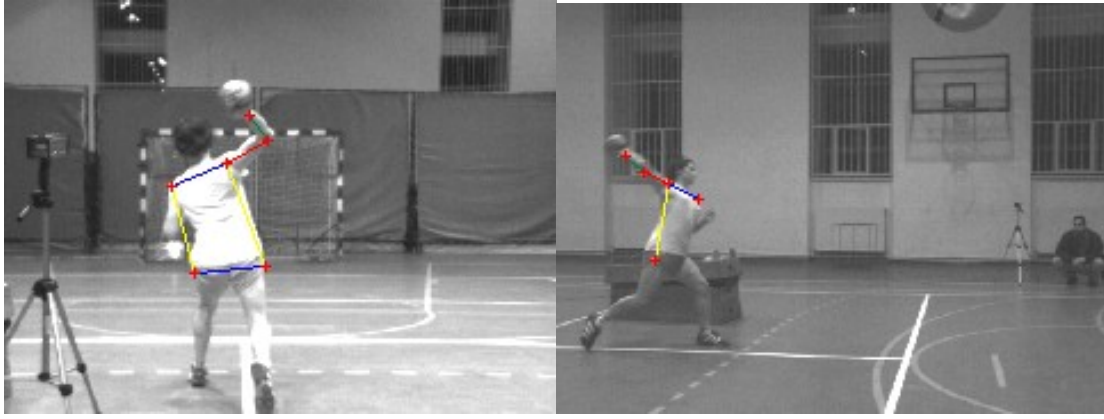
M.Ö 350’de Aristo ile başlayan, M.S. 131-201 yıllarında Galen, 1872’lerde Eadweard Muybridge, arkasından Braune, Fisher ve sonraları Eberhart, Inman, 1950’lerden sonra da Jackquelin Perry ile devam eden ve günümüze kadar gelen hareket analizlerinde yukarıda sayılan çeşitli yöntemler ile analizler yapılmıştır. Hareket analizleri, endüstride iş ve insan ilişkileri, tıpta rehabilitasyon, sporda hareket öğrenim ve hareketlerin biyomekanik açıdan incelenmesi amacıyla yapılmaktadır.

Günümüzde teknolojinin ilerlemesine bağlı olarak birçok hızlı kamera ve bilgisayar programları kullanılmakta ve üç boyutlu hareket analizleri yapılmaktadır. Bu sayede kameralar ile insan, hayvan ve makine gibi cisimlerin hareketleri kameralara çekilip bilgiler sayesinde kaydedilerek 2 veya 3 boyutlu olarak görsel verilere ve dönüştürülmekte, böylece analizlere kayıtlar, cismin veya kişinin birkaç kamera tarafından aynı anda kaydedilerek, video kartı yardımı ile dijital hale getirilmektedir. Bazı sistemlerde, otomatik olarak veya el ile, bir başka ifade ile eklem noktaları işaretlenerek pasif noktalar (siyah-beyaz veya renkli) sıraya uygun bir biçimde kaydedilir. Eklemlerin ve segmentlerin pozisyonu ekranda siyah-beyaz veya renkli olarak gözüken pasif noktalar otomatik veya el ile bir başka ifade ile bilgisayar faresi ile işaretlenerek, sırasıyla görüntüsü alınacak sporcuya 90 derece açıda hem sporcuyu hem de kaleyi görüş alanı içine alacak şekilde kameralar yerleştirilmelidir. 100 Hz görüntü yakalanan hızda en az iki kamera kullanılmalıdır. Çekim başlamadan aç birbiriyle çakışmaya ve iki (8-12) noktalı kalibrasyon kafesi ile ölçümün yapılacağı alanı ve boyutların 1mm. Hassasiyetle belirlenmelidir. İçinde bulunan hacim çubuk (fly calibration) ile de belirlenebilir. Kalibrasyon ile elde edilen bilgilerin bilgisayara işlenmesi kamerada gösterilen yerin yönlerinin belirlenmesinden sonra iki veya tercihen üç boyutlu resimlerinin hesaplanması kullanılan analiz sistemi (SIMI, APAS, Vicon vb gibi) otomatik olarak yapılır. Kayıt anında kullanılan her nokta her yönden görülemeyeceği için kameraların tek tek ya da hepsinin hesaplanması gerekmektedir. Analiz, koordinat sistemi içinde belirlenen noktalar ile oluşan eklem ve segmentlerin kinetik ve kinematik verilerin filtrelerden geçirilerek düzleştirme (smoothing) işlemi yapılmakta sonra normale yakın değerler haline getirilir ve matematiksel veriler haline dönüştürülerek istatistiki analizler yapılır.

Sonuç üç boyutlu olarak video resmi çizgi resim şekline dönüştürülerek hareketin analizi görsel olarak yapılabilir (66,71, www.simi.com).



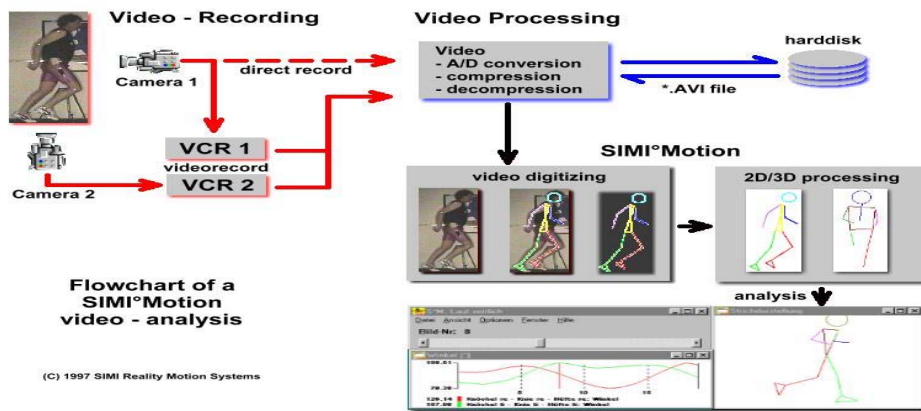
Şekil 16. Simi hareket analizi sisteminde hareketin üç boyutta görüntülenmesi (www.simi.com).



8 a

8 b

Resim 7. A milli oyuncularımızdan Derya Ustaoglu.



Şekil 16. Simi hareket analizi sistemi (107).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

Türkiye Hentbol Bayanlar Süper Liginde oynayan yaş ortalamaları $22,92 \pm 2.43$, boy ortalamaları 171.58 ± 3.99 cm, ağırlık ortalamaları $66,88 \pm 8.64$ kg. olan 12 elit sporcu araştırmanın örneklem grubunu oluşturmuştur.

Hentbol oynama yılı ortalama 12 yıl olan 12 elit sporcu, araştırmaya gönüllü olarak katılmıştır. Bu deneklerin elit olma kriteri, grubun ortalama 57 ± 33.99 defa A ve genç milli takım sporcusu olmalarıdır. Bu demografik bilgiler anket ile tespit edilmiştir.

Farklı günlerde yapılan iki bölümden oluşan çalışmada, deneklere birinci bölümde, antropometrik ve motorik özelliklerini belirlemek için çeşitli ölçümler yapılmıştır. İkinci bölümde, deneklerden dayanma adımlı yüksek temel atış şeklinde, hedefe isabetli kale atışları yapmaları istenmiştir. Bu uygulamalar, Basler marka kameralara, AVİ formatında kaydedilip, SİMİ Hareket Analizi 6.2 Programında değerlendirmeler yapılmıştır.

5.1. Genel Fiziksel Değerlendirme

İki bölümden oluşan bu değerlendirmede, antropometrik özelliklerden; boy, kilo, dominant kol uzunluğu, çevre ölçümleri, motorik özelliklerden kavrama kuvveti, gövde ve bacak kuvveti ölçümleri dikkate alınmıştır.

5.1.1. Antropometrik Ölçümler

Boy Ölçümü : Deneklerden, çıplak ayakla topuklar bitişik, sırt boy skalasına dönük ve baş karşıya bakacak şekilde dik durmaları istenmiştir. 0,1 cm duyarlılıkta ölçüm yapılmıştır (69). Ölçüm Aleti : Boy skalası.

Ağırlık Ölçümü : Deneklerden, çıplak ayakla üzerlerinde şort ve tşört olacak şekilde baskül üzerine çıkmaları istenmiştir. 0,1 kg. hassasiyetle ölçüm yapılmıştır (69). Ölçüm Aleti : Dijital tartı.

Kol Uzunluğu Ölçümü : Deneklerden, ayakta dik durmaları istenmiştir. Dominant kolda, acromion ile orta parmak ucu arasındaki mesafe dikkate alınarak ölçüm yapılmıştır (69). Ölçüm Aleti : Mezura.

5.1.2. Fiziksel Özellik Ölçümleri

Kavrama Kuvveti Ölçümü (izometrik kol kuvveti) : Denekler anatomik pozisyonda ayakta dururken dominant kol ekstansiyonda gövde ile 45 derece açı yapacak şekilde, el dinamometresini maksimal kuvvetle sıkışmış, yapılan iki denemeden hangisi en iyi derece ise kilopound (kp) cinsinden kaydedilmiştir. Ölçüm Aleti : Takai el dinamometresi.

Bacak Kuvveti Ölçümü : Deneğin dinamometre üzerinde yerini alması, komutla birlikte öne eğik duruşta parmak uçlarında yükselerek çelik halkayı yukarıya doğru çekmeye çalışması ile ölçüm yapılmıştır. Yapılan iki denemeden en iyisi kilopound (kp) cinsinden kaydedilmiştir. Ölçüm Aleti : Takai sırt ve bacak dinamometresi.

Gövde Kuvveti Ölçümü : Deneğin dinamometre üzerinde yerini alması, komutla birlikte diz eklemlerinde ekstansiyon yapmadan sırt dik durumda, çelik halkayı yukarıya doğru çekmeye çalışması ile ölçüm yapılmıştır. Yapılan iki denemeden en iyisinin değerlendirilmesinde tercih edilen relatif kuvvet (kaldırılan ağırlık/ vücut ağırlığı) kilopound (kp) cinsinden kaydedilmiştir . Ölçüm Aleti : Takai sırt ve bacak dinamometresi.

Benzer fiziksel özellikleri inceleyen çok sayıda araştırma bulunmaktadır (24,29,30,73).

5.2. Reaksiyon Süresi Ölçümleri

Bu bölümde deneklere seçmeli reaksiyon süresi ölçümleri yapılmıştır.

Reaksiyon süresini 1/1000 saniye ölçebilen Newtest 2000 bataryası kullanılmıştır (7,76). Denek elleri masada ve rahat bir şekilde çevresel faktörlerden arındırılmış bir odada, testi yapan kişinin karşısında sandalyede oturmuş, dominant el işaret parmağını cihaz üzerindeki düğmeye yerleştirmesi istenmiştir. Test hazır komutundan 2-3 saniye sonra başlatılmış ve deneklere test öncesi, test aracını tanımaları amacı ile üç deneme yaptırılmıştır. **Seçmeli reaksiyon** süresi ölçümünde, denekten yanan kırmızı ışığı gördüğünde en kısa sürede işaret parmağıyla düğmeye basarak ışığı söndürmesi istenmiştir (7). Ölçümde beş uyarı verilmiş, en iyi derece değerlendirmeye alınmak için seçilmiştir.

5.3. Biyomekaniksel Değerlendirme

İki aşamadan oluşan bu bölümde deneklerden, kaleye üç adım ile dayanma adımlı yüksek temel atış yapmaları istenmiştir.

5.3.1. Deneklerin Hazırlığı

Kale atışları öncesinde tüm deneklerin üst ekstremité ve pelvis bölgesindeki eklem noktalarına yansıtıcılar(marker) yerleştirilmiştir. Üst ekstremitéde her iki omuzda acromion üzerine, dominant kolun dirseğinde lateral epikondil üzerine ve el bileğinde styloid çıkıntı üzerine, pelvis bölgesinde trochanter major üzerine 1.5cm genişliğinde, kübik, beyaz renkte, kameralara infrared ışık eklendiğinde parlak görünme özelliğine sahip yansıtıcılar, sağlık bantı ile yapıştırılmıştır (Resim 8).



Resim 8. A milli sporcularımızdan Asiye Çelik ve Çiğdem Özcan.

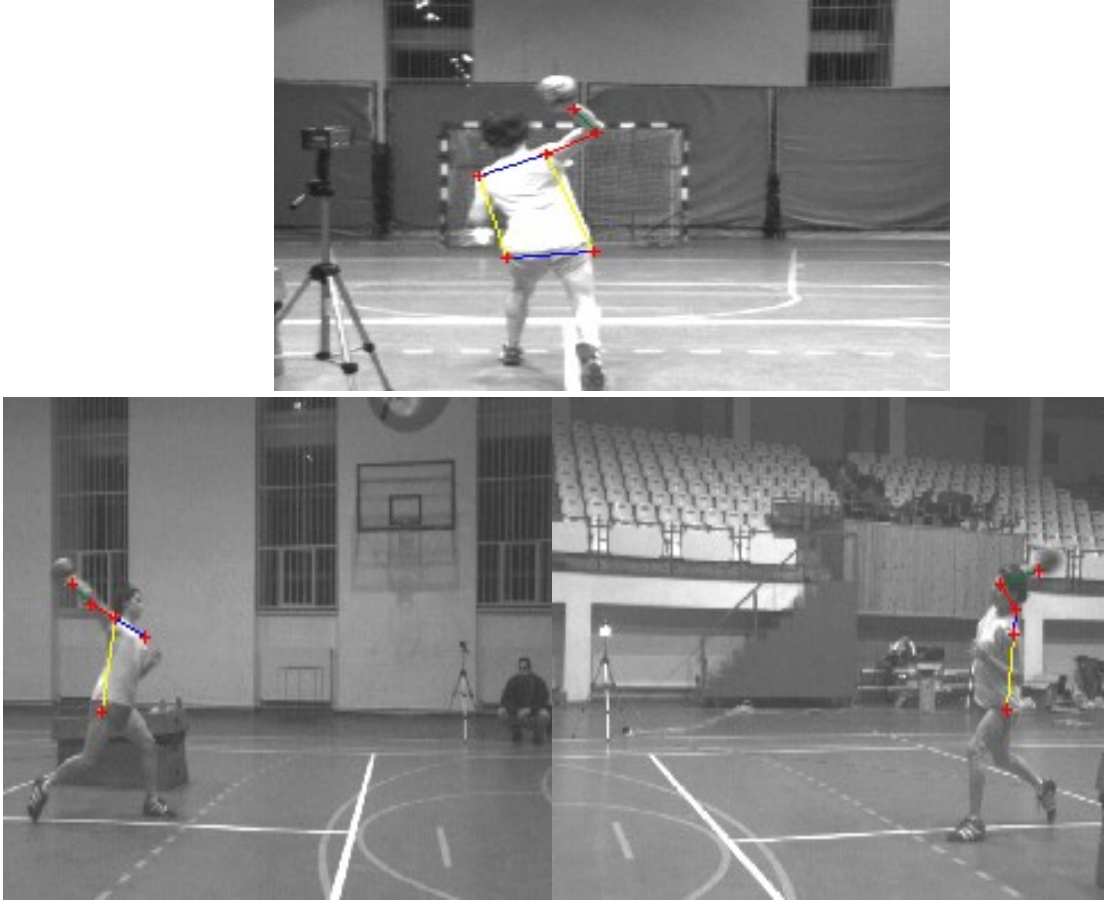
5.3.2. Ölçüm Araçlarının Hazırlığı

Kameralar : Üç boyutlu görüntüler üç kamera kullanılarak elde edilmiştir. Yerden yüksekliği 1.5 m. olan, bir tanesi kalenin karşısında, diğer ikisi sol ve sağ tarafta olan kameralar, birbirleriyle 90 derece açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Aynı hız ve kamera açıları ile yapılan benzer çalışmalar literatürde bulunmaktadır (11,25,47). Basler marka, A 602 f model ve hızı 100 Hertz olan kameralardan kalenin karşısında duran 1.

kameranın sporcuya olan uzaklığı üç metre, sol tarafta olan 2. kamera ile sağ tarafta duran 3. kamera arası yedişer metre olarak ayarlanmış ve sabitlenmiştir (Resim 10,11).

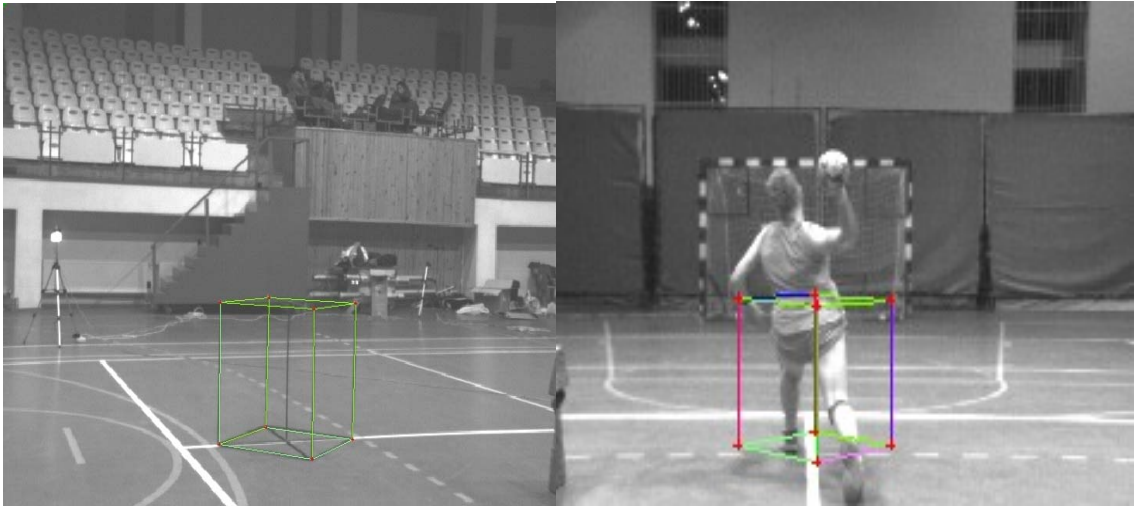


Resim 9. Basler marka kamera.



Resim 10. Üç kameranın görüntüleri.

Kalibrasyon Kafesi : Kale atışları öncesi, 80cm. yüksekliğinde, 70cm. eninde, 8 noktadan oluşan küp şeklindeki kalibrasyon kafesi, hareket alanının olduğu yere kaleyi ortalayacak şekilde yerleştirilmiştir. Üç kamera ile kalibrasyon kafesine çekim yapılmış, ve görüntüler bilgisayar programına AVİ dosyası olarak kaydedildikten sonra kafes kaldırılmıştır (Resim 11). Kalibrasyonda DLT Yöntemi kullanılmıştır (1,83). Üç boyutlu analizlerde sıklıkla kullanılan (72) bu yöntemin farklı tekniklerde yapılan çalışmalarda kullanıldığı literatürde görülmektedir (8,47,59,67).



Resim 11. Kalibrasyon kafesinin ekran üzerindeki görüntüsü.

Radar : Atışlar anında topun maksimal hızı (km/sa) Sports Radar Gunn, Astro Products, CA marka radar ile tespit edilmiştir (17). Radar, sporcunun iki metre arkasında, bir metre sağında olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Kasa : Atış öncesi deneklerin içinden topları rahatlıkla alabilmeleri için sporcuların atış yaptıkları alanın iki metre sol tarafına, bel hizası yüksekliğinde bir kasa yerleştirilmiştir.

Toplar : Ağırlıkları aynı (325gr., iki numara) olan Molten marka deri hentbol topları, her denek için atış öncesi kasa içine yerleştirilmiştir (89).

Demir Çerçeveler : İkinci aşamada kalenin üst ve alt köşelerine 60x60cm. boyutunda demir çubuklardan yapılmış kare şeklinde hedef çerçevesi yerleştirilmiştir.

Işık Uyarını Tesisatı : Deneklere hedef yeri göstermek amacıyla ikinci aşamada, dört ampul, elektrik kablosu ve duyundan oluşan bir sistem kurulmuş, ampuller kale arkasında fileyle temas etmeyecek şekilde duvara monte edilmiştir.

5.3.3. Kale Atışları Uygulaması

Denekler atış öncesi topları, bel hizasında bulunan kasanın içinden almış, üç saniye içinde (89) kale atışını kullanmışlardır. Her iki aşamada atışlar üç adım ile dayanma adımlı yüksek temel kale atışı şeklinde kaleye 9 m. mesafeden uygulanmıştır (Resim12). Bu atışlar sırasında Süper Lig maçlarında oynanan iki numara hentbol topları kullanılmıştır.



Resim 12. A Milli oyuncularımızdan Çiğdem Özcan.

Birinci Aşama : Deneklerden serbest atış çizgisini (kaleye 9m. uzaklıkta) geçmeden kalede herhangi bir yere maksimum hızda atış yapmaları istenmiştir. Her denek kaleye iki atış yapmıştır. Bu iki atıştan hangisinde radar ile ölçülen top hızı daha büyükse o atış maksimum atış hızı olarak kabul edilmiş ve değerlendirmeye alınmıştır.

İkinci Aşama : Kalenin üst ve alt köşelerine 60x60cm. boyutunda demir çubuklardan yapılmış içi boş, kare şeklinde hedef çerçevesi yerleştirilmiştir. Deneklere topu ellerine aldıkları an, atış yapacakları dört köşe için birer defa ve rastgele olacak şekilde ışık uyararı verilmiştir. Deneklerden, ışık uyarısının geldiği köşedeki hedef çerçevesinin içinden geçecek şekilde isabetli atış yapmaları istenmiştir. Topa sahip olan oyuncunun topu üç saniye içinde elinden çıkarması gerektiği kuralından hareketle (89) her denekten, bu süre içinde serbest atış çizgisini geçmeden atış yapması istenmiştir.

5.3.4. Hareket Analizi Yöntemi

Maç şartlarında kale atışlarının etkili olabilmesi için atılan topun, hızlı ve isabetli olması gerektiğinden (82,93) ikinci aşamadaki isabetli atışlardan, top hızının en yüksek olduğu atış, değerlendirmeye alınmıştır.

Kameralara yapılan kayıtların analiz bölümünde, iki aşamada uygulanan kale atışlarında kuvvet uygulama evresinin başlangıç ve bitiş kareleri üzerinde, eklem noktaları bilgisayar ekranından SIMI Hareket Analizi 6.2 Programı kullanılarak işaretlenmiştir (Resim 13,14).



Resim 13. Simi Hareket Analiz Sistemi



14 a

14 b

Resim 14. A Milli oyuncularımızdan Sıdika Gökçe.

Kinetik ve kinematik analizlerde kullanılmak üzere hareketin fazlarından olan ;

Kuvvet uygulama evresinin başlangıç karesi : Öndeki ayağın(destek ayağının) yere teması anında eldeki topun, en geride olduğu kare,

Kuvvet uygulama evresinin bitiş karesi : Topun elden çıkması anındaki kare olarak belirlenmiştir.

Adı geçen bilgisayar programı tarafından isabetli ve isabetsiz atışlarda, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ile bitişindeki kol, önkol segmentlerinin, omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyonunun; açı (°) , açısal hız (°/s) ve açısal ivme (°/ s²) değerleri , omuz ve dirsek eklemlerinin, doğrusal yer değiştirme (m) , doğrusal hız (m/s) ve doğrusal ivme (m/ s²) değerleri hesaplanmıştır.

5.3.5. Kinetik Değerlendirme

Bilgisayar programından elde edilen açısal ivme değeri ve Newton'un II. Prensibi (23,58,98) olan **Kuvvet = kütle x ivme** formülünden hareketle analitik metodla, segmente ait atış kuvveti hesaplanmıştır.

$$F(kol) = m(kol) \times a(kol)$$

$$F(önkol) = m(önkol) \times a(önkol)$$

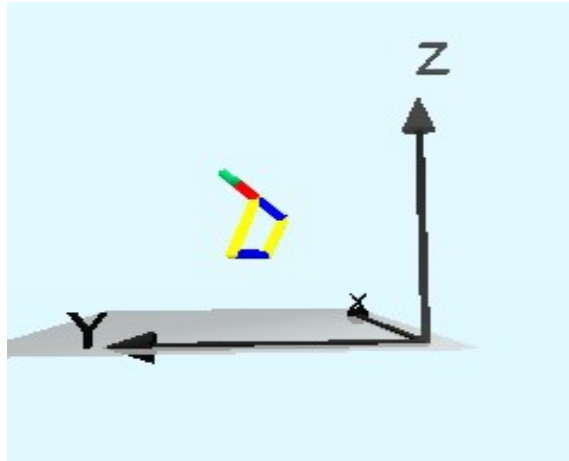
Formüldeki kütle, segmentin kütlesini, açısal ivme, segmentin hareket yapılırken birim zamandaki hız değişimini, kuvvet ise hareket yapılırken kaslarda ve çevre dokularda açığa çıkan segmente ait atış kuvvetini belirtmektedir. Kütle(m); vücut ağırlığının ilgili segmente ait olan yüzdesinden* (48,99) matematiksel işlem ile , açısal ivme(a); SIMI Hareket Analizi 6.2 Programı ile hesaplanarak bulunmuştur. Bu şekilde analitik yöntem ile isabetli ve isabetsiz kale atışlarında, hem kuvvet uygulama evresi başlangıcında hem de bitişinde kol ve önkol segmentlerinde meydana gelen atış kuvveti değerleri tespit edilmiştir.

* Ek 2'de total vücut ağırlığına göre vücut parçalarının yüzde cinsinden değerleri görülmektedir (14,48).

5.3.6. Kinematik Değerlendirme

Bu bölümde isabetli ve isabetsiz atışlar arasında, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ile bitişindeki kol ve önkol segmentlerinin, omuz ve dirsek eklemlerinin, omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyonunun açı, açısal hız ve ivme farkları, ayrıca topun hızı değerlendirmeye alınmıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ve bitışı tespit edildikten sonra ilgili kare seçilmiştir. Değerlendirme için, üç düzlemde (xy,xz,yz eksenlerinde) belirlenen üst ekstremitate eklem noktaları (yansıtıcıların yapıştırıldığı noktalar) bilgisayar ekranından işaretlenmiştir. Verilerin bilgisayara AVİ dosyası olarak kaydedilmesinden sonra ölçümler, SIMI Hareket Analizi 6.2 Programı kullanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 15. Hareketin üç eksendeki görüntüsü.

Değerlendirme sonrası, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ile bitişindeki kol ve önkol segmentlerinin, omuz ve dirsek eklemlerinin, omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyonunun açı, açısal hız ve ivme değerleri tespit edilmiştir.

Topun hızı ise topun elden çıktıktan sonraki sahip olduğu maksimal hız olarak Sports Radar Gunn, Astro Products, CA marka radar ile tespit edilmiştir (50,94). Birimi kilometre/saat olarak değerlendirilmiştir.

5.4. Verilerin Analizi ve İstatistiksel Değerlendirme

İsabetli ve isabetsiz atışlar arasında, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ile bitişindeki kol ve önkol segmentlerinin, omuz ve dirsek eklemlerinin, omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyonunun açı ve açısal-yörüngesel hız değerlerinin farkları, atış kuvveti ve atış hızı ile bu bahsedilen ve diğer parametreler (reaksiyon zamanı, fiziksel özellikler) arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş ve araştırmanın sonuçlarına ulaşılmıştır.

Bu analizlerin yapılmasında şu istatistiksel yöntem ve formüller kullanılmıştır ;

Submaksimal olarak kabul edilen isabetli kale atışlarındaki top hızının, maksimal hız olarak kabul edilen isabetsiz kale atışındaki top hızından ne kadar az olduğu, yüzde değeri cinsinden, absolut dirsek ve omuz doğrusal hızının, top hızına oranı ve segmentlerin atış kuvvetleri analitik yöntemle, matematiksel olarak hesaplanmış, tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler, Statistical Packages for Social Sciences for Windows (SPSS Ver. 13.0) istatistik programına kayıt edilmiştir. Descriptive analizleri X (ortalama) ve S.S. (standart sapma), isabetli, isabetsiz hız parametrelerinin karşılaştırmalarında Wilcoxon Signed Ranks Test testi uygulanmıştır. Bunun yanında top hızını etkileyen parametreleri belirlemek için ise Çift yönlü Pearson Correlation testi uygulanmıştır. Tüm bu testlerdeki parametreler $p<0,05$ ve $p<0,01$ düzeyinde birbirleri ile karşılaştırılmış ve ilişkiler aranmıştır.

6. BULGULAR

6.1. Demografik ve Genel Fiziksel Özellik Verileri

Çalışmamız, yaş ortalaması $22,92 \pm 2,43$ yıl aralığında olan ortalama $12,00 \pm 2,22$ yıldır hentbol oynayan ve ortalama $57,00 \pm 33,99$ defa A ve Genç milli olmuş bayan sporcular ile yapılmıştır. Deneklerin demografik özellikleri tablo 1’de, genel fiziksel özellikleri tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik veriler.

Parametreler	N	Min.	Maks.	X	S.S.
Yaş (yıl)	12	20,00	27,00	22,92	2,43
Milli olma sayısı	12	14,00	125,00	57,00	33,99
Hentbol oynadığı yıl	12	8,00	15,00	12,00	2,22

Tablo 2. Genel fiziksel özellik verileri.

Parametreler	N	X	S.S.
Kilo (kg)	12	66,88	8,64
Boy (cm)	12	171,58	3,99
Kol uzunluğu (cm)	12	75,25	3,72
Kavrama kuvveti (kp)	12	37,72	2,87
Bacak kuvveti (kp)	12	112,88	20,66
Sırt kuvveti (kp)	12	102,75	23,89

6.2. Reaksiyon Zamanı Verileri

Çalışmamızda ortalama seçmeli reaksiyon zamanı 243.17 ± 25.34 mls bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Seçmeli reaksiyon zamanı verileri.

Parametreler	N	X	S.S.
Seçmeli Reaksiyon zamanı (mls)	12	243,17	25,34

6.3. Top Hızı Verileri

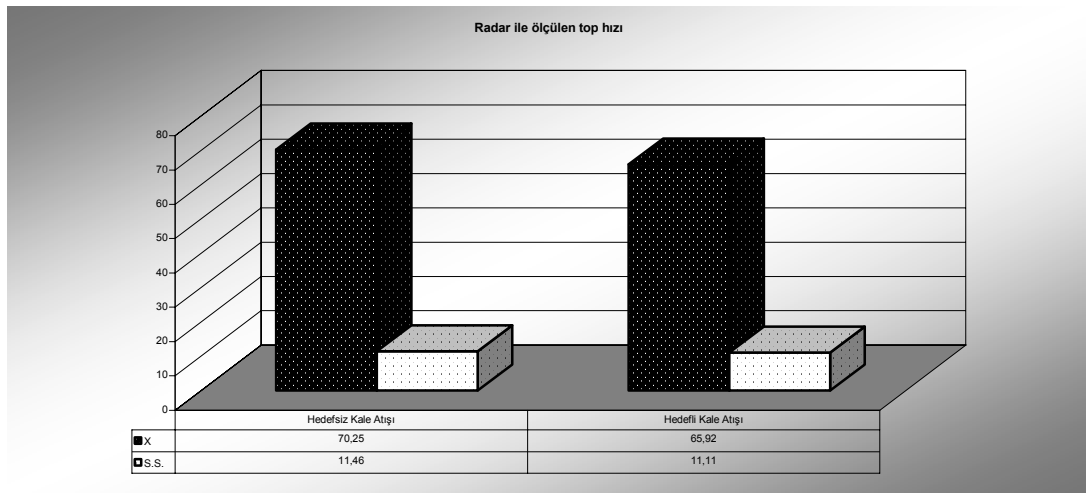
Top hızı, isabetsiz kaleye yapılan atışta 70.25 km/sa , isabetli kaleye yapılan atışta 65.92 Km/sa olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. Radar ile ölçülen maksimal top hızı verileri.

Radar İle Ölçülen Top Hızı					Karşılaştırma	
İsabetsiz Kale Atışı			İsabetli Kale Atışı		z	p
X		S.S.	X	S.S.		
km/sa	70.25	11.46	65.92	11.11	-3.07	0.00**
m/s*	252.9		237.312			

** p<0.01 * p<0.05

Deneklerin yapmış oldukları isabetli atışlar arasında top hızı en yüksek olan kale atışı değerlendirmeye alınmıştır. İsabetli ve isabetsiz kale atışlarında radar ile tespit edilen top hızı verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,01).



Şekil 16. İsabetli ve isabetsiz kale atışı için radar ile ölçülen top hızı.

* 1 m/s = 3.6 km/sa (www.coachesinfo.com/category/athletics/47/).

6.4. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişindeki

Kinematik Veriler

Tablo 5. Kol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagittal d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin **başlangıcındaki** kinematik değerler.

Xy,xz ve yz eksenlerindeki kinematik parametreler	İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
	X	SS	X	SS	z	p
(N=12)						
Xy Açı (°)	23.38	16.16	26.22	10.04	-0.24	0.81
Xy Açısal hız (derece/s)	277.30	210.23	350.79	285.92	-0.47	0.64
Xz Açı (°)	38.94	18.37	86.15	167.25	-0.16	0.88
Xz Açısal hız (derece/s)	578.55	471.04	1416.64	2501.58	-1.10	0.27
Yz Açı (°)	37.80	16.94	78.25	148.00	-0.63	0.53
Yz Açısal hız (derece/s)	501.09	366.48	1252.66	2839.41	-0.24	0.81

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kol segmentinin xy eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 23.38 ± 16.16 derece, isabetli atışlarda 26.22 ± 10.04 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 277.30 ± 210.23 derece/sn, isabetli atışlarda 350.79 ± 285.92 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kol segmentinin xz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 38.94 ± 18.37 derece, isabetli atışlarda 86.15 ± 167.25 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 578.55 ± 471.04 derece/sn, isabetli atışlarda 1416.64 ± 2501.58 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kol segmentinin yz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 37.80 ± 16.94 derece, isabetli atışlarda 78.25 ± 148.00 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 501.09 ± 366.48 derece/sn, isabetli atışlarda 1252.66 ± 2839.41 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Her üç düzlemde de kol segmenti kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 6. Kol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagittal d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin **bitişindeki kinematik değerler.**

Xy,xz ve yz eksenlerindeki kinematik parametreler	İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
	X	SS	X	SS	z	p
(N=12)						
Xy Açı (°)	9.21	5.95	6.82	6.57	-1.73	0.08
<u>Xy Açısal hız (derece/s)</u>	214.51	140.31	142.10	125.95	-2.75	<u>0.01**</u>
Xz Açı (°)	28.37	28.83	30.53	28.38	-0.47	0.64
Xz Açısal hız (derece/s)	443.13	310.60	385.44	244.02	-1.33	0.18
Yz Açı (°)	56.95	28.36	55.78	30.02	-0.39	0.69
<u>Yz Açısal hız (derece/s)</u>	462.33	287.12	256.40	279.26	-2.51	<u>0.01**</u>

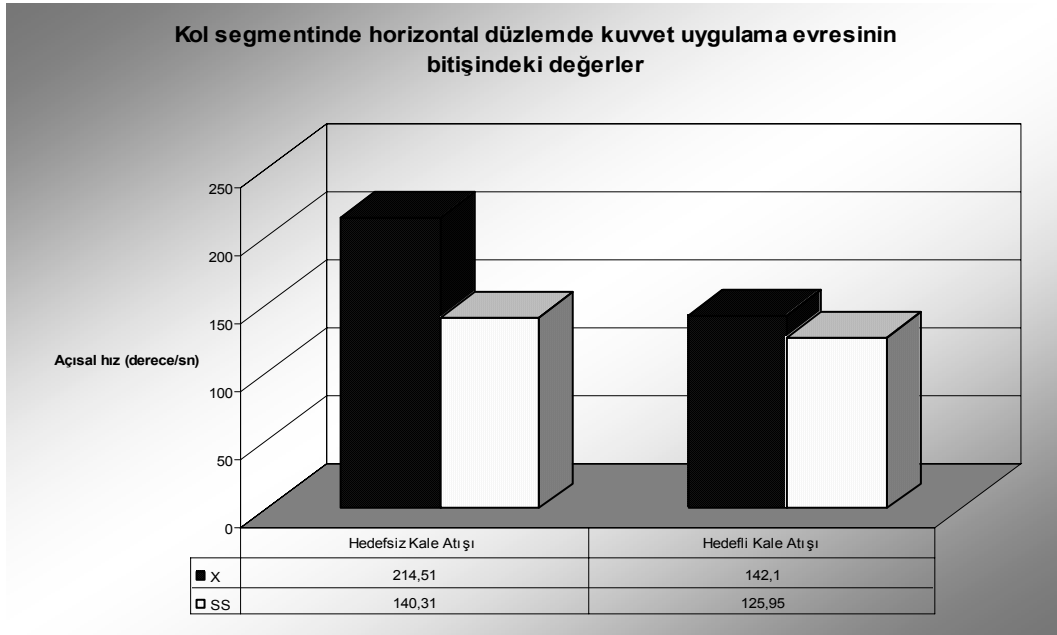
** p<0.01 * p<0.05

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kol segmentinin xy eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 9.21 ± 5.95 derece, isabetli atışlarda 6.82 ± 6.57 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 214.51 ± 140.31 derece/sn, isabetli atışlarda 142.10 ± 125.95 derece/sn olduğu bulunmuştur.

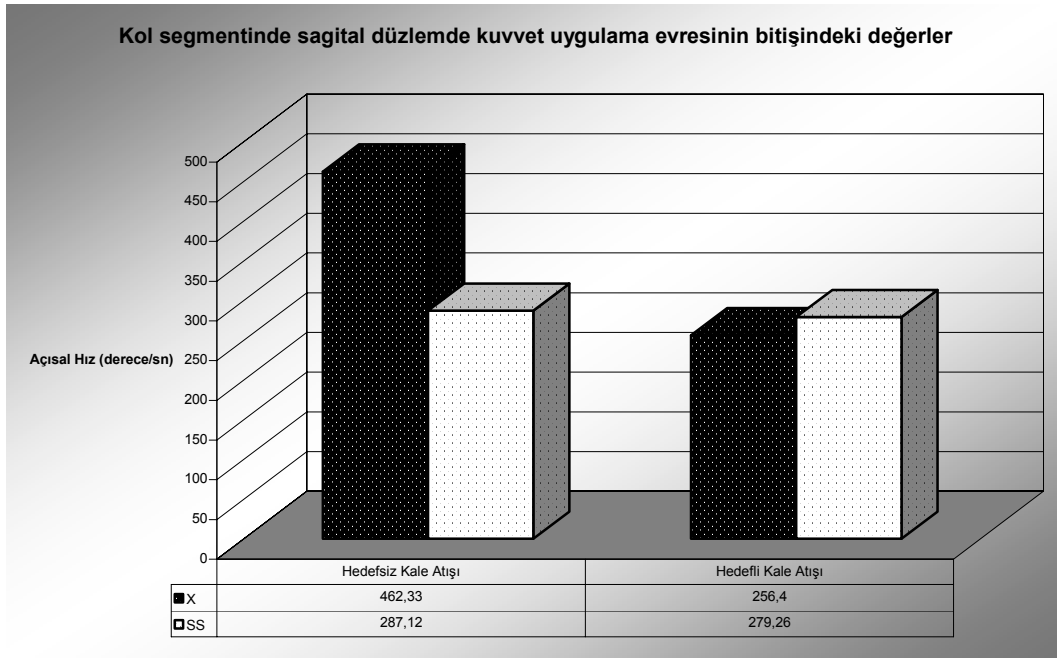
Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kol segmentinin xz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 28.37 ± 28.83 derece, isabetli atışlarda 30.53 ± 28.38 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 443.13 ± 310.60 derece/sn, isabetli atışlarda 385.44 ± 244.02 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kol segmentinin yz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 56.95 ± 28.36 derece, isabetli atışlarda 55.78 ± 30.02 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 462.33 ± 287.12 derece/sn, isabetli atışlarda 256.40 ± 279.26 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Horizontal ve yz ekseninde kol segmenti kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin bitişinde açısal hızda istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0.01$). Diğer verilerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.



Şekil 17. Kol segmentinde xy ekseninde (horizontal d.) kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kinematik değerler.



Şekil 18. Kol segmentinde yz ekseninde (sagital d.) kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kinematik değerler.

Tablo 7. Önkol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagittal d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kinematik değerler.

Xy,xz ve yz eksenlerindeki kinematik parametreler	İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
	X	SS	X	SS	z	p
(N=12)						
Xy Açı (°)	52.23	19.55	82.61	89.20	-0.39	0.69
Xy Açısal hız(derece/s)	452.30	338.40	3253.55	9801.80	-0.39	0.69
Xz Açı (°)	27.36	21.32	82.65	220.83	-0.24	0.81
Xz Açısal hız(derece/s)	466.83	425.00	1519.37	3703.21	-0.24	0.81
Yz Açı (°)	17.73	12.37	60.91	141.53	-0.86	0.39
Yz Açısal hız (derece/s)	338.72	230.88	1191.57	2908.52	-0.86	0.39

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkol segmentinin, xy eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 52.23 ± 19.55 derece, isabetli atışlarda 82.61 ± 89.20 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 452.30 ± 338.40 derece/sn, isabetli atışlarda 3253.55 ± 9801.80 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkol segmentinin, xz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 27.36 ± 21.32 derece, isabetli atışlarda 82.65 ± 220.83 derece açısal hızının isabetsiz atışlarda 466.83 ± 425.00 derece/sn, isabetli atışlarda 1519.37 ± 3703.21 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkol segmentinin, yz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 17.73 ± 12.37 derece, isabetli atışlarda 60.91 ± 141.53 açısal hızının isabetsiz atışlarda 338.72 ± 230.88 derece/sn, isabetli atışlarda 1191.57 ± 2908.52 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Her üç düzlemde de önkol segmenti kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 8. Önkol segmentinde xy (horizontal d.), xz (frontal d.) ve yz (sagital d.) eksenlerinde kuvvet uygulama evresinin **bitişindeki** kinematik değerler.

Xy,xz ve yz eks. Kinematik Para. (N=12)	İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
	X	SS	X	SS	z	p
Xy Açı (°)	52.48	12.20	54.05	14.20	-0.39	0.69
Xy Açısal hız (derece/s)	794.24	547.93	710.80	663.39	-0.08	0.94
Xz Açı (°)	18.48	15.46	19.32	15.08	-1.26	0.21
Xz Açısal hız (derece/s)	1117.83	629.91	928.47	450.11	-1.41	0.16
Yz Açı (°)	26.55	14.81	25.19	14.25	-0.47	0.64
Yz Açısal hız (derece/s)	1400.85	664.78	1320.85	643.54	-0.78	0.43

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişindeki önkol segmentinin xy eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 52.48 ± 12.20 derece, isabetli atışlarda 54.05 ± 14.20 derece, açısal hız isabetsiz atışlarda 794.24 ± 547.93 derece/sn, isabetli atışlarda 710.80 ± 663.39 derece/sn olarak bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişindeki önkol segmentinin xz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 18.48 ± 15.46 derece, isabetli atışlarda 19.32 ± 15.08 derece, açısal hız isabetsiz atışlarda 1117.83 ± 629.91 derece/sn, isabetli atışlarda 928.47 ± 450.11 derece/sn olarak bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişindeki önkol segmentinin yz eksenindeki ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 26.55 ± 14.81 derece, isabetli atışlarda 25.19 ± 14.25 derece, açısal hız isabetsiz atışlarda 1400.85 ± 664.78 derece/sn, isabetli atışlarda 1320.85 ± 643.54 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Her üç düzlemde de önkol segmenti kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 9. Xy ekseninde kuvvet uygulama evresinin **başlangıcında omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyon** kinematik değerleri.

Horizontal düzlemde rotasyon değerleri (xy eks.)		İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
N = 12		X	SS	X	SS	z	p
O M U Z	Açı(°)	5.38	3.50	13.95	30.14	-0.31	0.75
	Açısal hız (derece/s)	121.57	171.63	311.27	817.93	0.00	1.00
P E L V İ S	Açı(°)	4.68	3.00	7.68	11.36	-0.24	0.81
	Açısal hız (derece/s)	56.28	39.50	141.68	263.19	-1.10	0.27

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında xy ekseninde, gövde segmentinde omuz seviyesinde rotasyon ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 5.38 ± 3.50 derece, isabetli atışlarda 13.95 ± 30.14 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 121.57 ± 171.63 derece/sn, isabetli atışlarda 311.27 ± 817.93 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında xy ekseninde, gövde segmentinde pelvis seviyesinde rotasyon ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 4.68 ± 3.00 derece, isabetli atışlarda 7.68 ± 11.36 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 56.28 ± 39.50 derece/sn, isabetli atışlarda 141.68 ± 263.19 derece/sn olduğu bulunmuştur.

Xy ekseninde omuz ve pelvis seviyesinde yapılan rotasyonun kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 10. Xy ekseninde kuvvet uygulama evresinin **bitişinde omuz ve pelvis seviyesindeki rotasyon** kinematik değerleri.

Horizontal düzlemde rotasyon değerleri (xy ek.)		İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
N = 12		X	SS	X	SS	z	p
O M U Z	Açı(°)	20.84	9.75	18.30	6.98	-1.26	0.21
	Açısal hız (derece/s)	68.59	58.62	81.71	61.60	0.55	0.58
P E L V İ S	Açı(°)	3.81	3.35	3.52	3.71	-0.78	0.43
	Açısal hız (derece/s)	44.27	37.33	70.97	73.05	-1.10	0.27

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişinde xy ekseninde, gövde segmentinde omuz seviyesinde rotasyon ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 20.84 ± 9.75 derece, isabetli atışlarda 18.30 ± 6.98 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 68.59 ± 58.62 derece/s, isabetli atışlarda 81.71 ± 61.60 derece/s olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişinde xy ekseninde, gövde segmentinde pelvis seviyesinde rotasyon ortalama açısal değerinin isabetsiz atışlarda 3.81 ± 3.35 derece, isabetli atışlarda 3.52 ± 3.71 derece, açısal hızının isabetsiz atışlarda 44.27 ± 37.33 derece/s, isabetli atışlarda 70.97 ± 73.05 derece/s² olduğu bulunmuştur.

Xy ekseninde omuz ve pelvis seviyesinde yapılan rotasyonun kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin bitişinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 11. Kuvvet uygulama evresinin **başlang.** **dirsek** ve **omuz** **absolut** kinematik değerleri.

Absolut (xyz) Kinematik Değerler		İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
N = 12		X	SS	X	SS	z	p
D İ R S E K	Doğrusal Yer Değiştirme(m)	87.02	20.08	80.95	25.58	-0.94	0.35
	Doğrusal hız (m/s)	302.83	215.86	461.57	450.89	-0.78	0.43
O M U Z	Doğrusal Yer Değiştirme(m)	70.84	15.51	64.20	20.12	-0.78	0.43
	Doğrusal hız (m/s)	219.57	262.35	416.11	594.61	-0.31	0.75

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı üç eksende incelendiğinde, dirsek eklemi ortalama doğrusal yer değiştirme isabetsiz atışlarda 87.02 ± 20.08 m., isabetli atışlarda 80.95 ± 25.58 m. , doğrusal hızının isabetsiz atışlarda 302.83 ± 215.86 m/sn, isabetli atışlarda 461.57 ± 450.89 m/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı üç ekseninde(boyutta) incelendiğinde, omuz eklemi ortalama doğrusal yer değiştirme değerinin isabetsiz atışlarda 70.84 ± 15.51 m., isabetli atışlarda 64.20 ± 20.12 m., doğrusal hızının isabetsiz atışlarda 219.57 ± 262.35 m/sn, isabetli atışlarda 416.11 ± 594.61 m/sn olduğu bulunmuştur.

Üç eksen birlikte incelendiğinde dirsek ve omuz eklemi kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 12. Kuvvet uygulama evresinin **bitişind. dirsek ve omuz absolut** kinematik değerleri.

Absolut (xyz) Kinematik Değerler		İsabetsiz Kale Atışı		İsabetli Kale Atışı		Karşılaştırma	
N = 12		X	SS	X	SS	z	p
D İ R S E K	Doğrusal Yer Değiştirme (m)	124.03	19.15	114.79	17.54	-1.88	0.06
	Doğrusal hız (m/s)	1247.37	655.90	1127.66	377.35	-1.10	0.27
O M U Z	Doğrusal Yer Değiştirme (m)	87.32	14.41	85.74	10.60	-0.47	0.64
	Doğrusal hız (m/s)	206.25	102.96	131.88	89.51	-1.73	0.08

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişi üç ekseninde incelendiğinde, dirsek eklemi ortalama doğrusal yer değiştirme değerinin isabetsiz atışlarda 124.03 ± 19.15 m., isabetli atışlarda 114.79 ± 17.54 m., doğrusal hızının isabetsiz atışlarda 1247.37 ± 655.90 m/sn, isabetli atışlarda 1127.66 ± 377.35 m/sn olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişi üç ekseninde incelendiğinde, omuz eklemi ortalama doğrusal yer değiştirme isabetsiz atışlarda 87.32 ± 14.41 m., isabetli atışlarda 85.74 ± 10.60 m., doğrusal hızının isabetsiz atışlarda 206.25 ± 102.96 m/sn, isabetli atışlarda 131.88 ± 89.51 m/sn olduğu bulunmuştur.

Üç eksen birlikte incelendiğinde dirsek ve omuz eklemi kinematik değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin bitişinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

6.5. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişindeki Kinetik Veriler

Tablo 13. Kuvvet uyg. evresinin başlangıcında kol ve önkol segmentinin kinetik değerleri.

Atış Kuvveti (N) Eks.		İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı		Karşılaştırma	
N = 12		X	SS	X	SS	z	p
K O L	Xy ekseninde	23326.29	33842.53	12145.62	9819.26	-0.39	0.69
	Xz ekseninde	44129.37	46174.94	29077.96	33145.27	-0.78	0.43
	Yz ekseninde	13218.49	14306.09	12378.12	16460.61	-0.55	0.58
Ö N K O L	Xy ekseninde	19979.07	20612.97	26252.24	26296.64	-0.71	0.48
	Xz ekseninde	23919.54	25431.42	13458.88	11216.57	-1.26	0.21
	Yz ekseninde	13218.49	14306.09	12378.12	16460.61	-0.39	0.69

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kol segmentinin xy eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 12145.62 ± 9819.26 Newton, isabetli atışlarda 23326.29 ± 33842.53 Newton, Xz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 29077.96 ± 33145.27 Newton, isabetli atışlarda 44129.37 ± 46174.94 Newton, Yz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 12378.12 ± 16460.61 Newton, isabetli atışlarda 13218.49 ± 14306.09 Newton olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ön kol segmentinin xy eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 26252.24 ± 26296.64 Newton, isabetli atışlarda 19979.07 ± 20612.97 Newton, Xz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 13458.88 ± 11216.57 Newton, isabetli atışlarda 23919.54 ± 25431.42 Newton, Yz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 12378.12 ± 16460.61 Newton, isabetli atışlarda 13218.49 ± 14306.09 Newton olduğu bulunmuştur.

Her üç eksen de kol ve önkol segmenti **kinetik** değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 14. Kuvvet uygulama evresinin **bitişindeki kol ve önkol** segmentinin **kinetik** değerleri.

Atış Kuvveti (N) Eks.		İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı		Karşılaştırma	
N =12		X	SS	X	SS	z	p
K O L	Xy ekseninde	13807.11	10541.56	14103.52	14879.23	-0.24	0.81
	Xz ekseninde	17596.22	13403.29	29833.10	21227.21	-1.26	0.21
	Yz ekseninde	30736.08	27646.83	38882.31	31716.86	-0.86	0.39
Ö N K O L	Xy ekseninde	60232.48	36943.63	81547.33	40268.35	-1.33	0.18
	Xz ekseninde	26991.86	24908.11	39400.36	31508.35	-1.41	0.16
	Yz ekseninde	24674.81	21340.42	30852.18	17289.90	-1.10	0.27

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin bitişinde kol segmentinin xy eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 14103.52 ± 14879.23 Newton, isabetli atışlarda 13807.11 ± 10541.56 Newton, Xz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 29833.10 ± 21227.21 Newton, isabetli atışlarda 17596.22 ± 13403.29 Newton, Yz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 38882.31 ± 31716.86 Newton, isabetli atışlarda 30736.08 ± 27646.83 Newton olduğu bulunmuştur.

Hentbolde dayanma adımlı yüksek temel atışta, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ön kol segmentinin xy eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 81547.33 ± 40268.35 Newton, isabetli atışlarda 60232.48 ± 36943.63 Newton, Xz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 39400.36 ± 31508.35 Newton, isabetli atışlarda 26991.86 ± 24908.11 Newton, Yz eksenindeki ortalama atış kuvveti isabetsiz atışlarda 30852.18 ± 17289.90 Newton, isabetli atışlarda 24674.81 ± 21340.42 Newton olduğu bulunmuştur.

Her üç eksen de kol ve önkol segmenti **kinetik** değerlerinde, isabetli ve isabetsiz atışlar arasında kuvvet uygulama evresinin bitişinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

6.6. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişinde Atış Kuvveti İle İlgili Korelasyonlar

Tablo 15. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kol ve önkol segmentinin atış kuvveti ile ilgili korelasyonlar.

	Atış Kuv. Eksenleri	Parametreler	İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale A.	
			r	p	r	p
K O L S E G M E N T İ	Xy ek. atış kuvveti ile	xy kol açısı arasında	0,60	<0,04*	0,60	<0,04*
		xy kol ivmesi arasında	0,99	<0,00**	0,99	<0,00**
	Yz ekseninde ki atış kuvveti ile	xy kol açısı arasında	0,70	<0,01**	0,70	<0,01**
		xz kol ivmesi arasında	0,76	<0,00**	0,76	<0,00**
		xz kol kuvveti arasında	0,86	<0,00**	0,86	<0,00**
		xz önkol atış kuvveti arasında	0,60	<0,00**	0,60	<0,04*
		yz kol ivmesi arasında	0,97	<0,00**	0,97	<0,00**
	Xz ekseninde ki atış kuvveti ile	xz önkol atış kuvveti arasında	0,62	<0,03*	0,62	<0,03*
		yz kol ivmesi arasında	0,90	<0,00**	0,90	<0,00**
		yz kol atış kuvveti arasında	0,86	<0,00**	0,86	<0,00**
		xz kol ivmesi	0,97	<0,00**		
Ö N K O L S E G M E N T İ	Xy ekseninde ki atış kuvveti ile	Absolut dirsek doğ. hızı aras.	0,80	<0,00**		
		xy önkol hızı arasında	0,67	<0,02*		
		xy önkol ivmesi arasında	0,96	<0,00**		
		yz önkol hızı arasında	0,67	<0,02*	0,67	<0,02*
	Yz ekseninde ki atış kuvveti ile	yz kol hızı arasında	0,68	<0,01**	0,68	<0,01**
		yz önkol ivmesi arasında	0,97	<0,00**	0,97	<0,00**
		yz önkol açısı arasında	- 0,68	<0,02*	-0,68	<0,02*
	Xz ekseninde ki atış kuvveti ile	xz kol ivmesi arasında	0,64	<0,02*	0,64	<0,03*
		xz kol atış kuvveti arasında	0,62	<0,03*	0,62	<0,03*
		xz önkol ivmesi arasında	0,96	<0,00**	0,96	<0,00**
		yz kol ivmesi arasında	0,63	<0,03*	0,63	<0,03*
		Yz kol atış kuvveti arasında	0,60	<0,04*	0,60	<0,04*
		Xy omuz sev. Rot. İv. Aras.	0,70	<0,01**	0,70	<0,01**
		Kol uzunluğu arasında	-0,71	<0,01**	-0,71	<0,01**
		xz kol ivmesi arasında	0,64	<0,02*	0,64	<0,02*
		xz kol atış kuvveti arasında	0,62	<0,03*	0,62	<0,03*
		xz önkol ivmesi arasında	0,96	<0,00**	0,96	<0,00**

** p<0.01 * p<0.05

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun xy eksenindeki atış kuvveti ile kolun xy eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,60$ $p<0,04$) ve xy eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,99$ $p<0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun yz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki açısı arasında ($r = 0,70$ $p<0,01$), xz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,76$ $p<0,00$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p<0,00$), xz eksenindeki önkol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p<0,04$) ve yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p<0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun xz eksenindeki atış kuvveti ile önkolun xz eksenindeki atış kuvveti arasında ($r = 0,62$ $p<0,03$), xz eksenin kol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p<0,00$), yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,90$ $p<0,00$ ve yz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p<0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun xy eksenindeki atış kuvveti ile kolun xy eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,60$ $p<0,04$) ve xy eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,99$ $p<0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun yz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,70$ $p<0,01$), xz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,76$ $p<0,00$), xz eksenindeki kol kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p<0,00$), xz eksenindeki ön kol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p<0,04$) ve yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p<0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki önkol açısı arasında ($r = 0,62$ $p<0,03$), yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,90$ $p<0,02$) ve yz eksenindeki kol kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p<0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xy eksenindeki atış kuvveti ile absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,80$ $p < 0,00$), ve xy eksenindeki önkol hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$), xy eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$) ve yz eksenindeki önkol hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun yz eksenindeki atış kuvveti ile kolun yz eksenindeki hızı arasında ($r = 0,68$ $p < 0,01$) ve yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık, yz eksenindeki önkol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki ivmesi arasında ($r = 0,64$ $p < 0,02$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,62$ $p < 0,03$), xz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$), yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$), yz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve yz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve xz ekseninde omuz seviyesindeki rotasyon ivmesi arasında ($r = 0,70$ $p < 0,01$) pozitif anlamlılık ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,71$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xy eksenindeki atış kuvveti ile kolun yz eksenindeki önkol hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık bulunmuştur. İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,64$ $p < 0,02$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,62$ $p < 0,03$), xz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$), yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$), yz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04^{**}$) ve xz ekseninde omuz seviyesindeki rotasyon ivmesinde ($r = 0,70$ $p < 0,01$) pozitif anlamlılık ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,71$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur. İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun yz eksenindeki atış kuvveti ile önkolun yz eksenindeki ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) ve yz eksenindeki kol hızı arasında ($r = 0,68$ $p < 0,01$) pozitif anlamlılık, yz eksenindeki önkol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

Tablo 16. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında **kuvvet uygulama evresinin bitişindeki kol ve önkol** segmentinin atış kuvveti ile ilgili **korelasyonlar**.

	Atış Kuvveti Eksenleri	Parametreler	İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı	
			r	p	r	p
K O L S E G M E N T İ	Xy ek. atış kuvveti	xy kol açısı arasında	0,60	<0,04*	0,60	<0,04*
		xy kol ivmesi arasında	0,99	<0,00**	0,99	<0,00**
	Yz ekseninde ki atış kuvveti ile	xy kol açısı arasında	0,70	<0,01**	0,70	<0,01**
		xz kol ivmesi arasında	0,76	<0,00**	0,76	<0,00**
		xz kol kuvveti arasında	0,86	<0,00**	0,86	<0,00**
		xz önkol atış kuv. arasında	0,60	<0,04*	0,60	<0,04*
		yz kol ivmesi arasında	0,97	<0,00**	0,97	<0,00**
	Xz ekseninde ki atış kuvveti ile	xz önkol atış kuv. arasında	0,62	<0,03*		
		yz kol ivmesi arasında	0,90	<0,00**		
		yz kol atış kuvveti arasında	0,86	<0,00**		
		Xz kol ivmesi	0,97	<0,00**	0,97	0,00**
Ö N K O L S E G M E N T İ	Xy ekseninde ki atış kuvveti ile	Absolut dir. doğ. hızı arasın	0,80	<0,00**	0,80	<0,00**
		xy önkol hızı arasında	0,67	<0,02*	0,67	<0,02*
		xy önkol ivmesi arasında	0,96	<0,00**	0,96	<0,00**
		yz önkol hızı arasında	0,67	<0,02*		
	Yz ekseninde ki atış kuvveti ile	yz kol hızı arasında	0,68	<0,01**	0,68	<0,01**
		yz önkol ivmesi arasında	0,97	<0,00**	0,97	<0,00**
		yz önkol açısı arasında	- 0,68	<0,02*	-0,68	<0,02*
	Xz ekseninde ki atış kuvveti ile	xz kol ivmesi arasında	0,64	<0,02*	0,64	<0,02*
		xz kol atış kuvveti arasında	0,62	<0,03*	0,62	<0,03*
		xz önkol ivmesi arasında	0,96	<0,00**	0,96	<0,00**
		yz kol ivmesi arasında	0,63	<0,03*		
		Yz kol atış kuvveti arasında	0,60	<0,04*		
		Xy omuz seviye. Rotas.ivmesi arasında	0,70	<0,01**		
		Kol uzunluğu arasında	-0,71	<0,01**	-0,71	<0,01**

** p<0.01 * p<0.05

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun xy eksenindeki atış kuvveti ile xy eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve xy eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,99$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun yz eksenindeki atış kuvveti ile xz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,70$ $p < 0,01$), xz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,76$ $p < 0,00$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$), xz eksenindeki önkol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun xy eksenindeki atış kuvveti ile xy eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve xy eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,99$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun yz eksenindeki atış kuvveti ile xz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,70$ $p < 0,01$), xz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,76$ $p < 0,00$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$), xz eksenindeki önkol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde kolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$), xz eksenindeki önkol atış kuvveti arasında ($r = 0,62$ $p < 0,03$), yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,90$ $p < 0,00$) ve yz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xy eksenindeki atış kuvveti ile absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,80$ $p < 0,00$), xy eksenindeki

önkol hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$) ve xy eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun yz eksenindeki atış kuvveti ile yz eksenindeki kol hızı arasında ($r = 0,68$ $p < 0,01$) ve yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık, yz eksenindeki önkol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki ivmesi arasında ($r = 0,64$ $p < 0,02$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,62$ $p < 0,03$) ve xz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,71$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xy eksenindeki atış kuvveti ile absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,80$ $p < 0,00$) ve xy eksenindeki önkol hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$), xy eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$) ve yz eksenindeki önkol hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun yz eksenindeki atış kuvveti ile yz eksenindeki kol hızı arasında ($r = 0,68$ $p < 0,01$) ve yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık, yz eksenindeki önkol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xz eksenindeki atış kuvveti ile kolun xz eksenindeki ivmesi arasında ($r = 0,64$ $p < 0,02$), xz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,62$ $p < 0,03$), xz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,96$ $p < 0,00$), yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$), yz eksenindeki kol atış kuvveti arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) ve xz ekseninde omuz seviyesinde rotasyon ivmesi arasında ($r = 0,70$ $p < 0,01$) pozitif anlamlılık ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,71$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

6.7. Kuvvet Uygulama Evresinin Başlangıç ve Bitişinde Atış Hızı İle İlgili Korelasyonlar

Tablo 17. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında **kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki kol ve önkol** segmentinin atış hızı ile ilgili korelasyonlar

	Atış Hızı Eksenleri	Parametreler	İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı	
			r	p	r	p
K O L S E G M E N T İ	Xy eks. atış hızı ile	kavrama kuvveti arasında	0,59	<0,04*	0,59	<0,04*
		reaksiyon zamanı arasında	-0,75	<0,00**	-0,75	<0,00**
	Yz eks. atış hızı ile	xz kol açısal hızı arasında	0,86	<0,00**	0,86	<0,00**
		yz önkol ivmesi arasında	0,78	<0,00**	0,78	<0,00**
		Xy omuz s. Rot. açısı aras.	-0,79	<0,00**	0,79	<0,00**
		kol uzunluğu arasında	-0,73	<0,01**	-0,73	<0,01*
	Xz ekseninde ki atış hızı ile	yz kol hızı arasında	0,86	<0,00**	0,86	<0,00**
		yz önkol ivmesi arasında	0,59	<0,04*	0,59	<0,04*
		Xy omuz s.. Rot. açısı aras.	-0,72	<0,01**	-0,72	<0,01**
		kol uzunluğu arasında			-0,77	<0,00**
		İsabetsiz k. ra mak. top hızı			-0,59	<0,05
Ö N K O L S E G M E N T İ	Xy eks. atış hızı ile	absolut dir. doğ. hızı arasında	0,78	<0,00**	0,78	<0,00**
		bacak kuvveti arasında	0,58	<0,05*	0,58	<0,05*
	Yz ekseninde ki atış hızı ile	İsabetsiz k. r mak. top hızı	0,60	<0,04*		
		İsabetli k ra mak. top hızı ar.	0,72	<0,01*		
		Yz kol açısı	0,63	<0,03*	0,63	<0,03*
		Xz kol açısal hızı arasında	0,59	<0,04*		
		Xz önkol açısı arasında	0,60	<0,04*	-0,85	<0,00**
		Xz kol açısı arasında			-0,68	<0,02*
		Abs.dirsdoğr. hızı arasında			0,69	<0,01**
		Xy önkol ivmesi arasında			0,59	<0,05*
		xz kol açısı arasında	0,65	<0,02*	0,65	<0,02*
	Xz ekseninde ki atış hızı ile	Yz kol açısı arasında	-0,72	<0,01**	-0,72	<0,01**
		Kol uzunluğu arasında	-0,77	<0,00**		

** p<0.01 * p<0.05

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında, kolun xy eksenindeki atış hızı ile kavrama kuvveti arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık, reaksiyon zamanı arasında ($r = -0,75$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında, kolun yz eksenindeki atış hızı ile xz eksenindeki kol hızı arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$), yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık, xy iki omuz açısı arasında ($r = -0,79$ $p < 0,00$) ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,73$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında, kolun xz eksenindeki atış hızı ile kolun yz eksenindeki kol hızı arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$), yz önkol ivmesi arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık, xy iki omuz açısı arasında ($r = -0,72$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun xy eksenindeki atış hızı ile ekstansiyonda kavrama kuvveti arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık, reaksiyon zamanı arasında ($r = -0,75$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun yz eksenindeki atış hızı ile xz eksenindeki omuzların açısı arasında ($r = 0,79$ $p < 0,00$), xz eksenindeki kol hızı arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$), yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık, kol uzunluğu arasında ($r = -0,73$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında kolun xz eksenindeki atış hızı ile kolun yz eksenindeki hızı arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$), yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık, xz eksenindeki omuzların açısı arasında ($r = -0,72$ $p < 0,01$), kol uzunluğu arasında ($r = -0,77$ $p < 0,00$) ve isabetsiz kale radar ile ölçülen top hızı arasında ($r = -0,59$ $p < 0,05$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xy eksenindeki atış hızı ile absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun yz eksenindeki atış hızı ile bacak kuvveti arasında ($r = 0,58$ $p < 0,05$), isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$), isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,72$ $p < 0,01$), yz kol açısı arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$), xz kol hızı arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) ve xz önkol açısı arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xz eksenindeki atış hızı ile kolun xz eksenindeki açısı arasında ($r = 0,65$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık, yz eksenindeki kol açısı arasında ($r = -0,72$ $p < 0,01$), isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = -0,59$ $p < 0,05$) ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,77$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xy eksenindeki atış hızı ile absolut dirsek doğrusal açısı arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun yz eksenindeki atış hızı ile absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,69$ $p < 0,01$), yz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$), xy önkol ivmesi arasında ($r = 0,59$ $p < 0,05$), bacak kuvveti arasında ($r = 0,58$ $p < 0,05$), isabetsiz kale radar top hızı ($r = 0,60$ $p < 0,04$), isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,72$ $p < 0,01$) pozitif anlamlılık, xz önkol açısı arasında ($r = -0,85$ $p < 0,00$) ve xz kol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında önkolun xz eksenindeki atış hızı ile xz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,65$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık, kolun yz eksenindeki açısı arasında ($r = -0,72$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

Tablo 18. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel kale atışında **kuvvet uygulama evresinin bitişinde kol ve önkol** segmentinin atış hızı ile ilgili korelasyonlar

	Atış Hızı Eksenleri	Parametreler	İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı	
			r	p	r	p
K O L S E G M E N T İ	Xy eksenin atış hızı ile	kavrama kuvveti arasında	0,59	<0,05*	0,59	<0,04*
		reaksiyon zamanı arasında	-0,75	<0,00**	-0,75	<0,00**
	Yz ekseninde ki atış hızı ile	Yz kol ivmesi arasında			0,97	<0,00**
		yz önkol ivmesi arasında			0,78	<0,00**
		Abs. omuz yer değl. aras.			-0,79	<0,00**
		Kol uzunluğu arasında	-0,73	<0,01**		
	Xz ekseninde ki atış hızı ile	yz kol hızı arasında			0,86	<0,00**
		yz önkol ivmesi arasında			0,59	<0,04*
		Xy omuz se. Rot. açısı aras.			-0,72	<0,01**
		Kol uzunluğu arasında	-0,77	<0,00**		
Ö N K O L S E G M E N T İ	Xy ekseninde ki atış hızı ile	Abs. dirsek doğ. açısı arasl.	0,78	<0,00**	0,78	<0,00**
		Xy pel.vis Rot. açl. hızı arasında			0,59	0,05*
	Yz ekseninde ki atış hızı ile	İsabetli k. r. mak. top hızı arasında	0,72	<0,01*		
		Xy önkol ivmesi arasında	0,59	0,05*	0,59	0,05*
		Yz kol açısı arasında	0,63	<0,03*	0,63	<0,03*
		Xz önkol açısı arasında	-0,85	<0,00**	-0,85	<0,00**
		Xz kol açısı arasında	-0,68	<0,02*	-0,68	<0,02*
		Abs.dir. doğr. hızı arasında	0,69	0,01**	0,69	<0,01**
		Xy önkol ivmesi arasında			0,59	<0,05*
		Bacak kuvveti arasında	0,58	0,05*		
	Xz ekseninde ki atış hızı ile	xz kol açısı arasında	0,65	<0,02*	0,65	<0,02*
		Yz kol açısı arasında			-0,72	<0,01**

** p<0.01 * p<0.05

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun xy eksenindeki atış hızı ile kavrama kuvveti arasında ($r = 0,59$ $p < 0,05$) pozitif anlamlılık, reaksiyon zamanı arasında ($r = -0,75$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun yz eksenindeki atış hızı ile kol uzunluğu arasında ($r = -0,73$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun xz eksenindeki atış hızı ile isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = -0,59$ $p < 0,05$) ve kol uzunluğu arasında ($r = -0,77$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun xy eksenindeki atış hızı ile ekstansiyonda kavrama kuvveti arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık, reaksiyon zamanı arasında ($r = -0,75$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, kolun yz eksenindeki atış hızı ile yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) ve yz eksenindeki kol ivmesi arasında ($r = 0,97$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık, absolut omuz açısı arasında ($r = -0,79$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde kolun xz eksenindeki atış hızı ile kolun yz eksenindeki hızı arasında ($r = 0,86$ $p < 0,00$) ve yz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık, xz eksenindeki iki omuz açısı arasında ($r = -0,72$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xy eksenindeki atış hızı ile absolut dirsek doğrusal açısı arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun yz eksenindeki atış hızı ile isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,72$ $p < 0,01$), isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = 0,60$ $p < 0,04$), yz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$),

bacak kuvveti arasında ($r = 0,58$ $p < 0,05$), absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,69$ $p < 0,01$) ve xz eksenindeki önkol ivmesi arasında ($r = 0,59$ $p < 0,05$) pozitif anlamlılık, xz düzlemindeki kol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$) ve xz eksenindeki önkol açısı arasında ($r = -0,85$ $p < 0,00$) negatif bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xz eksenindeki atış hızı ile kolun xz eksenindeki kol açısı arasında ($r = 0,65$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xy eksenindeki atış hızı ile absolut dirsek açısı arasında ($r = 0,78$ $p < 0,00$) ve xy eksenindeki iki pelvis açısal hızı arasında ($r = 0,59$ $p < 0,05$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun yz eksenindeki atış hızı ile absolut dirsek doğrusal hızı arasında ($r = 0,69$ $p < 0,01$), xy önkol ivmesi arasında ($r = 0,59$ $p < 0,05$) ve yz kol açısı arasında ($r = 0,63$ $p < 0,03$) pozitif anlamlılık, xz kol açısı arasında ($r = -0,68$ $p < 0,02$), xz önkol açısı arasında ($r = -0,85$ $p < 0,00$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, önkolun xz eksenindeki atış hızı ile kolun xz eksenindeki açısı arasında ($r = 0,65$ $p < 0,02$) pozitif anlamlılık, yz eksenindeki kol açısı arasında ($r = -0,72$ $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur.

Tablo 19. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin **başlangıcındaki absolut dirsek doğrusal hızı ve ivmesi ile ilgili korelasyonlar**

N = 12	Parametreler	İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı	
		r	p	r	p
Absolut Dirsek Doğrusal Hızı İle	Yz önkol hızı arasında	0,69	<0,01**	0,69	<0,01**
	İsabetsiz k. Radar mak. top hızı arasında			0,69	<0,01**
	İsabetli k. Radar mak. top hızı arasında	0,68	<0,01**		
	Absolut omuz açısı arasında	0,59	<0,05*	0,59	<0,05*
Absolut Dirsek Doğrusal İvmesi İle	Xy omuz seviyesinde Rotasyon açısal hızı arasında	0,64	<0,02*		

** p<0.01 * p<0.05

İsabetli kale atışında dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki absolut dirsek doğrusal hızı ile yz önkol hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$), isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$), isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,68$ $p<0,01$), absolut omuz açısı arasında ($r = 0,59$ $p<0,05$) ve yaş arasında ($r = 0,58$ $p<0,05$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışında dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin başlangıcındaki absolut dirsek doğrusal hızı ile yz önkol hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$), isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$), isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,68$ $p<0,01$), absolut omuz açısı arasında ($r = 0,59$ $p<0,05$) ve yaş arasında ($r = 0,58$ $p<0,05$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında absolut dirsek doğrusal ivmesi ile xy ekseninde omuz seviyesindeki rotasyon açısal hızı arasında ($r = 0,64$ $p<0,02$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

Tablo 20. İsabetli ve isabetsiz dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin **bitişindeki absolut dirsek eklemi doğrusal hızı ve ivmesi** ile ilgili korelasyonlar

N = 12	Parametreler	İsabetli Kale Atışı		İsabetsiz Kale Atışı	
		r	p	r	p
Absolut Dirsek Eklemi Doğrusal Hızı	Yz önkol hızı arasında	0,69	<0,01**	0,69	<0,01**
	İsabetsiz k. Radar mak. top hızı arasında			0,66	<0,02*
	İsabetli k. Radar mak. top hızı arasında	0,68	<0,01**		
	Absolut omuz yer değiştirmesi arasında	0,59	<0,05*	0,59	<0,05*
	Xy omuz seviyesinde Rotasyon açısal hızı arasında			0,64	<0,02*
Absolut Dirsek Doğrusal İvmesi İle	Xy omuz seviyesinde Rotasyon açısal hızı arasında	0,64	<0,02*		

** p<0.01 * p<0.05

İsabetli kale atışında dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin bitişindeki absolut dirsek doğrusal hızı ile yz önkol hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$), isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$), isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,68$ $p<0,01$), absolut omuz açısı arasında ($r = 0,59$ $p<0,05$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında dayanma adımlı yüksek temel atışta kuvvet uygulama evresinin bitişindeki absolut dirsek açısal hızı ile yz önkol hızı arasında ($r = 0,69$ $p<<0,01$) , isabetsiz kale radar top hızı arasında ($r = 0,69$ $p<0,01$) , isabetli kale radar top hızı arasında ($r = 0,68$ $p<0,01$) , absolut omuz açısı arasında ($r = 0,59$ $p<0,05$) ve yaş arasında ($r = 0,58$ $p<0,05$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

İsabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde absolut dirsek doğrusal ivmesi ile xy ekseninde omuz seviyesindeki rotasyon açısal hızı arasında ($r = 0,64$ $p<0,02$) pozitif anlamlılık bulunmuştur.

Tablo 21. Absolut dirsek ve omuz doğrusal hızının top hızlarına oranı.

abs.do hız / top hızı	İsabetli Kale Atışı					İsabetsiz Kale Atışı				
	top hızı (km/sa)	Kuv. uyg. Evre. başlan.	%	Kuv. uyg. Evre. bitişi	%	top hızı (km/sa)	Kuv uyg. Evre. başlan	%	Kuv. Uyg. Evre. bitişi	%
Abs. dirsek doğr. hızı km/sa	65.92	128.21	1.94	313.23	<u>4.75</u>	70.25	84.11	1.19	346.49	<u>4.93</u>
Abs. Omuz doğr. hızı km/sa	65.92	115.58	1.75	36.38	<u>0.55</u>	70.25	60.99	0.86	57.29	<u>0.81</u>

İsabetli kale atışında absolut dirsek doğrusal hızı, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında 128.21 km/sa, bitişinde 313.23 km/sa olarak tespit edilmiştir. Bu hızların ilgili evredeki top hızlarına oranı başlangıçta % 1.94 , bitişte % 4.75 olduğu görülmüştür.

İsabetli kale atışında absolut omuz hızı, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında 115.58 km/sa, bitişinde 36.38 olarak tespit edilmiştir. Bu hızların ilgili evredeki top hızlarına oranı başlangıçta % 1.75 , bitişte % 0.55 olduğu görülmüştür.

İsabetsiz kale atışında absolut dirsek doğrusal hızı, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında 84.11 km/sa, bitişinde 346.49 km/sa olarak tespit edilmiştir. Bu hızların ilgili evredeki top hızlarına oran başlangıçta % 1.19 , bitişte % 4.93 olduğu görülmüştür.

İsabetli kale atışında absolut omuz hızı, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında 60.99 km/sa km/sa, bitişinde 57.29 olarak tespit edilmiştir. Bu hızların ilgili evredeki top hızlarına oranı başlangıçta % 0.86 , bitişte % 0.81 olduğu görülmüştür.

Buradaki dikkat etmemiz gereken, İsabetli ve isabetsiz atışta dirsek ve omuz absolut doğrusal hızları ile top hızının oranı arasında anlamlı fark yoktur. Fakat isabetli ve isabetsiz atıştaki dirsek doğrusal hızının, top hızına oranının, omuza göre yaklaşık beş kat daha fazla olduğu görülmektedir.

7. TARTIŞMA

Sportif oyunlarda branşa özgü teknik hareketler, oyundaki performansı belirleyen önemli faktörlerdendir (44,90). Hentbolde hedefe doğru isabetli bir atış yapabilmek için vücut segmentlerinin belirli düzeyde bir kuvvet açığa çıkarması ve yeterince hızlı olması gerekmektedir. Fitts Yasasına göre segmentlerin hareket hızı arttıkça isabetlilik azalmakta ve hedef alanı daraldıkça görev güçleşmektedir (62,78,79). Taşkiran (2003) maksimal düzeyde yapılan atış hızı ve kuvvetin, başarılı bir atış için her zaman yeterli olmadığını belirtmektedir (93). Sporcuların fiziksel özellikleri, reaksiyon zamanları ve atış tekniği, vücut segmentlerinin ortaya çıkardığı sonuç (absolut) kuvvet, hız ve ivme üzerinde belirleyici olmaktadır (66,78). Bu fikirlerden hareketle hentbolde isabetli kale atışı için, atış hızı ve atış kuvvetinin submaksimal düzeyde olması gerektiği düşünülerek bu çalışma yapılmıştır.

7.1. Kinetik ve Kinematik Veriler

Hentbol sporunda kullanılan atışların isabetliliği, hareketin başlangıcında vücut segmentlerinin aldığı pozisyonundan etkilenmektedir (66,93). Çalışmamızda **isabetli ve isabetsiz kale atışlarında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında horizontal düzlemdeki (xy) kol açısı ile aynı düzlemde** ($r = 0,60$ $p < 0,04$) **ve sagittal düzlemdeki (yz)** ($r = 0,70$, $p < 0,01$) (Tablo 15) **kol kuvveti arasında** pozitif anlamlılık bulunmuştur. Bu anlamlı ilişki, bahsedilen evrede kolun, atış kuvvetini arttırmak için omuzda eksternal rotasyon ve horizontal abduksiyon yapacak şekilde hareket ettiğini göstermektedir. Muratlı ve arkadaşları (2005), hentbolcuların topu atmadan önce, omuz fleksor ve horizontal adduktor kaslarını gerdikleri, kol ve önkolda maksimal kuvvete 80 ile 100 derecelik açılarda ulaşıldığını belirtmektedir (65). Bu durum atış hareketi öncesi eksentrik olarak kasılan antagonist kaslarda, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında potansiyel enerjinin birikmesine neden olmaktadır (4,40). Çalışmamızda bu duruma ek olarak bahsedilen evrede, kolun horizontal abduksiyon derecesinin artması halinde kolun sagittal düzlemdeki kuvvetinin de artacağı tespit edilmiştir ($r = 0,70$, $p < 0,01$) (Tablo 15).

İsabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında, frontal düzlemdeki (xz) kol kuvvetinin, aynı düzlemdeki önkol atış kuvveti ($r = 0,63$ $p < 0,03$) ve sagittal düzlemdeki kol kuvveti ($r = 0,86$ $p < 0,00$) (Tablo 15) ile pozitif ilişkili olduğu görülmektedir. Aynı atışlarda ve sagittal düzlemdeki kol açısal hızının da yine aynı düzlemdeki önkol kuvveti ile pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur ($r = 0,68$ $p < 0,01$). (Tablo 15). Bu durum atış kuvvetinin, kuvvet uygulama evresinin başlangıcında, eksen değişse de proksimal segmentten distal segmentte doğru yayıldığını göstermektedir (4,13,40,67).

Benzer sonuçlar kuvvet uygulama evresinin bitişinde de tespit edilmiştir. Şöyle ki **isabetli ve isabetsiz kale atışında sagittal (yz) ve frontal düzlemdeki (xz) kol kuvvetinin, frontal düzlemdeki önkol kuvveti ile pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur (Tablo 16). Horizontal düzlemde (xy) önkol kuvveti ile frontal düzlemdeki (xz) önkol açısal hızı arasında ($r = 0,67$ $p < 0,02$) anlamlı ilişki bulunmuştur (Tablo 16). Sagittal düzlemdeki (yz) kol hızı ile aynı düzlemdeki önkol kuvveti arasında ($r = 0,68$ $p < 0,01$) anlamlı ilişki bulunmuştur (Tablo 16).** Elde edilen sonuçlara göre **atış hızının da, kuvvette olduğu gibi aynı veya farklı eksenlerdeki distal segmentlere doğru artarak ilerlediği** görülmektedir. Bunun yanı sıra Bayios ve arkadaşları (2001), dayanma adımı ile yapılan kale atışında, internal ve eksternal rotatorların pik kuvvetlerinin diğer iki atış tipine (sıçrayarak atış, kalça atışı) göre atış hızının iyi bir belirleyicisi olmadığını belirtmektedir (18). Muratlı ve arkadaşları (2005) da hentbolde kale atışında kullanılan kuvvetin az, hareket hızının daha büyük olması gerektiğini, bu durumda kuvvetin hız kadar önemli olmadığını, fakat kuvvet artmasının hız gelişimini ortaya çıkardığını belirtmektedir (65). Zira, çalışmamızda da kuvvet uygulama evresinin başlangıcında anlamlı çıkmayan bu iki özellik, (hareket sürecinden etkilendiğini düşündüğümüz için) bitişte, **atış kuvvetinde değil, atış hızında anlamlı derecede farklılık göstermiş,** böylece atış hızının, isabetli kale atışı için ayırt edici faktörlerden birisi olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler sonunda, **isabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde kol segmentinin, horizontal [$142.10 \div 214.51 = 0.66$ (%66)] ve sagittal [$256.40 \div 2.33 = 0.55$ (%55)] düzlemlerdeki açısal hızında anlamlı azalmalar olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$) (Tablo 6). Miller (1998), basketbol atışları ile ilgili**

yaptığı çalışmada, dirsek ve omuz açısal hızı ile isabetlilik arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İsabetli atışlarda, isabetsiz atışlara göre her iki eklemde açısal hızlarında azalma olduğunu tespit etmiştir (dirsek açısal hızı: isabetli atışta 16.49 ± 3.68 rad/sn., isabetsiz atışta 16.77 ± 3.25 rad/sn ; omuz açısal hızı : isabetli atışta 6.06 ± 3.11 rad/sn , isabetsiz atışta 6.30 ± 2.86 rad/sn) (60).

Çalışmamızda bahsedilen duruma ek olarak, **istatistiksel olarak anlamlı çıkmamasına rağmen absolut doğrusal hızın da, isabetsiz kale atışına, yani, maksimal değere göre submaksimal seviyede olduğu** bulunmuştur. Omuz ekleminde % 63 ($131.88 \div 206.25 = 0.63$) , dirsek ekleminde % 90 ($1127.66 \div 1247.37 = 0.90$) olarak saptanan bu değerlerin, denek sayısının fazla olması durumunda anlamlı çıkabileceği düşünülmektedir (Tablo 12). Bu sonucun, Fitts Yasası gereği isabetliliği sağlamak amacıyla oluşturduğu (62,78,79) ve anatomik olarak önkola göre serbestlik derecesi daha düşük olan kol segmentinin (40,63,66) atış hareketi boyunca daha yavaş hareket etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dayanma adımı ile yapılan yüksek temel kale atışında, destek ayağının yere temasıyla başlayan kinetik halka ; pelvise ve omuza doğru aktarılırken, ortaya çıkan horizontal düzlemdeki (xy) omuz rotasyonu açısal hızı ve kuvvetini etkilemektedir (4,40,48,66). Adrian ve Cooper'a (1995), göre atış anında omuz ekleminin internal rotasyona getirilmesi moment kolunu uzatacağından kolun atış kuvveti artmaktadır (4). Fradet (2002), hentbolde, kol eksternal rotasyonunun, beyzbol ve Amerikan futbolundaki atışlara göre daha az olmasına rağmen, top elden çıkarken kolun internal rotasyonunun diğerlerinde olduğu gibi fazla olduğunu ifade etmektedir (41). Çalışmamızda **isabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde horizontal düzlemdeki (xy) omuz rotasyonu açısal ivmesi ile önkolun frontal düzlemdeki (xz) atış kuvveti arasında** ($r = 0,70$ $p < 0,01$) pozitif anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 16). Bu sonuç omuzun rotasyonel (xy) ivmesi arttıkça önkol segmentinin atış kuvvetinin de artacağını göstermektedir. **Aynı evrede sagittal düzlemde (yz) önkolun açısal hızı ile top hızı arasında bulunan anlamlı ilişki** ($r = 0,72$, $p < 0,01$) bahsedilen kinetik zincirin tamamlandığını göstermektedir.

Literatürde farklı branşlardaki (su topu, beyzbol, cirit atışı) yüksek kol atışlarında, iyi bir pelvis ve omuz rotasyonunun, maksimal atış hızı için önemli olduğu belirtilmektedir (12,20,97). Çalışmamızda **isabetsiz** kale atışında kuvvet uygulama evresinin **bitişinde, horizontal düzlemdeki (xy) pelvis rotasyonu açısal hızı ile aynı düzlemdeki önkol açısal hızı arasında ($r = 0,59$; $p<0,05$) pozitif anlamlılık** bulunmuştur (Tablo 18). Bu durumun, rotasyon miktarının isabetli atış için ne oranda olması gerektiği yönünde yeni çalışmalar yapılmasıyla açıklığa kavuşabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda **isabetli kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ve bitişinde dirseğin absolut doğrusal ivmesi ile horizontal düzlemdeki (xy) omuz rotasyon açısal hızı arasında ($r = 0,64$; $p<0,02$) (Tablo 19,20) , dirseğin absolut doğrusal hızı ile horizontal (xy) düzlemdeki önkol atış kuvveti arasında ($r = 0,80$; $p<0,00$) (Tablo 16) anlamlı bir ilişki bulunmuştur.**

Literatürde, yüksek temel atışa başlarken atış hızını arttırmak ve dolayısıyla etkili bir atış yapmak için, omuzun mümkün olduğunca eksternal rotasyon, abduksiyon ve ekstansiyon pozisyonuna getirilerek açısının artırılması gerektiği belirtilmektedir (40,43,48). Meriç ve arkadaşları (2004) yaptıkları çalışmada yüksek kol atışının başında, horizontal abduksiyon, ekstansiyon ve eksternal rotasyon pozisyonundaki kolun, sagittal düzlemde fleksiyona çok kısa bir süre içerisinde transfer edildiğini tespit etmiştir (59). Barlett (2000), açık kinetik halka gereği elit sporcuların yüksek kol atışında, omuzdan aktarılan hızın, dirsek ekstansiyonunu doğrudan oluşturmakta olduğunu ve triceps kasında çok az bir aktivasyon görüldüğü veya kasın tamamen pasif durumda kaldığını ifade etmektedir. Bu durumun, proksimal segmentte (omuz eklemi) , antegonist kasların etkisiyle hareketin yavaşlaması ve moment kuvvet transferinin kinetik halka boyunca gerçekleşmesi sonucu oluştuğunu bildirmektedir (13). Bu görüş, elit hentbolcular üzerinde yapmış olduğumuz çalışmada, kuvvet uygulama evresinin bitişinde omuz ekleminde saptamış olduğumuz hız azalmasını da desteklemektedir.

7.2. Radar İle Ölçülen Top Hızı

Çalışmamızda maksimal top hızının 70.25 ± 11.46 km/sa olduğu tespit edilmiştir. Dayanma adımı ile yapılan kale atışında maksimal top hızının, Joris ve arkadaşları (1985), bayan hentbolcularda 85 km/sa (51) , Jensen ve arkadaşları (1999), milli erkek hentbolcularda 94.08 ± 5.1 km/sa olduğunu belirtmektedirler (50).

Çalışmamızda **maksimal top hızının, isabetli kale atışında** (65.92 ± 11.11 km/sa) **isabetsiz kale atışına** (70.25 ± 11.46 km/sa) **göre daha yavaş olduğu** bulunmuştur ($p < 0.01$) (Tablo 4) (Grafik 1). Tillaar (2003), elit hentbolcuların isabetlilik söz konusu olduğunda atış hızının, maksimalin % 85'ine düştüğünü belirtmektedir (94). Çalışmamızda da isabetli kale atışındaki top hızı değerinin, maksimal olarak belirlediğimiz isabetsiz kale atışındaki değerden daha düşük ($65.92 \div 70.25 = 0.9383$), bir diğer ifade ile submaksimal seviyede (% 93.83) olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, isabetli kale atışında dayanma adımı ile yapılan yüksek temel atıştaki top hızının submaksimal seviyede olacağını düşünerek kurduğumuz hipotezi desteklemektedir.

İsabetli ve isabetsiz kale atışında, kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ($r = 0,68$ $p < 0,01$) ($r = 0,69$ $p < 0,01$) ve bitişindeki ($r = 0,68$ $p < 0,01$) ($r = 0,66$ $p < 0,02$) **absolut dirsek doğrusal** hızı ile top hızı arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Tablo 19,20). Miller (2002), basketbol serbest atışı anında top hızının % 81'inden üst ekstremitenin, % 19 da alt ekstremita hareketinin sorumlu olduğunu belirtmektedir (96). Tillaar ve Ettema (2003), kuvvet uygulama evresinin bitişinde (bir diğer deyişle top elden çıkmadan önceki son an) el bileği, dirsek ve kalça eklemlerinin zamanlaması ve maksimal absolut doğrusal hızlarının, top hızında ortaya çıkan farklarda etkili olduğunu belirtmektedir (95). Çalışmamızda isabetli ve isabetsiz kale atışlarında kuvvet uygulama evresinin bitişinde, absolut dirsek doğrusal hızı, top hızının yaklaşık beş katını oluştururken (isabetli : $313.23 \text{ km/sa} \div 65.92 \text{ km/sa} = 4.75$, isabetsiz : $346.49 \text{ km/sa} \div 70.25 = 4.93$) , absolut omuz doğrusal hızı yarı değerinde (isabetli : $36.38 \text{ km/sa} \div 65.92 \text{ km/sa} = 0.55$, isabetsiz : $57.29 \text{ km/sa} \div 70.25 = 0.81$) olduğu saptanmıştır (Tablo 21).

7.3. Reaksiyon Zamanı

Seçmeli reaksiyon zamanı verileri ortalama 243.17 ± 25.34 mls olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Schmidt, Fitts Yasası gereği isabetlilik açısından, kuvvet, hareket genişliği ve hızın önemli olduğunu belirtmektedir (78). Bayios (1998) isabetlilik ve atış hızının, hentbolde, performansın temel parametrelerinden olduğunu belirtmiştir (16). Bartlett, kinetik zincirin sonuna doğru küçük kas gruplarının daha hızlı kasılarak harekete iştirak ettiğini, dolayısıyla hareket genişliği ve hız artarken isabetliliğin geliştiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle ince beceri de yani isabetlilikte etkin olan küçük kas gruplarında motor nöron ve harekete iştirak eden kas lifi sayısı daha fazla olmaktadır (13,43). Çalışmamızda isabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ve bitişinde horizontal düzlemde (xy) kol açısal hızı ile seçmeli reaksiyon zamanı arasında ($r = -0,75$ $p < 0,00$) bulunan negatif anlamlılık da bu düşüncüyü desteklemektedir (Tablo 17,18). Bu durum, dayanma adımı ile yapılan yüksek temel atış boyunca kol açısal hızının, reaksiyon zamanı kısa olan sporcularda daha yüksek olduğunu göstermektedir.

7.4. Fiziksel Özellikler

Araştırmaya katılan 12 milli bayan sporcunun ortalama hentbol oynama süresi 12 ± 2.22 yıl, yaş ortalaması $22,92 \pm 2.43$ yıl, vücut ağırlığı ortalaması $66,88 \pm 8.64$ kg. , boy ortalaması 171.58 ± 3.99 cm. , dominant el kavrama kuvveti ortalaması $37,72 \pm 2.87$, bacak kuvveti ortalaması $112,88 \pm 20.66$ ve sırt kuvveti ortalaması $102,75 \pm 23,89$ olarak tespit edilmiştir. Milli takım ve elit bayan hentbolcular ile farklı yıllarda yapılan araştırma sonuçlarındaki değerler ile araştırmamızdaki Tablo 1 ve 2 gösterilen demografik ve genel fiziksel özellik verileri arasında benzer sonuçlar bulunmuştur (10,21,37,81,92).

7.4.1. Kol Uzunluğu

Çalışmamızda isabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ve bitişinde, kol uzunluğu ile frontal düzlemdeki önkol atış kuvveti arasında ($r = -0,71$, $p < 0,01$) negatif anlamlılık bulunmuştur (Tablo 15). Moment kolu olarak görev görmesi nedeniyle kolu uzun olan sporcuların üretecekleri

kuvvette azalma olacağından ($M = F \times d$) bu negatif ilişki beklenen bir sonuçtur (4,48,66).

7.4.2. Kavrama Kuvveti

İsabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ve bitişinde, kavrama kuvveti ile horizontal düzlemdeki (xy) kol açısal hızı arasında ($r = 0,59$ $p < 0,04$) pozitif anlamlılık bulunmuştur (Tablo 17). Bu sonuç hentbolde, verilen pastan yapılan atışa kadar önemli bir yer tutan kavrama kuvvetinin (35) , kolun izometrik kas kuvvetinden etkilendiğini göstermektedir. Bir başka ifade ile kolu kuvvetli olan sporcuların, yüksek atış anında omuz internal rotasyonu yönündeki moment kuvvetlerinin de fazla olacağı belirtilmektedir.

7.4.3. Bacak Kuvveti

İsabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında ve bitişinde, bacak kuvveti ile sagittal düzlemdeki (yz) önkol açısal hızı arasında ($r = 0,58$ $p < 0,05$) pozitif anlamlılık bulunmuştur (Tablo 17,18). Bartlett (2000) atış anında alt ekstremitelerden başlayan kuvvet yayılımı nedeniyle distal segmentlerde açısal hızın giderek arttığına (13) işaret etmektedir. Bu görüş çalışmamızda da elde ettiğimiz sagittal düzlemdeki önkol açısal hızının bacak kuvvetiyle olan anlamlı ilişkisini de açıklamaktadır.

8. SONUÇ

Hentbolde dayanma adımı ile yapılan yüksek temel kale atışında ;

İsabetli ve isabetsiz kale atışlarında kuvvet uygulama evresinin başlangıcında

1. Atış kuvvetini arttırmak için horizontal düzlemde (xy) omuzun eksternal rotasyon ve horizontal abduksiyon pozisyonunda olduğu ($r = 0,60$, $p < 0,04$) ,
2. Horizontal abduksiyon derecesi arttıkça, kolun sagital düzlemdeki (yz) kuvvetinin de arttığı ($r = 0,70$, $p < 0,01$) ,
3. Atış kuvvetinin proksimal segmentten, distal segmente doğru değişen eksenler boyunca yayıldığı tespit edilmiştir (Tablo 15).

İsabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin bitişinde

1. Horizontal (xy) ve sagital (yz) düzlemlerde kol hızının, submaksimal değerde olduğu
(horizontal düzlemde : % 66 , sagital düzlemde : % 55) ($p < 0,01$) (Tablo 6) ,
2. Radar ile ölçülen isabetli kaleye atılan top hızının (65.92 ± 11.11 km/sa) , submaksimal (% 93.83) değerinde olduğu,
3. Önkol segmentinin açısal hızının, dirsek eklemi absolut doğrusal hızını onun da top hızını arttırıcı etki yaptığı ($p < 0,01$) (Tablo 16,19,20) ,
4. Top hızında, absolut dirsek doğrusal hızının, omuz eklemine göre daha etkin olduğu (Tablo 21) ,
5. Omuzun rotasyon eksenini (xy) ivmesinin, frontal düzlemdeki (xz) önkol segmenti atış kuvvetini arttırdığı ($r = 0,70$, $p < 0,01$) (Tablo 16) tespit edilmiştir.

İsabetli ve isabetsiz kale atışında kuvvet uygulama evresinin başlangıcı ve bitişinde

1. Horizontal düzlemde (xy) kol segmenti açısal hızının, reaksiyon zamanı ile negatif ($r = -0,75$, $p < 0,00$) , kavrama kuvveti ile pozitif ($r = 0,58$, $p < 0,05$) ilişkili olduğu,
2. Bacak kuvvetinin, sagital düzlemdeki (yz) önkol segmenti açısal hızı ile pozitif ($r = 0,58$, $p < 0,05$) ilişkili olduğu (Tablo 17,18) ,
3. Kol uzunluğunun, frontal düzlemdeki (xz) önkol kuvveti ile negatif ($r = -0,71$, $p < 0,01$) (Tablo 15) ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamız ile ulaşılan veriler ışığında antrenörlere, hentbolde isabetli ve submaksimal hızda dayanma adımı ile yüksek temel atış yapabilmek için, hareket sırasında omuz ekleminde atış hızının yavaşlatılması, önkolda ani fleksiyon yapılması, bacak ve kavrama kuvvetinin çabuk kuvvet tarzında geliştirilmesi, gövdede aşırı rotasyondan kaçınılması, reaksiyon zamanının kısaltılması yönünde uygulamalara antrenmanlarda sıklıkla yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

9. EKLER

EK 1

BİLGİ FORMU

Adı Soyadı:

Sınıf-No :

Spor Branşı:

Tel (ev,cep):

Meslek :

Doğum Tarihi:...../...../.....

Cinsiyet:

Kaç yıldır hentbol oynuyorsunuz ?.

Kaç defa milli oldunuz? Genç milli:....., A Milli:.....

Hentbol oynarken hangi elinizi kullanıyorsunuz ? Sağ () Sol ()

Fiziksel Özellikler

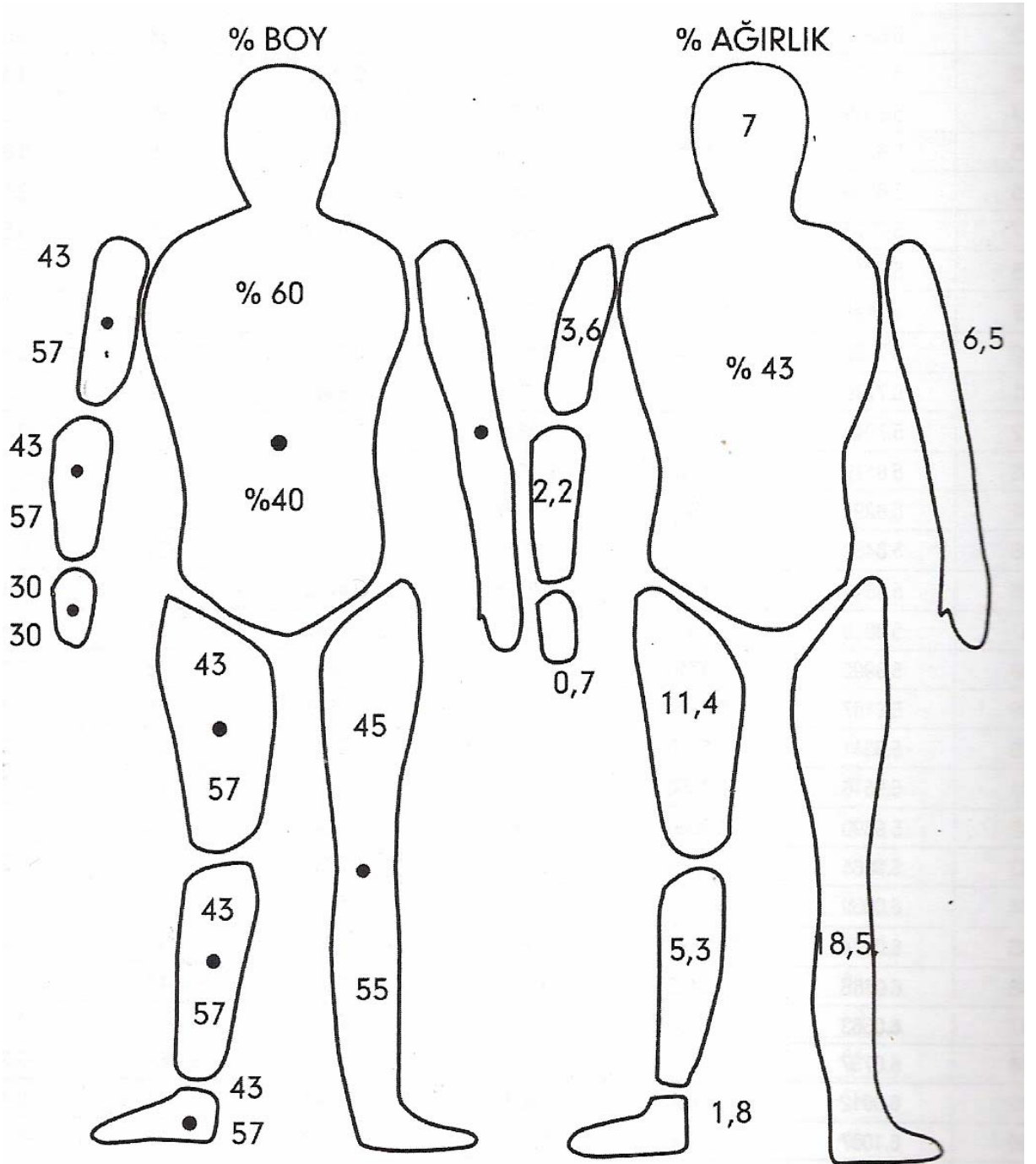
Boy cm.	Ağırlık Kg.	Kol Uzunluğu cm.

Radar ile

Kuvvet Ölçümleri			Ölçülen Top Hızı	ReaksiyonZamanı	
Kavrama kuvveti (ekst.	Bacak Kuvveti	Sırt Kuvveti	İsabetli Kale Atışı	İsabetsiz Kale Atışı	Seçmeli Reaksiyon Z.
Sağ el :					
Sol el:					

EK 2

VÜCUT KISIMLARININ BOY ve AĞIRLIK ORANLARI



Kaynak : (43,99).

10. KAYNAKLAR

1. Abdel-Aziz, Y.I., Karara, H. M. : Direct Linear Transformation from Comparator Coordinates into Object Space Coordinates in Close Range Photogrammetry. presented at the ASP/VI symposium on close-range photogrammetry, American Society of Photogrammetry, Falls Church, VA. Urbana, 12: 1-18, 1971.
2. Açıkada C, Demirel H : Biyomekanik ve Hareket Bilgisi. s.15, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi , Eskişehir, 1993.
3. Açıkada C., Ergen E. : Yüksek Performansta Bir Başka Nokta, Bedensel Yapı. Bilim ve Teknik Dergisi , s. 2,39, Ankara, 1986.
4. Adrian MJ, Cooper JM. : Biomechanics of Human Movement. Second Edition WCB Brown a Benchmark Pub Iowa, 1995.
5. Akpınar S., Mirzeoğlu N. : Kinematic analysis of overarm throws in handball players of different levels. The 10th ICHBER SD Europe Congress The 8th International Sports Science Congress, Congress proceedings , November 17-20, Antalya, 2004.
6. Albert M. : Physiologic and clinical Principles of Eccentrics. Ed : Mark Albert, Eccentric muscle training in sports and ortopedics. Second Edition, Churchill Livingstone, New York, 1995.
7. Alpkaya U. : Reaksiyon sresini etkileyen faktörler. Spor Araştırmaları Dergisi cilt : 6 Sayı 1 , s. 109-121, Temmuz 2002.
8. Altay F., Koruç Z., Aşçı A. : Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chainé rotasyon Sonrası Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi , Kongre Kitabı , s. 187, Antalya, 27-29 Ekim 2002.
9. Astrand P.O : Textbook of Word Physiology. s.18,141 , Third Edition. McGraw- Hill Company, New York, 1986.
10. Ateşoğlu U. : Elit Bayan Hentbolcuların Fiziksel ve Fizyolojik Profillerinin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1995.
11. Aydın, M., Meriç, B., Özbek, A., Bumaç, B. : The Biomechanical Analysis of the Free Throw According To The Classification in Wheelchair Basketball. The 10th ICHBER SD Europe Congress The 8th International Sports Science Congress, Congress proceedings , November 17-20, Antalya, 2004.
12. Ball K.A. : Biomechanical analysis of the waterpolo fast shot : progress report. Technical report for Australian Institute of Sport Waterpolo Unit, Canberra, 1996.
13. Barlett R. : Principles at Throwing. Ed : Vladimir Zatsiorsky. Biomechanics in Sport. Performance Enhancement and Injury Prevention. Blackwell Science. Chapter 18, s. 365-380. , 2000.
14. Bartlett R.: Sports Biomechanics Reducing Injury and Improving Performance. s.151 , London, 1999.
15. Baumberger J. : Çeviri : Hakkı Çoknaz . Düzenleyen : Nevzat Mirzeoğlu , Hentbol Oynayarak Öğrenme, daha İyi Oynama, Bağırhan Yayınevi, Ankara , 1998, 11.
16. Bayios I. : Accuracy and throwing velocity in handball. Greece, ISBS 1998, Congress Proceedings 1998.
17. Bayios I., Georgiadis G., Boudolos K. : An innovative device for measuring accuracy of throwing in handball. Greece, ISBS 1998, Congress Proceedings 1998.

18. Bayios IA., Anastasopoulou AM., Siodiris D.S, Boudolos K.D. : Reelationship Between Isokinetic Strenght of the Internal and external Shoulder Rotators and Ball Velocity in Team Handball , J. Sports Med. Fitness, Jun ; 41(2) , 229-35, 2001.
19. Baylor A.M., Spirduso W.W. : Systematic aerobic execise and companents of reaction time in older women., Journal of Gerontology : Psychological sciences, 43 : 121-126, 1988.
20. Best R.J., Barlett R.M., Morriss CJ : A three-dimensional analysis of javelin throwing technique, Journal of Sports Sciences, 11 : 315-326, 1993.
21. Bilge M., Müniroğlu S., Gündüz N. : Türk Bayan Hentbol Milli Takımı Oyuncularının Somatotip Profilleri ve Yabancı Ülke Sporcuları ile Karşılaştırılması. Spor Araştırmaları Dergisi, Cilt : 4 , Sayı : 1, s. 33-43, Nisan 2000.
22. Boulic R., Pascal F., Herda L., Silaghi M., Monzai J.,Nedel L., Thalmann D.: An anatomic human body for motion capture. EMMSEC, sayı Bordoex, September 1998.
23. Boydağ Ş. F. : Spor Biyomekaniğinde Temel Fizik Kuralları. s. 60-77 , Morpa Yayınları, İstanbul, 2005.
24. Bozkurt S., Koç Z., Kavas B. : Türkiye Şampiyonu ve Danone Kupası Dünya II. GS minik futbol takımına uygulanan beceri ve motorik testler. Dinamik Spor Bilimleri Dergisi, C : 1 , S : 4 , Kasım 2002.
25. Bulgan, Ç.,Meriç, B., Aydın, M., Özbek, A. : The Composition of kinematic parametres during the throwing phase in elit and subelit javelin throwers. The 10th ICHBER SD Europe Congress The 8th International Sports Science Congress, Congress proceedings , November 17-20, Antalya, 2004.
26. Casburi R, Storer TW, Sullivan CS, Wasserman K. : Evaluation of blood lactate elevation as an intensity criterion for exercise training.Med Sci Sports Exercise, Jun; 27(6):852-62, 1995.
27. Cronin J.B., McNair P.J., Marshal R.N. : Is Velocity Specific Strenght Training Important in Improving Functional Performance? J. Sports Med. Phys. Fitness , Sep; 42 (3) : 267-73, 2002.
28. Çiloğlu F., Çotuk B. : Anatomi. s. 81-99 , Yıldızlar Matbaacılık, İstanbul , 1993.
29. Çoğalgil Ş., Kishalı N. F. : Spor yapan ve yapmayan bayan üniversite öğrencilerinin fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması , Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi , Cilt : 4 , Sayı : 3 , 18-21, Aralık 2002.
30. Çoğalgil Ş., Kishalı N. F., Baş M. : Üniversite futbol ve basketbol takımlarının fizyolojik ve antropometrik değerlerinin karşılaştırılması. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, Cilt : 4 , Sayı : 3 , 22-25, Aralık 2002.
31. Delamerche P., Gratas A., Beillot J., Dassonville J., Rochcongar P., Lessard Y. : Extent of lactic anaerobic metabolism in handballaers, Int. J. Sports Med. , Feb ; 8(1) : 55-9, 1987.
32. Dillman C., Fleisig G., Andrews J. : Biomechanics of Pitching with emphasis upon shoulder kinematics , JOSPT Volume 18, Number 2, August 1993.
33. Doğan A.: Hentbole Özgü Belirlenmiş Fizyolojik Özelliklerin Performansla Olan İlişkisi. Uludağ Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 1994.
34. Dorak F. : Hentbol Bireysel Hücum ve Savunma Tekniklerinin Oyun ve Alıştırma ile Öğretimi. s. 6-8 , 1. baskı, Saray Kitabevi, İzmir, 1997.
35. Eler S. Sevim Y. : Hentbole özgü kuvvet antrenmanlarının genç erkek hentbolcuların bazı parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Kongre Kitabı , Antalya , 27-29 Ekim 2002 , 62.

36. Elias J. : The Relationships Between Throwing Velocity and Motor ability Parameters of the High-Performance Handball Players. ISBS , Poster Presentation, Belgium 1998.
37. Erkan İ. : Hentbolde Fizyolojik Faktörler Aerobik Güç, Anaerobik Güç ve vücut Kompozisyonu ile Antrenman İlişkisi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1990.
38. Escamilla R., Fleisig G., Barrentine S., Andrews J., Moorman III C. : Kinematic and kinetic comparisons between American and Korean Professional Baseball Pitchers , Journal of Sports Sciences , Volume 1, Issue 2. , 2003.
39. Fleck S.J., Smith S. L., Craib M., Denaham T., Snow R. E., Mitchell M. L.: Upper Extremity Isokinetic Torque and Throwing Velocity in Team Handball. Journal of Appl. Sport Science, 6, 1992.
40. Fleising GS, Escamilla RF, Andrew JR. : Biomechanics of throwing. Ed: James E. Zachazewski, David J. Magee, William S. Quillen, Athletic injuries and rehabilitation. Chapter 17 , s. 332-353. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1996.
41. Fradet L., Kulpa R., Multon F., Delemarche P. : Kinematic Analysis of Handball Throwing. XX. International Symposiums Biomechanic in Sport, Congress Proceedings, Spain, 2002.
42. Frans W. Cornelissen, Aart C. Kooijman : Does Age Change the Distribution of Visual Attention? A Comment on McCalley, Bouwhuis and Juola (1995). Journal of Gerontology, Series B: Psychological Sciences and Social Sciences 55 : 187-190 (2000).
43. Guyton AC., Hall JE. : Textbook of Medical Physiology. Tenth Edition. WB Saunders Company Philadelphia, 2000.
44. Gündüz N., Sevim Y., Eler S. : Hentbolde Performans ve Testler. Dinamik Spor Bilimleri Dergisi C:1 S : 4 s. 14-16, Kasım 2002.
45. Hamill J., M., Knutzen K. : Biomechanical Basis of Human Movement. s. 21-384, Second Edition , Lippincott Williams & Wilkins A Wolters Kluwer Company , U.S.A , 2003.
46. Hodgkins J. : Influence of age on the speed of reaction and movement in females. Journal of Gerontology. 17 : 385-389, 1962.
47. Hoy E., Raynor A.J., Abernethy B. : Skilled perception of movement kinematics. 5 th World Congress on Sport Science and Medicine in Sport 1999. Sydney 31 October – 5 November 1999.
48. İnal S. : Spor Biyomekaniği Temel Prensipler. s. 60-262, Nobel Basımevi, İstanbul, Ekim 2004.
49. Jennifer L. Etnier, Walter Salazar, Daniel M. Landers, Steven J. Petruzzello, Myungwoo H., Priscilla N. : The Influence of Physical Fitness and Exercise Upon Cognitive Functioning : A Meta- Analysis, Journal of Sport & Exercise Psychology, 249-277, 1997.
50. Jensen, K., Johansen L., Larson B.: Physical Performance in Danish Elite Team Handball Players. 5 th World Congress on Sport Science and Medicine in Sport 1999. Sydney 31 October – 5 November 1999.
51. Joris HJ., van Muyen AJ., van Ingen Schenau GJ., Kemper H.C : Force, velocity and Energy Flow During the Overarm Throw in Female Handball Players. Journal of Biomechanics, 18(6) : 409-14, 1985.

52. Karı Lahtela, Pekka Niemi, Vesa Kuusela : Adult Visual Choice-Reaction Time, Age, Sex and Preparedness. *Scandinavian Journal of Psychology*, 26, 357-362, 1975.
53. Knudson D., Morrison CS. : Qualitative Analysis of Human Movement. s.137, *Human Kinetics, Illinois* , 1997.
54. Kotzamanidis C. ,D. Skoufas K., Hatzikotoulas D., Patikas G., Koutras H. : The relationship between the physical and strenght variables of the lower libs and the velocity of ball release in various types of handball throws. *Europen Handball Federation* , 2 , 1995 , 25-32. *ISBS Congress Proceedings*, 1987.
55. Kotzamanidis C., Papadopoulos Ch.,Giaroglou A. : Kinematic-Dynamic Analysis of the support phase in different throws of handball. *Biomechanics in Sport* , V, Greece, 212-225, 1989.
56. Lidor R., Argov E., Daniel S. : An exploratory study of perceptual- motor abilities of women : novice and skilled players of team handball , *Percept Mot. Skills* , Feb ; 86(1) : 279-88, 1998.
57. Magill R.A.: *Motor Learning Concept and Applications*. Seventh Edition. s.27-131, *Mc Graw Hill Companies, U.S.A*, 2004.
58. McGinnis PM. : *Biomechanics of sport and exercises*. s. 3-185 , *Human Kinetics, Illinois*, 1999.
59. Meriç, B., Aydın, M., Çolak, T., Özbek, A. : Biomechanical Analysis of the Overarm Throw Technics in Different Branches. *The 10th ICHBER SD Europe Congress The 8th International Sports Science Congress*, Congress proceedings , November 17-20, Antalya, 2004.
60. Miller, S.A. (1998). The kinematics of inaccuracy in basketball shooting. In *Proceedings I of the XVI ISBS Symposium* (edited by H.J. Riehle and M. Vieten), 188-191. *UVK - Universitätsverlag Konstanz, Germany*.
61. Miller, S. (2002). Variability in basketball shooting: practical implications. In *International Research in Sports Biomechanics* (edited by Y. Hong), 27-34. *London: Routledge*.
62. Mottet D., Bootsma R.J. : A Dynamical Model for Fitts' Task. Ed : G. Bardy, R.J. Bootsma and Y. Guiard, *Studies in Perception and Action III B* , *Lawrence Erlbbaum Associates, Inc.* , 1995.
63. Mottet D., Dupuy M., Ramanantsa M. : A Task Dynamical Approach tom Throwing Skills. Ed : G. Bardy, R.J. Bootsma and Y. Guiard, *Studies in Perception and Action III B* , *Lawrence Erlbbaum Associates, Inc.* ,1995.
64. Muhtar H. : Vestibuler Sistem Anatomisi. *Otolaryngology Society II. Uluslararası Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, s. 9-10, 1990.
65. Muratlı S., Şahin G., Kalyoncu O. : *Antrenman ve Müsabaka*. s. 234,240,249,484, *Yaylım Yayıncılık, İstanbul*, Aralık 2005.
66. Muratlı S., Toraman F., Çetin E. : *Sportif Hareketlerin Biyomekanik Temelleri*. *Bağırhan Yayımevi, Ankara*, 2000.
67. Navarro E., Cabrero O. , Vizcaino F. : A three - Dimensional Analysis of Angular Velocities of Segments in Javelin Throwing. *ISBS 1998, Congress Proceedings* 1998.
68. Neuman DA. : *Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for Physical Rehabilitation*. *Mosby, St. Luis.*, 2002.
69. Özer K.: *Antropometri Sporda Morfolojik Planlama*. s. 35, *İstanbul*, 1993.

70. Panton G.V., Graves J.E., Pollock M.L., Hagberg J.M., Chen W. : Effects of aerobic and resistance training on fractionated reaction time and speed of movement. *Journal of Gerontology , Medical science.* 45 : 20-31, 1990.
71. Pers J., Bon M., Kovacic S., Sibila M, Dezman B. : Observation and Analysis of Large- Scale Human Motion. *Hum. Mov. Sci.* Jul; 21(2): 295, 2002.
72. Pigos, G.: Development and applications of a polynomial method for three-dimensional analysis. Ph.d, Liverpool 44-7866 1994, G2c.
73. Polat Y., Çumragil B., Patlar S., Kılıç M. : 8 haftalık çabuk kuvvet antrenmanlarının bazı fiziksel parametrelere ve 30m. Sprint değerlerine etkisi. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Kongre Kitabı , s.126, Antalya, 27-29 Ekim 2002.
74. Rannou F., Prioux J., Zouhal H., Gratas- Delamarche P. : Physiological profile of handball players , *J. Sports Med. Phys Fitness.* , Sep; 41(3) : 349-353, 2001.
75. Richard A., Schmidt and Craig A. : Principles of Motor Learning and Performance. *Human Kinetics, U.S.A,* 2000.
76. Rudisill M. E., Toole T.: The effects of a physical activity program on reaction time and movement time for the older adult. *Journall of Human Movement Studies*, 22: 205-212, U. S. A. , 1992.
77. Sandra J. Baker, Jacques P.J. Maurissen, George J. Chrzan : Simple Reaction Time and Movement Time in Normal Human Volunteers : A Long-Term Reliability Study , *Perceptual and Motor Skills*, 63, 767-774, 1986.
78. Schmidt R.A, Wrisberg CA (2000) : Principles of Motor Control and Movement Accuracy (In) : Motor learning and performance. *Human Kinetics Illinois.*
79. Schmidt, R.C, Corey D., Fitzpatrick P., Riley M. : The Oscillatory Basis of Fitts Law. Ed : G. Bardy, R.J. Bootsma and Y. Guiard, *Studies in Perception and Action III B.* Lawrence Erlbaum Associates, Inc. , 1995.
80. Seeley RR , Stephens TD., Tate P. : Anatomy & Physiology. Muscular system gross anatomy, Chap. 10, s. 313-349 ; Integration of nervous system function, Chapter 14, s. 466- 493, Mc Graw Hill Company, 2003.
81. Sevim M., Sevim Y., Günay M., Erol E. : Kombine Kuvvet Antrenmanlarının 18-25 Yaş Grubu Elit Bayan Hentbolcuların Performans Gelişimine Etkisinin İncelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi I* , 3 s. 1-10, 1996.
82. Sevim Y. : Hentbol Teknik-Taktik . Tutibay Ltd., Ankara, 1997.
83. Shapiro R. : Direct linear transformation method for three-dimensional cinematography. *The research quartely*, 49(2) : 197-205, 1978.
84. Smith LK, Weiss El, Lehmkuhl LD : Brunnstorm's clinical kinesiology. Chapter 12, s. 401-435 , Fifth Edition, Chapter 12, F.A.Davis Company, Philadelphia , 1996.
85. Spirduso W.W. : Physical dimension of aging. s. 185-203 , *Human Kinetics*, England, 1995.
86. Spirduso W.W., Clifford P. : Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *Journal of Gerontology series B : Psychological Sciences and Social Sciences*, 33 : 26-30, 1978.
87. Spirduso W.W.: Reaction and movement time as a function of age and physical activity level., *Journal of Gerontology*, 30 : 435-440, 1975.
88. Steinbach T., Dreher V.G., Poppel E. : long term training in a choice reaction time task reveals different learning characteristic for the visual and auditory system. *Naturwissenschaften*, 78 : 185-187, 1991.

89. T.C. Başbakanlık Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü Hentbol Federasyonu Uluslararası Salon Hentbol Oyun Kuralları s.22 , 2004.
 90. Tamer K.: Hentbolde Fiziksel ve Fizyolojik Özellikler. Türkiye Hentbol Federasyonu Uluslararası I. Hentbol Antrenör Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 68-74, 1994.
 91. Taşkiran Y. : Hentbolde Performans. s. 2-84 , Bağırhan Yayınevi, Ankara, 1997.
 92. Taşkiran Y., Şahin R. : Bayan Hentbol Milli Takım Oyuncularının, Kamp Esnasında Yapılan 30m Sprint, Durarak Uzun Atlama ve Dikey Sıçrama Test Sonuçlarının Pozisyonlara Göre Karşılaştırılması. 8-10 Mayıs 1997 II. Spor Bilimleri Kongresi - Dinamik Dergisi cilt : 1 , sayı : 2 , İstanbul, Haziran 2000.
 93. Taşkiran Y.: Dünya Çapındaki Elit Hentbolcularda Bulunan Özellikler. Hentbol Teknik, Yıl : 1 , Sayı : 1 , s. 10-12, 2003.
 94. Tillaar V. D., Ettema G.: Influence of Instruction on Velocity and Accuracy of Overarm Throwing. , Percept Mot. Skills. ,Apr; 96(2): 423-34, 2003.
 95. Tillaar V. D., Ettema G. : Instructions emphasizing velocity, accuracy or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team handball players, Percept Mot. Skills. , Dec ; 97(3 Pt 1) : 731-42, 2003.
 96. Tresilian J.R., Oliver J., Carrol T.J.: Temporal Precision of Interceptive Action: differential effects of target size and speed. Exp. Brain Res , 148: 4425-438, 2003.
 97. Vaughn R.E : Mechanics of the baseball throw. Scholastic Coach, s. 59, 1990.
 98. Walder P. : Mechanics and Sport Performance , s.28-36, United Kingdom, 1994.
 99. Wirhed R. : Athletic ability and anatomy of motion. Mosby-Wolfe, London, 1996.
 100. Wit, A., Elias, J. : A Three-Dimensional Kinematic Analysis of Handball Throws. Sports Wyczynowy, 9/10 , 17-23, 1990.
 101. Zachazewski J. Magee D. , Quillen W. : Athletic Injuries and Rehabilitation. s. 332.
- www.Coachesinfo.com / category / athletics / 47. Linthorne N.: Optimum Angles of Projection in The Throws and Jumps.
- www.ajansspor.com , Hentbol.
- www.coachesinfo.com/article. Al-Lail A.A : A motion analysis of work-rate & heart rate of elite Kuwayti handball players .
- www.eurohandball.com , Handball as a world sport : Professional players abroad.
- www.eurohandball.com , Women in handball.
- www.hentbol.net , Dünyada ve Türkiye’de Hentbol.
- www.simi.com , Simi Hareket Analizi.

11. ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul’da tamamladıktan sonra, 1988 yılında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümüne girdi. Hentbol ihtisas ve halk oyunları yardımcı ihtisas dalı olarak seçip, 1992 yılında bu bölümden mezun oldu. Dört yıl beden eğitimi olarak çalıştığı dönem içinde Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında ‘‘Düzenli Spor Yapan Kız Çocuklarla Yapmayanların Oyun Öncesi ve Sonrası Kan Parametrelerinin Değişimi’’ başlıklı tezini vererek 1996 yılında yüksek lisans programını tamamladı.

1996 yılında, Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2000 yılında, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalının açmış olduğu doktora sınavını kazanarak, doktora programına başladı.

İhtisas dalı olan hentbole 1986 yılında başladı. Milli sporcu unvanına ulaştı. 1997 yılında sporculuğu bıraktıktan üç sene sonra antrenörlüğe başladı. Çeşitli kulüplerde antrenörlüğün yanı sıra A milli takımda da antrenörlük yaptı.

Yabancı dil olarak orta düzeyde İngilizce bilmektedir.

YAYIN LİSTESİ

1. **Akan İ.**, Peker İ. ; Düzenli Spor Yapan Çocuklarla Spor Yapmayanların Oyun Öncesi ve Sonrası Kan Parametrelerinin Değişimi, 01-03 Kasım 1996 , Hacettepe Üniv. Spor Bilimleri Teknolojisi Yüksekokulu , Ankara . IV. Spor Bilimleri Kongresi, sözlü bildiri.
2. **Akan İ.**, Peker İ. ; Yaz Döneminde Yüzme Havuzuna Giden 5 –13 Yaş Grubu Çocukların Anemik Durum ve Hepatit B Taşıyıcılığı Bakımından Araştırılması, Spor Araştırmaları Dergisi Ekim 1999 Cilt : 3 Sayı : 2 s. 7 – 18.
3. Bozkurt S., **Akan İ.** ; Futbolda Maç Günü Hazırlığı, Spor Araştırmaları Dergisi Ekim 1999 Cilt : 3 Sayı : 2 s. 91-94 .
4. Sirmen B., Uzun S., **Akan İ.**, Çamlıgüney F., Yorulmazlar M.; 12-14 Yaş Arası Badminton ve Masa Tenisi Spor Yapan Çocukların Reaksiyon Zamanı ve Pençe Kuvvetlerinin Karşılaştırılması, 11-13 Mayıs 2000 , Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu III. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, poster bildiri.
5. Çiloğlu F., **Akan İ.** ; Beden Eğitimi ve Beslenme Bilgisi, 11-13 Mayıs 2000 , Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu III. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, poster bildiri.
6. Kepoğlu A., İkizler C. **Akan İ.** ;Hentbol sporu ile uğraşanların psikolojik antrenman hakkındaki bilgi ve tutumları, 11-13 Ekim 2001 II. Uluslararası İzmir Spor Psikolojisi Sempozyumu, sözlü bildiri.
7. **Karadenizli Akan İ.**, Karacabey K.; Yıldız kız ve erkek okul hentbol takımı oyuncularının fiziksel uygunluk derecelerinin karşılaştırılması, 02-04 Kasım 2001 Antalya. III. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi,sözlü bildiri. Atatürk Üniv. Besyo Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi Cilt :4 Sayı : 2 Ağustos 2002, s. 17-22.
8. Özbar N., Şahin İ., **Akan İ.** ; Türk Milli Bayan Boks Takımının Fiziksel Parametrelerinin İncelenmesi, Spor Araştırmaları Dergisi Ekim 2003.
9. Savucu Y., Süel E., Şahin İ. , **Akan İ.**, Polat Y., Ramazanoğlu F. ; Genç ve Büyük Elit Bayan Basketbolcuların Fiziksel Uygunluk Parametrelerinin İncelenmesi, 17-20 Kasım 2004 tarihinde 10. ICHPER SD EUROPE Kongresi, poster bildiri . Spor ve Tıp Dergisi Cilt : 13 Sayı : 5 Ekim 2005 s. 18-21.
10. Süel E., Özbar N., **Akan İ.**, Şahin İ., Gelen E. ; Askeri Lise Öğrencilerinin Fiziksel Profillerinin İncelenmesi, 17-20 Kasım 2004 tarihinde 10. ICHPER SD EUROPE Kongresi, poster bildiri.

11. Özbar N., Süel E., Şahin İ., **Akan İ.** , Memnun S.; Kuleli Askeri Lisesi Öğrencilerinin Beden Kompozisyonlarının Belirlenmesi, 17-20 Kasım 2004 tarihinde 10. ICHPER SD EUROPE Kongresi, poster bildirir.
12. Şahin İ., **Akan İ.**, Özbar N., Süel E., Gelen E. ; Askeri Lise Öğrencilerinin Anaerobik Güç Tespiti, Pilot Çalışması, 17-20 Kasım 2004 tarihinde 10. ICHPER SD EUROPE Kongresi, poster bildirir.
13. **Akan İ.**, Şahin İ., Süel E., Özbar N., Erzeybek M. ; Kuleli Askeri Lisesi Öğrencilerinin Motor Becerilerinin İncelenmesi, 17-20 Kasım 2004 tarihinde 10. ICHPER SD EUROPE Kongresi, poster bildirir.