

Bazı Alt Ekstremitte Kinematik Parametrelerinin Hentbolda İsabetli Atış Performansına Etkisi

The Effects of Some Lower Extremity Kinematic Parameters on Accuracy Throwing in Team Handball

Araştırma Makalesi

¹Emel ÇETİN, ²Sedat MURATLI

¹Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

²Haliç Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

ÖZ

Çalışmanın amacı, hentbolda yüksek temel kale atışlarında bazı kinematik parametrelerin atış hızı ve isabetliliğine etkisinin incelenmesidir. Araştırmaya 9 elit erkek hentbol oyuncusu (Türkiye Milli Hentbol Takımında oynayan)(Grup 1) ve 9 erkek Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi(Grup 2) olmak üzere toplam 18 sporcu katılmıştır. Her sporcu, üç adım hız alarak atış çizgisinden 6 m uzaklıkta bulunan kalenin üst köşelerine yerleştirilen hedeflere temel atış performansı gerçekleştirmiş, uygulanan performans iki adet hızlı video kamera (BASLER- A602 fc color, 100 Hz) ile kayıt edilmiştir. Elde edilen veriler HUBAG hareket analiz programı ile üç boyutlu olarak analiz edilmiştir. Her sporcu iki kale atışı gerçekleştirmiş, isabetli ve isabetsiz atışları değerlendirilmiştir. Kinematik parametrelerin gruplar arasındaki farklılıklarının belirlenmesinde Student-t testi, Mann-Whitney U testi, parametreler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde Pearson Korelasyonu kullanılmıştır. Sonuçlar $p<0.05$ seviyesinde değerlendirilmiştir. Atış öncesi adım uzunluk değerlerinde, Grup 2'de, Grup 1'de olduğu gibi lineer bir artış gözlenmemiş, sadece isabetli atışlarda $L3(\%h)$ değerinde gruplar arasında anlamlı fark belirlenmiştir ($p<0.05$). Kurulma evresinde ve topun elden ayrılma evresinde diz fleksiyon açısı değer-

ABSTRACT

The purpose of the present study was to determine the effects of throwing velocity and accuracy on some kinematic parameters in elite and amateur handball players. Two groups of young healthy, male subjects took part in the experiments: one group of 9 handball players, Turkish National Handball Team (Group 1 (age:25.44±3.28 year, height: 188.88±6.75 cm, weight: 89.55±10.33 kg), another group of 9 physical education students (Group 2 (age: 22.66±1.58 year, height: 183.88±5.17 cm, weight: 89.00±11.82 kg)). In this study, thirty six overarm throwing performance were recorded by using two cameras (BASLER- A602 fc color, 100 Hz) and tested using HUBAG software. Student-t test for independent samples was used to compare baseline values between groups. The Pearson product moment correlation coefficient was used to examine the relationship between isokinetic strength and ball velocity. The level of significance was set at 0, 05. Stride lengths of Group II were not increased as a linear, before the throwing. Only there was a significant differences between groups at value of $L3(\%h)$ in accuracy throwing ($p<0.05$). The angle of knee flexion bigger than the other group at cocking phase and

leri Grup 2 için daha büyük bulunmuştur. İsabetli atışlarda kurulma evresinde diz fleksiyon açısı ile topun uçuş açısı ve gövdenin yana eğilme açısı arasında negatif yönde ilişki bulunmuştur. İsabetli kale atışlarında top hızı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, daha fazla isabetli atış yapan grubun top hızı daha düşük belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Temel atış, hentbol, kinematik analiz, biyomekanik

GİRİŞ

Beyzbol, hentbol, kriket, cirit ve su topu gibi birçok farklı spor dalında, uygulanan temel atışta, daha hızlı hareket etmek için sinir-kas sisteminin kendine özgü dinamiği ve uyumu, hızlı olmak için büyük önem taşır (Hong ve diğ., 2001; Tillaar, 2004). Atış performansı, atış yapan sporcunun en büyük hızı oluşturacak şekilde vücudunu optimum biçimde koordine etmesine bağlıdır. Sporcu atış için hazır olduğunda ayak bileğinden el bileğine kadar tüm vücut üyelerini kullanmak zorundadır. Vücut ideal bir biçimde koordine olduğunda, proksimal üyelerde oluşan enerjiyi distal üyelere transfer edebilme yeteneği artar ve yüksek hız elde edilir (Sommervoll, 2005).

Atış hareketi birçok spor etkinliklerinde, temel hareketlerin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu hareket, beyzbol atışında, disk atmada olduğu gibi hareketin üç düzlem boyunca meydana gelmesiyle oluşur (Finch, 1999). Biyomekanik araştırmalar, yüksek temel atış performansındaki başarının, atış yaparken sporcunun vücudunun, boşlukta aldığı pozisyon ve eklemlerinin açılma değerleri ile yakından ilgili olduğunu göstermektedir. Elit bir hentbolcu, teknik becerilerden özellikle pas atma ve kale atışı gibi becerileri bir uyum içinde kullanabilmelidir (Hamill ve Knutzen, 2003; McGinnis, 1999; Muratlı ve diğ., 2000).

Hentbolde kale atış teknikleri, öncelikle ayrı bir beceri olarak ele alınmaktadır. Birçok sportif müsabaka sırasında kullanılan temel atış hareketi, tüm vücut üyeleri arasında etkileşim, koordinasyon ve yüksek sportif beceri gerektirir (Hirashima ve diğ., 2003; Hore, 1996). Hareket sırasında uygun olmayan mekaniğin kullanılması, ekstre-

mitenin diğer bölümlerinde fazladan stres oluşmasına neden olacaktır. Üst ekstremitte, çok hızlı ivmelenen ve yine çok hızlı bir biçimde ivmesini kaybeden açık kinetik zincir olarak karakterize edilir. Gövdenin rotasyonu, distal üyelerin (kol, önkol, el bileği) rotasyonu arasındaki ilişki ve atış hızının, kale atışı tekniğinin oluşmasında en önemli etkenlerden birisi olduğu belirtilmektedir (Wit ve Eliaz, 1990).

Key Words

Overarm throwing, Team handball, Kinematic analysis, Biomechanics

mitenin diğer bölümlerinde fazladan stres oluşmasına neden olacaktır. Üst ekstremitte, çok hızlı ivmelenen ve yine çok hızlı bir biçimde ivmesini kaybeden açık kinetik zincir olarak karakterize edilir. Gövdenin rotasyonu, distal üyelerin (kol, önkol, el bileği) rotasyonu arasındaki ilişki ve atış hızının, kale atışı tekniğinin oluşmasında en önemli etkenlerden birisi olduğu belirtilmektedir (Wit ve Eliaz, 1990).

Yüksek temel atışlarda ve özellikle hentbolde, başarılı bir atış için atış hızı ve isabetlilik önemli bir faktördür (Eliaz, 1998; Kotzamanidis ve diğ., 1987; Tillaar ve Ettema, 2003; Wit ve Eliaz, 1990). Elit hentbol oyuncularının, topu farklı branşlardaki sporculara göre daha hızlı ve isabetli attıklarını belirlenmiştir (Lidor ve diğ., 1998). Bir başka çalışmada ise, hentbolda kale atışında, maksimum atış hızının %73'lük bölümünün, atışın son 50 ms'sinde meydana geldiğini, ayrıca topun optimum enerji ile hareketi için maksimum üye (kalça, dirsek, el bileği) hızının öncelikle önemli olduğunu belirtmektedir (Jöris ve diğ., 1985).

Üç adım olarak dayanma adımı ile yapılan yüksek temel kale atışındaki top hızının, diğer atış tiplerine göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Jensen ve diğ., 1999). Fakat her zaman en hızlı atışın en başarılı atış olmayacağı da ifade edilmektedir (Bayious, 1998). Bu nedenle hız ve isabetlilik arasındaki dengeyi kurabilmek, müsabaka esnasındaki performans açısından önemli olmaktadır (Bayious, 1998; Schmidt ve Wrisberg, 2000). Fitts yasasına göre vücut üyelerinin hareket hızı arttıkça isabet oranı düşeceği için, isabet alanı daraldıkça görev güçleşecek (Magill, 2004; Richard ve

diğ., 2000; Schmidt ve diğ., 1995), kale atışlarında ki hedefe isabetlilik, üyelerin açığa çıkardığı kuvvet ve hızdan doğrudan etkilenecektir.

Daha önce yapılan çalışmalar hentbolda kuvvet antrenmanı ve atış hızı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir (Hoff ve Almaasbakk, 1995; Muijen ve diğ., 1991). Hentbol ile ilgili çalışmalar hentbol atışının bazı kinematik parametrelerinin incelemesini içermektedir (Tillaar ve Ettema, 2003). Ancak çok az çalışma alt ekstremitte, pelvis ve gövde parametreleri üzerine yoğunlaşmış ve bunun yüksek hız oluşturmak için gerekli önemini araştırmıştır. Hentbolda pelvis ve üst gövdenin (omuz çemberleri) ilişkisi hakkında sadece bir çalışma yapılmıştır (Tillaar ve Ettema, 2003). Anterior-posterior gövde eğilmesi olarak üst gövde değişkenleri, yana gövde eğilmesi ve pelvis rotasyonunun top hızı ile sadece antrene deneklerde anlamlı derecede ilişkili olmadığını belirlenmiştir. Elit hentbol oyuncularında yapılan bir diğer çalışmada da, gövdenin ve alt ekstremitenin hentbol oyuncuları için daha az önemli olduğu ve top hızı ile anlamlı ilişkisi bulunmadığı belirlenmiştir (Tillaar ve Ettema, 2007). Bu çalışmada da amaç, alt ekstremitteye ait bazı parametrelerinin atış isabetliliği ile olan ilişkisini incelemektir.

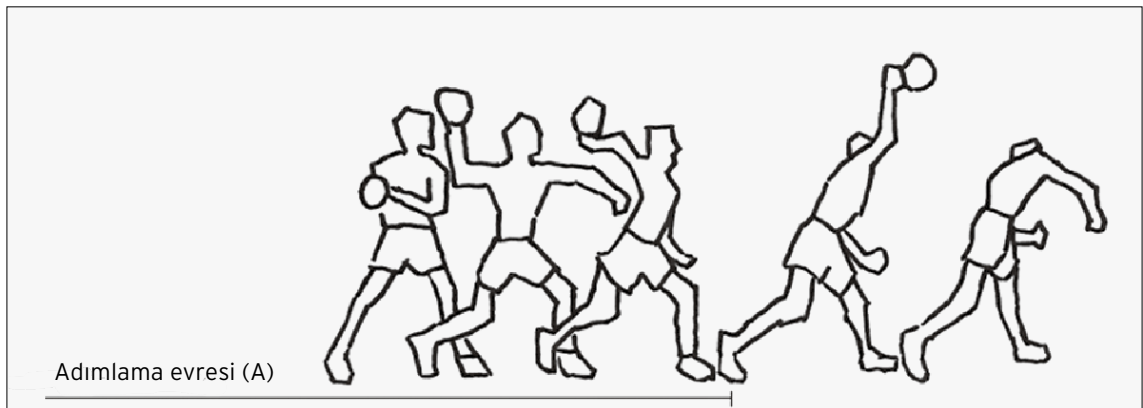
YÖNTEM

Araştırma Grubu: Araştırmaya 9 elit erkek hentbol oyuncusu (Grup 1: Türkiye Milli Hentbol Takımında oynayan) (yaş: 25.44 ± 3.28 yıl, boy: 188.88 ± 6.75 cm, ağırlık: 89.55 ± 10.33 kg)

ve hentbol dersi almış 9 erkek Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi (Grup 2) (yaş: 22.66 ± 1.58 yıl, boy: 183.66 ± 5.17 cm, ağırlık: 89.00 ± 11.82 kg) olmak üzere toplam 18 sporcu katılmıştır.

Veri Toplama Araçları: Çalışmaya katılan sporcuların yüksek temel atış performansları iki adet hızlı video kamera (BASLER- A602 fc color, 100 Hz) ile kayıt edildi. Sporculardan mümkün olduğu kadar hızlı ve hedeflere isabetli atış yapımları istendi. Hedef noktası, 60x60 cm boyutlarında olacak şekilde kalenin her iki üst köşesinden 25 cm aşağıya yerleştirildi. Her bir performans denemesi arasında sporculara iki dakikalık dinlenme verildi. Atış performansı için çevresi 58-60 cm, ağırlığı 425-475 gr olan standart hentbol topu kullanıldı. Performans kayıtlarının üç boyutlu olarak tanımlanabilmesi için üzerinde 18 nokta işaretli olan (3x2x1m) boyutlarındaki kalibrasyon kafesi kullanıldı.

Verilerin Toplanması: Çalışmaya katılacak oyuncuların temel atış performansları, on dakikalık bir ısınma sonrasında, her bir sporcudan üç atış performansı olmak üzere, kayıt edildi. Bu çalışmada, hentbol oyun kurallarının gereğine uygun olarak, sporcular üç adım hız alarak atış çizgisinden 6 m uzaklıkta bulunan kalenin üst köşelerine yerleştirilen hedeflere temel atış performansı sergilemeleri istendi. Temel atış performansı; adımlama evresi (A), hız alma evresi (H), kuvvet uygulama evresi (K) ve topun elden ayrılma evresi (T) olmak üzere dört aşamada incelendi (Şekil 1).



Şekil 1. Yüksek temel atışın evreleri

Atış hareketi sırasında, kinematik verileri elde etmek amacıyla, sporcuların üzerinde, 18 anatomik noktaya işaret yerleştirildi. Bu işaretler HUBAG Hareket Analiz Programı (Arıtan ve diğ., 2008) kullanılarak üç boyutlu olarak sayısallaştırıldı ve Doğrudan Doğrusal Dönüşüm (DLT) algoritması ile hesaplandı. Tüm noktalardan elde edilen veriler kesme frekansı 4 Hz olan ikinci dereceden alçak geçiren sayısal filtre (Butterworth) kullanılarak filtrelendi.

Verilerin Analizi

İsabetlilik: Her bir sporcudan iki atış performansı kayıt edildi ve her bir atış isabetli ya da isabetsiz olarak değerlendirildi.

Top hızı: Top hızı, beş nokta türevi kullanılarak hesaplandı. Topun sporcunun elinden çıktığı andaki hızı, el bileği ve top arasındaki mesafe değişiminden elde edildi. Bu yöntemde, topun elden çıkma anı öncesi ve sonrası toplam beş resim değerlendirilerek top hızı belirlendi (V_o).

i . resimdeki x pozisyonunun hızı, \bar{p}_x pozisyon verisinden önceki iki resim ($i-1, i-2$) ve sonraki iki resim ($i+1, i+2$) 'den;

$$\bar{v}_x[i] = \frac{1}{12} (-\bar{p}_x[i+2] + 8\bar{p}_x[i+1] - 8\bar{p}_x[i-1] + \bar{p}_x[i-2])f$$

Burada f kamera frekansını göstermektedir (Zheng ve diğ., 2004).

Adım Uzunluğu: Adım uzunlukları, alınan her adım için sağ topuk ve sol topuk noktasına yerleştirilen işaretler arasındaki uzaklık hesaplanarak belirlendi.

Dayanma Adımı Diz Fleksiyon Açısı: Dayanma adımının oluşturduğu açı, topun elden çıktığı anda, dayanma adımı tarafındaki kalça eklemi, diz eklemi ve ayak bileği eklemleri arasındaki açı olarak belirlendi (Dun ve diğ., 2007; Fleisig ve diğ., 2006; Zheng ve diğ., 2004).

Toplam bacak uzunluğu: Toplam bacak uzunluğu için, denek ayakta iken kalça eklemi ile yer arasındaki trochanter yükseklik mezura ile ölçülerek belirlendi (Özer, 1993).

Verilerin analizi: Kinematik parametrelerin gruplar arasındaki farklılıklarının belirlenmesinde Student-t testi, Mann-Whitney U testi, parametreler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde Pear-

son Korelasyonu kullanılmıştır. Sonuçlar $p < .05$ seviyesinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Toplam 36 atış performansının incelendiği çalışmada, Grup 1 diğer gruba göre daha fazla isabetli atış ve daha az isabetsiz atış performansı gerçekleştirmiştir. Gruplara ait isabetli ve isabetsiz atış sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Grup 1 ve Grup 2'ye ait atış performansları

n= 36	Grup 1	Grup 2
İsabetli atış	11	6
İsabetsiz atış	7	12

İsabetli ve isabetsiz atışlarda Grup 1 adım uzunluklarını azaltarak atış çizgisine ulaşmış, Grup 2 ise değişken bir adım uzunluğu oluşturmuştur. İsabetli atışlarda L_3 (%h) değerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < .05$). Adım uzunlukları bakımından isabetli ve isabetsiz atışlarda gruplar arasında anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($p > .05$)(Tablo 2).

Topun elden ayrılma evresinde, topun elden çıkış açısı ($\Theta_{\text{top-uçuş}}$), top hızı (V_{top}) değerlerinde iki grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < .05$). İsabetli atışlarda top uçuş açısı Grup 1 için daha büyük bulunurken, top hızı Grup 2 için daha büyük belirlenmiştir. Dayanma adımı diz fleksiyon açısı, gövdenin yana ve ileriye eğilme açılarında ve topun elden çıkış yüksekliğinde gruplar arasında anlamlı fark belirlenmemiştir ($p > .05$)(Tablo 3).

TARTIŞMA

Atış sırasındaki bazı önemli noktalar, dayanma ayağının yerle teması, omuzun maksimal eksternal rotasyonu, maksimal internal rotasyonu ve topun elden çıktığı andır. Her bir evredeki detaylar spor disiplinine bağlı olmasına rağmen, yüksek temel atışın genel kinematik parametreleri disiplinler arası karşılaştırılabilir (bezbol, su topu ve cirit). Fradet ve diğerleri (2004)

Tablo 2. Grup1 ve Grup 2'ye ait son üç adım uzunluk değerleri

	İsaletli Atışlar			İsaletsiz Atışlar		
	Grup 1 AO±SD	Grup 2 AO±SD	p	Grup 1 AO±SD	Grup 2 AO±SD	p
L ₁ (cm)	104.64±21.48	95.13±15.12	.275	98.42±13.64	102.62±19.57	.447
L ₁ (%h)(cm)	55.21±11.27	51.39±8.90	.981	52.31±6.56	55.49±11.00	.499
L ₂ (cm)	72.97±32.34	79.41±23.90	.191	84.37±24.94	74.35±15.75	.295
L ₂ (%h)(cm)	38.51±17.62	42.90±12.97	.132	45.04±13.72	40.13±8.09	.337
L ₃ (cm)	70.93±16.73	81.00±11.21	.174	81.82±17.43	77.11±13.50	.518
L ₃ (%h)(cm)	37.43±8.83	43.66±7.01	.096*	43.59±9.44	41.82±8.27	.674

*p<0.05

Tablo 3. Topun elden ayrılma evresi atış parametreleri

	İsaletli Atışlar			İsaletsiz Atışlar		
	Grup 1 AO±SD	Grup 2 AO±SD	p	Grup 1 AO±SD	Grup 2 AO±SD	p
F diz-flex (°)(K)	17.40±9.53	26.51±15.98	.084	20.73±3.99	25.48±9.21	.216
F diz-flex (°)(T)	16.69±12.41	24.31±12.37	.211	17.84±7.58	25.82±11.12	.112
d gövde-s (°)(T)	6.00±3.23	4.76±3.21	.108	6.79±2.94	6.27±4.35	.782
d gövde-f (°)(T)	42.76±16.56	27.42±23.93	.097	49.47±21.66	41.88±26.84	.534
htop(cm)	199.92±17.92	180.81±30.69	.081	201.15±15.04	167.06±27.37	.076
Θ top-uçuş (°)	57.68±27.00	25.50±19.10	.016*	68.23±34.20	82.51±33.34	.454
Vtop (m/s)	16.45±5.78	23.54±6.74	.015*	22.83±6.58	22.73±7.80	.977

*p<0.05

sadece gövdenin açılma hızı ve omuzun maksimal eksternal rotasyonu üzerine çalışırken, Tillaar (2004) sadece dirsek ekstensiyonunun, el bileği fleksiyonunun ve omuz eklemine internal rotasyonunun maksimal açılma hızlarını, atışın ivmelenme evresi sırasında incelemiştir. Kullandıkları modelde, top hızına etki eden %73 katkının, atış sırasında omuzun maksimal internal rotasyon hızı ve maksimal dirsek ekstensiyon hızı tarafından yapılabileceğini belirtmişler, ancak kendi çalışmalarında ve kullandıkları modelde gövdeyi ve alt ekstremitteyi dikkate almamışlardır. Özellikle, gövde hareketlerinin, açılma momentumunun transferinde önemli rol oynadığı bilinmektedir (Tillaar ve Ettema, 2007).

Bu çalışmada da temel atış performansı sırasında bazı alt ekstremitte parametrelerinin atış isabetliliği ile olan ilişkisi incelenmiştir.

Hentbolda atış hareketinin kinematik özellikleri hakkında çok az çalışma yapılmıştır. Birçok araştırmacı daha çok beyzbolda atış hareketini incelemiştir (Dun ve diğ., 2007; Fleisig ve diğ., 1999; Matsuo ve diğ., 2001; Stodden ve diğ.,2001). Hentbolda daha önce yapılan çalışmalar (Fradet ve diğ., 2004; Jöris ve diğ., 1985; Tillaar ve Ettema, 2003; Tillaar ve Ettema, 2007) ise atış hareketinin bazı kinematik parametrelerini kapsamaktadır. Tillaar ve Ettema hentbolda pelvis ve üst gövdenin katkısının gösterildiği bir çalışma yapmışlardır (Ishida ve Hi-

rano, 2004). Bu çalışmaya göre, gövdenin yana eğilmesi ve pelvis rotasyonu gibi üst gövde değişkenleri top hızı ile anlamlı ilişki göstermemektedir. Ancak bu sonuç sadece antrene denekleri içermektedir. Beceri düzeyindeki farklılıklarının araştırıldığı bir çalışmada, elit ve amatör sporcular arasındaki temel farklılığın, atış sırasında kullanılan üyelerin maksimal hızları arasında olduğunu belirtilmiştir (Jöris ve diğ., 1985).

İsabetli kale atışlarında adımlama evresinde, atış isabetlilik performansı öncesi kat edilen adım uzunlukları değerlendirildiğinde, adım uzunluk değerlerinde Grup 1 ve Grup 2 ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Elit hentbol oyuncularından oluşan Grup 1, adım uzunluklarını arttırarak (L1: 104.64 cm, L2: 72.97 cm, L3: 70.95 cm) atış performansını gerçekleştirmiş, Grup 2 ise değişken bir adım ritmi oluşturmuştur (L1:95.13 cm, L2:79.41 cm, L3: 81.00 cm). Elit sporcuların adım uzunlukları giderek artarken Grup 2'nin adım uzunluk değerlerinde bu düzen görülmemiştir. Adımlama evresinde daha uzun adım uzunluğu, topun elden ayrılma evresinde, daha büyük gövdenin ileri doğru eğilme açısı oluşturmaya neden olur. Elit grup sporcularının dayanma adımı aldıkları son adım uzunlukları isabetli atışlarda daha uzun olurken gövdenin ileri doğru eğilme açısı da diğer gruba göre daha düşük belirlenmiştir. Ancak adım uzunluğunun büyük olması top hızı ile ilişkili olmadığı, esneklik kuvvet ya da teknik bazı bileşenlerine bağlı olabileceği belirtilmiştir (Dun ve diğ., 2007).

Adımlama evresinde L3(%h) değerinin, özellikle top hızında önemli bir parametre olan dirsek fleksiyon açısı ile pozitif anlamlılıkta ($r=.484$, $p=.049$) ilişkili olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da en büyük dirsek fleksiyon açısı hız alma evresinde gerçekleşmiştir. (Grup 1:50.17±15.18, Grup 2:73.96±16.71). Atış evrelerinin kinematik seyri hentbol ile benzerlik gösteren profesyonel beyzbol oyuncularında atış kinematikleri ve yaş ile olan ilişkilerinin incelendiği bir çalışmada, gruplar arasında adım uzunlukları bakımından farklılıklar bulunmuştur (Dun ve diğ., 2007). Çalışmada adım uzunluğunun boy değerinin yüzdesi olarak tanımladıkları çalışmada, genç beyzbol oyuncularını için

(yaş: 23.70±3.3 yıl) 82.50±4.10 cm ve daha büyük beyzbol atıcıları için (yaş: 27.00 yıl ve daha yaşlılar) 73.30±5.10 cm olarak bulunmuştur.

İsabetsiz kale atışlarında adımlama evresinde, adım uzunlukları dikkate alındığında gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>.05$). Grup 1 sporcuları, isabetli atışlarda olduğu gibi, adım uzunluklarını arttırarak performanslarını gerçekleştirmişler, Grup 2 ise yine değişken adım uzunluğu kullanmışlardır.

Yüksek temel atış performansı öncesi kat edilen üç adımın, atış hızı ya da isabetlilikle olan ilişkisine dair herhangi bir literatür bulunmamaktadır. Ancak gövde ve alt ekstremite hareketlerini içeren diğer parametrelere bağlı olan omuz internal rotasyonu ve dirsek ekstensiyonun hızlı atış için önemli faktörlerden olduğu belirtilmektedir (Tillar ve Ettema, 2007).

İsabetsiz atışlarda adımlama evresindeki değerler, isabetli atış değerleri ile benzerlik göstermektedir. Bu da adımlama evresindeki parametrelerin isabet performansında bu sonuçlara göre etkili olmadığını göstermektedir.

İsabetli kale atışlarında, kurulma evresindeki diz fleksiyon açısının topun uçuş açısı ile negatif yönde ($p=.010$, $r=-.606$) ilişkili olduğu bulunmuştur. Atış sırasında son adımda meydana gelen diz fleksiyon açısı önemlidir. Dayanma ayağının sürekli ileriye ve aşağıya doğru fleksiyon olma durumunda, gövdenin yana eğilmesi engellenebilir ve topun elden çıkmasında optimum açı elde edilebilir (Fleisig ve diğ., 1996; Sachlikidis ve Salter, 2007). Nitekim topun elden ayrılma evresinde isabetsiz kale atışlarında Grup 1 ve Grup 2 için gövdenin yana eğilme açıları istatistiksel olarak anlamlı olmamasına karşın farklılıklar görülmektedir. Bu çalışmada, Grup 1 sporcuları kurulma evresinden topun elden ayrılma evresine kadar diz fleksiyon açılarını 0.43 derece, Grup 2 sporcuları ise 15.39 derece azaltmışlardır. Yine bu evrede de Grup 2 sporcuları, kurulma evresine göre daha fazla vücut ağırlık merkezlerini aşağıya indirmişlerdir. Diz fleksiyon açısının daha büyük olması top hızının da daha büyük olmasını gerektirir (Dun ve diğ., 2007; Morris ve Bartlett, 1996). Bu çalışmada daha büyük diz fleksiyon açısı gerçekleştiren Grup 2 spor-

cuları daha büyük top hızı elde etmişlerdir. Ancak top hızının daha büyük olması hiçbir zaman atış isabetliliğinin kesinliğı anlamına gelmez (Bayious, 1998). Nitekim yapılan bu çalışmada da elit sporcuların top hız değerlerinin diğeri gruba göre daha düşük olmasına rağmen isabetli atış sayısı daha fazladır. Bu nedenle eğitimde etkin kale atışı için topun maksimal hızı değil optimal hızını yönlendirebilmek önem kazanır.

Topun elden ayrılma evresinde diz fleksiyon açısı ile topun elden çıkış yüksekliğı arasında negatif yönde ($p=0.003$, $r=-.672$) ilişki bulunmuştur. Diz fleksiyonunun Grup II sporcularında daha büyük olması (24.31°) topun elden çıkış yüksekliğinin daha az olmasını gerektirir. Ancak Grup II'nin topun çıkış yükseklik değerleri Grup I'e göre daha fazladır. Topun elden ayrılma evresinde, daha büyük diz fleksiyon açısı ve daha büyük çıkış yüksekliğı, daha küçük top uçuş açısı oluşmasını sağlamıştır. Topun uçuş açısı Grup I için 57.68° , Grup II için 25.50° olarak bulunmuştur. Topun elden çıkış açısının Grup I'de daha yüksek olması, topun elden ayrılma evresinde Grup I sporcularının gövde ile ri fleksiyon açılarının daha büyük olmasından kaynaklanabilir. Gövdenin atışı takip etmesi atışı yönlendirmede etkili olduğu söylenebilir.

İki grubun isabetlilik yüzdeleri ile top hızı, topun elden çıkış açısı, adım uzunlukları, gövdenin öne eğilme açısı gibi parametrelerin ilişkisinin karşılaştırılması teknik başarıyı etkileyen faktörler olarak yazılabilir.

Sonuç olarak, hentboldaki atış başarısı atış hızına bağılıdır. Fakat top hızına etki eden en önemli faktör hareketin tekniğidir (Lidor ve diğ., 1998). Ancak isabetlilikte önemli faktörlerden bir tanesidir. İsbetlilik üzerindeki dikkat arttırıldııkça, hız azalacaktır. Amaç isabetli atış olduğunda, atış hızı maksimal hızın %85'i kadardır. Bu çalışma tecrübeli hentbol oyuncularının daha az atış hızıyla ama daha isabetli atış yaptıklarını göstermektedir. Bu yüzden antrenörlerin, top hızını arttırmak kadar atış isabetliliğine de dikkat etmeleri gerekmektedir.

Yazar Notu: Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2005.03.0122.001).

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Dr.Emel Çetin

Akdeniz Üniversitesi

Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Dumlupınar Blv. Kampüs 07050, ANTALYA

E-Posta: emelcetin@akdeniz.edu.tr

KAYNAKLAR

- Aritan S, Çilli M, Amca AM** (2010). HUBAG: Üç boyutlu hareket analizi yazılımı. Spor Bilimleri Dergisi 21(1):30-36.
- Bayious I.** (1998). *ISBS: Accuracy and throwing velocity in handball, Greece.*
- Dun S, Fleisig GS, Loftice J, Kingsley D, Andrews JR.** (2007). The relationship between age and baseball pitching kinematics in professional baseball pitchers, *Journal of Biomechanics*, 40:265-270.
- Eliasz J.** (1998). *ISBS: The relationship between throwing velocity and motor ability parameters of the high-performance handball players, Belgium.*
- Finch A.** (1999). *ISBS: Throwing for speed and accuracy, Stuttgart.*
- Fleisig GS, Barrentine SW, Zheng N, Escamilla RF, Andrews JR, Nicholls RL. et al.** (1999). *5th IOC World Congress on Sport Sciences with The Annual Conference of Science and Medicine in Sport :A practical evaluation tool for baseball pitching biomechanics, Sydney.*
- Fleisig GS, Escamilla RF, Andrews JR, Matsuo T, Satterwhite Y, Barrentine SW.** (1996). Kinematic and kinetic comparison between baseball pitching and football passing. *Journal of Applied Biomechanics*, 12:207-224.
- Fleisig GS, Kingsley DS, Fotice JW, Dinen KP, Ranganathan R, Dun S. et al.** (2006). Kinetic comparison among the fastball, curveball, change-up, and slider in collegiate baseball pitchers, *American Journal of Sports Medicine*, 34:423.
- Fradet L, Botcazou M, Durocher C, Cretual A, Multon F, Prioux J. et al.** (2004). Do handball players always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *Journal of Sports Science*, 22, 439-447.
- Hamill J, Knutzen K.** (2003). *Biomechanical Basis of Human Movement*, Lippincott Williams and Wilkins A Wolters Kluwer Company, U.S.A.
- Hirashima M, Kudo K, Ohtsuki T.** (2003). Utilization and compensation of interaction torques during ball-throwing movements, *Journal of Neurophysiology*, 89: 1784-1796.

12. Hoff, J., Almaasbakk, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team handball players, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4): 255-258.
13. Hong D., Cheung T.K., Roberts E.R. (2001). A three-dimensional, six-segment chain analysis of forceful overarm throwing, *Journal of Electromyography* 11, 95-112.
14. Hore J. (1996). Motor control, excitement, and overarm throwing, *Journal of Physiology Pharmacology*, 74: 385-389.
15. Ishida K., Hirano Y. (2004). Effects of non-throwing arm on trunk and throwing arm movements in baseball pitching, *International Journal of Sport and Health Science* Vol.2, 119-128.
16. Jensen K, Johansen L., Larson B. (1999). *5th World Congress on Sport Science and Medicine in Sport : Physical performance in Danish elite team handball players*, Sydney.
17. Jöris HJ, van Muyen AJ, van Ingen Schenau GJ, Kemper HC. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of Biomechanics*. 18(6), 409-14.
18. Kotzamanidis C, Skoufas K, Hatzikotoulas D, Patikas G, Koutras H. (1987). *ISBS*: The relationship between the physical and strength variables of the lower limbs and the velocity of ball release in various types of handball throws.
19. Lidor R, Argov E, Daniel S. (1998). An exploratory study of perceptual-motor abilities of women: novice and skilled players of team handball, *Perceptual Motor Skills*, 86(1):297-88.
20. Magill RA. (2004). *Motor Learning Concept and Applications*, McGraw Hill Companies, U.S.A.
21. Matsuo T, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR. (2001). Comparison of kinematic and temporal parameters between different pitch velocity groups. *Journal of Applied Biomechanics*. 17, 1-13.
22. McGinnis PM. (1999). *Biomechanics of Sport and Exercises*, Human Kinetics.
23. Morris C, Bartlett R. (1996) Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. *Sports Medicine*, 21, 438-446.
24. Muijen van AE, Jris H, Kemper HCG, Ingen Schenau Van GJ. (1991). Throwing practice with different ball weights: effects on throwing velocity and muscle strength in female handball players. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 2:103-113.
25. Muratlı S, Toraman F, Çetin E. (2000). *Sportif Hareketlerin Biomekanik Temelleri*, Bağırğan Yayınevi, Ankara.
26. Özer K. (1993) *Antropometri. Sporda Morfolojik Planlama*. Kazancı Matbaacılık, 39-61. İstanbul.
27. Schmidt RA, Wrisberg CA. (2000) *Motor Learning and Performance*, Human Kinetics.
28. Sachlikidis A, Salter C. (2007). A biomechanical comparison of dominant and nondominant arm throws for speed and accuracy, *Sports Biomechanics*, 6:3, 334-344.
29. Schmidt RC, Corey D, Fitzpatrick P, Riley M. (1995). 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.
30. Stodden DF, Fleisig GS, McLean SP, Lyman SL, Andrews JR. (2001). Relationship of pelvis and upper torso kinematics to pitched baseball velocity. *Journal of Applied Biomechanics*. 17(2), 164-172.
31. Sommervoll Y. (2005). Effects of gender and training experience on kinematical and temporal aspects of overarm throwing technique, IDR 3900, Master thesis in Human Movement Science, Human Movement Science Program, Faculty of Social Sciences and Technology Management, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
32. Van den Tillaar R. (2004). Effect of different training programs on the velocity of overarm throwing, A brief review, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 388-396.
33. Van den Tillaar R, Etema G. (2003) Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing, *Perceptual and Motor Skills*, Apr;96(2):423-34.
34. Van den Tillaar R, Etema G. (2007). A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players, *Journal of Applied Biomechanics*, 23:12-19.
35. Wit A, Elias J. (1990). A three-dimensional kinematic analysis of handball throws, *Sports Wyczynowy*, 9/10, 17-23.
36. Zheng N, Fleisig GS, Barrentine S, Andrews JR. (2004). Biomechanics of pitching. In George Hung (ed) *Biomedical Engineering Principles in Sports*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, Chapter 9, 209-256.