



Eylem Çelik¹, Ahmet Alptekin¹, Özlem Kılıç¹

¹Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Denizli, Türkiye

eylemc@pau.edu.tr

ORIGINAL ARTICLE

BASKETBOLDA ESKİ VE YENİ ÜÇ SAYI ATIŞ ÇİZGİLERİNDEN KULLANILAN BAŞARILI ATIŞLARIN KİNEMATİK ANALİZİ

Özet

Bu çalışmanın amacı; erkekler basketbol bölgesel ve ikinci ligde oynamış ve oynamakta olan basketbolcuların eski (6,25 m) ve yeni (6,75 m) üç sayı atış çizgilerinden kullandıkları başarılı üç sayı atışlarının kinematik analizlerinin yapılmasıdır. Bu amaçla çalışmaya 7 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Çekim esnasında 100 Hz çekim hızında ve birbirine senkronize çalışan dört adet kamera kullanılmıştır. Kameralardan elde edilen görüntüler direkt bilgisayara aktarılarak üç boyutlu görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler SIMI Motion 7,5 (Germany) programı kullanılarak kinematik analizler yapılmıştır. Deneklerin üç sayı atış tekniklerinde; ayak bileği, diz, kalça, şut kolu, omuz açısı ile topun elden çıkış hızı, çıkış açısı, çıkış yüksekliği ve kütle merkezinin hızı parametreleri incelenmiştir. Verilerin istatistiksel olarak analizleri 0,05 anlamlılık düzeyinde wilcoxon ve korelasyon analizi ile ve kinematik analizleri ile yorumlanmıştır. Elde edilen bulgularda topun elden çıkış hızı ve çıkış açısı ile topun elden çıkış hızı ve çıkış yüksekliği değerleri arasında anlamlı bir ilişki her iki durumda da bulunmamıştır ($p>0,05$). Atış anında kütle merkezinin hızı ve topun elden çıkış hızı değerleri arasında da eski üç sayı çizgisinden yapılan atışta anlamlı bir fark bulunurken ($p<0,05$) yeni üç sayı çizgisinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Deneklerin diz, şut kolu, omuz, kalça ve ayak bileği hareketleri her iki durum için de benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak; eski ve yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda sporcuların benzer davranışlar gösterdiği ve bunun da basketbol şut tekniğinin gerekliliği olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kinematik analiz, basketbol, şut

KINEMATIC ANALYSIS OF SUCCESSFUL THREE- POINT SHOT AT OLD AND NEW THREE-POINT LINE IN BASKETBALL

Abstract

The aim of this study was to examine kinematic analysis of field goal shot from old (6,25m) and new (6,75 m) three-point line by second and regional men's division basketball league players. In this study, 7 basketball players participated in this study voluntarily. During the video recording phase, four high speed cameras which have 100 Hz recording speed and synchronized to each other were used. Transferred directly from the images obtained from cameras to computer a three-dimensional images were obtained. SIMI Motion 7,5 motion analysis programme was used to make kinematic analysis. Three-point shooting techniques of the subjects were examined by angle of knee, angle of shooting-arm, angle of the shoulder and angle of hip and angle of ankle, release velocity of the ball, release angle of the ball and release height of the ball. The statistical analyses of the calculated datas' results were performed by Wilcoxon and Pearson Correlation analysis. According to the results, there were no significant relationship between release velocity and angle of the ball, height of the ball either ($p>0,05$). While there was no significant difference was observed between centre of mass velocity and release velocity of ball during shooting from new three-point line ($p>0,05$). There was a significant difference between centre of mass velocity and release velocity during shooting from old three-point line ($p<0,05$). The movement pattern of the knee, shooting arm, shooting shoulder, hip and ankle were similar in all participants in both situation. It can be concluded that athletes act same shooting patterns during shooting from old and new three-point line as a necessity of shooting technique.

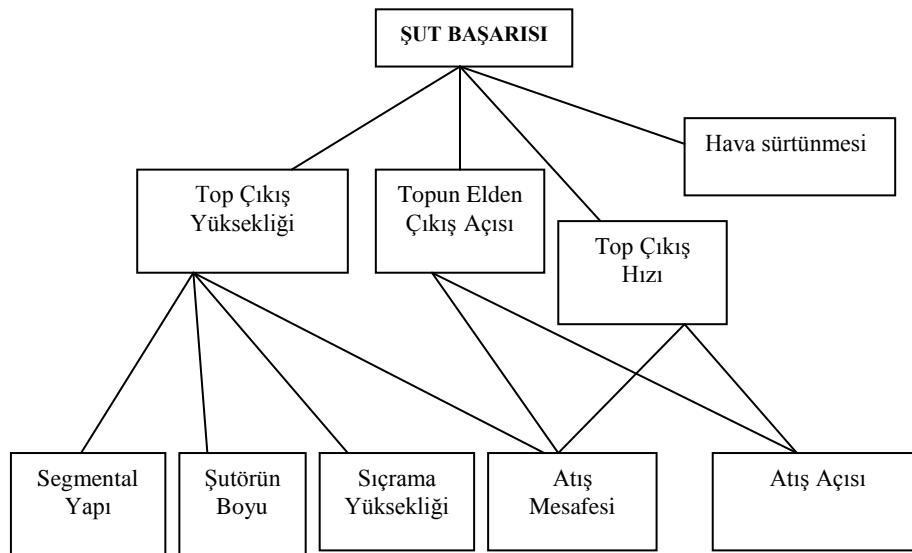
Keywords: Kinematic analysis, basketball, three point shooting

GİRİŞ

Günümüzde ülkeler birbirlerine olan üstünlüklerini spor sahalarına aktarmış durumdadırlar ve bu yüzden gelişmiş ülkeler spora ve sporcularına büyük finanslar ayırmaktadırlar. Bu da sporcunun performansını en üst noktalara taşımakta ve ülkelerin başarısının önemini de arttırmaktadır. Bu durumda sporcunun başarısının temelinde sporu en yüksek performansta yapması yatmaktadır. Bu nedenle günümüzde sporcunun bedensel yetenekleri ve performansı bilimsel bilginin sınırlarını zorlamaktadır. Bu da son yıllarda spor biyomekaniği alanının önemini arttırmış ve bu yönde yapılan çalışmalara hız katmıştır.

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde ilgileri üzerine çeken bir spor dalı da basketboldur. Özellikle 2010 Dünya Basketbol Şampiyonasının da ülkemizde yapılması ve başarılı bir derece ile şampiyonadan çıkmamız ile birlikte basketbol sporuna olan ilgi daha da artmıştır.

Basketbolda başarı; sporcuların fonksiyonel yetenekleri yanında top sürme, ribound, paslaşma ve şut atma gibi temel tekniklere de bağlıdır. Bu sporda şut en çabuk sayı kazandıran bir hareket olmasından dolayı teknik açıdan çok incelenmeye başlanmıştır. Top elden çıktığında atış meydana gelir. Bundan dolayı da atış belli hareketlilik kurallarına bağlıdır. (Hay 1994). Atışın yapısını belirleyen faktörler arasında yükseklik, açı ve topun elden çıkış hızı önemlidir (Şekil 1).



Şekil 1: Şut Başarısında Temel Faktörler (Miller ve Bartlett 1996)

Basketbol oyuncusunun bir maç içerisinde yaklaşık olarak 4000 m koştuğu, 250 m topla koştuğu, 50 defa azami süratte koşular içinde ani duraklamalar, 90 defa sıçrama gibi fazla sayıda tekrarlanan, dayanıklılık, kuvvet, sürat gibi fiziki güç özellikleri gerektiren hareketler yaptığı saptanmıştır (Sevim 1981). Erculj ve arkadaşları (2008) yapmış oldukları çalışmada basketbol oyununda sporcuların ortalama $1,86 \pm 0,16$ m/s hızla koştukları ve toplam maç süresi boyunca da ortalama olarak 4404 ± 354 m mesafe kaydettiklerini belirtmişlerdir. Oyunun aktif olmadığı periyotlarla birlikte sporcuların ortalama 6000 m civarında mesafe kat ettikleri hesaplanmıştır. Mahoric (1994) de yaptığı çalışmada toplam mesafenin 6462 m olduğunu belirtmiş ve bu farkın oyunun değişen kurallarına ve hücum süresinin 30s den 24 s'ye inmesine bağlamıştır. 2002 yılında FIBA (International Basketball Federation) hücum süresini 30 s'den 24 s'ye indirmeye karar vermiştir. Bu süredeki düşüş sporcuların sakatlanma riskini arttırmaktadır ancak sporcular bu hızlı oyunla mücadelede başarılı olabilmek için daha kondisyonel olmaya çalışmaktadırlar. (Dominc, 2001)'in belirttiğine göre 24 s kuralı ile hücum sayısının %10 artış gösterdiği ve bunun da toplam kat edilen mesafede artışa neden olduğu, oyuncuların bir futbol oyuncusu kadar mesafe kat ettikleri belirtilmektedir (Akt: Erculj ve arkadaşları, 2008). Bunların sonucunda da takımı kısa yoldan skora götüren “şut” basketbolun temel hareketi olarak spor biyomekaniği alanında yapılan çalışmaların konu başlığı olmuştur.

Her spor branşında değişen oyun kuralları, o branşın gerektirdiği teknik özellikleri de etkilemektedir. 2010 yılında basketbol saha ölçülerinde yapılan bir takım değişiklikler ile üç sayı atış çizgisinin 6,25 m'den 6.75 m'ye çekilmesi ile basketbol şut kinematığında değişikliğe neden olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada; eski (6,25m) ve yeni (6,75m) üç sayı atış çizgilerinden kullanılan başarılı üç sayı atışları arasındaki kinematik farklılıkları araştırmak amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Çalışmaya 2011 sezonunda Denizli ilinde Basketbol 2. Lig ve Bölgesel Liginde oynayan 7 erkek basketbolcu ($X_{yaş} = 24 \pm 1,00$ yıl; $X_{boy} = 191 \pm 6,00$ cm; $X_{vücutağırlık} = 94,28 \pm 7,25$ kg) gönüllü olarak katılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Deneklerin şut atışlarına ait görüntülerin kinematik analizi SIMI Motion 7,5 (Simi Reality Motion Systems, GER) hareket analizi programı ile gerçekleştirilmiştir. Şut atışlarına ait görüntüler 100 Hz'de kayıt yapan, yüksek hızlı 4 adet kamera (Basler A602f, GER) ile kaydedilmiştir. Deneklerin üç sayı şut görüntüleri kaydedilmeden önce vücudun önceden belirlenen 18 anatomik noktasına yansıtıcı işaretçi yerleştirilmiştir. Kameraların ilki şut atışının gerçekleştirildiği eksenin sağ tarafına ve atış eksenine 45°'lik açıyla, diğer üç kamera ise kendisinden bir önceki kamera ile aralarında 90°'lik açı oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir.

Verilerin Toplanması

Deneklerden basketbol sahasında önce eski üç sayı atış çizgisinden (6,25 m) daha sonra yeni üç sayı atış çizgisinden (6,75 m) potayı tam karşılına alacak pozisyondan atışlarını yapmaları istenmiştir. Deneğin atış pozisyonunu alması ile çekime başlanmış ve top çemberden geçene kadar çekime devam edilmiştir. Tüm denekler en fazla üçüncü atışta başarılı atışı yakalamışlar ve deneklerin başarılı atışları değerlendirmeye alınmıştır. Hareket analizi programıyla sayısallaştırılan anatomik noktalara ait ham konum verilerinin filtrelenmesinde Butterworth sayısal filtre kullanılmıştır. Filtrenin örnekleme frekansı 100 Hz, derecesi 2, kesme frekansı da 2 Hz olarak belirlenmiştir. İşlemlerin tümü MATLAB 5.3 yazılımında çözümlenmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin çözümlenmesi aşamasında başarılı atışın deneğin atışa başladığı ilk kareden itibaren kaydı ele alınmıştır. Sayısallaştırılan eklemlerin ham konum verisi düşük frekanslı veriyi geçiren sayısal filtre kullanılarak filtrelenmiştir. Filtrenin örnekleme frekansı 100 Hz derecesi 2 kesme frekansı da 2 Hz olarak belirlenmiştir. İşlemlerin tümü MATLAB 5.3 yazılımında çözümlenmiştir. Deneklerin üç sayı atış tekniklerinde; ayak bileği, diz, kalça, şut kolu, omuz açısı ile topun elden çıkış hızı, çıkış açısı, çıkış yüksekliği ve kütle merkezinin hızı parametreleri SPSS 17,0 paket programına girilmiştir. Verilerin istatistiksel olarak analizleri 0,05 anlamlılık düzeyinde Wilcoxon ve Pearson Korelasyon analizi ile yorumlanmıştır.

BULGULAR

Tablo 1: Basketbolcuların eski üç sayı çizgilerinden yaptıkları atışlarda topun elden çıkış yüksekliği, çıkış hızı, çıkış açısı, kütle merkezi hızı, topun giriş açısı ve giriş hızı parametrelerine ait değerler

	$EH_{\text{çıkış}}$ (m)	$EV_{\text{çıkış}}$ (m/s)	EV_{KM} (m/s)	$E\theta_{\text{çıkış}}$ (derece)	$EV_{\text{giriş}}$ (m/s)	$E\theta_{\text{giriş}}$ (derece)
1. Denek	2,79	5,54	0,40	44,32	5,08	85,46
2. Denek	2,76	5,25	0,42	64,64	5,09	42,64
3. Denek	2,78	5,93	1,17	48,56	6,58	44,06
4. Denek	2,67	5,29	0,36	47,86	6,53	35,43
5. Denek	2,6	5,8	1,10	53,54	6,24	42,60
6. Denek	2,83	5,41	0,35	46,51	5,74	63,35
7. Denek	2,64	6,05	0,74	49,61	6,16	43,38
$X \pm SS$	$2,72 \pm 0,09$	$5,61 \pm 0,32$	$0,65 \pm 0,36$	$50,72 \pm 6,76$	$5,92 \pm 0,63$	$50,99 \pm 17,46$

$EH_{\text{çıkış}}$: Eski üç sayı çizgisinden topun elden çıkış yüksekliği

$EV_{\text{çıkış}}$: Eski üç sayı çizgisinden topun elden çıkış hızı

EV_{KM} : Eski üç sayı çizgisinden topun elden çıkış anında kütle merkezinin hızı

$E\theta_{\text{çıkış}}$: Eski üç sayı çizgisinden topun elden çıkış açısı

$EV_{\text{giriş}}$: Eski üç sayı çizgisinden topun potaya giriş hızı

$E\theta_{\text{giriş}}$: Eski üç sayı çizgisinden topun potaya giriş açısı

EH_{maks} : Eski üç sayı çizgisinde topun ulaştığı maksimum yükseklik

Tablo 2: Basketbolcuların yeni üç sayı çizgilerinden yaptıkları atışlarda topun elden çıkış yüksekliği, çıkış hızı, çıkış açısı, kütle merkezi hızı, topun giriş açısı ve giriş hızı parametrelerine ait değerler

	$YH_{\text{çıkış}}$ (m)	$YV_{\text{çıkış}}$ (m/s)	YV_{KM} (m/s)	$Y\theta_{\text{çıkış}}$ (derece)	$YV_{\text{giriş}}$ (m/s)	$Y\theta_{\text{giriş}}$ (derece)
1. Denek	2,69	5,79	0,48	46,46	6,66	57,55
2. Denek	2,97	5,88	0,22	41,79	6,81	62,10
3. Denek	2,82	6,00	1,38	65,93	5,39	61,09
4. Denek	2,73	5,61	0,25	51,21	5,65	31,86
5. Denek	2,69	6,3	1,23	55,77	7,04	89,97
6. Denek	3,3	5,37	0,56	43,17	6,40	43,87
7. Denek	2,61	6,01	0,91	49,49	2,32	35,01
$X \pm SS$	$2,83 \pm 0,24$	$5,85 \pm 0,30$	$0,72 \pm 0,46$	$50,54 \pm 8,30$	$5,75 \pm 1,63$	$54,49 \pm 19,89$

$YH_{\text{çıkış}}$: Yeni üç sayı çizgisinden topun elden çıkış yüksekliği

$YV_{\text{çıkış}}$: Yeni üç sayı çizgisinden topun elden çıkış hızı

$Y\theta_{\text{çıkış}}$: Yeni üç sayı çizgisinden topun elden çıkış açısı

YV_{KM} : Yeni üç sayı çizgisinden topun elden çıkış anında kütle merkezinin hızı

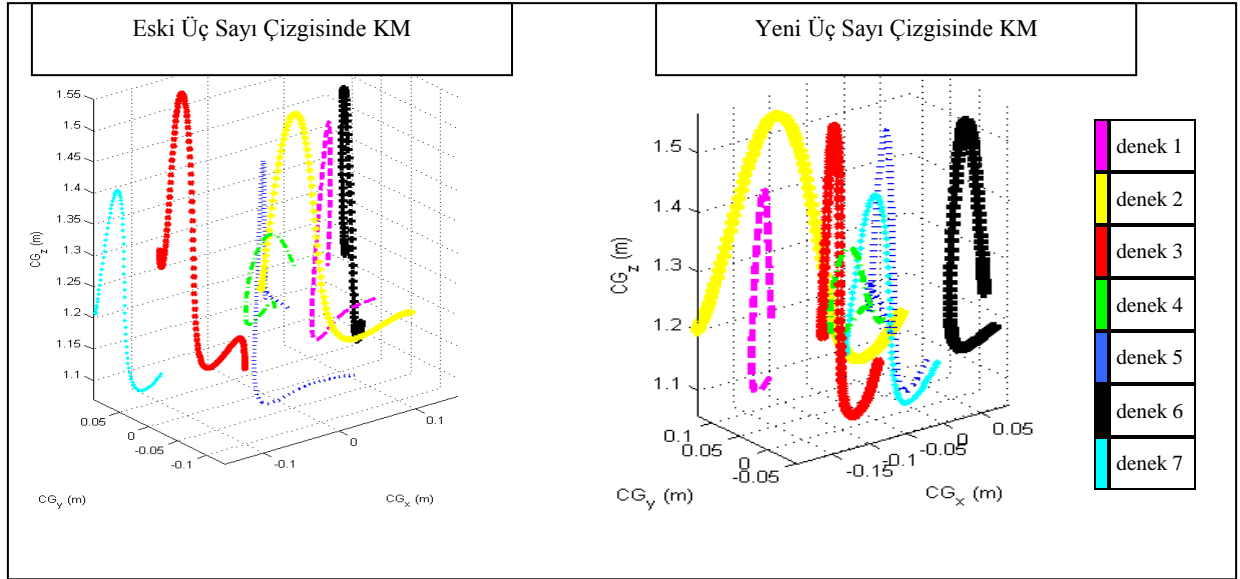
$YV_{\text{giriş}}$: Yeni üç sayı çizgisinden topun potaya giriş hızı

$E\theta_{\text{giriş}}$: Yeni üç sayı çizgisinden topun potaya giriş açısı

EH_{maks} : Yeni üç sayı çizgisinde topun ulaştığı maksimum yükseklik

Tablo 1 ve Tablo 2'ye göre yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda topun elden çıkış yüksekliği, çıkış hızı, kütle merkezi hızı ve topun potaya giriş açısı değerlerine bakıldığında eski üç sayı çizgisinden kullanılan atış parametrelerine göre bir artış görülmekte iken topun elden çıkış açısı her iki durumda benzerlik göstermektedir.

Grafik 4.3'de eski ve yeni üç sayı çizgilerinden yapılan atışlarda deneklerin kütle merkezlerinin üç boyutlu grafikleri verilmiştir.



Grafik 4.3: Eski ve Yeni Üç Sayı Çizgisinden Yapılan Atışlarda Deneklerin Kütle Merkezlerinin Üç Boyutlu Konum Grafiği

Kütle merkezinin atış boyunca üç boyutlu grafiğine göre bir denek hariç diğer deneklerin kütle merkezi konum değerleri min ve max değerler arasında sinüsoidal davranış gösterdiği için benzer davranışlar sergilemektedir. Altı deneğin kütle merkezi şut atışı pozisyonuna başlamakla birlikte bir artış göstermiş ve atış anında kütle merkezi tepe değere ulaşmış ve şut atışı ile düşüşe geçmiştir. Tüm deneklerin kütle merkezlerinde ileri bir hareket oluşmuş iken bir deneğin (Denek 4) kütle merkezinin geriye doğru hareketi (0.06 m) gözlenmektedir.

Basketbolda şutun yörüngesini ve mesafesini belirleyen iki önemli parametre topun çıkış açısı ve çıkış hızıdır. Bu çalışmada da eski ve yeni üç sayı çizgilerinden yapılan üç sayı atışlarında topun elden çıkış hızı ile topun elden çıkış açısı, topun ulaştığı maksimum yükseklik ve kütle merkezinin hızı arasındaki ilişkiye bakılmıştır (Tablo 3 ve Tablo 4).

Tablo 3: Eski üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda topun çıkış hızı ile topun elden çıkış açısı, çıkış yüksekliği ve kütle merkezinin hızı ilişkisi

		$E\theta_{\text{çıkış}}$	$EH_{\text{çıkış}}$	EV_{km}
$EV_{\text{çıkış}}$	r	0,267	0,386	0,797
	p	0,563	0,393	0,032

Tablo 4: Yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda topun çıkış hızı ile topun elden çıkış açısı, çıkış yüksekliği ve kütle merkezinin hızı ilişkisi

		$Y\theta_{\text{çıkış}}$	$YH_{\text{çıkış}}$	YV_{km}
$YV_{\text{çıkış}}$	r	0,524	0,674	0,653
	p	0,227	0,097	0,112

Tablo 3 ve tablo 4'e göre eski üç sayı çizgisinden kullanılan atışlarda topun elden çıkış hızı ile kütle merkezi hızı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş ($r = 0,267$, $p < 0,05$), ancak bu anlamlı ilişki yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda bulunmamıştır. Ayrıca topun elden çıkış hızı ile topun potaya giriş açısı ve topun ulaştığı maksimum yükseklik arasında da her iki durumda da anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Eski ve yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışta topun elden çıkış hızı, çıkış açısı, kütle merkezinin yatay ve dikey hız bileşenleri değerleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını anlamak için yapılan wilcoxon analiz sonucu Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5: Eski ve yeni üç sayıdan yapılan atışlarda topun elden çıkış hızı, çıkış açısı, kütle merkezinin yatay ve dikey hız bileşenleri değerlerinin wilcoxon testi analizi sonuçları

	Eski	Yeni	z	p
Topun elden çıkış hızı	5,61 ± 0,32	5,85 ± 0,30	-1,183	0,063
Topun elden çıkış açısı	50,54 ± 8,30	50,42 ± 6,76	-0,338	0,735
Kütle merkezinin yatay hız bileşeni	0,037 ± 0,07	0,048 ± 0,07	-0,338	0,735
Kütle merkezinin dikey hız bileşeni	0,65 ± 0,36	0,72 ± 0,46	-0,845	0,398

Eski ve yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışta topun elden çıkış hızı, çıkış açısı, kütle merkezinin yatay ve dikey hız bileşenleri değerleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını anlamak için yapılan wilcoxon analiz sonucunda tüm durumlarda da anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Eski ve yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda atış anında bazı eklem açısı (ayak bileği, diz, kalça, atış kolu, omuz açısı) değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için yapılan wilcoxon analizi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Deneklerin eski ve yeni üç sayı çizgisinden kullandıkları atışlarda atış anındaki eklem açılarının wilcoxon analiz sonuçları

	Ortalama	Ss	z	p
ayakbileği_ eski	117,47	11,07		
ayakbileği_ yeni	120,46	8,89	-1,18	0,24
diz_ eski	167,56	8,01		
diz_ yeni	171,61	5,64	-1,86	0,06
kalça_ eski	168,95	2,90		
kalça_ yeni	168,89	2,89	0,105	0,92
Şutkol açısı_ eski	84,70	7,83		
Şutkol açısı_ yeni	80,95	8,69	-1,521	0,13
omuz_ eski	112,19	6,89		
omuz_ yeni	113,96	7,27	-1,01	0,31

Tablo 6'ya göre eski ve yeni atış durumlarında ayak bileği, diz, kalça, şut kol açısı ve omuz açısı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

TARTIŞMA

Şut atışının yapısını belirleyen faktörler arasında yükseklik, açı ve topun elden çıkış hızı parametreleri gelmektedir (Hay, 1994).

Basketbolda şut kinematiği üzerine yapılan literatür taramasında üç sayı çizgisinden kullanılan atışların kinematik analiziyle ilgili az sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Ancak, basketbolda üç sayı çizgisiyle ilgili yapılan kural değişikliği sonrası yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarla veya eski üç sayı çizgisinden yapılan atışlarla yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışları karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu araştırmada ilk olarak eski ve yeni üç sayı atışlarında; topun elden çıkış hızı ile çıkış açısı, çıkış yüksekliği ve kütle merkezinin hızı arasındaki ilişki incelenmiş sadece eski üç sayı çizgisinde topun elden çıkış hızı ile kütle merkezi hızı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda kütle merkezi hızındaki artış topun elden çıkış hızındaki artış ile bağlantılı olarak açıklanabilir. Bu durum topu potaya ulaştırmak amacıyla mesafe arttıkça topun hızında da artışın olması gerekliliği ile açıklanabilir. Bu

bulguyu destekleyen benzer bir çalışmada (Miller ve Barlett,1996) farklı mesafelerden yapılan atışlarda topun elden çıkış hızı ile kütle merkezi hızı arasındaki fark incelenmiş ve mesafe arttıkça farklı mevkilerde oynayan tüm sporcuların kütle merkezi hız değerlerinin artış gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da kütle merkezi ortalama bileşke hız değerleri yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda daha yüksek değer almıştır. Ayrıca çalışmaya katılan altı deneğin eski ve yeni üç sayı atışlarında kütle merkezlerinin ileri doğru şut yönünde hareket ettiği görülürken, bir deneğin hem eski hem de yeni üç sayı çizgisinden yaptığı atışlarda vücudunu atış sırasında geriye ittiği (yaklaşık 0.06 m) görülmüştür. Bu deneğin her iki atışta da sergilediği bu farklılığın oyuncunun kendi atış tekniğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çıkış hızından bağımsız olarak şut başarısını etkileyen faktörler çıkış açısı ve çıkış yüksekliğidir. Miller ve Barlett (1996) farklı mesafelerden (2,74m, 4,57m ve 6,40m) yapılan atışların oyun kurucu, forvet ve pivot oyuncularını üzerindeki kinematik analizlerini yaptıkları çalışmada şut mesafesi arttıkça tüm mevkilerdeki oyuncuların topun çıkış açısı düşüş göstermiştir. İki kısa mesafede çıkış açısı, potaya girişte dik bir açı avantajı sağlama eğiliminde iken (52-55°) uzun mesafede minimum olası çıkış hızını sağlayacak açı aralığındadır (48-50°). Ayrıca tüm gruplar (gard, forvet ve pivot) şut mesafesi arttıkça topun elden çıkışında erken zamanlama göstermişlerdir bu da omuz ekseninde erken dönmeye neden olmuştur. Bu bulgulara dayanarak yapılan bu çalışmada da benzer olarak yeni üç sayı çizgisinden yapılan atışlarda topun çıkış açısı eski üç sayı çizgisinden yapılan atışlara göre daha düşük çıkmıştır.

Şut mekaniğinde etkili faktörlerden biri de topun elden çıkış yüksekliğidir. Ferreira, ve arkadaşları (1996) farklı ağırlıkta iki basketbol topu ile 14 yaşındaki 8 basketbolcunun atış kinematiklerini incelemişler ve topun elden çıkış yüksekliği ile duruş yüksekliği arasında her iki top ile yapılan atışlarda anlamlı bir ilişki olduğunu ancak çıkış açısı ile duruş yüksekliği arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Ancak bu gibi sonuçların deneklerin kullandıkları farklı tekniklerden dolayı değişebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada çıkış yüksekliği ve boy arasındaki ilişkiye bakılmamıştır, ancak sporcuların eski ve yeni üç sayı çizgisinden kullandıkları atışlarda topun elden çıkış yüksekliği değerleri karşılaştırıldığında sporcuların çoğu eski üç sayı çizgisinden kullandıkları atışlardaki topu elden bıraktıkları yüksekliğe (2,72 ±0,09 m) göre daha yüksek bir noktadan (2,83 ± 0,24m) topu elden çıkarmışlardır.

Wang (1984) eklem fleksiyonu ve ekstansiyonunun şut atışında önemli bir etken olduğunu belirtmiştir (Akt: Tsai ve diğerleri, 2006). Hudson (1985) ve Satern ve arkadaşları (1989) yaptıkları çalışmalarda şut atışında topun elden çıkışıyla ilgili altı parametre belirtmişlerdir: omuz açısı, şut kol açısı, el bileği açısı, topun çıkış yüksekliği, el ve elin lineer hızı. Walters ve arkadaşlarının (1990) yaptıkları çalışmada çıkış anındaki omuz açısındaki azalmanın itme kuvvetini arttırdığı, bunun da şut isabet oranını arttırdığını bulmuşlardır. Rojast ve arkadaşları (2000) yaptıkları çalışmada savunmaya karşı yapılan atışlarda sporcuların savunmasız yapılan atışlara göre topu elden daha büyük açı ve daha büyük kol ve omuz açısı ile attıkları hesaplanmıştır. Miller ve Barlett (1996) bu artışı, atış için yeterli güce sahip olmak için üst ekstremitte eklemlerindeki açısal hızdaki azalmanın diz eklemindeki açısal hızın artmasıyla tolere edildiği ve şut mesafesi arttıkça topu daha hızlı bırakmak için diz açısında artışının olması gerektiği şeklinde açıklamışlardır. Bu çalışmada deneklerin eski ve yeni üç sayı çizgisinden yaptıkları atışlarda diz açısı, şut kolunun açısı, omuz açısı, kalça ve ayak bileği açıları arasındaki fark incelenmiş ve tüm durumlarda aynı şekilde herhangi bir açı değerinde anlamlı fark bulunmamıştır. Deneklerin eski üç sayı çizgisinden yaptıkları atış anındaki diz açı ortalama değerleri (167,56°), yeni üç sayı çizgisinden yaptıkları atıştaki diz açısı ortalama değerlerinden (171,61°) daha düşüktür. Diz açısındaki bu artış deneklerin mesafe artışına bağlı olarak topu daha yüksekten bırakmak için daha çok sıçramalarıyla ilişkilendirilebilir.

Sonuç olarak deneklerin mesafe arttıkça topun elden çıkış hızı, kütle merkezi hızı, topun elden çıkış yüksekliği değerleri artış göstermiş, kütle merkezi hareketleri her iki durumda benzer davranışlar göstermiş ve bunun yanı sıra eklem açıları arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır. Deneklerin mesafe arttıkça başarılı şut mekaniğine uygun fiziksel davranış sergiledikleri söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Dominc, D. (2001). Analysis of Football Players' Movement with Kinematic Analysis, Master's Thesis, Ljubljana, Faculty of Sport.
- Erculj, F., Dezman, B., Vuckovic, G., Pers, J., Perse, M., Kristan, M. (2008). An Analysis of Basketball Players' Movements in The Slovenian Basketball League Play-Offs Using The Sagit Tracking System, Physical Education and Sport, Vol.6, No.1, pp. 75-84.
- Ferreira, A., Fernandes, O. And Abrantes, J. (1996). Kinematic Analysisi of Basketball Shooting. Preliminary Results, 14th International Symposium an Biomechanics in Sports <http://W4.Ub.Uni-Konstanz.De/Cpa/Article/View/2769/261> adresinden 4/4/2010 tarihinde ulaşılmıştır

- Hay, G.J. (1994). *The Biomechanics of Sports Techniques*, 4th Edition, Englewood Cliffs , Prentice-Hall, Usa.
- Hudson, J. (1985). Prediction of Basketball Using Biomechanical Variables; *Research Quarterly For Exercise and Sport*, 56 (2); 115-121.
- Mahoric, T. (1994). External and Internal Load Imposed on Guards During a Basketball Match, Bachelor's Thesis, Ljubljana, Faculty of Sport.
- Miller S., Bartlett, R. (1996). The Relationship Between Basketball Shooting Kinematics, Distance and Playing Position, *Journal of Sports Sciences*, 14, 243-253.
- Rojast, F.J., Cepero, M., Ona, A., Gutierrez, M. (2000). Kinematic Adjustments In The Basketball Jump Shot Against an Opponent, *Ergonomics*, Vol. 43, No.10, 1651-1660
- Satern, M., Messier, S., Keller-Mcnulty, S. (1989). The Effect of Ball Size and Basket Height on Mechanics of Free Throw, *J. Movement Studies*, 16. 123-137.
- Sevim, Y. (1981). Okullar ve Kulüpler için Basketbol, Aydınlar Matbaası, Ankara.
- Tan, A., Miller, G. (1981). Kinematics of The Free Throw in Basketball. *American Journal of Physics*, 49(6): 542-544.
- Tsai ,C., Ho, W., Lii, Y., Huang, C. (2006). The Kinematic Analysis of Basketball Three Point Shoot After High Intensity Program, *XIV. Isbs Symposium* (15 Saturday, July). Salzburg, Australlia.
- Walters, M., Hudson J., Bird, M. (1990). Kinematic Adjustments in Basketball Shooting at Three Distances (Eds: M. Nosek, D. Sojka, W.E. Morrison, and P. Susanka), *Biomechanics in Sports VIII*, Prague, pp 219-223.