

## ELİT VE ELİT ALTI CİRİT ATICILARININ ATIŞ TEKNİKLERİNİN 3 BOYUTLU DOĞRUSAL KİNEMATİK ANALİZİ

Çiğdem BULGAN<sup>1</sup>

Bergün MERİÇ<sup>2</sup>  
Aydın ÖZBEK<sup>3</sup>

Menşure AYDIN<sup>2</sup>

Geliş Tarihi: 22.09.2006

Kabul Tarihi: 01.03.2007

### ÖZET

Araştırmamızın amacı; elit ve elit altı (elit olmaya aday) düzeydeki cirit atıcılarının atış tekniklerinin, üç boyutlu doğrusal parametrelerinin tespit edilmesidir. 3 boyutlu videografi yönteminin kullanıldığı araştırmamızda 5 elit, 5 elit altı toplam 10 cirit sporcusu alınmıştır. Sporcuların teknikleri 100 hz'lik üç adet kamerayla kaydedilmiş, omuz, dirsek, bilek ve ciritin x, y, z eksenleri üzerindeki doğrusal kinematik analizleri, Simi Motion 6.2 Hareket Analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasındaki fark, SPSS 11.5 programında, Mann Whitney U testiyle tespit edilmiştir. Elit ve elit altı atıcıların taşıma evresinde; omuzun x, dirseğin x, y ve z, bileğin x ve y, ciritin de y ekseninde, kuvvet uygulama evresinde; omuz ve dirseğin y, bileğin y ve z, ciritin z ekseninde, atış evresinde ise; omuzun y, dirseğin y ve z, bileğin x, y ve z, ciritin de x ve z eksenindeki doğrusal hızları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). Elit sporcular hız alma evresinde aldıkları hızları, kuvvet uygulama ve atış evresine uygun şekilde taşımalarına rağmen elit altı sporcular; kuvvet uygulama evresinde; dirseklerini içeriye fazla çekip, gövdelerini geriye yatırdıkları, atış evresinde de; dirseklerini öne tam çekmeyip aşağı düşürerek ciriti elden çıkarmalarıyla hız alma evresinde aldıkları hızları doğru yönlendirememiş, dolayısıyla yaptıkları teknik hatalar optimal atış mesafesini yakalayamamalarına neden olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Cirit, Doğrusal Kinematik, 3 Boyutlu Analiz.

## ELITE AND UNDER ELITE JAVELIN THROWERS' 3 DIMENSIONAL LINEAR KINEMATIC ANALYSIS OF THEIR THROWING TECHNIQUES

### ABSTRACT

The aim of this study is to find the elite and under elite (candidate to be elite) javelin throwers' throwing techniques' 3 dimensional linear parameters. In our study, 5 elite and 5 sub-elite javelin throwers were used as a athlete with the help of 3dimensional videography method. The techniques of the athletes' were recorded with 3 cameras with 100hz speed. The linear kinematic analysis on the shoulder, elbow, wrist and the javelin's x, y, z, axis were made by using Simi Motion 6.2 programme. The differences between groups were found with Mann Whitney U test on the SPSS 11,5 programme. Significant differences were found statistically among the linear velocity on the delivery phase of the elite and sub-elite throwers; on the shoulder's x, elbow's x, y and z, wrist's x and y, javelin's y axis; on the acceleration phase; shoulder and elbow's y, wrist's y and z, javelin's z axis; on the throwing phase; shoulder's y, elbow's y and z, wrist's x, y and z, javelin's x and z axis (p<0,05). Elite athletes have no difficulty on carrying their speed well to the acceleration and throwing speed from the run-up phase, but under elite athletes push their elbows to the inner side and move their body to the back on the acceleration phase; by pulling their elbow to the front exactly and falling their elbows and because of it, falling the javelin from the hand on the throwing phase and they couldn't divert their speed which was achieved on the run-up phase, so they couldn't catch the optimal throwing distance because of the making technique mistake.

**Key Words:** Javelin, Linear Kinematic, 3 Dimensional Analysis.

### GİRİŞ

Sporun gelişmesinde biyomekaniğin önemli katkısı olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Biyomekaniğin, performansın geliştirilmesinde, tekniğin, fiziksel yapı veya fizyolojik kapasiteden daha baskın olduğu sporlarda veya aktivitelerde daha kullanışlı olduğu görülmektedir (1).

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi Karamürsel Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı

Son 10 yılda, cirit atışının biyomekaniksel araştırmalarında atış tekniği ve ciritin aerodinamiği üzerinde durulmuştur (2). Cirit atmanın atış aracı diğer araçlarla karşılaştırılmış ve diğerlerine oranla ciritin daha aerodinamik olduğu belirlenmiştir. Veriler, hem teorik hem de deneysel olarak ele alınmıştır (3).

Cirit atma tekniği birçok kompleks olan modern analiz tekniklerin kullanılmasıyla sporculara ve antrenörlere yol gösterici olmuştur. Ciritin elden çıkma parametreleri, atışın çeşitli fazlarından en önemlisi olan çapraz adım ve taşıma bölümünde atıcının hareketleri tarafından saptanmıştır. Bu hareketler önemli zamansal ve kinematik değişkenleri birçok dönem içinde ölçülebilmektedir (4).

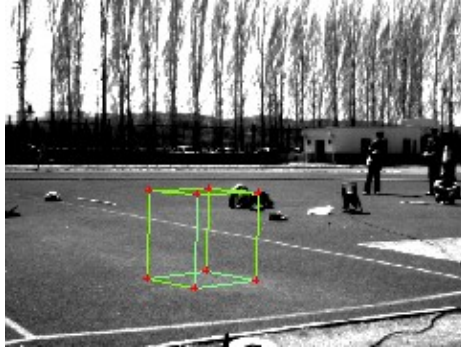
Bu doğrultuda bizim yaptığımız bu çalışmadaki amaç; elit ve elit altı düzeydeki cirit atıcılarının atış tekniklerinin üç boyutlu olarak doğrusal parametrelerini tespit etmektir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye'de çeşitli kulüplerde yarışan ve yaş ortalamaları  $24\pm 3.74$ , boy ortalamaları  $183.8\pm 5.21$ , ağırlık ortalamaları  $86.4\pm 14.77$  ve 50 metre ve üzerinde cirit atış mesafesi olan 5 erkek elit düzeyde cirit atıcılarıyla; yaş ortalamaları  $20.2\pm 3.70$ , boy ortalamaları  $181.6\pm 7.40$ , ağırlık ortalamaları  $72.2\pm 12.85$  olan ve 40- 50 metre arası atış mesafesi olan 5 erkek elit altı (elitler kadar atış derecesine sahip olmayan ama elit olmaya aday sporcular) düzeyde cirit atıcıları bu çalışmaya katılmıştır.

Hareket analiz çekimlerinde, Basler A602f marka 3 adet, hızları 100 Hz. olan dijital kameralar kullanılmıştır. Kullanılan kameralar kablolar yardımıyla bilgisayara bağlanmış ve çekilen görüntülerin otomatik olarak bilgisayar ortamına aktarılması sağlanmıştır.

Alanın kalibrasyonunda kullanılması için  $70\text{cm}\times 70\text{cm}\times 80\text{cm}$  ölçülerinde bir küp kafes dizayn edilmiştir. DLT yöntemi kullanılarak kalibrasyon gerçekleştirilmiştir. The Direct Linear Transformation (DLT) metodu ve artırılmış versiyonları, 2 veya daha fazla 2 boyutlu görüntülerden elde edilen noktaların 3 boyutlu koordinatlarını saptamaya izin vermektedir (5). Bu yöntem, çekimlerden alınan görüntülerin dijitize koordinatlarla 3 boyutlu alandaki benzer koordinatlar arasındaki ilişkiyi hareket ettirmektedir (6,7).



Şekil 1. Kalibrasyon Kafesi

Araştırmada, tüm sporcular için son final adımı olan sol ayağın yere basmasıyla başlayan taşıma evresindeki ve arkasından cirit atmak için uygulanan kuvvet uygulama evresindeki ve atış anındaki omuz, dirsek ve bileğin doğrusal hız parametreleri değerlendirilmeye alınmıştır.

Kamera çekimlerinde ise sporcuların hız alma koşusundan sonraki tüm hareketlerinin alınması sağlanmıştır. Çekimler sporcuların 30 dk.lık ısınmaları sonucunda gerçekleştirilmiştir. Her sporcuya 4'er atış yaptırılmıştır ve en uzun mesafede attıkları atışının analizi kullanılmıştır. Esas atışlardan önce sporculara örnek birer atış yaptırılmıştır.



Şekil 2. Taşıma Evresi Başlangıç Anı



Şekil 3. Taşıma Evresi Bitiş Anı



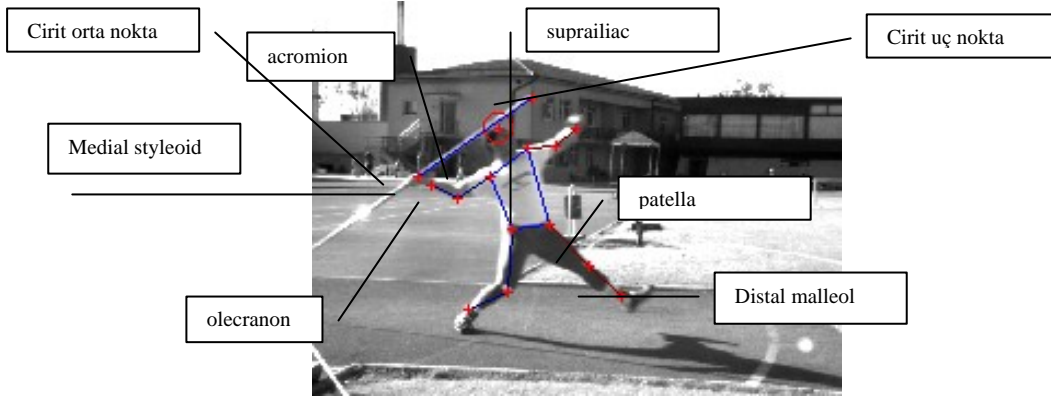
Şekil 4. Kuvvet Uygulama Evresi Başlangıç Anı



Şekil 5. Kuvvet Uygulama Evresi Bitiş Anı ve Atış

Hız alma evresinden sonraki bölümleri tam olarak görebilmek için kameralardan bir tanesi, sporcunun hareketi yapacağı cirit atma pistini ve sporcuyla tam olarak göreceği şekilde sağ tarafa 90° lik bir açı ile yerleştirilmiştir. Diğer iki kamera ise cirit atma pistini karşıdan göreceği şekilde birbirlerine yaklaşık 40°-45° lik bir açı ile yerleştirilmiştir.

Değerlendirmeye alınan segmentler üzerindeki anatomik noktaları belirlemek için deri işaretleri kullanılmıştır. Deri işaretlerinin reflektör özelliğe sahip olmalarıyla beraber, bunların infra-red aracılığı ile daha da belirginleştirilmesi sağlanmıştır. İncelenen literatürde sporculara, vücut segmentlerinin daha belirginleştirilmesi için kullanılan deri işaretlerinin, yerleşim yerlerine baktığımızda genellikle araştırmalarda 14 segment modelinin kullanıldığı görülmüştür (8,9,10). Bizim çalışmamızda da işaretlenen anatomik noktalar; omuzda acromion, dirsekte olecranon, bilekte medial styeloid, kalçada suprailiac bölgesine, dizde patellanın proksimaline, bilekte ise distal malleola işaretler konulmuştur. Bununla birlikte yukarıdaki anatomik noktalar dışında, ciritin ortasında bulunan sargısına ve aynı zamanda ciritin tepe uç noktasına marker konulmuştur. Fakat çalışmamızda sadece omuz, dirsek, bilek ve cirit değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 6. Deri İşaretlemeleri

Kameraya çekilen görüntülerin analizinde, taşıma evresinin başladığı noktadan 10 kare (frame) ilerisi, kuvvet uygulama evresinin başladığı noktadan 10 kare ilerisi ve atış anından 5 kare gerisi alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Alınan görüntüler Simi Capture programı aracılığıyla bilgisayara aktarılmış ve analiz için hazırlanmıştır. Hareketlerin analizi Simi Motion 6.2 Hareket Analiz programı ile yapılmıştır. Omuz, dirsek ve bilek ile ciritin x (transvers),y (sagittal) ve z (vertikal) eksenini üzerindeki doğrusal hız değerleri m/s cinsinden hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerin SPSS 11,5 paket programında tanımlayıcı istatistikleri yapılarak, gruplar arasındaki farkın belirlenmesinde Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Doğrusal hız grafikleri de Microsoft Office 2000 Excel programı kullanılarak yapılmıştır.

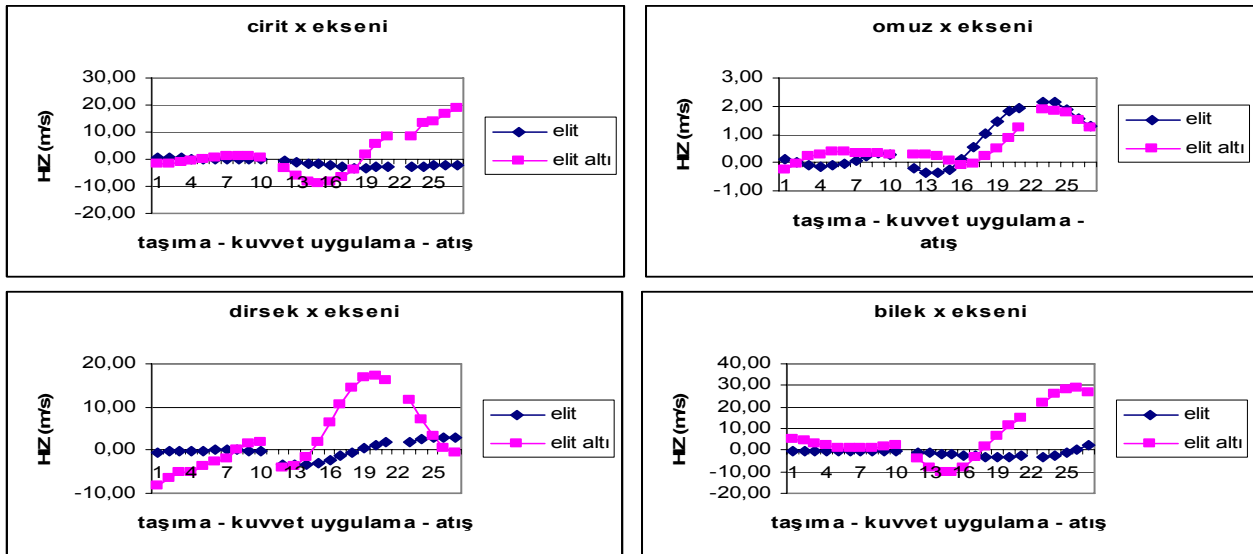
## BULGULAR

Tablo 1. Omuz, Dirsek ve Bileğin x, y ve z Eksenlerindeki Taşıma-Kuvvet Uygulama-Atış Anındaki Ortalama Hız Değerleri ve Standart Sapmaları (m/s)

Değişkenler	Elit			Elit Altı		
	Taşıma	Kuvvet Uyg.	Atış	Taşıma	Kuvvet Uyg.	Atış
Omuz x	0,07± 0,16	0,57± 0,92	1,8± 0,37	0,23± 0,20	0,35± 0,41	1,64± 0,27
Omuz y	-4,52± 0,06	-5,77± 0,20	-4,78± 0,54	-4,54± 0,38	-5,45± 1,69	-3,76± 0,40
Omuz z	-0,99± 0,19	1,69± 0,48	1,62± 0,42	-0,83± 0,20	1,72± 0,71	1,80± 0,39
Dirsek x	-0,17± 0,19	-1,30± 2,03	2,56± 0,46	-2,97± 3,41	7,45± 8,76	4,31± 4,98
Dirsek y	-4,53± 0,07	-8,47± 1,12	-8,51± 1,12	-4,29± 1,08	-15,21± 4,78	13,39± 5,55
Dirsek z	-1,18± 0,15	4,54± 1,31	4,54± 1,31	0,63± 0,60	5,20± 8,13	-13,39± 1,74
Bilek x	-0,37± 0,10	-2,32± 0,85	-2,32± 0,85	2,24± 1,55	-0,99± 9,21	26,35± 2,70
Bilek y	-4,77± 0,25	-7,86± 1,54	-7,86± 1,54	-2,93± 1,45	-13,98± 2,62	-18,50± 7,65
Bilek z	-0,83± 0,22	3,59± 1,95	7,04± 0,63	-0,25± 1,49	13,72± 3,20	-19,88± 20,88

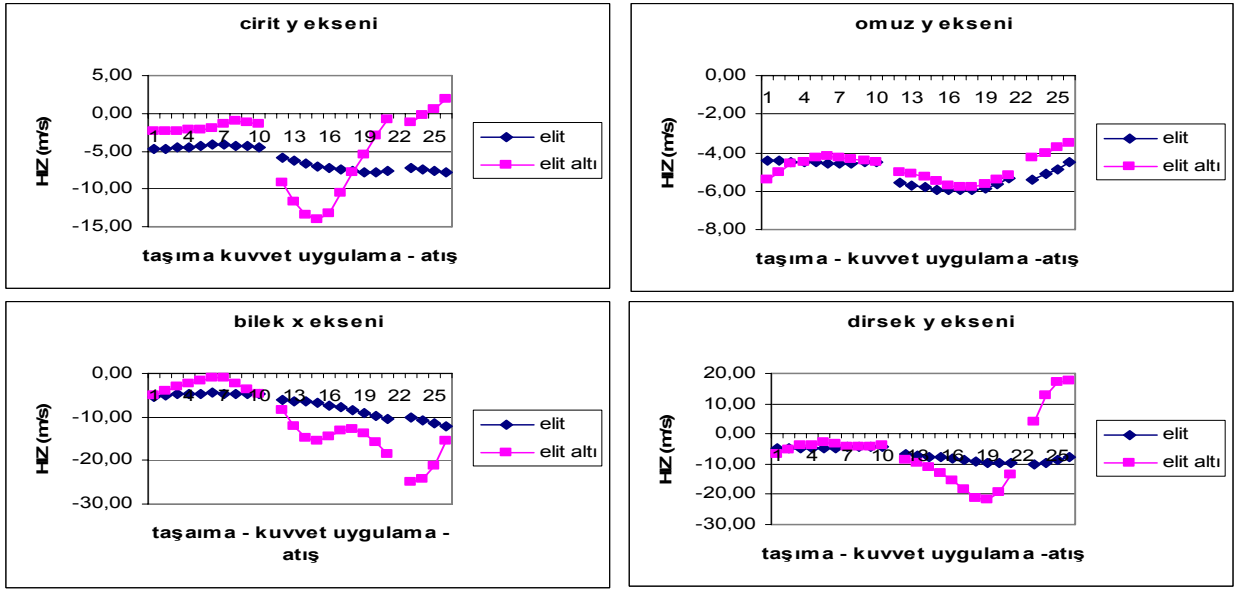
Tablo 2. Ciritin x, y, ve z Eksenlerindeki Taşıma-Kuvvet Uygulama-Atış Anındaki Ortalama Hız Değerleri ve Standart Sapmaları (m/s)

Değişkenler	Elit			Elit Altı		
	Taşıma	Kuvvet Uyg.	Atış	Taşıma	Kuvvet Uyg.	Atış
Cirit x	0,1± 0,23	-2,24± 0,92	-2,52± 0,31	-0,08± 1,20	-3,10± 6,12	14,13± 3,95
Cirit y	-4,42± 0,18	-7,16± 0,66	-7,60± 0,24	-1,87± 0,53	-8,95± 4,58	0,83± 1,75
Cirit z	-0,54± 0,27	3,30± 1,48	5,33± 0,26	-0,69± 0,61	11,57± 5,72	-7,39± 6,86



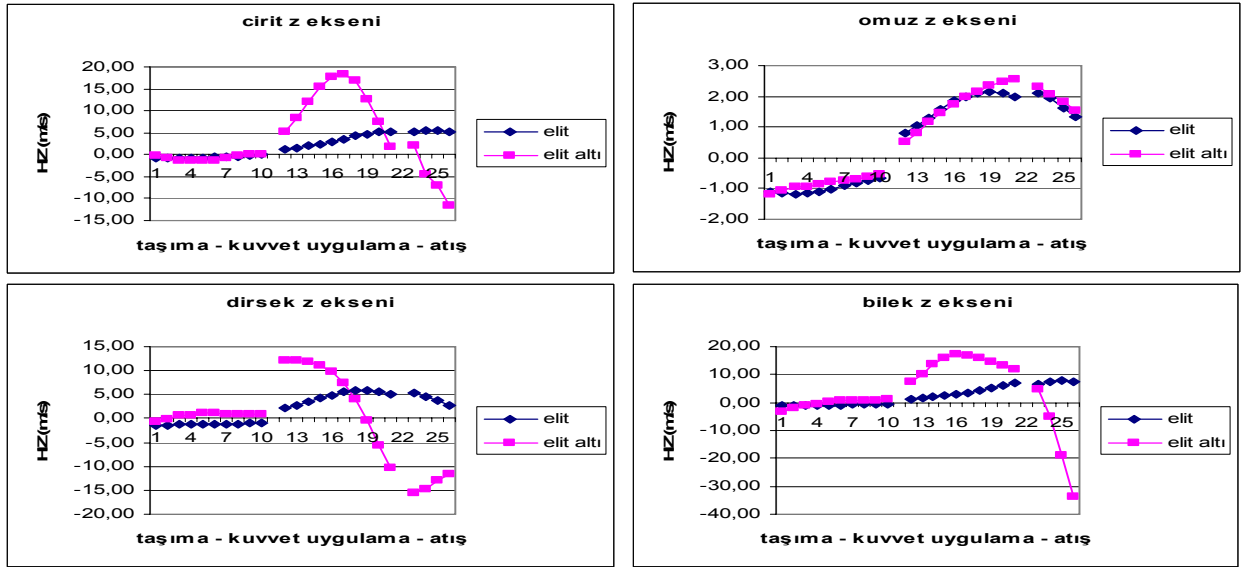
Grafik 1. X Eksenindeki Omuz, Dirsek, Bilek ve Ciritin Hız Değerleri (m/s)

X ekseninde; elit ve elit altı sporcuların omuz değerleri tüm evrelerde birbirine paralellik gösterirken, kuvvet uygulama evresinde, elit altı sporcuların dirsek, bilek ve cirit hız değerleri elit sporculara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Grafik 1).



Grafik 2. Y Eksenindeki Omuz, Dirsek, Bilek ve Ciritin Hız Değerleri (m/s)

Y ekseninde; taşıma evresi için tüm değerler paralellik gösterirken, kuvvet uygulama evresindeki hız değerleri elit altı sporcuların elit sporculara oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Grafik 2).



Grafik 3. Z Eksenindeki Omuz, Dirsek, Bilek ve Ciritin Hız Değerleri (m/s)

Z ekseninde; hız alma evresinde her iki grubun paralellik göstermesine karşılık, elit altı sporcuların dirsek, bileklerini ve ciriti eksenin zıt yönünde hareket ettirdiği ve aşağıya çok fazla düşürdükleri görülmüştür (Grafik 3).

Tablo 3. İki Grup Arasındaki Omuz ve Dirseğin Hareket Farklılıklarının Mann Whitney U testi sonuçları

EVRE	Omuz x	Omuz y	Omuz z	Dirsek x	Dirsek y	Dirsek z
Taşıma	0,042*	0,331	0,112	0,047*	0,47	0,001**
Kuvvet Uygulama	1,000	0,010**	0,705	0,070	0,001**	0,326
Atış	0,251	0,028*	0,602	0,602	0,009*	0,014*

\* p<0.05

\*\* p<0.01

Tablo 4. İki Grup Arasındaki Bilek ve Ciritin Hareket Farklılıklarının Mann Whitney U testi sonuçları

EVRE	Bilek x	Bilek y	Bilek z	Cirit x	Cirit y	Cirit z
Taşıma	0,001**	0,003**	0,185	0,895	0,001**	0,480
Kuvvet Uygulama	0,450	0,001**	0,001**	0,130	0,131	0,002**
Atış	0,014*	0,014*	0,014*	0,014*	0,117	0,014*

\* p&lt;0.05

\*\* p&lt;0.01

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Cirit atmanın kinematiği, video veya film kayıtları ile elde edilirken son zamanlarda üç boyutlu hareket analizleri kullanılmaktadır. Uzun yıllar video kaydı kullanılarak yapılan hareket analizleri sadece bir düzlemde, yani 2 boyutla sınırlandırılmış hareketlerde başarılı olunmuştur. En kompleks hareketlerin değerlendirilmesinde bir düzlemde daha fazlasına ihtiyaç duyulduğu için 3 boyutlu video analiz teknikleri geliştirilmiştir (2).

Cirit atma tekniği bazı araştırmalarda bizim yaptığımız gibi fazlara bölünerek incelenirken (7,8,10), bazılarında sadece atış anındaki parametreler ele alınmıştır (2,4).

Best ve arkadaşlarının (8), 1993' deki çalışmasında da; elit cirit atıcılarının 3 boyutlu bırakma parametreleri ve cirit atma tekniğinin, bırakma parametrelerindeki önemli zamansal ve kinematik belirleyici ilişkileri 2 boyutlu ve 3 boyutlu bırakma parametreleri değerleri üzerinden yeterlilikleri karşılaştırılmıştır. LeBlanc ve Dapena'nın (11),1996 da yaptıkları çalışmada; kol ve ciritin açısal taşınması ve atış yönünün açısal momentum sistemi içindeki değişiklikleri incelenmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada ise; elit ve orta düzeydeki cirit atıcıların, ciriti taşıma ve atış evrelerindeki atışı etkileyen doğrusal kinematik parametreleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızdaki cirit atan sporcularımızın atış mesafesi, elit sporcular için ortalama 61,60 m±9,2; elit altı sporcular için ise ortalama 45,66 m±2,6 olarak saptanmışken, bu değer literatüre oranla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Kunz ve Kaufmann'ın (12) çalışmalarındaki cirit sporcularının ortalama atış mesafesi 79.03 m; Viitasalo ve arkadaşlarının (2) çalışmasında ise inceledikleri sporcuların ortalama mesafeleri ise 75,10-82,80m olarak gözlemlenmiştir.

Literatürdeki çalışmaların bazılarında 3 boyutlu fotoğrafı yöntemi kullanılırken (13), bazılarında 16 mm lik kamerayla sinematografi yöntemi kullanılmıştır (12). Bununla birlikte, Best ve arkadaşlarının (8), 1993'te çalışmalarında 2 adet Panasonic 100Hz. lik kamera kullanmıştır. Ayrıca, Viitasalo ve arkadaşlarının (2), yaptığı diğer bir çalışmada da atış yönünde yerleştirilen 2 adet infra-red duvarı ile fotosel kapıları (photocell gate) kullanılmıştır. Meriç de (14),yüksek kol atışını incelediği benzer çalışmasında 2 adet 50 Hz. lik kamera kullanmıştır. Bizim çalışmamızda da videografi yöntemi kullanılmış, çekimler de 100 Hz. hızında 3 adet kamera ile yapılmıştır.

İnsan vücudunun pozisyonu ve hareketleri, vücudun belirli noktalarının, vücut yer çekimi merkezine olan uzaklıklarına göre değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeler vücudun, vücut kısmının ve eklemlerin içinde buldukları düzlemlere göre yapılmaktadır. Vücudun bu düzlemlere göre aldığı pozisyonlar ve eklemlerin bu düzlemler ile eksenleri çevresinde yaptıkları hareketler, statik ve dinamik denge açısından önem kazanmaktadır (15). Bizim çalışmamızda da her üç eksen için ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır.

X ekseninde (Transvers Eksen); elit sporcular elit altı sporculara göre omuzlarını daha içe çekip dirseklerini sabit tutmakta, dolayısıyla omuzda daha yüksek hıza sahip olurken, dirsek ve bilekte daha düşük hızlar göstermektedirler. Elit altı sporcular ise özellikle kuvvet uygulama evresinde dirseklerini de omuzla beraber içe çektiklerinden bu eksen üzerinde hızlanmaları daha fazladır. Bu ekseninde yine elit altı sporcuların cirit hızlarındaki artış da ciriti içe doğru savurarak attıklarını göstermektedir (Grafik 1).

Y ekseninde (Sagittal eksen); elit altı sporcuların ciritin maksimum geriye alındığı kuvvet uygulama evresi başında elit sporculara göre gövdelerini çok geriye yatırmaları, dirsek ve bileklerini geriye düşürmeleri nedeniyle hızlarında önce artışa sonra da düşüşe neden olmuştur (Grafik 2).

Z ekseninde (Vertikal eksen); elit altı sporcuların dirsek ve bileğini aşağıya çok fazla düşürerek ciritin ucunun yukarıya doğru kaldırılmasına neden oldukları tespit edilmiştir (Grafik 3).

Elit ve elit altı cirit atıcılarının taşıma evresinde; omuzun x, dirseğin x, y ve z, bileğin x ve y, ciritin de y eksenindeki doğrusal hızları açısından, kuvvet uygulama evresinde; omuz ve dirseğin y, bileğin y ve z, ciritin z eksenindeki doğrusal hızlarında, atış evresinde ise; omuzun y, dirseğin y ve z, bileğin x, y, z, ciritin de x ve z eksenindeki doğrusal hızları açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 3 ve 4).

Yapılan çalışmalarda segment hızlarının değerlerine baktığımız zaman; Bartlett ve arkadaşlarının (4), (1996) çalışmalarında karşılaştırdıkları gruplarda sağ omuz segmentinin hızını elit grup için 4.59 ms<sup>-1</sup>, kulüp sporcuları için 2.74 ms<sup>-1</sup>, cirit sporuna yeni başlayan sporcular için ise 2.41 ms<sup>-1</sup> olarak bulduğunu; sağ dirsek segmentinin hızını elit sporcular için 11.3 ms<sup>-1</sup>, kulüplü sporcular için 6.93 ms<sup>-1</sup>, cirit spora yeni başlayan sporcular için ise 6.18 ms<sup>-1</sup> olduğunu;

sağ elin segment hızının değerlerini ise elitler için  $20.3 \text{ ms}^{-1}$ , kulüplüler için  $11.4 \text{ ms}^{-1}$ , cirit sporuna yeni başlayan sporcular için ise  $10.2 \text{ ms}^{-1}$  olduğunu görmekteyiz. Bartlett ve arkadaşlarının (4) yaptıkları bu çalışmada segment hızlarının kütle merkezine bağlı olduğunu açıkça belirtmişler ve bununla birlikte elit grubun diğer iki guruba oranla daha fazla bir segment hızına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmadaki segment hızlarının her üç gurup için de proksimalden distale doğru bir artışın olması gerektiği görülmüş ve bu artışın da daha önce Whiting ve arkadaşlarının (1991) (16), Best ve arkadaşlarının (1993) (8), Mero ve arkadaşlarının (1994) (17), yaptığı çalışmalardaki sonuçlara benzer olduğu ve cirite genişten dara doğru yapılan kinetik enerji transferinin gerçekleştiği bulunmuştur. Mero ve arkadaşları (17), 1994' teki çalışmalarında segment hızlarının değerlerini; kalça, omuz, dirsek, bilek, el bakımından incelemiş ve altın madalya alan sporcuda; kalçanın  $8.4 \text{ m/s}$ , omuzun  $9.6 \text{ m/s}$ , dirseğin  $16.0 \text{ m/s}$ , bileğin  $20.3 \text{ m/s}$  ve elin de  $21.7 \text{ m/s}$  hızda hareket ettiğini tespit etmişlerdir. Morriss ve Bartlett (3), bir başka çalışmalarında, gümüş madalya alan sporcuda bulduğu değerler; kalça için  $5.2 \text{ m/s}$ , omuz için  $10.0 \text{ m/s}$ , dirsek için  $17.7 \text{ m/s}$ , bilek için  $22.7 \text{ m/s}$  ve el için ise  $24.7 \text{ m/s}$  olarak görülmektedir. Bizim çalışmamızda, segment hızları; kuvvet uygulama evresinde; omuz için elitlerde  $5,77 \text{ m/s}$ , elit altılarda  $5,45 \text{ m/s}$ ; dirsek için elitlerde  $8,47 \text{ m/s}$ , elit altılarda  $15,21 \text{ m/s}$ , bilek için ise elitlerde  $7,86 \text{ m/s}$ , elit altılarda  $13,98 \text{ m/s}$ ; atış evresinde; omuz için elitlerde  $4,78 \text{ m/s}$ , elit altılarda  $3,76 \text{ m/s}$ ; dirsek için elitlerde  $8,51 \text{ m/s}$ , elit altılarda  $13,39 \text{ m/s}$ , bilek için ise elitlerde  $7,86 \text{ m/s}$ , elit altılarda  $18,50 \text{ m/s}$  olarak bulunmuştur.

Sporcularımızın literatüre oranla doğrusal hızları düşük olmasına rağmen elit altı olanların elitlere oranla daha fazla doğrusal hız değerlerine sahip olması literatürle paralellik göstermektedir. Bununla birlikte segment hızları literatürde olduğu gibi proksimalden distale doğru artış göstermektedir.

Literatür incelemelerinde değişik bırakma anı parametrelerinin sonuçlarına baktığımızda; bırakma anındaki hız değerleri için; Viitasalo ve arkadaşlarının (2), 2003'te yaptıkları çalışmada buldukları maksimum bırakma hızlarının erkek sporcular için  $29.1 \text{ ms}^{-1}$ ; bayan sporcular için  $25.3 \text{ ms}^{-1}$  olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ölçülen erkek sporcular için ortalama bırakma hızı  $27.0 \text{ ms}^{-1}$  iken bu değer diğer yüksek hızda film analizi kullanılarak yapılan diğer analiz çalışmalarına göre  $1.3- 2.2 \text{ ms}^{-1}$  lik bir düşüş kaydedilmiştir. Best ve arkadaşlarının (8), 1993'te yaptıkları çalışmada erkek sporcularda buldukları ortalama bırakma anı hızının  $29.2 \text{ ms}^{-1}$  olduğunu; ve bu çalışmadaki erkek atıcılarda maksimum bırakma hızının ise  $30.4 \text{ ms}^{-1}$  bulunduğunu görmekteyiz. Bartlett ve arkadaşlarının (4), 1996' da üç farklı grup üzerinde yaptıkları çalışmalarında inceledikleri üç farklı grup üzerinde elde ettikleri bırakma anı hızları; elit grubun ortalama bırakma hızı  $27.0 \text{ ms}^{-1}$ , kulüplü sporcuların ortalama hızı  $18.2 \text{ ms}^{-1}$  ve acemilerin ise  $15.3 \text{ ms}^{-1}$  olduğunu saptamışlardır. Yine aynı çalışmada, elit grubun elden çıkış hızları en iyi atış yapan erkek atıcıların değerleriyle doğru orantılı olduğu bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise elit erkek sporcuların, bırakma anı hızları  $23.98 \text{ m/s}$ , elit altı olanların ise  $17.09 \text{ m/s}$  olarak tespit edilmiştir. Literatüre oranla atış mesafeleri daha düşük olan sporcularımızın daha düşük bırakma anı hızı olması mesafe ve bırakma anı hızı arasında bir ilişki olmasından kaynaklanmaktadır. Gonzalez ve Dietrich (18), bırakma anındaki maksimum hızın nasıl belirleneceği konusuna açıklık getirmek için cirit atış hareketini analizini yapmışlar ve sadece ciritin bırakma anındaki hızı ve atış mesafesi arasında korelasyon bulmuşlardır.

Sonuç olarak elit sporcular hız alma evresinde aldıkları hızları, kuvvet uygulama ve atış evresine uygun bir şekilde taşımalarına rağmen elit altı sporcular; kuvvet uygulama evresinde; dirseklerini içeriye çok fazla çekip, gövdelerini geriye yatırdıkları ve atış evresinde de; dirseklerini öne tam çekmeyip aşağı düşürerek ciriti elden çıkardıkları için hız alma evresinde aldıkları hızları doğru yönlendirememiş, dolayısıyla yaptıkları teknik hatalar onların optimal atış mesafesini yakalayamamalarına neden olmuştur.

Cirit atıcılarının atış mesafelerini arttırmak için tüm vücut segmentlerinin değerlendirildiği ve bunların kuvvetle ilişkilendirildiği çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı görülmüştür.

## KAYNAKLAR

1. Knudson, D., Fundamentals of Biomechanics, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, pp.5, 2003.
2. Viitasalo, J., Mononen, H., Norvapalo, K., "Release parameters at the foul line and the official result in javelin throwing", Sports Biomechanics, 2, pp.15-34, 2003.
3. Morriss, C., Bartlett, R.M., "Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw", Sports Medicine, 6, pp. 438-446, 1996.
4. Bartlett, R.M., Müller, E., Lindinger, S., Brunner, F., Morriss, C., Three- Dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throws of different skill levels, Human Kinetics Publishers, USA, pp. 59-70, 1996.
5. Poucelot, P., Audigie, F., Degueurce, C., Geiger, D., Denoix, J.M., "A method to synchronise cameras using the direct linear transformation technique", Journal of Biomechanics, 33, pp.1751-1754, 2000.
6. 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, pp.1-18, 1971.
7. Shapiro, R., "Direct Linear Transformation method for three-dimensional cinematography", The research quarterly, 49 (2), pp.197-205, 1978.
8. Best, R.J., Bartlett, R.M., Morriss, C.J., "A three- dimensional analysis of javelin throwing technique" Journal of Sports Sciences, 11, pp. 315-328, 1993.

9. Bartlett, R.M., Müller, E., Raschner, C., Lindinger, S., Jordan, C., "Pressure distributions on the plantar surface of the foot during the javelin throw", *Journal of Applied Biomechanics*, 11, pp. 163-176, 1995.
10. Chow, J.W., Kuenster, A.F., Lim, Y., "Kinematic analysis of javelin throw performed by wheelchair athletes of different functional classes", *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, pp. 36-46, 2003.
11. LeBlanc, M.K., Dapena, J., "Generation and transfer of angular momentum in the javelin throw", *American Society of Biomechanics. 20th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics*, Atlanta, Georgia, 1996.
12. Kunz, H., Kaufmann, D.A., "Cinematographical analysis of javelin throwing techniques of decathletes", *British Journal of Sports Medicine*, 17, pp. 200-204, 1983.
13. Campos, J., Brizuela, G., Ramon, V., Gamez, J., "Analysis of kinematic parameters between spanish and world class javelin throwers", *XX. ISBS Congress*, July, pp.1-5, Spain, 2002.
14. Meriç, B., Aydın, M., Çolak, T., Özbek, A., "Biomechanical Analysis of the Overarm Throw Technics in Different Branches", *The TSSA 8th International Sports Science Congress*, November, Antalya, Abstract Book, 138 pp. 17-20, 2004.
15. İnal, H.S. *Spor Biyomekaniği Temel Prensipler*, 1. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul, 2004.
16. Whiting, W.C., Gregor, R.J., Halushka, M., "Body segment and release parameter contributions to new- rules javelin throwing", *International Journal of Biomechanics*. 7: 111-24, 1991.
17. Mero, A., Komi, P.V., Kotjus, T., et al. "Body segment contributions in javelin throwing during final thrust phases", *Journal of Applied Biomechanics*. 10: 166-77, 1994.
18. Gonzalez, D., Dietrich, G. "Three-dimensional kinematics analysis of javelin throw: from Real Situation to Biomechanical model", *Science and Sports* vol.18: 216, 2003.