

Voleybolda Smaç Kolunun Açısal Kinematik Analizi

¹Elif Öz, ²Ayhan GÖKTEPE,, ³Hakan KARABÖRK, ¹İbrahim YILDIRAN,⁴Feza KORKUSUZ

Özet

Çalışmanın amacı; voleybolda smaç vuruşunda üst ekstremitede bulunan omuz, dirsek ve el bileği eklemlerinde meydana gelen açısal değişikliklerin zamana bağlı olarak belirlenmesidir. Bu çalışmaya, dominant kolu sağ olan 4 bayan 1. lig voleybol oyuncusu gönüllü olarak katılmıştır. Denekler, rakip sahadaki hedef alana 5 başarılı smaç vuruşu gerçekleştirmiştir. Smaç görüntüleri, iki adet dijital kamera (60fps) kullanılarak stereoskopik olarak kaydedilmiştir. İşaret noktaları, deneklerin vücudunda beş bölgeye yerleştirilmiştir. Görüntülerin kalibrasyonu için 1x2x1 m boyutunda 12 adet kontrol noktası bulunan bir kalibrasyon kafesi kullanılmıştır. Fotogrametrik çözümleme, Pictran yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Omuz, dirsek, el bileği eklemi açıları; toplamda iki yüz kare smaç vuruşu görüntüsü kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak; smaç vuruşu sırasında üst ekstremitede oluşan eklem açıları bireysel farklılıklar göstermekte ve bu farklılıkların smaç vuruş kuvvetini etkilediği düşünülmektedir

Anahtar Sözcükler

Hareket analizi, Açısal kinematik, Digital fotogrametri, Smaç, Voleybol

Abstract

The Angular Kinematical Analysis Of The Spiked Hand In Volleyball

Four right handed 1st league female volleyball players volunteered to participated in this study. Subjects performed 5 successful spikes to the target area at the other court. The spikes were recorded with a stereoscopic view by using two digital cameras (60 fps). A calibration frame 1x2x1 m with 12 control points was used to calibrate area. Markers were placed on the five sites of the body. Photogrammetric restitutions were done by using Pictran Software. The shoulder, the elbow and the wrist joint angles were calculated using two hundred views. In conclusion, this study showed the individual differences of the joint angles at the upper extremity during the spike action and it was thought these differences effected on the spike force.

Keywords

Motion analysis, Angular kinematic, Digital photogrammetry, Spike, Volleyball

1.Giriş

Günlük yaşamda veya sportif amaçla gerçekleştirilen tüm hareketler açısal değişiklikler içermektedir. Aynı zamanda bu hareketler sadece bir değil, birkaç açısal alanı da içermektedir. Dolayısıyla hareketler meydana geldikleri eklemlerin özelliklerine göre farklı düzlemlerde oluşurken, bu düzlemlerde farklı açısal dilimleri içlerine almaktadır. Oluşan açısal değişiklikler ise biyomekanikte kinematiğin bir alt dalı olan açısal kinematik alanında incelenir.

Açısal kinematik ile yapılan değerlendirmeler ve elde edilen sonuçlar, sporcuların gerçekleştirdikleri hareketlerin analiz edilmesinde, sporcuların ve antrenörlerin kendilerini geliştirmesinde ve yeni tekniklerin yaratılmasında yardımcı olmaktadır (İNAL 2004).

Voleybolda oyun analizi sonuçlarından elde edilen bilgilere göre, en etkili sayı kazanma silahının smaç olduğu söylenebilir (TİRYAKİ 2006). Bu becerinin nasıl uygulandığını anlamak için ise bazı biyomekanik (Kinematik, kinetik) çözümlere ihtiyaç vardır.

Voleybolda yapılan biyomekanik çalışmalara bakıldığında; birçoğunun alt ekstremita ile ilgili olduğu ve özellikle dikey sıçrama çalışmalarının bulunduğu görülür (STEPHENS v.d. 2007; HSİESH 2006; LOBIETTI v.d. 2006; GIATSISS v.d. 2004; ALYYN 1994; WESTO 1992; AURA ve VITASOLO 1989). Voleybolda üst ekstremita ile uygulanan teknik bileşenlerin biyomekanik analizine yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır (MASUMARA v.d. 2007; CHRISTOPHER 2001; FANTOZZI v.d. 2006; LE 1993). Voleybolda smaç kolunun açısal kinematik analiziyle ilgili çalışmalara ise daha da seyrek rastlanmaktadır (LİNNEL v.d. 2007; NEWELL ve LAUDER 2005). Ancak bu çalışmaların hiçbiri voleybolda smaç vuruşu esnasında üst ekstremita eklem açılarının zamana bağlı değişimini ele almamıştır.

Bu çalışmalar, antrenörlere ve sporculara çok değerli bilgiler sunmaktadır (MEDVED 2001). Analizler sadece sportif performansı arttırmak için kullanılmaz. Spor hekimliğinin de alanı içine giren spor sakatlıklarını önlemek için de bu analizlerden faydalanılır (KNUDSON 2007; İNAL 2004; MEDVED 2001).

Dolayısıyla bu çalışmanın amacı; voleybolda smaç vuruşunda üst ekstremitede bulunan omuz, dirsek ve el bileği eklemlerinde meydana gelen açısız değişikliklerin zamana bağlı olarak belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Deneklerin Seçimi

Çalışma; dominant kolu sağ olan 4 bayan 1. lig voleybol oyuncusu ($x_{(yaş)}=21.7\pm 1.5$ yıl, $x_{(boy)}=178\pm 2.9$ cm, $x_{(vücut\ ağırlığı)}=66.3\pm 0.9$ kg, $x_{(VKI)}=20.92\pm 1.8\text{kg/m}^2$, $x_{(spor\ yaşı)}=11.75\pm 1.8$ yıl) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneklerin çalışmaya dahil edilme ölçütleri arasında; dominant kolunun sağ olması, 1. Lig oyuncusu olması, son altı ay içinde herhangi bir sakatlık geçirmemiş olması, smaçör ya da orta oyuncu mevkiinde oynaması bulunmaktadır.

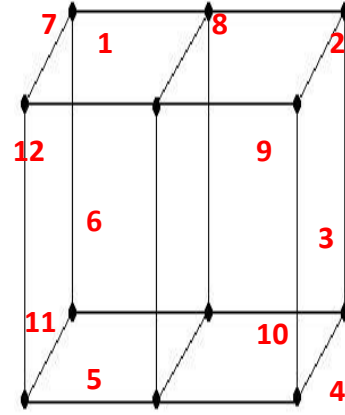
2.2. Kullanılan Materyal ve Cihazlar

Denekler ölçüm sırasında dar kıyafetler (Forma, tayt gibi) kullanmışlar ve görüntüyü daha net yakalayabilmek için ellerine (Üzerinde 2 adet işaret noktası bulunan) eldiven giymişlerdir. Resim çekme işlemi iki adet (200 FPS+VGA+1394B) Dragonfly Express TM dijital video kamera ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Dragonfly express digital video kamera

Resim çekiminde kullanılmak üzere 1x1x2 m ebatında özel yapım bir kalibrasyon kafesi kullanılmıştır (Şekil 2). Kalibrasyon kafesinin gerçek koordinatlarını tekrarlı bir şekilde belirlemek amacıyla ise Topcon GTS 701 adlı elektronik dijital uzunluk ölçüm cihazı kullanılmıştır.

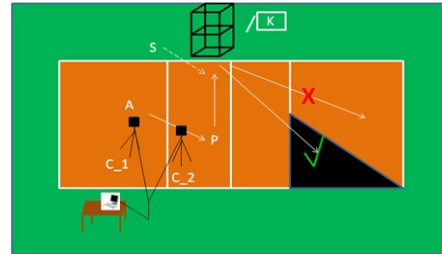


Şekil 2: Kalibrasyon kafesi

2.3. Uygulanan Yöntem

Deneklere uygulanacak test protokolü önceden hazırlanan bilgilendirme formu dağıtılarak ve ardından protokolün uygulanışı anlatılarak açıklanmıştır. Denekler gönüllü katılımlarını bildirdikten sonra, yaklaşık 20 dakikalık genel ve özel voleybol ısınması yaptıktan sonra çalışmaya tabi tutulmuşlardır.

Görüntüleme sırasında deneklerden; voleybol sahasının 4 numaralı bölgesinden bir pasör tarafından atılan yüksek pasa; karşı sahanın 5 numaralı bölgesinde çizgilerle sınırları belirlenmiş alana (4,5m x 6m'lik dik kenarları bulunan 13,5 m²'lik üçgen alan) smaç vurmaları istenmiş ve bu smaçlardan hedefe yapılan vuruşlar başarılı kabul edilmiştir. Her deneye ait beş başarılı vuruş çalışmaya dahil edilmiştir.



K: Kalibrasyon kafesi

S: Smaçör

P: Pasör A: Antrenör

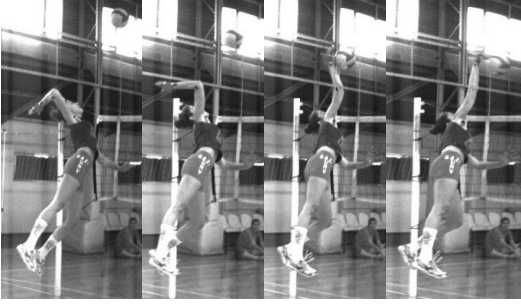
X: Başarısız smaç vuruşu

V: Başarılı smaç vuruşu

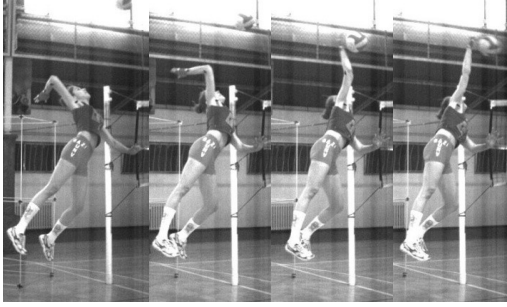
▲: Hedef bölge

Şekil 3: Çalışma düzeneği şematik görünümü

Bu smaç vuruşları sırasında stereo fotogrametrik amaca uygun olarak iki adet digital video kamera ile senkronize bir şekilde film çekme işlemi gerçekleştirilmiştir. Her iki kameraya ait görüntü örnekleri Şekil 4-5'de gösterilmiştir.

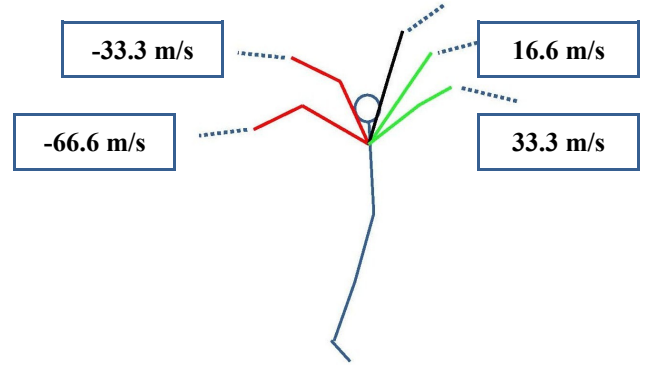


Şekil 4: Bir sporcunun smaç vuruşu sırasında kamera1 görüntüleri



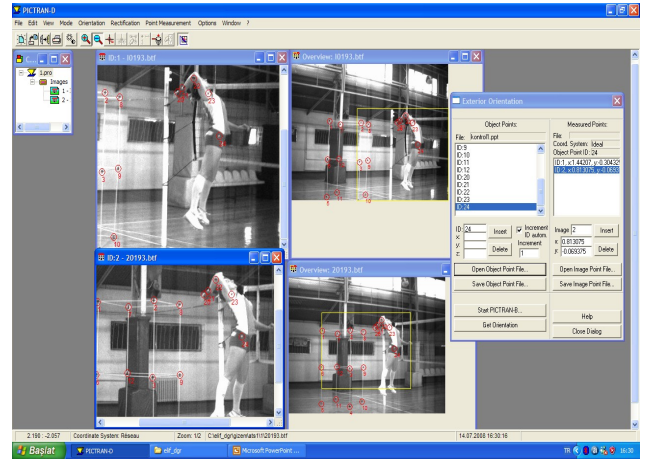
Şekil 5: Bir sporcunun smaç vuruşu sırasında kamera2 görüntüleri

İki adet senkronize video kameradan alınan görüntüler, smaç vuruşunda hareketin başlangıç anından (Smaç adımlamasına başlama) bitim zamanına kadar olan süre (Smaç vuruşu sonrası yere düşüş) dikkate alınarak seçilmiştir. Her başarılı vuruşa ait görüntülerden sadece smaç vuruş anı (Topla temas, 0 ms), vuruştan 66.6 ms ve 33.3 ms öncesi ile 16.6 ms ve 33.3 ms sonrası görüntüler seçilerek (Şekil 6), Pictran (Technet Pictran Release 4 Digital Photogrammetrie, Berlin) yazılımı ile değerlendirilmiştir(Şekil 7).



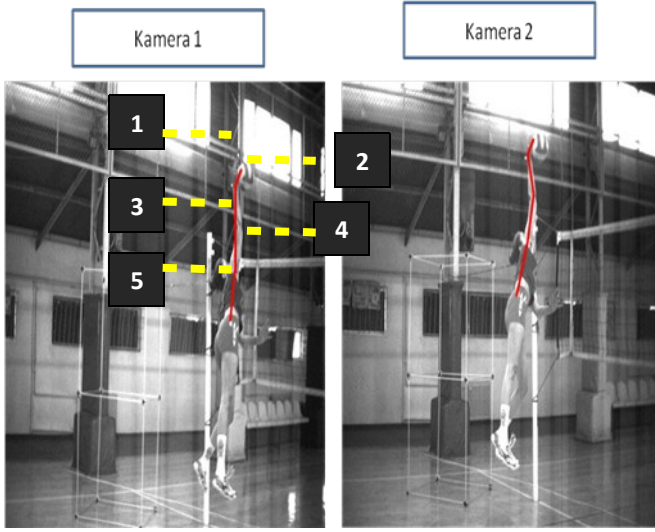
Şekil 6: Seçili görüntülerdeki birim zaman

0 m/s



Şekil 7: Pictran yazılım arayüz görüntüsü

Deneklerin başarılı smaç vuruşları sırasında; el bileği, dirsek ve omuz ekleminde oluşan açıların belirlenmesi amacıyla sporcular üzerine 5 adet işaret noktası yerleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 8: Üç boyutlu değerlendirmede kullanılan işaret noktaları

İşaret noktası 1: El, 5. Metakarpal kemiğin distal ucu

İşaret noktası 2: El bileği, ulnar stiloid çıkıntı

İşaret noktası 3: Dirsek, humerus lateral epikondil

İşaret noktası 4: Omuz, glenohumeral eklem

İşaret noktası 5: Kalça, büyük trokanter

El bileği eklemi açısı; işaret noktası 1 ve işaret noktası 2 arasındaki çizgi ile işaret noktası 2 ve işaret noktası 3 arasındaki çizginin kesiştiği yerde oluşturduğu açıdır. Smaç vuruşu sürecinde el bileği dorsal fleksiyondan palmar fleksiyona geçerek hareketini tamamlamaktadır. Dorsal fleksiyonda meydana gelen el bileği eklemi açısı eksi(-), palmar fleksiyonda meydana gelen el bileği eklemi açısı artı(+) olarak değerlendirilmiştir.

Dirsek eklemi açısı; işaret noktası 2 ve işaret noktası 3 arasındaki çizgi ile işaret noktası 3 ve işaret noktası 4 arasındaki çizginin kesiştiği yerde oluşturduğu açıdır. Smaç vuruşu sürecinde dirsek eklemi fleksiyondan ekstansiyona doğru hareket ederken, açısal değerler artı(+) olarak değerlendirilmiştir.

Omuz eklemi açısı ise; işaret noktası 3 ve işaret noktası 4 arasındaki çizgi ile işaret noktası 4 ve işaret noktası 5 arasındaki çizginin kesiştiği yerde oluşturduğu açıdır. Smaç vuruşu sürecinde omuz eklemi fleksiyondan ekstansiyona doğru hareket ederken, açısal değerler artı(+) olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın istatistiksel analizi ise seçilen her zaman birimi için, bir deneğin beş başarılı smaç vuruşunda oluşan eklem açıları ortalama ve standart sapmaları ile tüm deneklerin toplam 20 görüntüsü üzerinden analiz edilen eklem açıları değerlerinin ortalama ve standart sapmaları SPSS 10.0 istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.Sonuçlar Ve Tartışma

Dört bayan 1. Lig voleybolcusu üzerinde gerçekleştirilen çalışmada; seçili birim zaman görüntülerinden elde edilen

omuz, dirsek ve el bileği açılarının ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

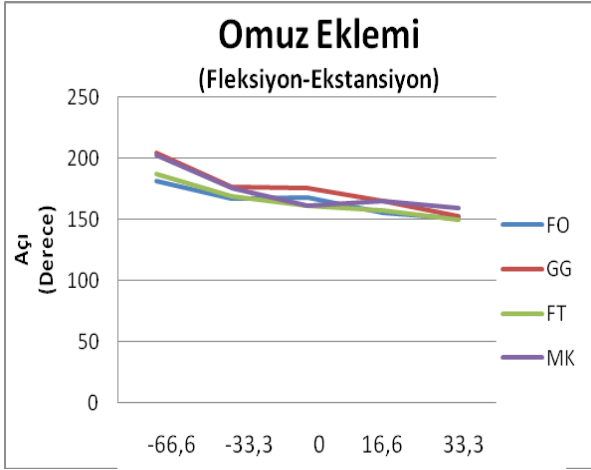
Tablo 1: Deneklerin smaç vuruşu sürecindeki omuz, dirsek ve el bileği eklemi açılarının birim zamana bağlı ortalama değerleri (n=4, Analiz edilen görüntü sayısı= 5, FO: Denek 1, GG: Denek 2, FT: Denek 3, MK: Denek 4)

Dene k	Omuz, Dirsek ve El Bileği Eklemi Açılarının Seçili Birim Zaman Görüntüleri					
		Görüntü 1 -66.6 m/s	Görüntü 2 -33.3 m/s	Görüntü 3 0 m/s	Görüntü 4 16.6 m/s	Görüntü 5 33.3 m/s
FO	Omuz	181.4° ± 7.1°	166.8° ± 3.6°	168.0° ± 6.6°	155.6° ± 3.9°	151.2° ± 6.9°
	Dirsek	108.8° ± 10.1°	114.4° ± 12.0°	171.4° ± 18.0°	167.4° ± 4.3°	175.4° ± 9.5°
	El Bileği	-30.8° ± 13.0° *	-4.0° ± 5.2° *	-0.2° ± 16.8° *	7.6° ± 28.3° **	-5.4° ± 26.4° *
GG	Omuz	204.8° ± 6.7°	176.4° ± 8.7°	176.0° ± 4.5°	165.6° ± 3.5°	152.8° ± 5.9°
	Dirsek	102.4° ± 13.1°	104.2° ± 8.6°	180.2° ± 5.1°	184.4° ± 3.8°	185.2° ± 6.9°
	El Bileği	-1.0° ± 3.4° *	16.8° ± 2.4° **	5.6° ± 13.8° **	11.6° ± 10.8° **	-4.8° ± 13.9° *

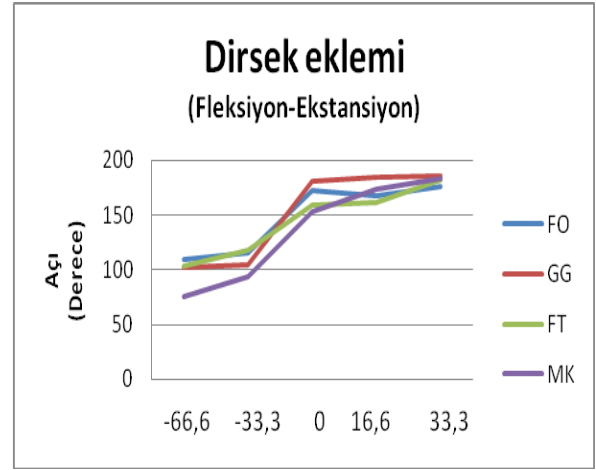
FT	Omuz	187.6° ± 5.0°	169.6° ± 9.7°	161.6° ± 11.3°	157.2° ± 7.5°	149.8° ± 8.2°
	Dirsek	102.8° ± 7.1°	117.2° ± 10.5°	158.6° ± 9.7°	161.6° ± 11.0°	182.2° ± 7.3°
	El Bileği	10.4° ± 6.6° **	26.2° ± 11.7° **	19.2° ± 19.7° **	26.6° ± 20.1° **	13.8° ± 22.5° **
MK	Omuz	202.4° ± 8.2°	175.8° ± 3.7°	162.0° ± 9.0°	165.4° ± 5.6°	159.8° ± 12.5°
	Dirsek	75.0° ± 9.4°	92.6° ± 8.6°	153.0° ± 13.2°	173.6° ± 10.7°	183.0° ± 6.2°
	El Bileği	-4.8° ± 4.5° *	8.8° ± 9.3° **	10.2° ± 18.7° **	12.0° ± 36.4° **	3.2° ± 18.4° **

Tablo 2: Deneklerin smaç vuruşu sürecindeki omuz, dirsek ve el bileği eklemi açılarının birim zamana bağlı ortalama değerleri (n=4, Analiz edilen görüntü sayısı= 20, FO: Denek 1, GG: Denek 2, FT: Denek 3, MK: Denek 4)

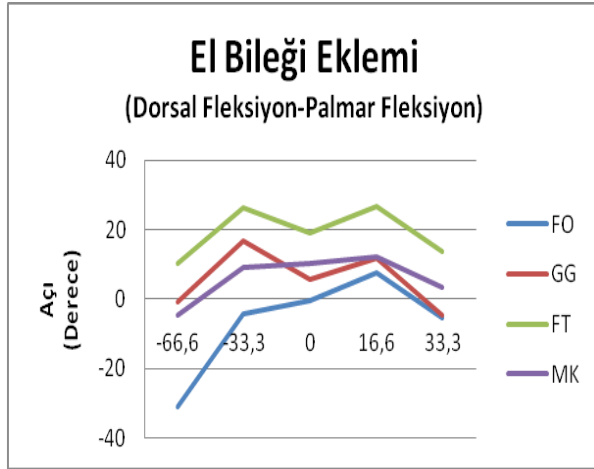
	Omuz, Dirsek, El Bileği Eklemi Açılarının Seçili Birim Zaman Görüntüleri				
	Görüntü 1 -66.6 m/s	Görüntü 2 -33.3 m/s	Görüntü 3 0 m/s	Görüntü 4 16.6 m/s	Görüntü 5 33.3 m/s
Omuz eklemi açısı (α°)	194.5° ± 11.4°	172.1° ± 7.7°	167.2° ± 9.7°	161.3° ± 6.7°	153.5° ± 8.9°
Dirsek eklemi açısı (α°)	97.2° ± 16.3°	107.1° ± 13.5°	165.2° ± 16.2°	172.1° ± 11.5°	181.0° ± 8.3°
El bileği eklemi açısı (α°)	-7.6° ± 16.3°	12.0° ± 13.5°	12.1° ± 19.6°	11.8° ± 23.9°	1.3° ± 20.5°



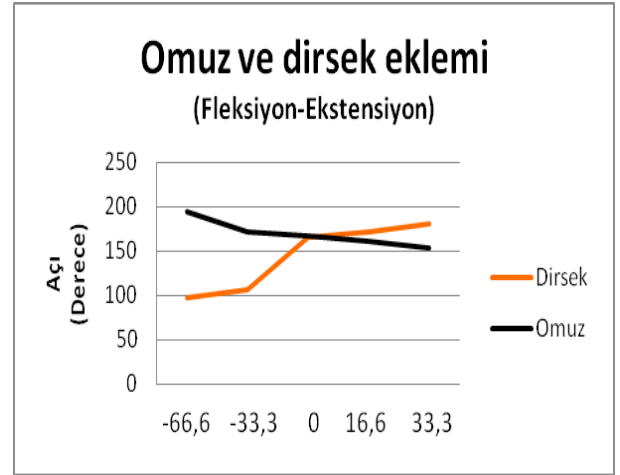
Şekil 9: Deneklerin smaç vuruşu sürecindeki omuz eklemi açıları (n=4, Analiz edilen görüntü sayısı= 5, FO: Denek 1, GG: Denek 2, FT: Denek 3, MK: Denek 4)



Şekil 11: Deneklerin smaç vuruşu sürecindeki dirsek eklemi açıları (n=4, Analiz edilen görüntü sayısı= 5, FO: Denek 1, GG: Denek 2, FT: Denek 3, MK: Denek 4)



Şekil 10: Deneklerin smaç vuruşu sürecindeki el bileği eklemi açıları (n=4, Analiz edilen görüntü sayısı= 5, FO: Denek 1, GG: Denek 2, FT: Denek 3, MK: Denek 4)



Şekil 12: Deneklerin smaç vuruşu sürecindeki omuz ve dirsek eklemi açıları (n=4, Analiz edilen görüntü sayısı= 20, FO: Denek 1, GG: Denek 2, FT: Denek 3, MK: Denek 4)

Yapılan bu araştırma sonucunda, omuz eklemi açısı ortalama değerlerinin vuruş öncesinden, vuruş anı ve sonrasında kadar geçen sürede giderek azaldığı, dirsek eklemi ise topa maksimum yükseklikte bir vuruş sağlaması için bu zaman dilimi içinde giderek artan bir açı izlediği tespit edilmiştir. El bileği ekleminde ise vuruş öncesinden vuruş anına kadar, el bileği eklemi açısı ortalama değerlerinin azaldığı, vuruş anından sonraki süreçte ise tekrar arttığı belirlenmiştir.

İnsan gözünün algılayamayacağı hızda görüntü yakalamının verdiği avantajla, sadece nicel değil nitel analiz de yapılabilmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada deneklerin benzer üst ekstremitte açılarında smaç vuruşu gerçekleştirdiği tespit edilse de; farklı vücut pozisyonlarında topla buluştukları, analiz edilen görüntülerden çok net bir şekilde görülmektedir.

Sonuç olarak; çalışmadan elde edilen bulgulara göre, smaç vuruşu sırasında üst ekstremitede oluşan eklem açıları bireysel farklılıklar göstermekte ve bu farklılıkların smaç vuruş kuvvetini etkileyebileceği düşünülmektedir.

Bu tür bir biyomekanik analiz sürecinin çok uzun süre alacağı ve uygulanan hareket ve teknik donanım sebebiyle çalışmanın bazı sınırlılıkları olacağı unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- ALLYN, DA. : **The kinetics and kinematics of landing from two "quick" attack techniques in volleyball.** Ph D. Minnesota, University of Minnesota. 1994.
- AURA,O.,VITASOLO,J.:**Biomechanical characteristics of jumping.** *International Journal Of Sport Biomechanics.* 5:89-98, 1989.
- CHRISTOPHER, GA.: **Shoulder biomechanics in volleyball spiking: implications.** M Sc. Provo UT: Brigham Young University, 2001.
- CHUNG, CS., : **Three-dimensional analysis of the shoulder and elbow joints during the volleyball spike.** Indiana: Indiana University, 1988.
- FANTOZZI, S., LOBIETTI, R., STAGNI, R., MERNI, F. : **A new protocol for kinematic analysis of two volleyball players simultaneously during spike and block using stereophotogrammetry.** *Journal of Biomechanics.* 39(1): 561-, 2006.
- GIATIS, G., KOLLIAS, I., PANOUTSAKOPOULOS, V., PAPAIAKOVOU, G. : **Biomechanical differences in elite beach volleyball players in vertical squat jump on rigid and sand surface.** *Sports Biomechanics.* 3(1): 145-158, 2004.

- HSIESH, CT.: **Biomechanical and pedagogical analysis of the volleyball spike jump**. Ph D. Greeley: University of Northern Colorado, 2006.
- İNAL, HS.: *Spor biyomekaniği temel prensipler*. 1. Basım. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2004.
- KNUDSON, D.: **Fundamentals of biomechanics**. 2nd ed. Newyork: Springer, 2007.
- LEE, B. K. : **A cinematographical study of the effects of the kinematic link principle on performance**. Ph D. Texas: Texas A&M University, 1993.
- LINNELL, W., WU, T., BAUDIN, P., GERVAIS, P.: **Analysis of the volleyball spike using working model 2D**. *Journal of Biomechanics*. 40(2): 760-, 2007.
- LOBIETTI, R., FANTOZZI, S., STAGNI, R., MERNI, F. :**Kinematics analysis of landing from volleyball spike followed by block: A pilot study**. *Gait & Posture*. 24(1): 47-48, 2006.
- MASUMARA, M., MARQUEZ, WQ., KOYAMA, H., MICHİYOSHI, AE.: **A biomechanical analysis of serve motion for elite male volleyball players in official games**. *Journal of Biomechanics*. 40(2): 744-, 2007.
- MEDVED, V.: **Measurement of human locomotion**. 1st ed. Florida: CRC Press LLC., 2001.
- NEWELL, RF., LAUDER, MA., 2005: **Three dimensional kinematic analysis of the front court volleyball spike of female volleyball players**. *Journal Of Sports Sciences*. 23: 93-223, 2005.
- STEPHENs, MT., LAWSON, BR., DEVOE, DE., REISER, FR. : **Gender and bilateral differences in single leg countermovement jump performance with comparison to a double leg jump**. *Journal of Applied Biomechanics*. 23: 190-202, 2007.
- TIRYAKI, Ş. : **Voleybol antrenmanı üst düzey koç ve takımlar için el kitabı-I**. 1. Baskı. İstanbul: Çağrı Baskı, 2006.
- WESTON, J. : **A study of biomechanical variables in the countermovement jump and the drop jump performed by female intercollegiate athletes**. Ph D. Denton: Texas Woman's University, 1992.