

**İZOKİNETİK KUVVET ANTRENMANI
PROGRAMI SONRASI BASKETBOLDA
SERBEST ATIŞIN KİNETİK ve
KİNEMATİK ANALİZİ**

Barış Gürol

Doktora Tezi

**İZOKİNETİK KUVVET ANTRENMANI
PROGRAMI SONRASI BASKETBOLDA
SERBEST ATIŞIN KİNETİK ve
KİNEMATİK ANALİZİ**

Barış Gürol

Doktora Tezi

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

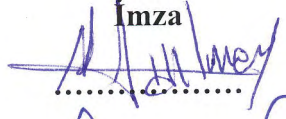
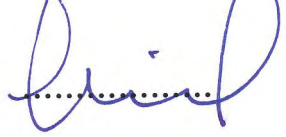
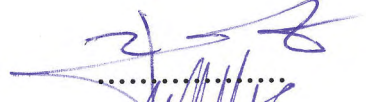
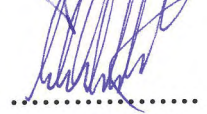
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Eskişehir, Haziran 2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İlker YILMAZ

JÜRİ ve ENSTİTÜ ONAYI

Bariş GÜROL 'un “İzokinetik Kuvvet Antrenmanı Programı Sonrası Basketbolda Serbest Atışın Kinetik ve Kinematik Analizi” başlıklı, Beden Eğitimi ve Spor AnaBilim Dalı’ndaki Doktora tezi, 19.06.2013 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Prof. Dr. İlker YILMAZ Anadolu Üniversitesi	
Üye	Prof. Dr. Güven SEVİL Anadolu Üniversitesi	
Üye	Prof. Dr. Zerrin İNCESU Anadolu Üniversitesi	
Üye	Prof. Dr. Yavuz YAKUT Hacettepe Üniversitesi	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Mehmet KALE Anadolu Üniversitesi	

Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Barış GÜROL
Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1980 Eskişehir
İletişim adresleri : Anadolu Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi
İki Eylül Kampüsü / Eskişehir
Tel : 222-3350580/6718-6785
e-posta: bgurol@anadolu.edu.tr

Öğrenim Durumu

Lisans : Anadolu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antrenörlük Eğitimi, 2005.

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

- 1) Gurol,B., Kale, M., "Physiological performance tests in track@field athletes aged 15 to 18 years", ECSS Congress, Bruges, 2012.
- 2) Gürol, B., Kale, M., Aksoy, C.C., "Comparison of the proprioception, two point discrimination and performance tests in different division soccer referees", 12. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Denizli, 2012.
- 3) Gürol, B., "Training-related physiological performance parameters changes in male handball players", 12. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Denizli, 2012.
- 4) Gurol, B., Okcu, M., Kale, M., The comparison of the visual reaction time and sprint time parameters of male soccer and basketball referees, ECSS Congress, Bruges, 2012.
- 5) Polat, C., Gürol, B., "Evaluation of the physical characteristics of amateur and professional soccer referees" International Conference in Science and Football, Palermo, Italy, 2011.
- 6) Cerrah A.O., Gürol B., "Analysis of Goal Scored in Turkish 1.Division Soccer Leagues from 2001 to 2009", ECSS Congress, Antalya, 2010.
- 7) Gürol B., Kale M., Cerrah A.O., Gültekin E.A., "Heart Rate and Match Analysis of Female Basketball Players", ECSS Congress, Antalya, 2010.
- 8) Kale M., Gürol B., Cerrah A.O., Yılmaz İ., "Physiological Performance Criteria in Male Mountaineers", IJAS Conference, Toronto, 2009.
- 9) Gürol B., Kale M., Cerrah A.O., Yılmaz İ., "Physiological Performance Characteristics of a 75-year-old Mountaineer (a case study)" IJAS Conference, Toronto, 2009.

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

- 1) Cerrah, A.O., Gürol B., Türkiye Futbol Süper Liginde 2001-2009 Yılları Arasında Atılan Gollerin Analizi, Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi, 2011, 3(2), 79-85.

Diğer Yayınlar

- 1) Gürol,B.,(çeviri), Yüksek atlama için sezon öncesi kondisyon. Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi. 62 (4): 13-17, 2007.
- 2) Gürol,B.,(çeviri), Başarısız denemelerde yüksek atlama çıtasının analizi. Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi. 61 (3): 13-17, 2007.

Ulusal ve Uluslararası Projeler

- 1) Elektromyostimülasyon ve vibrasyon antrenmanlarının kas kuvveti ve dengeye etkisi, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, 1001S82, 2013.

TEŞEKKÜR

Tezimin ölçüm aşamasında bana destek olup antrenman ve testlere büyük özveri ile katılan Anadolu Üniversitesi Gençlik ve Spor Kulübü Erkek Basketbol takımı sporcularına ve baş antrenör A.Rıza Solmaz'a teşekkür ederim.

Anadolu Üniversitesi TV Yapım Merkezi'nden Prof. Nedim Gürses'e ve İletişim Bilimleri Fakültesi'nden Öğr.Gör.M.Erdem Gösterişli'ye tezimin hareket analizi testlerinde sağladıkları teknik ışık desteği ve fikirlerden dolayı teşekkür ederim. TV Yapım Merkezi'nden Berkan Yavaş ve Erkan Semiz'e hareket analizi testlerindeki ışık kurulumu desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Okulumuz personeli Mustafa Kuruoğlu'na hareket analizi testlerinde perde ve ortam kurulumu ile ilgili desteğinden dolayı teşekkür ederim. Ölçümlerle ilgili ne zaman yardıma ihtiyacım olsa yanımda olacaklarını bildiğim Celil Kaçoğlu ve İzzet Kırkaya'ya teşekkür ederim. Tezimin hareket analizi testlerinin veri filtreleme işleminde verdiği bilgilerden dolayı İlbilge Özsu'ya teşekkür ederim. Tezimin tüm aşamalarında sağladığı her türlü bilgisayar teknik desteği için Ansay Hızal'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında verdikleri fikir ve yol göstermeler ile bana destek olan Eczacılık Fakültesi'nden Prof.Dr.Zerrin İncesu'ya, Spor Bilimleri Fakültesi'nden Yrd.Doç.Dr.Mehmet Kale'ye teşekkür ederim. Tezimin son halini almasındaki fikirleri ve ölçüm sürecinde okulumuz laboratuvar ve salon olanaklarını sağladığı için Spor Bilimleri Fakültesi'nden Prof.Dr.Güven Sevil'e teşekkür ederim. Tez savunma jürimdeki değerli yönlendirmeleri için Hacettepe Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nden Prof.Dr.Yavuz Yakut'a teşekkür ederim.

Tezimin fikir aşamasında başlayıp sonuçlanana kadar her aşamasında yanımda destek ve yol gösterici olan tez danışmanım Prof.Dr.İlker Yılmaz'a teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında desteklerini yanımda hissettiğim aileme, eşimin ailesine ve canım eşim Edife Gürol'a teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; basketbolda izokinetik kuvvet antrenmanının serbest atış kinetik ve kinematiğine etkisinin incelenmesidir.

Çalışmaya Türkiye Erkekler Bölgesel Basketbol liginde oynayan 14 erkek basketbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Basketbolcular, basit rastgele yöntemle 2 gruba [kontrol grubu (KG) $n=7$, antrenman grubu (AG) $n=7$] ayrılmıştır. Çalışmaya katılan sporculara 6 haftalık antrenman öncesi ve sonrası serbest atışta hareket analizi testleri uygulanmıştır. Tüm sporcular çalışma süresince top tekniği antrenmanlarına devam etmiştir. Her sporcudan, serbest atış performansı sergilemesi istenmiş ve iki adet yüksek hızda çekim yapan kamera ile atışlar kayıt edilmiş görüntüler bilgisayar ortamında sayısallaştırılarak üç boyutlu olarak analiz edilmiştir. Sporcular 5 sayı olan, 5 sayı olmayan atış gerçekleştirmiş ve atışlardan rastgele seçilen 3'er atış değerlendirilmiştir. AG sporcularına ön testler sonrası 6 hafta boyunca, haftada 3 kez omuz, dirsek ve el bileği (omuz ve dirsek $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, el bileği $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) izokinetik kuvvet antrenmanı programı uygulanmış ve sonrasında her iki gruba da son testler uygulanmıştır. Tüm sporculara antropometrik ölçümler, el-pençe kuvveti, izokinetik kas kuvveti (omuz ve dirsek $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, el bileği $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) testleri ve serbest atış kinematik analizi uygulanmıştır. Kinetik ve kinematik parametrelerin gruplararası farklılıklarının değerlendirmesinde Mann-Whitney U testi, parametreler arasındaki ilişkilerde ise Spearman Korelasyon testi kullanılmıştır.

İzokinetik kuvvet testleri açısından KG için izokinetik kuvvet zirve torkları değişim yüzdesi farklı eklemlerde $\%-3.9$ ile $\%-25.0$ arasında düşüş sergilemiştir. AG için izokinetik kuvvet zirve torkları değişim yüzdesi farklı eklemlerde $\%18.3$ ile $\%57.8$ arasında artış sergilemiştir. El-pençe kuvveti testlerinde AG sporcularında maksimal değerlerde $\%8.3$ değerinde artış gözlenmiştir. Serbest atışta hareket analizi verilerinde KG için sayı olan atışlarda topun yatay hızı azalmış ($z=-2.366$, $p=0.018$), dirsek hızı artmış ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), dirsek açısı ($z=-2.371$, $p=0.018^*$) azalmıştır. KG için sayı olmayan atışlarda top bileşke hızı artmış ($z=-2.028$, $p=0.043^*$), yatay hızı azalmış ($z=-2.371$, $p=0.018^*$), dikey hızı artmış ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), dirsek açısı artmış ($z=-2.028$, $p=0.043^*$) ve ayrılma yüksekliği ($z=-1.961$, $p=0.050^*$) artmıştır. Son testler için gruplar arasında sadece top uçuş süresinde farklılık vardır. Sayı olmayan atışların top uçuş süresi sayı olanların süresinden daha kısadır. AG ve KG hareket analizi parametreleri birbirine yakın seviyelerde bulunmuştur.

Sonuç olarak, basketbolcuların normal top antrenmanlarına ek olarak yapılan izokinetik kuvvet antrenmanlarının izokinetik kuvveti ve el-pençe kuvvetini artırdığı görülmüştür. Serbest atışlarda ise AG için, sporcuların atış anında dirsek açısal hızının artıp açısının azaldığı, yerden yükseklik olarak topun daha aşağıdan atıldığı durumlarda başarılı atış durumunun gelişebileceği, özellikle topun elden çıkış anı yatay hızında azalma olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Basketbol, serbest atış, izokinetik kuvvet, kas performansı, kinetik ve kinematik analiz.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the parameters of the free throw and to investigate the effects of isokinetic strength training.

Fourteen men basketball players voluntary participated to the study. The subjects were randomly divided into 2 groups (control group, n=7 (KG), training group, n=7 (AG)). Athletes participated to this study were applied the free throw motion analysis tests in pre tests. After 6 weeks, same test procedures were applied at post tests. During the study all of the athletes continued the ball technique trainings. Free throw shoots were performed by athletes were recorded with two high speed cameras. The saved shoots were analyzed in 3D motion analysis system. Each athlete performed 5 point shoots and 5 missed shoots. Randomly selected 3 shoots were analyzed. The AG athletes were performed shoulder, elbow and wrist isokinetic strength trainings (shoulder and elbow $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ and $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, wrist $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ and $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) for 6 weeks after pre tests. And after 6 weeks of isokinetic strength trainings both group were performed post tests. Anthropometry, handgrip strength, isokinetic muscle strength and free throw kinematic analysis were tested. Pre and post training effects of each group were analysed statistically with Wilcoxon paired two-sampled test. Kinetic and kinematic differences were tested with Mann-Whitney U and the relationships were tested with Spearman Correlation.

In KG, the peak torque values of the different joints decreased 3.9-25.0%. In AG, the peak torque values of the different joints increased 18.3-57.8%. AG athletes handgrip strength values increased 8.3%. At point shoots of the KG, the horizontal velocity of the ball and elbow angle was decreased, the elbow velocity was increased. At missed shoots of the KG, the resultant and vertical velocity of the ball, elbow angle and release height was increased, the horizontal velocity of the ball was decreased. Ball release time at the missed shoots were shorter than point shoots in the post tests.

In conclusion, isokinetic strength training additional to normal ball technique training increased isokinetic strength and handgrip strength. The free throw parameters for AG, elbow angular velocity was increased, elbow angle was decreased. At point shoots the release height of the ball was lower than missed shoots and the horizontal velocity of the ball release was decreased.

Key words: Basketball, free throw, isokinetic strength, muscle performance, kinetic and kinematic analysis.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZGEÇMİŞ	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
GİRİŞ ve AMAÇ	1
Amaç	6
Problem	6
Denenceler	6
Sınırlılıklar	6
Varsayımlar	7
Önem	7
KAYNAK BİLGİSİ	8
İzokinetik Kuvvet Antrenmanı	8
İzokinetik Test Prosedürü	10
İzokinetik Test ve Antrenmanın Avantajları	11
İzokinetik Test ve Antrenmanın Dezavantajları	12
Sportif Hareketlerin Kaydında Videografi Kullanımı	13
Dijital Videografi	14
İşaretleyici (Marker) Yerleşimi İçin Uygun Metod Kullanımı	16
Serbest Atışta Topun Hareketinin Matematiksel Çözümlemesi	16
GEREÇ ve YÖNTEM	19
Araştırma Grubu	19
Araştırma Dizaynı	19
Veri Toplama Araçları	22
Antropometrik Ölçüm Araçları	22
El-Pençe Kuvveti Ölçüm Aracı	25
İzokinetik Kas Kuvveti Ölçüm Aracı	25
Hareket Analizi Aracı	26

Verilerin Toplanması	28
Antropometrik Ölçümler	28
El-pençe Kuvveti Ölçümü	29
İzokinetik Kas Kuvveti Ölçümü	29
Serbest Atış Üç Boyutlu Hareket Analizi	33
Verilerin Analizi	35
BULGULAR	36
TARTIŞMA ve SONUÇ	54
ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	61
EKLER	68
EK 1 Etik Kurulu Onayı	69
EK 2 Doktora Tezi Ölçüm Formu	71

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE NO ve ADI	SAYFA
Çizelge 1. Basketbolcuların tanımlayıcı istatistikleri	19
Çizelge 2. Araştırma dizaynı	20
Çizelge 3. İzokinetik kuvvet antrenmanı programı	21
Çizelge 4. Doğrudan lineer dönüşüm (DLT) sistemi kalibrasyon kafesi nokta konumlandırımları	27
Çizelge 5. AG ve KG izokinetik kuvvet testleri ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü	37
Çizelge 6. AG ve KG hareket analizi parametreleri ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü	39
Çizelge 7. AG ve KG el pençe kuvveti ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü	41
Çizelge 8. AG ve KG vücut kompozisyonu testleri ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi ve farkı	42
Çizelge 9. Serbest atışta hareket analizi parametrelerinin gruplararası karşılaştırma çizelgesi	43
Çizelge 10. İzokinetik kuvvet testi parametreleri gruplararası karşılaştırma çizelgesi, gücü, etki büyüklüğü ve Cohen's d değeri	44
Çizelge 11. Serbest atış hareket analizi parametrelerinin grup içi son test-ön test farklarının gruplar arası farkları	45
Çizelge 12. İzokinetik kuvvet testi parametrelerinin grup içi son test-ön test farklarının gruplar arası farkları	46
Çizelge 13. Sayı olan serbest atış parametreleri ilişki çizelgesi	47
Çizelge 14. Sayı olmayan serbest atış parametreleri ilişki çizelgesi	48
Çizelge 15. AG için son test sonrası izokinetik parametreleri serbest atış sayı olan atışlar ilişki çizelgesi	49
Çizelge 16. AG için son test sonrası izokinetik parametreleri serbest atış sayı olmayan atışlar ilişki çizelgesi	50
Çizelge 17. KG için son test sonrası izokinetik parametreleri serbest atış sayı olan atışlar ilişki çizelgesi	51
Çizelge 18. KG için son test sonrası izokinetik parametreleri serbest atış sayı olmayan atışlar ilişki çizelgesi	52

ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 1. İşaretleyici konumlandırması: Ulnar styloid çıkıntı, humerus lateral epikondil, akromiyoklavikular eklem	16
Şekil 2. Basketbol kısıtlamalı alanı	21
Şekil 3. Basketbol çember ölçüsü	22
Şekil 4. Sabit stadiometre	22
Şekil 5. Laboratuvar Baskülü	23
Şekil 6. Antropometrik Set Kaliperi, Deri Kıvrım Kaliperi, Antropometrik Mezura, Bikondiler Kaliper	24
Şekil 7. Vücut analiz aracı	24
Şekil 8. El dinamometresi	25
Şekil 9. İzokinetik test sistemi	25
Şekil 10. Hareket analizi aracı	26
Şekil 11. Kalibrasyon kafesi ve siyah perde	26
Şekil 12. Kamera ve ışık sistemleri	27
Şekil 13. Yansıtıcı eklem işaretleyiciler	28
Şekil 14. 7 numara boyutlu basketbol topu ve yansıtıcı işaretleyiciler	28
Şekil 15. İzokinetik el bileği kuvveti ölçümü	30
Şekil 16. İzokinetik dirsek kuvveti ölçümü	31
Şekil 17. İzokinetik omuz kuvveti ölçümü	32
Şekil 18. Basketbolda serbest atış fazları: ivmelenme fazı, top elden ayrılma fazı, top uçuş başlangıç fazı, atış sonu fazı	34
Şekil 19. Basketbolda serbest atış 3 boyutlu analizi	35

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

AG	: Antrenman grubu
KG	: Kontrol grubu
VA (kg)	: Vücut ağırlığı
VKİ	: Vücut kitle indeksi
VYY (%)	: Vücut yağ yüzdesi
ORT	: Ortalama
SS	: Standart sapma
DLT	: Direct linear transformation (doğrudan lineer dönüşüm)
Eks180°.sn ⁻¹	: 180°.sn ⁻¹ açısal hız ekstensiyon değeri
Eks240°.sn ⁻¹	: 240°.sn ⁻¹ açısal hız ekstensiyon değeri
Eks300°.sn ⁻¹	: 300°.sn ⁻¹ açısal hız ekstensiyon değeri
Fleks180°.sn ⁻¹	: 180°.sn ⁻¹ açısal hız fleksiyon değeri
Fleks240°.sn ⁻¹	: 240°.sn ⁻¹ açısal hız fleksiyon değeri
Fleks300°.sn ⁻¹	: 300°.sn ⁻¹ açısal hız fleksiyon değeri
Oran180°.sn ⁻¹	: 180°.sn ⁻¹ açısal hız ekstensiyon/fleksiyon oranı
Oran240°.sn ⁻¹	: 240°.sn ⁻¹ açısal hız ekstensiyon/fleksiyon oranı
Oran300°.sn ⁻¹	: 300°.sn ⁻¹ açısal hız ekstensiyon/fleksiyon oranı
Vabs (m.sn ⁻¹)	: Top elden ayrılma bileşke hızı
Vx (m.sn ⁻¹)	: Top elden ayrılma yatay hızı
Vy (m.sn ⁻¹)	: Top elden ayrılma dikey hızı
DH (°.sn ⁻¹)	: Topun elden ayrılma anı dirsek açısal hızı
DA (°)	: Topun elden ayrılma anı dirsek açısı
AY (m)	: Top elden ayrılma yerden yüksekliği
AA (°)	: Top elden ayrılma anı el bileği açısı
TU (sn)	: Topun sayı olana veya çemberden dönene kadar havada kalma süresi, top uçuş

GİRİŞ ve AMAÇ

Giriş

Basketbolda serbest atış, oyuncuya serbest atış çizgisinin gerisinden ve yarım dairenin içinden, bir müdahale olmadan, bir (1) sayı atması için verilmiş bir fırsattır.

1920 yılı öncesi basketbolda, futbolda penaltı atışına benzer şekilde herhangi bir oyuncu serbest atışları kullanabilmekteydi. Ancak daha sonradan değişen kural ile sadece faul yapılan oyuncu serbest atış atma hakkı kazanmıştır. Bu yüzden tüm oyuncular kusursuz şekilde serbest atış atabilmek için antrenman yapmaya başlamışlardır (Hung ve Pallis, 2004).

Tan ve Miller (1981) basketbolda özellikle geçmişte kullanılan el altta iken atış ve el üstte iken serbest atışın kinematik değişkenlerini incelemiş ve el üstte iken atışın daha düşük uçuş hızı gerektirdiğini, daha geniş çembere giriş açısına sahip olduğunu, yörünge uzunluğu ve süresinin daha düşük olduğunu, el altta iken atışın ise çembere giriş hızının daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Çoğu basketbol maçının serbest atış çizgisinde kazanıldığı veya kaybedildiği bu yüzden düzgün şut atmanın oyunun önemli bir parçası olduğu belirtilmektedir (Tran ve Silverberg, 2008). Serbest atış basketbol oyununda çoğu zaman sonuca ulaştıran önemli bir parçadır (Tan ve Miller, 1981). Kazanan veya kaybeden takımın belirlenmesinde özellikle oyunun son 5 dakikalık kısmında daha çok önem kazanmaktadır. Serbest atış oyuncunun yalnız başına olduğu yanında savunma veya başka bir engelin olmadığı belki de basketbolun en kolay atışlarından biridir. Tüm oyuncular maç içerisinde serbest atışa hazır olmalıdır. İyi bir atış iyi konsantrasyon ve daha da önemlisi iyi bir şut mekaniği gerektirir. Ancak iyi bir şut mekaniği başarılı atış için yeterli değildir. Çoğu takım için antrenmanlarda atılan serbest atış isabet yüzdesinin maçlardakilerden fazla olduğu belirtilmektedir (http-1).

Basketbolda atılan şutun sayı olabilmesi için topun uygun şekilde elden ayrılması, havada uygun pozisyon alması ve uygun hızda olması gerekmektedir. Topun ivmelenme fazında, havalanma durumu şutu atan oyuncunun koordinatif yetilerine bağlı olarak kontrol edilmektedir (Pflanz ve ark., 2006). Amaç çembere giden topun sayı olabilmesi için gerekli hazırlayıcı kinematik etkileri belirleyebilmektir (Woo ve ark., 2007). Atışın sayı olabilmesi için gerekli şut açısı, topun hızı ve atış yüksekliği tam olarak belirlenebilirse performansta artış gözlemlenebilir.

Farklı hızlarda hareket eden objelerin mekaniğini inceleyen dinamik, kinematik ve kinetik olarak iki şekilde tanımlanmaktadır. Kinematik objelerin hareketlerini kat edilen yol, geçen süre, ivme ve hızlanma, hareketin yönü, şekli ve hızı açısından incelemektir. Kinetik ise objelerin hareketine neden olan kuvvetlerden bahsetmektir (İnal, 2004).

Mekanik, hareket ve hareketi yaratan kuvvetlerin nasıl oluştuğu ile ilgilenen bir fizik branşıdır. Biyomekanik araştırmalarda egzersiz programları ile performans gelişimi sağlanabilmektedir. Biyomekanik çalışmalar egzersiz hareketleri ve

antrenman araçlarıyla performans gelişimi için etkili bir antrenman yöntemi sağlamaktadır (Knudson, 2007).

Modern hareket analizinde bireyin alt ve üst ekstremitesi, pelvis ve gövde hareketlerini bilgisayar verisi olarak yorumlanabilmektedir. İnsan hareketinin dinamik hesaplamaları Rönesans zamanı Giovanni Borelli tarafından başlatılmıştır. Dünyada günümüzde yüzlerce hareket analizi laboratuvarı çalışmaktadır. Bunlar genelde nörolojik, nöromusküler ve ortopedik rahatsızlıklar üzerine yoğunlaşmışlardır. Spor ve hareket performansı ile ilgili çalışan laboratuvarlarda gün geçtikçe artmaktadır. Spor performansı direk olarak insan hareketi ve performansı ile ilişkilendirilmektedir. (Yücesir, 2003).

Biyomekanik analizler sporda performans gelişimi için uygulanmakta ve farklı spor branşlarındaki tekniklerin analizleri yapılarak optimal teknik gelişimi ve sportif başarı sağlanmaya çalışılmaktadır.

Literatür incelendiğinde, serbest atışın mekaniği açısından çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Serbest atış bir çalışmada 5 faza ayrılmıştır: başlangıç hareketi, geriye dönme, güç üretme, kritik hızlanma ve takip etme (http-1). Diğer bir çalışmada, hazırlık pozisyonu, diz bükme pozisyonu, topu hazırlama pozisyonu ve top uçuş pozisyonu olarak 4 faza ayrılmıştır (Watanabe ve ark., 2011). Başka bir çalışmada, serbest atış 9 faza bölünmüştür. Bu fazlar; hazırlık, ivmelenme fazının başında diz açısı, omuz, kalça, diz ve ayak bileği ekstensiyonu, dirsek ve el bileği ekstensiyonu, top ayrılma fazı, top uçuş fazı ve toplam süredir (Tsai ve ark., 2006). Farklı bir araştırmada, temel duruş, topun tutuluşu, topun pozisyonu, hedef, şutun kuvveti, şut elinin hareketi, topun dönüşü, şutun kavisi ve düşüş olarak farklı fazlara ayrılmıştır (Şen, 1997). Diehl ve ark (1993) basketbolda set şut ve sıçrayarak şutun farklı mesafelerdeki kinematik analizini yaptıkları çalışmada şutu hazırlık fazı, düzenleme fazı ve tamamlama fazı olarak 3 faza ayırarak analiz etmişlerdir.

Hayes (1987), vücut segmentlerinin basketbolda serbest atışa etkisini incelemiştir. Serbest atışı hazırlık fazı ve itme fazı olarak 2 faza ayırmıştır. Hazırlık fazının ilk hareketlerinde top hızına asıl katkıyı önkol, üst kol ve gövdenin sağladığını daha sonra asıl katkının kalçadan geldiğini belirtmektedir. İtme fazının başında katkıyı alt gövdenin sağladığını, elin katkısının bu fazın sonunda arttığını ve önkolun katkısının da artıp top elden çıkmadan hemen önce azalmaya başladığını açıklamaktadır.

Bu çalışmada ise serbest atış 4 faza ayrılarak analiz edilmiştir. Bu fazlar, ivmelenme fazı, top elden ayrılma fazı, top uçuş başlangıç fazı ve atış sonu fazıdır. Topun ivmelenmeye başladığı andan itibaren veriler analiz edilmiştir.

Serbest atışın uzun boylu oyuncular için sorun olduğu belirtilmektedir. Uzun boylu oyuncuların, kısa boylu oyuncular kadar orta mesafe şut atmaması, kuvvet ve boy uzunlukları nedeniyle yumuşak şut atışı yapamamaları ve top takibinde zorlanmaları sebebiyle serbest atış yüzdeleri düşüktür denilebilir. Uzun boylu oyuncular atış hızlarını azaltarak başarı sağlayabilir. Baş üstü atış yerine el altta iken atış yapmanın şut hızını %21 oranında azalttığı belirtilmektedir. Fakat bu tür atış şekli yaklaşık 60 yıl önce kullanılmaktaydı. Günümüz modern basketbolunda bu tür atış şeklini sporcuların tercih etmedikleri bilinmektedir (Fontanella, 2007).

Basketbolda serbest atışta en önemli iki faktör, sporcunun boyu ve topun elden ayrılma açısı ile hızı olarak belirtilmektedir. Sporcu ne kadar uzun boylu ise topun elden çıkış açısı o kadar azalmalıdır. Genelde uzun boylu oyuncuların, topun elden çıkma açısı ve hızında kısa boylu oyunculara göre daha kötü atış yaptıkları açıklanmaktadır. Atışta daha önemli olan elden ayrılma açısı değil elden ayrılma hızı olarak belirtilmektedir. En iyi şutun çemberin merkez noktasından geçen şut olmadığı, en iyi atış yerinin merkezden çemberin arka noktasına doğru olan yer olduğu belirtilmektedir. Uzun boylu basketbolcuların merkeze doğru, kısa boylu basketbolcuların ise merkezden çemberin arka noktasına doğru olan yere atmaları önerilmektedir (Gablonsky ve Lang, 2005).

Okazaki ve ark. (2008), basketbolda oyuncuların boy uzunluğunun şut ile ilişkisini incelemişlerdir. Şutun analizi omuz, dirsek ve el bileği eklemlerinin koordinasyonu üzerinde incelenmiştir. Uzun ve kısa boylu oyuncular arasında açısal yer değiştirme ve hız değişkenleri açısından anlamlı fark bulunmadığı belirtilmiştir. Kısa boylu oyuncuların topun elden çıkışı sırasında dirsek ve el bileğinde daha fazla enerji üretimine ihtiyaç duydukları belirtilmektedir.

Sayı olan ve olmayan atışlarda kas kasılma süreleri açısından fark görülmemiştir. Başarısız atışlarda daha geç ve uzun kas aktivasyonu görülmüştür (Miller, 1999). Miller (1997) basketbolda şut atışına kol kaslarının etkisini araştırdığı çalışmada anterior deltoid, posterior deltoid, biceps brachii, triceps brachii, fleksör carpi radialis ve ekstensör carpi radialis kaslarının elektromiyografi ölçümlerini yapmış ve basketbolda şutun elden ayrılma hızına en büyük etkiyi dirsek ekstensörlerinin sağladığı ve basketbolcuların kuvvet antrenmanlarında şut hareketini içeren dirsek ekstensiyonunu sıklıkla yapmalarını önermiştir. Dirsek ekstensörlerinin şut esnasında topun gidiş hızına büyük katkısı olduğu belirtilmektedir (Miller ve Bartlett, 1996). Miller (1998) başarılı ve başarısız atışlarda topun elden çıkış açısı ve hızları arasında anlamlı bir farklılık bulmadığını belirtmiştir.

Vaughn ve Kozar (1993) araştırmasında basketbol oyuncularının maç anındaki 317 serbest atışı ve antrenmanlardaki 331 serbest atışını analiz etmişlerdir. Atışları 9 kategoriye ayırmışlardır. Çembere ve potaya değmeden sayı olan, çemberin önüne, arkasına veya panyaya çarpan, soldan hata, sağdan hata, kısa sayı olmayan, uzun sayı olmayan, soldan sayı olmayan ve sağdan sayı olmayan olarak atışları kategorize etmişlerdir. El bileği ve dirsek eklemi hareket açılarındaki farkın bireyler arasında, bireylerin kendi atışları arasındakinden daha az olduğunu açıklamaktadırlar.

Zuzik (2011) Slovak basketbol liglerinde farklı yaş kategorilerindeki erkek ve kadın basketbol oyuncularının 2008-2009 sezonu serbest atışlarının maçlara etkisini incelediği çalışmada yaşla birlikte düzenli artışa geçen başarı oranlarının görüldüğü, erkeklerde özellikle 15-16 yaş sonrası tüm yaş kategorilerinde istatistiksel olarak anlamlı artış görüldüğü, kadınlarda 10-18 yaş arası dalgalı değerler sonrası elit seviyelere doğru artışın oluştuğunu belirtilmektedir.

Farklı pozisyonlarda oynayan basketbol oyuncularının serbest atış tekniklerinin kinematik ve goniometrik farklılıklarının belirlendiği çalışmada 120 atış denemesi başarılı, yüksekten atışla başarılı, alçaktan atışla başarılı ve başarısız olarak

kategorilendirilmiştir. Basketbolcuların başarısız olduğu atışlara önem verilmiş ve kaçırdıkları 10'ar adet serbest atış da incelenmiştir. Çalışma sonucunda, dirsek eklemi hareket açısının başarılı ve başarısız atışlar için önemli olduğu açıklanmaktadır (Ratko ve ark., 2006).

Işık ve Gençler (2007), iç saha takım oyuncularının daha sert mücadele etmelerinden dolayı takımların serbest atış denemesinin, dış sahada iç sahaya göre daha fazla olduğunu, takımların başarılı serbest atış performanslarının, seyirci baskısı nedeniyle deplasmanlarda iç sahadaki performanslarından daha düşük olduğunu belirtmektedirler.

Literatür incelendiğinde, basketbol oyuncularının şut kinematiği, mesafe ve oyun pozisyonlarına göre analizlerinin yapıldığı görülmektedir. Eklemlerin birbiriyle olan açıları, sıçrama ve topun elden çıkması ilişkileri incelenmiştir. Bu araştırmaların, oyun pozisyonlarına göre şut öğretiminde faydalı olacağı düşünülmüştür (Miller ve Bartlett, 1996).

Farklı mesafelerden (0.9m ile 8.5m arasındaki) 18 başarılı atışın kinematik analizi yapılmıştır. Şut mesafesi ve hız, topun elden çıkışı anındaki dirsek açısı ve şut anındaki dirsek açısal yer değişimi ölçülmüştür. Dirsek açısal hızı ve dirsek açısının mesafe ile birlikte arttığı belirtilmektedir (Miller, 1993).

Basketbol ve netbol sporlarının atışlarının şut tekniklerinin analizi yapılmıştır. Bu iki branşın şutlarının atış mekaniğini incelemiş, topun havada kalış süresi, topun elden çıkış açıları, omuz-dirsek eklem açıları karşılaştırılmıştır. Basketbolda top elden ayrılma açısının ve hızının daha düşük olduğu, topun dikey sıçrama zirve noktasında elden çıkarıldığı belirtilmektedir (Miller, 1996).

Satti (2004), başarılı ve başarısız atışların analizi yapmış ve sonuçları sayısalılaştırmıştır. Hava direnci ve topun dönüşünün çok az etkisinin olduğunu, dikey ve yatayda açının ve hızın doğru kombinasyonda olması gerektiğini belirtmiştir.

Serbest atışlar esnasındaki topun dönmesi reaksiyon kuvveti, hız ve temas noktasına bağlı olarak değişmektedir. Bu yüzden ayrılma açısı, hız, açısal hız, yana sapma açısı şutun başarısı için önemlidir. Geniş geriye dönüşte (backspin), düşük yükselme baskısında şutlarda daha geniş yakalama yüzdesi görüldüğü belirtilmektedir (Okubo ve Hubbard, 2006).

Basketbolda serbest atışın optimal yörüngesinin incelendiği çalışmada, optimal yörüngenin şutöre ve ekipmana bağlı olduğu, yüksek geriye dönüşe sahip olması gerektiği, optimal serbest atış yüksekliği için baş üstü atışın gerekli olduğu belirtilmektedir (Hamilton ve Reinschmidt, 1997).

Farklı uzaklıklardan yapılan atışlarda şutun kinematik incelemesi yapılmıştır. Erkeklerin topun hızını artırmak için dirseklerini, kadınların ise hem omuz hem dirseklerini kullandıkları, erkeklerin zirve sıçramaya yakın topu elden çıkardıklarını, kadınların ise mesafe uzadıkça zirve sıçrama değerinin altında atış yaptıkları açıklanmaktadır (Satern, 1993).

Hudson (1982) araştırmasında beceri seviyesine göre 3 gruba ayırdığı sporcuların serbest atışının kinematik analizini yapmış ve atışta ağırlık merkezi ile dikey gövde eğiminin ve topun elden ayrılma yüksekliğinin yüksek beceri düzeyi ile

ilgili olduğu, topun elden ayrılma açısı ve hızının beceri düzeyi ile ilgisinin olmadığını belirtmektedir.

Yorgunluk ve serbest atış ile ilgili çalışmalarda, yorgunluk sonrası atılan serbest atışların daha kısa sürede atıldığı (Ignjatovic, 2005) ve üst düzey sporcuların serbest atış gibi koordinasyon gerektiren bir harekette yorgunlukla başa çıkıp koordineli atış yaptıkları bildirilmektedir (Uygur ve ark., 2010). Chen ve ark. (2005), üst ekstremitte yorgunluğunun şut isabetine etkisini serbest atış, 2 sayılık atış ve 3 sayılık atışlar için incelemiştir. Göğüs itme (chest press) ve el bileği bükme (wrist curl) kuvvet antrenmanları sonrası yapılan atışlarda, göğüs itme antrenmanı sonrası mesafe uzadıkça şut isabet oranında azalma açıklanmaktadır. Omuz kaslarının yorgunluğunun giderilerek şut isabet oranının azalmasının engellenebileceği bildirilmektedir. Yüksek şiddetli basketbol antrenman programı sonrasında 3 sayılık atışın kinematik analizi yapılmıştır. Program dribbling, sprint, stance kayması sonrası şut atışını içermektedir. Atışlar sonrası dirsek, el bileği, kalça ve ayak bileği eklem açıları, hızları azalmış, diz eklem, açısı değişmemiştir. Baldır, uyluk, gövde, üst kol ve ön kolun topun yükselmesini etkilediği bildirilmektedir. Bu yüzden eklemlerin ekstensiyon-fleksiyonunun şut esnasında önemli olduğu açıklanmaktadır (Tsai ve ark. 2006).

Basketbolda çabuk kuvvet en geçerli bileşik motorik özelliklerden birisidir. Çabuk kuvvet, hem maksimal kuvvetin artırılması, hem de hareket hızının yükseltilmesi ile olumlu yönde etkilenebilir ve geliştirilebilir. Çabuk kuvveti uygularken temel ilke olarak, hafif yüklerden yararlanma yoluna gidilir. Özellikle basketbolcular için yüklenme maksimalin %40-60 olmasında yarar vardır. Basketbolda çabuk kuvvet uygulamaları sezon öncesi ve içerisinde belli bir program ve basketbola özgü düzenlenmiş şekliyle sürekli uygulanmalıdır (Sevim, 2010).

İzokinetik kasılma, ekstremitenin bir eklem etrafında sürekli aynı hızda hareket ettiği bir kas kasılmasıdır. Bu yöntemin dinamik hareketlerdeki kassal kuvvet ölçümüne olanak vererek optimal yüklenme sağlayacağı belirtilmektedir (Baltzopoulos ve Brodie, 1989).

İzokinetik kuvvet antrenmanı ile yüksek açısal hızlarda antrenmanlar yaptırılarak çabuk kuvvete yönelik tarzda çalışma sağlanabilmektedir. Bu çalışmanın farklılığı ise geleneksel kuvvet antrenmanı yerine izokinetik kuvvet antrenmanı ile kuvvet gelişimi sağlanmasıdır.

İzokinetik kuvvet antrenmanı yöntemi ile farklı açısal hızlarda antrenman yaptırılarak kuvvet gelişimi sağlanmaktadır (Lesmes ve ark., 1978, Abernethy ve ark., 1996, Colson ve ark., 1999, Prevost ve ark., 1999, Morriss ve ark., 2001, Evetovich ve ark., 2001, Brown ve Whitehurst, 2003, Malliou ve ark., 2004, Coburn ve ark., 2006, Giftofidou ve ark., 2007).

Bu araştırmanın amacı; izokinetik kuvvet antrenmanlarının basketbolda serbest atış kinetik ve kinematiğine olan etkisini incelemektir. Literatüre bakıldığında serbest atış şut performansı için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Fakat izokinetik kuvvet antrenmanlarının basketbolda serbest atışa etkisiyle ilgili bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada basketbolda serbest atış performansının arttırılması için gerekli olan kriterler sayısal olarak belirlenmiş ve farklı açısal hızlarda uygulanan izokinetik kuvvet antrenmanlarının kuvvet gelişimine etkisi araştırılmıştır.

Amaç

Bu araştırmanın amacı; izokinetik kuvvet antrenmanının basketbolda serbest atış kinetik ve kinematiğine olan etkisini incelemektir.

Problem

1. Basketbolcuların müsabaka döneminde kendi antrenmanlarına ek olarak yaptıkları izokinetik kuvvet antrenmanlarına bağlı olarak performans parametreleri, vücut kompozisyonu parametreleri arasında fark var mıdır?
2. Basketbolcuların müsabaka döneminde kendi antrenmanlarına ek olarak yaptıkları izokinetik kuvvet antrenmanlarına bağlı olarak serbest atış kinetik ve kinematik değişkenleri arasında fark var mıdır?

Denenceler

1. Basketbolcuların müsabaka döneminde kendi antrenmanlarına ek olarak yaptıkları izokinetik kuvvet antrenmanlarına bağlı olarak performans parametreleri, vücut kompozisyonu parametreleri arasında fark vardır.
2. Basketbolcuların müsabaka döneminde kendi antrenmanlarına ek olarak yaptıkları izokinetik kuvvet antrenmanlarına bağlı olarak serbest atış kinetik ve kinematik değişkenleri arasında fark vardır.

Sınırlılıklar

1. Araştırma aynı takımda oynayan 14 erkek basketbolcu denek ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırmanın izokinetik kuvvet test ve antrenmanları konsentrik/konsentrik, ekstensiyon/fleksiyon şeklinde omuz ve dirsek $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve el bileği $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarla sınırlandırılmıştır.
3. Top tekniği antrenmanlarına ek olarak yapılan izokinetik kuvvet antrenmanları 6 hafta, haftada 3 antrenman (18 seans) ile sınırlandırılmıştır.
4. İzokinetik kuvvet testleri konsentrik-konsentrik 5 maksimal tekrar ile sınırlandırılmıştır.

5. Serbest atışın ivmelenme fazı ve topun uçuşundan, çembere değmeden girene kadar (sayı olan atış) veya çemberden dönene kadar (sayı olmayan atış) olan evrelerin kinematik değişkenleriyle sınırlandırılmıştır.

Varsayımlar

1. Denekler test ölçümlerinin bütün kurallarını anlamış ve aynı koşullarda test edilmiştir.
2. Testlerden önce sporcular 6 aylık dönemde üst ekstremiteye bağlı spor yaralanması geçirmemiştir.

Önem

Basketbol sporunda iyi serbest atış atmak maç kazanmak açısından önemli bir durumdur. Serbest atışın, savunmanın olmadığı sporcunun kendi kendine rahatça atış yapabildiği, hızlanan ve yeni kurallarla geliştirilen basketbolda özellikle oyunun çokça durduğu son dakikalarda maç kazandıran bir atış şekli olduğu belirtilmektedir. Bu yüzden bu atış şeklinin sayı olan ve olmayan atışlardaki biyomekanik çıktılarının sportif performans açısından antrenör ve sporculara önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir. Spor biyomekaniğinde kuvvetler ve bu kuvvetlerin etkileri incelenmektedir. Basketbol sporu için kuvvet antrenmanı ve özellikle çabuk kuvvete yönelik antrenmanlar yapmak branşın doğası açısından vazgeçilmezdir. İzokinetik kuvvet antrenmanı programı ile sporculara istenen açısal hızda antrenman yaptırmak mümkün olmaktadır. İzokinetik antrenman istenen kas grubunu özel olarak belirli bir açıda çalıştırabilmesi, hız ve kuvvet artışı sağlaması, kas performansı hakkında ölçülebilen değerler verebilmesi nedeni ile önemli bir antrenman yöntemi olarak kullanılabilir. Literatür incelendiğinde, basketbolda serbest atışla ilgili biyomekanik analizlerle karşılaşmakla beraber farklı açısal hızlarda uygulanan izokinetik kuvvet antrenmanının serbest atış kinetik ve kinematiğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sporda performans gelişiminin ne kadar önemli olduğu düşünüldüğünde bu araştırmanın basketbolcuların kuvvet gelişimi ve serbest atış biyomekaniğinin geliştirilmesi açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAK BİLGİSİ

İzokinetik Kuvvet Antrenmanı

Kuvvet, içsel ve dışsal direnmeleri aşmayı sağlayan sinir-kas yeteneği olarak tanımlanabilir. Sporcunun üretebileceği en yüksek kuvvetin hareketin biyomekaniksel özelliğine ve ilgili kas gruplarının kasılma büyüklüğüne bağlı olduğu açıklanmaktadır. Kuvvet gerektiren fiziksel bir etkinlik sırasında, işin içinde yer alan kas grupları arasında uygun bir düzen bulunmalıdır. Kaslar çoğunlukla belirli bir sırada ardışık olarak etkinliğe katılmaktadırlar (Bompa, 2007). Kasın eklem hareket açısının tümünde veya bir kısmında gerilim üretme kapasitesi dinamik kasılma olarak bilinmektedir. Bir kas, ya kısalarak ya da uzayarak dinamik bir gerilim üretebilir. Eğer eklem hareketi, yerçekiminin zıttına doğru bir güç uyguluyorsa ve kas tarafından üretilen gerilim karşılaşılan eksternal direnci aşıyorsa bu kısalarak oluşan yani konsantrik bir kasılma, eğer eklem hareketi normal güç yönündeyse ve karşılaşılan direnç kasın gerilim üretme kapasitesinin üzerinde ise bu uzayarak oluşan yani eksantrik bir kasılmadır (Perrin, 1993).

İzokinetik kasılma, ekstremitenin bir eklem etrafında sürekli sabit hızda hareket ettiği bir kas kasılmasıdır. Hareket hızı özel bir dinamometre ile sürekli aynı hızda kalır. Dinamometre direnci hareket boyunca her açıda uygulanan kuvvet ile eşitlenmektedir. Bu yöntem dinamik hareketlerdeki kassal kuvvet ölçümüne olanak verir ve optimal yüklenme sağlamaktadır (Baltzopoulos ve Brodie, 1989). İzokinetik çalışmalarında kuvvet veya hız tanımları uygun olmamaktadır. Bunların yerine açısal hızla karşılık gelen tork (torque) terimi kullanılmalıdır. Bir nokta veya eksen etrafında oluşan kuvvete tork denir ve birimi newton/metre (Nm) veya foot/pound'dur. Kapalı kinetik zincirde açısal hızdan söz edilemeyeceğinden, açısal hız terimi, açık hareket testi olan açık kinetik zincir için uygundur (Dvir, 2004).

İzokinetik cihazı, kuvvet uygulama bağlantısı, manivela, dinamometre, koltuk, kontrol ünitesi ve diz, dirsek, bel, omuz vb. testleri uygulamak için gerekli dinamometreye bağlantı yapılan özel adaptörler gibi parçalardan oluşmaktadır (Dvir, 2004). İzokinetik dinamometreler, sabit hızlı hareketlerde tork kaydı oluşturmaktadır. Güç çıktısı operatör tarafından belirlenen hızda kayda alınmaktadır. Programda açısal pozisyon verisinden belirlenen, açısal hız ve tork değeri güç hesaplamasında kullanılmaktadır (Maud, Foster, 1995).

İzokinetik cihazı 1960'ların sonlarına doğru geliştirilmiş olup önemli kasılma süresi ve maksimum kasılma yoğunluğu sağlamasına rağmen kasın doğal hızlanma-yavaşlama evresini engellediği de düşünülmektedir. Bu durum bir tartışma konusu olmasına rağmen önemli ölçüde maksimum kuvvet kazanımı sağladığı belirtilmektedir (Dick ve ark., 1978). James Perrine tarafından izokinetik egzersiz terimi bu dönemlerde açığa çıkmıştır. İzokinetik egzersizler, daha sonrada sunmuş olduğu olanaklar sayesinde izometrik ve izoinertial egzersizlerden daha dikkat çekici duruma gelmiştir. En çok bilinen dinamometreler ise, Biodex, Cybex, Kin-Com, Lido ve Merac marka sistemlerdir (Chan ve Maffulli, 1996). İzokinetikle ilgili test ve egzersiz çalışmalarında zirveye 1980'lerde ulaşılmıştır. İzokinetikle ilgili ilk kitap ise 1984'te

yayınlanmıştır. 1990'larda açık kinetik zincir yerine kapalı kinetik zincir çalışmalarına yoğunlaşmıştır. Açık kinetik zincir (open kinetic chain), distal uça hareket özgürlüğü sağlayan, vücut ağırlığının taşınmadığı, diz ekstensiyonu gibi hareketlerdir. Kapalı kinetik zincir (closed kinetic chain) ise distal uça hareketin sabitlendiği, vücut ağırlığının taşındığı squat gibi hareketlerdir. Fakat bu çalışmalar daha çok yayın yerine deneysel çalışmalarla sınırlı kalmıştır (Chan ve Maffulli, 1996, Brown, 2000). Açık kinetik zincir testini uygulamak kullanıcıya test parametreleri üzerinde önemli kontrol ve vurgulama işlevi sağlamaktadır. Kullanıcı, hareket açısını (ROM), hızını, içe dönük ve dışa dönük kuvvetleri ve rotasyonel kuvvetleri kontrol edebilmektedir (Brown, 2000).

Sporda kuvvet antrenmanının amacı, fonksiyonel performans gelişimi sağlamaktır. Egzersiz tipi ve hızı özellikle dikkat edilmesi gereken konulardır. Egzersiz tipi yapılan spor branşına göre değişkenlik göstermektedir. Bu durumlara rüzgar sörfü için el tutuşu (statik), atletizmde engel geçişi (dinamik) ve her ikisini de içeren cimnastik branşı örnek olarak verilmektedir. Antrenörler için asıl önemli olan, yüzmeye serbest stilde el vuruşu gibi sporcularının branşına özel gerçek hareketleri içeren kuvvet antrenmanı yaptırmaktır. Ancak bu durumla optimal nöromusküler adaptasyon sağlanır. Hareket yapılırken uygulanan hız antrenmandakine benzer şekilde gelişmektedir. Sporda kuvvet ve güç gelişiminin dört temel ihtiyaktan gerçekleştiği açıklanmaktadır:

1. Spor branşına özel kuvvet ve gücü sayısallaştırmak,
2. Gelişebilecek olası kas zayıflıklarını belirlemek,
3. Yeteneği belirlemek,
4. Antrenman etkisini izlemek (Chan ve Maffulli, 1996).

İzokinetik sistemler, istenen kas ya da kas grubunu spesifik olarak çalıştırabilmesi, hız sağlaması, çalışmalarda kasta güvenli bir şekilde kuvvet artışı sağlaması, kas performansı hakkında ölçülebilen değerler verebilmesi nedeni ile özellikle yaralanmaların rehabilitasyonunda ve takibinde ve sporcuların antrenmanlarında tercih edilen yöntemler olmuştur (Şahin, 2010). İzokinetik çalışma öncesi seçilen sabit hız, dinamik koşullarda antrenmana ve kassal performans gelişimine olanak vermektedir. Özel açısal hızdaki izokinetik antrenman, içerdiği kas grubunun antrenman hızındaki maksimum torkunu artırmaktadır (Lesmes ve ark., 1978). Yüksek hızlı antrenman ile düşük hıza transfer, düşük hızlı antrenman ile yüksek hızlı harekete transferden daha iyi sonuç vermektedir. Örneklem boyutu, kas fibril dağılımı, antrenman periyodu ve yoğunluğu transfer etkisini daha iyi açıklayabilmektedir (Baltzopoulos ve Brodie, 1989). Elit bayan tenis oyuncularında $90^{\circ}.s^{-1}$ ve $210^{\circ}.s^{-1}$ açısal hızda el bileği ekstensiyon/fleksiyon ve önkol supinasyon/pronasyon testleri uygulanmış ve her iki test hızında dominant taraf el bileği eks/fleks ve önkol pronasyon kuvvetinde anlamlı derecede yüksek değerler bulunduğu açıklanmıştır (Ellenbecker ve ark., 2006).

Sedanter bireylerde izokinetik antrenmanın ön kol ekstansör ve fleksörlerindeki agonist ve antagonist kaslardaki etkisi elektromiyografik ölçümler ile incelenmiştir. Antrenman grubuna 2 gün izokinetik antrenman yaptırılmış kontrol grubuna ise yaptırılmamıştır. Ön test ve son test uygulanmıştır. Antrenman grubu $180^{\circ}.s^{-1}$ 'de, 6 set, 10 maksimal konsentrik izokinetik çalışma yapmıştır. Biceps brachii ve triceps brachii kaslarının yüzeysel elektromiyografi ölçümleri yapılmıştır. Antrenman grubuna $180^{\circ}.s^{-1}$ açısal hızda dominant kolda önkol fleksör ve ekstensörlerini çalıştıracak egzersiz uygulanmıştır. 2 günlük kısa antrenman periyodunun kuvvet gelişiminde olumlu bir etkisi görülmediği belirtilmiştir (Beck ve ark.2007).

İzokinetik Test Prosedürü

İzokinetik testlerde test pozisyonu önemlidir. Teste başlangıç pozisyonu belirlenmeli ve her testte aynı şekilde tekrar edilebilmelidir. Anatomik eksen ve eklem eksenini tekrarlı şekilde çalışabilecek durumda ayarlanmalıdır. Denek istenilen kasın izole olarak çalışması ve kompensasyonun sıfıra indirgenebilmesi ve olası bir sakatlığın önlenmesi için kemerlerle bağlanarak stabilize edilmelidir. Her set arası dinlenme optimum 90sn olmalıdır. Eklem ve hareket açısı spor branşına özel açılarda yapılmalıdır. Test esnasında uygulamacının sürekli şekilde sözel, görsel geribildirim vermesi önerilmektedir (Brown, 2000).

Test anındaki özel eklem açısı hareketin düzgün ve faydalı yapılabilmesi açısından önemlidir. Test iki yönlü yapılacaksa ilk önce nondominant taraftan başlanmalıdır. Bu sayede hem testte yapılacak tam hareket anlaşılmış olur ve kaygı azalır hem de iki taraf kıyaslaması, tek taraf oranları gibi konularda bilgi sağlanmış olur. Performans testleri için genelde izokinetik cihazın üst limitlerinin kullanılması önerilmektedir (Brown, 2000). Testler sadece sporcularda değil, spor yaralanması geçirmiş kişilerde de uygulanmaktadır.

Sporcular genellikle sporcu olmayan kişilere örneğin; ortopedik hastalara oranla daha yüksek test hızlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Yavaş, orta hızlı ve yüksek hızlı testler klinisyenlere ve spor bilimcilere daha geniş bilgi olanağı sağlamaktadır. Yavaş test hızında hastanın veya sporcunun kuvvete direnç gösterebilme yeteneği daha iyi gösterge vermektedir. Orta ve yüksek hızlar ise uygulanan kas grubunun enerji üretme yeteneği hakkında bilgi vermektedir. Sedanterler veya ortopedik rahatsızlığı olan kişiler bazen yüksek test hızlarını başaramayabilirler. Bu durumda sporcuya ($60^{\circ}.sn^{-1}$, $75^{\circ}.sn^{-1}$, $90^{\circ}.sn^{-1}$ gibi) farklı hızlarda denemeler yaptırılıp kendisi için konforlu olan test hızı belirlenip kıyaslamalar yapılabilir (Humac Norm, 2003).

Çoğu zaman denekler düşük hızlarda daha çok kuvvet gösterirler fakat yüksek hızlarda kuvvet üretimi fazla olmaz. Test tekrar sayısı ise testin amacına göre farklılık göstermektedir. Araştırmacılar testin en az 5 tekrardan oluşması gerektiği ve zirve tork hesaplanırken ilk tekrarın alınmaması gerektiğini söylemektedir. Eğer kassal güç değerlendirilecekse az sayıda tekrar yapılması önerilmektedir (<10). Eğer kas grubunun kassal dayanıklılığı ölçülecekse daha fazla tekrar yapılması önerilmektedir (>20) (Brown, 2000).

İzokinetik cihazında maksimum yük aralığını belirlemek için, cinsiyet, tekrar tipi ve sayısı iyi belirlenmelidir. Hareket açısına göre hızlanma yük altındaki eklem hareket açısını belirlemede önemlidir (Brown ve ark., 1998).

İzokinetik cihazının kullanım alanları;

- Farklı deneklerden ve farklı kas gruplarından normatif değerler toplamak.
- Zıt yönlü çalışan kasların performansını, normatif değerler veya kontrol grupları ile kıyaslayarak normal veya anormal olarak sınıflandırmak.
- Devir meydana getiren kuvvetlerin (tork) patoloji veya denek grubuna ait özel bir özellik olduğunu belirlemek.
- Farklı tedavilerin ve antrenman dozlarının relatif yararını kanıtlamak.
- Egzersizleri yönetmek için nicelleştirmek.
- Antrenman veya test modlarını (eksentrik, konsantrik, izometrik vb.), antrenman veya test hızlarını ve antrenman süresini değerlendirmek.
- Dinamometrik ölçümler ile oluşan faktörleri, bilgisayarlı tomografi kesitsel kas alanı ölçümü ile ilişkilendirmek, elektromiyografik aktivite ile ilişkilendirmek, güç üretimi ile sonuçlanan elektriksel uyarımın tipi ve yeri ile ilişkilendirmek, kas performansının fizyolojik etkileri ile ilişkilendirmek ve kas performansının biyomekanik etkileri ile ilişkilendirmek.
- Dinamometrik ölçümler ve diğer testler arasındaki ilişkiyi araştırmak.
- Engelli bireylerin rahatsızlığını değerlendirme veya tedavisinde müdahale yöntemini belirlemek, sakatlığın seviyesini belirlemek ve bireyin performansını değiştirmek olarak belirtilmektedir (Brown, 2000).

İzokinetik Test ve Antrenmanın Avantajları

- Test tekrar edilebilmektedir.
- Özel izokinetik ekipmanı ile farklı protokoller yaratılabilmektedir.
- Eklemleri izole etmektedir.
- Saklanıp sonra kullanılabilen veri oluşturmaktadır.
- Bazı parçaları izoinertial ve izometrik testlere olanak sağlamaktadır.
- Görsel geri bildirim sporcuyla motive edici olabilmektedir.
- Bazı parçaları aktif (eksentrik) modda testlere olanak vermektedir (Brown, 2000).
- İzokinetik cihazı tam hareket açısında doğru maksimum dirençte izin vermektedir.
- Maksimum dirençte farklı hızlarda çalışma imkanı sağlamaktadır.
- Sakatlık riski çok azdır. Güvenilir bir cihazdır.
- Bireyin tek taraflı ve çift taraflı çalışabilmesine olanak gösterilmektedir (Foran, 1985).

İzokinetik Test ve Antrenmanın Dezavantajları

- Özgünlüğü azdır.
- Ekipmanı pahalıdır.
- Düzenli aralıklarla kalibre edilmesi gerekmektedir ve kalibrasyonu serbest ağırlıklardan daha zordur.
- Sınırlı sayıda test paterni bulunmaktadır. Spora özel hareket paternlerini simule etmek zordur.
- Kas hareketleri spor aktivitelerine özel değildir.
- Aktif (eksentrik) modun güvenliği ile ilgili sorular vardır.
- Omuz eklemine izole etmek bazı özel hareketler için zordur.
- Testlerdeki ani tork artışlarının kuvvet ve gücün yanısıra başka faktörlerle de etkisi olabilmektedir (Brown, 2000).
- Eksentrik çalışma sırasında direnç yoktur.
- Sadece hızı kontrol edebildiğinden efor minimal veya maksimal olabilir.
- Sporcu yalnız çalışırsa ilerlemesini takip etmesi zordur.
- Cihazda nöromusküler koordinasyonu, antagonistik ve çalışmaya katılan kasları izole etmek zordur.
- Çoklu eklemleri çalıştıracak cihazının olmaması ve tüm vücudu aynı anda çalıştırılamaması izokinetik test ve antrenmanın dezavantajları olarak açıklanmaktadır (Foran, 1985).

İzokinetik cihazında sürekli açısal hızlarda geniş açılı eklem hareketlerinde düşük torklar ölçülürken fiziksel ve teknik limitasyonlar düşünülmelidir. Konsentrik modda, başlangıç fazında denek önceden ayarlanmış hızda aktif olarak dinamometre kolunu hızlandırmalıdır. Yüksek hızda izokinetik fazında ayarlama yeterli süreyi garanti altına almak için uygun hızlanmayı üretebilmek için yüksek torklar gereklidir. Aksi halde izokinetik fazı hızla kısılacak ve ayarlanmış hız uzun süre devam edemeyecektir. Servomotor kontrollü dinamometrelerde hareketin tümü ayarlanmış hız ve gerçek hızla bakmaksızın tork olarak sürekli kayıt altına alınır, fakat uygulayan kişi hangi gerçek açıda hangi torkta çalıştığını anlayamaz. Hız kontrolü ve bu sebeple oluşan arfetağların izokinetik sistemlerin sınırlılıklarını oluşturduğu belirtilmektedir (Handel ve ark., 1996).

Sporcuların performans gelişiminde izokinetik değerlendirme değerli bilgiler vermektedir. Objektif ve ölçülebilir veri toplama ile sezon öncesi temel değerlendirme ve farklı antrenman protokolleri için veri değerlendirmede kıyaslama olanağı sağlar. Sezon öncesi uygulanan izokinetik testleri olası kas zayıflıklarını belirleyip sakatlıkların önlenmesinde önemlidir. İzokinetik test ile kuvvet, güç, dayanıklılık belgelenip, özel zayıflık ve dengesizlikleri belirleyip kuvvet ve kondisyon programlarında uygulanabilir.

İzokinetik egzersiz tekrar edilebilirliği ve objektifliği ile performans ve kuvvet gelişimi etkinliği açısından değerli bir araçtır. Başlangıç değerlendirmesindeki temel veriler periyodik süreçteki test kayıtları ile kıyaslanarak antrenman programı etkisi ve kuvvet kazanımı belgelendirilebilmektedir.

İzokinetik test için önerilen test hızları yavaş hızda; omuz ve dirsek eklemi için $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, önkol, bilek, kalça, diz, ayak bileği eklemleri için $30^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ veya $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$

olarak uygulanabilir. Yüksek hızda normal kişiler ve hastalarda, önkol, bilek, kalça ve ayak bileği için $120^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, omuz ve dirsek eklemi için $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, diz eklemi için ise $120^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ veya $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ olarak uygulanabilir. Yüksek hızda aktif kişiler ve hastalar için ise kalça eklemde $150^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, önkol, bilek ve ayak bileği eklemde $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, dirsek eklemde $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, omuz eklemde $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ veya $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, diz eklemde ise $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ veya $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ olarak uygulanabilir (Humac Norm, 2003).

Sportif Hareketlerin Kaydında Videografi Kullanımı

Basketbolda serbest atışta, optimal top yörüngesini, açı, hız ve uçuşunu araştırdıkları çalışmada optimal yörünge için kritik faktörün uçuş yüksekliği olduğu ve atış stiline başüstü yüksek geriye dönüş gerektirdiği sonucuna ulaşıldığı açıklanmaktadır (Hamilton ve Reinschmidt, 1997). Yetişkinlerle, adolesanların atış durumlarının karşılaştırıldığı çalışmada, yetişkinlerin daha düşük doğrusal hızlarda ve daha yüksek yörünge açısında atış kullandığı bildirilmektedir (Satern, 1988). Erkek basketbolunda serbest atışların optimal uçuş durumlarından uçuş yüksekliği, uçuş hızı, başlangıç açısı, çembere gidiş yön açısı ve geriye dönüş hızı incelenmiş, atışın yerden yüksek olmasının avantaj olduğu açıklanmıştır (Tran ve Silverberg, 2008). Yüksek yoğunluklu basketbol antrenmanı programı sonrası yapılan üç sayılık atışlarda dirsek, el bileği, kalça ve ayak bileği hızlarının azaldığı, diz açısı ve hızının arttığı bildirilmektedir. Bu durumun yorgunluk sonrası normal atışlara göre güç ayarlaması yapabilmek için olduğu düşünülmektedir (Tsai ve ark., 2006). Serbest atışta elit ve amatör sporcular arasında şut zamanı açısından fark olmadığı, başarılı atış oranının elit sporcularda daha yüksek olduğu ve başarısız atışta hedeften sapma uzaklığının daha düşük olduğu belirtilmektedir (Watanabe ve ark., 2011). Sıçrayarak yapılan atışlarda top elden çıkış hızı ve şut isabeti arasında düşük korelasyon olduğu belirtilmektedir (Okazaki ve ark., 2007). Ağırlık antrenmanı sonrası yapılan 3 sayılık atışlarda omuz kasları yorgunluğunun şut isabet oranını düşürdüğü açıklanmaktadır (Chen ve ark., 2005). Genç basketbolcularda çapı küçültülmüş çemberde yapılan 10 haftalık serbest atış antrenmanının serbest atış performansını artırdığı, top ayrılış açısını, hızını, yüksekliğini ve omuz eklem açısını artırdığı belirtilmiştir (Khlifa ve ark., 2012). Basketbolda serbest atış modelleme çalışmasında topun ayrılma yüksekliği, ayrılma açısı ve hızının kısa ve uzun boylu oyunculara göre durumları belirtilmiştir. Uzun oyuncu için düşük ayrılma açısı, kısa oyuncu için yüksek ayrılma açısı olması gerektiği ve ayrılma açısı ile hızının başarılı atış için önemli olduğu belirtilmektedir (Gablonsky ve Lang, 2005). Başarılı atış için uygun hız, açı ve fırlatma açısının gerektiği vurgulanmaktadır (Woo ve ark., 2007). Oyuncu pozisyonlarına göre atışların biyomekanik incelemesinin yapıldığı araştırmaya göre, dirsek eklemi hareket açısının başarılı ve başarısız atışlar için önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ratko ve ark., 2006). Rakibe karşı yapılan atışlarda topun elden ayrılış açısının arttığı, topun uçuş süresi azalmakta, diz ve omuz açıları artmaktadır. Sporcular rakip karşısında iken topu elden daha hızlı çıkarıp daha yüksekte şut atmışlardır (Rojas ve ark.2000).

Miller ve Bartlett (1996), basketbolda şut kinematikini mesafe ve oyuncu

pozisyonlarına göre belirlemeye çalışmıştır. Mesafe arttıkça topun elden çıkış hızının arttığı belirtilmektedir. Omuz fleksiyonu ve dirsek ekstensiyonu sonrası artan açısal hız ve çember yönünde artan kütle merkezi hızı sonrası top elden çıkış hızının arttığı belirtilmektedir.

Sportif hareketlerin kaydı ve incelenmesinde temel metod dijital videografidir. Sinematografi ve analog çekim ise daha eski kullanılan yöntemlerdir. Hareket analizi sistemleri ise, genelde otomatik takip (track) sistemi olan, deri üzerine belirtici (marker) takılarak yapılan, biyomekanik laboratuvarlarında uygulanan, video analiz sistemlerinden daha pahalı olan genelde günışığında uygulanamayan sistemlerdir. Videografi tekniği hem laboratuvar ortamında hem de müsabaka esnasında kullanılabilir. Niceliksel analizde araştırmacı çok sayıda veriyi dijitize etmelidir. Koordinat dijitize işlemi vücut parçalarının işaretleyiciler ile belirlenen noktalarının hareket ve dönme yönlerine göre belirlenmesidir. Videografi de özellikle 3 boyutlu çalışmalarda araştırmacı kendisi el kontrollü olarak fare (mouse) ile işaretleme yapar. Bazı video analizi sistemlerinde işaretleyiciler 2 boyutta işaretlenebilir. Otomatik işaretleyici sistem ise otomatik olarak işaretleme yapar. 3 boyutlu analizde bazı hareketlerde aynı anda çok fazla sayıda kamera görüyorsa kullanan kişinin müdahalesi gerekebilir (Bartlett, 2007, Knudson, 2007).

Kinematik veri toplamanın en genel yolu görüntü veya hareket yakalama sistemli kayıtlar ile üzerinde belirlenmiş işaretçiler olan bir kişiyi kamera ile çekmektir. Bu işlemde otomatik veya elle yapılan “marker tracking” denilen işlem yapılır. İşaretleyiciler kendinden yanan, yanan ışığı yansıtan veya infrared ışıktaki yansıyan şekillerde olabilmektedir.

Bir insanın merdivenden yukarı çıkması veya basketbolcunun serbest atış yapması gibi hareketlerde biyomekanik analizcinin amacı daha az kuvvetle veya daha az yorularak doğru şekilde hareketi yaptırabilmektir.

Kinematik vücudun hareketine sebep olan etkilerle ilgilenmez sadece açısal ve doğrusal hareketi zamana göre tanımlama ve ölçme ile ilgilenir.

Vücudun pozisyonu, doğrusal pozisyon (yer değiştirme), hız ve ivmelenme, açısal pozisyon (açısal yer değiştirme), açısal hız ve açısal ivmelenme kinematiğin konuları arasındadır (Robertson ve ark., 2004).

Dijital Videografi

Video teknolojisindeki ilerleme ile özellikle de elektronik foto poz sürelili (shutter) video kameraların çıkması ile dijital videografi tekniği gelişmiştir. Bu kameralarda elektronik sinyaller gelen ışığı kontrol etmek için ışık sensörü olarak görev yapar. Bu hıza foto poz süresi hızı (shutter speed) denir. Elektronik shutter'lı kameralar ile iyi kaliteli ve net resimler elde edilmektedir. Kullanıcı hareketi çekerken shutter hızının yeterli netlik verip vermediğini bilmelidir. Normalde 1/1000 shutter hızının yeterli olduğu açıklanmaktadır. Yüksek kaliteli yavaş hareket (slow motion) ve görüntü dondurma (freeze frame) ve yeniden oynatma seçeneği olmalıdır. Standart olarak saniyede 25 veya 50 frame çekebilmelidir. Video kaydı bir örnekleme sürecidir. Hareket kısa bir sürede yakalanır ve bir sonraki kareye geçer. Örnekleme (sampling rate veya sampling

frequency) ise saniyede çekilen resim demektir. Hareket analizine bu durum resim karesi hızı (frame rate) olarak adlandırılır. Dijital video kameraların diğer bir sorunu ise senkronizasyon sorunudur. Birden fazla kamera senkronize olarak çekim yapamamaktadır (genlock). Ucuz dijital kameralar lenslerinin kalitesinden dolayı resimde bozulma yaratması ve geniş açılı çekimde zoom ayarlaması sonrası koordinatların dijitize edilmesinde sorun yaratabilir. Basketbol için en düşük yeterli shutter hızının 1/100 olduğu belirtilmektedir (Bartlett, 2007, Payton ve Bartlett, 2008, Griffiths, 2006).

Video kameralarla sportif performansın biyomekanik analizi yapılırken, görüntü kalitesi, resim karesi hızı, manuel yüksek hız foto poz süresi, manuel diyafram ayarı, senkronizasyon kapasitesi önemlidir (Payton ve Bartlett, 2008).

3 boyutlu analiz;

- Daha kompleks deneysel prosedür gerektirmektedir.
- Vücudun 3 boyutlu hareketlerini daha doğru göstermektedir.
- Gerçek dünya ile video görüntüsü koordinatları arasında daha az sayısallaştırma zamanı ve daha az metodolojik problem gerektirmektedir.
- Daha fazla ekipman gerektirir ve bu yüzden daha pahalıdır. Bilgisayara veri girişinde daha fazla işlem ve 3 boyutlu analizde hareket koordinatlarının belirlenmesinde ve yazılım ile zaman senkronizasyonu olmalıdır.
- Vücut segmentlerinin açılarının tam hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.

3 boyutlu analizde oluşabilecek hatalara;

- Kalibrasyon kafesinden büyük alanlı bir sportif hareketin yapılması,
- Kalibrasyon kafesinin tüm noktalarının her iki kameradan da görülememesi,
- Kameraların konumlandırmasının sportif hareketin algoritmasına göre olmaması örnek verilebilir.

3 boyutlu kayıt prosedürü;

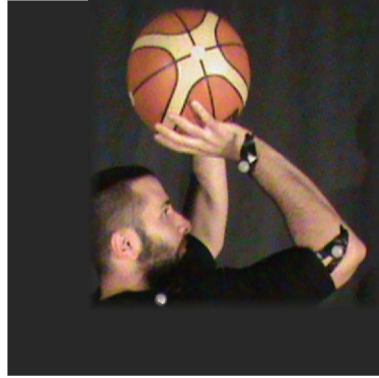
- 3 boyutlu analiz için en az senkronize 2 kamera gereklidir.
- Doğrudan çizgisel dönüşüm (DLT tekniği, Direct linear transformation). Her kamera için DLT ile kalibrasyon yapılır. Her kamerada en az 6 kalibrasyon noktası olacak şekilde yapılmalıdır. DLT parametreleri kameranin optik parametreleri ve doğrusal lens çarpıklıklarını birleştirir.
- Daha fazla kalibrasyon noktası daha güvenilir sonuçlar verecektir.
- Her iki kamerada belirli noktaları görebilmelidir. Kameralarda çekilen kareler birbirinin üzerine (overlap) bindirme yapmamalıdır.
- Kameralar arası 90° açı olması idealdir. Sporcunun ve branşın durumuna göre 60°-120° kamera açıları tolere edilebilir açılardır. Kameralar çekim ve kalibrasyon anında yerlerinden ayrılmamalıdır.

- Eklem işaretleyiciler kullanılacaksa hareket açılarına göre iyi ayarlanmalıdır (Bartlett, 2007).

Sportif hareketlerin analizinde sıklıkla kullanılan görüntü sisteminin hassasiyeti belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için endüstriyel bir robotun önceden bilinen 3 farklı yörüngede hareket etmesi sağlanmış ve hareket 3 farklı açıya yerleştirilmiş 100 Hz hızındaki 3 kamera tarafından kaydedilmiştir. Direkt olarak bilgisayara aktarılan verilerin Simi hareket analiz sistemi ile açısal kinematiği hesaplanarak robottan elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Açısal yer değiştirmede; hataların mutlak değerinin ortalaması ile elde edilen ortalama hata 0.92° , hataların karelerinin toplamından elde edilen ortalama hata 1.33° , açısal hız da ise; hataların mutlak değerinin ortalaması ile elde edilen ortalama hata $0.77^\circ/s$ ve hataların karelerinin toplamından elde edilen ortalama hata $0.96^\circ/s$ tespit edilmiştir. Bu hataların görüntü işleme tekniklerinden, kamera sistemlerinin hızından ve kullanıcı hatalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sportif hareketler görüntü sistemleri ile analiz edilirken bu hata oranları göz önüne alınarak hesaplamalar yapılması önerilmektedir (Meriç ve Aydın, 2008).

İşaretleyici (Marker) Yerleşimi İçin Uygun Metod Kullanımı

Deri üzerine çift taraflı bant ile işaretleyici yerleştirmek veri toplama sırasında kolaylık sağlamaktadır. İşaretleyici yerleşimi için bir çok farklı yöntem vardır. Genelde direk deri üzerine yapıştırma tercih edilenidir. Elbise üzerine yapıştırılan işaretleyiciler gürültüye sebep olabilmektedir (Payton ve Bartlett, 2008). Bu çalışmada işaretleyici konumlandırması Şekil 1’de belirtildiği gibi yapılmıştır.



Şekil 1. İşaretleyici konumlandırması: Ulnar styloid çıkıntı, humerus lateral epikondil, akromiyoklavikular eklem.

Serbest Atışta Topun Hareketinin Matematiksel Çözümlemesi

Bir basketbolcunun şut atış hareketi ele alındığında topun havada bir hayali eğriyi takip ettiği gözlenir. Bu nedenle basketbolda şut atışı sırasında top, eğik atış hareketinin fiziki doğasına uygun olarak davranır. Top, bir eğri boyunca hareket eder ve şu iki kabul yapılırsa, bu hareket biçiminin analizini yapmak çok daha basitleşir.

1. $\vec{g}$ yerçekim ivmesi hareket süresince sabit ve aşağıya doğru yöneliktir¹,
2. Hava direncinin etkisi ihmal edilmektedir².

Bu varsayımlarla, eğik olarak atılan bir cismin yolu denilen eğrinin daima bir parabol olduğu görülmektedir. Hareketin referans sistemi, SİMİ Motion7.3' ün yazılımında yapılan kalibrasyon işlemlerinde kabul edilen referans sistemine göre seçilmiştir. Buna göre y doğrultusu düşey ve yukarı yön pozitif olacak şekilde, x doğrultusu ise yatay ve sağ yön pozitif olacak şekilde kabul edilmiştir. O halde

Y doğrultusunda ivme= $\vec{a} = -\vec{g}$

X doğrultusunda ivme= $\vec{a} = 0$ (sıfır)' dır.

t=0 anında, eğik atılan cismin, orijini ($x_i=y_i=0$), şekil 1' deki gibi bir V_i hızı ile terk ettiği varsayılmaktadır.

V_i vektörü yatayla Θ_i açısı yapmaktadır. Bu çalışmada Θ_i topun elden çıkış açısı ya da atış açısıdır. Kosinüs ve sinüs fonksiyonlarının tanımlarından

$$\cos\Theta_i = \frac{V_{xi}}{V} \quad \sin\Theta_i = \frac{V_{yi}}{V} \quad 1.1$$

1. Bu yaklaşım, hareketin menzili yerin yarıçapına (6.4×10^6 m) kıyasla küçük olduğunda mantıklıdır. Bu yaklaşım yerin, söz konusu hareketin menzili içinde, düz olduğunu kabul etmekle özdeştir.
2. Bu yaklaşım özellikle yüksek hızlarda sağlanmaz. Ayrıca, top hava direnci etkisiyle aerodinamik kuvvetlerin etkisi altına gireceğinden bu yaklaşımda bu kuvvetler göz ardı edilir.

elde edilir. Böylece, ilk hızın x ve y bileşenleri

$$V_{xi} = V \cos\Theta_i \quad V_{yi} = V \sin\Theta_i \quad 1.2$$

ile verilir. X bileşeni $x_i=0$ ve $a_x=0$ ile birlikte denklem 1.2' de yerine koyarak,

$$X_s = V_{xi}t = (V_i \cos\Theta_i)t \quad 1.3$$

elde edilir (X_s : konumun yatay bileşeni). Aynı işlem y bileşeniyle tekrar edilir, $y_i=0$ ve $a_y=-g$ kullanılırsa, elde edilecek olan yi yerdeğiştirme vektörü aşağıdaki gibi olacaktır:

$$Y_s = V_{yi}t + \frac{1}{2}a_yt^2 = (V_i \sin\Theta_i)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad 1.4$$

bulunur. 1.3 eşitliği $t = X_{si}/(V_i \cos\Theta_i)$ ' ye göre çözülür ve t için bu ifadesi 1.4 eşitliğinde yerine konursa aşağıdaki denklem elde edilir:

$$Y = (\tan\Theta_i)X - \left(\frac{g}{2V_i^2 \cos^2\Theta_i}\right)X^2 \quad 1.5$$

Bu ifade $0 < \Theta_i < \pi/2$ aralığında geçerlidir. Bu eşitlik eğik olarak atılan cismin yolu boyunca herhangi bir (x,y) noktası için geçerli olduğundan x ve y indisleri ile gösterilmiştir. Bu denklem matematiksel olarak orijinden geçen bir parabol denklemi olan $y=ax-bx^2$ denklemi ile benzer olduğundan eğik olarak atılan bir

cismin izlediği yolun bir parabol olduğu görülür. Cismin izlediği yolun V_i ilk hız ve Θ_i atış açısı bilirse basketbol topunun şut atışı sırasında elden çıktıktan, potaya giriş anına dek tüm fiziksel parametreleri hesaplanabilir.

Hareketin, ivme olmadığında yerdeğiştirmeyi veren V_{it} terimiyle, yerçekiminden kaynaklanan ivmenin oluşturduğu $\frac{1}{2}gt^2$ teriminin toplamından oluştuğuna dikkat edilmelidir. Diğer bir ifadeyle yerçekim ivmesi olmasaydı V_i yönünde doğru bir yol boyunca hareket etmeye devam edecekti. Böylece, cismin y eksenini boyunca aldığı $\frac{1}{2}gt^2$ yolu, serbest düşen cismin aynı zaman zarfında düşeceği yüksekliktir. Buradan eğik atış hareketinin iki hareketin üst-üste binmesi olduğu sonucuna ulaşılır.

1. Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket
2. Düşey doğrultuda serbest düşme hareketi (Düzgün Değişen Doğrusal Hareket)

Uçuş zamanı t hariç diğer tüm zamanlarda eğik atış hareketindeki düşey ve yatay bileşenler tamamiyle birbirinden bağımsızdırlar (Serway ve Beichner 2000).

GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırma Grubu

Araştırmaya denek olarak Türkiye Erkekler Bölgesel ligi takımlarından Anadolu Üniversitesi Gençlik ve Spor Kulübü takımı sporcularından 14 basketbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Aynı takımda oynayan basketbolcular (n=14) basit rastgele yöntemle 2 gruba [(kontrol grubu (KG) n=7, antrenman grubu (AG) n=7] ayrılmıştır. Basketbolcuların tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Çalışmanın uygulanması için Osmangazi Üniversitesi Etik Kurulu onayı alınmıştır. Testlerden önce deneklere testlerle ilgili bilgi verilmiş ve gönüllü onam formu yazılı olarak onaylatılmıştır.

Çizelge 1. Basketbolcuların tanımlayıcı istatistikleri

Basketbolcular (n=14)	KG (n=7)		AG (n=7)		z	P
	ORT	SS	ORT	SS		
Yaş (yıl)	22.7	2.3	23.9	2.2	.470	.535
Antrenman yaşı (ay)	132.0	38.6	128.6	35.8	.897	.902
Boy (cm)	189.0	6.1	189.4	7.7	1.000	1.000
Vücut ağırlığı (kg)	88.1	9.9	86.2	8.2	.798	.805
Vücut kitle indeksi	24.6	3.1	24.4	1.9	.749	.805
El uzunluğu (cm)	20.4	1.1	20.5	1.3	.749	.805
Önkol uzunluğu (cm)	27.2	1.8	27.0	1.0	.336	.383
Üstkol uzunluğu (cm)	36.6	2.0	35.1	2.5	.201	.209

Araştırma Dizaynı

Basketbolculara ön test ve son test olarak; antropometri, el-pençe kuvveti, izokinetik kas kuvveti (omuz ve dirsek, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, el bileği, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) testleri uygulanmıştır. Her iki gruptaki sporcuların sayı olan ve olmayan 5'er serbest atışları hareket analiz yapmak için 3 boyutlu olarak kayıt edilmiştir.

Sayı : Serbest atışta atılan topun çembere değmeden içerisinden geçmesidir.

Sayı olmayan : Serbest atışta atılan topun çemberden sekip dönmesidir.

Ön testler sonrası AG'na 6 hafta boyunca, haftada 3 kez izokinetik omuz, dirsek ($180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) ve el bileği ($180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) izokinetik kuvvet antrenmanı uygulanmıştır. Her iki grup, top tekniği antrenmanlarına devam etmiştir. Altı hafta sonunda her iki grup önceden yapılmış test protokollerine tekrar alınmıştır.

Basketbolcuların antropometrik ölçümleri laboratuvar ortamında sabah saatlerinde alınmıştır. Öğleden sonra sporcuların el-pençe kuvveti ve izokinetik kuvvet testleri uygulanmıştır. Serbest atış hareket analizi kayıtları basketbol sahasında tüm sporcular rastgele sıra ile alınmıştır.

Çizelge 2'de test ve antrenman günlerini belirten araştırma dizaynı, Çizelge 3'te izokinetik kuvvet antrenmanı programı belirtilmiştir.

Çizelge 2. Araştırma dizaynı

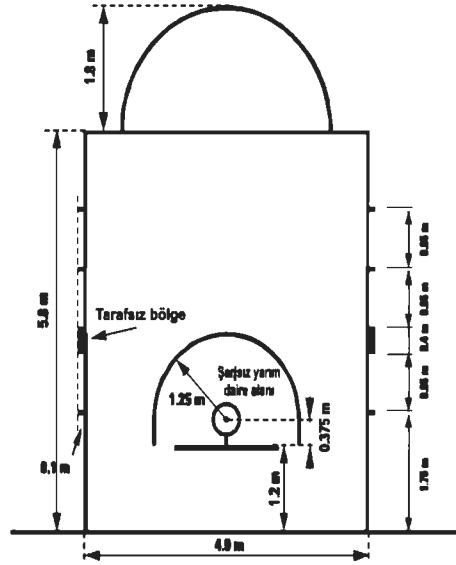
Test ve antrenman takvimi		
Test günleri	1.gün	AG+KG Sabah: Antropometrik ölçümler Akşam: İzokinetik, el-pençe kuvveti testleri
	2.gün	AG+KG Hareket analizi testleri
1.hafta	AG: Top tekniği antrenmanı+izokinetik kuvvet antrenmanı KG: Top tekniği antrenmanı	
2.hafta		
3.hafta		
4.hafta		
5.hafta		
6.hafta		
Test günleri	1.gün	AG+KG Sabah: Antropometrik ölçümler Akşam: İzokinetik, el-pençe kuvveti testleri
	2.gün	AG+KG Hareket analizi testleri

Çizelge 3. İzokinetik kuvvet antrenmanı programı

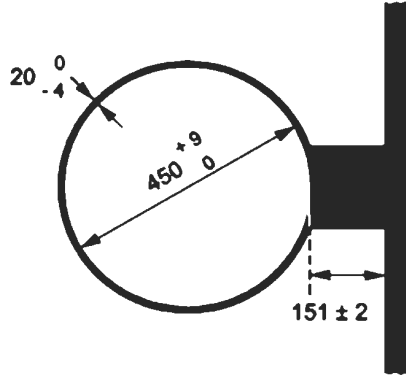
Omuz ve Dirsek	El bileği
6 hafta/haftada 3 gün	6 hafta/haftada 3 gün
Ekstensiyon/fleksiyon	Ekstensiyon/fleksiyon
Con/Con	Con/Con
$180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ - $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$	$180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ - $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$
3 set-10 tekrar	3 set-10 tekrar
Set arası dinlenme 1dk	Set arası dinlenme 1dk

Çalışma boyunca Anadolu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Çok Amaçlı Spor Salonu ve İnsan Performans Laboratuvarı veri toplama alanı olarak kullanılmıştır. Araştırmada, antropometrik ölçümler, el-pençe kuvveti, izokinetik test ölçümleri, görüntü analizi testleri yapılmıştır. Çalışma öncesinde araştırmacı tarafından çalışmaya katılan basketbolculara yapılacak testler hakkında yeterli bilgi verilmiş ve deneme çalışmaları yapılmıştır.

Şekil 2’de basketbolda serbest atışın yapıldığı basketbol kısıtlamalı alanı ve Şekil 3’te basketbol çember ölçüsü verilmiştir.



Şekil 2. Basketbol kısıtlamalı alanı (FIBA, 2012)



Şekil 3. Basketbol çember ölçüsü (FIBA, 2012)

Veri Toplama Araçları

Antropometrik Ölçüm Araçları

Boy uzunluğu: Deneklerin boy uzunluğu ölçümleri hassasiyeti ± 0.1 mm olan stadiometre (Holtain Ltd, UK) (Şekil 4.) ile alınmıştır. Stadiometrenin kalibrasyonu cihazın 60cm'lik kalibrasyon çubuğu aracılığıyla yapılmıştır.



Şekil 4. Sabit Stadiometre

Vücut ağırlığı: Deneklerin vücut ağırlığı ölçümleri $\pm 0.01\text{kg}$ olan elektronik laboratuvar baskülü (Seca, Vogel & Halke, Hamburg) (Şekil 5.) ile alınmıştır. Ağırlığı önceden bilinen farklı bir ağırlık ile cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.



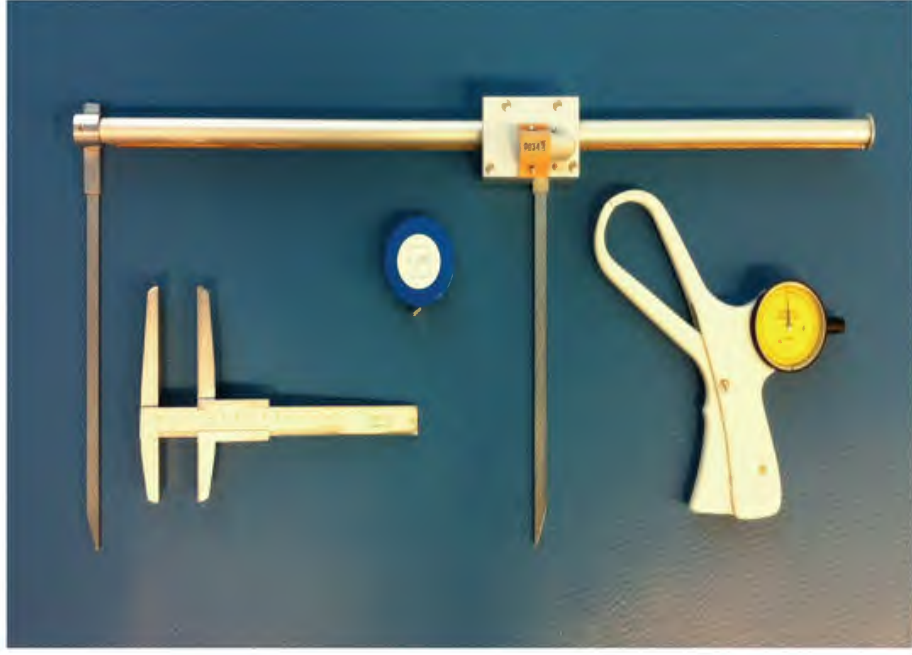
Şekil 5. Laboratuvar Baskülü

El-kol uzunlukları: Deneklerin el, önkol ve üstkol uzunlukları hassasiyeti $\pm 0.1\text{mm}$ olan kaliper (Holtain Ltd, UK) (Şekil 6.) ile ölçülmüştür.

Deri kıvrım kalınlıkları: Hassasiyeti $\pm 0.2\text{mm}$ olan kaliper ile (Holtain Ltd, UK) (Şekil 6.) ölçülmüştür. Kaliperin kalibrasyonu farklı ağırlıklar yüklenerek kontrol edilmiştir.

Çevre: Hassasiyeti $\pm 0.1\text{cm}$ olan antropometrik mezura (Holtain Ltd, UK) (Şekil 6.) ile ölçülmüştür.

Çap: Hassasiyeti $\pm 0.1\text{cm}$ olan bikondiler kaliper (Holtain Ltd, UK) (Şekil 6.) ile ölçülmüştür.



Şekil 6. Antropometrik Set Kaliperi, Deri Kıvrım Kaliperi, Antropometrik Mezura, Bikondiler Kaliper

Vücut yağ yüzdesi: Basketbolcuların vücut yağ yüzdesi biyoelektrik impedans cihazı (Tanita MC 180 Multi Frequency BIA, Japan) (Şekil 7.) ile değerlendirilmiştir.



Şekil 7. Vücut Analiz Aracı

El-Pence Kuvveti Ölçüm Aracı

Sporcuların el pence kuvveti testleri el pence kuvveti dinamometresi ile 0.1kgf hassasiyet (Takei Scientific Instruments Co.,Ltd, Japan) (Şekil 8.) ile ölçülmüştür.



Şekil 8. El dinamometresi

İzokinetik Kas Kuvveti Ölçüm Aracı

Deneklerin izokinetik kas kuvveti testleri omuz ve dirsek ekleminde $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, el bileği ekleminde $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda CSMİ (Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA) (Şekil 9.) izokinetik cihazı ile ölçülmüştür.



Şekil 9. İzokinetik Test Sistemi

Hareket Analizi Aracı

Deneklerin serbest atış kinematik analizi saniyede 500Hz'e kadar kayıt yapabilen 2 adet hızlı çekim yapan kamera (A602f, Basler, Germany) ve görüntüleri eş zamanlı bilgisayara kaydedebilen yazılım programı (SIMI 7.3, Germany) (Şekil 10.) ile yapılmıştır. Kalibrasyon için üzerinde önceden 12 nokta belirlenmiş 1.00m×2.50m×1.00m ebatlarında (Şekil 11.) kalibrasyon kafesi ve siyah perde kullanılmıştır. Çizelge 4'te kalibrasyon kafesinin nokta konumlandırmaları belirtilmiştir. Şekil 12'de hareket analizi testinde kullanılan kamera ve ışık sistemleri, Şekil 13'te yansıtıcı eklem işaretletleyiciler, Şekil 14'te ise üzerinde yansıtıcı işaretletleyiciler yapıştırılmış olan basketbol topu gösterilmiştir.



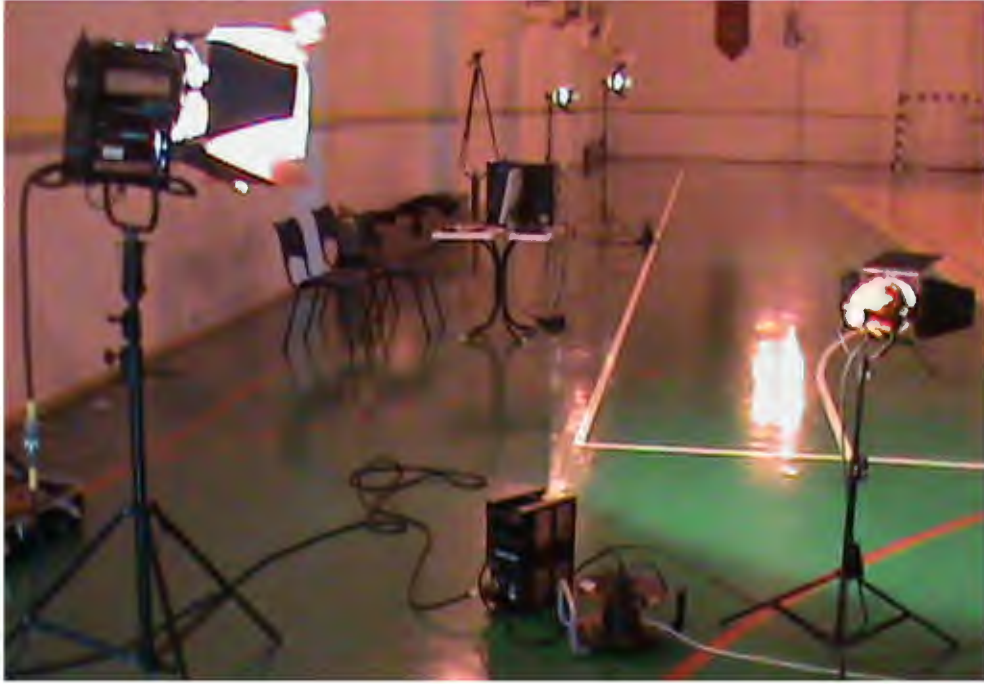
Şekil 10. Hareket Analizi Aracı



Şekil 11. Kalibrasyon Kafesi ve Siyah Perde

Çizelge 4. DLT sistemi kalibrasyon kafesi nokta konumlandırmaları

Nokta	x (cm)	y (cm)	z (cm)
1 (orijin)	0.0	0.0	0.0
2	100.0	0.0	0.0
3	100.0	100.0	0.0
4	0.0	100.0	0.0
5	0.0	0.0	122.0
6	100.0	0.0	122.0
7	100.0	100.0	122.0
8	0.0	100.0	122.0
9	0.0	0.0	247.0
10	100.0	0.0	247.0
11	100.0	100.0	247.0
12	0.0	100.0	247.0



Şekil 12. Kamera ve Işık Sistemleri



Şekil 13. Yansıtıcı Eklem İşaretleyiciler



**Şekil 14. 7 Numara Boyutlu Basketbol Topu
ve Yansıtıcı İşaretleyiciler**

Verilerin Toplanması

Antropometrik Ölçümler

Sporcuların vücut ağırlığı elektronik laboratuvar baskülü (Seca, Vogel & Halke, Hamburg) ile çıplak ayak ve sadece şort giydirilerek ölçülmüştür. Sporcuların boy ölçümleri (Holtain Ltd, UK) sabit stadiometre ile denekler ayakta dik pozisyonda, gövde anatomik pozisyonda dururken skalanın üzerinde kayan kaliper başlarının üzerine dokunacak şekilde ayarlanmış ve boy uzunluğu kayıt edilmiştir. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı iki ölçüm olarak alınarak ortalamaları istatistik için kullanılmıştır (Lohman ve ark. 1988).

El, önkol ve üstkol uzunlukları antropometrik kaliper ile ölçülmüştür (Heyward ve Stolarczyk, 1996).

Basketbolcuların vücut yağ yüzdesi biyoelektrik impedans cihazı (Tanita MC 180 Multi Frequency BIA, Japan) ile de ölçülmüştür. Sporcular sabah saatlerinde aç karnına, içecek içmeden, çıplak ayakla ve şortla teste alınmıştır. Bu cihazda, 50khz elektrik akımı elden ayağa olacak şekilde ilerlemekte ve vücuttaki toplam vücut suyunu hesaplayarak vücut yağ yüzdesi hakkında tahmini bir ölçüm yapmaktadır.

Biyoelektrik impedans analizinde cihaz vücuttaki yağlı ve yağsız dokular arasındaki elektrik özelliklerine göre ölçüm yapmaktadır (Aackland ve ark., 2009).

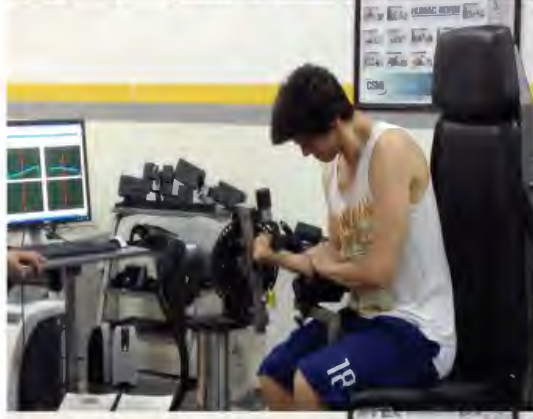
El-pençe Kuvveti Ölçümü

El-pençe kuvveti ölçümleri 0–100 kg arası kuvvet ölçebilen (Takei Scientific Instruments Co.,Ltd, Japan) el dinamometresi ile yapılmıştır. Dinamometre tutamağı her sporcunun el ölçüsüne göre ayarlanmıştır. Ölçümlerde sporcu ayakta, kollar aşağı sarkık vaziyette, vücuttan 15° açıklıkta dinamometreyi tutarak sağ el ile 3 tekrar olarak alınmıştır ve maksimal olan değer istatistik için kullanılmıştır. Test dinamometreyi vücuda temas ettirmeden maksimum kuvvetle sıkılarak gerçekleştirilmiştir (Visnapuu ve Jürimae, 2007).

İzokinetik Kas Kuvveti Ölçümü

Basketbolcuların izokinetik kuvvet değerleri omuz ve dirsek ekleminde ekstensiyon ve fleksiyon hareketinde $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, el bileği ekleminde $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ve $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızlarda dominant kolda konsentrik/konsentrik olarak izokinetik dinamometre ile (Humac Norm Testing & Rehabilitation System, USA) ölçülmüştür. Test ve antrenman hızları çabuk kuvvet antrenmanı uygulama düşüncesi ile orta ve düşük seviye açısal hızlarda ve tekrarlar seçilmiştir. Sporculara her bir eklemin için 3 deneme tekrarı ve 5 maksimal tekrar yaptırılmış ve en yüksek değer zirve tork değeri olarak alınmıştır. İzokinetik kuvvet antrenmanının her seansı bir sporcu için yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Cihazın kalibrasyonu ve farklı eklemlerdeki testler için dinamometre ve koltuk ayarları test günlerinde üretici firmanın kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde yapılmıştır. Kalibrasyon işlemi, torkun kalibrasyonu ve torkun doğrulanması şeklinde yapılmaktadır. Dinamometre kolu yukarı doğru konumdayken, dinamometre koluna takılan lbs (pound) cinsinden ağırlıklar cihaz tarafından daha önceden bilinen miktarda tork oluşturacak kadar uzunlukta ilerlemelidir. Önce 100lbs ağırlık takılarak kalibrasyon işlemi yapılır. Daha sonra 25lbs ağırlık takılarak doğrulama işlemi yapılır. En son işlem ise kalibrasyon sonucu ekranına bakılarak beklenen değer ve ölçülen değer sonuçlarına göre kalibrasyonun doğruluk yüzdesinin yorumlanmasıdır.

Şekil 15.16. ve 17.'te omuz, dirsek ve el bileği eklemleri için uygulanan izokinetik kuvvet test ve antrenmanları izokinetik dinamometre, manivela, koltuk ve sporcu pozisyonları belirtilmiştir.



Şekil 15. İzokinetik el bileği kuvveti ölçümü



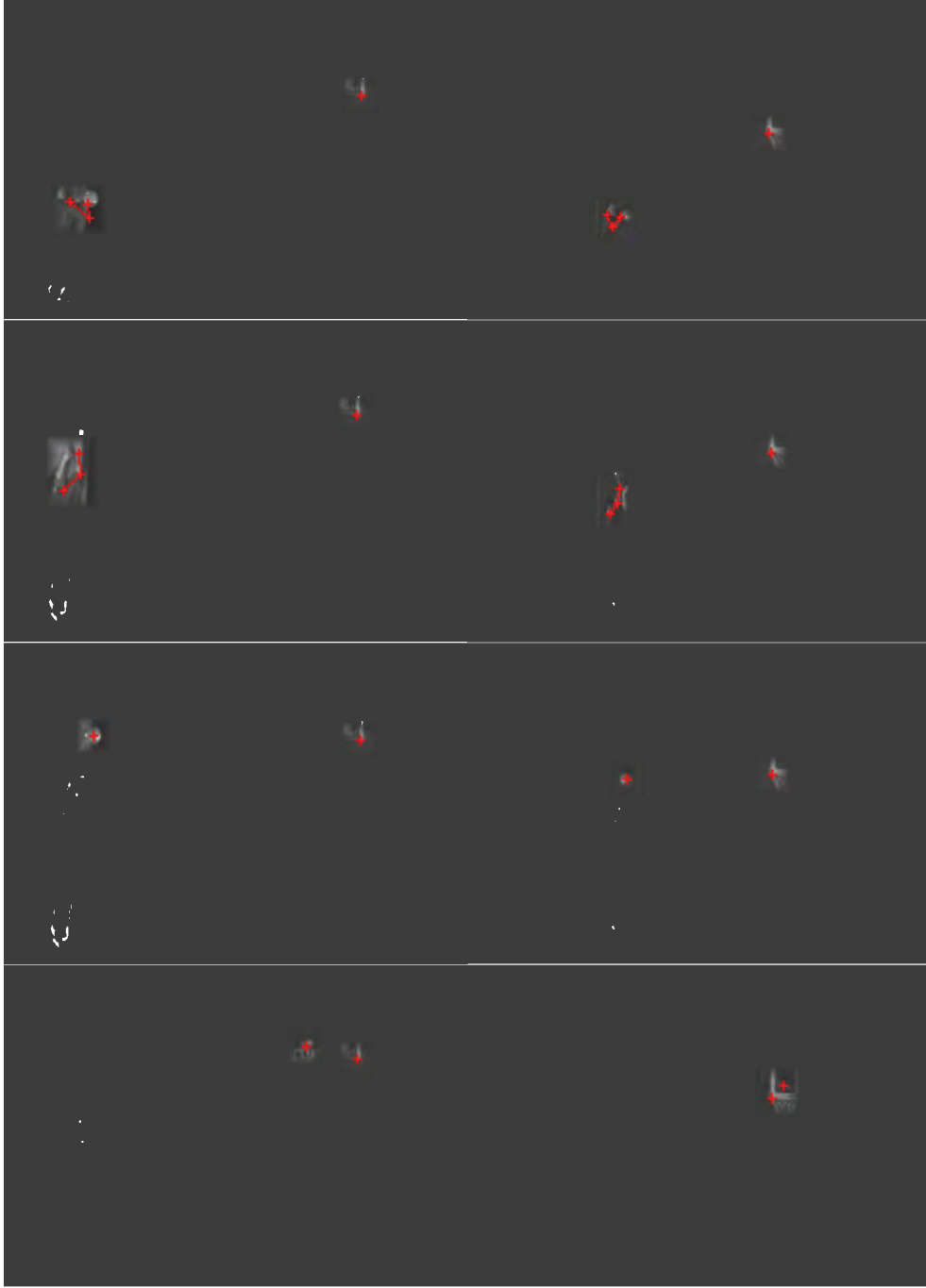
Şekil 16. İzometrik dirsek kuvveti ölçümü



Şekil 17. İzokinetik omuz kuvveti ölçümü

Serbest Atış Üç Boyutlu Hareket Analizi

Basketbolcuların serbest atışının hareket analizi 2 kamera kullanılarak 3 boyutlu olarak yapılmıştır (Şekil 19). Serbest atış çizgisinden sıçramadan atış yaptırılmış, sporcunun atış kolu ve top analiz edilmiştir. Bu sayede sporcular eşit atış standardına sahip olmuş ve sıçrama etkisi ortadan kaldırılmıştır. Kamera ayarları yapıldıktan sonra kamera ve sehpa sabitlenmiş ve kayıtlar bitene kadar hareketsiz kalmaları sağlanmıştır. 5'er adet başarılı ve başarısız atış .avi formatında kayıt edilmiş ve eş zamanlı ve eş uzunlukta olan görüntülerden rastgele seçilen 3'er tanesi analiz edilmiştir. Sporcuların hepsi sağ el ile atış yapmıştır. Sporcuların atış kolunda el bileğinde "ulnar styloid çıkıntısı", dirsekte "humerus lateral epikondil" ve omuzda "akromiyoklavikular eklem" işaretleyici konumlandırması için seçilmiş eklemlerdir. Hareket analizi 500Hz'e kadar kayıt yapabilen 2 adet yüksek hızda çekim yapabilen kamera (A602f, Basler, Germany) ile 60 Hz'de yapılmıştır. Görüntü alanını kalibre edebilmek için hareket alanının tümünü kapsayan boyutlardaki kalibrasyon kafesinin görüntüsü çekimler öncesi ve sonrası kayıt edilmiştir. Serbest atış görüntülerinin kaydında görüntülerin eş zamanlı olarak aktarıldığı bilgisayar, hareket analizi yazılım programı (SIMImotion 7.3, Germany) ve üzerinde önceden 12 nokta belirlenmiş 1.00m*2.50m*1.00m ebatlarında kalibrasyon kafesi kullanılmıştır. Kayıtları yapılan görüntülerdeki vücut üzerinde önceden belirlenen noktalar olan sporcunun atış kolu ve top üzerindeki yansıtıcı işaretleyiciler işaretlenerek hareket analizi yazılım programı ile her kare görüntü sayısallaştırılmış ve aynı programla üç boyutlu hesaplamaları yapılmıştır. Çekimler kapalı ortam olan basketbol sahasında ortam karartılarak 3 adet 800watt ve 1 adet 1200watt'lık ışık sistemi düzeneği yardımı ile tamamlanmıştır. Elde edilen ham veriler işaretleme hataları ve kırılmaları önlemek için tüm koordinatlar filtreleme sıklığı 6Hz olan dördüncü seviyeli alçak geçiren Butterworth sayısal filtrelemeyle filtrelenmiştir. Tüm kamera verilerine ait grafiklere yaygın olarak kullanılan smoothing (yumuşatma) tekniği olan "Butterworth" özel dijital filtresi uygulanmış ve verilerin SPSS ortamında yapılacak olan istatistiksel değerlendirmesi de filtre edilmiş verilere uygulanmıştır (Winter, 1990). Kullanılan dijital filtre işleminde anahtar adım gürültüden istenilen sinyali ayıran frekansı belirlemektir. Bu frekansa kesme frekansı denir ve f_c ile gösterilir. Kamera kaydında kullanılan saniye başına "frame" olarak adlandırılan "örnekleme frekansı" ise f_s olarak belirtilir. Bu çalışmada $f_s=60$ Hz' dir ve literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde sinyalden gürültüyü ayırmak için veri kaybını minimumda tutacağından $f_c=6$ Hz olarak kullanılmıştır ve filtre derecesi 4 alınmıştır. Buna göre kameralardan elde edilen tüm verilere Matlab R2012a ortamında 4. dereceden Butterworth dijital filtresi uygulanmıştır.



Şekil 18. Basketbolda serbest atış fazları: ivmelenme fazı, top elden ayrılma fazı, top uçuş başlangıç fazı, atış sonu fazı.



Şekil 19. Basketbolda serbest atış 3 boyutlu analizi

Verilerin Analizi

Verilerin istatistiksel analizi için SPSS 21 (IBM SPSS Statistics 21, IBM Corp., USA) programı kullanılmıştır. Basketbolcuların (AG ve KG) tüm verilerinin ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Basketbolcuların ön ve son test parametreleri arasında değişim olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi yapılmıştır. Son testlerde gruplararası farkların olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Test sonuçlarının anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$, ileri derece anlamlılık düzeyi ise $p \leq 0.01$ olarak kabul edilmiştir. Testler arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Testi ile belirlenmiştir (Alpar, 2012). Ayrıca analizlerde Cohen etki büyüklüğü indeksi ve çalışmanın gücü de (power) incelenmiştir. Cohen standardize edilmiş etki büyüklüğü indeksi olan d değeri karşılaştırılan ortalamaların birbirlerinden kaç standart sapma uzaklaştığını belirtir. İşaretine bakmaksızın d değeri .2, .5 ve .8 olmak üzere sırasıyla küçük, orta ve geniş etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir (Büyüköztürk, 2010).

BULGULAR

Çizelge 5'te araştırmaya katılan basketbolcuların izokinetik kuvvet parametrelerinin, Çizelge 6'te serbest atış anındaki hareket analizi parametrelerinin, Çizelge 7'de el pence kuvveti testlerinin ön ve son test sonuçlarına göre ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü verilmiştir. Çizelge 8'de vücut kompozisyonu parametrelerinin ön ve son test sonuçlarına göre ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi ve farkı verilmiştir.

Çizelge 9'da hareket analizi parametreleri, Çizelge 10'da izokinetik kuvvet parametreleri son test gruplararası farkı, gücü, etki büyüklüğü ve Cohen's d değeri verilmiştir.

Çizelge 11'da hareket analizi parametreleri son test-ön test farklarının gruplararası farkı, Çizelge 12'de izokinetik kuvvet parametreleri son test-ön test farklarının gruplararası farkı verilmiştir.

Çizelge 13., 14., 15., 16., 17. ve 18.'de sayı olan ve sayı olmayan atışlarla izokinetik kuvvet parametreleri ilişki çizelgeleri verilmiştir.

İstatistiksel olarak anlamlı farklılık olmayan parametreler için güç, etki büyüklüğü ve Cohen's d değeri hesaplanamayacağından çizelgelerde bu bölümler “-” işareti ile verilmiştir. Güç değerleri ise testin gücünü yüzde olarak belirtmektedir.

Çizelge 5. AG ve KG izokinetik kuvvet testleri ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü

Test Grubu	İzokinetik kuvvet parametreleri (°.sn ⁻¹)		Ön test		Son test		Değişim yüzdesi (%)	Z	p	Güç	Etki büyüklüğü
			ORT	SS	ORT	SS					
KG (n=7)	Omuz	Eks180°	104	5.22	84.6	10.7	-18.7	-2.366	0.018*	1.000	3.194
		Fleks180	79	15	66.4	14.6	-15.9	-2.120	0.034*	0.846	1.059
		Oran180	0.761	0.149	0.791	0.168	-	-	-	-	-
		Eks300	85.7	15.5	69	12	-19.5	-2.201	0.028*	0.998	1.738
		Fleks300	90	14.2	73	13.6	-18.9	-1.690	0.091	-	-
		Oran300	1.09	0.29	1.079	0.228	-	-	-	-	-
	Dirsek	Eks180	61	13	54.6	3.1	-10.5	-1.524	0.128	-	-
		Fleks180	57	14	52	8.4	-8.8	-0.954	0.340	-	-
		Oran180	0.929	0.111	0.96	0.13	-	-	-	-	-
		Eks300	59	14	53	7.5	-10.2	-1.185	0.236	-	-
		Fleks300	51	13	49	9.1	-3.9	-0.338	0.735	-	-
		Oran300	0.87	0.1	0.924	0.127	-	-	-	-	-
	El bileği	Eks180	20	3.9	15	2.8	-25.0	-2.201	0.028*	0.671	0.852
		Fleks180	25	3	22	4.5	-12.0	-2.058	0.040*	0.087	0.197
		Oran180	1.247	0.279	1.45	0.27	-	-	-	-	-
		Eks240	21	2.1	17	3.5	-19.0	-2.120	0.034*	0.797	0.992
		Fleks240	24	3.7	22	5.4	-8.3	-1.480	0.139	-	-
		Oran240	1.17	0.24	1.337	0.379	-	-	-	-	-
AG (n=7)	Omuz	Eks180°	79	16	95	9.4	23.4	-1.863	0.063	-	-
		Fleks180	71	16	85	11	19.7	-1.521	0.128	-	-
		Oran180	0.91	0.14	0.89	0.11	-	-	-	-	-
		Eks300	65	16	81	11	24.6	-2.366	0.018*	0.802	0.999
		Fleks300	82	26	97	12	18.3	-1.521	0.128	-	-
		Oran300	1.2	0.3	1.2	0.13	-	-	-	-	-
	Dirsek	Eks180	58	11	76	14.1	31.0	-2.201	0.028*	0.878	1.113
		Fleks180	55	12	70	11	27.3	-2.366	0.018*	0.933	1.232
		Oran180	0.937	0.099	0.93	0.12	-	-	-	-	-
		Eks300	51	10	78	11	52.9	-2.201	0.028*	0.945	1.269
		Fleks300	45	6.7	71	11	57.8	-2.201	0.028*	0.987	1.493
		Oran300	0.91	0.11	0.923	0.112	-	-	-	-	-
	El bileği	Eks180	16	6	22	4	37.5	-2.375	0.018*	0.170	0.352
		Fleks180	22	4.5	28	4.8	27.3	-1.863	0.063	-	-
		Oran180	1.47	0.31	1.3	0.2	-	-	-	-	-
		Eks240	17	6	22	3	29.4	-2.201	0.028*	0.262	0.467
		Fleks240	21	2.6	26	3.7	23.8	-2.201	0.018*	0.872	1.102
		Oran240	1.4	0.3	1.21	0.1	-	-	-	-	-

*p≤0.05

Çizelge 5'te, basketbolcuların ön ve son test izokinetik kuvvet test parametrelerinin KG ve AG için bulguları verilmiştir.

KG için, omuz eks180 ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), omuz fleks180 ($z=-2.120$, $p=0.034^*$), omuz eks300 ($z=-2.201$, $p=0.028^*$), el bileği eks180 ($z=-2.201$, $p=0.028^*$), el bileği fleks180 ($z=-2.058$, $p=0.040^*$) ve el bileği eks240 için ($z=-2.120$, $p=0.034^*$) istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\leq 0.05$) bulunmuştur. KG için izokinetik kuvvet zirve torkları değişim yüzdesi farklı eklemlerde %-3.9 ile %-25.0 arasında değişim sergilemiştir. KG için, omuz eks180, omuz fleks180, omuz eks300, el bileği eks180, el bileği fleks180 ve el bileği eks240 için 1. numaralı denence kabul edilmiştir. KG için omuz fleks300, dirsek eks180, dirsek fleks180, dirsek eks300, dirsek fleks300, el bileği fleks240 için 1. numaralı denence reddedilmiştir.

AG için, omuz eks300 ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), dirsek eks180 ($z=-2.201$, $p=0.028^*$), dirsek fleks180 ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), dirsek eks300 ($z=-2.201$, $p=0.028^*$), dirsek fleks300 ($z=-2.201$, $p=0.028^*$), el bileği eks180 ($z=-2.375$, $p=0.018^*$), el bileği eks240 ($z=-2.201$, $p=0.028^*$), el bileği fleks240 ($z=-2.201$, $p=0.018^*$) için istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\leq 0.05$) bulunmuştur. AG için izokinetik kuvvet zirve torkları değişim yüzdesi farklı eklemlerde %18.3 ile %57.8 arasında değişim sergilemiştir. AG için, omuz eks300, dirsek eks180, dirsek fleks180, dirsek eks300, dirsek fleks300, el bileği eks180, el bileği eks240, el bileği fleks240 için 1. numaralı denence kabul edilmiştir. AG için omuz eks180, omuz fleks180, omuz fleks300, el bileği fleks180 için 1. numaralı denence reddedilmiştir.

KG'nda omuz fleks180 için güç değeri ($\text{power}=1.000$), omuz eks300 için güç değeri ($\text{power}=0.998$), AG'nda dirsek fleks180 için güç değeri ($\text{power}=0.933$), dirsek eks300 için güç değeri ($\text{power}=0.945$) ve dirsek fleks300 için güç değeri ($\text{power}=0.987$) olarak bulunmuştur.

Çizelge 6. AG ve KG hareket analizi parametreleri ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü

Test grubu	Hareket parametreleri analizi		Ön test		Son test		Değişim yüzdesi (%)	Z	p	Güç	Etki büyüklüğü
			ORT	SS	ORT	SS					
KG (n=7)	Sayı	Vabs (m.sn ⁻¹)	6.38	0.16	6.43	0.19	0.8	-0.847	0.397	-	-
		Vx (m.sn ⁻¹)	4.27	0.18	3.45	0.13	-19.2	-2.366	0.018*	0.998	1.767
		Vy (m.sn ⁻¹)	4.62	0.28	4.73	0.29	2.4	-0.676	0.499	-	-
		DH (°.sn ⁻¹)	733.2	97.1	757.1	84.6	3.3	-2.366	0.018*	0.140	0.307
		DA (°)	123.7	13.0	119.9	8.2	-3.1	-2.371	0.018*	0.434	0.635
		AY (m)	2.41	0.10	2.41	0.11	0	-0.210	0.833	-	-
		AA (°)	68.8	5.0	69.1	6.0	0.4	-0.338	0.735	-	-
		TU (sn)	0.975	0.043	0.869	0.344	-10.9	-0.762	0.446	-	-
	sayı olmayan	Vabs (m.sn ⁻¹)	6.18	0.33	6.47	0.29	4.7	-2.028	0.043*	0.740	0.925
		Vx (m.sn ⁻¹)	4.20	0.28	3.48	0.40	-17.1	-2.371	0.018*	0.999	1.873
		Vy (m.sn ⁻¹)	4.45	0.32	4.82	0.43	8.3	-2.366	0.018*	0.444	0.644
		DH (°.sn ⁻¹)	756.5	104.1	776.9	66.6	2.7	0.000	1.000	-	-
		DA (°)	128.4	9.1	119.4	4.5	-7.0	-2.028	0.043*	0.526	0.718
		AY (m)	2.39	0.12	2.43	0.09	1.7	-1.961	0.050*	0.677	0.858
		AA (°)	68.4	5.3	71.5	5.6	4.5	-1.352	0.176	-	-
		TU (sn)	0.959	0.041	0.983	0.041	2.5	-1.363	0.173	-	-
AG (n=7)	Sayı	Vabs (m.sn ⁻¹)	6.13	0.17	6.30	0.21	2.8	-1.859	0.063	-	-
		Vx (m.sn ⁻¹)	4.28	0.27	3.66	0.28	-14.5	-2.366	0.018*	1.000	4.992
		Vy (m.sn ⁻¹)	4.28	0.34	4.38	0.35	2.3	-1.014	0.310	-	-
		DH (°.sn ⁻¹)	700.8	84.6	739.5	172.5	5.5	-0.338	0.735	-	-
		DA (°)	130.4	11.5	123.6	17.5	-5.2	-1.521	0.128	-	-
		AY (m)	2.40	0.16	2.39	0.10	-0.4	-0.681	0.496	-	-
		AA (°)	66.1	4.3	68.2	7.0	3.2	-1.352	0.176	-	-
		TU (sn)	0.925	0.037	0.925	0.052	0	0.000	1.000	-	-
	sayı olmayan	Vabs (m.sn ⁻¹)	5.96	0.34	6.37	0.25	6.9	-1.859	0.063	-	-
		Vx (m.sn ⁻¹)	4.17	0.27	3.67	0.26	-11.9	-2.366	0.018*	1.000	1.956
		Vy (m.sn ⁻¹)	4.23	0.28	4.49	0.24	6.1	-1.521	0.128	-	-
		DH (°.sn ⁻¹)	719.0	136.2	710.3	139.0	-1.2	-1.014	0.310	-	-
		DA (°)	128.3	15.7	120.4	13.8	-6.2	-1.778	0.075	-	-
		AY (m)	2.37	0.15	2.41	0.13	1.7	-1.997	0.046*	0.803	1.000
		AA (°)	68.1	4.4	67.1	5.0	-1.5	-1.863	0.063	-	-
		TU (sn)	0.919	0.058	0.938	0.080	2.1	-1.183	0.237	-	-

*p≤0.05

Çizelge 6’da, basketbolcuların ön ve son test hareket analizi test parametreleri bulguları KG ve AG için sayı olan ve sayı olmayan atışlar olarak verilmiştir. KG için, sayı olan atışlarda V_x ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), DH ($z=-2.366$, $p=0.018^*$) ve DA ($z=-2.371$, $p=0.018^*$) için istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\leq 0.05$) bulunmuştur. Değişim yüzdesi V_x için %-19.2, DH için %3.3 ve DA için %-3.1 olarak bulunmuştur. KG için, sayı olmayan atışlarda Vabs ($z=-2.028$, $p=0.043^*$), V_x ($z=-2.371$, $p=0.018^*$), V_y ($z=-2.366$, $p=0.018^*$), DA ($z=-2.028$, $p=0.043^*$) ve AY ($z=-1.961$, $p=0.050^*$) için istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\leq 0.05$) bulunmuştur. Değişim yüzdesi Vabs için %4.7, V_x için %-17.1 ve V_y için %8.3, DA için %7.0 ve AY için %1.7 olarak bulunmuştur. KG için sayı olan atışlarda V_x , DH ve DA için 2. numaralı denence kabul edilirken, Vabs, V_y , AY, AA ve TU için 2. numaralı denence reddedilmiştir. KG için sayı olmayan atışlarda Vabs, V_x , V_y , DA ve AY için D_2 denencesi kabul edilirken, DH, AY ve TU için 2. numaralı denence reddedilmiştir.

AG için, sayı olan atışlarda V_x ’de ($z=-2.366$, $p=0.018^*$) istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\leq 0.05$) bulunmuştur. Değişim yüzdesi V_x için %-14.5 olarak bulunmuştur. AG için, sayı olmayan atışlarda V_x ($z=-2.366$, $p=0.018^*$) ve AY ($z=-1.997$, $p=0.046^*$) için istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\leq 0.05$) bulunmuştur. Değişim yüzdesi V_x için %-11.9, AY için %1.7 olarak bulunmuştur. AG için sayı olan atışlarda V_x için 2. numaralı denence kabul edilirken, Vabs, V_y , DH, DA, AY, AA ve TU için 2. numaralı denence reddedilmiştir. AG için sayı olmayan atışlarda V_x ve AY için 2. numaralı denence kabul edilirken, Vabs, V_y , DH, DA, AA ve TU için 2. numaralı denence reddedilmiştir.

KG’nda sayı olan atışlarda V_x için güç değeri ($\text{power}=0.998$), sayı olmayan atışlarda V_x için güç değeri ($\text{power}=0.999$), AG’nda sayı olan atışlarda V_x için güç değeri ($\text{power}=1.000$), sayı olmayan atışlarda V_x için güç değeri ($\text{power}=1.000$) olarak bulunmuştur.

Çizelge 7. AG ve KG el pençe kuvveti ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi, farkı, gücü ve etki büyüklüğü

Test grubu	El-pençe kuvveti (kgf)								
	Ön test		Son test		Değişim yüzdesi(%)	Z	p	Güç	Etki büyüklüğü
	ORT	SS	ORT	SS					
KG (n=7)	51.1	8.1	50.7	8.0	-0.8	-0.339	0.735	-	-
AG (n=7)	48.1	3.9	52.1	5.36	8.3	-2.366	0.018*	0.985	1.479

* $p \leq 0.05$

Çizelge 7’de, basketbolcuların ön ve son test el pençe kuvveti test parametreleri KG ve AG için verilmiştir. KG için ön ve son testleri arası istatistiksel olarak anlamlı fark ($p \leq 0.05$) bulunmazken, AG için ($z = -2.366$, $p = 0.018^*$) istatistiksel olarak anlamlı fark ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. AG el pençe kuvveti değişim yüzdesi %8.3 değişim sergilemiştir. KG için 1. numaralı denence reddedilirken, AG için 1. numaralı denence kabul edilmiştir.

AG’nda el-pençe kuvveti için güç değeri (power=0.985) olarak bulunmuştur.

Çizelge 8. AG ve KG vücut kompozisyonu testleri ortalama, standart sapma, değişim yüzdesi ve farkı

Test grubu	Vücut kompozisyonu parametreleri	Ön test		Son test		Değişim yüzdesi (%)	Z	P
		ORT	SS	ORT	SS			
KG (n=7)	VA (kg)	88.14	9.93	87.47	10.51	-0.8	-0.847	0.397
	VKİ	24.59	3.06	24.40	3.24	-0.8	-1.194	0.233
	VYY (%)	12.33	3.80	11.90	3.94	-3.5	-1.016	0.310
AG (n=7)	VA (kg)	86.20	8.21	86.66	7.35	0.5	-0.507	0.612
	VKİ	24.44	1.92	24.13	1.57	1.3	-0.338	0.735
	VYY (%)	12.93	4.81	11.64	4.01	9.9	-1.947	0.051

Çizelge 8'e göre, basketbolcuların ön ve son test vücut kompozisyonu test parametreleri KG ve AG için verilmiştir. KG ve AG için, 1. numaralı denence reddedilmiştir.

Çizelge 9. Serbest atışta hareket analizi parametrelerinin gruplararası karşılaştırma çizelgesi, gücü, etki büyüklüğü ve Cohen's d değeri

Karşılaştırılan gruplar	Hareket analizi Parametreleri	Z	p	Güç	Etki büyüklüğü	Cohen's d
Sayı olmayan son test gruplararası	Vabs (m.sn ⁻¹)	-0.640	0.535	-	-	-
	Vx (m.sn ⁻¹)	-1.853	0.073	-	-	-
	Vy (m.sn ⁻¹)	-1.853	0.073	-	-	-
	DH (°.sn ⁻¹)	-1.214	0.259	-	-	-
	DA (°)	-1.343	0.209	-	-	-
	AY (m)	-0.384	0.710	-	-	-
	AA (°)	-1.342	0.209	-	-	-
	TU (sn)	-0.958	0.383	-	-	-
Sayı son test gruplararası	Vabs (m.sn ⁻¹)	-1.279	0.209	-	-	-
	Vx (m.sn ⁻¹)	-1.090	0.318	-	-	-
	Vy (m.sn ⁻¹)	-1.793	0.073	-	-	-
	DH (°.sn ⁻¹)	-1.469	0.165	-	-	-
	DA (°)	-0.447	0.710	-	-	-
	AY (m)	-0.449	0.710	-	-	-
	AA (°)	-0.064	1.000	-	-	-
	TU (sn)	-2.433	0.011*	0.075	0.113	0.227

*p≤0.05

Çizelge 9'da, basketbolcuların son testlerde hareket analizi parametreleri sayı olan ve sayı olmayan atışlar için gruplararası ikili karşılaştırma olarak verilmiştir. Son testlerde TU için (z=-2.366, p=0.011*) gruplararası istatistiksel olarak anlamlı fark (p≤0.05) bulunmuştur. Sayı olan atışlarda TU için 2. numaralı denence kabul edilmiş, Vabs, Vx, Vy, DH, DA, AY ve AA için 2. numaralı denence reddedilmiştir. Sayı olmayan atışlarda ise, Vabs, Vx, Vy, DH, DA, AY, AA ve TU süresi için 2. numaralı denence reddedilmiştir.

Hareket analizi parametrelerinden sayı olan son testler TU için küçük seviye etki büyüklüğü (Cohen's d=0.227) bulunmuştur.

Çizelge 10. İzokinetik kuvvet testi parametreleri gruplararası karşılaştırma çizelgesi, gücü, etki büyüklüğü ve Cohen's d değeri

İzokinetik test parametreleri (°.sn ⁻¹)			Z	p	Güç	Cohen's d	Etki büyüklüğü
Son test gruplararası karşılaştırma	Omuz	Eks180	-1.538	0.128	-	-	-
		Fleks180	-2.047	0.038*	0.861	0.584	1.438
		Eks300	-1.791	0.073	-	-	-
		Fleks300	-2.689	0.004**	0.978	0.683	1.871
	Dirsek	Eks180	-3.033	0.001**	0.988	0.723	2.094
		Fleks180	-2.619	0.007**	0.973	0.676	1.839
		Eks300	-2.878	0.002**	1.000	0.798	2.655
		Fleks300	-2.689	0.004**	0.996	0.736	2.179
	El bileği	Eks180	-2.646	0.007**	0.990	0.711	2.027
		Fleks180	-2.310	0.027*	0.783	0.541	1.289
		Eks240	-2.189	0.026*	0.903	0.608	1.533
		Fleks240	-1.611	0.128	-	-	-

*p≤0.05 **p≤0.01

Çizelge 10'da, basketbolcuların son testlerde izokinetik kuvvet parametreleri gruplararası ikili karşılaştırma olarak verilmiştir. Son testlerde omuz fleks180 (z=-2.047, p=0.038*), el bileği fleks180 (z=-2.310, p=0.027*) ve el bileği eks240 (z=-2.189, p=0.026*) açısından gruplararası istatistiksel olarak anlamlı fark (p≤0.05) bulunmuştur. Son testlerde omuz fleks300 (z=-2.689, p=0.004*), dirsek eks180 (z=-3.033, p=0.001*), dirsek fleks180 (z=-2.619, p=0.007*), dirsek eks300 (z=-2.878, p=0.002*), dirsek fleks300 (z=-2.689, p=0.004*) ve el bileği eks180 (z=-2.646, p=0.007*) için gruplararası istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı fark (p≤0.01) bulunmuştur.

Omuz fleks180, omuz fleks300, dirsek eks180, dirsek fleks180, dirsek eks300, dirsek fleks300, el bileği eks180, el bileği fleks180 ve el bileği eks240 için 1. numaralı denence kabul edilmiştir. Omuz eks180, omuz eks300, el bileği fleks240 için 1. numaralı denence reddedilmiştir.

İzokinetik kuvvet son testlerinde omuz fleks300 için güç değeri (power=0.978), dirsek eks180 için güç değeri (=0.988), dirsek fleks180 için güç değeri (power=0.973), dirsek eks300 için güç değeri (power=1.000), dirsek fleks300 için güç değeri (power=0.996), el bileği eks180 için güç değeri (power=0.990), el bileği eks240 için güç değeri (power=0.903) olarak bulunmuştur.

Tüm Cohen's d değerleri için (sırasıyla 0.584, 0.683, 0.723, 0.676, 0.798, 0.736, 0.711, 0.541, 0.608) orta seviye etki büyüklüğü değerleri bulunmuştur (0.5-0.8).

Çizelge 11. Serbest atış hareket analizi parametrelerinin grup içi son test-ön test farklarının gruplar arası farkları

Karşılaştırılan gruplar	Hareket analizi parametreleri	Z	P
Sayı gruplararası farklar farkı karşılaştırma olmayan	Vabs (m.sn⁻¹)	-0.256	0.805
	Vx (m.sn⁻¹)	-1.215	0.259
	Vy (m.sn⁻¹)	-0.767	0.456
	DH (°.sn⁻¹)	-0.319	0.805
	DA (°)	-1.597	0.128
	AY (m)	-0.386	0.710
	AA (°)	-1.855	0.073
	TU (sn)	-0.256	0.805
Sayı gruplararası farklar farkı karşılaştırma	Vabs (m.sn⁻¹)	-0.959	0.383
	Vx (m.sn⁻¹)	-0.895	0.383
	Vy (m.sn⁻¹)	0.000	1.000
	DH (°.sn⁻¹)	-1.469	0.165
	DA (°)	-0.320	0.805
	AY (m)	-0.836	0.456
	AA (°)	-0.640	0.535
	TU (sn)	-0.640	0.535

Çizelge 11’de, basketbolcuların hareket analizi parametreleri ön ve son test farklarının gruplararası farkları verilmiştir ve gruplararası istatistiksel olarak anlamlı fark ($p \leq 0.05$) bulunmamıştır. Sayı olan ve sayı olmayan atışlarda tüm hareket analizi parametreleri için 2. numaralı denence reddedilmiştir.

Çizelge 12. İzokinetik kuvvet testi parametrelerinin grup içi son test-ön test farklarının gruplar arası farkları

İzokinetik test parametreleri ($^{\circ}.\text{sn}^{-1}$)			Z	p
Gruplararası farklar karşılaştırma	Omuz	Eks180	-3.130	0.001**
		Fleks180	-2.747	0.004**
		Eks300	-2.875	0.002**
		Fleks300	-2.108	0.038*
	Dirsek	Eks180	-2.619	0.007**
		Fleks180	-2.236	0.026*
		Eks300	-2.494	0.011*
		Fleks300	-2.747	0.004**
	El bileği	Eks180	-3.130	0.001**
		Fleks180	-2.558	0.007**
		Eks240	-3.003	0.001**
		Fleks240	-3.006	0.001**

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 12’de, basketbolcuların izokinetik kuvvet parametreleri ön ve son test farklarının gruplararası farkları verilmiştir. Omuz eks180 ($z=-3.130$, $p=0.001^{**}$), omuz fleks180 ($z=-2.747$, $p=0.004^{**}$), omuz eks300 ($z=-2.875$, $p=0.002^{**}$), dirsek eks180 ($z=-2.619$, $p=0.007^{**}$), dirsek fleks300 ($z=-2.747$, $p=0.004^{**}$), el bileği eks180 ($z=-3.130$, $p=0.001^{**}$), el bileği fleks180 ($z=-2.558$, $p=0.007^{**}$), el bileği eks 240 ($z=-3.003$, $p=0.001^{**}$) ve el bileği fleks240 ($z=-3.006$, $p=0.001^{**}$) için gruplararası istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı fark ($p \leq 0.01$) bulunmuştur. Omuz fleks300 ($z=-2.108$, $p=0.038^{*}$), dirsek fleks180 ($z=-2.236$, $p=0.026^{*}$) ve dirsek eks300 ($z=-2.494$, $p=0.011^{*}$) için istatistiksel olarak anlamlı fark ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. Omuz, dirsek ve el bileği eklemlerinin tüm açışal hızları için 1. numaralı denence kabul edilmiştir.

Çizelge 13. Sayı olan serbest atış parametreleri ilişki çizelgesi

Parametreler		r	p
Vabs	Vy	.673**	.008
Vx	Vy	-.676**	.008
Vx	AA	-.553*	.040
Vx	TU	-.571*	.033
Vy	AY	-.543*	.045
Vy	TU	.774**	.001
DH	AY	-.537*	.047

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 13 incelendiğinde, Vabs ile Vy arasında ($r=0.673^{**}$, $p=0.008$), Vy ile TU arasında istatistiksel olarak ($r=0.774^{**}$, $p=0.001$) pozitif yönlü ilişki vardır.

Vx ile Vy arasında ($r=-0.676^{**}$, $p=0.008$), Vx ile AA arasında ($r=-0.553^{*}$, $p=0.040$), Vx ile TU arasında ($r=-0.571^{*}$, $p=0.033$), Vx ile AY arasında ($r=-0.543^{*}$, $p=0.045$), DH ve AY arasında istatistiksel olarak ($r=-0.537^{*}$, $p=0.047$) negatif yönlü ilişki vardır.

Çizelge 14. Sayı olmayan serbest atış parametreleri ilişki çizelgesi

Parametreler		r	P
Vabs	DH	.590*	.026
Vx	Vy	-.736**	.003
Vx	AA	-.824*	.001
Vx	TU	-.631*	.016
Vy	AA	.657*	.011
Vy	TU	.833**	.001
AA	TU	.679**	.008

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 14 incelendiğinde, Vabs ile DH arasında ($r=0.590^*$, $p=0.026$), Vy ile AA arasında ($r=0.657^*$, $p=0.011$) Vy ile TU arasında ($r=0.833^{**}$, $p=0.001$), AA ile TU arasında istatistiksel olarak ($r=0.679^{**}$, $p=0.008$) pozitif yönlü ilişki vardır.

Vx ile Vy arasında ($r=-0.736^{**}$, $p=0.003$), Vx ile AA arasında ($r=-0.824^*$, $p=0.001$), Vx ile TU arasında istatistiksel olarak ($r=-0.631^*$, $p=0.016$) negatif yönlü ilişki vardır.

Çizelge 15. AG için son test sonrası izokinetik parametreleri-serbest atış sayı olan atışlar ilişkisi çizelgesi

Parametreler		r	p
Eks180dirsek	Fleks180dirsek	.837*	.019
Eks180dirsek	Fleks300dirsek	.908**	.005
Eks180dirsek	Fleks300omuz	.782*	.038
Fleks180dirsek	Fleks300dirsek	.865*	.012
Eks300dirsek	Fleks300omuz	.847*	.016
Eks180omuz	Eks300omuz	.873*	.010
Eks180omuz	Fleks300omuz	.800*	.031
Fleks180omuz	TU	.857*	.014
Eks180bilek	Eks240bilek	.847*	.016
Eks240bilek	Fleks240bilek	.861*	.013
Vabs	DA	-.786*	.036
DH	AY	-.865*	.012
AY	Vy	-.847*	.016

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 15 incelendiğinde, eks180 dirsek ile fleks180 dirsek arasında ($r=0.837^*$, $p=0.019$), eks180 dirsek ile fleks300 dirsek arasında ($r=0.908^{**}$, $p=0.005$), eks180 dirsek ile fleks300 omuz arasında ($r=0.782^*$, $p=0.038$), fleks180 dirsek ile fleks300 dirsek arasında ($r=0.865^*$, $p=0.012$), eks300 dirsek ile fleks300 omuz arasında ($r=0.847^*$, $p=0.016$), eks180omuz ile eks300 omuz arasında ($r=0.873^*$, $p=0.010$), eks180omuz ile fleks300 omuz arasında ($r=0.800^*$, $p=0.031$), fleks180 omuz ile TU arasında ($r=0.857^*$, $p=0.014$), eks180bilek ile eks240 bilek arasında ($r=0.847^*$, $p=0.016$), eks240bilek ile fleks240 bilek arasında istatistiksel olarak ($r=0.861^*$, $p=0.013$) pozitif yönlü ilişki vardır.

Vabs ile DA arasında ($r=-0.786^*$, $p=0.036$), DA ile AY arasında ($r=-0.865^*$, $p=0.012$), AY ile Vy arasında istatistiksel olarak ($r=-0.847^*$, $p=0.016$) negatif yönlü ilişki vardır.

Çizelge 16. AG için son test sonrası izokinetik parametreleri-serbest atış sayı olmayan atışlar ilişki çizelgesi

Parametreler		r	P
Eks180dirsek	Fleks180dirsek	.837*	.019
Eks180dirsek	Fleks300dirsek	.908**	.005
Eks180dirsek	Fleks300omuz	.782*	.038
Fleks180dirsek	Fleks300dirsek	.865*	.012
Eks300dirsek	Fleks300omuz	.847*	.016
Eks180omuz	Eks300omuz	.873*	.010
Eks180omuz	Fleks300omuz	.800*	.031
Eks180bilek	Eks240bilek	.847*	.016
Eks240bilek	Fleks240bilek	.861*	.013
Vx	AA	-.964**	.001
Vy	AY	-.786*	.036

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 16 incelendiğinde, eks180 dirsek ile fleks180 dirsek arasında ($r=0.837^*$, $p=0.019$), eks180 dirsek ile fleks300 dirsek arasında ($r=0.908^{**}$, $p=0.005$), eks180 dirsek ile fleks300 omuz arasında ($r=0.782^*$, $p=0.038$), fleks180 dirsek ile fleks300 dirsek arasında ($r=0.865^*$, $p=0.012$), eks300 dirsek ile fleks300 omuz arasında ($r=0.847^*$, $p=0.016$), eks180omuz ile eks300 omuz arasında ($r=0.873^*$, $p=0.010$), eks180omuz ile fleks300 omuz arasında ($r=0.800^*$, $p=0.031$), eks180bilek ile eks240 bilek arasında ($r=0.847^*$, $p=0.016$), eks240bilek ile fleks240 bilek arasında istatistiksel olarak ($r=0.861^*$, $p=0.013$) pozitif yönlü ilişki vardır.

Vx ile AA arasında ($r=-0.964^{**}$, $p=0.001$), Vy ile AY arasında istatistiksel olarak ($r=-0.786^*$, $p=0.036$) negatif yönlü ilişki vardır.

Çizelge 17. KG için son test sonrası izokinetik parametreleri-serbest atış sayı olan atışlar ilişki çizelgesi

Parametreler		r	P
Fleks180dirsek	Vabs	-.821*	.023
Eks180omuz	Eks300omuz	.893**	.007
Eks180omuz	Eks180bilek	.782*	.038
Eks180omuz	Fleks180bilek	.873*	.010
Fleks300omuz	Fleks180omuz	.847*	.016
Eks180bilek	Eks300omuz	.782*	.038
Eks180bilek	Eks240bilek	.906**	.005
Fleks180bilek	Fleks240bilek	.826*	.022
Eks180bilek	DH	-.837*	.019
Fleks180bilek	DA	-.818*	.024
Fleks240bilek	DH	-.829*	.021
DA	Vx	.857*	.014
DH	AA	-.786*	.036
Eks300dirsek	TU	.883**	.008
TU	Vy	.891**	.007
Fleks240bilek	AA	.847*	.016

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 17 incelendiğinde, eks180 omuz ile eks300 omuz arasında ($r=0.893^{**}$, $p=0.007$), eks180 omuz ile eks180 bilek arasında ($r=0.782^{*}$, $p=0.038$), eks180 omuz ile fleks180 bilek arasında ($r=0.873^{*}$, $p=0.010$), fleks300 omuz ile fleks180 omuz arasında ($r=0.847^{*}$, $p=0.016$), Eks180 bilek ile eks300 omuz arasında ($r=0.782^{*}$, $p=0.038$), Eks180 bilek ile eks240 bilek arasında ($r=0.906^{**}$, $p=0.005$), fleks180 bilek ile fleks240 bilek arasında ($r=0.826^{*}$, $p=0.022$), DA ile Vx arasında ($r=0.857^{*}$, $p=0.014$), eks300 dirsek ile TU arasında ($r=0.883^{**}$, $p=0.008$), TU ile Vy arasında ($r=0.891^{**}$, $p=0.007$), fleks240 bilek ile AA arasında istatistiksel olarak ($r=0.847^{*}$, $p=0.016$) pozitif yönlü ilişki vardır.

Fleks180 dirsek ile Vabs arasında ($r=-0.821$, $p=0.023$), eks180 bilek ile DH arasında ($r=-0.837^{*}$, $p=0.019$), fleks180 bilek ile DA arasında ($r=-0.818^{*}$, $p=0.024$), fleks240 bilek ile DH arasında ($r=-0.829$, $p=0.021$), DH ile AA arasında istatistiksel olarak ($r=-0.786^{*}$, $p=0.036$) negatif yönlü ilişki vardır.

Çizelge 18. KG için son test sonrası izokinetik parametreleri-serbest atış sayı olmayan atışlar ilişki çizelgesi

Parametreler		r	p
Eks180omuz	Eks300omuz	.893**	.007
Eks180omuz	Eks180bilek	.782*	.038
Eks180omuz	Fleks180bilek	.873*	.010
Fleks300omuz	Fleks180omuz	.847*	.016
Eks180bilek	Eks300omuz	.782*	.038
Eks180bilek	Eks240bilek	.906**	.005
Fleks180bilek	Fleks240bilek	.826*	.022
Eks180omuz	Vy	.893**	.007
Eks180omuz	DH	-.786*	.036
Eks180omuz	DA	-.857*	.014
Vx	Eks300dirsek	-.786*	.036
Eks180omuz	AA	.929**	.003
Eks180omuz	TU	.929**	.003
Eks180bilek	Vx	-.927**	.003
Eks180bilek	DH	-.873*	.010
Fleks180bilek	Vy	.818*	.024
Fleks180bilek	DA	-.982**	.001
Eks180bilek	AA	.764*	.046
Fleks180bilek	AA	.764*	.046
Eks300omuz	AA	.821*	.023
Eks300omuz	TU	.821*	.023
Fleks180bilek	TU	.818*	.024

* $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Çizelge 18 incelendiğinde, eks180 omuz ile eks300 omuz arasında ($r=0.893^{**}$, $p=0.007$), eks180 omuz ile eks180 bilek arasında ($r=0.782^{*}$, $p=0.038$), eks180 omuz ile fleks180 bilek arasında ($r=0.873^{*}$, $p=0.010$), fleks300 omuz ile fleks180 omuz arasında ($r=0.847^{*}$, $p=0.016$), Eks180 bilek ile eks300 omuz arasında ($r=0.782^{*}$, $p=0.038$), Eks180 bilek ile eks240 bilek arasında ($r=0.906^{**}$, $p=0.005$), fleks180 bilek ile fleks240 bilek arasında ($r=0.826^{*}$, $p=0.022$), eks180 omuz ile Vy arasında ($r=0.893^{**}$, $p=0.007$), eks180 omuz ile AA arasında ($r=0.929^{**}$, $p=0.003$), eks180 omuz ile TU arasında ($r=0.929^{**}$, $p=0.003$),

fleks180 bilek ile vy arasında ($r=0.818^*$, $p=0.024$), eks180 bilek ile AA arasında ($r=0.764^*$, $p=0.046$), fleks180 bilek ile AA arasında ($r=0.764^*$, $p=0.046$), eks300 omuz ile AA arasında ($r=0.821^*$, $p=0.023$), eks300 omuz ile TU arasında ($r=0.821^*$, $p=0.023$), fleks180 bilek ile TU arasında istatistiksel olarak ($r=0.818^*$, $p=0.024$) pozitif yönlü ilişki vardır.

Eks180 omuz ile DH arasında ($r=-0.786^*$, $p=0.036$), eks180 omuz ile DA arasında ($r=-0.857^*$, $p=0.014$), Vx ile eks300 dirsek arasında ($r=-0.786^*$, $p=0.036$), eks180 bilek ile Vx arasında ($r=-0.927^{**}$, $p=0.003$), eks180 bilek ile DH arasında ($r=-0.873$, $p=0.010$), fleks180 bilek ile DA arasında istatistiksel olarak ($r=-0.982^{**}$, $p=0.001$) negatif yönlü ilişki vardır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Basketbol sporunda iyi serbest atış atmak maç kazanmak açısından önemli bir beceridir. Serbest atış, savunmanın olmadığı sporcunun kendi kendine rahatça atış yapabildiği, hızlanan ve yeni kurallarla geliştirilen basketbolda özellikle oyunun çokça durduğu son dakikalarda maç kazandıran bir atış şeklidir. Bu yüzden bu atış şeklinin sayı olan ve olmayan atışlardaki biyomekanik çıktılarının analiz edilmesi sportif performans açısından antrenör ve sporculara önemli bilgiler sunmaktadır.

İzokinetik kuvvet ve şut atışının farklı şut mesafelerindeki ilişkisini araştırmak için liseli basketbol oyuncularına, dominant diz ekstensöründe, omuz flesöründe ve dirsek ekstensöründe $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ de, el bileği fleksöründe $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ de 4 maksimal efor uygulanmıştır. Sporculara farklı mesafelerden 20 atış yaptırılmış ve kısa şut mesafesinde isabetli şut için el bileği izokinetik kuvveti ile yüksek korelasyon ve uzun şut mesafesinde dirsek ekstensör kuvveti için yüksek korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar basketbolda şut atışı için antrenmanlarda farklı izokinetik kuvvetlerde antrenman yapılması gerektiğini göstermektedir (Tang ve Shung, 2005).

Bu çalışma izokinetik kuvvet antrenmanının basketbolda serbest atış kinetik ve kinematiğine olan etkisini incelemektedir. Serbest atış 4 faza ayrılarak analiz edilmiştir. Bu fazlar, ivmelenme fazı, top elden ayrılma fazı, top uçuş başlangıç fazı ve atış sonu fazıdır.

Bu çalışmada, AG'na uygulanan 6 haftalık izokinetik kuvvet antrenmanı programı sonrası vücut kompozisyonu parametreleri açısından, AG ve KG ön ve son testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu çalışmada, 6 haftalık el bileği, dirsek ve omuz eklemi izokinetik kuvvet antrenmanının vücut kompozisyonuna etkisi görülmemiştir.

El-pençe kuvveti testlerinde AG sporcularında maksimal değerlerde %8.3 değerinde artış gözlenmiştir ve ön test ile son testler arasında anlamlı artış bulunmuştur. Bu artışı izokinetik kuvvet antrenmanları ile artan kuvvet gelişimiyle açıklamak mümkündür.

Bu çalışmada, izokinetik kuvvet testleri açısından KG için izokinetik kuvvet zirve torkları değişim yüzdesi farklı eklemlerde %-3.9 ile %-25.0 arasında düşüş sergilemiştir. AG için izokinetik kuvvet zirve torkları değişim yüzdesi farklı eklemlerde %18.3 ile %57.8 arasında artış sergilemiştir. AG için izokinetik kuvvet antrenmanına bağlı olarak zirve tork değerlerinde artış sağlanmıştır. KG'daki zirve tork değerlerindeki düşüşün sebebinin ise ön testler sonrası KG'nun ne izokinetik kuvvet ne de geleneksel kuvvet antrenmanı yapmasına izin verilmemiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle, AG dirsek eklemi zirve tork değerlerinde önemli seviyede artış sağlanmıştır. En çok gelişimin dirsek ekleminde olmasının atış kolunda dirseğin (omuz, dirsek, el bileği) ara segment olmasından dolayı olabileceği düşünülmektedir. Basketbolda şut atışı sırasında dirsek ekleminin önemi büyüktür. İzokinetik kuvvet antrenmanı ile sportif branşa özgü şekilde çabuk kuvvet gelişimi sağlaması önemli bir sonuçtur.

Bu çalışmada, izokinetik kuvvet testi parametreleri gruplararası karşılaştırmasında AG, KG'na göre özellikle dirsek ekleminde olmak üzere fark bulunmuştur.

İzokinetik kuvvet testi parametrelerinin grup içi son test-ön test farklarının gruplar arası farkları tüm testlerde AG lehine fark bulunmuştur.

İzokinetik antrenman, kas kuvvetini en iyi artıran kuvvet antrenmanı yöntemlerinden biridir. Farklı spor branşları için fonksiyonel olarak farklı hızlarda çalışma yapma olanağı sağlar. Geleneksel kuvvet antrenmanından farklı olarak hareketin her anında özel dinamometresi sayesinde aynı açıda ve hızda çalışma imkanı verir. Objektif ve ölçülebilir veri toplama olanağı ile sporcuların kuvvet kazanımı değerleri takip edilebilir. İzokinetik test sonuçlarına göre kas performansı normal veya anormal olarak sınıflandırılabilir. Egzersizleri yönetmede nicelleştirmek açısından değerlidir. Günümüz sporunda, özellikle performans sporcuları gelişen teknolojik cihaz ve ekipmanlar sayesinde daha farklı kuvvet antrenman metodlarına yönelmişlerdir.

İzokinetik kuvvet antrenmanı yöntemi ile farklı açısal hızlarda antrenman yaptırılarak kuvvet gelişimi sağlanmaktadır (Lesmes ve ark., 1978, Morriss ve ark., 2001, Evetovich ve ark., 2001, Gioftsidou ve ark., 2007, Coburn ve ark., 2006, Malliou ve ark., 2004, Colson ve ark., 1999). Kısa süreli izokinetik kuvvet antrenmanı, hıza özel hız gelişim oranı gelişimi sağlamaktadır (Brown ve Whitehurst, 2003, Coburn ve ark., 2006). Sedanterlerde, 2 günlük izokinetik antrenman sonrası hızlı açısal hız zirve tork değerinde artış görülmüştür (Prevost ve ark., 1999). Belirli açısal hızda yapılan izokinetik antrenmana nöral adaptasyonun büyük etkisinin olduğu vurgulanmıştır. Uzun süreli izokinetik kuvvet antrenmanı sonrası kuvvet gelişimi çalışmalarla desteklenmektedir (Morriss ve ark., 2001, Evetovich ve ark., 2001, Abernethy ve ark., 1996, Gioftsidou ve ark., 2007). Bu çalışmada ise özellikle AG dirsek eklemi başta olmak üzere izokinetik kuvvet antrenmanına bağlı olarak zirve tork değerlerinde önemli seviyede artış sağlanmıştır.

Yunanistan 2.liginde oynayan 27 futbolcunun kassal dengesizliklerinin iyileştirilmesi için diz ekstensör ve fleksörlerine 2 ay süreyle haftada 3 gün izokinetik kuvvet antrenmanı uygulanmış ve özel izokinetik diz antrenmanı programı ile dengesizlik giderilmiş ve diz kas kuvveti sağlanmıştır (Gioftsidou ve ark., 2007). Yetişkin kadınlara uygulanan 3 günlük hızlı ($270^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) ve yavaş ($30^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) açısal hızlardaki izokinetik antrenman sonrası, zirve tork değeri değişimi maksimal konsentrik bacak ekstensiyon hareketinde izlenmiştir. $30^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hız uygulanan grupta hem $30^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ hem de $270^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ zirve değeri artmış, $270^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hız uygulanan grupta sadece $270^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ zirve değeri artmıştır. Kontrol grubunda ise anlamlı bir değişim olmamıştır (Coburn ve ark., 2006). Patlayıcı güç ve hızlı vücut hareketi gerektiren spor branşlarının antrenmanlarında performans artışı yüksek hızlarda ($180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $300^{\circ}.\text{sn}^{-1}$), düşük hızlara ($30^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$, $90^{\circ}.\text{sn}^{-1}$) göre daha fazladır. Kuvvet artışı ise düşük hızlarda yüksek hızlara göre daha fazladır (Chan ve Maffulli, 1996). Bu çalışmalarda izokinetik kuvvet antrenmanının kuvvet gelişimi açısından önemi vurgulanmaktadır.

Farklı antrenman metodlarına göre rotator cuff kaslarının kas dengesizliklerini giderme amaçlı kuvvet antrenmanları uygulanmıştır. İzokinetik kuvvet antrenmanı rotator cuff kaslarını kuvvetlendirme de en etkili antrenman yöntemi olarak belirlendiği bildirilmektedir (Malliou, ve ark., 2004)

Yedi haftalık eksentrik izokinetik dirsek eklemi kuvvet antrenmanı programı sonrası $-120^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ eksentrik koşuldan $240^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ konsentrik koşula kadar olan açısal hızlarda ön ve son testler yapılmıştır. Eksentrik antrenman 5×6 kas hareketini içeren %100 ve %120 bir tekrar maksimumdan (1RM) oluşan hareketlerde 21 seans olarak 7 haftada tamamlanmıştır. İzokinetik testlerde tüm açısal hızlarda tork anlamlı düzeyde artmıştır (Colson ve ark., 1999). Bu çalışmada da test edilen tüm açısal hızlarda en çok kuvvet gelişimi sağlanan eklem dirsek eklemi olarak bulunmuştur.

İzokinetik kuvvet antrenmanı ve farklı spor branşlarının teknik özelliklerine göre kuvvet ilişkileri araştırılıp branşa özel açı ve hızda izokinetik kuvvet antrenmanı yapmak sportif performans ve teknik gelişimi açısından olumlu sonuçlar doğurabilir. Bu çalışma ile paralel olarak basketbolda şut atışı için izokinetik cihazında el bileği, dirsek, omuz kuvvet antrenmanı yaptırılmış ve zirve tork değerlerinde anlamlı derecede artış bulunmuştur.

Düşük zirve tork/vücut ağırlığı oranı daha çok kuvvet antrenmanı yapılması gerektiğini, düşük toplam iş değeri dayanıklılık eksikliğini ve yüksek tekrarlı antrenman yapılması gerektiğini, düşük ortalama güç değerleri patlayıcı güce dayalı egzersiz yapılması gerektiğini vurgular.

Sonuç olarak, izokinetik kuvvet uygulamaları sakatlık sonrası rehabilitasyonda, sportif performans artımı değerlendirmesinde kuvvet gelişimi ve takibinde, farklı eklemlerle çalışma imkanı sağlaması açısından değerli bir antrenman metodudur.

Bu çalışmada, serbest atışta hareket analizi verilerinde KG için sayı olan atışlarda topun yatay hızı azalmış, dirsek hızı artmış, dirsek açısı azalmıştır. KG için sayı olmayan atışlarda top bileşke hızı artmış, yatay hızı azalmış, dikey hızı artmış, dirsek açısı artmış ve ayrılma yüksekliği artmıştır. KG için top yatay hızında %-17.1-19.2 arasında düşüş görülmüştür.

Antrenman grubunda da sayı olan atışlarda topun yatay hızı açısından %-14.5 oranında, sayı olmayan atışlarda %-11.9 düşüş bulunmuştur.

Son testler için gruplar arasında sadece top uçuş süresinde farklılık vardır. Sayı olmayan atışların top uçuş süresi sayı olanların süresinden daha kısadır.

Hareket analizi testlerin ön ve son testleri açısından gruplar arasında farklar açısından fark yoktur. Yani AG ve KG'nun hareket analizi parametreleri birbirine yakın seviyede bulunmuştur.

Liu ve arkadaşları (2006) basketbolda şutun kinematiklerini inceledikleri çalışmada alt ekstremité ve üst ekstremité 3 boyutlu analizini yapmış ve atışlardaki dejenerasyonun daha çok üst ekstremitéden, özellikle de dirsek ve el bileği arasındaki koordinasyonsuzluktan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Basketbolda erkek sporcuların serbest atış sırasındaki optimal top uçuşu durumlarının araştırıldığı çalışmada, topu yerden 2.134m yükseklikte elden çıkarmışlar ve top 3 Hz geriye dönüş kazanmıştır. Top elden 52° açıyla çıkmıştır (Tran ve Silverberg, 2008). Bu çalışmada top elden çıkış yüksekliği yaklaşık olarak 2.40m seviyesindedir. Dirsek eklemi açısı ise yaklaşık 125° seviyesindedir.

Okazaki ve Rodacki'nin (2012) çalışması ile bu çalışmanın arasında top elden çıkış yüksekliği, dirsek açısı, top yatay, dikey ve bileşke hızları açısından benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Rojas ve arkadaşları (2000) rakibe karşı ve rakip olmadan yapılan atışların analizi yapmıştır. Rakibe karşı yapılan atışta topun elden ayrılış açısı artmış, topun uçuş süresi azalmış, diz ve omuz açıları artmıştır. Sporcular rakip karşısında iken topu elden daha hızlı çıkarıp daha yüksekte şut atmışlardır.

Uygur ve arkadaşları (2010) yorgunluk sonrası basketbolda serbest atışın analizini yapmışlardır. Yorgunluk basketbolda serbest atışta sporcunun şut kinematiğini etkileyecek istenmeyen bir unsurdur. Sonuçlara göre yorgunluk serbest atış kinematiğinde etkili değildir ve başarılı ve başarısız atışlarda eklem açıları arasında anlamlı fark yoktur. Bu çalışma ile paralel olarak başarılı ve başarısız atışlar arasında eklem açıları için anlamlı fark bulunmamıştır.

Tsarouchas ve arkadaşları (1987) Atina'da düzenlenen Avrupa basketbol şampiyonasındaki serbest atışların analizini yapmışlardır. Bu turnuvada tüm sayıların %19.05 i serbest atışlardan atılmıştır. %80 in üzerindeki başarı oranlı atışlı sporcular (n=10) ve %65 in altında başarı oranlı atışlar (n=12) incelenmiştir. Topun yörüngesi, sporcunun vücut segmentlerinin geometrik hareketleri, topun uçuş açısı ve yüksekliği gruplararası değerlendirilmiş ve başarı oranı ile kinematik değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı ve alt ekstremitenin topun uçuş öncesi dikey yer değiştirmesine katkısının yüksek olduğu belirtilmektedir.

Okazaki ve arkadaşlarının (2007) çalışmasında 15 yetişkin basketbol oyuncusunun atışları analiz edilmiş ve top hızı ve isabet arasında doğrusal bir ilişki bulunmamıştır. Bu yüzden çıkış ve uçuş hızı atışın isabetli olmasının bir göstergesi değildir. Oyuncuların atış hızı yerine başka değişkenleri manipüle etmeleri gerektiğini açıklamaktadırlar. Atış hızları ile bu çalışmanın atış hızları paralellik göstermektedir.

Woo ve arkadaşlarının (2007) çalışmasında 29 denek, 4.25m mesafeden, 6'şar adet atış yapmışlardır. Başarılı atış için uygun hız, açı ve fırlatma açısının gerekli olduğu belirtilmektedir.

Bu çalışma, Miller ve Bartlett (1996)'ın çalışmasıyla paralel olarak dirsek açısı, top elden çıkış yüksekliği ve top bileşke hızları açısından benzerlik göstermektedir.

Uygur ve ark. (2010) serbest atış top ayrılma anı dirsek açısını sayı olan atışta 113.5 ± 22.8 ve sayı olmayan atışta 123.2 ± 16.1 olarak bulurken, bu çalışmada KG için sayı olan atışta 119.9 ± 8.2 ve sayı olmayan atışta 119.4 ± 4.5 olarak bulunmuştur. AG için sayı olan atışta 123.6 ± 17.5 ve sayı olmayan atışta 120.4 ± 13.8 olarak bulunmuştur. Bu çalışma, Uygur ve ark. (2010)'nın çalışmasıyla top ayrılma anı dirsek açısı bakımından benzerlik göstermektedir.

Mullineaux ve Uhl (2010) serbest atışta top bileşke hızını sayı olan atışta 6.67 ± 0.18 ve sayı olmayan atışta 6.68 ± 0.16 olarak ve çıkış yüksekliğini sayı olan atışta 2.41 ± 0.23 ve sayı olmayan atışta 2.40 ± 0.22 olarak bulurken, bu çalışmada AG için sayı olan atışta 6.30 ± 0.21 ve sayı olmayan atışta 6.37 ± 0.25 olarak ve çıkış yüksekliğini sayı olan atışta 2.39 ± 0.10 ve sayı olmayan atışta 2.41 ± 0.13 olarak bulunmuştur. KG sayı olan atışta 6.43 ± 0.19 ve sayı olmayan atışta

6.47±0.29 olarak ve çıkış yüksekliğini sayı olan atışta 2.41±0.11 ve sayı olmayan atışta 2.43±0.09 olarak bulunmuştur. Bu çalışma, Mullineaux ve Uhl (2010)'un çalışması top bileşke hız ve çıkış yükseklikleri açısından benzerlikler göstermektedir.

Serbest atış parametreleri açısından topun yatay hızı ve top elden çıkış yüksekliğinin azalması ile atışların kaçma eğiliminde olacağı söylenebilir.

Basketbolda serbest atışta başarı için uygun hız, topun elden çıkış açısı, fırlatma açısı, gereklidir. Topun uygun şekilde elden ayrılması, havada uygun pozisyon alması ve uygun hızda olması gerekir. (Gablonsky ve Lang, 2005, Pflanz ve ark, 2006, Woo ve ark. 2007, Satti, 2004).

Ratko ve ark (2006) serbest atışın oyuncu pozisyonlarına göre biyomekanik analizini yapmış ve bu çalışma ile paralel olarak başarılı ve başarısız atışlar için dirsek eklemının önemini vurgulamışlardır. Dirsek ekstensörlerinin şut esnasında topun gidiş hızına büyük katkısı vardır. (Miller ve Bartlett, 1996). Destek eli atış sırasında topun merkezinin hafifçe arkasında durmalıdır. (http-1). Dirsek ve el bileği koordinasyonu serbest atış başarısında önemlidir. Daha uzak mesafeden atılan şutlar daha yüksek el bileği hareket açısı ve daha fazla atış hızı gerektirmektedir.

Geniş geriye dönüşte, düşük yükselme baskısında şutlarda daha geniş yakalama yüzdesi oluşmaktadır. Topun basıncı, ağırlığı, yapıldığı malzeme önemlidir (Okubo ve Hubbard, 2006).

Genç sporcularda serbest atış antrenmanlarının şut performansını olumlu yönde etkilediği, serbest atış tekniğinin alışkanlık haline gelebilmesi için serbest atış antrenmanların 8 hafta yeterli olacağı belirtilmektedir (Uzun ve Pulur, 2011).

Sonuç olarak, basketbolda serbest atış başarısını etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar, eklem açısı ve hızları, topun hızı, açısı, yörüngesi, basıncı, yorgunluk vb. etkenlerdir. Basketbol antrenörleri farklı mesafelerden atılan, savunmanın olduğu veya olmadığı şutlarda farklı biyomekanik etkilerin olacağını sporcularına fark ettirmeli ve isabetli atış oranını uygun tekniklerle geliştirebilmek için bu alıştırmaları antrenmanlarda sıklıkla tekrar ettirmelidirler.

Sayı olmayan atışlarda yetersiz itme kuvvetine bağlı olarak topun yatay hızı azaldığında sporcular daha yüksekten top atma eğiliminde olmaktadır. Antrenörlerin sporculara topun atış hız ve yükseklikleri ile ilgili dönütler vererek başarılı şut tekniğinin oluşması için gerekli şartları sağlayacakları düşünülmektedir.

İzokinetik kuvvet antrenmanı ile özellikle dirsek açısal hızında artış oluşmaktadır. Bu artış sayesinde daha uzaktan yapılan atışlarda başarı için optimal şartların daha kolay sağlanacağı belirtilmektedir.

Serbest atışın kinetik ve kinematığının incelendiği bu çalışmada izokinetik kuvvet antrenmanı yapan grup için sporcuların atış anında dirsek hız ve açılarının azaldığı, yerden yükseklik olarak topun daha aşağıdan atıldığı durumlarda başarılı atış durumunun gelişebileceği, özellikle topun elden çıkış anı yatay hızında azalma olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, izokinetik kuvvet antrenmanı programı ile sporculara istenen açısal hızda antrenman yaptırılmıştır. İzokinetik

antrenman istenen kas grubunu özel olarak belirli bir açıda çalıştırabilmesi, hız ve kuvvet artışı sağlaması, kas performansı hakkında ölçülebilen değerler verebilmesi nedeni ile önemli bir antrenman yöntemi olarak kullanılmıştır. Sporda performans gelişiminin ne kadar önemli olduğu düşünüldüğünde, izokinetik kuvvet antrenmanı programının basketbolcuların kuvvet gelişimi ve serbest atış biyomekaniğinin geliştirilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

ÖNERİLER

- Farklı mesafelerden yapılan atışlar için izokinetik açısal hız değerlerine göre antrenman programları geliştirilebilir.
- Basketbol için farklı temel tekniklerin hareket analizleri incelenebilir.
- Farklı kuvvet programlarına göre (örn.maksimal kuvvet) izokinetik kuvvet antrenmanı programı uygulanıp tork değerlerinin gelişimi takip edilebilir.
- İzokinetik kuvvet antrenmanı programı sonrası eklemler arası tork değişimi değerleri incelenebilir.
- Antrenman öğeleri değiştirilerek atış mekanikleri yeniden incelenebilir.
- İzokinetik kuvvet antrenmanının akut ve kronik etkilerinin şut kinetik ve kinematikleri ile ilişkisi incelenebilir.

KAYNAKLAR

Aackland, T.R., Elliott, B.C., Bloomfield, J., Applied Anatomy and Biomechanics in Sport, Human Kinetics, USA, 78, 2009.

Abernethy, P.J., Howard, A., Quigley, B.M., Isokinetic torque and instantaneous power-independent entities?, Journal of Strength and Conditioning Research, 10(4), 220-223 (1996).

Alpar, R., Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlik, Detay Yayıncılık, Ankara, 222-270-346, 2012.

Baltzopoulos, V., Brodie, D.A., Isokinetic Dynamometry Applications and Limitations, Sports Medicine, 8(2), 101-116 (1989).

Bartlett, R., Introduction to Sport Biomechanics, Analysing Human Movement Patterns, London, 53-117-118-119-120-130-131-132, 2007.

Beck, T.W., Housh, T.J., Johnson, G.O., Weir, J.P., Cramer, J.T., Coburn, J.W., Malek, M.H., Mielke, M. Effects of two days of isokinetic training on strength and electromyographic amplitude in the agonist and antagonist muscles, Journal of Strength and Conditioning Research, 21(3), 757-762 (2007).

Bompa, T.O., Antrenman Kuramı ve Yöntemi, Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara, 325-327, 2007.

Brown, L.E., Isokinetics in Human Performance. Human Kinetics, USA, 3-4-7-8-9-10, 2000.

Brown, L.E., Whitehurst, M., The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development, Journal of Strength and Conditioning Research, 17(1), 88-94 (2003).

Brown, L.E., Whitehurst, M., Findley, B.W., Gilbert, R., Groo, D.R., Jimenez, J.A., Effect of repetitions and gender on acceleration range of motion during knee extension on an isokinetic device, Journal of Strength and Conditioning Research, 12(4), 222-225 (1998).

Büyüköztürk, Ş., Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, Pegem Akademi, Ankara, 44, 2010.

Chan, K.M., Maffulli, N., Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation, Williams&Wilkins Asia-Pacific Ltd., Hong Kong, 1996.

Chen, W.C., Lo, S.L., L., Y.K., Wang, J.S., Shiang, J.S., Effects of upper extremity fatigue on basketball shooting accuracy, 23. International Symposium on Biomechanics in Sports, ISBB 22-27 August, Beijing, China, 633-636 (2005).

Coburn, J.W., Housh, T.J., Malek, M.H., Weir, J.P., Cramer, J.T., Beck, T.W., Johnson, G.O., Neuromuscular Responses to Three Days of Velocity-Specific Isokinetic Training, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 892-898 (2006).

Colson, S., Pousson, M., Martin, A., Hoecke, J.V., Isokinetic elbow fleksion and coactivation following eccentric training, *Journal of Electromyography and Kinesiology* 9, 13-20 (1999).

Dick, F., Johnson, C, Paish, W., Strength training for athletic, British Amateur Athletic Board, London, 16, 1978.

Diehl, D., Tant, C.L., Emmons, S., Osborn, R., A Comparison of the basketball set shot and jump shot at two different distances, 11th International Symposium on Biomechanics in Sports, ISSN 1999-4168, 309-312 (1993).

Dvir, Z., Isokinetics muscle testing interpretation and cinical applications, Churchill Livingstone, USA, 8-26, 2004.

Ellenbecker, T.S., Roetert, E. P., Riewald, S., Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players, *British Journal of Sports Medicine*, 40, 411-414 (2006).

Evetovich, T.K., Housh, T.J., Housh, D.J., Johnson, G.O., Smith, D.B., Ebersole, K.T., The Effect of Concentric Isokinetic Strength Training of the Quadriceps Femoris on Electromyography and Muscle Strength in the Trained and Untrained Limb, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 439-445 (2001).

FIBA International Basketball Federation, Official Basketball Rules 2012, 7-9.

Fontanella, J.J., The Physics of Basketball, *International Journal of Sports Science and Coaching*, 2(2), , The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 2006 xiv + 139 pages, ISBN: 0801885132. 203-204 (2007).

Foran, B., Advantages and disadvantages of isokinetics, variable resistance and free weights, *National Strength & Conditioning Association Journal*, 7(1), 24-25, (1985).

Gablonsky, J.M., Lang, A. S. I. D., Modeling Basketball Free Throws, *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 47(4), 775-798 (2005).

Gioftsidou, A., Ispirlidis, I., Pafis, G., Malliou, P., Bikos, C., Godolias, G., Isokinetic strength training program for muscular imbalances in professional soccer players, *Sport Sciences for Health*. 2(3), 101-105 (2007).

Griffiths, I.W., Principles of Biomechanics, Motion Analysis, Lippincott Williams, Wilkins, USA, 8-9, 2006.

Hamilton, G.R., Reinschmidt, C., Optimal trajectory for the basketball free throw, *Journal of Sports Sciences*, 15, 491-504 (1997).

Handel, M., Dickhuth, H.H., Mayer, F., Gülch, R.W., Prerequisites and limitations to isokinetic measurements in humans, *European Journal of Applied Physiology*, 73, 225-230 (1996).

Hayes, D., Body segment contributions to free throw shooting in basketball, 5. International Symposium on Biomechanics in Sports 205-211, (1987).

Heyward, V.H., Stolarczyk, L.M., Applied Body Composition Assessment, Human Kinetics, USA, 1996.

Hudson, J. L., A Biomechanical Analysis by Skill Level of Free Throw Shooting in Basketball, *Biomechanics in Sports*, Del Mar, CA: Academic Publishers. 95-102 (1982).

Humac Norm Testing, Rehabilitation System User's Guide, Model 770, Computer Sports Medicine, Inc. (CSMI), USA, (1)16-(1)17, 2003.

Hung, G.K., Pallis, J.M., Biomedical Engineering Principles In Sports, Springer Us. (2004).

Ignjatovic A., Effects of perceived neuromuscular fatigue on kinematic variables of the basketball free throw shooting, 10th Annual Congress of the ECSS, Belgrade, (2005).

Işık, T., Gençer, T., Basketbolda Takım Performansının Teknik Analizi: İç Saha ve Dış Saha Performanslarının Değerlendirilmesi, *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J. of Sport Sciences*, 18 (3), 101-108 (2007).

İnal, H.S., Spor Biyomekaniği Temel Prensipler, Nobel Yayın, İstanbul, 4, 2004.

Khelifa, R., Aouadi, R., Shephard, R., Chelly, M.S., Hermassi, S. Gabbett, T.J., Effects of a shoot training programme with a reduced hoop diameter rim on free-throw performance and kinematics in young basketball players, *Journal of Sports Science* 2012, 1-8 (2012).

Knudson, D., Fundamentals of Biomechanics, Springer, USA, 3-8-11, 2007.

Lesmes, G.R., Costill, D.L., Coyle, E.F., Fink, W.J., Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training, *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 266-269 (1978).

Liu, Y.T., Chiang, H.Y., Mayer-Kress, G., Variability in accuracy: movement degeneracy in basketball clean shot, *Journal of Biomechanics*, 39(1), 189 (2006).

Lohman, T.G., Roche, A.F., Martoral, R., Anthropometric Standartization Manuel, Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

Malliou, P.C., Giannakopoulos, K., Beneka, A.G., Gioftsidou, A., Godolias, G., Effective ways of restoring muscular imbalances of the rotator cuff muscle group: a comparative study of various training methods, British Journal of Sports Medicine, 38, 766-772 (2004).

Maud, P.J., Foster, C., Physiological assessment of human fitness, Human Kinetics, USA, 109, 1995.

Meriç, B., Aydın, M., Hareket analizinde kullanılan görüntü sisteminin hassasiyetinin belirlenmesi, Uluslar arası İnsan Bilimleri Dergisi, ISSN: 1303-5134. 5(2), 1-7 (2008).

Miller, S.A., The relationship between kinematic variables and shooting distance in basketball: A re-evaluation, Journal of Sports Sciences, 11, 285-293 (1993).

Miller, S.A., A biomechanical comparison between shooting technique in basketball and netball, In proceedings of the XIV ISBS Symposium, 1996 (edited by J.M.C.S. Abrantes), Lisboa Codex, Portugal: Edicoes FMH. 358-361 (1996).

Miller, S.A. Contribution of selected muscles to basketball shooting. In Proceedings of the XV ISBS Symposium, 1997 (edited by J. Wilkerson, K. Ludwig and W. Zimmerman), Texas Woman's University Press, Denton., 475-481 (1997).

Miller, S.A., The kinematics of inaccuracy in basketball shooting. In Proceedings I of the XVI ISBS Symposium (edited by H.J. Riehle and M. Vieten), UVK - Universitätsverlag Konstanz, Germany, 188-191 (1998).

Miller, S.A., Electromyographic considerations of inaccuracy in basketball shooting. In Scientific Proceedings of the XVII ISBS Symposium (edited by R.H. Sanders and B.J. Gibson), PK Print: Edith Cowan University, 209-212 (1999).

Miller, S.A, Bartlett, R., The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position, Journal of Sports Sciences, 14, 3, 243-253 (1996).

Morriss, C.J., Tolfrey, K., Coppack, R.J., Effects of Short-Term Isokinetic Training on Standing Long-Jump Performance in Untrained Men, Journal of Strength and Conditioning Research, 15(4), 498-502 (2001).

Mullineaux, D.R., Uhl, T.L., Coordination-variability and kinematics of misses versus swishes of basketball free throws, Journal of Sports Sciences, 28:9, 1017-1024 (2010),

Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Sasaki, J. E., Keller, B., Speed-accuracy relationship in basketball shoot. The Fiep Bulletin, 77, 745-747 (2007).

Okazaki, V.H.A., Okazaki, F.H.A., Lima, E.S., Kopp, N., Basketball Shoot and Players Height. The FIEP Bulletin, 78, 627-630 (2008).

Okubo, H., Hubbard, M., Dynamics of the basketball shot with application to the free throw, Journal of Sports Sciences, 24(12), 1303-1314 (2006).

Payton, C.J., Bartlett, R.M., Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise, USA, 8-10-33, 2008.

Perrin, D. H., Isokinetic Exercise and Assesment, Human Kinetics, USA, 6, 1993.

Pflanz, B., Wagner, H., Jungnickel, U., Maisser, P., Blickhan, R., Flying ball trajectories are anticipated in basketball throwing, Journal of Biomechanics, 39 (1), 563 (2006).

Prevost, M.C., Nelson, A.G., Maraj, B.K.V., The Effect of Two Days of Velocity-Specific Isokinetic Training on Torque Production, Journal of Strength and Conditioning Research, 13(1), 35–39 (1999.)

Ratko, S., Cvetko, S., Katarina, H., Biomechanical analysis of free shooting technique in basketball in relation to precision and position of the players, XXIV ISBS Symposium 2006, Salzburg – Austria, Saturday, 15 July, SAP-24: 10:45 - 11:15, 1-4 (2006).

Robertson, G.D.E., Caldwell, G.E., Hamill, J., Kamen, G., Whittlesey, S.N., Research methods in biomechanics, Human Kinetics, USA, 1-2-9-10-11-12. 2004.

Rojas, F.J., Cepero, M., Ona, A., Gutierrez, M., Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent, Ergonomics, 43(10), 1651-1660 (2000).

Satern, M.N., Comparison of adult male and female performance on the basketball free throw to that of adolescent boys, 6th International Symposium on Biomechanics in Sports, 307-316 (1988).

Satern, M.N., Kinematic parameters of basketball jump shots projected from varying distances, 11 International Symposium on Biomechanics in Sports, ISSN 1999-4168, 313-317 (1993).

Satti, S., The Perfect Basketball Shot, Physics Department, The College of Wooster, Wooster, Ohio 44691, May 6 (2004).

Serway, R. A., Beichner R. J., Physics For Scientists And Engineers With Modern Physics, 5. Baskı, Saunders College Publishing, 82-84, 2000.

Sevim, Y., Basketbolda Kondisyon Antrenmanı, Fil Yayınevi, Ankara, 15-16. 2010.

Şahin, Ö., Rehabilitasyonda izometrik değerlendirmeler, Cumhuriyet Tıp Dergisi, 32, 386-396 (2010).

Şen, C., Deplasmanlı milli ligde oynayan basketbolcuların üst ekstremité morfolojik özellikleri, istemli maksimal hareket genişlikleri, izometrik kuvvet ve serbest atış arasındaki ilişkiler, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (1997).

Tan, A., Miller, G., Kinematics of the free throw in basketball, Am.J.Phys., 49(6), June, 542-544 (1981).

Tang, W.T., Shung, H.M., Relationship between isokinetic strength and shooting accuracy at different shooting ranges in Taiwanese elite high school basketball players, Isokinetics and Exercise Science, 13(3), 169-174 (2005).

Tran, C.M., Silverberg, L.M., Optimal release conditions for the free throw in men's basketball, Journal of Sports Sciences, 26(11), 1147-1155 (2008).

Tsai, C.Y., Ho, W.H., Lii, Y.K., Huang, C.L., The kinematic analysis of basketball three point shoot after high intensity program, XIV ISBI Symposium, Salzburg-Austria, (2006).

Tsarouchas, E., Kalamaras, K., Giavroglou, A., Prassas, S., Biomechanical analysis of basketball free throw shooting in basketball, 6 International Symposium on Biomechanics in Sports (1988).

Uygur, M. Göktepe, A., AK, E., Karabörk, H., Korkusuz, F., The Effect of Fatigue on the Kinematics of Free Throw Shooting in Basketball, Journal of Human Kinetics volume 24, 51-56 Section I – Kinesiology DOI 10.2478/v10078-010-0019-0 (2010).

Uzun, A., Pulur, A., Genç basketbolcularda (14-15 yaş) serbest atış antrenmanlarının atış isabet oranı gelişimine etkisinin araştırılması, Niğde University Journal of Physical Education And Sport Sciences 5(2) 81-87 (2011).

Vaughn, R.E., Kozar, B., Intra-individual variability for basketball free throws, Boise State University, Boise, Idaho, USA. In Biomechanics in Sports XI, (1993).

Visnapuu, M., T. Jürimäe., Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. Journal of Strength and Conditioning Research., 21(3):923–929 (2007).

Winter, D.,A., Biomechanics and Motor Control of Movement, New York: Wiley, 1990.

Watanabe, T., Sato, T., Igawa, S., Accuracy of skill performance in the basketball free throw shooting, Bio Web of Conferences, DOI:10.1051/bioconf/20110100096 (2011).

Woo, B.H., Kim, C.W., Lim, Y.K., Variability of basketball free throw, Journal of Biomechanics, 40(2), 763 (2007).

Yücesir, İ., Fiba Assist Magazine, 53. Mayıs, 2003.

Zuzik, P., Free Throw Shooting Effectiveness in Basketball Matches of Men and Women, *Sport Science Review*, vol. XX, No. 3-4, August, 149-160, DOI:10.2478/v10237-011-0059-y (2011).

http-1 Mechanics of the Basketball Free Throw,
http://umanitoba.ca/faculties/kinrec/research/media/free_throw.pdf (02.06.2013).

EKLER



Volume-Orange (Unrecorded For Exhibit 10)
None
 Knight & Marriot (Voyager)
 11/11/1994

[illegible]

Real de la A a la Z
Pulsar Online

Yaz Dr. B. YAZAR
(E-posta: byazar@yaz.com.tr)

 Springer

PAUL D. OZBAGLIK

Table 2. 8-Quinoxylamine

Prof. Dr. F. S. KILIÇ
Etiler, Ankara

Prof. Dr. ÖZALP ÖZÜLÜ
Tercüme Komisyonu Başkanı

D. DR. G. TAZ GURRY
(1992)

G. Lloyd
Sales Manager
Purdue Valve Agency
144 East South Washington

EK 2

Doktora Tezi Ölçüm Formu

Adı Soyadı :

Doğum Tarihi :

Antrenman yaşı (ay) :

Antropometrik Ölçümler

Boy (cm) ve Vücut Ağırlığı (kg) Ölçümleri	1.ölçüm	2.ölçüm	El ve kol uzunluğu ölçümleri (cm)	1.ölçüm	2.ölçüm
Boy (cm)			El uzunluğu		
Vücut Ağırlığı (kg)			Önkol uzunluğu		
			Üstkol uzunluğu		
Deri Kıvrımı Ölçümleri	1.ölçüm	2.ölçüm	Çevre ölçümleri (cm)	1.ölçüm	2.ölçüm
Triceps deri kıvrımı			Biceps çevresi		
Subskapula deri kıvrımı			Biceps (kont)		
Biceps deri kıvrımı			El bileği çevresi		
Göğüs deri kıvrımı			Uyluk çevresi		
Suprailiac 1 deri kıvrımı			Baldır çevresi		
Abdominal deri kıvrımı			Bel çevresi		
Uyluk deri kıvrımı			Çap ölçümleri (cm)	1.ölçüm	2.ölçüm
Baldır deri kıvrımı			Humerus çapı		
Suprailiac 2 deri kıvrımı			Femur çapı		

El-pençe Kuvveti Testi

1.Deneme	2.Deneme	3.Deneme