



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**HAVALI TABANCA SPORCULARININ ATIŞ
SIRASINDAKİ HAREKETLERİNİN SKORA
ETKİSİNİN FOTOGRAMETRİK YÖNTEM
İLE ANALİZİ**

Seval AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Seval AYDIN tarafından hazırlanan ‘‘HavalıTabanca Sporcularının Atış Sırasındaki Hareketlerinin Skora Etkisinin Fotogrametrik Yöntem ile Analizi’’ adlı tez çalışması 14/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliğı ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliğı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan Kesen
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

Seval AYDIN
Tarih:

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****HAVALI TABANCA SPORCULARININ ATIŞ SIRASINDAKİ
HAREKETLERİNİN SKORA ETKİSİNİN FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE
ANALİZİ****SEVAL AYDIN****Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Prof.Dr. Ayhan Göktepe****2023, 107 Sayfa****Jüri****Prof.Dr.Hakan KARABÖRK****Prof.Dr.Serkan REVAN****Prof.Dr.Ayhan GÖKTEPE**

Son yıllarda teknolojinin ilerlemesi ile hareket analizi ve biyomekanik üzerine yapılan çalışmalar, araştırmacıların en çok ilgi duyduğu alanlardan biri haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, havalı tabanca atıcılarının, ölçümler sırasında elde edilen en iyi ve en kötü skorlu atışlarının 3B koordinat grafiklerini çıkarmak ve bu grafikleri kinematik olarak değerlendirmektir. Çalışma Gazi Atıcılık sporcuları ve Ankarada farklı kulüplerden 5 erkek ve 4 kadın sporcunun gönüllü olarak katılımı ile Türkiye Olimpiyat Hazırlık Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan yarı müsabaka süresine eşit olan 37 dakika 30 saniye süre verilerek 30 atış yapmaları istenmiştir. Çalışmada havalı tabanca sporcularının ölçümlerini kayıt altına almak için Optitrack V120 Trio model stereo kamera, sporcuların kinematik analizini yapabilmek için ise fotogrametrik yöntemle sporcu hareketlerinin analiz edildiği, sporcu üzerine yerleştirilen işaretçilerin üç boyutlu koordinatlarının gerçek zamanlı olarak belirleyen Fotogrametrik Hareket Analizi Yazılımı (FHAY) kullanılmış ve sporcuların hareket analizleri yapılmıştır. Yapılan atışlar sonrasında sporcuların en iyi ve en kötü atışları skor sonuçlarına göre belirlenerek bu atışlara ait verilerin Matrix Laboratory (MATLAB) ortamında grafikleri oluşturulmuş ve bu grafiklere göre değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda tabanca ucu, bilek ve dirsek noktalarının X,Y,Z yönlü hareketlerinde her sporcuda farklı farklı hataların olduğu sporcuların tamamında tespit edilmiştir. Sporcuların üzerine yerleştirilen işaretçiler ölçümler sonrasında incelendiğinde özellikle hareketli olan bölgelerin (tabanca ucu, bilek ve dirsek) atış esnasında skoru etkilediği, diğer bölgelerin koordinatlarında stabile daha yakın yer değişikliğinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fotogrametri, Dijital Fotogrametri, Biyomekanik, Hareket Analizi, Atıcılık, Havalı Tabanca.

ABSTRACT**MS THESIS****ANALYSIS OF THE SCORE EFFECT OF AIR PISTOL ATHLETES'
MOVEMENTS DURING SHOOTING BY PHOTOGRAMMETRIC METHOD****Seval AYDIN****Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatics Engineering****Advisor: Prof.Dr. Ayhan GÖKTEPE****2023, 107 Sayfa****Jury
Prof.Dr.Hakan KARABÖRK
Prof.Dr.Serkan REVAN
Prof.Dr.Ayhan GÖKTEPE**

Studies on motion analysis and biomechanics have become one of the most interested areas by researchers over the last years with the technological progress. The aim of this study is to draw the 3D coordinate graphics of the best and the worst scoring shootings of the air pistol shooters during the measurements and to evaluate these graphics through kinematic analysis. The study was carried out at the Turkish Olympic Training Center with the volunteer shooters consisting of 5 male and 4 female shooters from Gazi Shooting Club and various shooting clubs in Ankara. The participants were asked to shoot 30 shots in 37 minutes and 30 seconds which is equal to half competition time.. In the study, the Optitrack V120 Trio model stereo camera was used to record the measurements of the air pistol shooters, and the FHAY software, which analyzes the movements of the shooters by photogrammetric method and determines the three-dimensional real-time coordinates of the markers placed on the shooters, was used to make the kinematic analysis of the shooters. After the shootings, the best and worst shots of the shooters were determined according to the scores, and the graphics of the data of these shots were drawn by Matrix Laboratory (MATLAB) and they were evaluated according to these graphics. As a result of the evaluations, it has been detected that all shooters have error, each having different errors in the X, Y, Z directional movements of the air pistol's low end that is under the, wrist and elbow points. Upon examining the markers placed on the shooters after the measurements, it was concluded that the mobile parts (air pistol front sight, wrist and elbow) in particular affected the score during the shooting, while the displacement in the coordinates of the other parts were nearly stable.

Keywords: Photogrammetry, Digital Photogrammetry, Biomechanics, Motion Analysis, Shooting, Air Pistol.

ÖNSÖZ

Üniversitedeki eğitim-öğretim hayatımda, tez yazım aşaması boyunca desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Ayhan GÖKTEPE'ye, yönlendirmeleri ile çalışmamı şekillendiren Prof. Dr. Hakan KARABÖRK hocama ve Harita Genel Müdürlüğünde görev yapan uygulamada kullanılan donanım, yazılımın mimarı Müh.Yb.Mustafa CANİBERK'e ve her zaman yanımda olan eşim A.Serhat AYDIN ve biricik oğlum Bartu Aras AYDIN'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Dijital fotogrametri	9
3.1.1. Görüntü distorsiyonları	11
3.1.2. Kamera kalibrasyonu	13
3.1.3. Video görüntülerden otomatik obje yakalama	15
3.2. Biyomekanik	16
3.2.1. Spor biyomekanigi	17
3.3. Atıcılık ve Olimpik Havalı Tabanca	18
3.3.2. Atıcılıkta temel teknikler	20
3.3.3. Atıcılık müsabakaları ve oyun kuralları	24
3.4. Fotogrametrik Hareket Analizi Yazılımı (FHAY).....	25
3.5. Uygulama	34
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	39
4.1. ES1 Sporcu Verileri	39
4.2. KS-1 Sporcu verileri	44
4.3. ES-2 Sporcu Verileri	50
4.4. KS-2 Sporcu Verileri.....	55
4.5. KS-3 Sporcusunun Verileri	60
4.6. ES -3 Sporcu Verileri	65
4.7. ES - 4 Sporcu Verileri	70
4.8. ES - 5 Sporcu Verileri	75
4.9. Tartışma.....	80
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	86

5.1. Sonuçlar.....	86
5.2. neriler	86
KAYNAKLAR	88



SİMGELER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

- APAS** : Ariel Performans Analiz Sistemi
- FHAY** : Fotogrametrik Hareket Analizi Sistemi
- GIS** : Geographic Information System
- ISSF** : International Shooting Sport Federation
- MATLAB** : Matrix Laboratory
- TAAF** : Türkiye Atıcılık ve Avcılık Federasyonu
- 2B** : İki Boyutlu
- 3B** : Üç Boyutlu

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 3.1. V120 Trio kameranın teknik özellikleri	26
Çizelge 3.2. Farklı objelerin yayma değerleri	27



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 3.1. Dijital görüntü matrisi	10
Şekil 3.2. Piksel (x' , y') ve görüntü koordinat (x , y) sistemleri	12
Şekil 3.3.Çapsal (Radyal) distorsiyon	12
Şekil 3.4.Teğetsel distorsiyon.....	13
Şekil 3.5.Havalı Tabanca.....	20
Şekil 3.6.AtışPozisyonu.....	21
Şekil 3.7.Baş Parmak ile Tetik Parmağı Boşluğu.....	21
Şekil 3.8.Elin Alt Kısmı	22
Şekil 3.9.Kabzanın Altında Yer Alan Orta Kısım	22
Şekil 3.10.Atış Sırasında Temsili Nefes Kontrol Diyagramı	23
Şekil 3.11.V120 Trio kameranın genel görünümü	26
Şekil 3.12.Yansıtıcı işaretçi örnekleri.....	27
Şekil 3.13.Yansıtıcı işaretçilerin yakalanması.....	28
Şekil 3.14.Faydalı çalışma alanının üstten görünüşü	28
Şekil 3.15.Faydalı çalışma alanının yandan görünüşü	29
Şekil 3.16.Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılımı (FHAY) iş akışı	30
Şekil 3.17.Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılımı (FHAY) tasarım	31
Şekil 3.18.FHAY 3B gösterim arayüzü.....	32
Şekil 3.19. FHAY grafik analiz ekranı	33
Şekil 3.20.Ölçüm anında kullanılan koordinat sistemi ve eksenler.....	36
Şekil 3.21.İşaretçilerin yerleşimi	36
Şekil 3.22. FHAY yazılımı sonuç ekranı.....	37
Şekil 3.23. Ölçüm sonuçlarının Natcad ortamında görünümü	37
Şekil 3.24. Sonuç verilerine ait isimlerin düzenlenmiş tablosu.....	38
Şekil 4.1. ES-1 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)	40
Şekil 4.2. ES-1 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)	40
Şekil 4.3. ES-1 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	41
Şekil 4.4. ES-1 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	41
Şekil 4.5. ES-1 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	42
Şekil 4.6. ES-1 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	42
Şekil 4.7. ES-1 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	43
Şekil 4.8. ES-1 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	43

Şekil 4.9. ES-1 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	44
Şekil 4.10. KS-1 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış).....	45
Şekil 4.11. KS-1 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	45
Şekil 4.12. KS-1 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	46
Şekil 4.13. KS-1 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)	46
Şekil 4.14. KS-1 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)	47
Şekil 4.15. KS-1 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	47
Şekil 4.16. KS-1 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)	48
Şekil 4.17. KS-1 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)	48
Şekil 4.18. KS-1 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	49
Şekil 4.19. ES-2 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)	50
Şekil 4.20. ES-2 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)	51
Şekil 4.21. ES-2 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	51
Şekil 4.22. ES-2 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	52
Şekil 4.23. ES-2 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	52
Şekil 4.24. ES-2 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	53
Şekil 4.25. ES-2 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	53
Şekil 4.26. ES-2 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	54
Şekil 4.27. ES-2 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	54
Şekil 4.28. KS-2 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış).....	55
Şekil 4.29. KS-2 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	56
Şekil 4.30. KS-2 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	56
Şekil 4.31. KS-2 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)	57
Şekil 4.32. KS-2 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)	57
Şekil 4.33. KS-2 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	58
Şekil 4.34. KS-2 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)	58
Şekil 4.35. KS-2 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)	59
Şekil 4.36. KS-2 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	59
Şekil 4.37. KS-3 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış).....	60
Şekil 4.38. KS-3 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	61
Şekil 4.39. KS-3 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	61
Şekil 4.40. KS-3 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)	62
Şekil 4.41. KS-3 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)	62
Şekil 4.42. KS-3 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	63

Şekil 4.43. KS-3 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)	63
Şekil 4.44. KS-3 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)	64
Şekil 4.45. KS-3 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış).....	64
Şekil 4.46. ES-3Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)	65
Şekil 4.47. ES-3Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)	66
Şekil 4.48. ES-3Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	66
Şekil 4.49. ES-3Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	67
Şekil 4.50. ES-3Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	67
Şekil 4.51. ES-3Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	68
Şekil 4.52. ES-3Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	68
Şekil 4.53. ES-3Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	69
Şekil 4.54. ES-3Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	69
Şekil 4.55. ES-4Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)	70
Şekil 4.56. ES-4Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)	71
Şekil 4.57. ES-4Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	71
Şekil 4.58. ES-4Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	72
Şekil 4.59. ES-4Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	72
Şekil 4.60. ES-4Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	73
Şekil 4.61. ES-4Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	73
Şekil 4.62. ES-4Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	74
Şekil 4.63. ES-4Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	74
Şekil 4.64. ES-5Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)	75
Şekil 4.65. ES-5Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)	76
Şekil 4.66. ES-5Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)	76
Şekil 4.67. ES-5Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	77
Şekil 4.68. ES-5Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	77
Şekil 4.69. ES-5Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	78
Şekil 4.70. ES-5Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış).....	78
Şekil 4.71. ES-5Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış).....	79
Şekil 4.72. ES-5Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)	79

1.GİRİŞ

İnsan yaşadığı sürece öğrenmiş olduğu temel motorik özellikler sayesinde yürüme, koşma, zıplama, atlama ve bunun gibi birçok temel beceriyi hayatının her noktasında kullanmaktadır. Bu becerilerin öğrenilmesi ve geliştirilmesi uzun vadeli sporcu gelişimi yaklaşımına göre sağlıklı bireylerde yaşamı boyunca devam eden bir periyot olarak bilinmektedir. Bu kapsamda; sağlıklı bir toplumda yaşamak adına her birey yaşam boyu spor felsefesini benimsemelidir. Uzun vadeli sporcu gelişiminin amaçları arasında iyi ve yetenekli olan sporcuları keşfetmek ve onları yönlendirmek suretiyle elit sporcu olmasını sağlamak hususu da yer almaktadır. Tüm spor branşlarında, sporcunun elit seviyeye gelmesi için yapılan antrenman ve çalışmalarındaki uygulanan hareketler, branşa özgü olarak yapılmalıdır. Beceri öğrenimi; uygulanacak hareketin tekrar sayısının fazlalığı ve iyi öğrenilmesi ile mükemmel seviyeye ulaşmaktadır.

Gündelik yaşamda yanlış öğrenilmiş bir hareketin düzeltilmesi ne kadar zor ise, sportif performansı geliştirmek için uygulanan hareketin yanlış uygulanması ve sonrasında düzeltilmesi çok daha zordur. Bir sporcunun yeni bir beceriyi başarılı şekilde uygulayabilmesi ve üst düzey performans sergileyebilmesi için, yeni hareketi öğrenebilmek ve uygulayabilmek amacıyla çok fazla tekrar yaparak kendisini geliştirmesi gerekmektedir. Sporcunun geliştirdiği bu beceriyi mükemmelleştirmesi ve sonrasında da istikrarlı hale getirebilmesi için binlerce tekrar yapması gerekmekte ve bununla birlikte her yapılan tekrarın kaliteli olması önem taşımaktadır (Baacke, 2006).

Doğru zaman ve iyi uygulanan hareket sonrasında sportif performansın geliştiği ve profesyonelleşme adına başarılı adımların atıldığı görülmektedir. Antrenörlerin ve spor bilimcilerin antrenmanlarda hareket ve beceriyi öğretirken birçok faktörü göz önünde bulundurması gerekmektedir. Hareket tekrar edilerek otomatik hale dönüşmekte ve sonrasında beyinde ezberlenmektedir. Bu kapsamda hareketlerin mükemmelleşmesi için doğru hareketi yapması beklenen eklem ve kasların, biyomekanik (Smith, 1973; Laubach, 1976; Buff ve ark., 1988; Bell ve ark., 1990; Markolf ve ark., 1995) ve anatomik (Hida, 1994; Bendijaballah ve ark., 1997) açıdan hareket analizleri yapılmasıyla, çok daha kısa sürede başarıya ulaşıldığı görülmektedir (Caniberk, 2019). Yapılan bu çalışmalardan elde edilen analizler, antrenörlere ve sporculara çok değerli bilgiler sunmakta (Medved, 2001; Öz, 2008) ve bunun sonucunda sadece sportif performansı artırmakla kalmayıp aynı zamanda spor hekimliğini de ilgilendiren spor

sakatlıklarını önlemekte de faydalandığı görülmektedir (Medved, 2001; Öz, 2008; Knudson, 2007; İnal, 2004).

Teknolojinin ilerlemesi ile insan üzerinde hareket analizi ve biyomekanik üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda en çok ilgi duyulan alanlardan biri haline gelmiştir. Spor alanında uygulanan hareketlerin çok kısa bir sürede ve çok hızlı bir şekilde gerçekleştiği bilinmektedir. Spor dalına has hareketlerin görüntülerinin kayıt altına alınması ve değerlendirme sonrası analiz edilmesi spor bilimi açısından çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Hareketlerin kinematik olarak belirlenmesinde video kamera görüntüleri kullanılmaktadır. Video görüntüler kullanılarak üzerinden ayrıca sporcu sağlığı ve performansının geliştirilmesi amaçlanmakta ve süreci kısalttığı görülmektedir. Bu çalışmalarda 3B hareket analiz sistemleri kullanılmaktadır.

Kinematik; insan hareketlerinin pozisyon sürelerini, gövdenin yer değiştirme ve stabilitesini, ivmelenmesini ve bu parametrelerin hızlanmasını sonuç olarak önümüze sermektedir. Bu bilgiler kullanılarak vücuttaki antropometrik bölgelerin 3B koordinatları tespit edilebilir. Ayrıca hareket farklılıkları veya değişiklikleri kolaylıkla bulunabilir ve hesaplanabilir.

Dijital fotogrametrik yöntemlerle görüntü analizlerinin 3B olarak gerçekleştirilebilmesi, vücut hareketinin değerlendirilmesi aşamasında yeni bir boyut kazandırmıştır (Ambrosio ve ark., 2001; Awan ve ark., 2002; Pers ve ark., 2002; Cerveri ve ark., 2003; Krosshaug ve Bahr, 2005; Tsuruoka ve ark., 2005; Ceseracciu ve ark., 2014; Monnet ve ark., 2014). Farklı spor dallarında sporcu hareketlerinin tamamı veya belli bir kısmı kayıt altına alınarak fotogrametrik yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar günümüzde sıklıkla yapılmaktadır. Bu çalışmalarda fotogrametrik yöntemlerin kullanılmasının en önemli sebebi ise “ölçmelerin cisimle temas kurmadan fotografik izdüşümleri üzerinden yapılmasına olanak sağlamasıdır” (Kraus, 2007). Hareketlerin çok kısa bir zamanda gerçekleştiği spor dallarında bile hareketi oluşturan faktörler (sporcu, ekipmanlar, spor alanı vb.) ile fiziksel olarak temas olmadan hareketlerinin yakalanması ve modellenmesi yapılabilmektedir.

Günümüzde sporcu hareket analizi yapabilen fotogrametrik yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde; sahada alınan görüntünün ve analizlerinin, farklı zamanlarda büro ortamında gerçekleştirilmesi gerçek zamanlı yapılmayan analizler ile kıyaslandığında sporcu eğitimine uygun olmadığı görülmektedir. Bu kapsamda; sistem, sporcu hareket ve analizini gerçek zamanlı yaparak, hareketin sonlanmasıyla ortaya

çıkan sonuç verilerinde, harekete dair eksikler ve yanlışların tespit edilmesi ile performans gelişimi sağlayarak eğitim verimliliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, havalı tabanca atıcılarının, ölçümler sırasında elde edilen en iyi ve en kötü skorlu atışlarının 3B koordinat grafiklerini çıkarmak ve bu grafikleri kinematik olarak değerlendirmektir. Havalı tabanca sporcularının, fotogrametrik yöntem ile atış sırasındaki hareket analizlerini yaparak skora olan etkisini tespit etmektir. Sporcular üzerine yerleştirilen işaretçilerin gerçek zamanlı olarak ölçümlerinin yapılması ve üç boyutlu koordinatlarının belirlenmesi sonucunda en iyi ve en kötü atışının grafiksel olarak değerlendirilmesi ve analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Atış sırasında yapılan küçük ama atış skoruna büyük ölçüde etki eden konum değişikliklerinin (hatalar) tespit edilerek, bu hataların düzeltilmesi de bu çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada havalı tabanca sporcularının atış sırasındaki hareket analizi, Optitrack firmasının V120 Trio model stereo kamerası ile elde edilen görüntülerin, FHAY yazılımı ile fotogrametrik ölçme ve değerlendirmesi yapılmış, atış performansı değerlendirmesi de MATLAB ortamında oluşturulan grafiklerle detaylı olarak analiz edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Geçmişten günümüze kadar birçok farklı spor dalında performans sırasında sporcuların tüm hareketlerinin veya bir bölümünün fotogrametrik yöntemler kullanılarak kayıt altına alındığı sıklıkla görülmektedir. Antrenman uygulamaları sırasında sporcu gelişimi ve bu gelişim faktörleri göz önünde bulundurularak birçok araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda; farklı dönemlerde fotogrametrik olarak uygulanan yöntemler sayesinde, sporcuların karşılaşılabilecekleri birçok patolojik yatkınlığın (predispoze) teşhisi ve/veya tedavi edilmesi aşamasındaki geçerliliğini koruduğu görülmekte ve birçok farklı çalışma ile desteklenmektedir. (Ramsey ve Wretenberg, 1999; Kaptein ve ark., 2004; Wong ve ark., 2005; Siegler ve ark., 2014). Bu konular ile ilgili ülkemizde ve dünyada birçok çalışma yapılmıştır.

Araştırmaya katılan deneklerin bireysel olarak ele alındığında; en iyi atışlarının vücut, kol, bilek ve silah stabilizasyonu ile koordinasyonunu çok iyi seviyede sağladığı görülmektedir. Grafiklerde her deneğin iyi atışı sırasında kol açısının aynı doğrultuda kaldığı neredeyse hiç oynamadığı sabit kaldığını göstermektedir.

O'Donoghue ve Ingram (2001); tenis branşında erkek ve kadınların servis atış tekniklerini incelemişler ve servis atışı sonrasında erkek tenisçilerin kadın tenisçilere oranla toparlanma süreçlerinin daha hızlı gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca yüzeyin toparlanmaya olan etkisi de araştırılmış ve servis atışlarında tüm tenis sporcularının fileye dik olarak gerçekleştirdikleri atışların daha başarılı sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Coleman (1993); voleybolda smaç vuruşunda çivileme diye bilinen bir tekniğin tek ayak ve çift ayakla yapılmasında ne gibi farkların ortaya çıkardığını incelemiştir. Yapılan çalışmada tek ayak smaç tekniğinin, çift ayak smaç tekniğine oranla daha büyük bir vücut açısı ile gerçekleştiği sonucuna varmıştır.

Malone ve ark., (2002); tekerlekli sandalye basketbolcuları üzerinde yaptıkları çalışmada sporcuların şut atışlarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak; kolun alçak tutuş açısı ile yaptıkları şut atışının kolun yüksek tutuş açısı ile yaptıkları şut atışlarına oranla daha az kuvvet harcayarak yaptıklarını ve başarılı sonuçlar elde edildiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da atış anında sporcunun pozisyonun sabit olması ve aynı şekilde istikrarlı olarak uygulanabilmesi doğrultusunda çok daha başarılı sonuçlar gerçekleştiği görülmektedir.

Harbili ve Arıtan (2005); yaptıkları araştırmada; üç elit halterciye ait koparma tekniklerini APAS (Ariel Performans Analiz Sistemi, Ariel Dynamics, San Diego, CA) hareket analizi yazılımı ile biyomekanik açıdan incelemişlerdir. Sporcular üzerinde 18 antropometrik noktaya ve bar üzerinde belirlenen 2 noktaya işaretçiler yerleştirilmiştir. Bu işaretçilerin görüntülerini S-VHS (Panasonic NV-MS2b) marka iki adet 25 fps çözünürlükte kamera kullanarak kayıt altına almışlardır. Bu çalışmada, halter koparma tekniği ile kaldırış sırasında vücut pozisyonu, barın maksimum yüksekliği, bara uygulanan kuvvet, yapılan iş ve güç gibi kinematik ve kinetik faktörlerin teknik açıdan farklılıkları belirlediği sonucuna varmışlardır. Koparma kaldırışında uygulanan teknik farklılıkların, sporcuların vücut üye uzunlukları ve uygulanan kuvvet ile ilişkilendiren dinamik bir yaklaşımla bakmanın daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Yukarıda belirtilen literatür çalışmalarına bakıldığında, analizlerin video görüntüler kullanılarak yapıldığı görülmektedir. Bu görüntülerin incelemesinde, analiz edilmesinde ve sonuç verilere ulaşılmasında ticari yazılımlar kullanılmaktadır. Çalışmalar incelediği zaman analizlerin gerçek zamanlı olmadığı ve yapılan bu çalışmaların analizlerinin sonuçlarına ait verilerin çoğunlukla büroda yapıldığı ortaya çıkmaktadır.

Fotogrametrik yöntemlere ait yapılan sporcu hareket analizi çalışmalarına bakıldığı zaman;

Öz (2008); yaptığı araştırmada, sporcuların deney sırasında belirlenen hedef bölgesine doğru yaptıkları smaç vuruşlarını doğru olarak kabul etmiştir. Başarılı beş vuruşa ait görüntülerini stereo fotogrametrik amaca uygun olarak iki adet digital video kamera ile senkronize bir şekilde kayıt altına alarak çalışmada kullanılmıştır. Sporcuların başarılı olan smaç vuruşlarının el bileği, dirsek ve omuz ekleminde oluşan açıların belirlenmesi amacıyla, açıların değişimini tespit edebilmek için (el, el bileği, dirsek, omuz ve kalça bölgesine) toplam 5 adet işaretçi yerleştirilmiştir. Sonuç olarak; omuz eklemi açısı ortalama değerlerinin vuruş öncesinden, vuruş anı ve sonrasına kadar geçen sürede giderek azaldığını ve dirsek ekleminin ise topa maksimum yükseklikte bir vuruş sağlaması için bu zaman dilimi içinde kolun giderek artan bir açı izlediğini tespit etmiştir. Ayrıca, smaç vuruşunun yapıldığı esnada üst ekstremitede oluşan eklem açılarının bireysel olarak farklılıklar gösterdiği ve bu farklılıklarla beraber smaç vuruş kuvvetini de etkilediğini saptamıştır.

Monnet ve ark., 2014' de yaptıkları çalışmada on elit yüzücüye ait antropometrik detayları ve sporcuların deneyim düzeylerine göre 3B kinematığını ölçmek için bir

optoelektronik stereofotogrametrik sistemin uygulanabilir olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada, orta mesafe temposunda sporcuların el eklemleri üzerine yerleştirdikleri sabitlenmiş işaretçileri takip etmek suretiyle birkaç deneme yapmaları istenmiştir. Her yüzücünün havuz kenarından başlaması koşuluyla yaklaşık 15 metre yüzmeleri istenmiştir. Sporcuların yaptığı 4 deneme başarı ile kaydedilmiş ve oturum sonlandırılmıştır. Bir kronometre yardımıyla elin her suya girdiği anda vuruş hızı dikkatli bir şekilde hesaplanmıştır. Dört başarılı deneme sonucunda her bir yüzücüye ait ortalama hız ve kulaç oranı tespit edilmiştir.

Magre ve Santos (2014); halter sporunda kuvvet, tork ve kinematik değişkenlerini tahmin etmek için kas sinyallerinden gelen verilerin toplanması ve kullanılması doğrudan yöntem, fotogrametrik video kamera vasıtası ile yakın mesafeden direkt olarak alınan verilerin değerlendirilmesi ise dolaylı yöntem olarak belirtmektedirler. Çalışmalarında, sporcunun halteri kaldırdığı anda ayarlanan ağırlığa ait konum ve hareket tekniğindeki değişim tespit edilmiştir. Aktif ve pasif izleme işaretçileri sayesinde önemli noktalar tespit edilerek sonuçlarından yararlanılmış, hareketli görüntü analiz sistemi kullanılarak toplanan veriler daha sonra analiz edilmiştir. Fotogrametrik analiz yapılırken, halter çubuğunun hızının ve ivmesinin belirlenmesinde uzaktan algılama tekniği kullanılmıştır. Yakın resim fotogrametrisi yöntemi ile halterdeki kinematik değişkenin antrenman ve yarışma sırasında ölçülebildiğini göstermişlerdir. Bu uygulamanın amacı, konum ölçüsündeki hatayı tespit edebilmektir. Konum ölçüsünde yapılan hatanın en kötü şartlarda %4'ten küçük ve ortalama değerinin ise %2,24 olduğu sonucuna varmışlardır.

Eskiycek (2017); yaptığı çalışmada elit düzeydeki çim hokeyi sporcularının penaltı ve kornerde uygulanan iki ayrı şut tekniğinin (drag flick ve flick) üç boyutlu (3B) kinematik analizini yapmıştır. Vuruşların isabetli ve isabet bulmayan atışlara ait kinetik (stick'e uygulanan kuvvet) ve kinematik değişkenlerin (pozisyon, yer değiştirme, hız, ivme, açı, açısız hız, açısız ivme, topa vuruş anındaki adım mesafesi, stick'in topu sürüklenme mesafesi ve top hızı) arasındaki farkları karşılaştırmıştır. Çalışma sporcuların şut tekniklerinin geliştirilmesi ve isabet oranlarını artırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışma 7'si milli olmak üzere toplam 12 deneyimli sporcu üzerinde uygulanmıştır. Şutör pozisyonunda oynayan sporcuların kaleye doğru iki farklı teknikte penaltı vuruşu yaptığı anda pozisyonlarına ait görüntüler analiz edilmiştir. Kale üst direğinin üst ortasına doğru asılan 40x40 cm ebatlarında hazırlanan kare şeklindeki demir çerçeve levhaya doğru kaleye 9.15 metre mesafeden şut atmaları istenmiş ve

sporcuların isabetli ve isabetsiz şutları belirlenmiştir. Videografi yöntemi kullanılan bu çalışmada sporcuların penaltı korner uygulaması sırasında drag flick ve flick şut tekniklerine ait üç boyutlu kinematik analizleri yapılmıştır. Eşzamanlı çalışan en az iki kamera ile hareket üç boyutlu olarak kaydedilmiş, en az beş kamera kullanılmak kaydı ile de vuruş alanının incelenmesi sağlanmıştır. Sporcuların performanslarına ait bu verilerin kayıt altına alınması için 120 Hz'lik 7 adet (Oqus 7+) yüksek hızlı kamera kullanılmıştır. Her bir sporcunun değerlendirilmesi aşamasında sağ ve sol vücut segmentleri üzerinde bulunan anatomik noktalara, yansıtma özelliği bulunan 12.5 mm çapında ve kaliteli küresel işaretçiler, sporcuların hareketlerini engellemeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Sporcuların drag flick vuruşunun başlangıcında sağ kalçaya ait açısız ivmesinin % 76 civarında azaldığı, bitiş fazında ise sol kalçadaki açısız ivmenin arttığı sonucu bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Flick vuruşuna başlandığı sırada ise sporcularda sol kalçaya ait açısız ivmenin % 44 civarında azaldığı sonucu ortaya çıkmıştır ($p \leq 0.05$).

Öz (2017); çalışmasını smaçör mevkisinde oynayan 12 yıldız kız voleybol sporcusunun katılımı ile gerçekleştirmiştir. Çalışmada sporcuların belirlenen bölgelere doğru 10'ar adet çapraz ve paralel doğrultuda başarılı olarak gerçekleşen smaç vuruşları dikkate alınmıştır. Kinematik verilerin tespitinde üç boyutlu (3B) görüntü yakalama sistemi (Vicon Peak, Oxford, UK) kullanılmıştır. Sporcuların üzerinde 38 adet pasif işaretçi (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak) sekiz adet yüksek hızlı kamera (T10 cameras, 200 kare/saniye, Vicon Peak, Oxford, UK) ile takip edilmiş ve oluşturulan düzeneğe sabitlenen iki adet kamera (Bonita 720c, Vicon Peak, Oxford, UK Şekil 3.4) vasıtasıyla görüntüler kayıt altına alınmıştır. Sonuç olarak; sporcuların çapraz pozisyonda yaptıkları smaç vuruşunun paralel pozisyondaki smaç vuruşuna göre daha yüksek bir başarı yüzdesiyle gerçekleştiğini ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte her iki pozisyonda yapılan smaç vuruşu esnasında, sol diz fleksiyon aralığı ve sağ ayak bileği rotasyon açısında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Fakat diğer parametrelerde anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Göktepe ve ark. (2009); yaptıkları çalışmada, buz hokeyinde kullanılan "slap-shot" vuruşunda dirsek ve diz eklemlerinin açısız kinematığını fotogrametrik yöntemler kullanarak incelemişlerdir. Bu çalışmada diz ve dirsek kinematığı dört sporcu üzerinde yapılmış ve sporcuların hareketleri değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Çalışma sırasında 2 adet (DragonFly Express™) dijital video kamera kullanılmış ve Pictran 2.9 fotogrametrik değerlendirme yazılımı ile sonuçları analiz edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda; slap-shot vuruşlarında diz eklemlerinde oluşan açılar birbirinden farklı

olmasının, her sporcu için dirsek eklemi kinematiki incelenirken ortak noktalardan olduğu tespit edilmiştir. Diz eklem kinematiki ve başarılı bir slap-shot vuruşu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir.

Göktepe ve ark. (2009); üniversiteli 5 (erkek) futbol oyuncusu üzerinde yaptıkları çalışmada uyluğu, gövdeyi ve ayağı belirtmek için beş yansıtıcı işaret kullanmışlardır. Kalenin köşelerinde belirlenen bölgelere ayak üstü vuruş yapmaları istenmiş ve başarılı olan 5 vuruş 60 kare/saniye kare hızında iki dijital kamera (Dragonfly Express, Point Gray Research, 2006) ile stereoskopik bir görüntüde kaydedilmiştir. Yapılan ayarlama sonrasında işaretlenen noktaların üç boyutlu koordinatları belirlenmiştir. Oyuncuların tüm ayaküstü tekme vuruşlarında diz fleksiyon farkı olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak; salınım fazında önemli boyutta ayak bileğinin uzatma farkının olmadığı görülmüştür. Ancak, ayak bileği ekstansiyonu sırasındaki topa temas anı ($F(3,16)=11.61, p=.00$) ve devamında ($F(3,16)=3107, p=.05$) oluşan fazlarda ise anlamlı olarak farklılık gösterdiğini bulmuşlardır.

Yılmaz (2022); yaptığı çalışmasında olimpik havalı tabanca sporcularının atış esnasındaki pozisyonlarının 60 atış yarışma akış testi uygulamasının biyomekanik analizini yapmıştır. Bu çalışmayı bir elit seviye, üç ileri seviye ve dört başlangıç seviye sporcunun katılımı ile gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda sporcuların yüksek puan atabilmelerini hedef orta noktasında iken kolun, silahın hareketini en aza indirmeleri gerektiğini ve her seferinde istikrarlı bir şekilde aynı tekrarı yapmaları gerektiğini tespit etmiştir.

Sporcular üzerinde uygulanan antrenman yöntemlerinin sporcunun performansını geliştirmek amaçlı olduğu düşünüldüğünde, buna yönelik olarak çağımızda yapılan fotogrametrik uygulamaların geçerliliği birçok farklı çalışmada ispatlanmaktadır (Ramsey ve Wretenberg, 1999; Kaptein ve ark., 2004; Wong ve ark., 2005; Siegler ve ark., 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Dijital fotogrametri

Dijital fotogrametri, kayıt ve bilgisayarlı görüntü işleme teknolojilerini kullanarak, büyütme, şekillendirmeyi ve ölçme için bilgisayar teknolojisini kullanabilmeyi sağlayan bir metod olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu metod, genellikle yüksek doğruluklu bilgilere bakışın gerekliliklerini sunmaktadır. Genellikle harita yapımı, coğrafi bilgi sistemleri (GIS) ve çevre ölçümleri gibi alanlarda kullanılır. Dijital fotogrametri kullanılan geleneksel fotogrametri yöntemlerine kıyasla daha hızlı, daha doğru ve daha etkili sonuçlar üretebilir (Ambrosio ve ark., 2001; Awan ve ark., 2002; Pers ve ark., 2002; Cerveri ve ark., 2003; Krosshaug ve Bahr, 2005; Tsuruoka ve ark., 2005; Ceseracciu ve ark., 2014; Monnet ve ark., 2014).

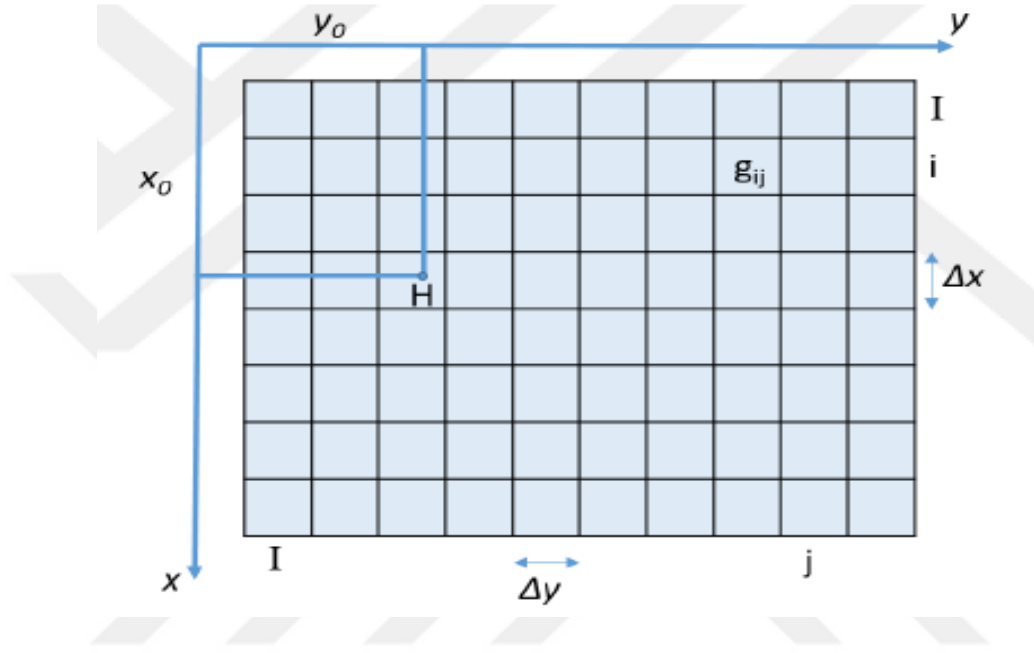
Dijital video görüntüleme sistemleri fotogrametrik uygulamalarda teknolojinin ilerlemesine bağlı olarak son yıllarda dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır (Geodetic Systems, 2003).

Video görüntüleme sistemlerinin bu alana faydaları; resim ölçümlerini otomatik yapması ve cisme ait olan üç boyutlu verileri eş zamanlı olarak işlemesidir. Görüntü dijitalleştirme çalışmalarında kullanılan görüntü algılama sistem, donanım ve yazılım üretim maliyetlerinin düşmesi, herkesin kullanmasına olanak sağladığı gibi gelişmesine de katkıda bulunmuştur (Duran, 2003).

Dijital fotogrametride yer alan önemli adımlardan bazıları, görüntü elde etme, görüntü ön işleme, görüntü eşleştirme ve 3B yeniden yapılandırmayı içerir. Süreç bir nesnenin veya alanın dijital görüntülerini farklı açılardan yakalamayı, görüntü işleme ve görüntü analizi için özel yazılım araçlarının ve algoritmaların kullanımını içerir. Bu ölçümler daha sonra 3B modeller ve harita oluşturmak veya çeşitli analiz türlerini gerçekleştirmek için kullanılabilir. Bu teknolojilerin doğruluk, hız ve maliyet etkinliğinde artış gibi birçok fayda sunması, farklı endüstrilerde giderek daha popüler ve daha önemli bir hale gelmelerini sağlamaktadır (Ambrosio ve ark.,2001; Awan ve ark., 2002; Pers ve ark., 2002; Cerveri ve ark., 2003; Krosshaug ve Bahr, 2005; Tsuruoka ve ark., 2005; Ceseracciu ve ark., 2014; Monnet ve ark., 2014).

Dijital fotogrametri alanında sayısal görüntüler işlenirken ek parametreler gerekmektedir.

Sayısal görüntü g_{ij} elemanları ile (iki boyutlu) bir G matrisinden meydana gelmektedir. Şekil 2.1’de satır indeksi i birer aralıklarla I den 1 ya gider, yani $i=(I) - 1$. Fakat sütuna karşılık gelen indeksleme ise $j = 1(I)$ ’dir. Bir görüntü elemanın büyüklüğü Δx , Δy ’dir. Bir sayısal görüntüde pikselin kendi konumu ile x , y koordinat sistemi arasındaki bağıntı zorunludur. Şekil 3.1’de bir görüntü koordinat sistemi görülmektedir (Kraus, 2007; Linder, 2009).



Şekil 3.1. Dijital görüntü matrisi

Çağımızda sayısal görüntüyü elde etmemize olanak sağlayan kameraların gelişimi ve kullanımının yaygın hale gelmesi, çözünürlüğü yüksek distorsiyonu düşük görüntülere ulaşmaya olanak sağlamış ve kullanılabilirlik oranını yükseltmiştir. Bu noktada yüksek çözünürlük ile elde edilen raster görüntüler sayesinde sayısal fotogrametri artan bir biçimde gelişim göstermektedir. Ayrıca bilgisayarlardaki belleğin ve işlemci hızlarının artması ile performanslarının yükselmesi ve rahat erişilebiliyor olması sayesinde sayısal fotogrametri gün geçtikçe ilgi odağı haline gelmektedir (Gürbüz, 2006).

Yüksek çözünürlüklü kameralar sayesinde, dijital fotogrametri teknolojisi daha doğru ve hassas bir hale gelmiştir. Bu gelişen kamera teknolojisi, uzaktan algılama ve sensör teknolojileri ile kullanımı, doğal afetlerin meydana getirdiği arazi değişiklikleri ve yıkımları, bitki örtüsü ve su verilerinin değişmesi, arazi kullanım sorunları, inşaat yapı alanlarının kontrol altında tutulması veya izlenmesi gibi birçok alanda faydalı olabilmektedir.

Dijital fotogrametri alanında, bilgisayar işlemcisi, bellek kapasitesi ve performansı yüksek cihazların kullanımı, oluşan karmaşıklıkların daha hızlı ve verimli bir şekilde ortadan kaldırılmasını sağlar. Bu sayede, karmaşık projelerde oluşan problemlerin daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

3.1.1. Görüntü distorsiyonları

Fotogrametrik ölçümlerin doğruluğu, kullanılan görüntülerin kalitesine bağlıdır. (Yıldız ve ark., 2005). Görüntü kalitesini etkileyebilecek ana faktörlerden biri ise (distorsiyon) bozulmalardır.

Bu bağlamda; fotogrametrik ölçümlerde kullanılan fotoğrafların doğru ve hassas olması önem arz etmektedir (Yıldız ve ark., 2005). Fotogrametride görüntü bozulmasına, lens bozulması, kamera eğim açısı, kamera dönüşü ve engebeli arazi gibi bir dizi faktörün sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca kameraların optik hataları, yetersiz kesitler, sıkıştırma, aktarma ve veri kaybı gibi faktörler nedeniyle de görüntülerde distorsiyonlar oluşur (Ramalingam ve Peter, 2016). Bu distorsiyonlar, görüntülerde yanlış koordinat hesaplamalarına veya geometrik hatalara neden olduğu için fotogrametrik işlemlerin sonuçlarını olumsuz etkileyebilir (Yastıklı, 2010).

Fotogrametride görüntü distorsiyonunu düzeltmek için, görüntü işleme yöntemi kullanılır. Bu teknikler, belirli ölçüde kalibrasyon verileri ile distorsiyonları düzeltmek için sahip oldukları hesaplamaları yapar. Görüntü bozulmasını düzelttikten sonra, fotogrametrik işlemler daha doğru ve güvenilir sonuçlar verir.

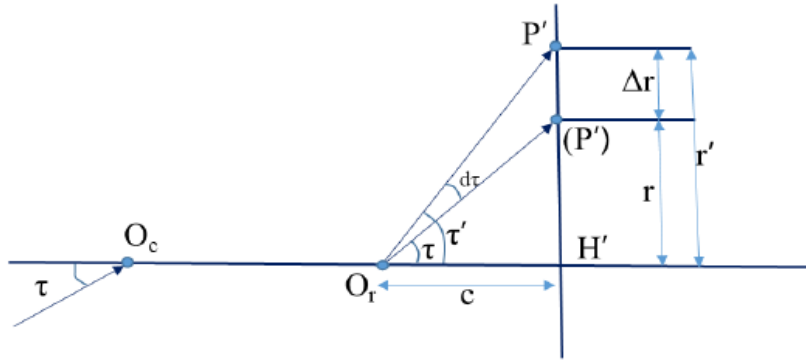
Bununla birlikte, fotogrametrik görüntü bozulmasına karşı birkaç çözüm bulunmaktadır. Birinci çözüm, bozulmayı en aza indirmek için tasarlanmış, yüksek kaliteli lens yerleştirilmiş kamera kullanmaktır. Diğer bir çözüm ise görüntülerdeki mercekle bozulmalarını ve paralaks hatalarını düzeltebilen yazılımlar kullanmaktır (Dubská ve ark., 2014). Görüntüleri analiz etmek, lens ve kamera eğiminin neden olduğu bozulmaları düzeltmek için karmaşık algoritmalar kullanan yazılım paketlerinden yararlanılmaktadır (Dubská ve ark., 2014). Ayrıca görüntülerden ve arazi modellerinden gelen veriler kullanılarak engebeli araziye bağlı etkiler de düzeltilebilir.

Fotogrametrik görüntü bozulmasına diğer bir çözüm de görüntüleri farklı açılardan yakalayabilen ve paralaks etkilerini azaltabilen birden fazla lensli bir arada barındıran fotogrametrik kameraların kullanımınıdır. Bu kameralar genellikle hava fotogrametrisinde kullanılarak son derece hassas 3B modeller üretebilmektedir.

Bu teknikte çözümlere ek olarak, görüntülerin en uygun koşullarda yakalanması ve uygulanmasını sağlamak da önemli bir unsur oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, gün içerisinde uygun saatlerin seçilmesi, hava şartlarına dikkat edilmesi, kameranın doğru kalibre edilmesi ve kamera eğimini önleyerek kameranın sabit bir platformda konumlandırılmasını sağlayacak önlemlerin alınması olarak da söylenebilir.

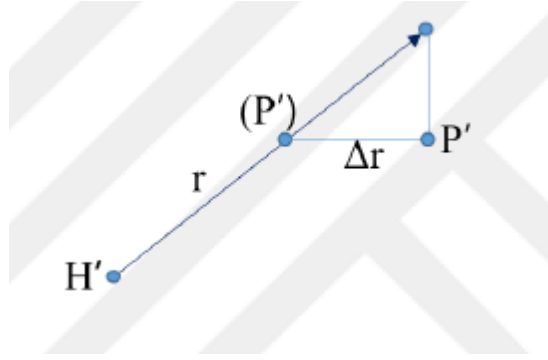
Kameralar üzerinde kullanılan mercek sistemleri tek bir mercek yerine birden çok merceğin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Mercek sistemindeki hatalar sebebiyle obje üstündeki bir P noktasının görüntüsüne ait izdüşüm bulunması gereken noktadan farklı bir noktada meydana gelmektedir. Bu P noktasından gelen ışın, kamera eksenini ile τ açısını oluştururken objektif sisteminin sahip olduğu kusurlardan kaynaklı olarak görüntü uzayında τ' açısını oluşturarak çıkış yapacaktır. Bu yüzden P noktasının görüntüsü (P') noktası yerine olması zorunlu olan Δr kadar farklı bir konumda P' noktasında meydana gelecektir. Oluşan bu farka kamera distorsiyon hatası adı verilir.

Kamera kalibrasyonu ile distorsiyonun görüntüde oluşan ölçülere etkisi tespit edilir. Kamera kalibrasyonu ile tespit edilen distorsiyon değerlerinden yararlanılarak görüntü koordinatları düzeltilir. (P') ve P' noktasını toplayan Δr doğrusu vektörel hata olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 3.2) (Luhmann ve ark., 2014).



Şekil 3.2. Çapsal (Radyal) distorsiyon

Maydana gelen bu bozulma çap ve teğet doğrultusunda iki bileşene bölünebilir. Çap doğrultusunda yani r doğrultusunda olan bileşenine çapsal (radyal) distorsiyon, diğerine ise teğetsel distorsiyon adı verilir (Şekil 3.3) (Luhmann ve ark., 2014).



Şekil 3.3. Teğetsel distorsiyon

Çapsal (radyal) distorsiyon, mercek nedeniyle açısal büyütme neticesinde merceğe farklı açılarla gelen ışınların, izdüşüm düzlemi önünde veya arkasında odaklanmasıyla oluşan görüntü kaymasına verilen isme denir. Dijital görüntülerin faydalandığı uygulamalarda radyal distorsiyonun sonuçlara etkisi, önemsenemeyecek kadar büyük olduğu için yüksek doğrulukla modellenmesi kaçınılmazdır. Radyal distorsiyonun görüntü üzerindeki etkisi Şekil 3.4’de belirtilmektedir.



Şekil 3.4. Radyal distorsiyon etkisi

Bir nesnenin görüntüsü asal noktadan çapsal olarak uzak veya yakın olacak şekilde konumu değişmiş ise, görüntü radyal olarak distorsiyona maruz kalmış demektir. Asal noktadan, radyal olarak uzak ya da yakın distorsiyona maruz kalmış dörtgen şekil pozitif (iğneli yastık) ya da negatif (fiçı) distorsiyon olarak tanımlanmaktadır (Sanz-Ablanedo ve ark., 2012).

3.1.2. Kamera kalibrasyonu

Çağımızda çoğunlukla kullanılan dijital kameraların büyük bir bölümünde, kısmi olarak ya da tamamına yakınında iç yöneltme parametrelerinin bilinmemesi ve görüntü

üstünde çerçeve belirteçlerinin olmaması sebebiyle fotogrametrik açıdan metrik olmayan kameralar olarak kategorilendirilmiştir. Bu kameralarda; görüntü kalitesine etki eden mercek distorsiyonu, sensör deformasyonu ve elektronik transfer hatası gibi dizgesel bozulmalara sebep olan durumlar sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmalar bu kameralar ile gerçekleştirilecekse bu hataların saptanmasıyla düzeltme işlemine tabi tutulması zorunludur. Uygulama esnasında dikkat edilmesi gereken husus, dijital kamera ile ölçüm kesinliğinin belirlenmesi için distorsiyon ve başka değişkenlerin modellenerek hesaplanmasıdır. Genel olarak bu kameraların kullanımının dezavantajlı olmasına karşın, görüntülerin doğrudan bilgisayara aktarılabilmesi, verinin saklanabilmesi, transfer ve yükleme kolaylığından dolayı kullanıcıların tercih sebebi olmaktadır (Karslı ve Ayhan 2005; Yıldız ve ark., 2005).

Kalibrasyon, ölçüm yapılan büyüklüğün reel karşılığı olarak onun değerlemesini yapan aygıtın tespit ettiği sonuç arasında bulunan bağlantıyı bulma yöntemidir. Kamera kalibrasyonu fotogrametrik yer tespit işleminin tersi olarak da adlandırılabilir. Fotogrametrik nokta belirlemek için iç yöneltme parametreleri bilinerek cisim noktalarına ait koordinatlar belirlenebilmektedir. Kalibrasyonda ise durum tam tersi olarak gerçekleşmektedir (Yaman ve ark., 2001; Wang ve ark., 2008; Karslı ve Ayhan, 2005; Beşdok ve Kasap, 2006; Kapucu ve Bayseç, 1995).

Fotogrametri alanında yapılacak çalışmalar doğrultusunda kullanılan kameraların (metrik olmayan amatör) yapılacak işin hassasiyeti dikkate alınarak daima kalibrasyon raporları tutulmalıdır. Yakın mesafe fotogrametri uygulamalarında metrik kalibrasyon ciddiye alınarak yapılması gereken bir ön koşul olarak karşımıza çıkmaktadır (Makineci ve ark., 2020).

Kamera kalibrasyonu, kamera sistemini en iyi şekilde belirten parametrelerin belirlenmesi olarak da ifade edilmektedir. Bahsi geçen parametreler odak uzaklığı (c), görüntü koordinat sistemi eksenlerinin uzunluğu, dönüklükleri ve distorsiyon parametreleridir. Başka bir deyişle kamera kalibrasyonu, fotogrametrik nokta belirleme işleminin karşıtı olarak da söylenebilir. Fotogrametrik nokta belirlemede iç yöneltme parametreleri bilinir ve cisim noktalarının koordinatları istenir. Fakat kalibrasyonda ise cisim noktalarının koordinatları bilinir ve iç yöneltme parametrelerine ihtiyaç duyulur (Caniberk, 2019).

Kalibrasyon yöntemleri iki grup olarak incelenebilir. İlk yöntem yaklaşık teknikler olarak da karşımıza çıkan direkt lineer transformasyondur. Bu teknik genel olarak yüksek duyarlık beklenmeyen çalışmalar için uygulanabilmektedir. Bu da

oldukça ivedi netice veren bir usuldür. Bilhassa tekrarlayan işlerde gerekli değerlerin hesabında kullanılan bir metoddur. Diğer metod nokta tabanlı olarak bilinen yöntemdir. Bu metod, aynı doğru üstünde bulunma durumundan (collinearity) ya da aynı düzlem üstünde bulunma durumundan (coplanarity) yararlanmaktadır (Khalil, 2002; Caniberk, 2019).

Metrik olmayan amatör kameralardan faydalandığında, iç yöneltme parametreleri olarak isimlendirilen, kameranın odak uzaklığı, asal noktanın koordinatları ve mercek distorsiyonları anlaşılmamaktadır. Görüntüler vasıtasıyla üç boyutlu model meydana getirebilmek için kameranın dış yöneltme parametreleri olarak bilinen kameranın yerinin tespiti edilmesi mecburiyet arz etmektedir. İç ve dış yöneltme parametreleri ayrı ayrı tespit edilebileceği gibi, buna ek olarak da (demet dengelemesi) tespit edildiği çok sayıda teknik mevcuttur (Khalil, 2002). Işın demetleri ile dengeleme kriterine dayalı gelişen çözümsel kamera kalibrasyonu (self- kalibrasyon) tekniği olarak bilinen bu teknik, 1980' lerde yakın resim fotogrametrisi için standart bir hal almıştır (Luhmann ve ark., 2016). Geometrik kamera kalibrasyonunun gayesi, kameranın iç yöneltme parametrelerini tespit etmek ve perspektif geometriden, sistematik sapmaları modellemektir (Dörstel ve ark., 2003).

3.1.3. Video görüntülerden otomatik obje yakalama

Hareket yakalama, bir canlı hareket olayını anlık olarak kaydetme ve hareket süreci boyunca bir dizi önemli görülen noktaların izlenmesi ve performansa ait iki boyutlu (2B) veya üç boyutlu (3B) görüntüsünü birleştirerek elde edilen sonuç çıktısını matematiksel olarak terimlere dönüştürme işlemidir. Yani, harekete ait canlı ve anlık performansı dijital performans olarak göstermeyi mümkün hale getiren teknolojidir. Kullanıcılar için hareket yakalama tekniği bir nesnenin hareket desenlerinin kayıt altına alınmasına imkân sağlamaktadır. Hareket yakalama tekniğinin uygulama kolaylığı ve kullanıcıya gerçekçi sonuçlar vermesi tercih edilme sebebi olarak gösterilebilir (Tozkoparan ve Karaduman, 2022).

Günümüzde hareket yakalama tekniği biyomekanik, navigasyon, simülasyon, sanal gerçeklik ve animasyon gibi birçok alanda kullanılan ve önemi gitgide artan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı spor dalları ve faaliyetlerinde uygulanan hareket tekniği ve yarışma sırasında yapılan değerlendirme nicel amaçlar için hareket yakalamasının yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Marqués ve ark., 2017).

Araştırmacılar için en önemli veri kaynağı, biyomekanik açıdan bakıldığında insan hareketini yöneten mekanik üzerine bilgi edinimlerine yardım eden (destekleyen) hareket yakalamaya ait sonuçların varlığıdır (Tozkoparan ve Karaduman, 2022).

Fotoğraflar üzerinde yapılan ölçümlerden üç boyutlu cisim koordinatlarının elde edilmesinin ve değerlendirilmesinin kolay, doğru, otomatik ve daha hızlı yapılabilmesi fotogrametrinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Hareketli objelerin takibinde stereo-fotogrametrik metodlar uygulanmaktadır (Caniberk, 2019).

Son yıllarda video görüntüler üzerinden yapılan özellikle gerçek zamanlı çalışmalarda büyük hacimli verilerin kullanıldığı uygulamaların elde edilen konumsal bilgilerle yapıldığı görülmektedir. Üç boyutlu hareket analiz sistemleri sporcunun performans gelişimini artırmak için kullanıldığı daha sık bir şekilde karşımıza çıkmaktadır.

3.2. Biyomekanik

Biyomekanik, insan hareketlerini meydana getiren mekanik kuralların hücre, doku ve daha genel anlamda organizma düzeyinde etkilerini ve neticelerini inceleyen bilim alanına denir. Biyomekanik terimi “biyo” ve “mekanik” köklerinden meydana gelmektedir. Biyomekanik, ‘bio’ (canlı) ve ‘mechane’ (araç) kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşmuş bir tümcedir (Özbek, 2002). İnsan vücudu üzerine etki eden iç ve dış kuvvetler ve bu kuvvetlerin oluşturduğu etkileri inceleyen bilim dalına biyomekanik denir (Açıkada ve Demirel, 1993). Mekanik ise nesnelere üzerine tesir edebilen kuvvetleri araştırmaktadır. Mekanik beş başlık altında incelenmektedir.

- * Katı mekaniği,
- * Akışkan mekaniği,
- * Deforme olan cisim mekaniği,
- * İzafiyet mekaniği,
- * Kuantum mekaniği (İnal, 2004).

Biyolojik yapılara ait hareketlerin mekanik kuralları kullanarak açıklanması ve yorumlanması üzerine çalışan bilim dalı biyomekanik olarak adlandırılmaktadır (Hatze, 1974). Biyomekanik fiziksel aktivitelerin dijital veriye çevrilerek incelendiği bir disiplin olarak belirtilebilir. Temel faktörün hareket olması sebebiyle hareket analizi ile biyomekanik sık olarak birlikte anılmaktadır (Dönmez ve ark., 2014).

Biyomekanik, canlı organizmaların yapısı ve hareketleri ile ilintili mekanik kanunların çalışması olarak ifade edilmektedir. Bu durum spor bilimcilerin harekete etki eden veya hareketi oluşturan kuvvetleri tanımasını olanaklı hale getirir (Öz, 2017; Tilp, 2017).

3.2.1. Spor biyomekaniği

Spor biyomekaniği; hareket kalıpları, hareketin niteliksel incelenmesi, hareketin geometrisinin tanımlanması, hareketin sayısal olarak ölçülmesi, harekete etki eden kuvvetler, insan vücudunun anatomisi ve bunun gibi birçok konuda araştırmaları içermektedir (Bartlett, 2007).

Spor biyomekaniği, spor aktivitelerinin iç içe geçtiği zaman vücudun harekette hangi metodları izlediğini inceleyen bilim dalı olarak adlandırılır (Yeadon ve Challis, 1992). Spor biyomekaniği; insan hareketinin mekanik koşullarını ve sportif hareketlerini incelemekte, ayrıca hareketin özellikleri ve hareket halindeki vücutsal oluşumların, farklılıklarının ölçülmesini sağlamaktadır (Çetin, 1997).

Spor biyomekaniği, insan vücudunun kas-iskelet sisteminde ya da irtibatla olduğu diğer oluşumlar üstünde (partner, rakip, top, raket, zemin vb.) meydana çıkan kuvvetleri ve birbirleriyle etkileşimini inceleyen bilim dalıdır (İnal, 2004). Biyomekanik, yaşam sistemlerini etkisi altına alan güç ve onların etkisi üzerine çalışmalar yapmaktadır (McGinnis, 1999).

Spor biyomekaniğinde alanlara özgü teknik hareketlerin ve bunlarla ilişkili olan faktörlerin analizleri gerçekleştirilirken muhtemel araştırmaların bir çoğunun kinematik ve kinetikle ilgili olduğu görülmektedir (Öz, 2008; Baudin, 1980; Chenfu, 1993; Forthomme ve ark., 2005; Honish, 2005; Kao ve ark., 1994). Kinematik, mekaniğin bir alt alanı olan dinamik disiplini içinde bulunmaktadır. Gerçekleştirilen bir hareketi; zaman, kat edilen yol, açı, ivme (akselerasyon) ya da hıza göre inceleyen bilim dalına denir (Öz, 2008; İnal, 2004; Muratlı ve ark., 2000). İnsan vücudunda yer alan eklemlerle gerçekleştirilen çoğu hareketin, rotasyonel olması nedeniyle açısal kinematik analizi yapılır.

Matematiği bilimin ortak dili olarak kabul ettiğimizde, biyomekanik de genellikle matematiksel hesaplardan yararlanır (Öz, 2008; Knudson, 2007).

Matematiksel hesaplar açısal kinematik branşında da; hareketler esnasında

gerçekleşen açısal pozisyon ve yer değiştirme, açısal hız ve ivme, tangential ivme ve merkezkaç kuvvetler olarak karşılaşılmaktadır (Öz, 2008; Knudson, 2007).

Spor hareketlerini tanımlamak, anlamak ve açıklamak sebebiyle uygulanan biyomekanik incelemelere spor biyomekaniği adı verilmektedir. Spor biyomekaniği ayrıca hareketin uygulanması sırasında insan bedeni üstünde etken olan kuvvetler ve bu kuvvetlerin başka nesnelere veya kişilere göre neticelerini araştırmaktadır. Spor biyomekaniği motor beceri sırasında beden bölümlerinin hareketlerini ve birbirleri ile olan bağlantılarını inceleyen bilim dalı olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan vücudunun spor dalına özgün yapılan kusursuz, koordineli ve amaca uygun olarak yaptığı hareketler kas-iskelet sistemi tarafından sergilendiğinden spor biyomekaniği katı madde mekaniği içinde kıymetlendirilmektedir. Statik ve dinamik olmak üzere katı cisim mekaniği ikiye ayrılır. Statik cisim mekaniği duran varlıkların ya da durağan hızdaki varlıkların mekaniğini incelerken dinamik cisim mekaniği ise hareketli olan varlıkların mekaniğini araştırmaktadır (Knudson 2003; İnal, 2004; Winter, 1990; Medved, 2001). Biyomekanik genel olarak sporculara özgü teknikleri ve buna yönelik olarak bireysel performanslarını geliştirmek amaçlı uygulanmaktadır. Hareketi kusursuz bir hale getirmek, hareket ile ilgili derinlemesine bilgi sahibi olmak ve hareketi özümsemek için laboratuvar çalışmalarında uygulanabilen bazı testler ile kinetik ve kinematik verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların elde edilmesi spor biyomekaniği ile ilgilidir.

3.3. Atıcılık ve Olimpik Havalı Tabanca

Atıcılık, beceri, yetenek, koordinasyon, denge, konsantrasyon, motivasyon, dikkat, sabır ile çevre ve psikolojik faktörlerin sporcu performansına direkt olarak tesir eden bir spor dalı olarak karşımıza çıkmaktadır. Koordineli hareketler ile konsantrasyon ve odaklanma unsurlarının ön plana çıktığı statik bir spor branşı olarak açıklanabilir (İskender, 2010; Aydın, 2018). Başarılı bir atış, mermiyi bir silah vasıtası ile hedef üzerinde bulunan merkezdeki halkaya yani bir başka deyişle hedefin orta noktasına fırlatma eylemi olarak söylenebilir (Ball ve ark., 2003; Aydın, 2018). Atıcılık, hareketli ve sabit hedeflere önceden belirlenen oyun kuralları çerçevesinde mükemmel ya da mükemmele yakın vuruşlar yapmayı amaç edinen bir spor dalıdır. Atıcılık, ateşli silahlar, havalı silahlar ve plak atışları olarak üç ayrı kategoriyi bünyesinde barındırmaktadır.

Sporcunun atış sırasında kendine özgü rahat bir pozisyona sahip olması, pozisyon dengesini bozmadan kontrollü bir şekilde tetiği istemsiz olarak düşürebilmesi ve çeşitli çevresel etkilere karşı dayanıklılık göstermesi bu spor dalında başarılı olmayı etkileyen etmenlerdendir (Aydın, 2018). Bunlar göz önüne alındığında, oldukça özveri gerektiren bir spor branşı olduğu görülmektedir (Sağlam ve Genç, 2007; Aydın, 2018)

Olimpik atıcılıkta, hazırlık ile başlayan ve tetik çekme işlemi ile son bulan süreçte atışı etkileyen birçok faktör (kütle merkezi yer değişimi, atış kolundaki hareket, konsantrasyon, tetik çekim anında karar verme vb.) atış başarı seviyesini farklı şekillerde etkilediği görülmektedir. Atıcılık branşlarının içerisinde özellikle de puan esaslı performans gerektiren olimpik havalı tabanca kategorisinde, sporcunun tüm vücuduna olan hakimiyetinin üst düzeyde olması ve hareketlerin hassasiyetle kontrol edilebilmesi gerekmektedir (Mon ve ark., 2015). Herhangi bir istemsiz veya kontrolsüz yapılan hareket bu spor branşında başarısızlığa sebebiyet vermektedir (Mon ve ark., 2014). Zanevskyy ve ark., (2010)'nın belirttiği gibi tabancanın çok ufak hareketleri atıcının skorunu olumsuz etkilemektedir. Bu kapsamda, havalı tabanca atıcılarının yaptıkları ufak hataların (vücut salınımı, tetik hatası, kabzayı olduğundan fazla sıkma vs.) atış skorlarına etki ettiği rapor edilmektedir. Tüm bu faktörlerin sporcuların performansını etkilediği ve atış performansı sırasında yapılan hataların tespit edilebilmesi ile sporcuların daha başarılı atış yapmalarına olanak sağlayabildiği belirtilmiştir.

3.3.1. Havalı Tabanca

Havalı tabanca, tüplere doldurulan sıkıştırılmış karbondioksit gazının basıncından yararlanarak diabolü (mermi), içerisinde bulundurduğu mekanik pompası sayesinde havayı emerek hedef noktasına atmak suretiyle kullanılan sportif bir silah çeşididir (Kinard, 2003). Havalı tabancalarda 4,5 mm ("117 kalibre") diabol kullanılmaktadır (Kinard, 2003). Havalı tabanca, tek kol ile 90 derecelik açı oluşturularak ayakta ve hiçbir destek olmadan nişan alınarak hedefe atış yapma durumudur (Kinard, 2003).

Müsabakalarda kullanılan havalı tabancaların toplam uzunluğu 41,5 cm, namlu boyu ise 21 cm'dir. Bu tabancaların tüpleri 200 bar hava (ortalama) basıncı ile 150 atış yapabilmektedir. Yaklaşık olarak diabol (mermi) silahı 150 m/s çıkış hızı ile terk etmektedir. Olimpik havalı tabancaların ağırlığı ortalama 950-1100 gram arasında

değişmektedir. Bu havalı tabancalar (Şekil 3.5.) kullanıcılar için güvenli bir yapıda olduğu gibi herhangi bir tehlikesi bulunmamaktadır. Ayrıca hava itmeli olarak çalışan ve sportif yarışmalar için kullanılan bu tabancalar, ateşli silahlar gibi barut patlama, silah tepme ve merminin hareket ettiği bir sisteme sahip değildir (ISSF, 2017). Müsabakalarda kullanılmak üzere birbirinden farklı markalar (Steyr, Feinwerkbau, Walthter vb.), farklı modelde havalı tabanca üretimi yapmaktadır. Sporcu fiziksel uygunluğuna göre kendisinin seçmiş olduğu marka ve model tabancayı uluslararası onaylı ve standartlara uygun olduğu takdirde kullanabilmektedir.

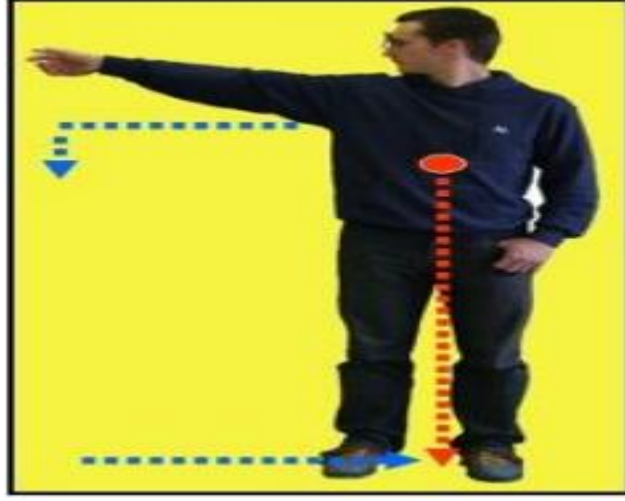


Şekil 3.5. Havalı Tabanca

3.3.2. Atıcılıkta temel teknikler

Silah kullanan kişinin, sporcunun gösterilen hedefi tutturabilmesi için temel atış kurallarını ve tekniklerini iyi bilmesi, öğrenmesi, kavraması ve bunları en doğru biçimde uygulayabilmesi gerekmektedir. Bunun için beceriyi öğrenme aşamasında, hareketlerin koordineli olarak her seferinde aynı şekilde tekrarlanması, uygulanması ve çok fazla pratik yapılması sonucunda gerçekleşmektedir. Bu kapsamda; temel atıcılık teknikleri şunlardır;

Duruş tekniği; Hareket açısının az olduğu ve vücut stabilizasyonunun sağlandığı bir pozisyon ile isabetli bir atış yapmak mümkün olmaktadır. Eğer yapılacak olan bir binanın zarar görmemesi için temellerinin sağlam olması gerekiyorsa, atıcı içinde sağlam bir temelin, pozisyon ve duruş olduğu söylenebilir. Pozisyonda, duruşun doğru olması için vücudun en rahat ve en dengeli olduğu şartlar seçilmelidir. Bu şartlar ancak denge, vücut kompozisyonu, kemik-kas yapısı ve sinirler vasıtası ile sağlanabilmektedir. Vücudun anatomik duruş esnasında sağlamış olduğu rahatlığı, atış pozisyonu duruşunda da hissetmesi gerekmektedir. Vücudun rahat duruş halini ezberlemesiyle sinir sisteminin de bu duruma uyum göstermesi sağlanmaktadır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Atış Pozisyonu

Kabza kavrama tekniği; Elit atıcıların "doğru kabza kavramak başarılı bir atışın yarısıdır" söylemleri bilinmektedir. Bu ifadenin doğruluğu tartışılmaz bir gerçektir. Nişan bölgesi orta noktasına doğru tabancanın en az açı ile çok fazla enerji sarf etmeden ve istikrarlı bir şekilde silahı kaldırmayı sağlama eylemi amacı taşımaktadır. Bu gerekli şartlar yerine getirilse bile, atış pozisyonundaki en değerli kısım sporcu eline uygun olan kabzaya doğru bir şekilde yerleştirilmesidir.

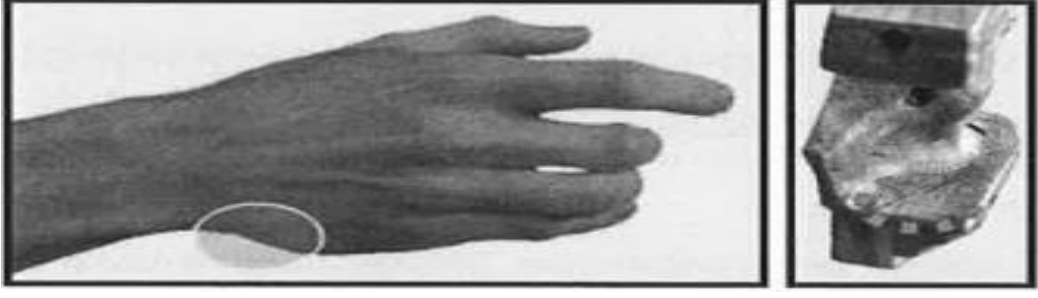
Atıcının kabza tutuşu sırasında yapacağı küçük bir hata silahtaki hakimiyetin kaybolmasına ve doğal nişan hattının bozulmasına neden olmaktadır. Doğru kabza tutuşunda elin pozisyonu çok büyük öneme sahiptir. Kabzayı doğru kavramak için elde ve kabza üstünde üç noktaya dikkat edilmelidir.

-Baş parmak ile tetik parmağı arasındaki boşluk - namlunun arkası ve geri nişangâh bölgesi (Şekil 3.7.).



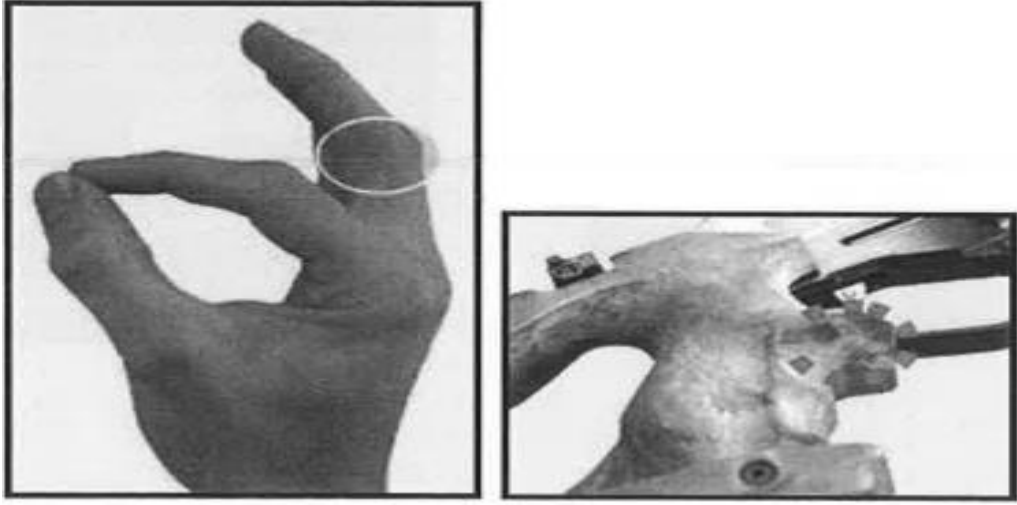
Şekil 3.7. Baş Parmak ile Tetik Parmağı Boşluğu

-Elin alt kısmı, bilek ekleminin yanı (art. ulnaris) (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Elin Alt Kısmı

-Kabzanın tetik mekanizmasının altında yer alan orta parmağının orta kısmı (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Kabzanın Altında Yer Alan Orta Kısım

Doğru nişan hattını sürekli olarak aynı şekilde yakalama becerisi ve bunu atış esnasında koruyabilmek için silaha mutlak hâkim olunması gerekmektedir. Bunları uygulayabilmek doğru ve istikrarlı bir kabza kavrama sonucunda mümkün olacaktır.

Nefes alma, Atıcı atış esnasında nefes alıp vermeyi durdurmuş veya kesmiş olmalıdır. Aksi durumda başarılı bir atış yapamayacağı bilinmektedir. Atış yaparken nefes almanın silahın hareket etmesine neden olduğu ve atış hassasiyetine olumsuz etki ettiği görülmektedir. Atıcı atış yaptığı süreçte vücut stabilizasyonunu sağlamak ve silah hareketini engellemek için iki nefes alış arasında nefesini tutmak durumunda kalmaktadır.

Atıcıların bunu sağlayabilmesi için farklı teknikleri kullandığı bilinmektedir. Atıcılarda; atış sürecinde ciddi fizyolojik problem olmadığı takdirde duraklama süresi fazla çaba gerektirmeden 12-15 sn.'ye kadar çıkmaktadır. Elit düzeyde atıcıların genellikle tercih ettiği yöntem, iki kere derin nefes alıp sonra yavaşça nefesi tamamen

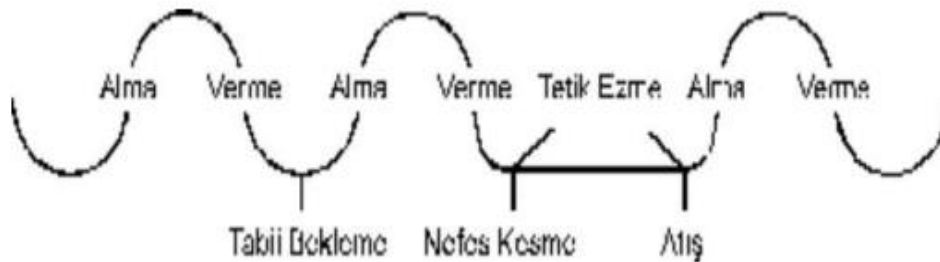
tüketmeden verip nefes sürecini durdurdukları ve atış boyunca bu süreci sürdürdükleri bilinmektedir.

İkinci teknik ise, sporcular arasında en sık kullanılan derin bir nefes sonrasında nefesin bir kısmının verildiği ve vücudun rahat olacağı kadar nefesin tutulduğu yöntemdir. Bu yöntemde kandaki oksijen konsantrasyonu çok yüksek, hava açlığı ise en az oranda olmaktadır (ISSF, 2012).

Nefes alırken göğüs gerilmekte, nefes verme işlemi sonrası ise göğüs kafesinin ve diyaframın gevşediği ve küçüldüğü bilinmektedir. Atışın doğru olabilmesi için nefesin alınarak nefesi verme aşamasındaki durağan süreçteki doğal boşlukta gerçekleşmesi gerekmektedir (Daniels ve Landers 1981; Aydın, 2018). Atış sırasında kullanılacak olan nefes tekniğinin kesinlikle diyafram nefes tekniği olmasına yani karında yapılmasına dikkat edilmelidir. Sporcu nefes alırken ve verirken sakin olmalı, ayrıca bu işlemi kontrollü bir şekilde yapmalıdır (Daniels ve Landers 1981; Aydın, 2018).

Sporcular ve antrenörler arasındaki tartışmaya yol açan konulardan birisi de, bu konu hakkındaki farklı kanaatler ve tekniklerin mevcut olmasındandır.

Nefes tekniği her sporcuya özgü farklılıklar gösterebilmektedir. Nefes tekniğinin kesinlikle kişisel bir süreç olduğu ve bireysel yaşanmışlıklarla gelişmesi gerektiği, ayrıca hangi teknik olursa olsun çalışma yeteneklerinin desteklenerek geliştirilmesi esas olmalıdır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Atış Sırasında Temsili Nefes Kontrol Diyagramı

Nişan tekniği; Atıcının hedefteki orta noktayı vurabilmesi doğru bir nişan hattı oluşturmasına ve bu hattı koruyabilmesine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Nişan alma, silah üzerinde bulunan gez ile arpacık hizalamasına gözün ve hedefin eklenerek oluşturulan hayali bir doğrudur. Tüm atışlar için bu oluşturulan doğrusal hatta ait konum korunduğu sürece atışların aynı bölgede toplandığı görülmektedir. Silahı tutan

elin ve gözün (baş pozisyonu) doğru bir şekilde ve doğal bir nişan hattı oluşturması gerektirmektedir (Erdoğan ve ark., 2016; Aydın, 2018).

Silah gezi kare ve dikdörtgen ise, arpacığın üst kenarı ile gezin üst kenarı hizalanması yani aynı seviyede çakışması, ayrıca gezin içerisinde arpacığın konumunun iki tarafındaki boşluğun eşit olacak şekilde ayarlanması gerekmektedir.

Tetik tekniği; Koordineli ve bir sistematığe bağlı kalınarak devam eden atış sürecinin en önemli faktörlerinden biri de doğru tetik düşürme tekniğidir. Tetik ezme sürecinde nişan hattını bozmadan, tetik parmağının tetiği düzgün ve doğrusal bir şekilde 90 derecede ezilerek düşürülmesi gerekmektedir. Tetiği ezme sürecinde atıcının tüm dikkatini arpacıkta toplaması, odak artırmak için ise içinden tekrarlaması, başarılı bir atış gerçekleştirmesine olanak sağlamaktadır. Tetik düşürme sürecinin doğru nişan alma, en az hareket ve yüksek konsantrasyon anında yapılması gerekmektedir. (Konttinen, 2003; Aydın, 2018).

3.3.3. Atıcılık müsabakaları ve oyun kuralları

Olimpik bir spor dalı olarak havalı silah müsabakaları havalı tabanca ve tüfek olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır. Havalı Olimpik Atış müsabakalarında sporcular 10 metre mesafede bulunan hedefe atış yapmaktadırlar. Tabanca kategorisi için her bir atışın skor karşılığı en yüksek puan 10, tüfek kategorisi için ise en yüksek puan 10.9 olarak hesaplanmaktadır. Her iki kategori için, final müsabakalarında her bir atışın en yüksek puan karşılığı 10.9'dur. Müsabaka sırasındaki atış sayıları ve müsabaka süreleri yaş gruplarına göre aşağıda sunulmaktadır (TAAF, 2007; ISSF, 2017).

- Büyük ve genç erkek ile kadın tabanca ve tüfek kategorilerinde atış sayısı "60", müsabaka süresi 1 saat 15 dk.,

- Yıldız erkek ve kadın tabanca ve tüfek kategorilerinde atış sayısı "40", müsabaka süresi 50 dk. olarak uygulanmaktadır.

Havalı olimpik tabanca müsabakalarında, sağ-sol (kişiye özel) el ile hiçbir destek olmadan yapılmaktadır. Tüm yarışmalar, ISSF Genel Mevzuatı ve geçerli olan ISSF müsabaka kuralları çerçevesinde buna uygun olarak Türkiye Atıcılık ve Avcılık Federasyonu'nun hazırladığı yönetmelik ve talimatlarına göre tertip edilmektedir (TAAF, 2007; ISSF, 2017). Birinci aşamasında eleme yapılarak, atılan puanlar neticesinde en iyi dereceyi elde eden sekiz sporcu final yarışmasına (büyük ve genç)

katılmaya hak kazanmaktadır. Final yarışmasında ise sporculara hakem komutu ile birlikte her bir seri için 250 sn. yani 4 dk. 10 sn süre verilir ve beşer atışlık üçer seri atış yaptırılır. Üç seri sonunda skorları küsüratlı hesaplanan sporculardan en düşük skoru atan iki sporcu elenir. Beşer atışlık bir seri daha atan sporculardan düşük skorlu iki sporcu daha elenir. Beşer atışlık bir seri daha yapıldıktan sonra iki sporcu daha elenmekte ve poligonda sadece iki sporcu kalmaktadır. Bu kalan iki sporcunun puanları sıfırlanır. Sonra hakem komutu 50 sn.'lik sürelerde seri atışlar yaptırılır. Burada her atışın puan karşılığı 2 olarak hesaplanır. Sporculardan yüksek atana 2 puan, skorlar eşit olduğu takdirde 1'er puan verilir. Toplamda 16 puana ulaşan ilk sporcu altın madalya sahibi olacaktır. Yıldızlar kategorisinde sıralama ve derecelendirmeler eleme yarışmalarına göre yapılmaktadır. Olimpiyatlarda ise değişik atıcılık disiplinlerinde birçok farklı şekilde aşağıda belirtilen müsabakalar yapılmaktadır (Mason ve ark., 1989).

- Erkek, havalı tabanca 10 metre mesafeye 60 atış,
- Erkek, havalı tüfek 10 metre mesafeye 60 atış,
- Erkek, tabanca çabuk 10 metre mesafeye 60 atış,
- Erkek, tabanca 50 metre mesafeye 60 atış,
- Erkek, tüfek 3 pozisyon 50 metre mesafeye 3×40 atış,
- Erkek, tüfek yüzükoyun 50 metre mesafeye 60 atış,
- Erkek, double trap atışı, 150 hedef,
- Erkek, sket atışı, 125 hedef,
- Erkek, trap atışı, 125 hedef,
- Kadın, tabanca 10 metre mesafeye 40 atış,
- Kadın, tüfek 10 metre mesafeye 40 atış,
- Kadın, tabanca 25 metre mesafeye 30 +30 atış,
- Kadın, tüfek 3 pozisyonunda 50 metre mesafeye 3x20 atış,
- Kadın, sket atışı, 75 hedef,
- Kadın, trap atışı, 75 hedef

3.4. Fotogrametrik Hareket Analizi Yazılımı (FHAY)

Fotogrametrik Hareket Analizi Yazılımı (FHAY), sporcu hareketlerini üç boyutlu olarak analiz yapabilen, spor branşına göre atış, vuruş, zıplama vb. hareketlerin analizlerini ve karşılaştırmalarını yapabilme yeteneğine sahip, sporcu eğitimini ve

gelişimini gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gerçekleştirebilen bir sistemdir. Kullanımı kolay, pratik olarak tasarlanan bu sistem donanım ve yazılım konusunda alt yapısı oluşturularak, yazılımda özgün bir arayüz kodlaması ile kullanıcılara sunulmuştur. Gerçek veriler kullanılarak sisteme ait tutarlılık kontrolleri ile test edilmiştir (Caniberk, 2019).

Sisteme ait görüntüleme donanımında, Optitrack firmasının V120 Trio model stereo kamerası kullanılmıştır. 800 nm IR (infrared) filtresi bulunan bu kamera, farklı görüntüleme modları sayesinde küçük alanlar içerisinde takip ve izleme yapabilmektedir. Kameraya ait genel görünüm Şekil 3.11.'de, teknik özellikler ise Çizelge 3.1.'de sunulmuştur.

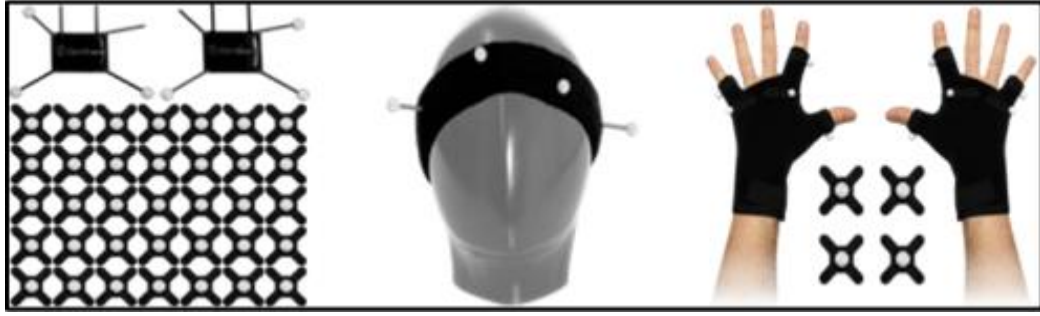


Şekil 3.11. V120 Trio kameranın genel görünümü

Çizelge 3.1. V120 Trio kameranın teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
Çözünürlük	640 x 480 piksel
Çerçeve Hızı (Frame Rate)	30, 60, 120 fps
Görüntüleme Modları	Object Segment Precision Grayscale MJPEG RAW
Odak Uzaklığı	3,5 mm
Piksel Boyutu	6 mikron
Filtre	800 nm IR filtre
Led Ring	26 adet 850 nm IR (infrared)

Kamera dâhili IR (infrared) filtresi ve her bir kameranın önünde konumlanan IR ledler ile görüntü almaktadır. Bu özellik sayesinde yapılacak uygulama sırasında kullanılan yansıtıcı işaretçiler ile görüntünün çok parlak bir şekilde gözükmesine olanak sağlamaktadır. Uygulamada kullanılan farklı modelde yansıtıcılar Şekil 3.12.'de gösterilmektedir. Yüzeyinde gümüş toz zerreleri bulunan bu işaretçiler sert veya yarı sert plastik malzemedden üretilmiştir. Boyutları 6 mm ile 20 mm arasında değişmekte, vücuda yapıştırılarak sabitlenebilen veya uygulama yapılacak alana göre konumlandırılarak kullanılmaktadır.



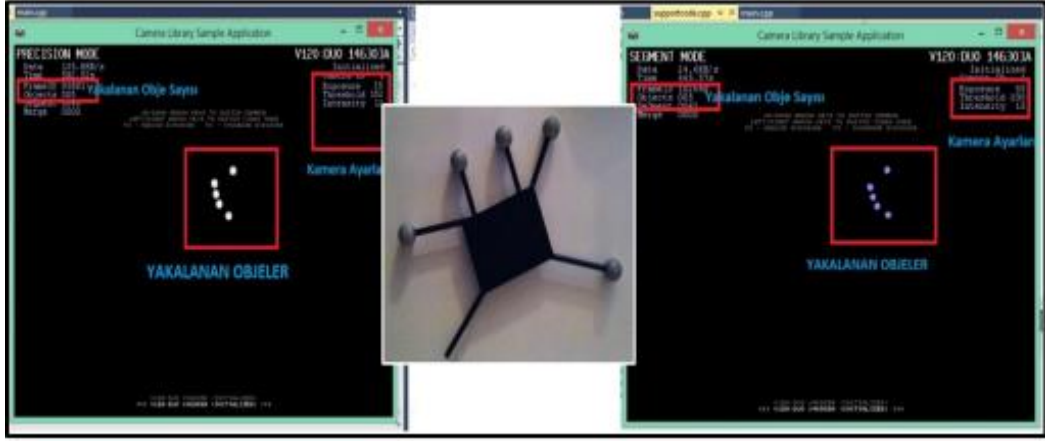
Şekil 3.12. Yansıtıcı işaretçi örnekleri

Elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesinde objelerin ısı yayma katsayısına emisyon (emissivity) denilmektedir. Her objenin emisyon değeri kendisine has değerlerle gösterilmektedir. Bahsi geçen değerler iletimsiz durumu 0.0 iken, iletimli olması ise 0.0 ile 1.0 arasında değişkenlik göstermektedir. Siyah doğal bir nesneye ait emisyon değerinin 1.0 olduğu, bunun haricinde bulunan diğer her nesnenin emisyon değeri 1.0'ın altında kalmaktadır. Farklı nesnelere ait yayma değerleri Çizelge 3.2.'de sunulmaktadır (Anonymous, 2018b).

Çizelge 3.2. Farklı objelerin yayma değerleri

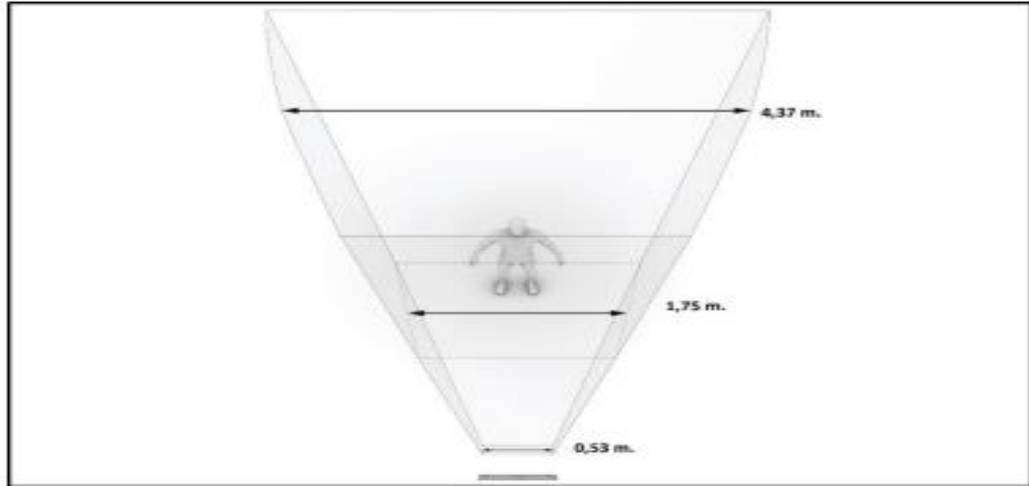
Malzeme	Yayma Oranı (Birimsiz)
Alüminyum ve parlatılmış malzemeler	0.05
Taş, Tuğla vb..	0.85
Beton	0.54
Cam	0.92
Su	0.98

IR filtre kullanımında özellikle parlayan yüzeyler (gümüş vb. topraklar) iletimsiz oldukları için çok parlak bir görüntü elde edilmektedir. Böylece çok karmaşık görüntülerde bile hızlı hareket eden cisimlerin tespiti rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 3.13.).

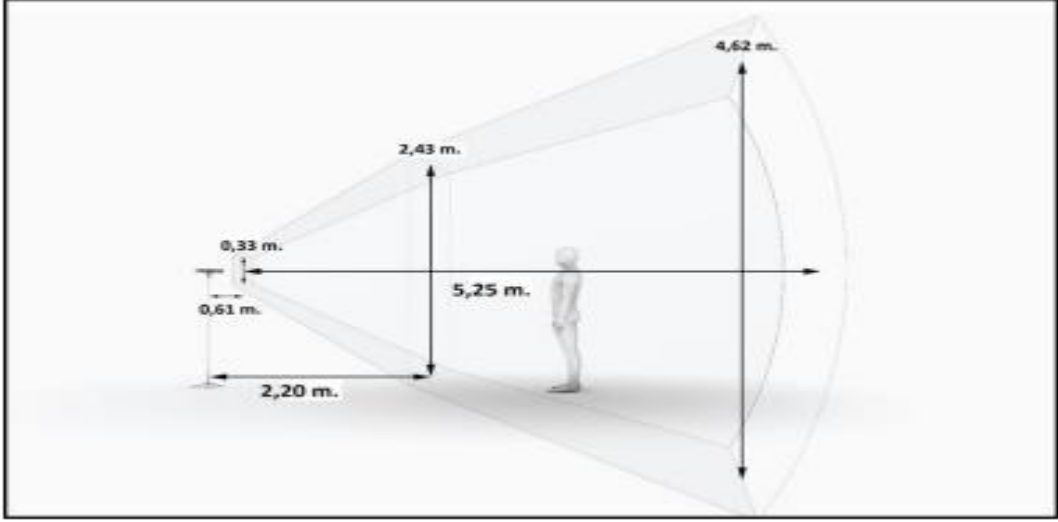


Şekil 3.13. Yansıtıcı işaretçilerin yakalanması

V120 Trio kamera ve 0.5-1.2 mm boyutlarında işaretçiler kullanıldığında, uygun çalışma alanının 4 m genişlik, 4 m yükseklik ve 3 m derinlikte olması halinde, uygulama kapsamında yapılacak ölçümlerin otomatik algılama ile daha doğru ve sağlıklı bir şekilde yapılabilirdiği belirtilmiştir. Şekil 3.14. ve 3.15.'de uygun çalışma alanları gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Faydalı çalışma alanının üstten görünüşü



Şekil 3.15. Faydalı çalışma alanının yandan görünüşü

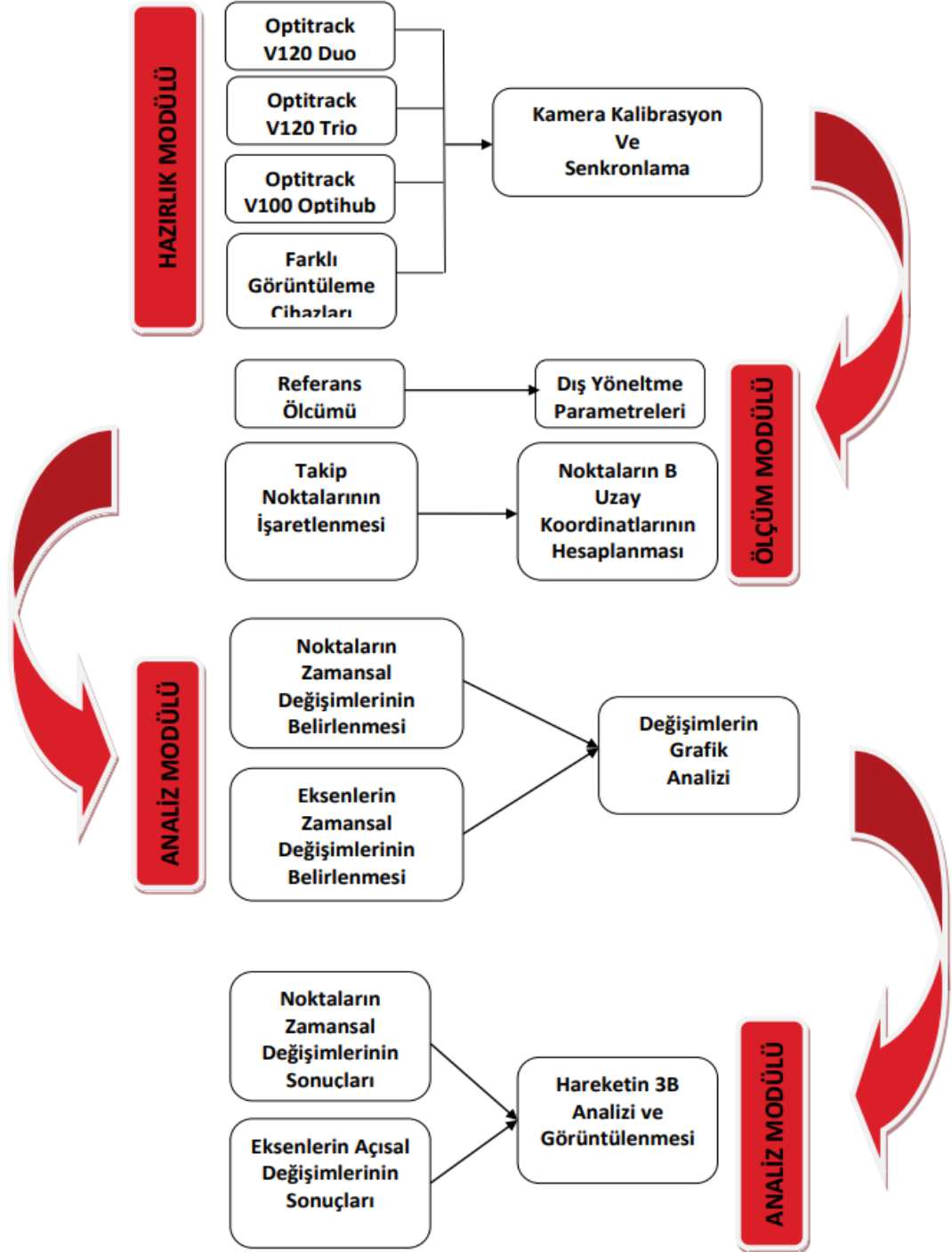
Kullanılan kamera ile kurulan sistemde futbolda penaltı atışı ve serbest vuruş, voleybolda smaç, basketbolda serbest atış, teniste servis atışı, atıcılık, okçuluk, golf vb. spor dallarına özgü tekniklerin ile hareketlerin analizleri yapılabilmektedir. Ayrıca bu sistem ile ihtiyaç duyulduğunda ikiden fazla kamera kullanılarak daha büyük çalışma alanları oluşturulabilmektedir. FHAY yazılımı bu esnek yapısı sayesinde benzerlerinden farklı özellikler göstermektedir.

Günümüzde sporcu hareket analizi yapabilen fotogrametrik yöntemlerin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında, sahada alınan (ölçülerin yapılması) görüntünün ve analizlerinin büro ortamında farklı zamanlarda gerçekleşmesinden kaynaklı olarak sporcu eğitimi için uygun bir ortam sunmadığı görülmektedir. Bu kapsamda; sistem, sporcu hareket ve analizini gerçek zamanlı yaparak, hareketin sonlanmasıyla birlikte harekete dair eksiklerin ve yanlışların tespit edilmesiyle, sonuç verilerinin performans gelişimi sağlayarak eğitim verimliliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır.

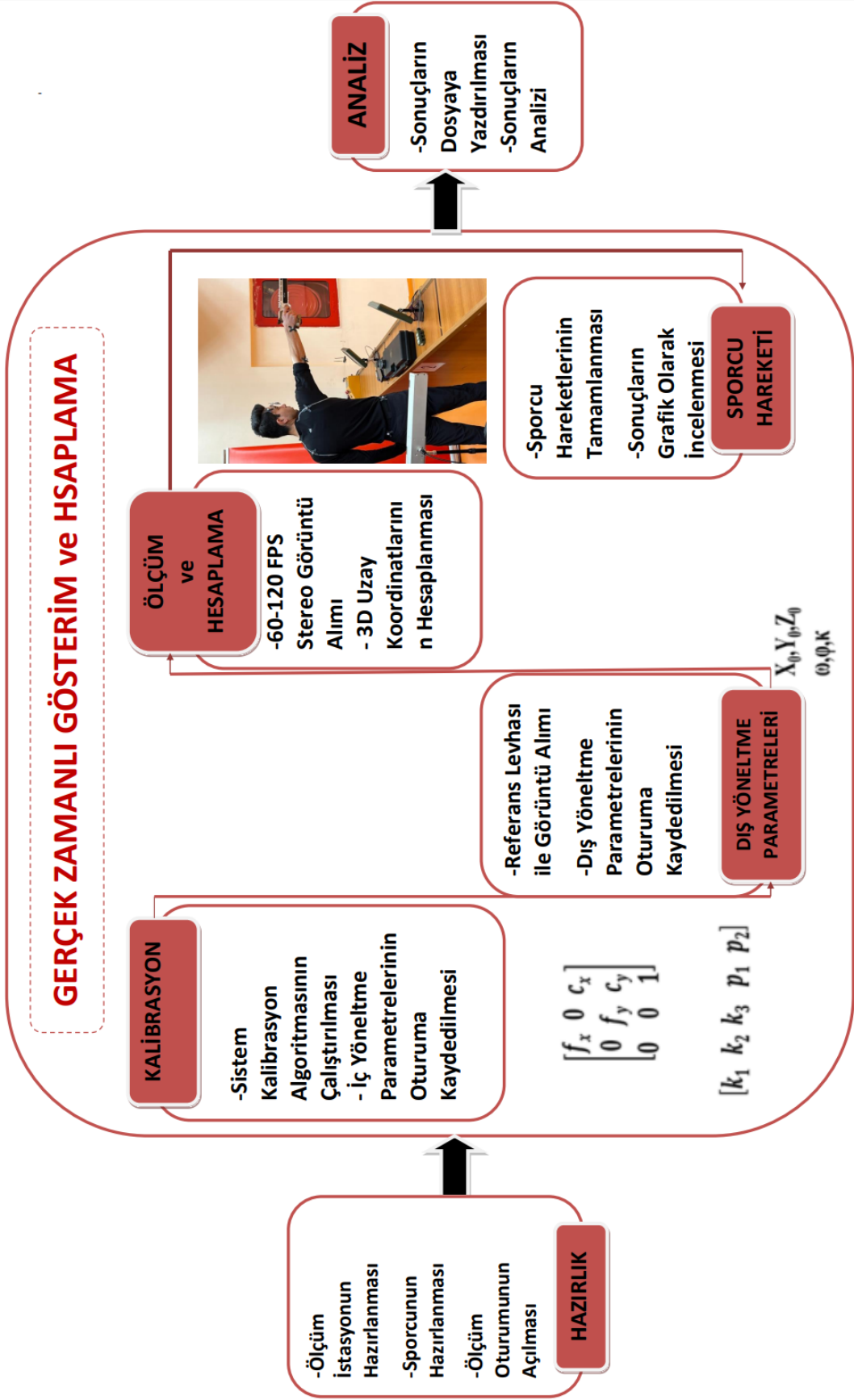
FHAY yazılımında öncelikle video kameralardan gelen resimler düzlemsel sabit resimlere dönüştürülür, eş zamanlı olarak senkronize edilir, resim çiftlerinde hatasız olarak işaretçi merkezlerinin piksel koordinatları kaydedilir. Kullanılmakta olan video kameralardan saniyede 1-120 arasında sabit resim alabilmektedir. Video filmlerinde çoğunlukla saniyede 23,96 sabit resim gösterilmektedir. Saniyede daha fazla sabit resimin gösterilmesi pek anlamlı değildir, çünkü insan gözünün daha fazla resmi algılaması mümkün değildir. Bu sebeple insan gözünün algılamasından daha fazla sayıda sabit resim çekebilen kameralardan elde edilen görüntüler, özel sistemler kullanarak analiz edilir. Yapılan çalışmada her 100 sabit resimden bir resim çifti

alınmıştır. Resimde görünen her bir işaretçi için saniyede 10 tekrar olacak şekilde koordinatlar kayıt altına alınmıştır (Caniberk, 2019).

Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılımı'nın (FHAY) iş akışına ait şema Şekil 3.16.'da, yazılım tasarımı ise Şekil 3.17.'de gösterilmektedir.



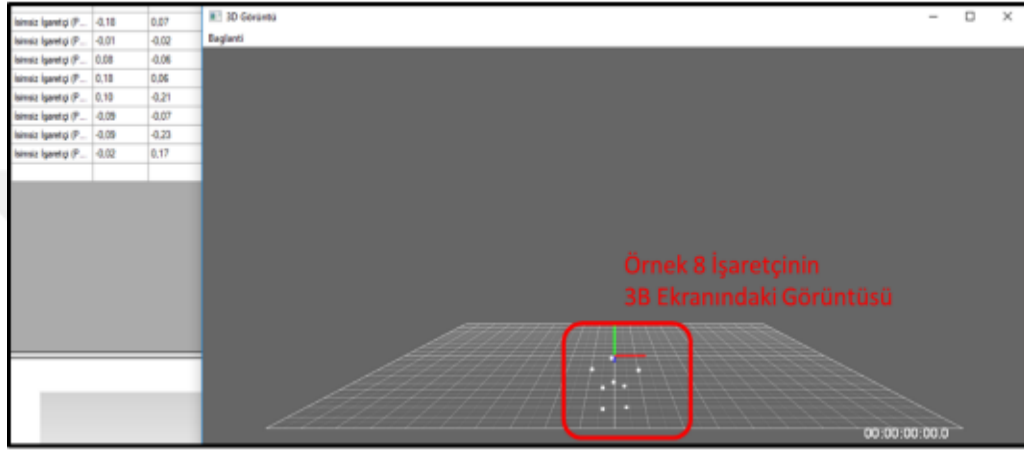
Şekil 3.16. Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılımı (FHAY) iş akışı



Şekil 3.17. Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılımı (FHAY) tasarım

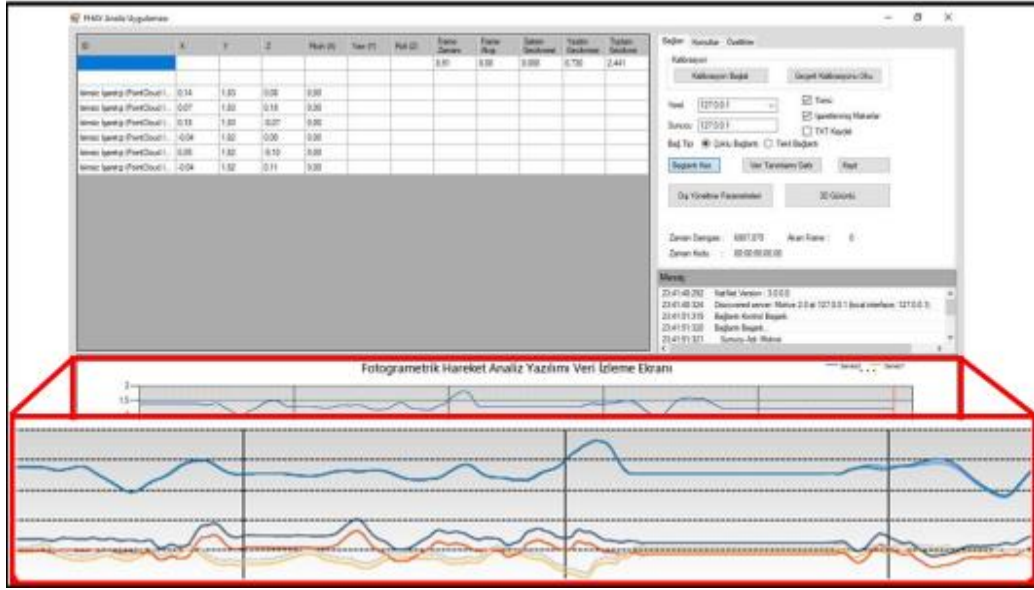
FHAY; OpenCV bilgisayar görme kütüphanesi ve DirektShow görme kütüphanesi kullanılarak C++ dilinde geliştirilen bu arayüz sayesinde kamera çiftlerinden gelen görüntüleri işleyerek noktaların üç boyutlu koordinatlarını görüntüleyebilmektedir.

FHAY, işaretçilerin sadece koordinat değerlerini göstermekle kalmayıp bu noktaların uzaydaki dağılımını grafik olarak gösteren 3B görüntüleme arayüzüne sahiptir. Şekil 3.18.'de 3B görüntüleme arayüzü ve örnek olarak yakalanan 8 adet işaretçinin gösterimi bulunmaktadır.



Şekil 3.18. FHAY 3B gösterim arayüzü

FHAY ile işaretçilere ait yakalanan görüntünün tüm 3B koordinatlarının anlık verileri ile bu koordinatlara ait gerçek zamanlı tüm değişimler ekranda kullanıcıya gösterilmektedir. Aynı zamanda sadece istenilen noktaların koordinatları seçilip kaydedilerek ekranda gösterimi sağlanabilmektedir. Gösterimi yapılan bu noktaların FHAY kullanıcı arayüzünde bulunan “Grafik Analiz Ekranı” ile koordinat değerleri ile eksen değerlerinin karşılaştırılması gerçek zamanlı ve grafiksel olarak gösterilebilmektedir. Şekil 3.19.'da grafik analiz ekranı görülmektedir. Sporcunun vücudu üzerinde seçilen noktaların koordinat değişimleri Şekil 3.19.'da bulunan grafik analiz ekranında sunulmuştur (Caniberk, 2019).



Şekil 3.19. FHAY grafik analiz ekranı

Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılım (FHAY), Hazırlık, Ölçüm, Analiz ve Raporlama Modülü olarak dört ana gruptan oluşmaktadır. Bu grupların aynı arayüzde birleştirilmiş olması kullanıcının müdahalesini azalttığı gibi kullanıcıya da kullanım açısından kolaylık sunmaktadır. FHAY'ın farklı kamera sistemleri ile kullanılabilir olması ve sonuçlarını gerçek zamanlı olarak işleyebilmesi ile bu yazılımın başka yazılımlara göre farklılık yarattığı görülmektedir (Caniberk, 2019).

Yazılımın Hazırlık Modülü ile kamera bağlantıları sağlanmakta, kameraların kalibrasyonu yapılmakta ve iç yöneltme parametreleri oturuma kaydedilmektedir. Kalibrasyon modülünde kullanılan Zhang Kalibrasyon Algoritması ile hızlı ve esnek bir biçimde kamera parametreleri elde edilmektedir. Aynı zamanda sistemde kullanılan kameraların senkronlanması ile elde edilen her bir görüntü çiftinin aynı zaman damgasına sahip olması sağlanmıştır. Yazılımın Ölçüm Modülü ile koordinatları önceden belirlenmiş referans levhasıyla görüntü alımı gerçekleştirilerek dış yöneltme parametreleri belirlenmektedir. Böylelikle izdüşüm merkezinin 3B uzay koordinatları ile kameraların üç eksenindeki dönüklükleri belirlenerek oturuma kaydedilmektedir. Referans ölçümünün ardından kamera sisteminin hareket etmemesi gerekmektedir. Eğer kamera sisteminin konumunda bir değişiklik meydana gelirse referans ölçümünün tekrarlanması gerekmektedir. Referans levhasının sporcu hareketlerinin kayıt altına alındığı esnada her iki kamerada da görünür bir şekilde ve sabit olarak sahnede bulundurulması ile kameranın hareket etmesinden kaynaklı dış yöneltme parametrelerinin değişiminin önüne geçilebilmektedir. Ancak FHAY sisteminde bu

durum tercih edilmemiştir. Bunun nedeni ise, sporcunun hareketini gerçekleştirdiği alan içerisinde hareketin doğallığını kısıtlayacak herhangi bir unsurun bulunmamasının tercih edilmesidir. Böylelikle sporcunun hareketinin doğallığı korunmakta ve gerçekleştirilecek analizlerden en iyi sonuçların alınması sağlanmaktadır. Yazılımın Analiz Modülü ile gerçek zamanlı olarak belirlenen 3B koordinatları ekranda görüntülenmekte ve kayıt altına almaktadır. Aynı zamanda kullanıcının belirlediği antropometrik noktaların ölçüm anındaki grafikleri gerçek zamanlı olarak ekrana getirilmektedir. Böylelikle daha sporcu hareketini gerçekleştirdiği kısa zaman aralığında bu hareket ile ilgili ön yorumlamalar gerçekleştirilebilmektedir. Yazılımın bu özelliği antrenman aşamasında sporcu hareketinin doğru yönde evrilmesi için kullanılabilir. Yazılımın Raporlama Modülü ile elde edilen 3B noktalar dosya bazlı kayıt altına alınmaktadır. Aynı zamanda ölçüm esnasında seçilen noktaların birbirlerine göre değişimleri ve 3B nokta bulutu da kayıt altına alınması ile ölçümlerin sonrasında farklı analizler gerçekleştirilebilmektedir. Bu bilgiler aynı zamanda sporcu gelişiminin takibinde de kullanılabilir (Caniberk, 2019).

3.5. Uygulama

Bu çalışma, en az bu sporu beş yıl aktif olarak yapan 4 kadın ve 5 erkek sporcudan oluşan 9 gönüllünün katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Her sporcuya ait ölçümler ayrı ayrı yapılmıştır. Havalı tabanca sporcularının atış sırasındaki hareket analizi, Optitrack firmasının V120 Trio model stereo kamerası ile elde edilen görüntülerin, FHAY ile fotogrametrik ölçme ve değerlendirmesi yapılmış, atış performansı değerlendirmesi de MATLAB ortamında oluşturulan grafiklerle detaylı olarak analiz edilmiştir. Erkek sporcular “ES” ve kadın sporcular “KS” şeklindeki kısaltmalar ile tanımlanmıştır. Gözlemler sonucunda sporcunun atış anında vücut stabilitesinde salınma sebep olabilecek bölgeler belirlenmiştir. Sporcular üzerinde belirlenmiş olan 8 adet antropometrik noktaya (tabanca ucu, bilek, dirsek, baş, sağ omuz, sol omuz, sağ bel, sol bel) işaretçiler (marker) yerleştirilmiştir. Her bir işaretçi için saniyede 10 tekrar olacak şekilde koordinatlar kayıt altına alınmıştır. Her bir atış ortalama yaklaşık olarak 20 sn. sürmektedir. Bu süre içerisinde her bir atışta 8 işaretçi için X-Y-Z koordinatları alınmış ve yaklaşık olarak 4800 (1600 noktaya ait X-Y-Z koordinatları) koordinat verisi kayıt altına alınarak ayrı ayrı analizleri yapılmıştır. Her

sporçudan 30 atış sonrasında 144.000 koordinat verisi toplanmıştır. 9 sporcu için yaklaşık olarak 1.296.000 koordinat verisi alınarak, bu verilerin analiz ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Sporcuların her birine ait yerleştirilen 8 işaretçi için çıkan 720 (X-Y-Z koordinatlarına ait grafikler) adet grafik verileri incelenmiş ve analizleri yapılmıştır. Bu verilerin ışığında tespit edilen sonuçlar incelendiğinde yerleştirilen bu noktalardan baş, sağ omuz, sol omuz, sağ bel ve sol bele ait verilerde anlamlı bir fark tespit edilemediği için çalışmada analize dahil edilmemiştir.

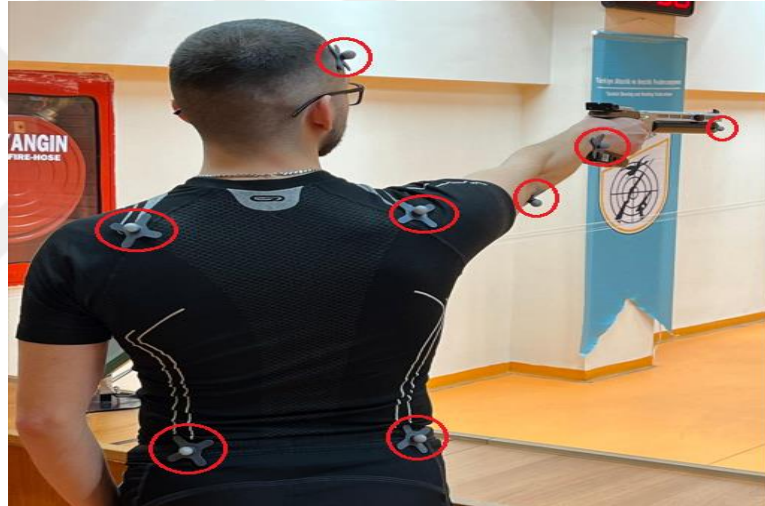
Her ölçüm sporcular üzerinde tek tek yapılmıştır. Uygulamada her sporcu ölçüme kendi atış ekipmanları ile katılmıştır. Resmi yarışmalarda müsabaka süresi 1 saat 15 dakikadır ve bu süre içerisinde sporcular 60 atış yapmaktadır. Sporculara hazırlanmaları için 10 dakikalık ısınma süresi verilmiştir. Sporcu hazır olduğunda FHAY'ın Ölçüm Modülü ile koordinatları önceden belirlenmiş referans levhasıyla görüntü alımı gerçekleştirilerek ölçüm işleminin dış yöneltme parametreleri belirlenmiştir. Böylelikle izdüşüm merkezinin 3B uzay koordinatları ile kameraların üç eksenindeki dönüklükleri belirlenerek oturuma kaydedilmiş ve ölçüme hazır hale getirilmiştir. Referans ölçümünün ardından kamera sisteminin hareket etmemesi ve sporcuların pozisyonlarından çıkmadan ölçümü tek oturumda tamamlamaları sağlanmıştır. Yapılan deney protokolünde sporculardan müsabaka süresinin yarısı olan 37 dakika 30 saniyede 30 atış yapmaları istenmiş ve yarı müsabaka şeklinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırasında işaretçilerin koordinatları kayıt altına alınmıştır.

Sporcu silahı kaldırmadan önce vücudunun bel kısmını sabitlemeli ve üst ekstremitenin de stabil kalmasını sağlamalıdır. Bu sayede vücut salınımını en aza indirerek iyi bir atış gerçekleştirebilecektir. “Atıcının silahı sabit tutabilmesi için öncelikli olarak kolunu düz, kaslarını sıkı ve dirseğini kilitli konuma getirmiş olması gerekmektedir. Bilek de aynı şekilde sabit konuma getirilmelidir ki böylelikle ellerin istemsiz hareketinin önüne geçilmelidir. Ellerdeki ve kollardaki istemsiz oynamaların önüne geçebilmek için kol ve omuz kasları da devreye sokulmalıdır” (Aydın, 2018).

Sporcunun atış anındaki koordinat eksenleri Şekil 3.20.'de ve vücuduna yerleştirilen işaretçiler ise Şekil 3.21.'de sunulmuştur.



Şekil 3.30. Ölçüm anında kullanılan koordinat sistemi ve eksenler



Şekil 3.41. İşaretçilerin yerleşimi

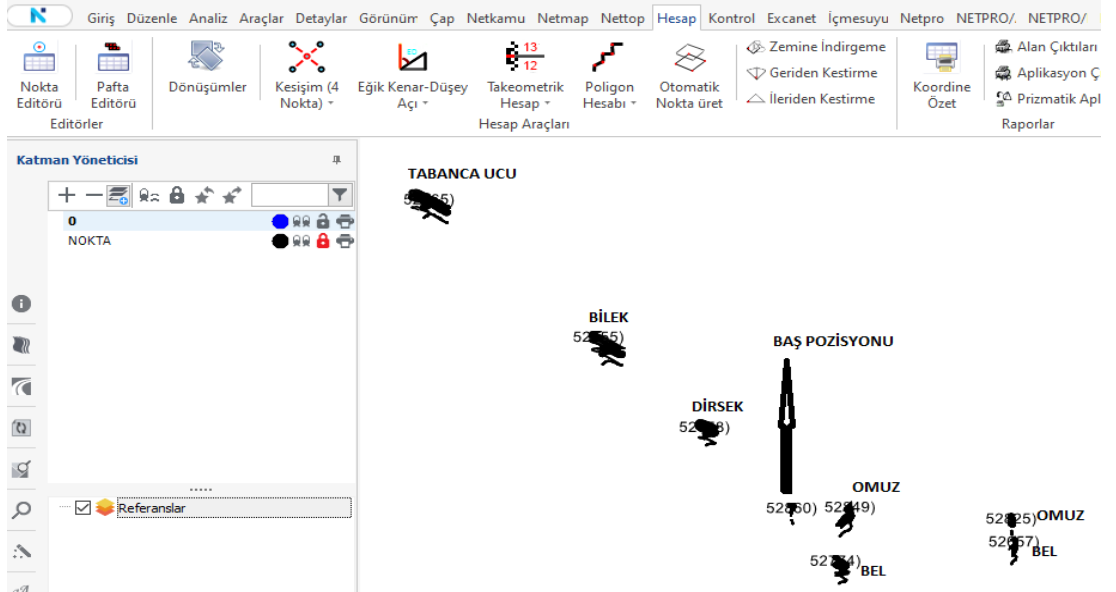
Bu çalışmada havalı tabanca sporcularının, fotogrametrik yöntemle sporcu hareketlerinin analiz edildiği, sporcu üzerine yerleştirilen işaretçilerin üç boyutlu koordinatlarının gerçek zamanlı olarak belirleyen FHAY ile hareket analizleri yapılarak en iyi ve en kötü atışları grafiksel olarak değerlendirilerek ve atış esnasındaki yaptıkları küçük ama atış skoruna büyük ölçüde etki eden konum değişikliklerinin (hatalar) tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Sporculara ait tüm ölçüm sonuç verileri Şekil 3.22.'de gösterilmiştir. Bu veriler işaretçilerin yerlerini belirlemek üzere Excel programına aktarılmıştır. İşaretçilerin

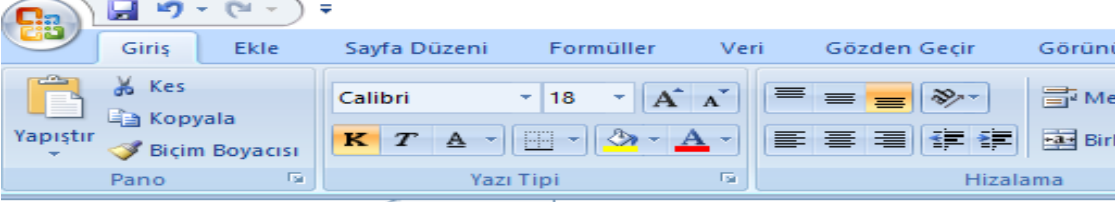
isimlerinin belirlenmesi için veriler Netcad programına Şekil 3.23. 'deki gibi aktarılmış, bölge tayinleri ise Şekil 3.24.'de gösterildiği gibi yapılmıştır.

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61325)				-0,1729534 1,473313 -0,03130149
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61335)				0,2614693 1,337576 -0,1698457
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61339)				0,03950322 1,310605 -0,1601101
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61347)				0,03565868 1,288838 0,1817372
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61545)				0,3076904 1,299675 0,1789046
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61611)				-0,3602784 1,555719 -0,1272296
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61626)				0,0678019 1,365784 0,4378075
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61627)				-0,6598115 1,711054 -0,3235378
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61325)				-0,1735132 1,473426 -0,02984488
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61335)				0,2614382 1,337518 -0,169965
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61339)				0,03949993 1,310413 -0,1601111
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61347)				0,03606074 1,288546 0,1819403
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61545)				0,3078934 1,299837 0,1790196
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61611)				-0,3612736 1,555326 -0,1251425
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61626)				0,06783096 1,366523 0,4376024
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61627)				-0,6601762 1,711077 -0,3220818
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61325)				-0,1735299 1,473193 -0,02973948
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61335)				0,2613088 1,337409 -0,1699616
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61339)				0,03939518 1,310422 -0,1600585
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61347)				0,03611002 1,288729 0,1819827
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61545)				0,3078783 1,299871 0,1790254
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61611)				-0,3613437 1,555097 -0,1250328
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61626)				0,06792098 1,366697 0,4376141
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61627)				-0,6600357 1,71087 -0,3223823
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61325)				-0,1734979 1,473146 -0,02973744
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61335)				0,2612014 1,337398 -0,1699266
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61339)				0,03929666 1,310418 -0,1599845
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61347)				0,03609777 1,288844 0,1820271
İsimsiz İşaretçi (PointCloud ID: 61545)				0,3078032 1,299818 0,1790355

Şekil 3.52. FHAY yazılımı sonuç ekranı



Şekil 3.63. Ölçüm sonuçlarının Netcad ortamında görünümü



	A	B	C	D
1	Konum	X	Y	Z
2	dirsek	-0.1729534	1.473313	-0.03130149
3	bel_sol	0.2614693	1.337576	-0.1698457
4	bel_sag	0.03950322	1.310605	-0.1601101
5	omuz_sag	0.03565868	1.288838	0.1817372
6	omuz_sol	0.3076904	1.299675	0.1789046
7	bilek	-0.3602784	1.555719	-0.1272296
8	baş_pozisyonu	0.0678019	1.365784	0.4378075
9	tabanca	-0.6598115	1.711054	-0.3235378
10	dirsek	-0.1735132	1.473426	-0.02984488
11	bel_sol	0.2614382	1.337518	-0.169965
12	bel_sag	0.03949993	1.310413	-0.1601111
13	omuz_sag	0.03606074	1.288546	0.1819403
14	omuz_sol	0.3078934	1.299837	0.1790196
15	bilek	-0.3612736	1.555326	-0.1251425
16	baş_pozisyonu	0.06783096	1.366523	0.4376024

Şekil 3.74. Sonuç verilerine ait isimlerin düzenlenmiş tablosu

Bir sporcuda 8 adet olması gereken işaretçi koordinatlarının 9 adet olduğu fark edilmiş ve bu verilerin bilimsel açıdan kullanılmasının uygun olmadığı düşünülerek sporcu deney dışında bırakılmıştır. Fazla olan verinin kameranın farklı bir yansıtıcı yüzeyi işaretçi olarak algılamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sporcuların verilerinin atış skoru grafikleri MATLAB programında oluşturulmuş ve değerlendirmesi yapılmıştır.

Bu kapsamda; belirlenmiş olan antropometrik noktalardan sadece tabanca ucu, bilek ve dirseğe ait verilerde anlamlı farklar tespit edildiği için, bu verilere ait grafikler ve değerlendirmeler bulgular kısmında sunulmuştur.

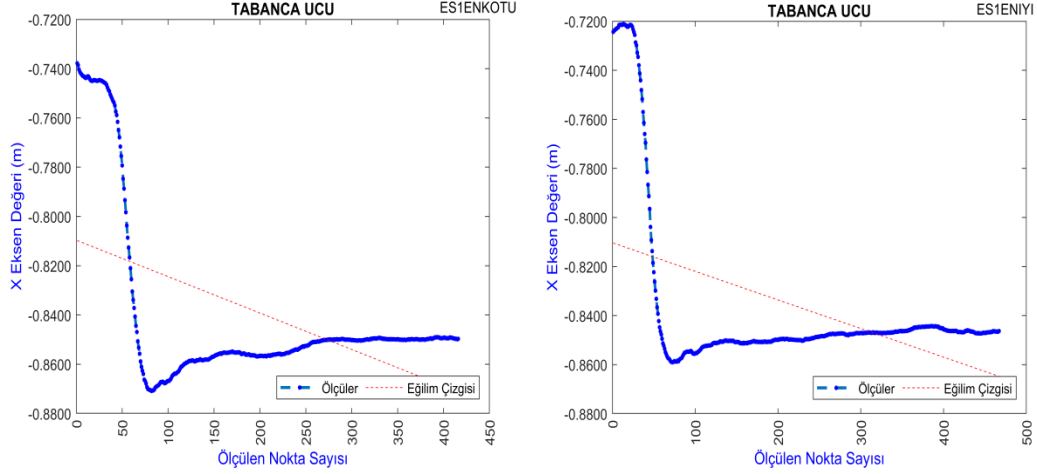
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu tez çalışmasının uygulamasında; havalı tabanca atıcılarının vücutlarına yerleştirilen işaretçilerin gerçek zamanlı koordinatlarının belirlenmesi ile atıcıların hareketlerinin incelenerek hatalarının tespit edilmesi hedeflenmiştir. Sporcuların birbirinden farklı olarak yapmış oldukları hatalar neticesinde geri bildirim sağlanabilmesi ve bu hatalara uygun antrenman programları düzenlenerek performanslarının artırılması amaçlanmaktadır.

Grafiklerde eksen adlandırmaları hakkında açıklamalar yapılmış olup, ölçüm yapılacak vücut noktalarına yerleştirilen işaretçilere (marker) göre adlandırılmıştır. Değerlendirmede sporcuların en iyi ve en kötü puanlı atışlarını yaptıkları grafikler kullanılmıştır. Ölçülen noktaların koordinatları metre cinsinden kayıt altına alınmıştır. Nokta sayıları ise, sporcular üzerine yerleştirilen her bir işaretçi için saniyede 10 adet senkronlanmış görüntü çifti kullanılarak hesaplanmış ve kayıt altına alınmıştır. Böylelikle sporcu üzerindeki işaretçilerin her biri için saniyede 10 adet X-Y-Z koordinatı kaydedilmiştir.

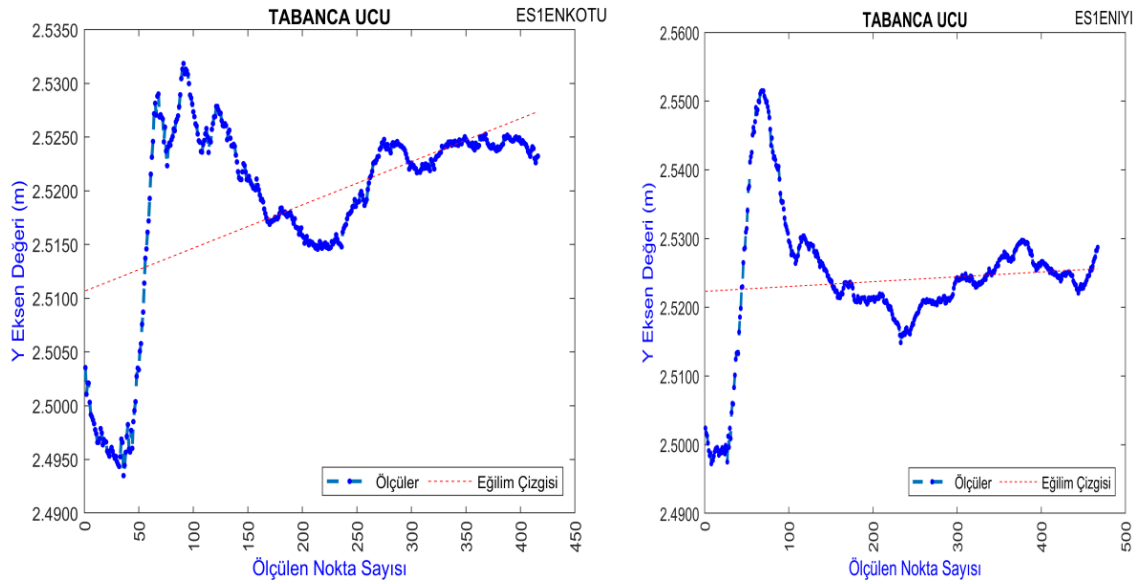
4.1. ES-1 Verileri





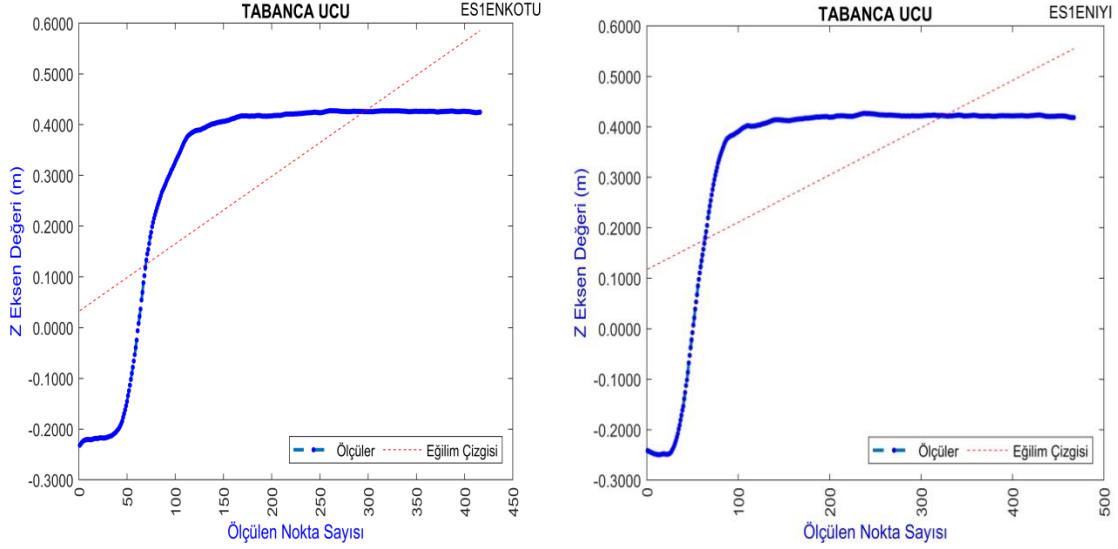
Şekil 4.1. ES-1 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucundaki X yönlü hareketlerinin stabil olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



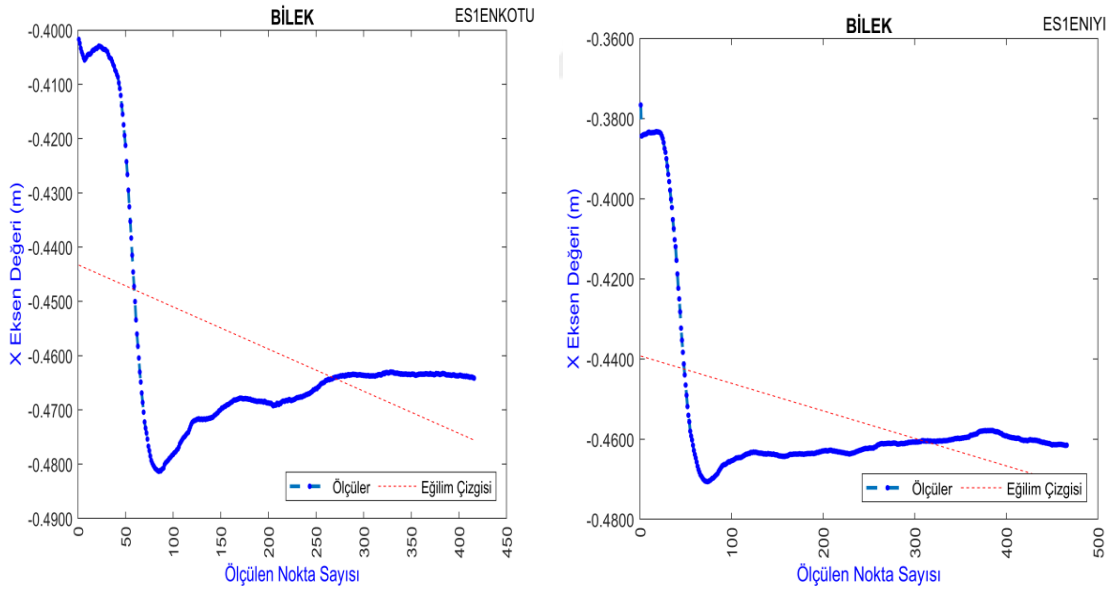
Şekil 4.2. ES-1 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, en kötü atışının tabanca ucundaki Y yönlü hareketinin salınımı en iyi atışına göre daha fazla olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



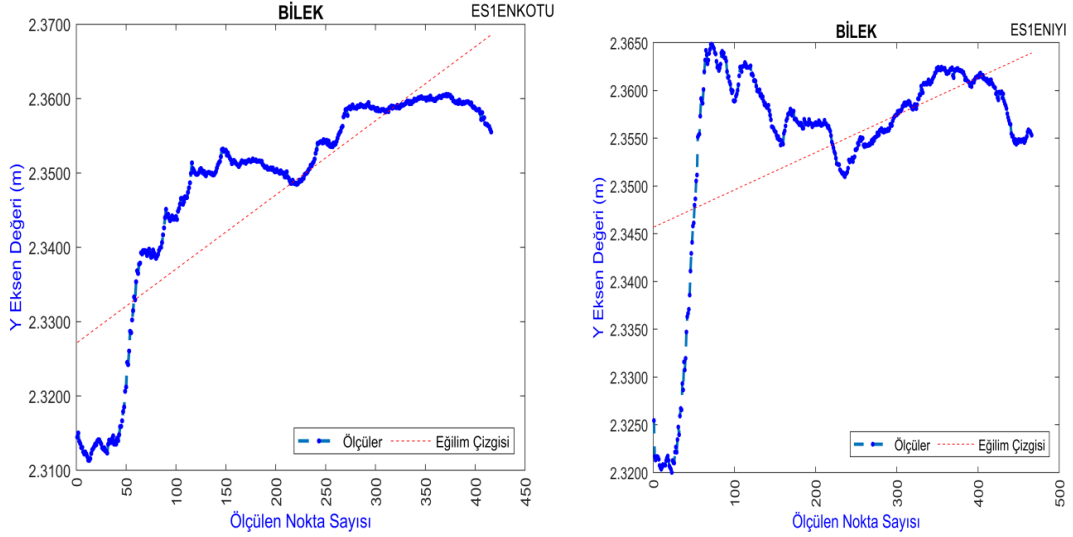
Şekil 4.3. ES-1 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucundaki Z yönlü hareketlerinin stabil olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



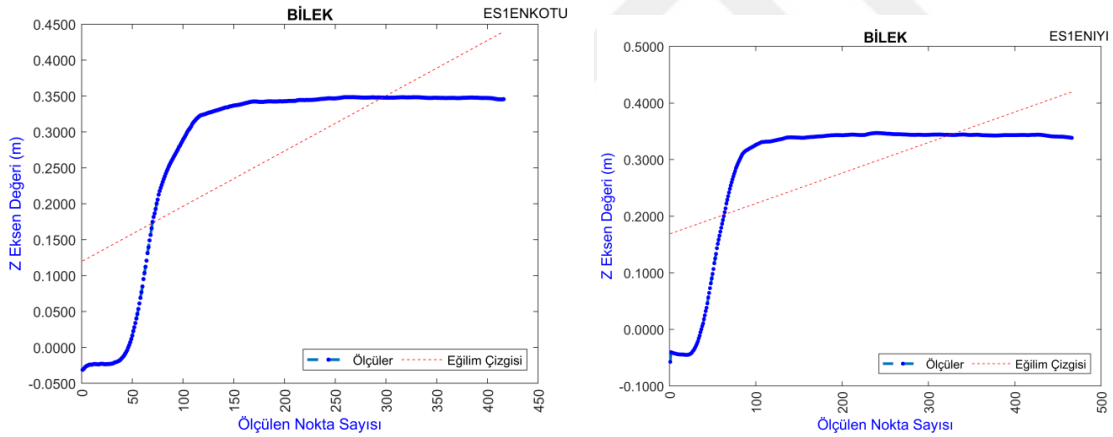
Şekil 4.4. ES-1 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin X yönlü hareketlerinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



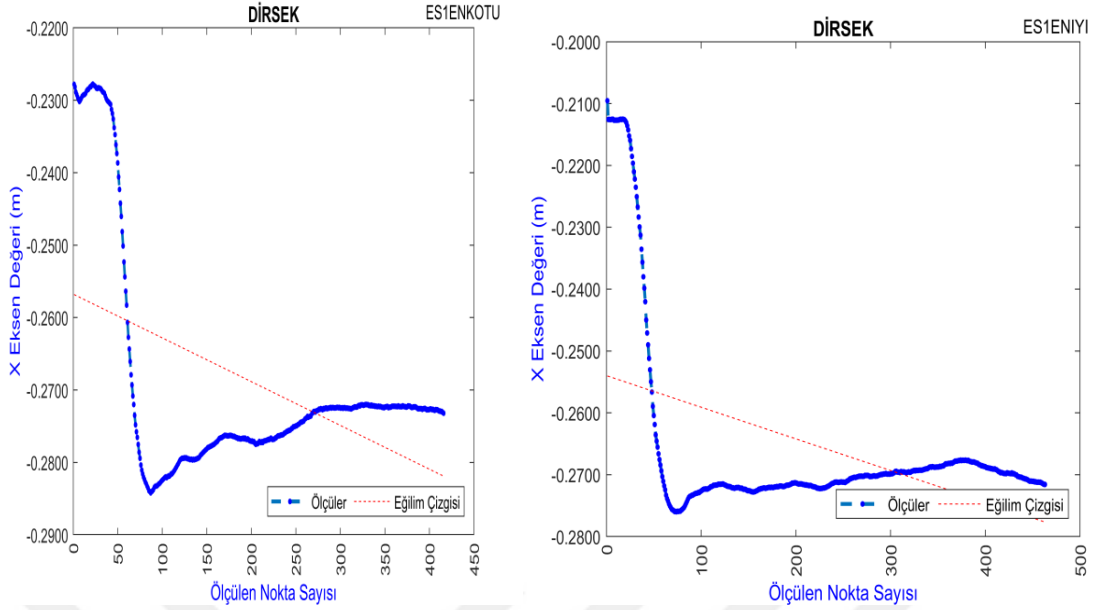
Şekil 4.5. ES-1 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışında bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



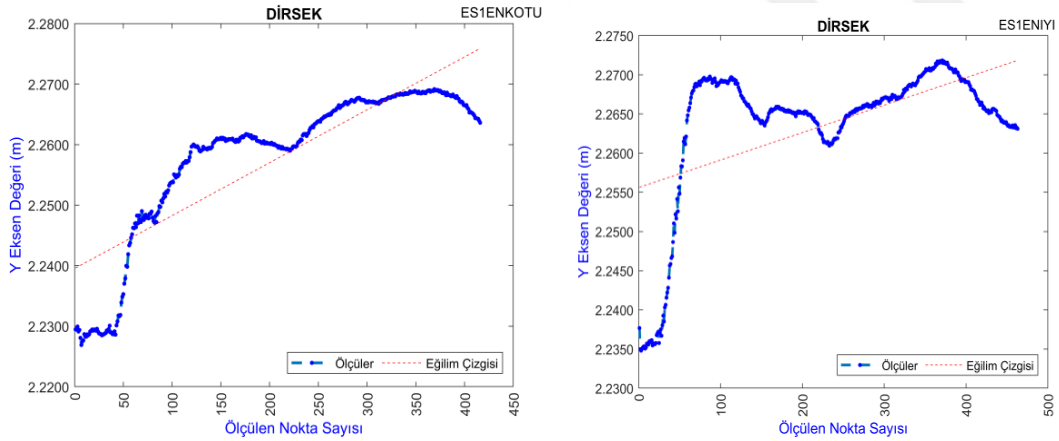
Şekil 4.6. ES-1 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketlerinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



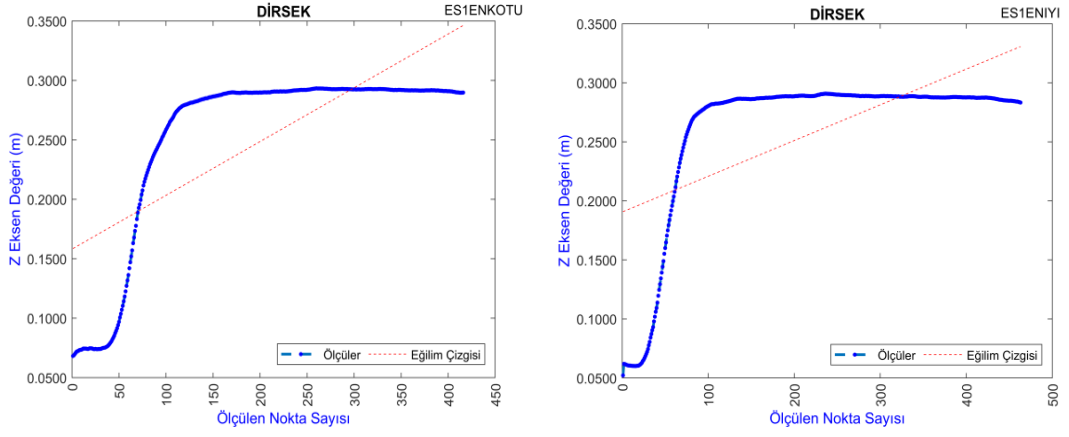
Şekil 4.7. ES-1 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin X yönlü hareketlerinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.8. ES-1 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışında dirseğin Y yönlü hareketlerinde salınımın olmasındankaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

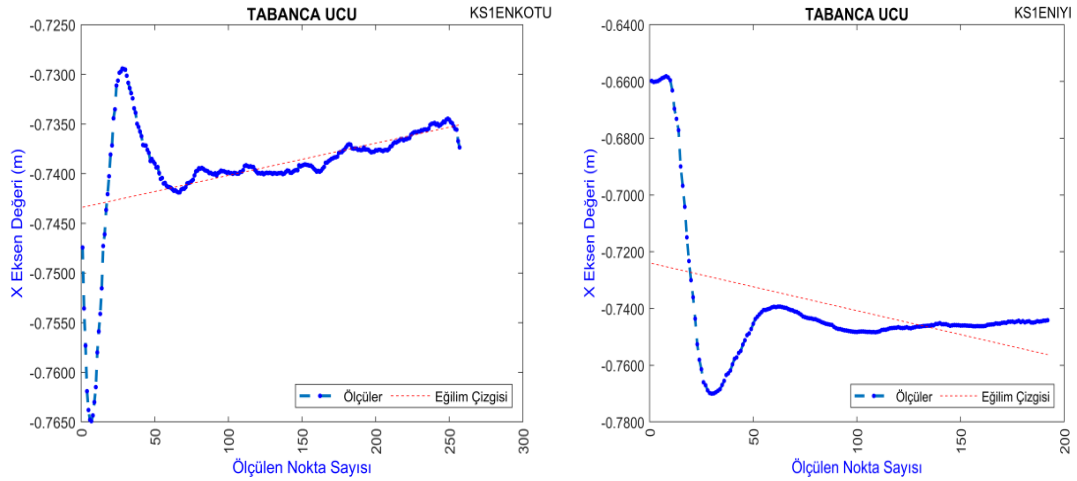


Şekil 4.9. ES-1 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.3 puan) ve en kötü atışı (8.5 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

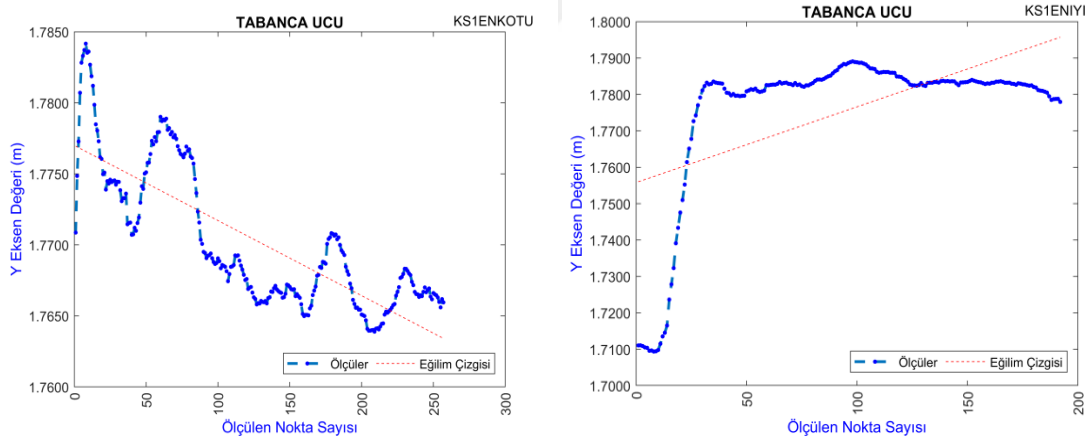
4.2. KS-1 Verileri





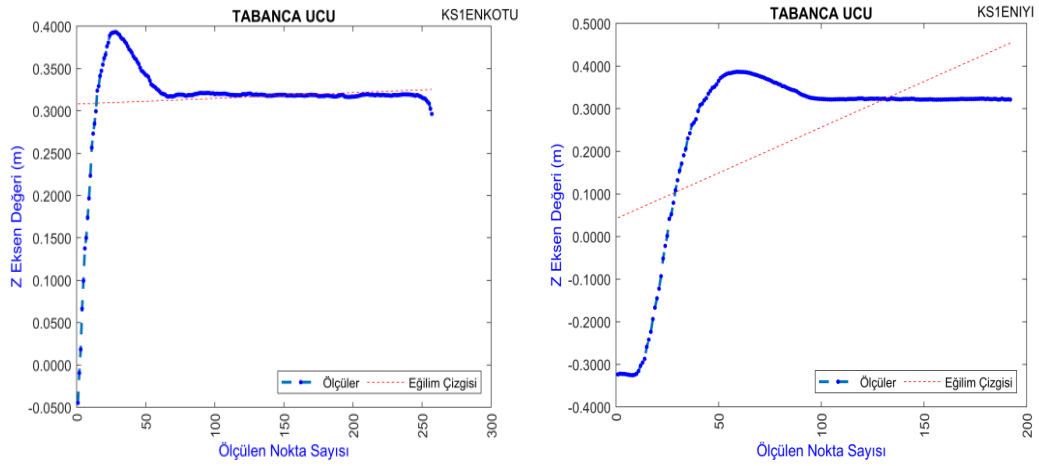
Şekil 4.10. KS-1 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışının tabanca ucunun X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



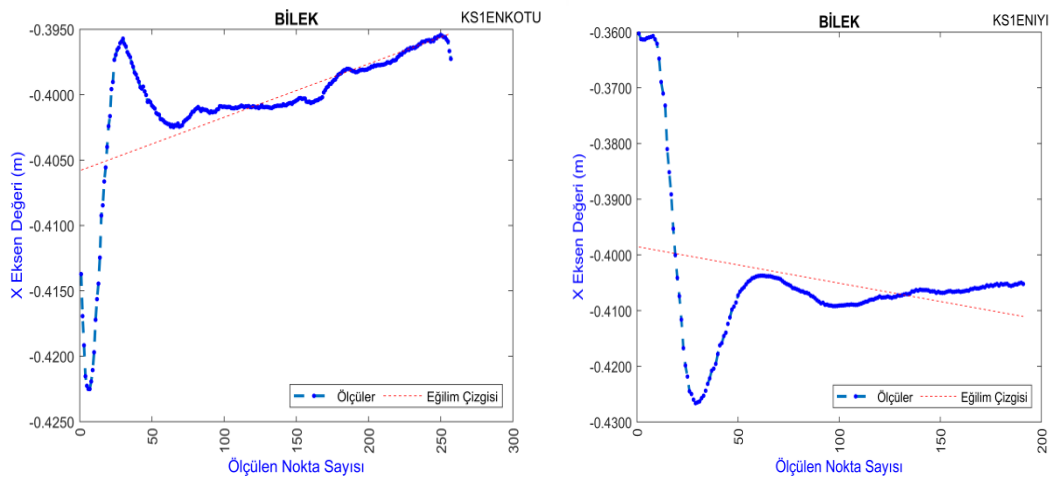
Şekil 4.11. KS-1 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucunun Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark bulunmuştur.



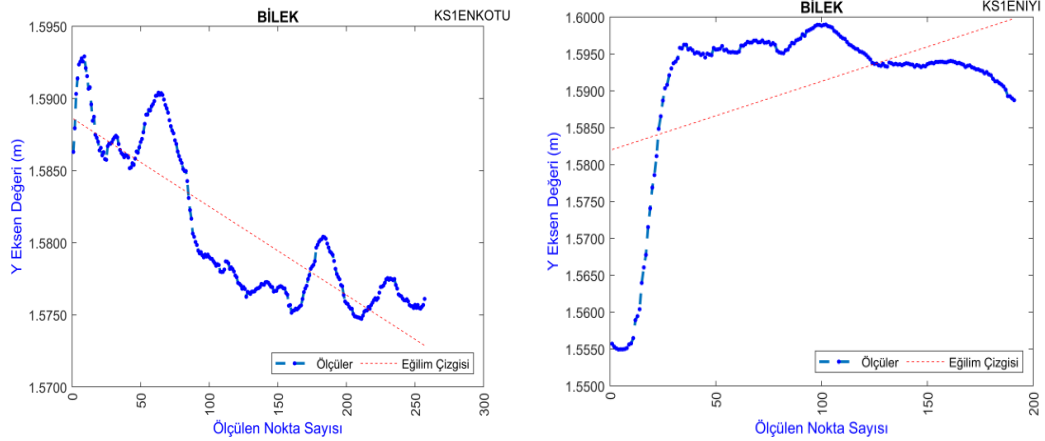
Şekil 4.12. KS-1 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun Z yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



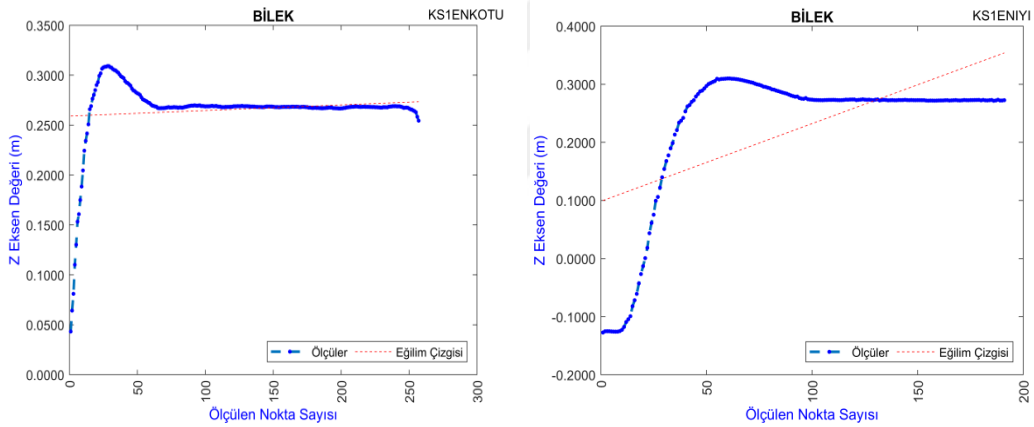
Şekil 4.13. KS-1 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki bileğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark bulunmuştur.



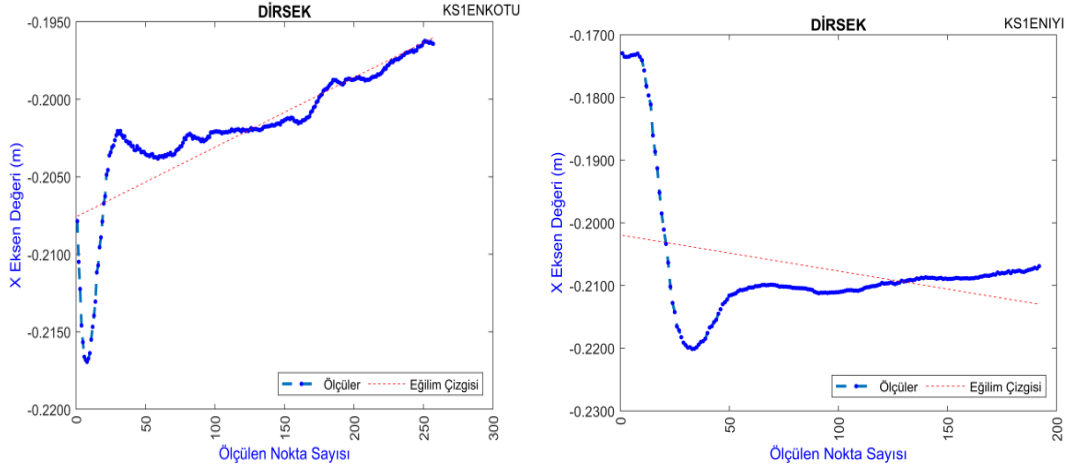
Şekil 4.14. KS-1 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark bulunmuştur.



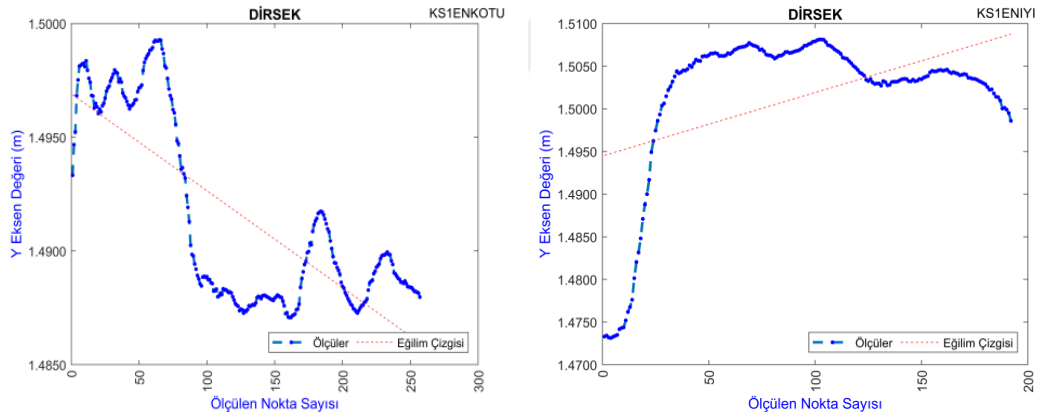
Şekil 4.15. KS-1 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



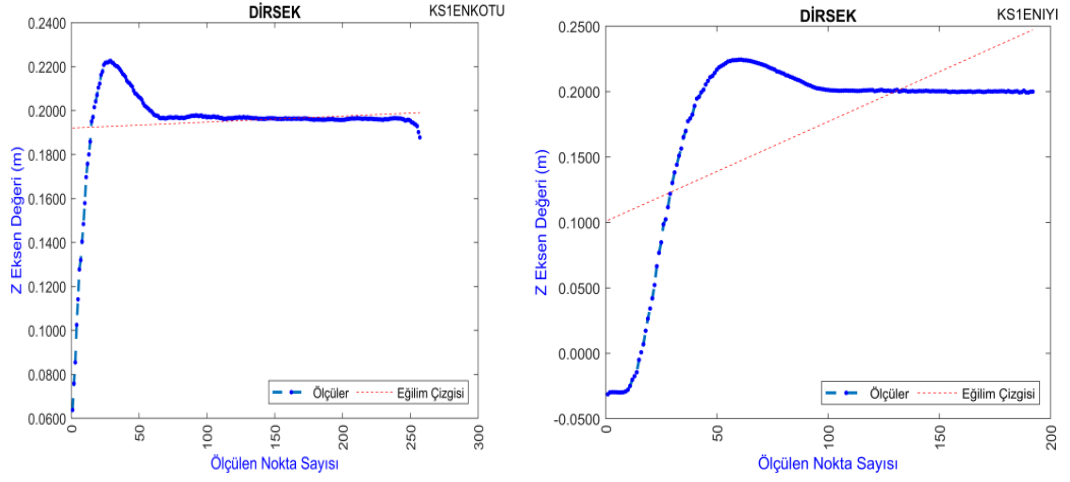
Şekil 4.16. KS-1 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.17. KS-1 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

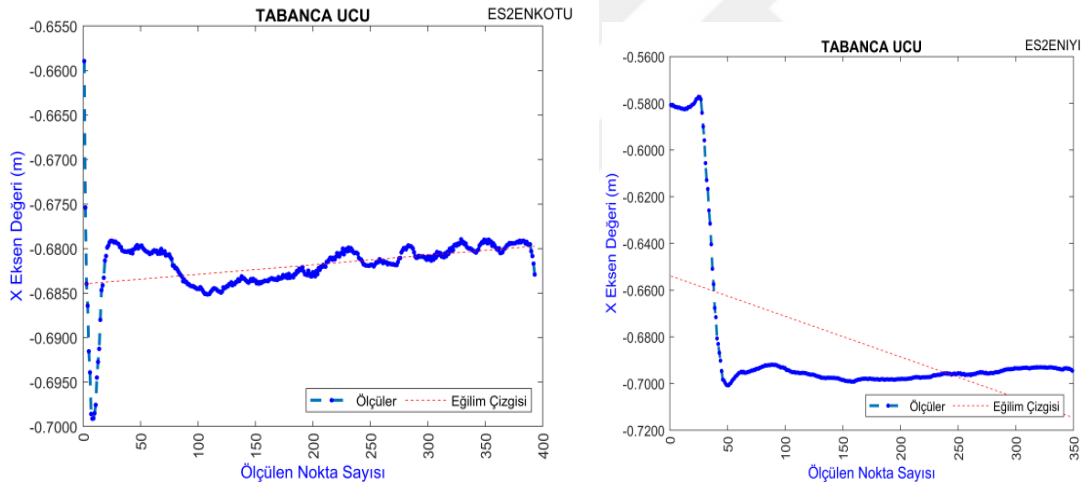
Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. KS-1 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

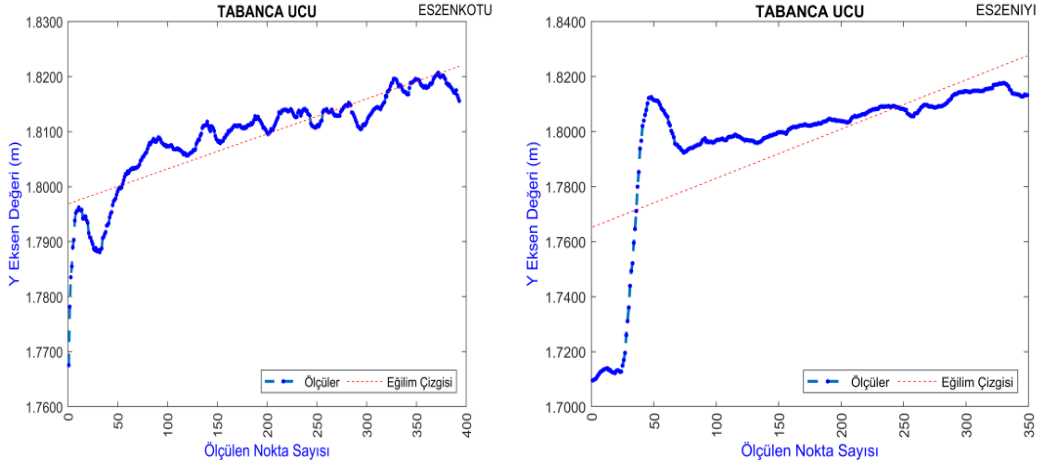
Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (7.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

4.3. ES-2 Verileri



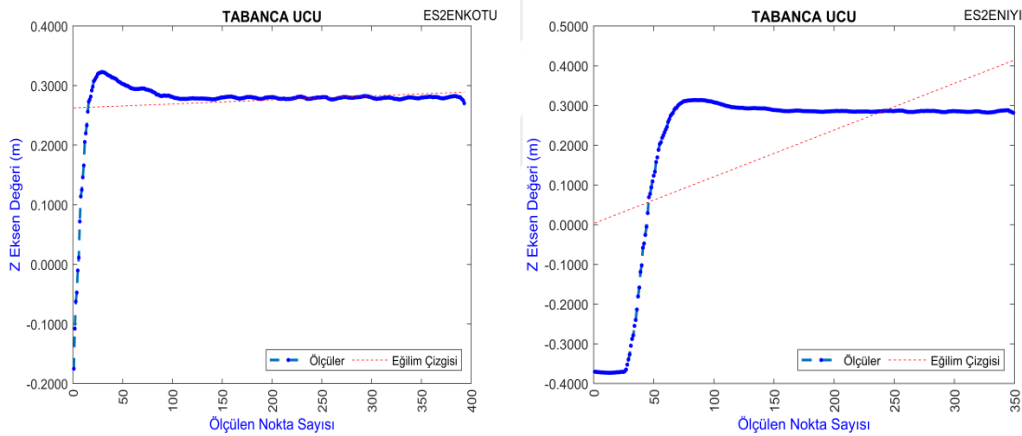
Şekil 4.19. ES-2 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



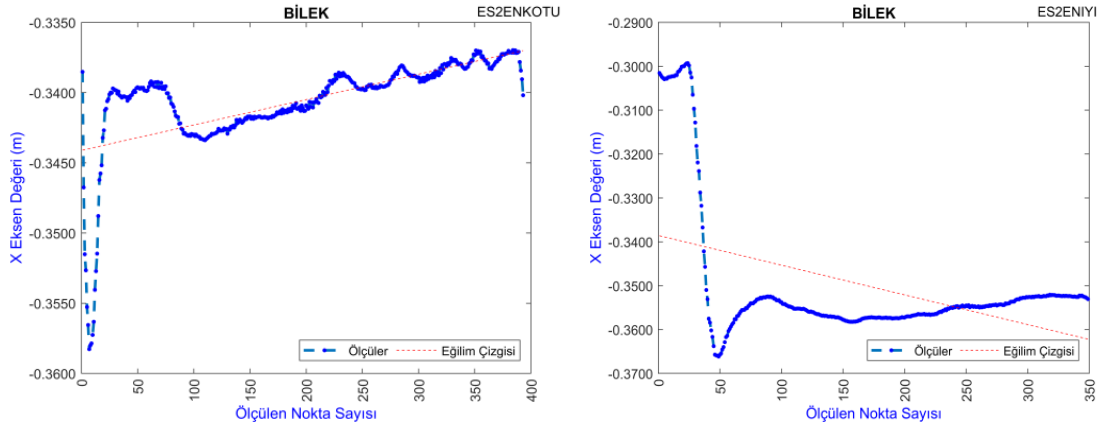
Şekil 4.20. ES-2 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun Y yönlü hareketinde silahın salınımindan kaynaklı olarak atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



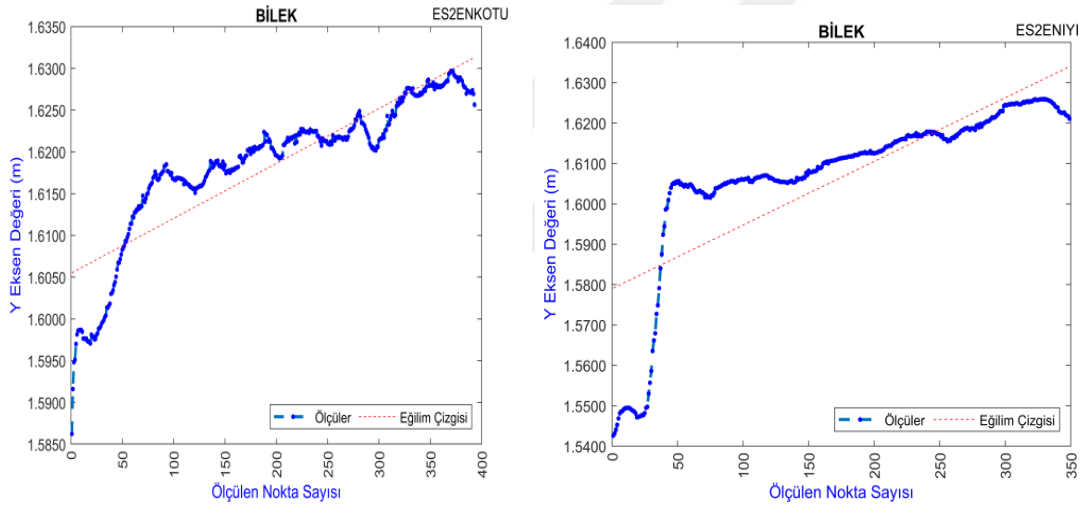
Şekil 4.21. ES-2 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun Z yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



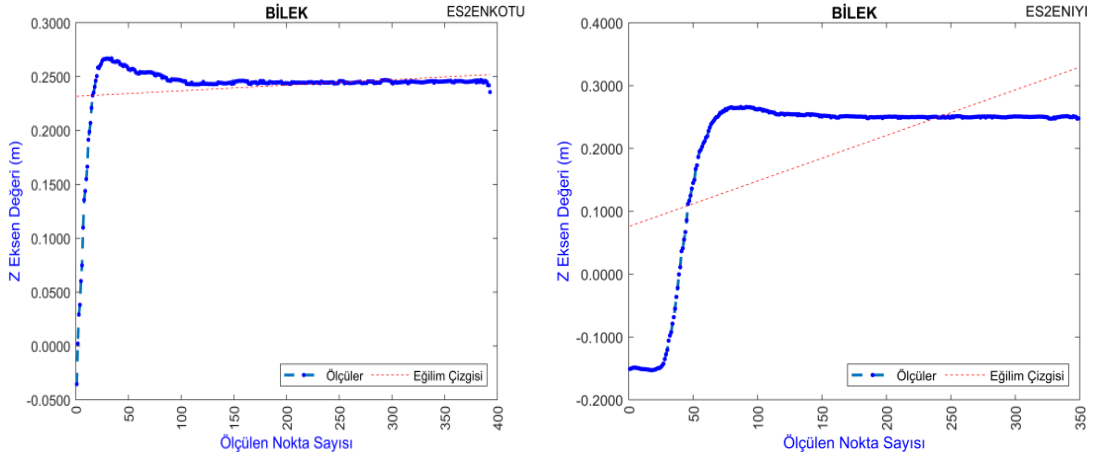
Şekil 4.22. ES-2 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki bileğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



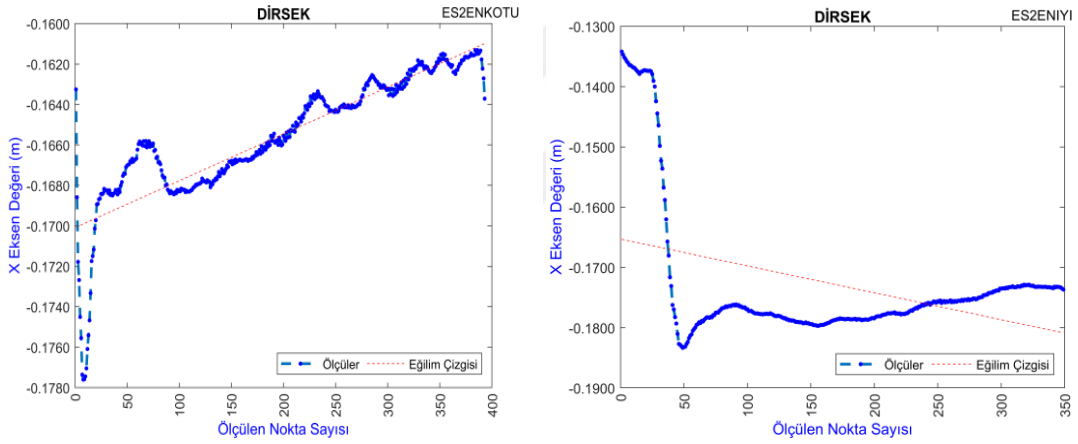
Şekil 4.23. ES-2 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



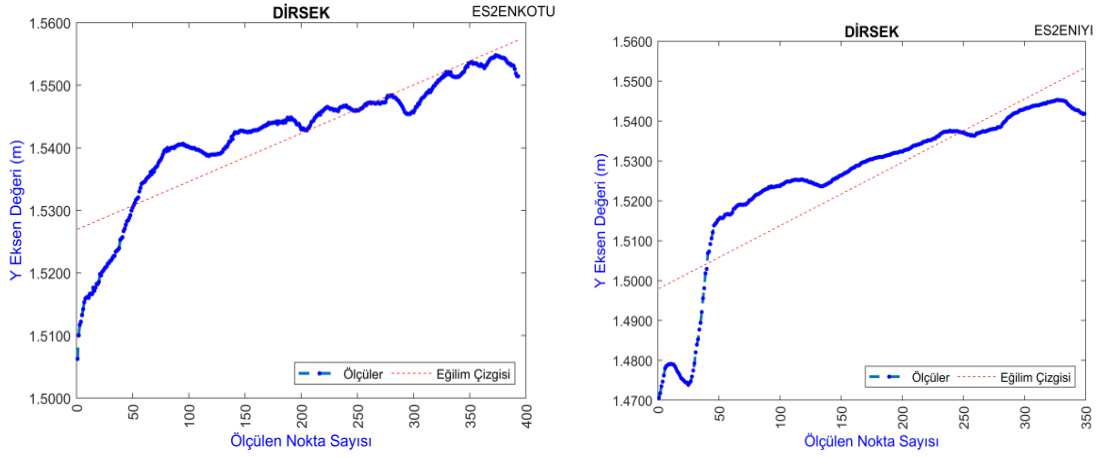
Şekil 4.24. ES-2 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



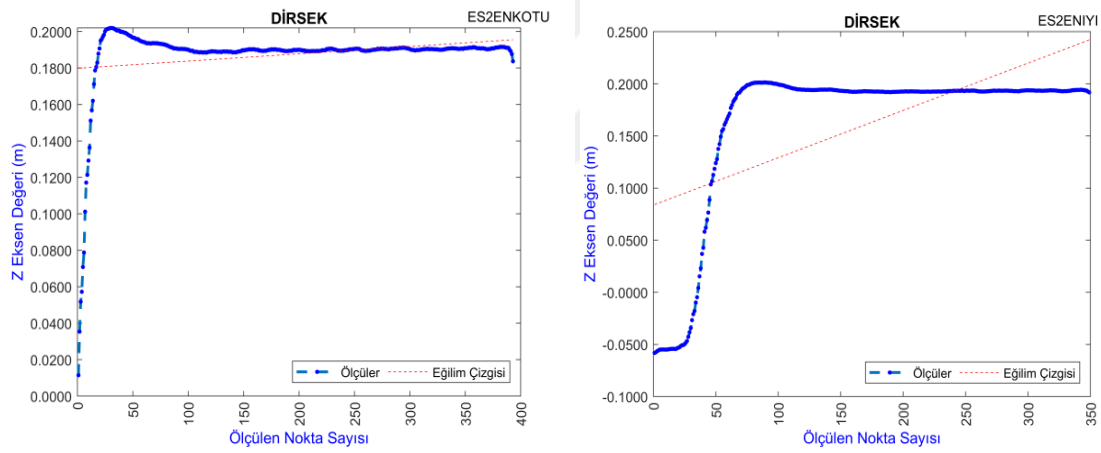
Şekil 4.25. ES-2 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.26. ES-2 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

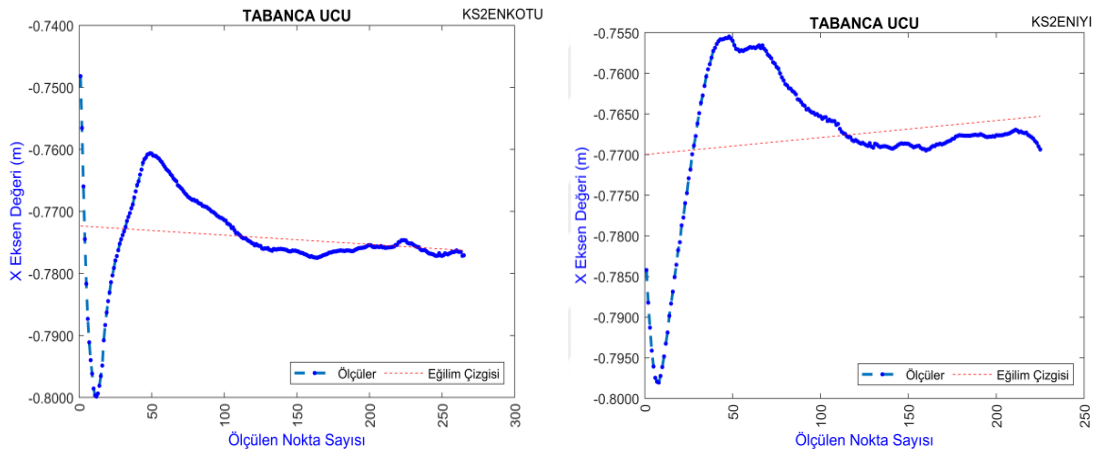
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.27. ES-2 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

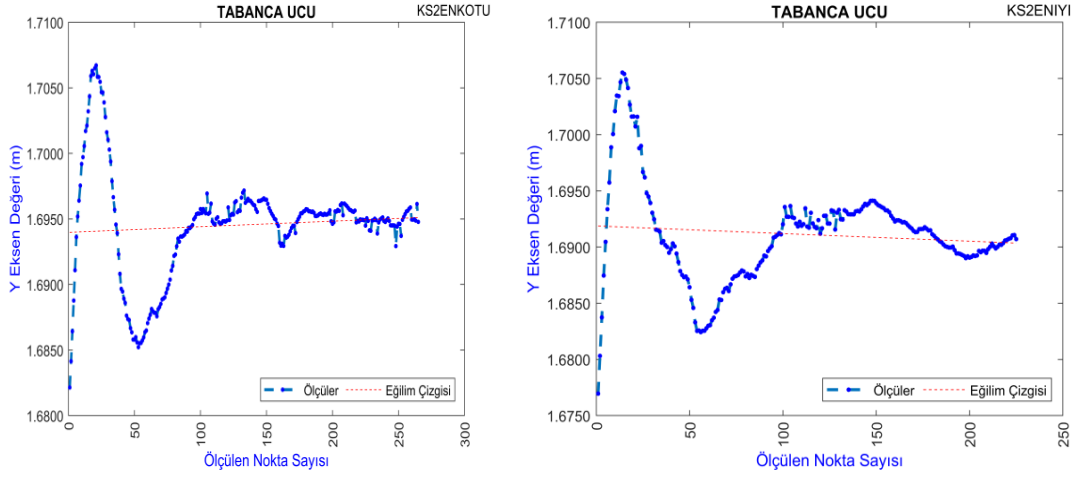
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.3 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin Z yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

4.4. KS-2 Verileri



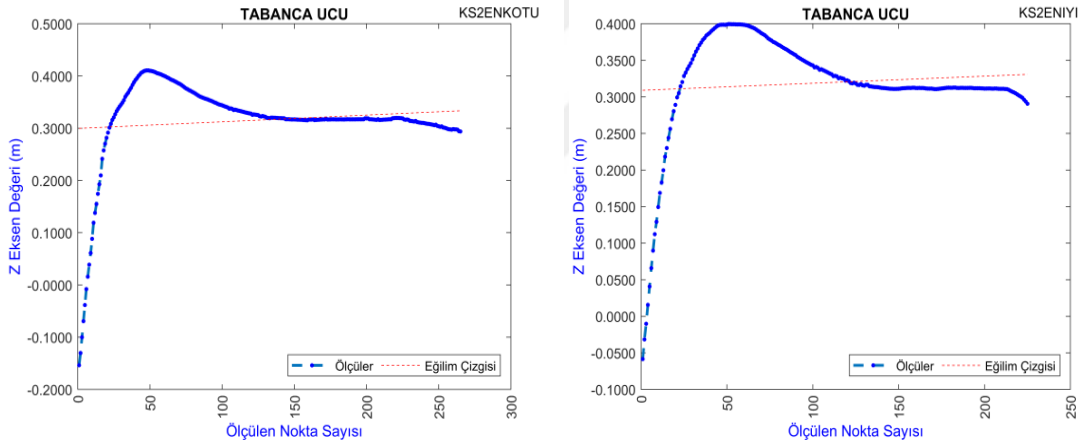
Şekil 4.28. KS-2 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki tabanca ucunun X yönlü hareketinde salınımın olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



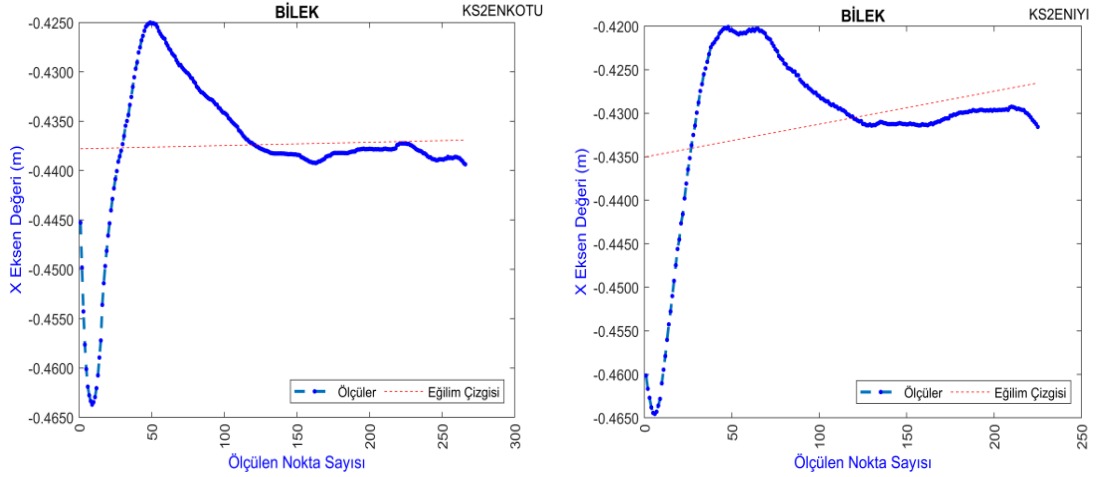
Şekil 4.29. KS-2 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki tabanca ucunun Y yönlü hareketinde salınımın olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



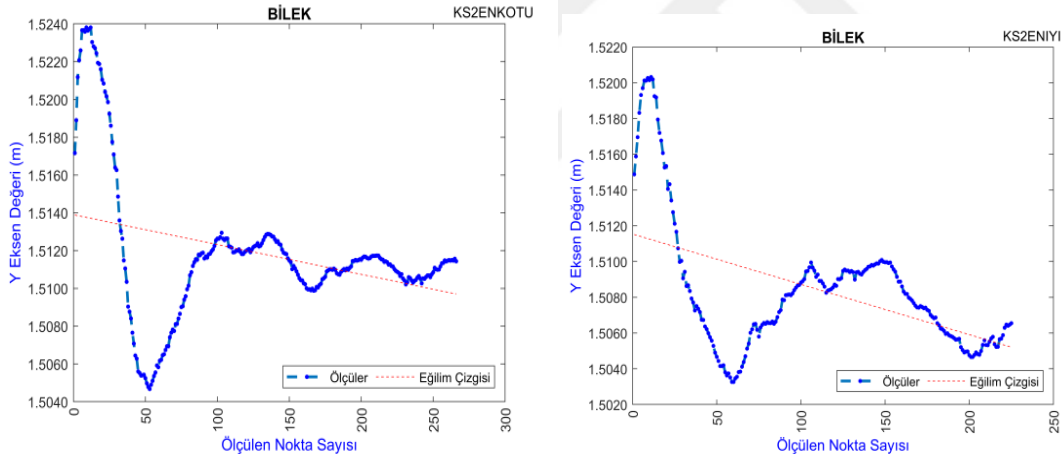
Şekil 4.30. KS-2 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucunun Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



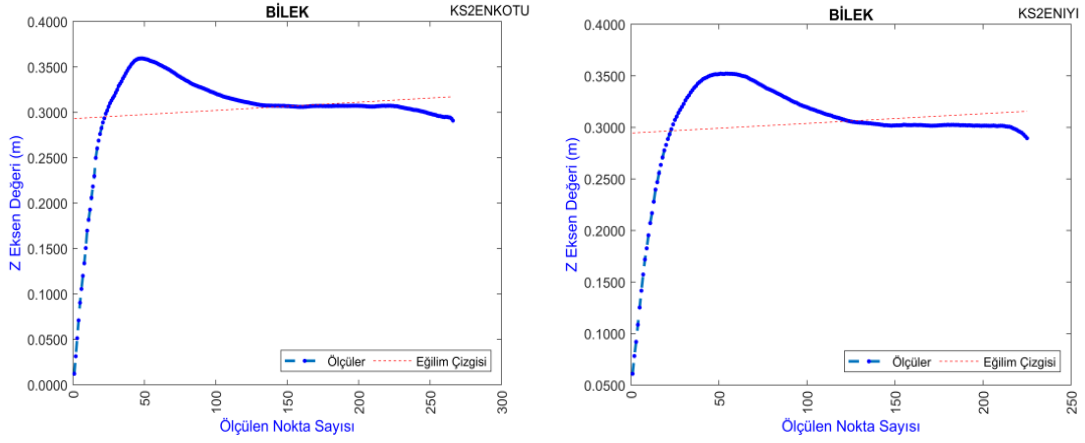
Şekil 4.31. KS-2 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin X yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



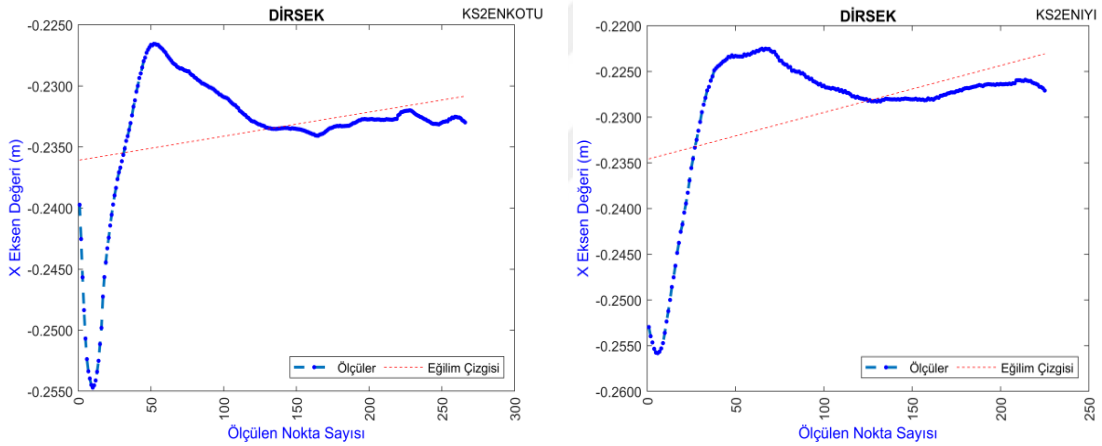
Şekil 4.32. KS-2 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki bileğin Y yönlü hareketlerinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



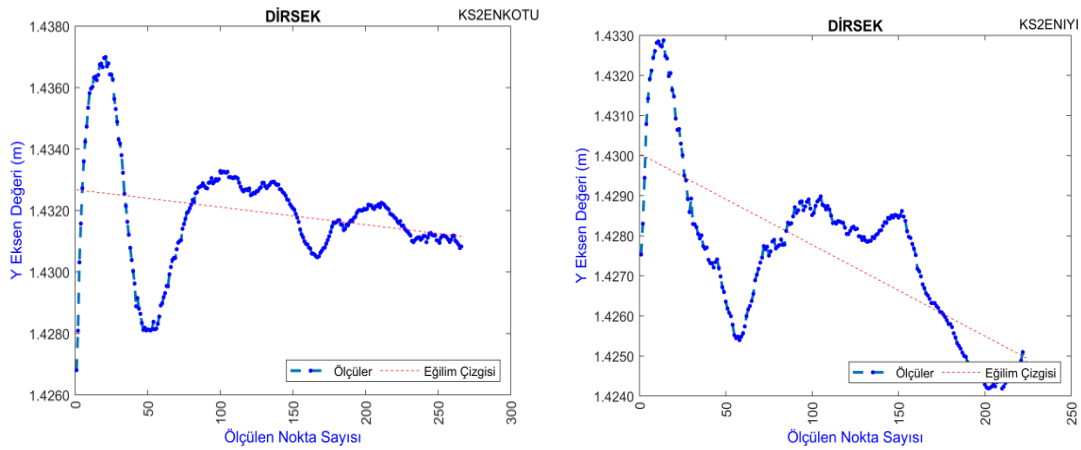
Şekil 4.33. KS-2 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



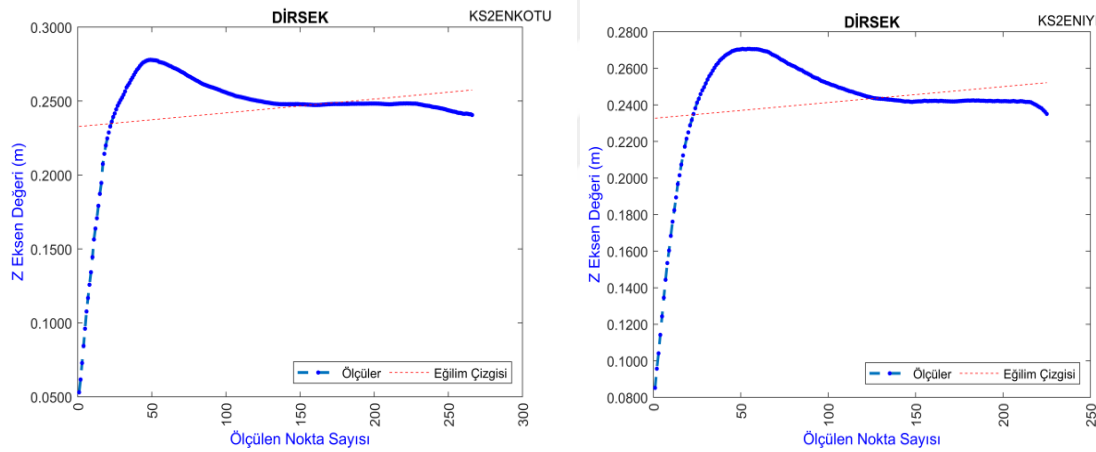
Şekil 4.34. KS-2 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.35. KS-2 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

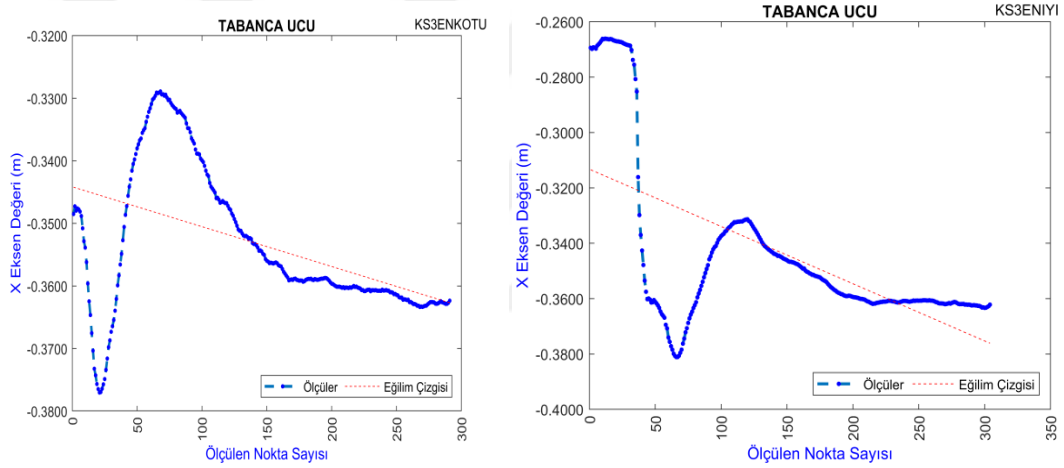
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki dirseğin Y yönlü hareketlerinde salınım olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.36. KS-2 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

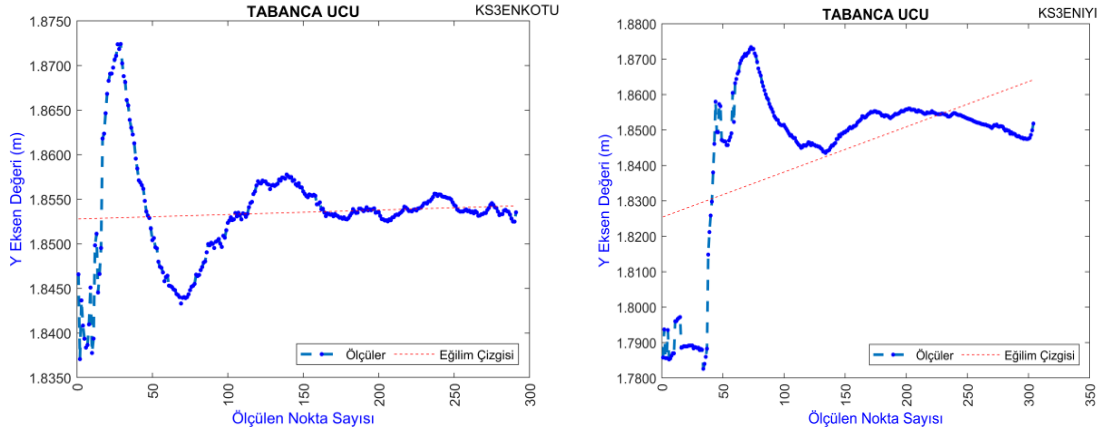
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (6.9 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

4.5. KS-3 Verileri



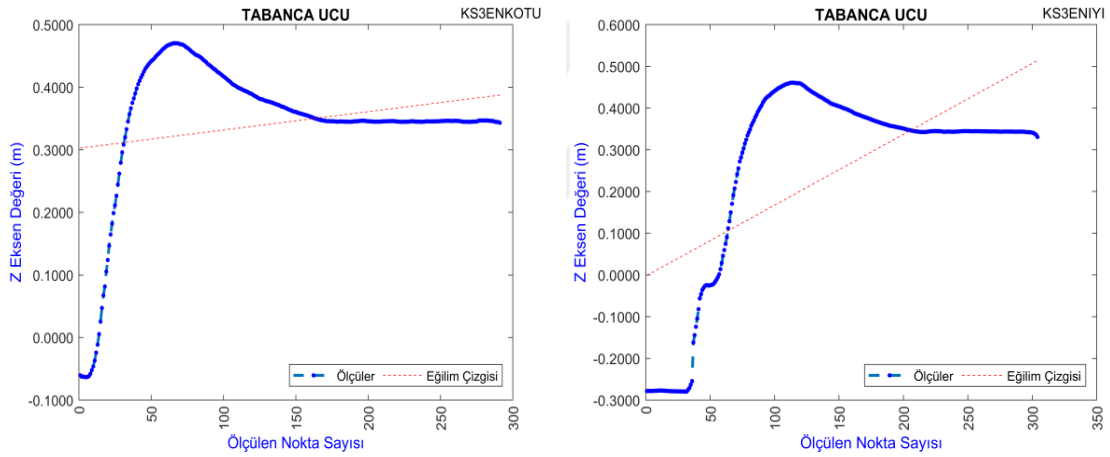
Şekil 4.37. KS-3 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucu X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



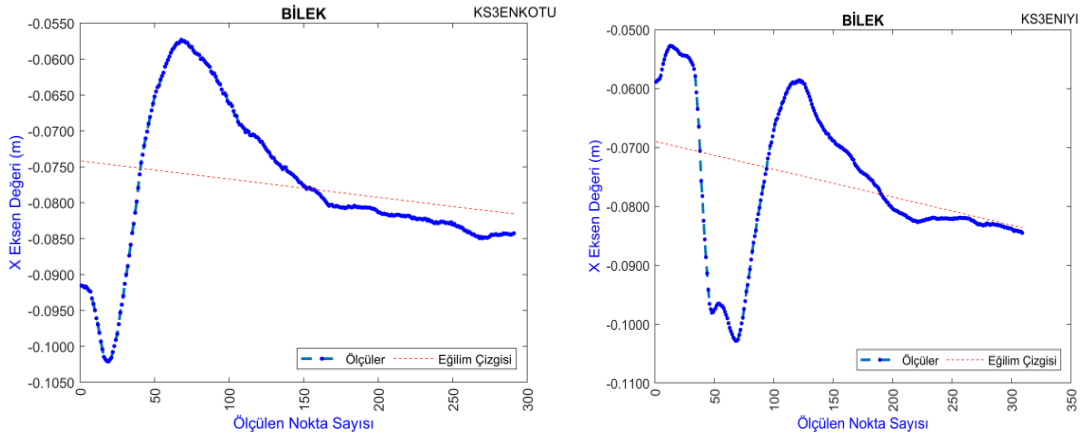
Şekil 4.38. KS-3 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



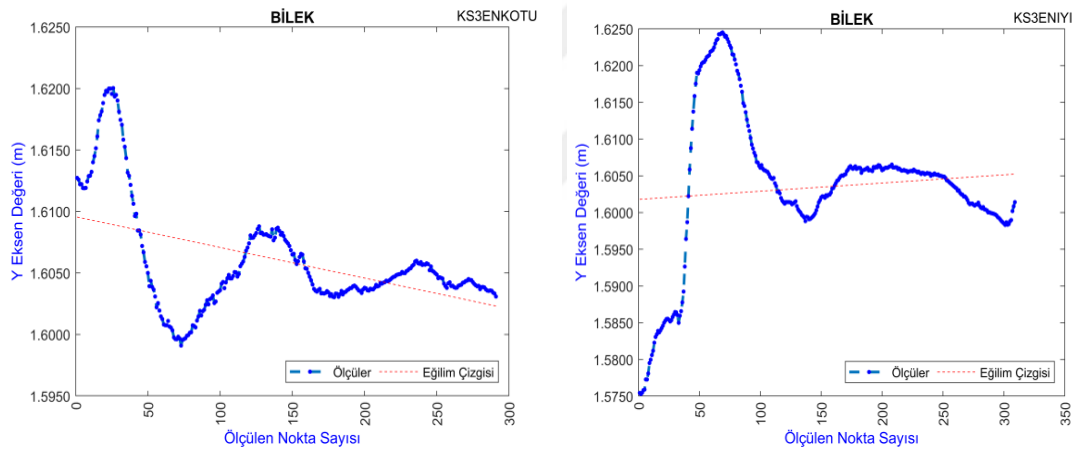
Şekil 4.39. KS-3 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucu Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



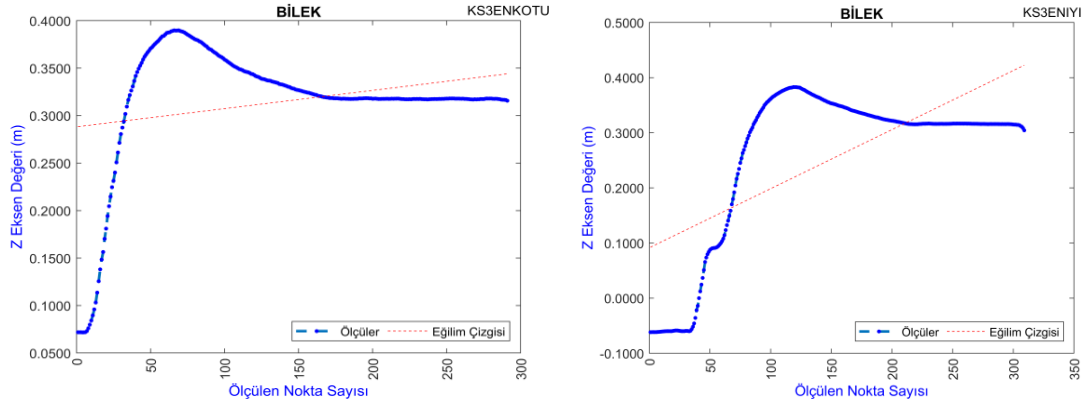
Şekil 4.40. KS-3 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin X yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



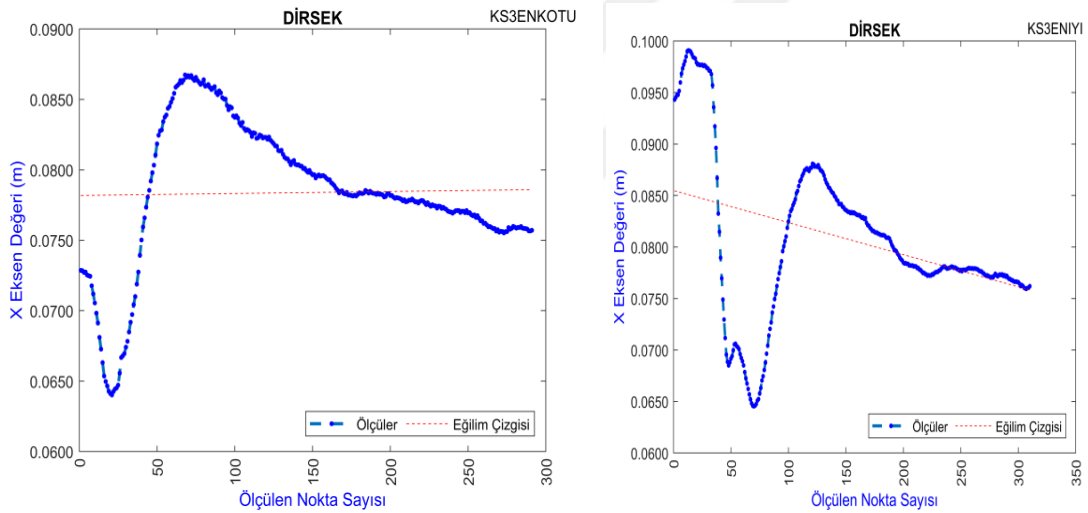
Şekil 4.41. KS-3 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



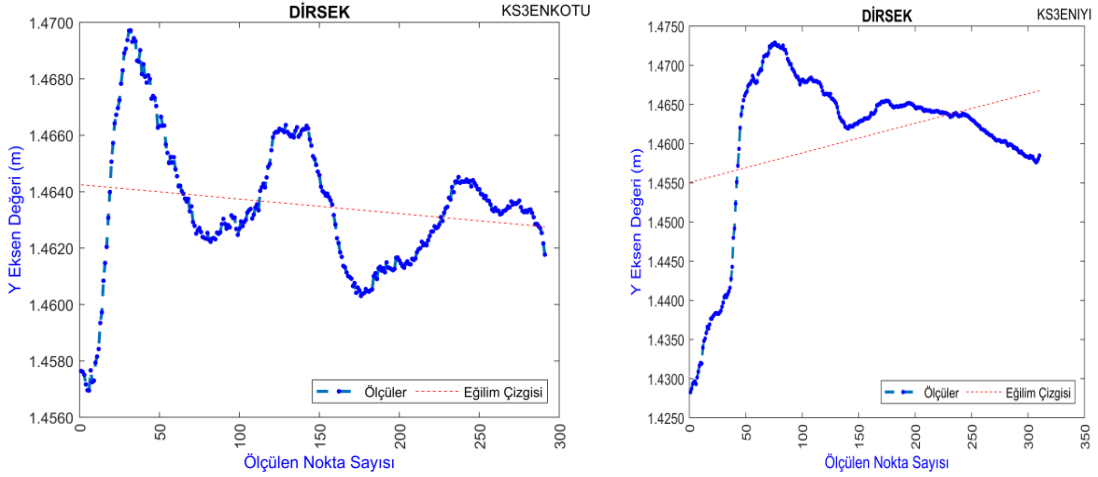
Şekil 4.42. KS-3 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



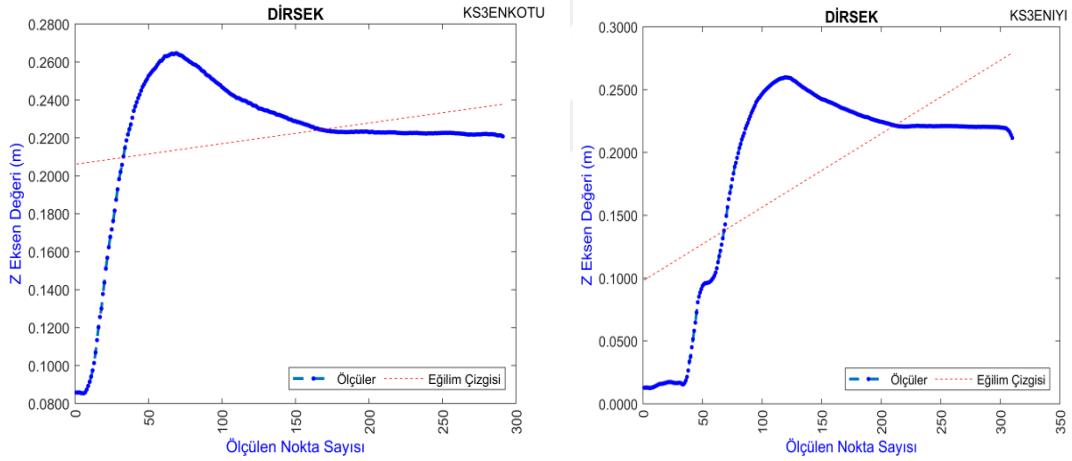
Şekil 4.43. KS-3 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin X yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.44. KS-3 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

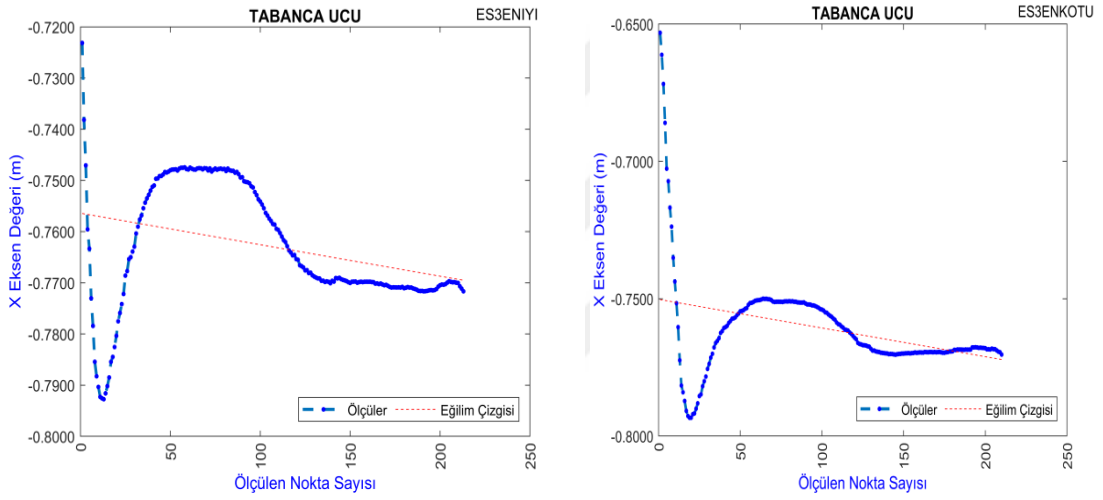
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.45. KS-3 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

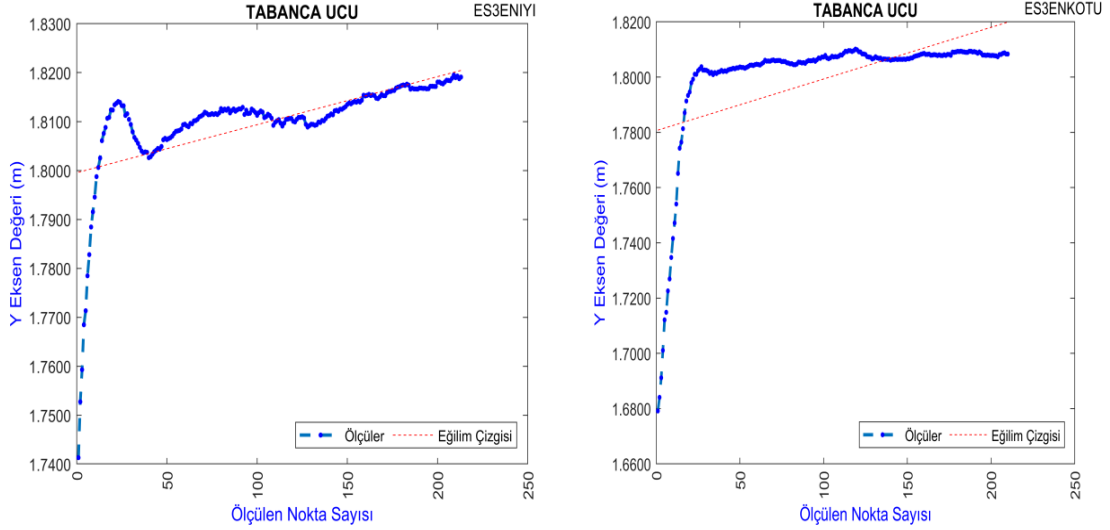
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

4.6. ES-3 Verileri



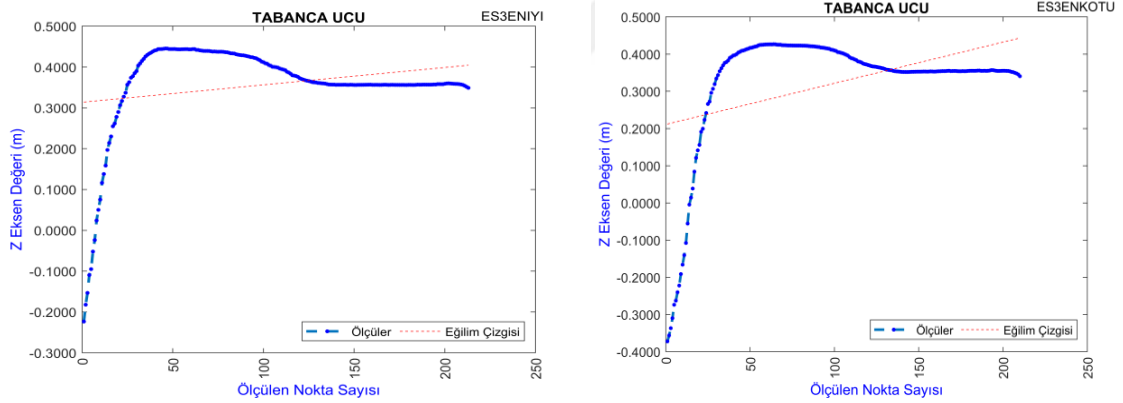
Şekil 4.46. ES-3 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



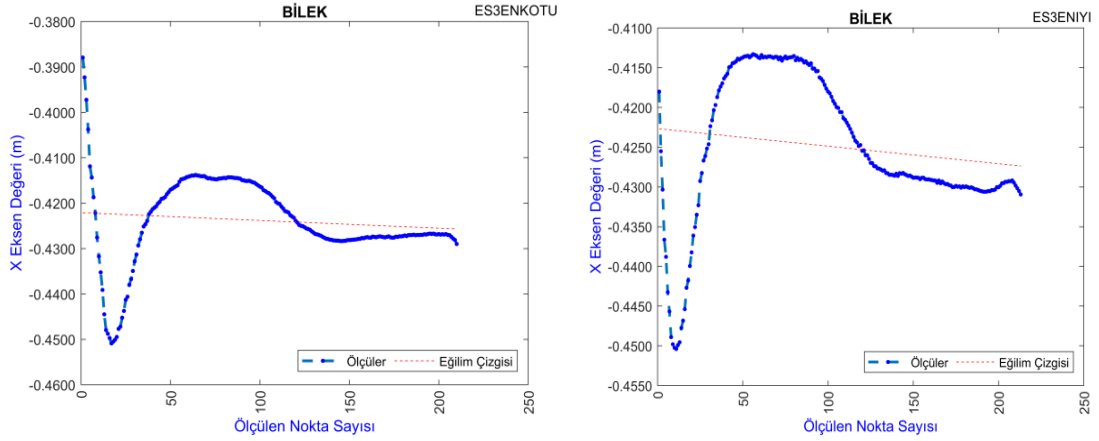
Şekil 4.47. ES-3 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



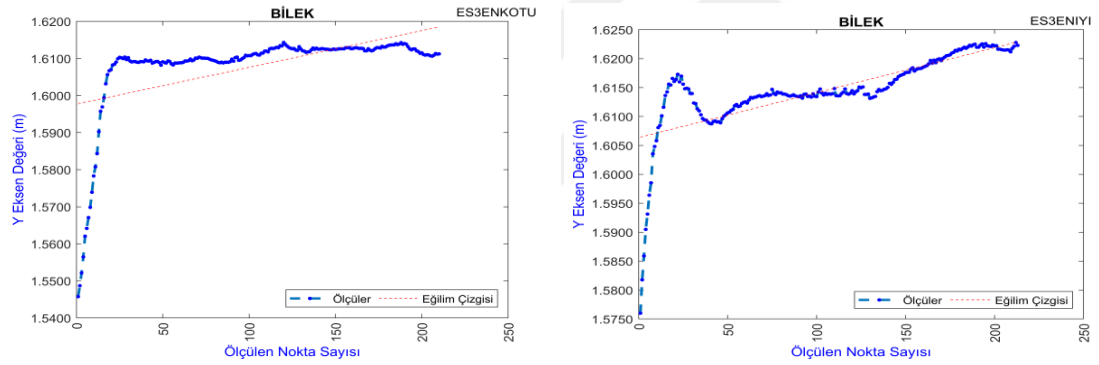
Şekil 4.48. ES-3 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucunun Z yönlü hareketinin stabil olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



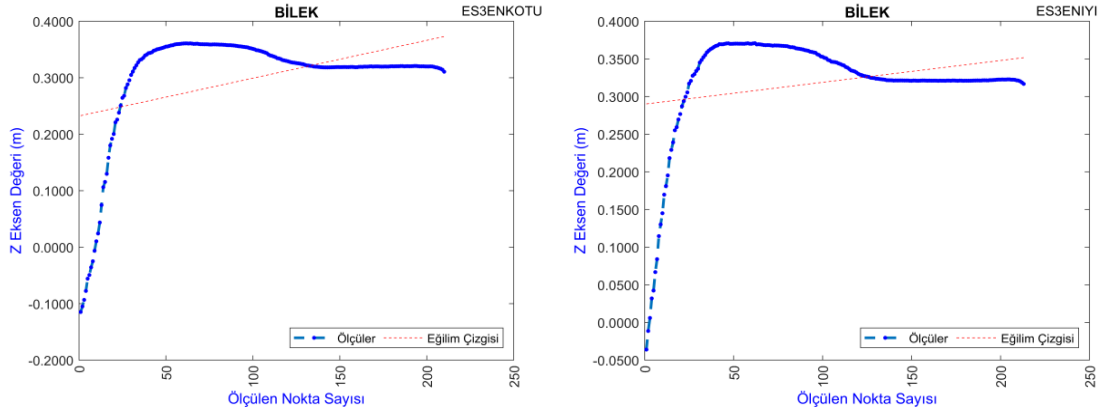
Şekil 4.49. ES-3 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin X yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



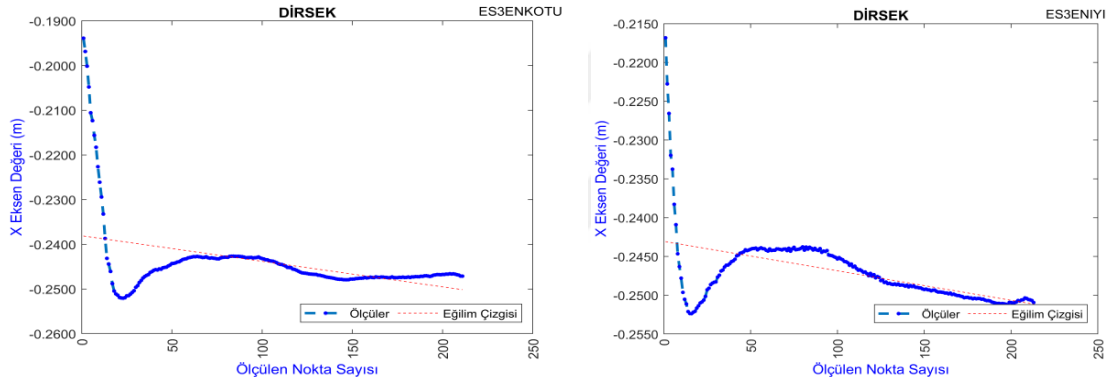
Şekil 4.50. ES-3 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



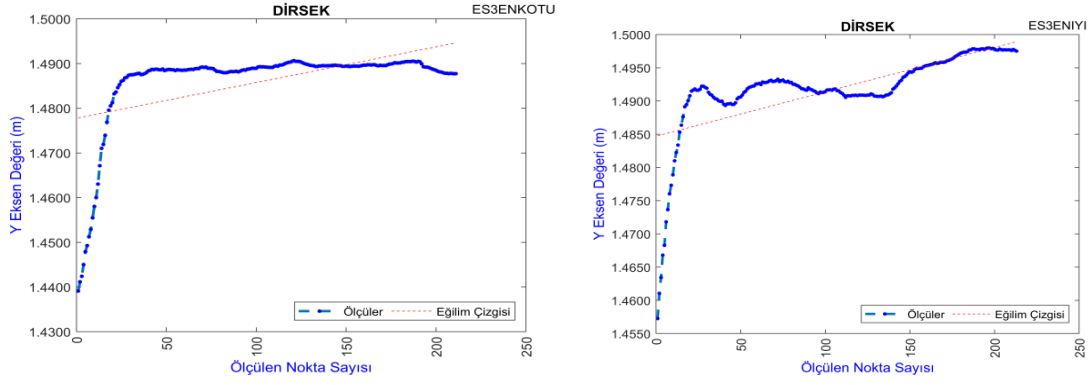
Şekil 4.51. ES-3 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir



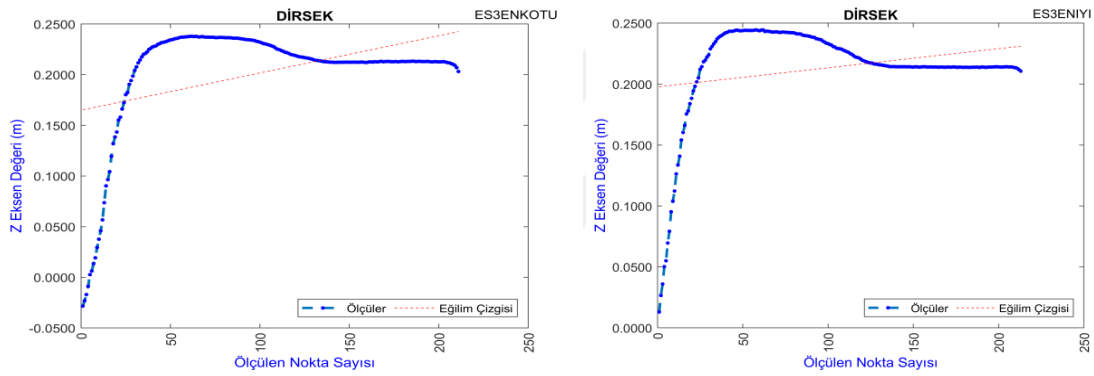
Şekil 4.52. ES-3 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin X yönlü hareketinin stabil olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.53. ES-3 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

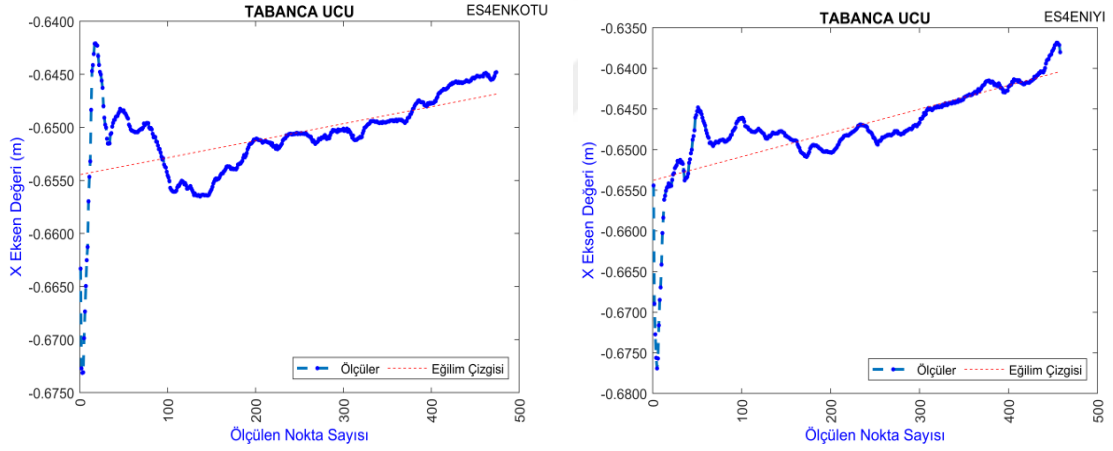
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.54. ES-3 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

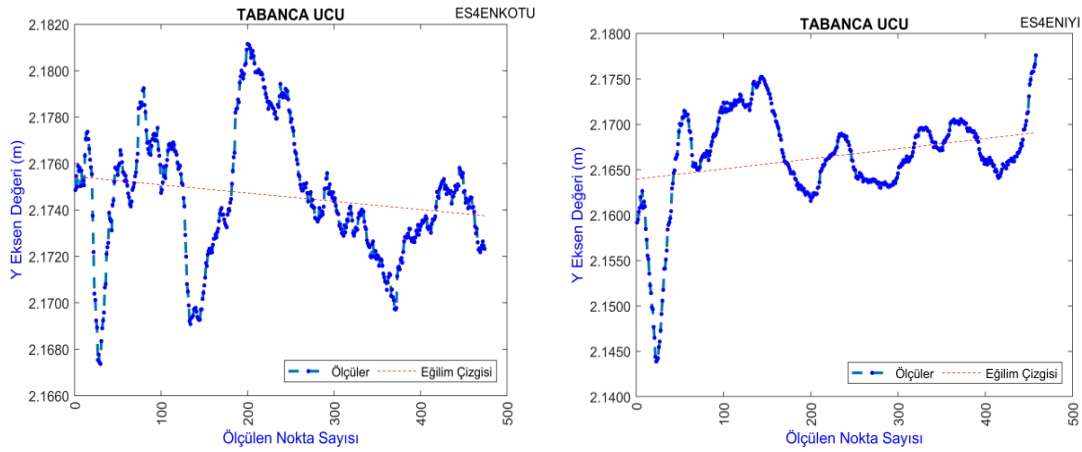
Sporcunun en iyi (10.7 puan) ve en kötü atışı (8.1 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

4.7. ES-4 Verileri



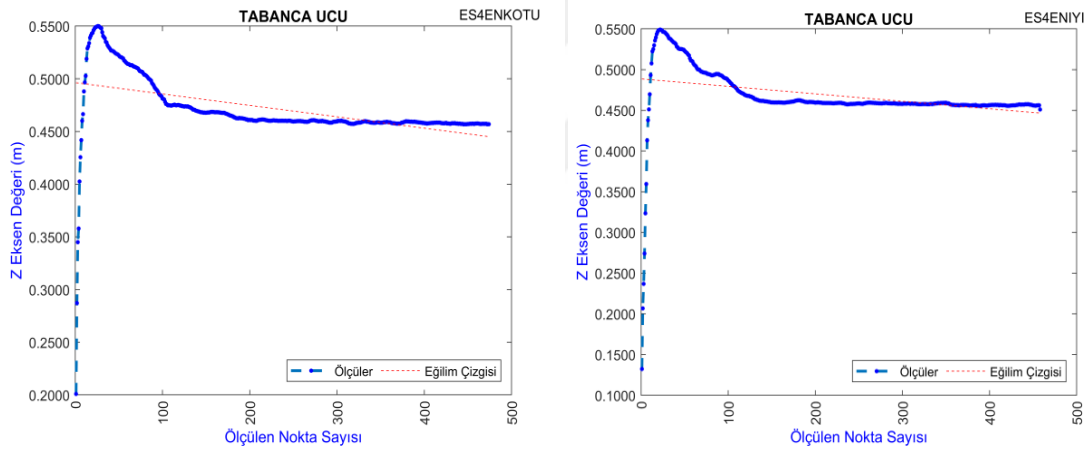
Şekil 4.55. ES-4 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki tabanca ucunun X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



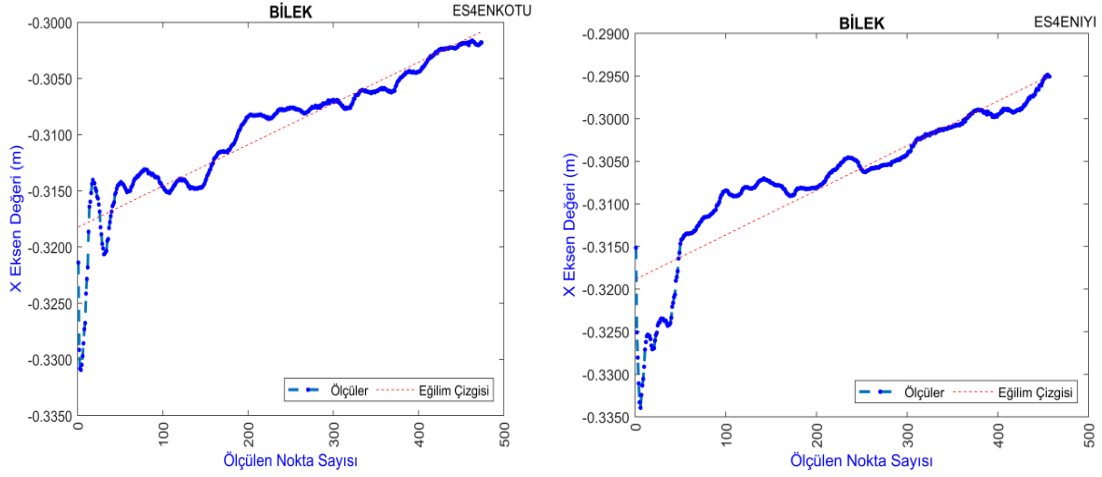
Şekil 4.56. ES-4 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun Y yönlü hareketinde salınım daha fazla olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



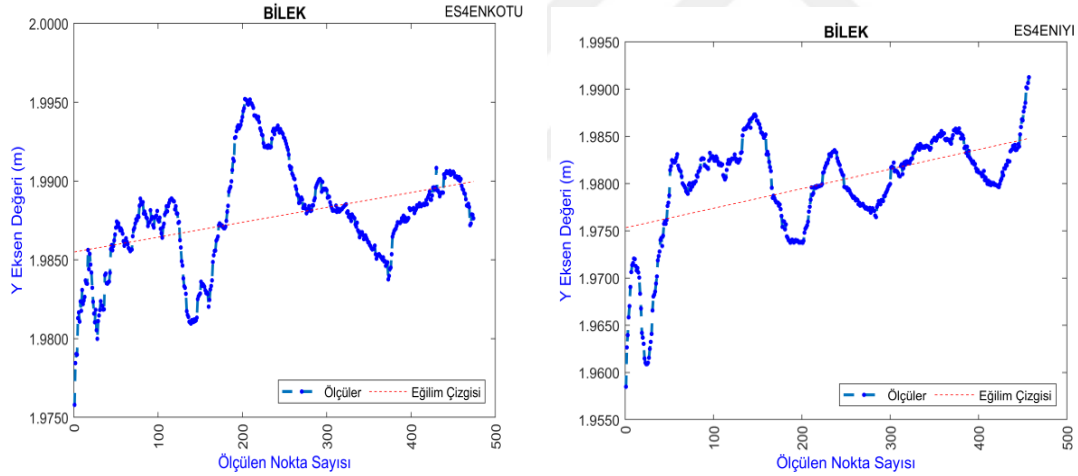
Şekil 4.57. ES-4 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucunun Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



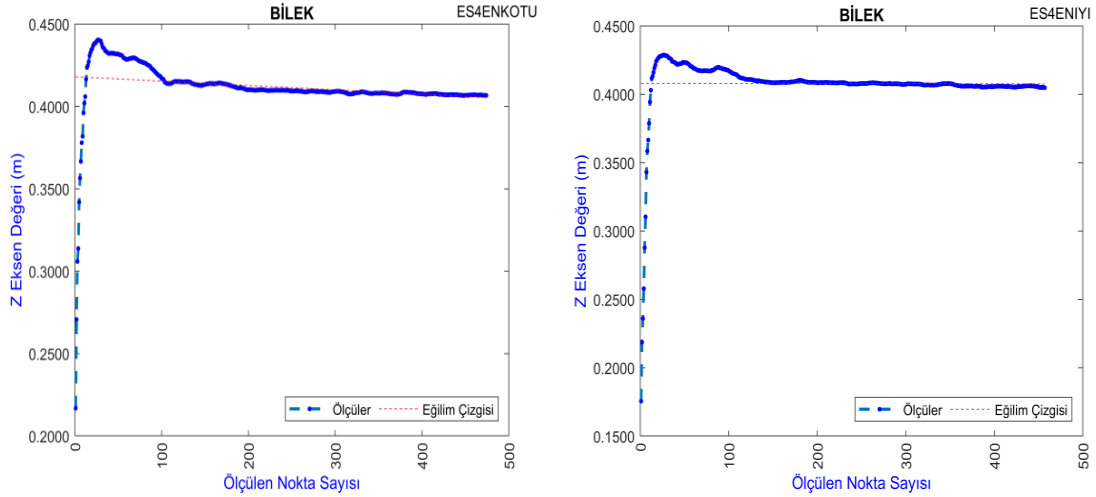
Şekil 4.58. ES-4 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki bileğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



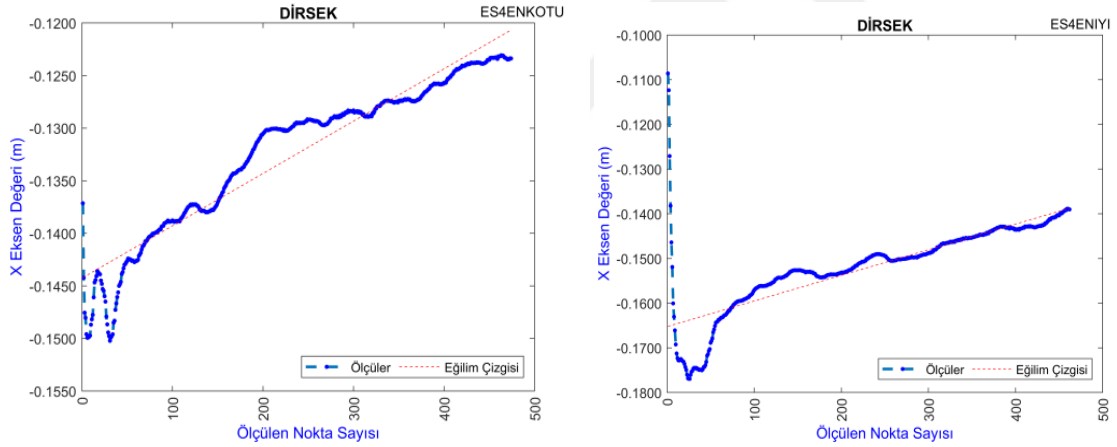
Şekil 4.59. ES-4 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



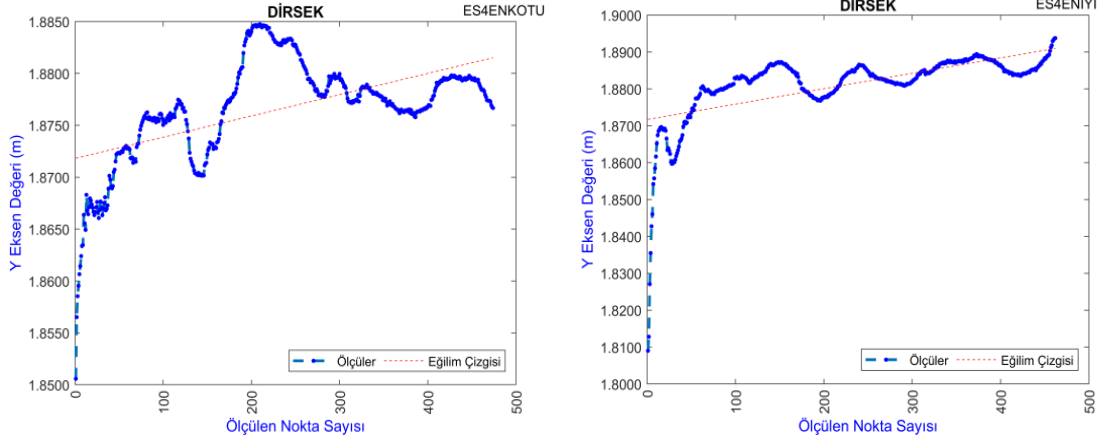
Şekil 4.60. ES-4 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



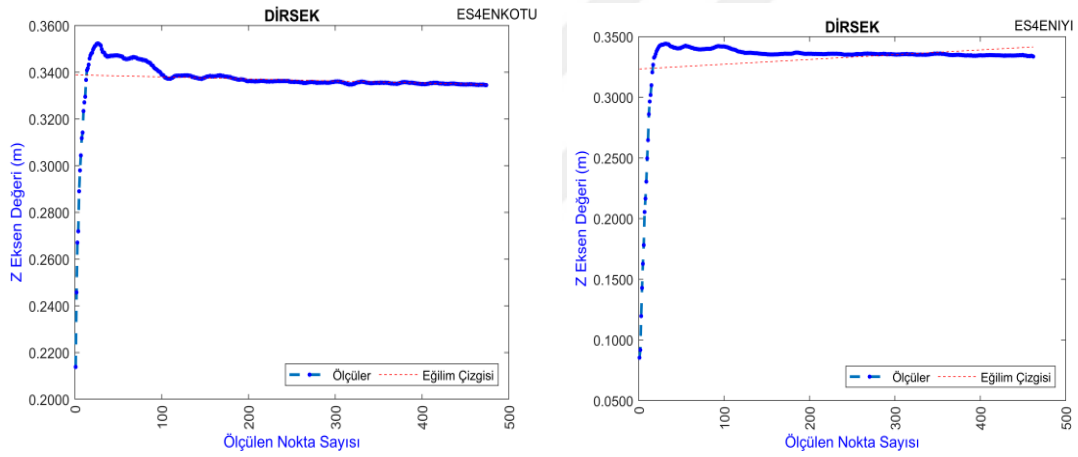
Şekil 4.61. ES-4 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin X yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.62. ES-4 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

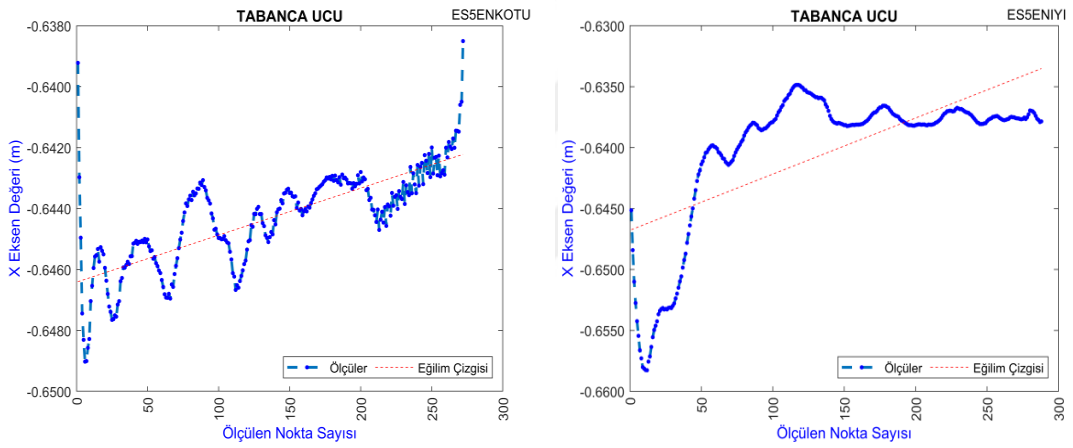
Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde salınımın fazla olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.63. ES-4 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

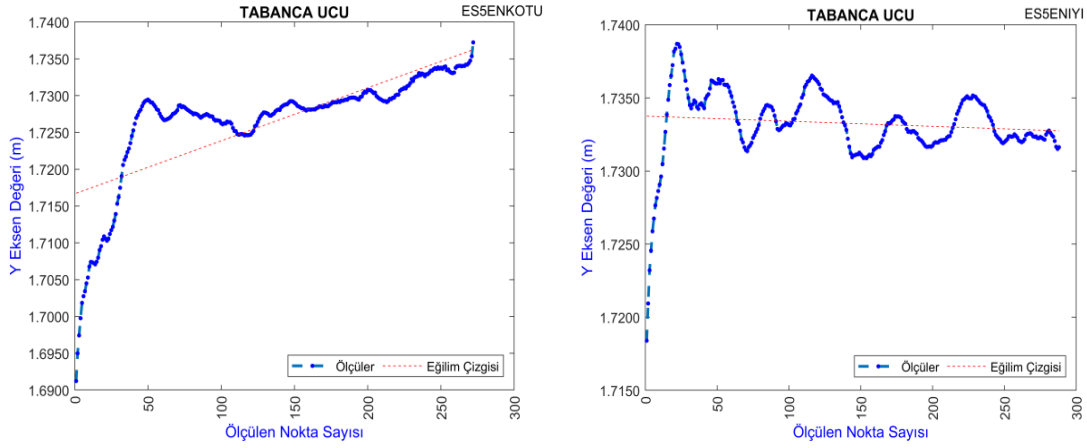
Sporcunun en iyi (10.6 puan) ve en kötü atışı (8.8 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketinin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

4.8. ES-5 Verileri



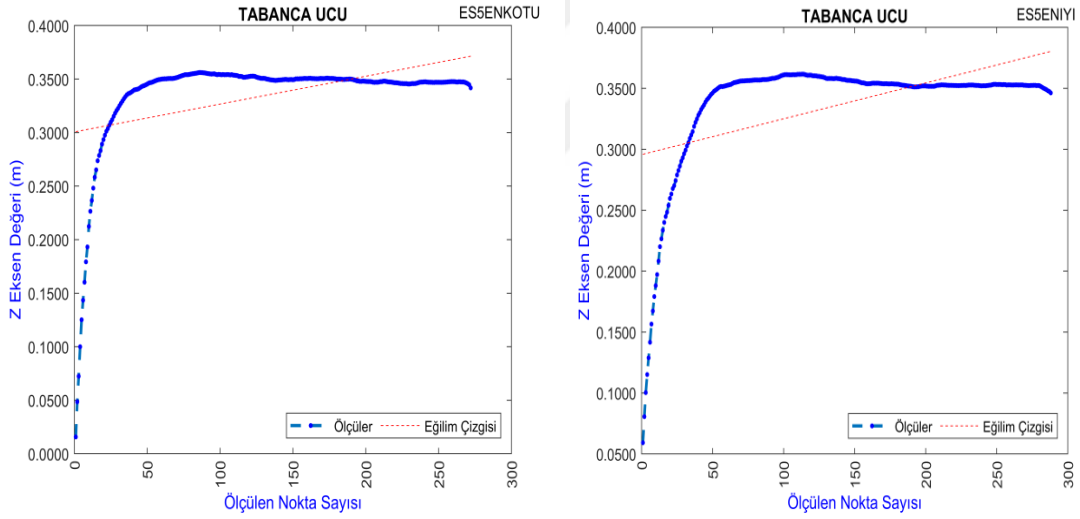
Şekil 4.64. ES-5 Tabanca ucu X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki tabanca ucunun X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



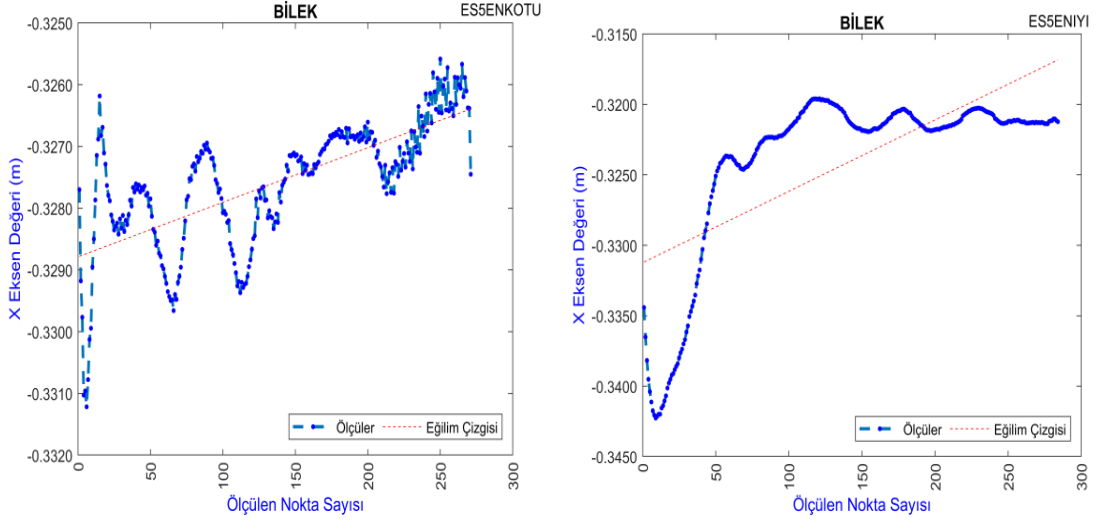
Şekil 4.65. ES-5 Tabanca ucu Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, iyi atışındaki tabanca ucunun Y yönlü hareketindeki salınımın daha fazla olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



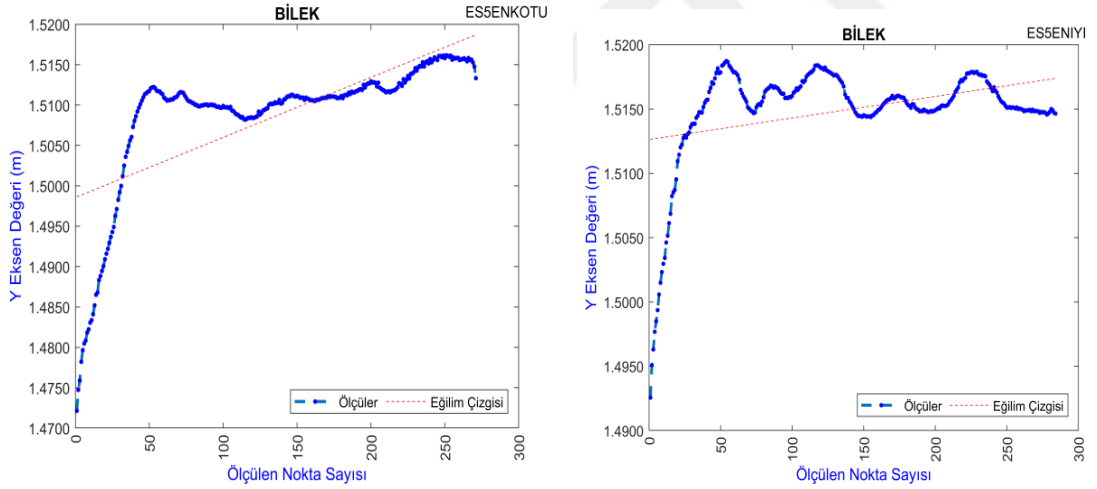
Şekil 4.66. ES-5 Tabanca ucu Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, tabanca ucu Z yönlü hareketin stabil olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



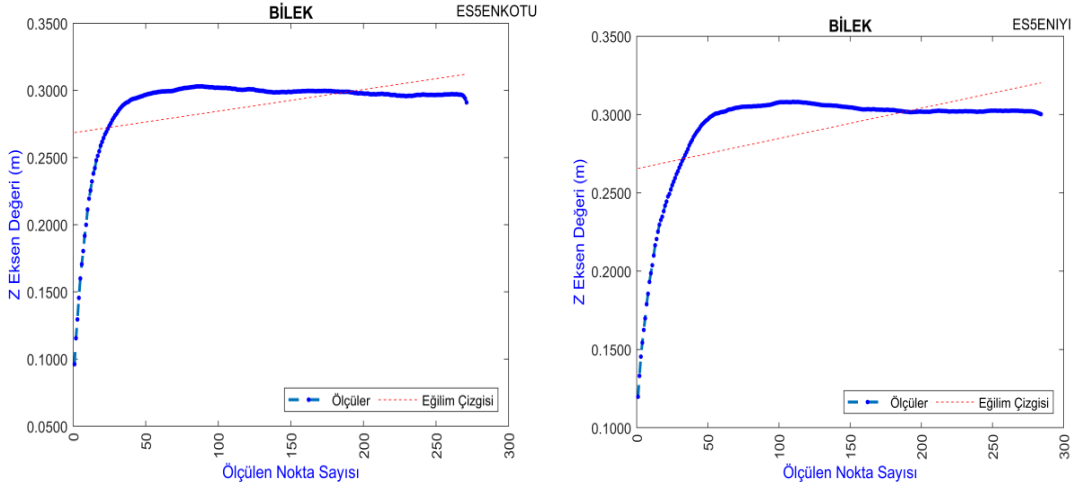
Şekil 4.67. ES-5 Bilek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki bileğin X yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



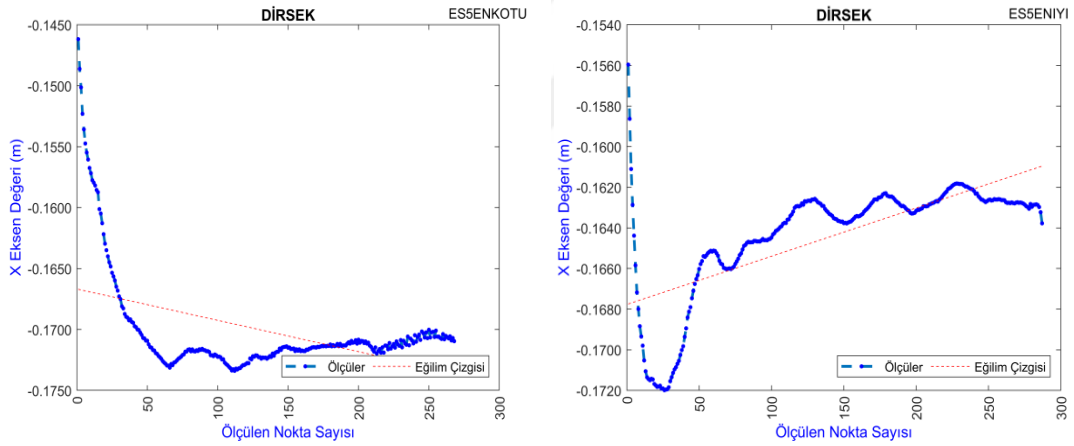
Şekil 4.68. ES-5 Bilek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki bileğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



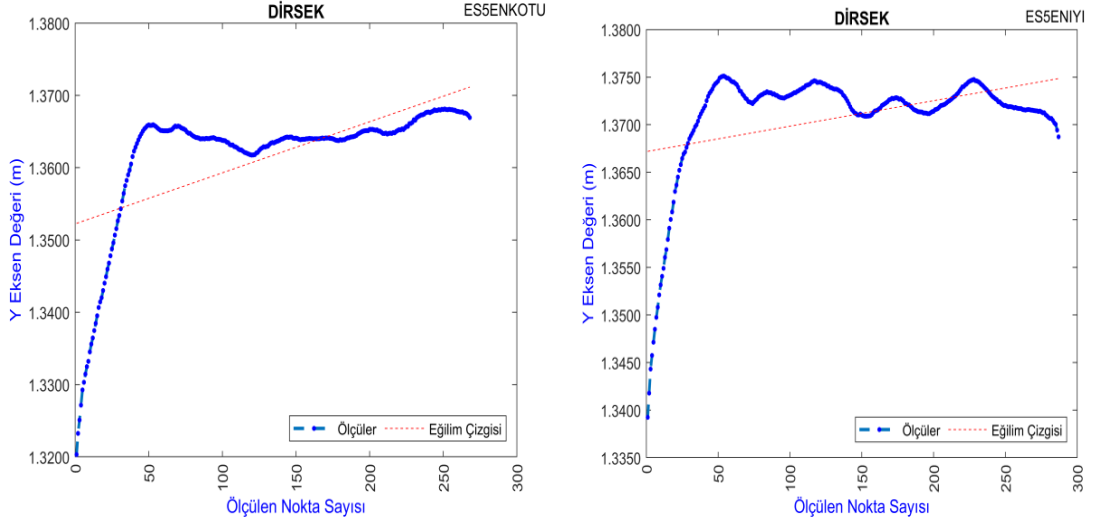
Şekil 4.69. ES-5 Bilek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, bileğin Z yönlü hareketin stabil olmasından dolayı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



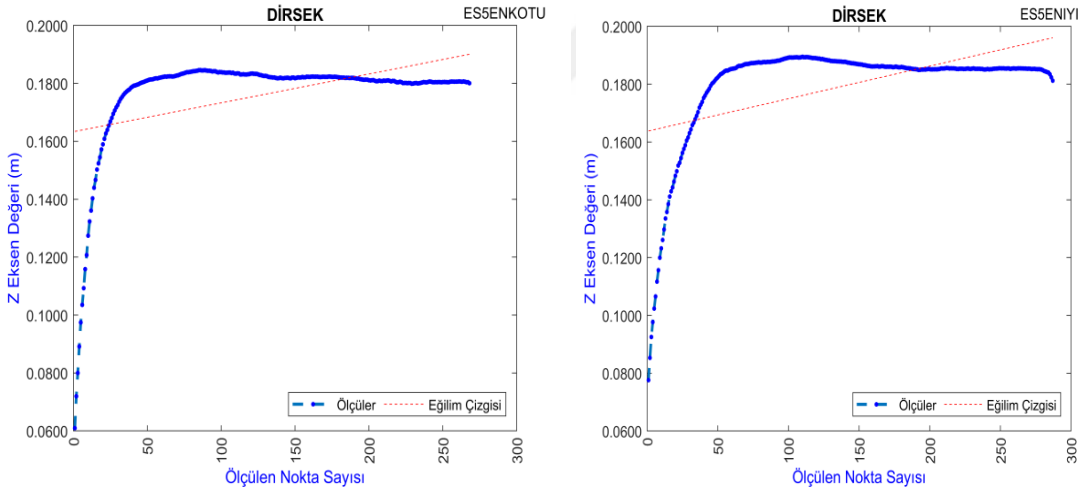
Şekil 4.70. ES-5 Dirsek X grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, kötü atışındaki dirseğin X yönlü hareketinde salınımın daha fazla olmasından kaynaklı atış skorunu etkileyen anlamlı bir fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.71. ES-5 Dirsek Y grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, her iki atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde salınım olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.



Şekil 4.72. ES-5 Dirsek Z grafikleri (kötü-iyi atış)

Sporcunun en iyi (10.8 puan) ve en kötü atışı (8.2 puan) grafiksel olarak incelendiğinde, dirseğin Z yönlü hareketin stabil olmasından kaynaklı atış skorlarını etkileyen anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

4.9. Tartışma

Kocahan ve ark., (2018),’nın yaptığı araştırmada 17 havalı tabanca sporcusunda (5 kadın, 12 erkek) omuz eklemi izometrik kas kuvveti ile tetik kolu ve karşı kol eklem pozisyon duyusunu karşılaştırmışlardır. Sporcuların izometrik kas kuvvetini 90° abdüksiyon açısında omuz abdükör ve adduktör kaslarının değerlendirmesini IsoMed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) cihazı ile ölçmüşlerdir. Dijital eğim ölçer (Dualer IQ Pro, JTech Medical Industries) ile 90° hedef omuz abdüksiyon açısında propriosepsiyon hissi değerlendirmesi yapmışlardır. Sporcuların her iki ekstremite için de propriosepsiyon duyularının benzer olduğu sonucuna varmışlardır. Sporcuların tetik ve diğer kollarının 90° izometrik abdüksiyon ve adduksiyon kas kuvvetleri arasında fark olmadığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak; havalı tabanca sporcularının tetik kolu ve diğer kolunun omuz eklemi izometrik kas kuvveti ile propriosepsiyon duyusunun birbirine benzer olduğunu belirtmişlerdir. Atış sırasında sporcuların 90°’lik açı oluşturduğu ve kolunu sabit tutmaya çalışarak bu eylemi gerçekleştirdiği görülmektedir. Atıcıların propriosepsiyon duyularının bu sayede geliştiği bilinmektedir. Kolun sabit kalması durumunda atıcıların silahı tutuşunun bu duyularını geliştirdiği düşünülmektedir.

Kocahan ve ark., (2019), çalışmalarında 12 Atıcılık milli takım sporcusunun ayak genişliği, postural stabilite, üst ekstremite izometrik kas kuvveti ve atış performansı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sporcuların postural salınımını Kistler® marka Body Sway Module ile izometrik kas kuvvetini IsoMed 2000 izokinetik kas kuvveti ölçüm cihazı ile değerlendirmişlerdir. Sporcuların performanslarını 2017-2018 resmi müsabaka sonuçlarının ortalamasını alarak bulmuşlardır. Omuz abdükör kaslarının izometrik kas kuvveti ile atış performansı arasında anlamlı ve orta düzeyde bir ilişki olduğunu, omuz adduktör kaslarının izometrik kas kuvveti ile atış performansı arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığını saptamışlardır. Sporcuların alışık oldukları ayak açıklıkları ile toplam salınım hızının, toplam salınım alanı ve ön-arka salınım oranı arasında anlamlı ve yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak; omuz abdükör kaslarının izometrik kas kuvvetinin etkisinin atış performansını etkilediğini, ayak açıklığının postural salınım üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır. Vücut salınımının sporcunun atış performansını etkilediği yaptığımız çalışmanın sonuçlarında da görülmektedir. Sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Erdoğan ve ark., (2016), çalışmalarında üniversite öğrencisi 17 elit havalı silah sporcusunun (8 erkek, 9 kız) el kavrama kuvvetleri ve atış performansları arasındaki ilişkiyi araştırılmışlardır. Çalışmaya katılan sporcuların atış performansları, resmi müsabakada sonucunda elde ettikleri puanlara göre belirlemişlerdir. Sporcuların sağ ve sol el pençe kuvvetlerini Takei Physical Fitness Test (Japon) el dinamometresi kullanılarak ölçmüşlerdir. Sonuç olarak; kız sporcuların dominant el kuvvet verisi ile atış puanları arasında anlamlı ve yüksek seviyede ilişki, erkek sporcuların ise dominant el kuvvetleri ile atış puanları arasında çok zayıf ve anlamsız seviyede ilişki bulmuşlardır. Silah kavrama unsurunun doğru yapılmadığında performansı etkilediği çalışmamızın sonuçlarında da ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma; dolayısı ile çalışma sonucumuzu destekler niteliktedir.

Ertürk ve ark., (2022), çalışmalarında havalı tüfek sporcularının bazı fizyolojik ve motorik özelliklerin atış performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Havalı Silahlar Türkiye Müsabakalarına katılan ve derece elde eden toplam 20 havalı tüfek atış sporcusunun gönüllü olarak katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların boy uzunluğu ve vücut kompozisyonları ölçülmüştür. Ayrıca el kavrama kuvveti, sırt-bacak kuvveti, kalp atım hızı, esneklik, vital kapasite, reaksiyon zamanı, statik ve dinamik denge testlerini yapmışlardır. Katılımcılara 10 atıştan oluşan bir seri atış yaptırmışlardır. Katılımcıların bir seri atış puanları ve ölçümler arasındaki ilişkinin incelenmesi için pearson korelasyon analizini uygulamışlardır. Sonuç olarak; katılımcıların atış puanı ile ölçülen vital kapasite, esneklik, sağ ve sol el kavrama kuvveti ile sırt ve bacak kuvveti değerleri arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon elde etmişlerdir ($p<0,05$). Kabza kavramanın bu çalışma ile önemi bir kez daha vurgulanmaktadır. Kavrama ile ilgili yapılan hataların skora etki ettiği, sonuçların çalışmamızla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Karataş ve Kaldırımcı (2015), çalışmalarında polis adaylarına nişangâhsız atış antrenmanları uygulaması yaparak, fiziksel stres altında tabanca atış skorlarına etkisini araştırmışlardır. Çalışmayı Polis Meslek Yüksekokulunda öğrenim gören 20-23 yaş arasındaki toplam 76 erkek polis adayının katılımı ile gerçekleştirmişlerdir. Fiziksel stres oluşturmak için 20 metrelik bir parkurda 3 farklı egzersizin karışımını uygulamışlardır. Atışların, 7 metre mesafeden 3 sn içinde 3 adet atış kuralı ile gerçekleştirmişlerdir. Antrenman grubunda atış skoru, bitirme süresi, maksimum ve ortalama KAH değişkenlerinde, antrenman öncesi ile antrenman sonrası arasında anlamlı fark bulmuşlar ($p<0,05$), kontrol grubunda ise anlamlı fark bulamamışlardır

($p>0.05$). Sonuç olarak; nişangâhsız atış antrenmanlarının fiziksel stres altında ateşli tabanca skorlarını geliştirmek için önemli bir seçenek olduğunu tespit etmişlerdir.

Yabaş (2020); çalışmasında 8 havalı tabanca sporcusunun (4 amatör ve 4 elit seviye) dinlenik durumdaki Kalp Hızı Değişkenliği (KHD) değerlerine göre kuru tetik (puansız) ve müsabaka (puanlı) atışları sırasındaki görülen farklarını ve bu farkların atış performansı üzerine etkisini incelemiştir. Her sporcu için sırasıyla 5 dakika dinlenik (oturur vaziyette), 20 kuru tetik ve 20 müsabaka atışı boyunca KHD ölçümlerini almıştır. KHD ölçümlerini Polar H7 cihazı ile yapmış, Elite HRV programı ile kayıt altına almış ve topladığı verileri ise Kubios HRV yazılımı ile rakamsal değerlere dönüştürmüştür. Elde edilen tüm verilerin istatistiksel olarak anlamlılığını IBM SPSS 25 programı ile analiz etmiştir. Çalışmamızda sporcuların müsabaka puanları ile dinlenik KHD verileri arasında orta düzeyde negatif yönde korelasyon ($r=-0,524$) tespit edilmiştir. Sporcuların dinlenik durumdaki KHD değerleri ile kuru tetik ve müsabaka sürecinde alınan KHD değerlerin değişimi incelendiğinde, amatör ve elit sporcuların kuru tetik KHD değerlerinde anlamlı fark bulamamıştır. Müsabaka atışlarına geçildiğinde amatör sporcuların KHD değerlerinde anlamlı fark tespit edilirken ($p=0,020$), elit sporcularda ise anlamlı fark görülmemiştir. Bizim çalışmamız sırasında da sporcular hazırlık atışlarında iyi skorlar atarken ölçüm sırasında oluşan baskıdan dolayı nabızlarının yükseldiği ve atış performanslarını olumsuz etkilediği görülmekte olup bu çalışma ile sonuçlar paralellik göstermektedir.

Havalı tabanca sporcularının, atış sırasındaki hareket analizleri incelendiğinde yer değişikliklerinin atış skoruna etki ettiği görülmüştür. Sporcuların üzerine yerleştirilen işaretçiler ölçümler sonrasında incelendiğinde özellikle hareketli olan bölgelerin (silah ucu, bilek ve dirsek) atış esnasında skoru etkilediği, diğer bölgelerin ise koordinatlarındaki yer değişikliğinin stabile daha yakın olduğu sonucuna varılmıştır.

Atıcılık bireysel bir spor olduğundan sporcuların bu üç noktadaki sonuçları tek tek incelenmiş ve incelenen sonuçlar her sporcu için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

- 1- ES-1'in grafiklerine bakıldığında bilek ve dirsek Y yönlü (atış hedefine doğru sağa-sola) hareketinin her ikisinde de salınım olmasından dolayı anlamlı bir sonuç bulunmamaktadır. Fakat sporcunun kötü atışının tabanca ucundaki Y yönlü hareketinde salınımın fazla olmasından dolayı atışın istenilen hedef orta noktasına isabet etmediği görülmektedir. Bu salınımın sporcunun tetiği sert çekmesinden

kaynaklandığı düşünülmektedir. İyi atışındaki bilek ve dirseğin Y yönünde salınım olmasına rağmen sporcunun bu durumu kontrol ettiği, tetiği doğru yer ve zamanda düşürdüğü tespit edilmiştir. Sporcuya istemsiz tetik düşürmesi ile ilgili antrenmanlar yapmasının performansına olumlu katkı sağlayacağı hakkında geri bildirimde bulunulmuştur.

- 2- KS-1'in grafiklerindeki kötü atışına bakıldığında tabanca ucu X-Y-Z, bilek X-Y ve dirsek X-Y yönlerinde salınımın fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi sporcunun tabancayı sabit bir konumda tutması için mevcut şartları oluşturmamasıdır. Sporcunun dirsek, bilek ve tabancada yapmış olduğu bu salınımın, bu noktaları sabit tutamamasından kaynaklandığı görülmektedir. Bunun sebebi kol kaslarının sıkı, dirsek ve bileğin kilitli olmamasıdır. Sporcunun kabzaya gerekli baskıyı uygulamaması tetik çektiği sırada kabzayı fazla sıkması sonucunda, atışı hedefin sol-alt yönünde 7.2 puan olarak gerçekleşmiştir. İyi atışında ise sporcunun atışa ait temel kuralları doğru uyguladığı ve istenilen skora ulaşabildiği görülmektedir. Sporcunun daha çok antrenman yaparak, temel teknikleri yani beceriyi öğrenmesi ve her atışında doğruyu aynı seviyede uygulayabilmesi için sporcuya geri bildirim yapılmıştır.
- 3- ES-2'nin KS-1 ile aynı hataları yaptığı tespit edilmiştir. Sporcunun sadece kötü atışındaki bileğinin Z yönlü salınımında stabil kaldığı görülmektedir. Sporcunun atış pozisyonunda tabanca yukarıda nişan hattında iken atışı tamamlamak için ısrar etmesi, sonrasında ise namluyu düzeltme isteği, kötü bir atış yapmasına sebep olmuştur. Sporcunun atış yapmak için nişan aldığı her pozisyon için atış yapmak zorunda olmadığı, gerekirse silahı indirmesi ile ilgili geri dönüş olarak sporcuya bildirilmiştir.
- 4- KS-2'nin kol anatomik yapısının diğer sporculara göre farklı olması sporcunun oluşan grafiklerinde benzerlikler göstermektedir. Sporcunun atış anında kolu diğerlerine göre çok daha fazla stabil kalabilmektedir. Sporcunun kötü yaptığı atış sırasında tetiği çekme (düşürme) anında istemli olarak bu işlemi gerçekleştirmesi, dirsek X yönlü (hedefe doğru) hareketinde salınımın normalinden fazla olması atış skorundaki (iyi-kötü) değişikliğe neden olduğu tespit edilmiştir. Dirsekteki salınımın, bilek ve tabanca ucunu etkilediği de görülmektedir. Bu salınımı en aza indirmek için sporcunun dirseğini kilitleme hareketini doğru uygulaması gerektiği hakkında uyarılarda bulunulmuştur.
- 5- KS-3'ün kötü atışındaki dirseğin Y yönlü hareketinde oluşan salınımın bilek ve tabanca ucundaki değişimleri fazlasıyla etkilediği grafiklerde de görülmektedir. Genel olarak sporcunun Z eksenlerinde stabilizasyonu sağladığı, ancak atış sırasındaki

yukarıda bekleme süresinin uzamasıyla nefesinin yetersiz kalması kaslardaki titremeye sebep olmaktadır. Bunun sonucunda X-Y yönündeki salınımın artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sporcuya nefes egzersizleri yapması önerilerek geri bildirim sağlanmıştır.

- 6- ES-3'ün iki atışında da her üç noktada Z eksenindeki hareketlerinin stabil olduğu grafiklerde görülmektedir. Bu bağlamda, sporcunun hem vücut dengesinin hem de kol kuvvetinin gayet iyi durumda olduğu sonucuna varılmıştır. Sporcunun kötü atışında tetiği sert çektiği için tabanca ucunda X-Y yönlü salınımın daha fazla olduğu bundan dolayı atış skorunun hedefin sol alt noktasında 8.1 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Sporcunun daha fazla antrenman yaparak tetik çekme (düşürme) hareketini istemsiz olarak gerçekleştirmesinin atış performansına olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sporcuya bu konuda geri bildirim yapılmıştır.
- 7- ES-4'ün iki atışında da her üç noktada Z eksenindeki hareketlerinin stabil olduğu grafiklerde görülmektedir. Dirseğin Y yönünde yapmış olduğu salınımın bilek ve tabanca ucunu etkilediği ve bunun kötü atışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Sporcunun bilek X-Y yönlü hareketinde stabiliteyi sağlayamadığı (bileği kitlemediği) görülmektedir. Sporcunun bilek hareketini daha stabil hale getirebilmesi yönünde antrenman yapmasının performansını artıracığı değerlendirilmiştir.
- 8- ES-5'in her iki atışında da Z yönünde stabil kalabildiği fakat dirsekte X-Y yönünde başlayan salınımın kademeli olarak bilek ve tabanca ucunu da etkilediği grafiklerde görülmektedir. Bu sporcunun atış sırasında diğer sporculara göre kolunun ekstansiyon durumunda dirsekte tam bir düzlem oluşturamadığı, kol açıklığının ise kısıtlı olduğu bilinmektedir. Sporcunun atış pozisyonunu anatomik yapısına uygun olarak değiştirmesinin performansına olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sporcuya bununla ilgili geri bildirimlerde bulunulmuştur.

Sporcuların yetenek seviyeleri farklı olsada çalışmaya katılan sporcuların kendi tekniklerine göre hepsinde atış sürelerinin değişiklik gösterdiği görülmüştür. Literatürde belirtildiği gibi sporcuların atış sürelerinin her birinde birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

Atış pozisyonunda, en önemli hususun sporcunun her atış için aynı istikrarı sağlayarak, atışı kendi ritmine uygun gerçekleştirdiği sürece ve sürekli aynısını tekrarlaması neticesinde olumlu sonuçlar aldığı ortaya çıkmaktadır.

Atış anında göz-gez-arpacık-hedef hattında oluşan düzlemselliği sağlayabilmenin kolay olduğu düşünülse de analizlere bakıldığında, aslında gözden

geçirilmesi gereken birçok parametrenin olduğu ve bu parametrelerin doğru uygulanması sonucunda her atışın başarılı olacağı görülmektedir.



5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Sonuç olarak; sporcuların tamamında tabanca ucu, bilek ve dirsek noktalarının X,Y,Z koordinatlarında her birinin birbirinden farklı hataları tespit edilmiştir. Vücut, kol, bilek pozisyonundaki salınımın az olduğu atışların skorlarının yüksek olduğu, hedefin orta noktasında başarılı sonuçlar gerçekleşmiştir. Atış süresine yönelik her sporcu bireysel olarak hedef orta noktası üzerinde kol pozisyonunun hareketini koruyabildiği ya da en aza indirgeyebildiği sürece başarılı atışlar gerçekleştirebildiği tespit edilmiştir. Atış başarısına bakıldığında; sporcuların vücut salınımlarını kontrol edebildikleri ve pozisyonlarını her seferinde aynı şekilde tekrarlayabildikleri sürece daha başarılı oldukları sonucu ortaya çıkmıştır.

Havalı tabanca branşının bireysel bir spor olduğu her sporcunun anatomik yapılarının ve fiziksel özelliklerinin birbirinden farklı olarak değişiklik göstermesi ve sporcuların bu farklılıklara göre kendilerine uygun pozisyonları tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu kapsamda; her bir sporcunun kendi içinde değerlendirilmesi gerektiği görülmektedir. Sporcuların birbirinden farklı hatalar yaptığı, bunun sonucunda hedef üzerindeki atış skorlarında kötü performans sergiledikleri sonucuna varılmıştır. Atıcılık branşında doğrusal bir düzlem oluşturulduğu takdirde atışın başarılı sonuçlar verdiği bilindiğine göre; genel olarak dirsek hareketindeki yer değiştirmelerin kademeli olarak bilek ve tabanca ucundaki olası hataları da tetiklediği tespit edilmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmada vücut, kol, bilek pozisyonundaki salınımın az olduğu atışlar için skorun yüksek olduğu, hedefin orta noktasında başarılı sonuçlar alındığını göstermiştir.

5.2. Öneriler

Sporcular tarafından sıklıkla yapılan pozisyon hatalarının en aza indirilmesi, hataların tekrar edilmemesi ve geri besleme yapılarak performanslarının artmasına bu çalışma olanak sağlamaktadır. Böylelikle yapılan atış hatalarının tekrarlanmaması ya da minimize edilebilmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma sayesinde atıcılık branşında yetenek seçimi, performansın değerlendirilmesi, teknik ve

taktik unsurların geliştirilmesi, bu konuda çözümler üretilmesi ve yeni antrenman programlarının uygulanabileceği düşünülmektedir.

Yapılan ölçüm sırasında sporcuların üzerlerine yerleştirilen işaretçilerin (marker) sporcularda psikolojik baskıya sebep olduğu, kalp atım sayısını artırdığı ve performanslarını olumsuz etkilediği görülmüştür. Sporcular yerleştirilen işaretçilerden dolayı müsabakadaki heyecan ve stresi ölçüm sırasında da yaşamışlardır. Antrenmanlara bu tür ölçümlerin eklenmesi sonucunda sporcu performanslarını artıracakı düşünüldüğünden ayda en az iki kere bu tarz antrenmanların yapılması önerilmektedir.

Hareket analizi ve kalp atım sayısı ile ilgili çalışmalar koordineli olarak alana daha da çok katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, sporcuların ölçümü sırasında ölçüm yapan kameranın ölçüm bölgesi içine yerleştirilmiş olan işaretçilerin haricinde farklı bir yüzeyi yansıtıcı olarak algılayıp ona ait koordinatları kayıt altına aldığı görülmüş ve çalışmalarda buna dikkat edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Atış pozisyonunda sporcuların 1 saat 30 dakika boyunca devam eden bir süreçte 60 atış yaptıkları göz önüne alındığında vücutta ortaya çıkan yorgunluğun araştırılmasının önemli sonuçlar ortaya çıkarabileceği düşünülmektedir. Atıcılık ile ilgili yapılacak çalışmalarda elit sporcu sayılarının artması ile daha hassas sonuçların ortaya çıkacağı ve daha başarılı bir nesil yetiştirmek için altyapı oluşturabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkada, C. ve Demirel, H., 1993. Biyomekanik ve Hareket Bilgisi. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları,5-9, Eskişehir.
- Ambrosio, J., Lopes, G., Costa, J. and Abrantes, J., 2001. Spatial Reconstruction of the Human Motion Based on Images of a Single Camera. *J. Biomech.*, 34, 1217- 1221.
- Awan, R., Smith, J. and Boon, A. J., 2002. Measuring Shoulder Internal Rotation Range of Motion: a Comparison of 3 Techniques. *Arch Phys Med Rehabil*, 83, 1229-1234.
- Aydın, A.S., (2018). Havalı Tabanca Atıcılarında Denge Antrenmanlarının Atış Başarısı Üzerinde Etkisi. *SÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü*.
- Baacke, H. (2006). Voleybol Antrenmanı, Üst düzey koç ve takımlar için el kitabı-1 (çev. Pekünlü, E., ed. Tiryaki, Ş.). Voleybol Antrenörleri Derneği, 9-10,13-14,16-17,24-25,28,33,62,109,115-116,118,218,233-239.
- Ball, K. A., Best, R. J., & Wrigley, T. V., 2003. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: Inter- and intra-individual analysis. *Journal of Sports Sciences*, 21, 559–566.
- Ball K. A, Best R J, & Wrigley T V, 2003. Inter- and Intra-Individual Analysis in Elite Sport: Pistol Shooting. *Journal of Applied Biomechanics*, Volume: 19 Issue: 1 Pages: 28-38.
- Bartlett, R.,2007. Introduction to Sports Biomechanics – Analysing Human Movement Patterns (2nd Edition). Routledge Taylor&Francis Group, New York.
- Baudin JP. A biomechanical analysis of the volleyball spike jump. M Sc. Alberta: University of Alberta; 1980.
- Bell, A. L., Pederson, D. R. and Brand, D., 1990. A Comparison of the Accuracy of Several Different Hip Center Location Prediction Methods. *Journal of Biomechanics*, 23, 617-621.
- Bendijaballah, M. Z., Shirazi,-Adl, A. and Zukor, D. J., 1997. Finite Element Analysis of Human Knee Joint in Valgus-Varus. *Clinical Biomechanics*, 12, 139-148.
- Beşdok, E. ve Kasap, B., 3D Nesne Modellemeye Yönelik Lazerli Bir Tarayıcı Sistemin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Eleco'2006, Elektrik - Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı Bildirileri, 2006.
- Buff, H. U., Jones, L. C. and Hungerford, D. S., 1988. Experimental Determination of Forces Transmitted Through the Patello-Femoral Joint. *Journal of Biomechanics*, 21, 17-23.
- Caniberk, M., 2019. Sporcu Hareketlerinin Fotogrametrik Hareket Analiz Yazılım Tasarımı Ve Gerçekleştirimi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

- Cerveri, P., Pedotti, A. and Ferrigno, G., 2003. Robust Recovery of Human Motion From Video Using Kalman Filters and Virtual Humans. *Human Movement Science*, 22, 377-404.
- Ceseracciu, E., Sawacha, Z. and Cobelli C., 2014. Comparison of Markerless and Marker-Based Motion Capture Technologies Through Simultaneous Data Collection During Gait: Proof Of Concept. *Plos One*, 9, 3-12.
- Chenfu H. A biomechanical analysis of volleyball block jumps. Ph D. Minnesota: University of Minnesota; 1993.
- Çetin, N., 1997. *Biyomekanik*. Setma Baskı,4-38, Ankara.
- Coleman, S.G.S.,1993. A Three-Dimensional Cinematographic Analysis of the Volleyball Spike. *Journal Of Sport Sciences*, 11, 295-302.
- Daniels, F.S., Landers, D.M., Biofeedback and Shootin Performance: A Test of Disregulation and Stsyems Theory, in *Journal of Sport and Exercise Psychology*, Volume 3: Issue 4., 271-282.
- Dönmez, G., Ak, E., Ödek U., Özberk, N.,Korkusuz F.,Sporda hareket analizi,TOTBİD Dergisi, 13:369–380, 2014.
- Dörstel, C., Jacobsen, K. and Stallmann, D., 2003. DMC -Photogrammetric Accuracy Calibration Aspects and Generation of Synthetic DMC Images. *Photogrammetric Week (Optical 3D Measurement Techniques VI)*, 1-5 September, 74-82, Stuttgart, Germany.
- Dubská, M., Herout, A., Juránek, R., & Sochor, J. (2014). Fully automatic roadside camera calibration for traffic surveillance. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(3), 1162-1171.
- Duran, Z., 2003. Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi Ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Egels, Y. (2001). *Digital photogrammetry*. CRC Press.
- Erdoğan, M., Sağıroğlu, İ., Şenduran, F., Ada, M., Ateş, O. 2016. Elit Atıcıların El Kavrama Kuvveti ile Atış Performansları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi . *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* , 6 (3) , 22-30.
- Ertürk, C., Can, İ., Bayrakdaroğlu, S. 2022. Havalı Tüfek Sporcularının Bazı Fizyolojik ve Motorik Özelliklerinin Atış Performansları Üzerine Etkisi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7 (2), 281-293.
- Eskiyecek, C.G., 2017. Çim hokeyinde penaltı kornerde farklı şut tekniklerinin 3 boyutlu biyomekaniksel analizi. Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Forthomme B, Croiser JL, Ciccarone G, Crielaard JM, Cloes M. Factors correlated with volleyball spike velocity. *AM J Sports Med* 2005; 33(10): 1515-1519.

- Geodetic Systems, Inc., 2003. Basics of Photogrammetry, Geodetic Systems, Inc., Melbourne FL.
- Göktepe, A., Özfidan, I., Karabörk, H. ve Korkusuz, F., 2009. Buz Hokeyi Sporunda Slap-Shot Vuruşunun Fotogrametrik Yöntemler Kullanılarak Biyomekanik Analizi. Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 3:2, 106-112.
- Göktepe, A., Ak, E., Karabörk, H., Şeref, Ç. ve Korkusuz, F., 2009. Futbolda Penaltı Atışının Fotogrametrik Yöntemler Kullanılarak Analiz Edilmesi. *Selçuk Üniversitesi Teknik Dergi*, 1, 1-7.
- Gürbüz, H., 2006. Genel Fotogrametri-1. Birlik Matbaacılık-Yayıncılık, Ankara.
- Harbili, E. ve Arıtan S., 2005. Elit Haltercilerin Koparma Tekniklerinin Biyomekanik Analizi. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi*, 16:3, 124-134.
- Hatze H. Letter: The meaning of the term “biomechanics”. *J Biomech* 1974;7(2):189–90.
- Heuvel, F.A., 1999. Vanishing Point Detection for Architectural Photogrammetry. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32:5, 652-659.
- Hida, S., 1994. The Collateral Ligaments of the Elbow Joint: Their Functional Anatomy with Special Reference to the Pathology and Treatment of PostTraumatic Stiff Elbow. *The Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 864-877.
- Honish A. A biomechanical comparison of the indoor and outdoor volleyball spike approach and take-off. M Sc. Winnipeg MB: The University of Manitoba; 2005.
- İnal, H.S.(2004) Spor Biyomekaniği Temel Prensipler, 1. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul.
- İskender T, 2010. Ateşli tabanca atıcılarında uygulanan özel antrenmanların bazı motorik özellikler üzerine etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- ISSF, (2012). D Antrenör Kursu Ders Notları, 9-12 Nisan 2012, İstanbul.
- Kao SS, Sellens RW, Stevenson JM. A mathematical model for trajectory of spiked volleyball and its coaching application. *Journal of Applied Biomechanics* 1994; 10: 95-109.
- Kaptein, B.L., Valstar, E.R., Stoel, B.C., Rozing, P.M. and Reiber, J.H., 2004. Evaluation of Three Pose Estimation Algorithms for Model-Based Roentgen Stereophotogrammetric Analysis. *Journal of Engineering in Medicine*, 218:4, 231-238. doi: 10.1243/0954411041561036218.
- Kapucu, S., Bayseç, S., 3 Nokta Tekniği İle Cisimlerin Koordinatlarının Video Görüntülerinden Elde Edilmesi, 7.Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, 454-463, 1995.
- Karataş, M., Kaldırımçı, M., 2015. NİŞANGÂHSIZ ATIŞ ANTRENMANLARININ FİZİKSEL STRES ALTINDA TABANCA ATIŞ SKORLARINA ETKİSİ. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17 (1), 9-21.

- Karşlı, E. Ayhan, E., Orta Ve Yüksek Çözünürlüklü Dijital Kameraların Metrik Performanslarının Belirlenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2005.
- Khalil, O.A., 2002. Solutions for Exterior Orientation in Photogrammetry: A Review, *Photogrammetric Record*, 17:100, 615-634.
- Kinard J, 2003. Pistols: An illustrated history of their impact. ABC Clio Inc.
- Knudson, D. (2003). 'Fundamental Of Biomechanics'. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, Usa.
- Knudson D. Fundamentals of biomechanics. 2nd ed. Newyork: Springer; 2007.
- Kocahan, T., Akınoğlu, B., Ünüvar, E., Hasanoğlu, A., 2018. Havalı Tabanca Atıcılık Sporcularında Tetik Kolu ve Diğer Kolun Omuz Eklemi İzometrik Kas Kuvveti ve Propriyosepsiyon Duyusunun Karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, Vol. 10, Issue 3, p116-122, 7p.
- Kocahan, T., Akınoğlu, B., Genç, A., Kabak, B., Deliceoğlu, O.G., Hasanoğlu, A., 2019. Tabancalı Atıcılık Sporcularında Ayak Basış Genişliği, Postural Salınım, Üst Ekstremitte İzometrik Kas Kuvveti ve Atış Performansı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*. Vol. 11, Issue 1, p14-20, 7p.
- Kraus, K., 2007. Fotogrametri. (çev. O. Altan, S. Külür, G. Toz, H. Demirel, Z. Duran, M. Çelikoyan), Nobel Dağıtım, Ankara.
- Krosshaug, T. and Bahr, R., 2005. A Model-Based Image-Matching Technique for Three-Dimensional Reconstruction of Human Motion From Uncalibrated Video Sequences. *Journal of Biomechanics*, 38: 919-929.
- Laubach, L.L., 1976. Comparative Muscular Strength of Men and Women: A Review of the Literature. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 47:534-542.
- Linder, W., 2009. Digital Photogrammetry - A Practical Course. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S. and Boehm, J., 2014. Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging. Walter de Gruyter GmbH, Berlin.
- Magre, L. A.,& Santos, J. C. M. (2014, October). Using close range photogrammetric method to estimate kinetic variables in olympic-style weightlifting. In *2014 III International Congress of Engineering Mechatronics and Automation (CIIMA)* (pp. 1-4). IEEE.
- Makineci, H. B., Karasaka, L., Şahin, D. (2020). Fotogrametrik Amaçlı Kamera Kalibrasyonu Yazılımlarının Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(1), 14-21.
- Malone, L.A., Gervais, P.L. and Steadward, R.D., 2002. Shooting Mechanics Related to Player Classification and Free Throw Success in Wheelchair Basketball, *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39:6, 701-710.

- Markolf, K. L., Burchfield, D. M., Shapiro, M. M., Shepard, M. F., Finerman, G. A. and Slauterbeck, J. L., 1995. Combined Knee Loading States That Generate High Anterior Cruciate Ligament Forces. *Journal of Orthopaedic Research*, 13: 930-935.
- Marqués L, Cela J, and Gisbert M. Pre-service physical education teachers' self-management ability: a training experience in 3D simulation environments. *Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación* 2017; 32: 30–34.
- Mason BR, Cowan LF, Bond J. Biomechanical factors affecting accuracy in pistol shooting. *Journal of Biomechanics*. 1989;22(10):1052.
- McGinnis, P. M., 1999. *Biomechanics of Sport and Exercise*. Human Kinetics Publishers, 3-14, Illinois .
- Medved, V. (2001) *Measurement Of Human Locomotion*. 1st Ed. Florida: Crc Pres.
- Mon D, Zakyntinaki M, Cordente C, Barriopedro M, Sampedro J. Body sway and performance at competition in male pistol and rifle Olympic shooters. *Biomedical Human Kinetics*. 2014;6(1).
- Mon D, Zakyntinaki MS, Cordente CA, Antón AJM, Rodríguez BR, Jiménez DL. Finger flexor force influences performance in senior male air pistol olympic shooting. *PloS one*. 2015;10(6):e0129862.
- Monnet, T., Samson, M., Bernard, A., David, L. and Lacouture, P., 2014. Measurement of Three-Dimensional Hand Kinematics During Swimming with a Motion Capture System: A Feasibility Study. *Sports Engineering*, 17:17, 171- 181.
- Muratlı, S., Toroman,F. ve Çetin,E., 2000. Sportif Hareketlerin Biyomekanik Temelleri. *Bağırğan Yayınevi*, 2-15, Ankara.
- O'Donoghue, P. and Ingram, B., 2001. A Notational Analysis Elite Tennis Strategy. *Journal Of Sports Science*, 19, 107-115.
- Öz, 2008, *Voleybolda Smaç Kolunun Açısıl Kinematik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Entitüsü, Gazi Üniversitesi.
- Öz, E., 2017. *Voleybolda Smaç Tekniğinin Vuruş Yönlerine Göre Kinematik Analizi*.
- Özbek, A. 2002. *Anatomi ve Kinesiyoloji Ders Notları*. Kocaeli Üniversitesi.
- Pers, J., Bon, M., Kovacic, S., Sibilo, M. and Dezman, B., 2002. Observation and Analysis of Large-Scale Human Motion. *Human Movement Science*, 21, 295- 311.
- Ramalingam, S.,& Sturm, P. (2016). A unifying model for camera calibration. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 39(7), 1309-1319.
- Ramsey, D.K. and Wretenberg, P.F., 1999. Biomechanics of the Knee: Methodological Considerations in the in Vivo Kinematic Analysis of the Tibiofemoral and Patellofemoral Joint. *Clinical Biomechanics*, 14, 595–611.
- Sağlam, H., Genç, H., 2007. *Atıcılık ve Atış Sporları*. Döner Reklam Basın, Ankara.

- Sanz-Ablanedo, E., Chandler, J.H. and Wackrow, R., 2012. Parameterising Internal Camera Geometry with Focusing Distance. *The Photogrammetric Record* 27, 210-226.
- Siegler, S., Toy, J., Seale, D. and Pedowitz, D.I., 2014. The Clinical Biomechanics Award 2013 -- Presented by the International Society of Biomechanics: New Observations on the Morphology of the Talar Dome and Its Relationship to Ankle Kinematics. *Clinical Biomechanics*, 29:1, 1-6.
- Smith, J. G., 1973. Biomechanical Analysis of Knee Flexion and Extension. *Journal of Biomechanics*, 6, 79-92.
- Şasi, A. & Yakar, M. (2018). Photogrammetric modelling of hasbey dar'ülhuffaz (masjid) using an unmanned aerial vehicle. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(1), 6-11.
- Tilp, M. 2017. Volleyball: Handbook of sports medicine and science. Second Edition (ed. Reeser, J. C., Bahr, R.). Wiley and Blackwell, Oxford, UK, 1,29,34-35.
- Tozkoparan, K.E., Karaduman, Ö., 2022. Spor Biyomekaniğinde Performans Analizi için Hareket Yakalama Teknolojisi Uygulamaları, *Fen Bil. Dergisi, Fırat Üniversitesi*, 34(2), 95-111
- Tsuruoka, Y., Tamura, Y., Shibasaki, R. and Tsuruoka, M., 2005. Analysis of Walking Improvement With Dynamic Shoe Insoles, Using Two Accelerometers. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 352, 645-658.
- Türkiye Atıcılık ve Avcılık Federasyonu Ana Statüsü, T.C. Resmi Gazete, 26523, 15 Mayıs 2007.
- Uçar, E., 2001. Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Sayısal Yükseklik Modellerinde Doğruluk Araştırması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wang, J., Shi, F., Zhang, J. ve Liu, Y., A new calibration model of camera lens distortion, *Pattern Recognition*, vol. 41, 607-615, 2008.
- Winter, D.A. (1990). *Biomechanics And Motor Control Of Human Movements*. 2nd Ed. New York, Wiley And Sons. Usa.
- Wolf, R.P., 1974, *Elements of Photogrammetry*, McGraw-Hill, Kogakusha Ltd., Japan.
- Wong Y., Kim W. and Ying N., 2005. Passive Motion Characteristics of the Talocrural and the Subtalar Joint Bydual Euler Angles. *Journal of Biomechanics*, 38, 2480- 2485. doi:10.1016/J.jbiomech. 2004.10.033.
- Yeadon, M.R. and Challis, J.H., 1992. *Future Directions for Performance Related Research in Sports Biomechanics*. Ancient House Press, 6-12, London.
- Yaman , K., Sarucan, A., Atak, M., Aktürk, N., Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme ve Arama Modelleri Yardımıyla Veri Hazırlama, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Cilt 16, No 1, 19-40, 2001.

Yang, W. Y., 2011. Geometric Calibration of IR Camera Using Trinocular Vision. *Lightwave Technology*, 29:24, 3797-3803. doi: 10.1109/JLT.2011.2170812.

Yastıklı, N. (2010). Yersel fotogrametri ders notları. *Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul.*

Yıldız, F., Karabörk, H., Yakar, M. ve Yılmaz, H. M., Yersel Fotogrametride Kullanılan Metrik Olmayan Dijital Kameraların Kalibrasyonunda Kullanılan Yazılımların İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma, (2005): *Harita Dergisi*, Sayı 134, 61-70.

Yılmaz, V., Olimpik Havalı Tabanca Atış Pozisyonunun Biyomekanik Analizi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Doktora Tezi, Ankara, 2022.

Zanevskyy I, Korostylova Y, Mykhaylov V. Shot moment in optoelectronic training in the air-pistol shooting. *International Journal of Sports Science and Engineering*. 2010;4(2):67-78.

<https://www.issf-sports.org/>, ISSF Eligibility, Issf Commercial Rights And Issf Sponsorship /Advertising Rules, 2017.