T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FUTBOLDA PENALTI VURUŞUNUN KİNEMATİĞİ: KALECİ FAKTÖRÜNÜN ETKİSİ

Asım TUNÇEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Erbil HARBİLİ

KONYA-2016

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FUTBOLDA PENALTI VURUŞUNUN KİNEMATİĞİ: KALECİ FAKTÖRÜNÜN ETKİSİ

Asım TUNÇEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Erbil HARBİLİ

KONYA-2016

ÖNSÖZ

Topla oynanan oyunlarda ortaya konan performansı değerlendirmek bireysel sporlara göre çok daha zordur. Bu tür oyunlarda maç, kazanılan puanlara, setlere ve atılan gollere göre belirlenir. Futbolda başarı alınan galibiyetler ile belirlenirken galibiyetin olmazsa olmaz kuralı rakibe skor üstünlüğü kurmaktır. Günümüzde düzenlenen Dünya ve Kıta Futbol Şampiyonalarında, çift ayaklı turnuva maçlarında bazen kazananın belirlenmesi için seri penaltı atışları uygulanmaktadır. İnsanlar diğer insanların vücut hareketlerini değerlendirerek karşısındaki insanın ne yapacağı hakkında bilgiler edinebilirler. Gol olma yüzdesi yüksek olan penaltı gibi vuruşlarda kalecinin vuruşu yapan oyuncu üzerinde baskı oluşturması atışı yapan oyuncunun normalden daha farklı bir teknikle vurmasına neden olabilmektedir. Bu yüzden kaleci faktörünün penaltı vuruşunun kinematikleri üzerindeki etkilerini incelemek ve olası değişimleri tespit etmek penaltı vuruşunda gol oranını artırmaya yönelik önemli bilgilerin edinilmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmanın her safhasında çalışmama yön veren, fikirleriyle aydınlatan, yöntem ve teknik açıdan yardımını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Erbil HARBİLİ'ye, çalışma süresince her türlü desteğini esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Serdar ARITAN'a, tez ölçümleri boyunca bana yardımcı olan değerli Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Dr. Arif Mithat AMCA, Nihat Şükrü ÖZGEREN ve Volkan Dağhan YAYLIOĞLU'na ve ölçümlere katılan futbolcu arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGE VE KISALTMALAR vii
1. GİRİŞ 1
1.1. Futbolda topa vuruşun biyomekaniği 3
1.1.1. Futbolda iç vuruşun biyomekaniği 5
1.1.2. Futbolda Üst Vuruşun Biyomekaniği 6
1.2. Penaltı Vuruşu 8
1.2.1. Penaltı Vuruşu Uygulamaları 8
1.2.2. Penaltı Vuruş Şekilleri (Yaklaşımları) 8
1.2.3. Penaltı Vuruş Teknikleri 9
1.2.4. Penaltı Vuruşunun Tarihi 9
1.2.5. Dünya ve Avrupa Futbolunda Penaltı Vuruşları 10
1.2.6. Türkiye Profesyonel Futbol Liglerinde Terfi Müsabakalarında Kullanılan Seri Penaltı Atışları 11
1.3. Sınırlılık 12
1.4. Sayıltı 12
2. GEREÇ ve YÖNTEM 13
2.1. Araştırma Grubu 13
2.2. Boy ve Vücut Ağırlığının Belirlenmesi 13
2.3. Antropometrik Noktaların Belirlenmesi 14
2.4. Veri Toplama Araçları 14
2.4.1. Kameralar 15
2.4.2. Verilerin Depolanması 15
2.5. Araştırma Alanı Dizaynı 15
2.6. Verilerin Toplanması 16
2.7. Verilerin Analizi 16
2.7.1. Sayısallaştırma 16
2.7.2. Kalibrasyon ve Noktaların Uzaysal Konumlarının Hesaplanması 16
2.7.3. Sayısallaştırılmış Verileri Süzgeçleme 17
2.8. Hesaplama İşlemleri 21
2.8.1. Antropometrik Noktaların Hızı 21
2.8.2. Diz ve Ayak Bileği Eklem Açıları ve Açısal Hızı 21

2.8.3. Üye Kütle Merkezi ve Hızının Hesaplanması 23
2.8.4. Üye Kütle Merkezinin Hesaplanması 23
2.8.5. Üye Açısı 23
2.9. İstatistiksel Analiz 25
3. BULGULAR 26
4. TARTIŞMA 42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 48
6. KAYNAKLAR 51
7. EKLER 54
EK A: Etik Kurul Kararı 54
EK B: Filtreleme Programı 55
EK C: En İyi R^2 Değerine Bağlı Kalınarak Polinom Uydurma Programı 57
EK D: Hız Hesaplama Programı 61
EK E: Diz Eklem Açısı Hesaplama Programı 62
EK F: Ayak Bileği Eklem Açısı Hesaplama Programı 63
EK G: Eklem Açısı Açısal Hız Hesaplama Programı 64
EK H: Segment Orta Nokta ve Hızı Hesaplama Programı 65
EK I: Üyelerin Yatay İle Yaptığı Açılar 66
8. ÖZGEÇMİŞ 67

ÇİZELGE VE ŞEKİLLER

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Ayak İçi Vuruş Tekniğinin Fazları ve Kullanım Amaçları (Cerrah 2009). 5

Çizelge 1.2. Ayak Üstü Vuruş Tekniğinin Fazları ve Kullanım Amaçları (Cerrah 2009). 7

Çizelge 1.3. Vuruş şiddetine göre penaltı vuruşlarının istatistiklerinin yüzdelik dilimleri (Hugles ve Well 2015). 9

Çizelge 2.1. Araştırmaya katılan futbolcuların fiziksel özellikleri. 13

Çizelge 2.2. Üyelerin uzunlukları. 13

Çizelge 2.3. Üyelerin uzunlukları. 14

Çizelge 2.4. Kalibrasyon kafesi belirlenen noktaların uzunlukları. 17

Çizelge 2.5. Demster'ın vücut üye parametre değerleri (Robertson ve ark 2004). 23

Çizelge 3.1. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların öne (X ekseni) doğrusal hızları. 26

Çizelge 3.2. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların dikey (Y ekseni) doğrusal hızları. 28

Çizelge 3.3. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların yana (Z ekseni) doğrusal hızları. 30

Çizelge 3.5. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin öne (X ekseni) doğrusal hızı. 32

Çizelge 3.5. (Devamı). Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin öne (X ekseni) doğrusal hızı. 33

Çizelge 3.6. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin dikey (Y ekseni) doğrusal hızı. 34

Çizelge 3.7. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin yana (Z ekseni) doğrusal hızı. 35

Çizelge 3.8. Penaltı vuruşlarında vuruş yapan bacağın diz ve ayak bileği eklemlerinin açısal kinematiği. 37

Çizelge 3.9. Penaltı vuruşlarında ayağın topla temas süresi. 41

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Topa vuruşun kinematogramı. 3

Şekil 1.2 Topa vuruşun üç fazının segment hareketleri ile tanımı. 4

Şekil 2.1. Vuruş yapan bacaktaki antropometrik noktalar. 14

Şekil 2.2. Araştırma alan krokisi. 15

Şekil 2.3. Kalibrasyon kafesi. 17

Şekil 2.5. Üyeler ve eklem açıları.....22

Şekil 2.6. Üye açıları.....24

SİMGE VE KISALTMALAR

AŞL	Avrupa Şampiyonlar Ligi
cm	Santimetre
DLT	Düzgün doğrusal dönüşüm
Der	Derece
Δt	Geçen süre
Δx	Alınan yol
FA	İngiltere Federasyon Kupası
FIFA	Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği
FK	Futbol Kulübü
HUBAG	Hacettepe Üniversitesi Biyomekanik Araştırma Grubu
Kg	Kilogram
m	Metre
m	Eğim
ω	Açısal hız
s	Saniye
θ	Açı
TFF	Türkiye Futbol Federasyonu
UEFA	Avrupa Futbol Federasyonları Birliği
VKİ	Vücut kütle indeksi
°	Derece
%	Yüzde

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Futbolda Penaltı Vuruşunun Kinematiği: Kaleci Faktörünün Etkisi

Asım TUNÇEL

Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA – 2016

Bu araştırmanın amacı futbolda penaltı vuruşu sırasında kaleci faktörünün vuruşun kinematikleri üzerine olan etkisini göstermekti.

Araştırmaya profesyonel futbol oynamış 5 futbolcu ve 1 kaleci gönüllü olarak katılmıştır. Belirlenen hedeflere kalecili ve kalecisiz yapılan isabetli penaltı vuruşları 2 adet kamera (Phatron, SA3, 120K, Japonya) kullanılarak kaydedildi. Penaltılar saniyede 2000 kare görüntü yakalayacak hızda kayıt yaptı. Kalecili ve kalecisiz vuruşlar ile temas öncesi ve sonrası arasındaki farklılıklar tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırıldı. Çalışmada topun ve vuruş bacağının üç boyutlu doğrusal hızı ile vuruş bacağının açısal kinematikleri dijitize programı (HUBAG, Hacettepe Üniversitesi Biyomekanik Araştırma Grubu) kullanılarak elde edildi.

Antropometrik noktaların hızlarında kalecili-kalecisiz vuruşlar açısından farklılık bulunmazken, hedefler açısından anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Sağ üst köşeye yapılan kalecisiz vuruşlarda topun yana (Z ekseni) hızı kalecili vuruşa göre daha hızlı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Antropometrik noktaların top temas öncesi ve sonrası hızları değerlendirildiğinde anlamlı farklılıklar bulunurken ($p<0,05$), kalçanın 3 eksende de temas öncesi ve sonrası arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin 3 eksende doğrusal hızlarında kalecili ve kalecisiz vuruşlar açısından anlamlı farklılık bulunmazken, alt bacak ve ayak üyelerinin doğrusal hızlarında hedef faktörlerine göre anlamlı farklılık bulunmuştur. Alt bacak ve ayak üyelerin kütle merkezlerinin topa temas öncesi öne doğrusal hızı topa temas sonrasından yüksek bulunmuştur. Diz ve ayak bileği eklem açıları ve açısal hızları kalecili-kalecisiz vuruşlar açısından değerlendirildiğinde anlamlı farklılıklar bulunmazken, hedef faktörlerine göre anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Ayak üyesinin yatay ile yaptığı açılar değerlendirildiğinde sol köşeye yapılan vuruşlarda sağ köşeye yapılan vuruşlara göre daha küçük açılarda topa temas ettiği bulunmuştur.

Sonuçta penaltı vuruşlarında kalede kaleci olmasının topa vuruşun kinematiğini etkilemediği, ancak hedefin yapılan vuruşların kinematiğinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ayak içi vuruş, biyomekanik, hedef

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCE INSTITUTE

Kinematic Analysis of Penalty Kick in Soccer: Effect of Goalkeeper Factor

ASIM TUNÇEL

Department of Coaching Education

MASTER THESIS / KONYA-2016

The purpose of the study was to examine the effects on the kicking kinematics of goalkeeper factor during the penalty kicking in soccer.

Five professional players and one goalkeeper voluntarily participated in the study. Accurate penalty shots to fixed targets without and with goalkeeper in goalpost were recorded using two high speed cameras (Phatron, SA3, 120K, Japan). The cameras were set to record operating at 2000 fields per second the penalties. Differences between penalty shots performed without and with goalkeeper were compared using a repeated measures analysis of variance (ANOVA). In this study, 3-dimensional linear velocity of the ball and anthropometric points in kicking leg, and the angular kinematics of kicking leg were digitized by using (HUBAG, Hacettepe University Biomechanic Research Group). Although a significant difference was not found between penalty shots without and with goalkeeper, significant differences were found with regard to targets ($p<0,05$). The linear horizontal velocity of the ball (Z axis) was significantly greater in penalty shot kicked to right top corner without goalkeeper than that of right top corner with goalkeeper ($p<0,05$). When the velocity of anthropometric points were evaluated before and after contact, it was revealed that there were significant differences, but no significant difference was found between before and after contact in 3-axis of the hip. While significant difference was found between penalty shots without and with goalkeeper in the linear velocity of the center of mass of segments in kicking leg, significant differences were found with regard to target factor in linear velocity of the center of mass of lower leg and foot ($p<0,05$). The forward linear velocity of the center of mass of lower leg and foot was significantly greater before contact than after contact ($p<0,05$). No a significant difference was found between penalty shots without and with goalkeeper in the angular velocities and angles of the knee and ankle joints, significant differences were found with regard to target factor ($p<0,05$). It was found out that the angle between horizontal exis and foot segment was less in penalty shots kicked to the left corner than that of the shots kicked to the right corner.

In conclusion, the kinematics of the kicking were not affected to be a goalkeeper in goalpost factor in the penalty kicking in soccer, but it revealed that the target was important on the kinematics of kicking.

Key words: Iinside kicking, biomechanics, target

1. GİRİŞ

Futbola özgü motorik özellikler ile birlikte hedefe atılan isabetli pas, kaleye atılan şut ve penaltı vuruşu özel bir teknik gerektirir (Bauer 1993, Bing ve ark 2012). Ancak futbolda penaltı atışlarında penaltıyı kullanan oyuncuyu birçok dış faktör (rakip kaleci, taraftar, gole çevirememe stresi vb.) etkilemektedir (Şimşek 2014). Kaleci faktörü de penaltı atışında vuruşun sayı olmasını belirleyen en önemli faktördür.

Futbolda beceri isteyen vuruşların biyomekaniği incelenmiş ve öne çıkan kinetik ve kinematik faktörler vurgulanmıştır (Lees ve Nolan 2002, Cerrah 2009, Hong ve ark 2013, Katis ve ark 2013). Ancak kalecinin penaltı vuruşunu yapan oyuncunun vuruşunu nasıl etkilediğini gösteren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Scurr ve Hall 2009, Diaz ve ark 2012, Wood ve Wilson 2012, Navarro ve ark 2013b). Futbolda penaltı atışlarında kaleciler penaltıyı kullanacak oyuncunun hareketlerine bakarak vuruşu hangi köşeye ve nasıl kullanacağını kestirmeye çalışırlar (Diaz ve ark 2012, Murgia ve ark 2014). Penaltı vuruşu sırasında penaltıyı kullanan oyuncu kaleciye göre daha avantajlı durumdadır fakat kalecinin olması penaltıyı kullanan oyuncuya da bir baskı oluşturmaktadır (Diaz ve ark 2012). Penaltı vuruşunda kaleci faktörünün etkisi gösteren çalışmalarda kalecinin hareketleri ve bu hareketlerin psikolojik etkileri değerlendirilmiş, değerlendirmenin yanında isabetli isabetsiz vuruş analizleri yapılmıştır (Dicks ve ark 2010, Diaz ve ark 2012, Wood ve Wilson 2012, Novarro ve ark 2013a, Novarro ve ark 2013b, Katis ve ark 2013). Literatür incelendiğinde, Wood ve Wilson (2012) penaltı vuruşu antrenmanlarında göz odaklanması çalışmanın kaygı düzeyi, davranış kontrolü ve dikkat kontrolü ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Altıntaş ve Akalan (2008) zihinsel antrenman uygulamalarının performans artışı sağladığını, fakat bunun kısa sürede gözlenmesinin zor olduğunu belirtmiştir. Navarro ve ark (2013b) penaltı vuruşunda kaleci faktörünün isabet oranına etkisini incelemek için yaptıkları çalışmada futbol kalesi içerisinde belirledikleri iki alana katılımcıların penaltı vuruşlarını kullanmalarını istemişlerdir. Vuruşlar; gol olmayan, isabetli ve kaçan olarak kategorize edilmiştir. Çalışmada kalecili ve kalecisiz vuruş yaptırmışlar ve kaleci varlığının vuruşların doğruluğunda ve topun hızında etkili olduğunu belirtmişler fakat oyuncular ile ilgili kinematik bir değerlendirmeye yer vermemişlerdir. Yine

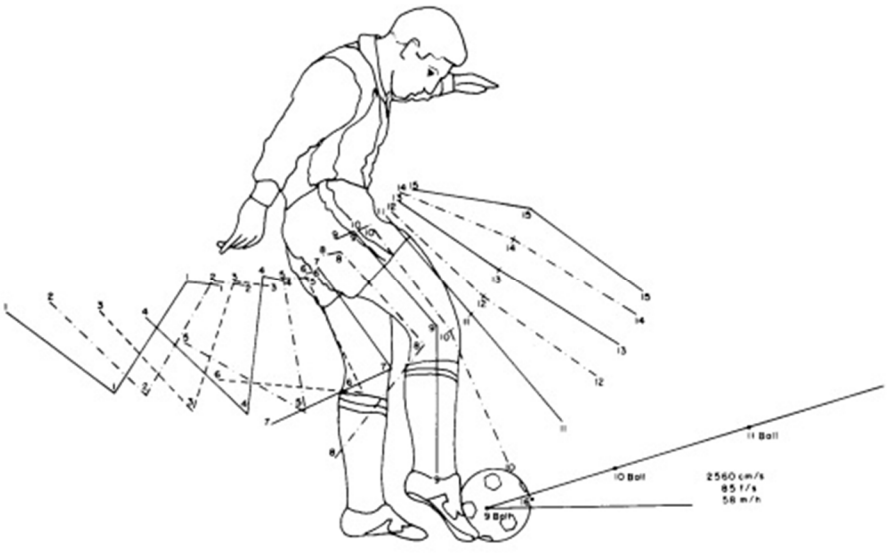
Katis ve ark (2013) profesyonel futbol oyuncularının isabetsiz vuruşlara göre isabetli vuruşlarda yüksek derecede tibialis anteriör ve biceps femoris, düşük oranda da gastrocnemius soleus kas aktivasyonu gösterdiğini bildirmiştir. Scurr ve ark (2011)'nın yaptığı çalışmada ise 4 bölgeye 11 m'den (penaltı noktası) vuruş yaptırmışlar ve yapılan vuruşu 3 evreye ayırmışlardır. Sağ üst hedefe yapılan vuruşlarda vastus lateralis, vastus medialis ve rectus femoris ilişkisi karşılaştırıldığında vastus medialis ve lateralis kasları her evrede benzer seviyelerde aktive olmuşlardır. Deneklerin hepsi sağ ayaklı olarak seçilmiş ve sağ tarafa yapılan vuruşlarda sol köşeye yapılan vuruşlardan daha fazla kas aktivasyonu gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Yapılacak olan üst vuruşlarda performans artırımı için quadriceps grubu kasların kuvvetlendirilmesi gerektiği, penaltı atışında başarı oranının arttırılması için ise vastus lateralis ve vastus medialis kaslarının birlikte çalıştırılabileceği spesifik antrenman programlarının uygulanmasının faydalı olacağı belirtilmiştir (Scurr ve ark 2011). Penaltı vuruşunda topa yaklaşma açısı ile ilgili yapılan çalışmada ise 30, 45 ve 60 derecelik yaklaşma açılarıyla yapılan vuruşlarda yaklaşım açıları ve topun hızı hakkında anlamlı bir farklılık olduğu belirtilmemiş, katılımcıların kendi seçtikleri bir yaklaşma açısında topa temas ettiklerinde top hızı ve uyluk hızında anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (Scurr ve Hall 2009). Andersen ve Dörge (2011) topa yaklaşma açısının topun hızına etkisini inceledikleri çalışmada katılımcıların kendi istedikleri yaklaşma açısı dışında vurdukları diğer yaklaşma açılarında ve hedeflere yapılan vuruşlarda (isabet baskısı) topun hızının düştüğünü belirtmişlerdir. Toros ve ark (2010) penaltı atışında hedef belirlemenin başarı oranını arttırdığını belirtmişlerdir. Weigelt ve Memmert (2012)'in kalecinin gol çizgisi üzerinde tam orta noktada durmadığında ve kalenin bir köşesini % 3 ve üzerinde açık bıraktığında futbolcuların açık köşeye vurmayı tercih ettikleri belirtilmiş, ancak vuruşun kinematiği ile ilgili bir bulgu sunulmamıştır. Fakat literatürde penaltı atışı sırasında kalecinin konumu ve hareketlerinin penaltı kullanan oyuncunun topa vuruş kinematiği üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Topla oynanan oyunlarda performansı değerlendirmek bireysel sporlara göre oldukça zordur. Bu tür oyunlarda performans, kazanılan puanlara, setlere ve atılan gollere göre belirlenir. Günümüz futbolunda başarı alınan galibiyetler ile belirlenirken galibiyetin olmazsa olmaz kuralı rakibe skor üstünlüğü kurmaktır.

Günümüzde tüm şampiyonalarda, çift ayaklı turnuva maçlarında bazen kazananın belirlenmesi için seri penaltı atışları uygulanmaktadır. Sezon içerisinde de oynanan müsabakalarda penaltı vuruşları önemli bir yer teşkil etmektedir. Penaltı atışlarında kalecinin engelleyici bir faktör olması penaltıyı kullanan oyuncunun vuruşlarını etkileyebilmekte ve oyuncuları daha isabetli vuruşlar yapmaya zorlamaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı penaltı vuruşunda kaleci faktörünün etkisini ortaya çıkarmak için belirlenmiş hedeflere kalede kaleci varken ve kalede kaleci yokken yapılan isabetli vuruşlar arasında vuruş yapan bacaktaki ve toptaki kinematik farklılıkları belirlemekti.

1.1. Futbolda topa vuruşun biyomekaniği

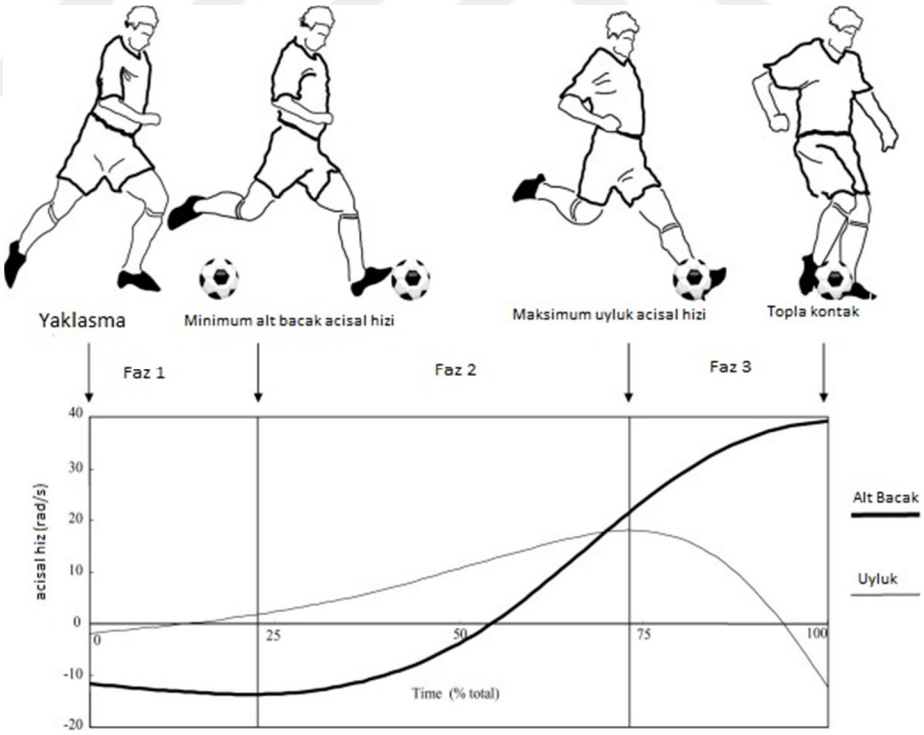
Futbolda isabetli pas ve şut, skor ve oyun üstünlüğü için önemlidir. İsabetli pas ve şut için önemli olanda topun doğru açı ve hızda hedefe gitmesidir (Scur ve ark 2011, Skogvank ve ark 2011, Katis ve ark 2013). Biyomekanik çalışmalarda çoğu vuruş tekniği üzerine odaklanma ile birlikte temel futbol becerilerini anlamaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Bauer 1993, Lees ve Nolan 2002, Cerrah 2009, Bing ve ark 2012, Katis ve ark 2013). Futbolda vuruş tekniğinin son şekli Wickatrom (1975) tarafından tanımlanmıştır (Lees ve Nolan 2001). Topa vuruş, destek ayağının yanda ve topun hemen arkasında durduğu, topa bir veya birkaç adımla yaklaşılarak uygulanan hareket olarak tanımlanmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Topa vuruşun kinematogramı.

Yapılan araştırmalarda, duran topa karşı bazı vuruş tekniklerinin kinetik ve kinematik analiz çalışmaları yapıldığı görülmektedir. Bu analizler sonucu futbolda üst vuruş tekniği Wickstrom (1975) tarafından fazlara bölünerek kinematiği 4 fazda incelenmiştir: Bacağı geriye savurma fazı; vuruş yapan bacak geriye doğru hareket ettirilir ve dizde fleksiyon meydana gelir. İleri savurma fazı; vuruş bacağının uyluk kısmı öne doğru hareket ettirilir ve diz fleksiyonda iken destek ayağı üzerinde kalçada rotasyon oluşur. Daha sonra uyluk yavaşlamaya başlar ve topla temas anında hareketsizleşene kadar yavaşlama devam eder. Topla temas fazı; diz tam ekstansiyondadır. Topa vuruş sonrası hareketin devamı fazı; dizde hafif fleksiyon oluşur ve ayak genellikle kalça yüksekliğine kadar ulaşır (Lees ve Nolan 2002).

Yapılan başka bir araştırmada ise; vuruş hareketi 3 fazdan meydana gelir. Birinci faz, parmak ucunun yerden kalkışıyla başlar ve alt bacağın minimum açısal hızına ulaştığı anda biter. İkinci faz, uyluğun maksimum açısal hızına ulaşmasıyla başlar ve biter. Üçüncü faz ise topa temas anında gerçekleşir ve biter (Numome ve ark 2006).



Şekil 1.2 Topa vuruşun üç fazının segment hareketleri ile tanımı.

Futbolda tüm vuruş teknikleri topa bir veya daha fazla adım ile yaklaşılarak gerçekleştirilir. Destek ayağı vuruş çeşidinin özelliğine göre topa belli bir uzaklıkta yana veya biraz geriye doğru konur. Vuruş yapan ayak, vücudun mediolateral (frontal) ve longitudinal (vertikal) ekseni boyunca döner (Lees ve Nolan 2002). Vuruş tekniğindeki farklılık ise ayak bileğinin transvers düzlem üzerinde yapmış olduğu eversiyon, inversiyon ve kalça ekleminde oluşan internal, eksternal rotasyon sonucu oluşur (Kawamoto ve ark 2007).

1.1.1. Futbolda iç vuruşun biyomekaniği

Ayak içi vuruş, temel amacı hassasiyet olan vuruş, pas verme ve kısa mesafeden şutlarda kullanılır. Ayak içi vuruş futbol oyuncuları için çok önemli bir teknik olarak kabul edilir çünkü pas atmak sıklıkla futbol taktiği olarak (yaklaşık her maç 300 kez) ve ayak içi vuruş olarak yapılır. Ek olarak, ayak içi vuruş sadece hızlı pas verme olarak kabul edilmez, günümüz futbolunda oyun içinde rakip baskısı arttığından dolayı ayak içi vuruşun kullanımı gerekli bir hal almıştır (Kawamoto ve ark 2007).

Çizelge 1.1. Ayak İçi Vuruş Tekniğinin Fazları ve Kullanım Amaçları (Cerrah 2009).

Geriye Savurma Hazırlık Fazı	İleri Savurma Fazı	Hareketin Devam Fazı	Kullanım Amaçları
1. Destek ayağı topun yanına konur ve parmak ucu hedefi gösterir.	1. Vuruş ayak bileği sert bir şekilde sabitlenerek kilitlenir.	1. Vuruş sonrasında bacak düzgün bir şekilde vuruş yönünde	Uzun Pas Kısa Pas Alçak Pas Yüksek Pas Direk Pas Falsolu Vuruş Sert Gol Vuruşu İsabetli Gol Vuruşu Direkt Pas
2. Destek ayağı hafifçe bükülür.	2. Topun orta kısmına ayak içiyle vuruş yapılır.		
3.Omuzlar kare şeklinde ve hedefi gösterir.			
4. Vuruş bacağı geriye doğru hareket ettirilir, ayak 90° döndürülür ve ayak içi topa doğru yönlendirilir.			

Ayak içi vuruşta vücudun pozisyonu topun gidiş yönünü gösterir ve bel geriye doğru bükülürse topun havalanma olasılığı artar. Eğer uyluk vuruş anında topun üzerinde bulunursa top yüzey boyunca alçaktan gider (Skogvang ve ark 2000).

Ayak içi vuruş isabet payı en yüksek vuruş olduğu için en sık kullanılan vuruş tekniğidir (Bauer 1993, Sutliff 1996). Fakat vuruşun doğasından dolayı fazla hızlı olmaması bu vuruşu kısa ve orta mesafeli pas ve şutlar için daha uygun kılmaktadır (Bauer 1993). Castellanos ve ark (2014) ayak hızı ve doğruluk arasında anlamlı korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Hong ve ark (2015) ayak içi vuruşta ayaküstü vuruşa göre ayak segmentinde daha az plantar fleksiyon hareketi olduğunu bildirirken top hızının ayaküstü vuruşa göre daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada ayak bileği ekleminin iç vuruşta topa temas anında üst vuruşa göre mediolateral (yana) eksende daha düşük hareket sergilediği fakat dikey eksende ayaküstü vuruşun daha fazla hareket sergilediğini belirtmişlerdir.

1.1.2. Futbolda Üst Vuruşun Biyomekaniği

Futbolda pas verirken topun şiddetini yani hızını ayarlamak pasın temel özelliklerinden biri olurken, kaleye gol için atılan şutta ise topun hızı ön plana çıkmaktadır. Futbolda topun hızının yüksek olmasının beraberinde avantajda getirir. Yüksek top hızı, kalecilere daha kısa reaksiyon zamanı tanıması ve futbolcunun gol yapma şansını artırması açısından önemlidir (Dörge ve ark 2002). Bilindiği üzere futbolda topa maksimum hız sağlayan temel teknik ayağın üstü ile yapılan vuruştur. Bu nedenle ayağın üstü ile topa vuruş becerisinde beklenen, topla temas öncesi ayak hızının maksimuma ulaşmasıdır (Numone ve ark 2006).

Ayaküstü vuruşta ilk olarak üst bacak üyesinde maksimum açısal hız sağlanırken, daha sonra sırasıyla alt bacak ve ayak üyesinde maksimumum açısal hızlar meydana gelir (Kellis ve Katis 2007). Ayaküstü vuruşta top alçaktan gittiği için gol vuruşu için en klasik ve etkili tekniktir (Hargreaves 1990, Bauer 1993). Vuruşun şiddeti ayarlandığı takdirde pas amaçlı da kullanılabilirken, hareketli ve duran toplar içinde kullanılabilir (Bauer 1993, Skogvang ve ark 2000). Kellis ve Katis (2007) düşük vuruş hareketi ve top hızlarında ayaküstü vuruşun doğruluğunun yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 1.2. Ayak Üstü Vuruş Tekniğinin Fazları ve Kullanım Amaçları (Cerrah 2009).

Geriye Savurma Hazırlık Fazı	**İleri Savurma Fazı**	**Hareketin Devam Fazı**	**Kullanım Amaçları**
1. Topa karşı, dik bir şekilde yaklaşılır. 2. Topa yaklaşma anında son adım uzun atılır. 3. Omuz ve gövde önü gösterir. 4. Destek ayağı hafifçe bükülür. 5. Destek ayağı topun yanına konur ve parmak ucu hedefi gösterir.	1. Vuruş bacağın ayak parmağı yere doğru bakar. 2. Ayağın üstüyle (bağcık kısmı) topun merkezine doğru vuruş yapılır. 3. Vuruş bileği sert bir şekilde sabitlenir.	1. Vuruş eylemini izleyen aşamada ayak, vuruş yönünde gergin bir şekilde salınarak yönlendirilir.	Uzun Pas Kısa Pas Alçak Pas Yüksek Pas Sert Gol Vuruşu İsabetli Gol Vuruşu Direk Pas

Kapidžić ve ark (2014) ayaküstü vuruşta topun hızının artmasını sağlayan iki parametre olduğunu belirtmişler, bunları ayağın top temas anında ki yüksek hızı ve destek ayağın topun merkezine olan yakınlığı olarak açıklamışlardır. Ayaküstü vuruşta cinsiyete göre farklılıkların değerlendirildiği başka bir çalışmada ise kadın futbolcuların erkek futbolculara göre daha yavaş vuruşlar gerçekleştirdikleri belirtilmiş, bunu da ayak üyesi kütle merkezinin top ile temas öncesindeki hızının ve ayak bileği katılığının düşük olması ile açıklamışlardır (Sakamoto ve ark 2012). Yapılan on haftalık kuvvet egzersizlerinin maksimum kuvveti arttırdığı ve vuruş hareketinde değişiklikler meydana getirdiği, üst vuruşta geri-ileri savurma fazlarında antrenman öncesine göre daha patlayıcı olduğu ve daha fazla kas aktivasyonunun oluştuğunu bildirilmiştir (Manolopoulos ve ark 2013).

Yorgunluğun topa vuruş kinematiklerine etkisinin incelendiği çalışmada yorgunluk sonrası yapılan üst vuruşlarda topun hızının düştüğü fakat doğruluk üzerine etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Ferraz ve ark 2016). Yine Ferraz ve ark (2015) düşük, orta şiddetli egzersizler sonrasında üst vuruş kinematiklerinde değişme olmadığını belirtirken, yüksek şiddetli egzersizler sonrasına üst vuruş kinematiğinde değişim olduğunu belirtmişler, bunu da güç ve koordinasyonda ki değişimler ile açıklamışlardır.

1.2. Penaltı Vuruşu

Top oyun içerisindeyken cezası direk serbest vuruş olan 10 kusurlu hareketten birini kendi ceza sahası içerisinde yapan takım aleyhinde verilen bir karardır (FIFA 2002). Vuruşu yapacak oyuncu açıkça belirlendikten sonra top penaltı noktasına konur ve diğer oyuncular toptan en az 9,15 m mesafede dururlar. Vuruşu yapacak oyuncu topa dokunana kadar hiçbir oyuncu bu mesafeden içeri giremez. Hakem vuruş için işaretini verdikten sonra vuruşu yapan oyuncu topa başka bir oyuncu dokunmadan dokunursa savunma yapan takım lehine serbest vuruş verilir (FIFA 2000).

1.2.1. Penaltı Vuruşu Uygulamaları

Penaltı atışı günümüz futbol oyun kurallarında 3 şekilde uygulanmaktadır. Birincisi; lig müsabakası içerisinde uygulanan penaltı vuruşu kullanıldıktan sonra oyunun devam ettiği vuruşlardır. İkincisi; kupa maçları gibi tek maç ve ya karşılıklı iki maç eleme sistemi uygulanan müsabakalarda normal ve uzatma sürelerinde eşitliğin bozulmadığı durumlarda kazananın belirlenmesi için uygulanan seri penaltı atışlarıdır. Bu atışlarda top kale çizgisini geçtiğinde, kaleci kurtardığında ve ya top tamamen durduğunda vuruş bitmiş sayılır ve vuruşu yapan oyuncunun bir tek dokunuş hakkı vardır (FIFA 2000). Üçüncüsü ise müsabakanın ilk devresinin sonu veya maç sonunda vuruşun kullanılmasından sonra sürenin bittiği vuruşlardır, seri penaltı vuruşu kuralları geçerlidir ve bunlara temdit penaltıları denilmektedir.

1.2.2. Penaltı Vuruş Şekilleri (Yaklaşımları)

Penaltı vuruşunda bazı oyuncuların kalecinin hareketini izleyip, kalecinin hareketine göre vuruş yaparken, bazı oyuncular kale köşelerine veya sert (şiddetli) merkeze daha yakın vuruşlar yapmaktadırlar (Novarro ve ark 2013b, Timmis ve ark 2014). Weigelt ve Memmert (2012)'in yaptıkları çalışmada vuruşu yapan oyuncuların tercihlerinin kalecinin %3 ve daha fazla oranda açık bıraktığı köşeye olduğunu belirtmişlerdir. Hugles ve Wells (2002)'in Dünya Kupası ve AŞL kullanılan 129 penaltı atışını inceledikleri çalışmada %50 - %75 - %100'lik şiddetlere ayırarak yapılan vuruşların performansını vuruş hızı, yaklaşım hızı gibi parametrelerde incelemişler ve %75 şiddetinde yapılan vuruşların diğer şiddette yapılan vuruşlara göre daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Vuruş şiddetine göre penaltı vuruşlarının istatistiklerinin yüzdelik dilimleri (Hugles ve Well 2015).

Vuruş Şiddeti (%)	Sıklık (%)	Gol (%)	Kaçan (%)	Kurtarılan (%)
50	12	47	0	53
75	70	81	1	18
100	18	63	31	7

Dünya kupalarında kullanılan penaltı atışlarında üst köşelere yapılan vuruşlarda kalecilerin vuruşları kurtaramadığı, fakat üst köşelere yapılan vuruşların %18'inin kaleyi bulmadığı bildirilmiştir (Hugles ve Wells 2002).

1.2.3. Penaltı Vuruş Teknikleri

Yapılan biyomekanik çalışmalarda penaltı vuruşunun kinematiği üzerine her hangi bir çalışma yapılmamıştır. Penaltı vuruşları dikkatlice incelendiğinde ayak içi vuruş daha çok tercih edilirken ayaküstü vuruşunda kullanıldığı görülmektedir.

1.2.4. Penaltı Vuruşunun Tarihi

Futbol oyununu geliştirmek ve güzelleştirmek için zamanla oyun kurallarında değişiklikler yapılmıştır. Penaltı vuruşu 1891 yılına kadar uygulanmazken, modern futbol oyununun ortaya çıkmasında öncü olan İngiltere kamu okul takımlarının ölüm vuruşu olarak adlandırdıkları kural 1891 yılında ortaya çıkmıştır. İlk olarak İngiltere Federasyon Kupası (FA Cup) ve Uluslararası turnuvalarda bu kural yer alırken 1902 yılına kadar kale çizgisine 11 m uzaklıktan herhangi bir mesafeden atış gerçekleştirilirdi. 1902 yılında şu anki ceza sahası ölçüleri kullanılmaya başlanarak penaltı cezasının verileceği ve kullanılacağı alan konusundaki tartışmalara son verilmiştir (FIFA 22 Mayıs 2015).

İsrail Futbol Milli Takımı'nın 1968 yılında Meksika Olimpiyat oyunlarında çeyrek final karşılaşmasında kura sonucu elenmesinden sonra İsrail Futbol Federasyonu başkanı Micheal ALMONG kazananın belirlenmesi için penaltı atışı önerisini ortaya atmış ve 27 Haziran 1970 tarihinde bu öneri kabul edilmiştir. İlk seri penaltı vuruşları 30 Eylül 1970 tarihinde Budapeşte Honved Futbol Kulübü (FK) ile Aberdeen FK arasında oynanan Avrupa Kupa Galipleri Kupası ilk tur maçında uygulanmıştır (UEFA 25 Mayıs 2015). Yine 1970 Kasım ayında Everton FK, Borusia Mönchengladbach FK'nü Avrupa Şampiyonlar Ligi (AŞL) karşılaşmasında

seri penaltı vuruşları sonrasında elemiştir. Tarihteki en uzun seri penaltı vuruşları 2004/2005 sezonunda Nambiya Kupası maçında karşılaşan KK Place ve Civics takımlarının yaptıkları toplam 48 vuruş sonrasında 17-16'lık skorla KK Place takımının turu geçmesi ile sonuçlanmıştır. En düşük skorlu seri penaltı atışları ise Steau Bükreş ve Barcelona takımları arasında oynanan 1986 AŞL kupası finalinde Bükreş takımı kalecisi Helmut Duuckdam'ın Barcelona'lı oyuncuların kullandığı 4 penaltı atışını kurtararak takımının 2-0 gibi bir skorla kupayı kazanmasını sağladığı maçtır (UEFA 25 Mayıs 2015).

1.2.5. Dünya ve Avrupa Futbolunda Penaltı Vuruşları

Dünya Futbol Şampiyonalarında oynanan toplam 836 maçta atılan 2.379 golün 175'i penaltı vuruşlarındın atılmıştır. Tüm maçların gol ortalamaları değerlendirildiğinde maç başına 2,85 ortalama golün atıldığı turnuvalarda maç başına 0.21 gol penaltı vuruşlarından elde edilmiştir (FIFA 22 Mayıs 2015). Avrupa Futbol Şampiyonasında grup aşamalarının uygulanmaya başlandığı 1980 yılından itibaren oynanan 216 maçta atılan 518 golün 37 tanesi penaltı vuruşlarından kaydedilmiştir ve kazanılan 3 penaltı gole çevrilememiştir. Maç başına 2,4 gol atılırken, maç başına 0.17 gol penaltı vuruşlarından kaydedilmiştir. Tüm turnuvalarda (76 ve öncesi dahil) oynanan maçların normal ve uzatma sürelerinde verilen 54 penaltı vuruşundan 3'ü gol ile sonuçlanmazken yapılan 51 vuruş gol ile sonuçlanmıştır (UEFA 22 Mayıs 2015). Avrupa Şampiyonlar Liginde (AŞL) oynanan son 22 sezondaki çeyrek final, yarı final ve final maçlarında 286 maçta toplam 69 kez penaltı atışı kullanılırken bunlardan 50 tanesi gol ile sonuçlanmıştır. Atılan 821 golün % 6.09'u penaltı atışlarından elde edilmiştir. Oynanan 22 sezonda 7 final karşılaşması sonucunda eşitlik bozulmayıp penaltı vuruşları sonrasında AŞL şampiyonu belirlenmiştir. 2011/2012 sezonu AŞL finalinde uzatma devresinde Bayern Münih takımı, lehine verilen penaltı vuruşunu gole çeviremeyerek eşitliği bozamayıp penaltı vuruşları sonrasında Chelsea takımına 4-3 yenilerek AŞL ikincisi olmuştur. Seri penaltı vuruşlarının uygulanmaya başlamasından sonra oynanan son 16 (10 maç), çeyrek final (12 maç), yarı final (5 maç) ve final (7 maç) müsabakalarında toplam 34 maçın kazananı seri penaltı atışları sonucunda belirlenmiştir (UEFA 29 Mayıs 2016). Dünya Kupası final maçlarında İtalya Milli Takımı 2 kez rakibine skor üstünlüğü kuramayarak seri penaltı atışlarına kalmış ve 1994 yılında Brezilya'ya 3-2

kaybederken, 2006 yılında Fransa'ya karşı 5-3'lük skorla Dünya Kupası'nı müzesine götürmüştür (FIFA 22 Mayıs 2015).

1.2.6. Türkiye Profesyonel Futbol Liglerinde Terfi Müsabakalarında Kullanılan Seri Penaltı Atışları

Türkiye profesyonel liglerinde 2007/2008 sezonundan beri tüm liglerde uygulanan üst lige çıkma müsabakaları Türkiye Futbol Federasyonu'nun (TFF) belirlediği statülerde oynanır. Oynanan maçlar TFF'nin o yıl için belirlediği üst lige çıkma statüsü gereği tek maç eleme usulü ya da her takımın kendi sahasında karşılıklı maç oynanmasının ardından tek maç final müsabakasının oynanması sonucunda bir üst lige çıkarlar (TFF). 2007/2008 sezonundan beri TFF 3. Lig gruplarını 2., 3., 4., ve 5. sırada tamamlayan takımların bir üst lig olan TFF 2. Lig'e çıkmak için oynadıkları 68 maçta 14 maçın sonucu seri penaltı vuruşlarıyla belirlenirken, 4.85 maçta 1 maç seri penaltı atışlarına gitmiştir. Seri penaltı atışlarına giden maçların 3 tanesi çeyrek final karşılaşmasıyken, 5 yarı final karşılaşması ve 6 final karşılaşmasının galibi seri penaltı atışları sonucunda belirlenmiştir (TFF 22 Mayıs 2016c).

TFF 2. Lig'den bir üst lige çıkma müsabakaları için TFF yönetim kurulunun o yıl için belirlediği statü uygulanmaktadır. 2007/2008 sezonundan beri gruplarında 2., 3., 4. ve 5. olan takımların oynadıkları tek maç eleme usulü ve ya karşılıklı kendi sahalarında maç oynanmasının ardından oynanan final müsabakasının kazananının bir üst lige çıktığı statüleri uygulamaktadır. 2007/2008 sezonundan beri oynanan 61 eleme müsabakasının kazananı 14 müsabakada seri penaltı vuruşları sonucunda belirlenirken, oynanan maçlarda 4.35 maçta bir müsabakalar seri penaltı atışlarına gitmiştir. Bu maçlardan 6 tanesi çeyrek final müsabakası, 6 tanesi yarı final müsabakası ve 1 tanesi final müsabakasını içermektedir (TFF 22 Mayıs 2016b).

TFF 1. Lig'de ligi 2., 3., 4. ve 5. sırada tamamlayan takımların bir üst lig olan Türkiye Süper Lig'ine çıkma maçlarının statüsü TFF tarafından belirlenirken 2007/2008 sezonundan beri oynanan tüm maçlarda 2009/2010 sezonu hariç (o sezon tek devre lig usulü) tek maç eleme usulü ya da karşılıklı kendi sahalarında maç oynanması ile bir üst lige çıkacak takım belirlenmiştir. 2009/2010 sezonu hariç eleme usulü oynanan 31 müsabakanın 5 tanesinde seri penaltı atışları sonucunda

müsabakanın galibi belirlenirken 6.2 maçta 1 maç penaltı atışlarına gitmiştir. 2007/2008 ve 2008/2009 sezonunda tek maç eleme usulü oynanan statüde yarı final müsabakalarındaki tüm maçların galibi seri penaltı atışları sonunda belirlenmiştir (TFF 22 Mayıs 2016c).

1.3. Sınırlılık

Bu araştırma Türkiye profesyonel futbol liglerinde oynamış takımlarında seri penaltı atışlarında ismi ilk 5 kişi arasına yazılan farklı takımlardan 5 futbolcu ve 1 kaleci ile sınırlandırılmıştır. Vuruşlar penaltı noktasından belirlenen hedeflere yapılan vuruşlar ile sınırlıdır. Vuruşlar tek top ile yapılmış ve her katılımcı aynı top ile belirlenen hedeflere vuruş gerçekleştirmiştir. Vuruşlar ilk önce kalede kaleci yokken daha sonra da kalede kaleci varken rastgele yapılmıştır.

1.4. Sayıltı

Çalışmada tüm vuruşların maksimum efor sarf edilerek yapıldığı kabul edilmiştir. Yapılan bütün hareketlerin tek bir düzlemde gerçekleştiği kabul edilmiştir. Hareketin ve vücudun simetrik olduğu varsayılmıştır. Uzuvlar katı cisim ve silindirik olarak kabul edilmiştir. Topun ayaktan çıkış anındaki hızı değerlendirildiği için rüzgarın etkisi olmadığı varsayılmıştır. Sayısallaştırma sırasında araştırmacının işaretleme hataları olasıdır. Deneklerin fiziksel özellikleri ve buna bağlı olarak da kullandıkları kramponları farklıdır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya Türkiye Profesyonel Futbol liglerinde profesyonel futbol oynamış kendi takımlarında seri penaltı atışlarında ilk beş isim arasına yazılan beş futbolcu ve bir kaleci katılmıştır. Katılımcılara çalışma hakkında bilgi verildikten sonra araştırmaya katılmaya razı olduklarını belirten onam belgesi alınmıştır. Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Girişimsel olmayan klinik araştırmalar etik kurulu tarafından onaylanmıştır (Karar no: 2014/25).

Çizelge 2.1. Araştırmaya katılan futbolcuların fiziksel özellikleri.

Denek	Cinsiyet (E/K)	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Vücut kütlesi (kg)	VKİ (kg/m^2)	Üst Bacak (cm)	Alt Bacak (cm)	Ayak (cm)
1	E	23	173	71	23.72	45	34	18.5
2	E	24	190	88	24.38	45.5	43	20
3	E	25	181	85	25.95	43	40	19
4	E	28	180	77.6	23.95	45	38	18
5	E	25	181	73.1	22.31	38.5	42.5	15.5

Katılımcıların vücut üye uzunlukları Çizelge 2.2'de belirtilen tanımlamalara göre belirlenmiştir. Tüm ölçümler katılımcıların sağ taraflarından alınmıştır.

Çizelge 2.2. Üyelerin uzunlukları.

Üye	Ölçüm	Tanımlama
Üst bacak	Uzunluk (cm)	Kalça ile Diz eklemi arasındaki mesafe
Alt bacak	Uzunluk (cm)	Diz ile Ayak Bileği eklemi arasındaki mesafe
Ayak	Uzunluk (cm)	Topuk ile Parmak ucu eklemi arasındaki mesafe

2.2. Boy ve Vücut Ağırlığının Belirlenmesi

Deneklerin boy uzunluğu (m) boy ölçerli mekanik tartı kullanılarak, çıplak ayak, ayaklar yere düz basmış, topuklar bitişik, dizler gergin ve vücut dik pozisyonda iken 1 mm hassasiyetinde ölçülmüştür. Vücut ağırlığı (kg) boy ölçerli mekanik tartı kullanılarak, mümkün olduğunca hafif giysilerle, 100 gr hassasiyetinde ölçülmüştür. Vücut kütle indeksi (VKİ), vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine

bölünmesiyle hesaplandı. Yansıtıcı işaretler arası mesafe 1mm hassasiyetle ölçülmüştür.

2.3. Antropometrik Noktaların Belirlenmesi

Katılımcıların sağ bacaklarındaki antropometrik noktalara (sırasıyla kalça, diz, ayak bileği eklemi lateral malleol, topuk, ayakucu ve top) renkli işaretler yerleştirilmiştir.

Çizelge 2.3. Üyelerin uzunlukları.

No	İşaretlenen Antropometrik Nokta
1	Kalça
2	Diz
3	Bilek
4	Topuk
5	Ayak ucu
6	Top

Belirlenen antropometrik noktalardan topa vuruş için destek ayağın yere konma anından itibaren başlanarak topun ayaktan çıktıktan 0.015 saniye (30 kare görüntü) sonrasına kadar olan bölümdeki üyelerin hareketi sayısallaştırılarak analiz gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Vuruş yapan bacaktaki antropometrik noktalar.

2.4. Veri Toplama Araçları

Araştırma verilerinin toplanmasında Hacettepe Üniversitesi Biyomekanik Araştırma Grubuna (HUBAG) ait Photron (model SA3, 120K, Japonya) marka 2 adet yüksek hızlı kamera ve 1 adet Dell D630 marka dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Her katılımcının antropometrik noktalarının belirlenmesi için 5 adet 12,7 mm çapında renkli işaret, üyeler arasında uzunluğu ölçmek için FİSCO marka mezura kullanılmıştır. Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (FIFA) onaylı, uluslararası

maç standartlarına uygun 5 numara 410-430 gr ağırlığında, 9 atmosferik basınçlı Puma marka futbol topu kullanılmıştır.

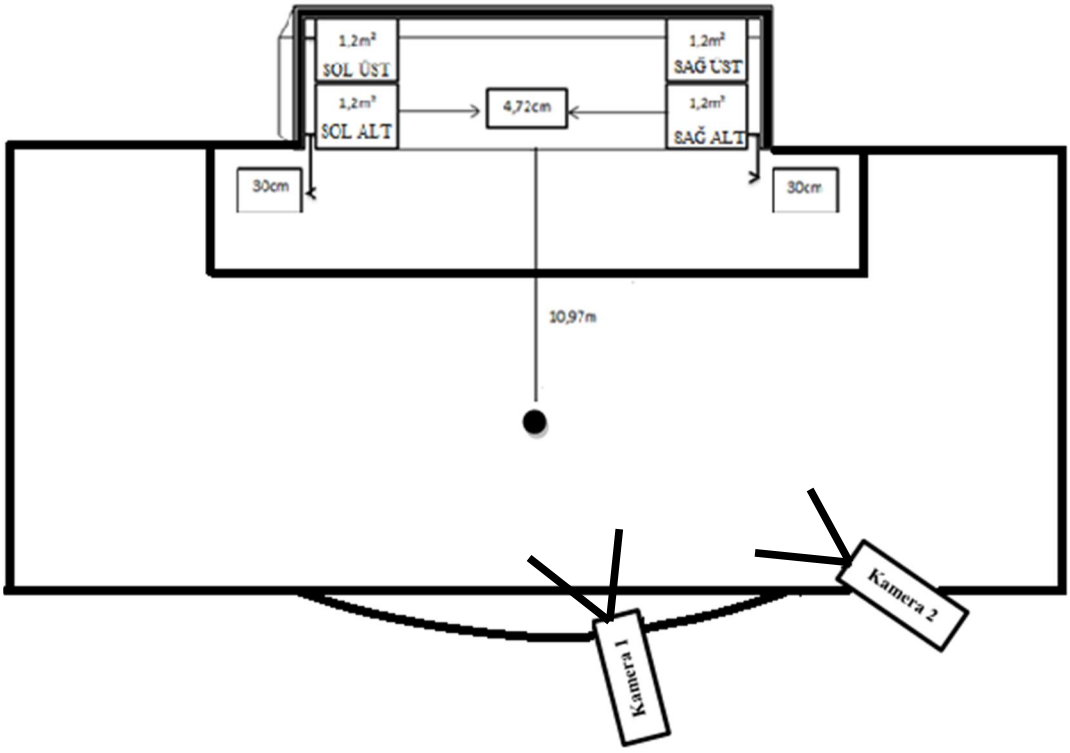
2.4.1. Kameralar

HUBAG'a ait Photron (model SA3, 120K, Japonya) marka 2 adet yüksek hızlı kameralar pozlama hızı (shutter speed) 1/10000, kare sayısı (frame rate) 1/2000 fps (saniyede 2000 kare) ayarlanmıştır.

2.4.2. Verilerin Depolanması

Kamera ile bilgisayar arasındaki bağlantı Cigabit ethernet veri transfer kablosu ile kurulup, kamerada kaydedilen görüntüler Photron FASTCAM Viewer (Rev.2.41 English version) programı ile bilgisayar ortamına jpg formatında kaydedilmiştir.

2.5. Araştırma Alanı Dizaynı



Şekil 2.2. Araştırma alan krokisi.

İsabet değerlendirmesi için 1,2 m² alan ölçüsü olan 4 adet hedef bloğu kullanılmıştır (Şekil 2.2). Araştırma alanında kullanılan hedefler kaleye Şekil 2.2.'de gösterildiği gibi yerleştirilmiş, kamera 1 ceza sahası yayı üzerinde kamera 2'ye 4,15

m diyagonal uzaklıkta ceza sahası yayı üzerinde 85 cm yükseklikte konumlandırılmış, kamera 2 ise ceza sahası yayının bitiş noktasından 1,12 m solunda 103 cm yüksekliğinde konumlandırılmıştır.

2.6. Verilerin Toplanması

Penaltı vuruşunun kinematiğini ve kaleci faktörünün vuruş kinematiği üzerindeki etkisini belirlemek için denekler Şekil 2.2.'de belirlenen alanda dört hedefe kalede kaleci yokken istedikleri hedeften başlayarak 2,5 m gerilme mesafesinden istedikleri açıda gelerek rastgele vuruş yapmıştır. Her isabetli vuruştan sonra deneklere 3 dakika dinlenme aralıkları verilmiştir. Daha sonra kaleye kaleci geçmiş ve denekler belirlenen dört hedefe istenilen köşeden başlayarak 2,5 m gerilme mesafesinden istedikleri yaklaşma açısını kullanarak hedeflere vuruşlar yapmıştır. Her isabetli vuruş sonrası deneklere 3 dakikalık dinlenme aralıkları verilmiştir. Deneklerin hedeflere yaptığı başarılı vuruşlardan her hedef için bir vuruş değerlendirmeye alınmıştır. Tüm katılımcılar vuruşlarda baskın bacağı olan sağ bacaklarını kullanmıştır. Bir denek tüm vuruşlarını tamamladıktan sonra diğer deneğin vuruşlarına geçilmiştir. Yapılan vuruşlar senkronize edilen iki adet yüksek hızlı kamera ile kaydedilmiş ve bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

2.7. Verilerin Analizi

2.7.1. Sayısallaştırma

Kaydedilen görüntülerin sayısallaştırma işlemi için Hacettepe Üniversitesi Biyomekanik Araştırma Grubuna (HUBAG) ait dijitize programı kullanılmıştır. Bu program aracılığıyla her bir kare görüntü üzerinde belirlenen noktalar işaretlenerek sayısallaştırılmıştır. Bu sayısallaştırma işlemi sonrasında yansıtıcı işaretler ile belirlenen antropometrik noktaların görüntü üzerindeki konumları piksel cinsinden bulunmuştur.

2.7.2. Kalibrasyon ve Noktaların Uzaysal Konumlarının Hesaplanması

Antropometrik noktaların 3 boyutlu konum verisi Düzgün Doğrusal Dönüşüm (DLT) algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Noktaların uzaysal konum verisini elde etmek için Çizelge 2.4.'teki konumlar, Şekil 2.3'teki kalibrasyon kafesi kullanılmıştır.

Çizelge 2.4. Kalibrasyon kafesi belirlenen noktaların uzunlukları.

No	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
1.Nokta	79	3	0
2.Nokta	0	3	79
3.Nokta	-79	3	0
4.Nokta	0	3	-79
5.Nokta	79	100	0
6.Nokta	0	100	79
7.Nokta	-79	100	0
8.Nokta	0	100	-79

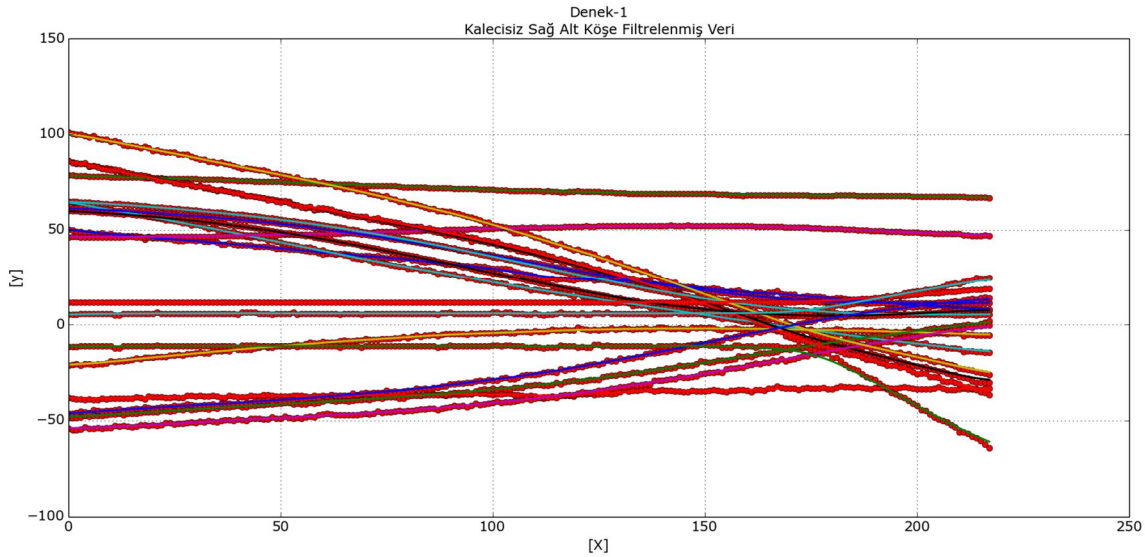


Şekil 2.3. Kalibrasyon kafesi.

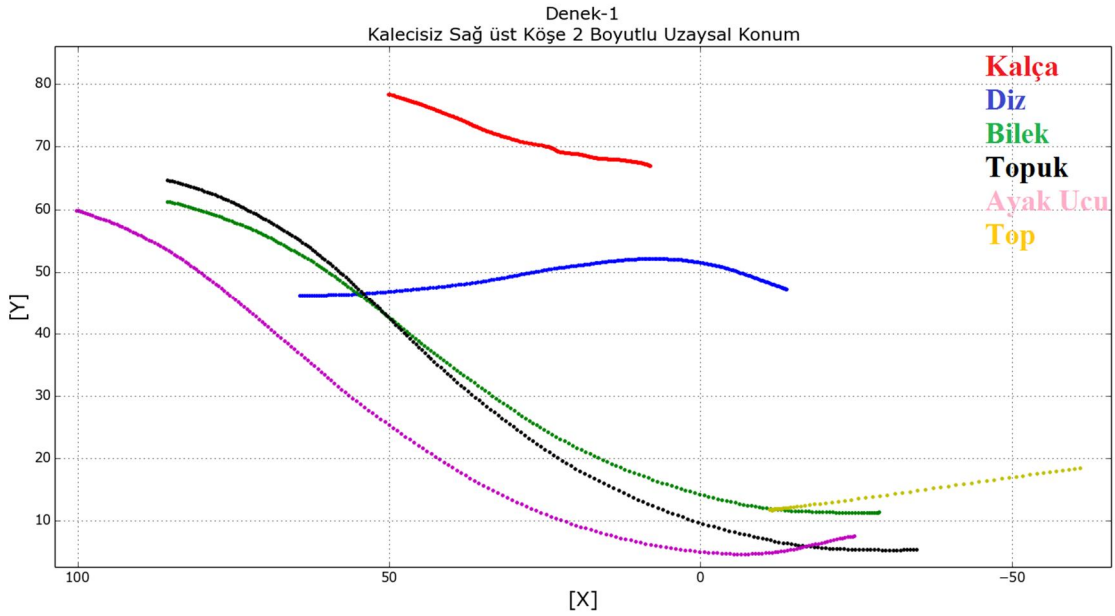
2.7.3. Sayısallaştırılmış Verileri Süzgeçleme

Noktalara ait gerçek koordinatlar hesaplandıktan sonra bu koordinat değerleri, Python programlama dilinde yazılan EK B'deki filtreleme programı ile görsel en iyileme yapılmıştır. Süzgeçleme işleminde tüm üyelerin kinematik verisine ayrı ayrı birinci dereceden kesme frekansı 48 Hz olan düşük-geçiren butterworth filtre uygulanmıştır (Grafik 2.1). Filtrelenmiş veriye Python'da yazılan EK C'deki program ile en uygun polinomial değerine bağlı kalınarak 5 ve 6'ncı dereceden polinom uydurulmuştur (Grafik 2.3). En iyi polinom değerleri ($R^2 > 0.60$ ve üzeri) uydurulduktan sonra katılımcıların üyelerinin yer değiştirme grafikleri (Grafik 2.4, 2.5 ve 2.6) çizilmiştir.

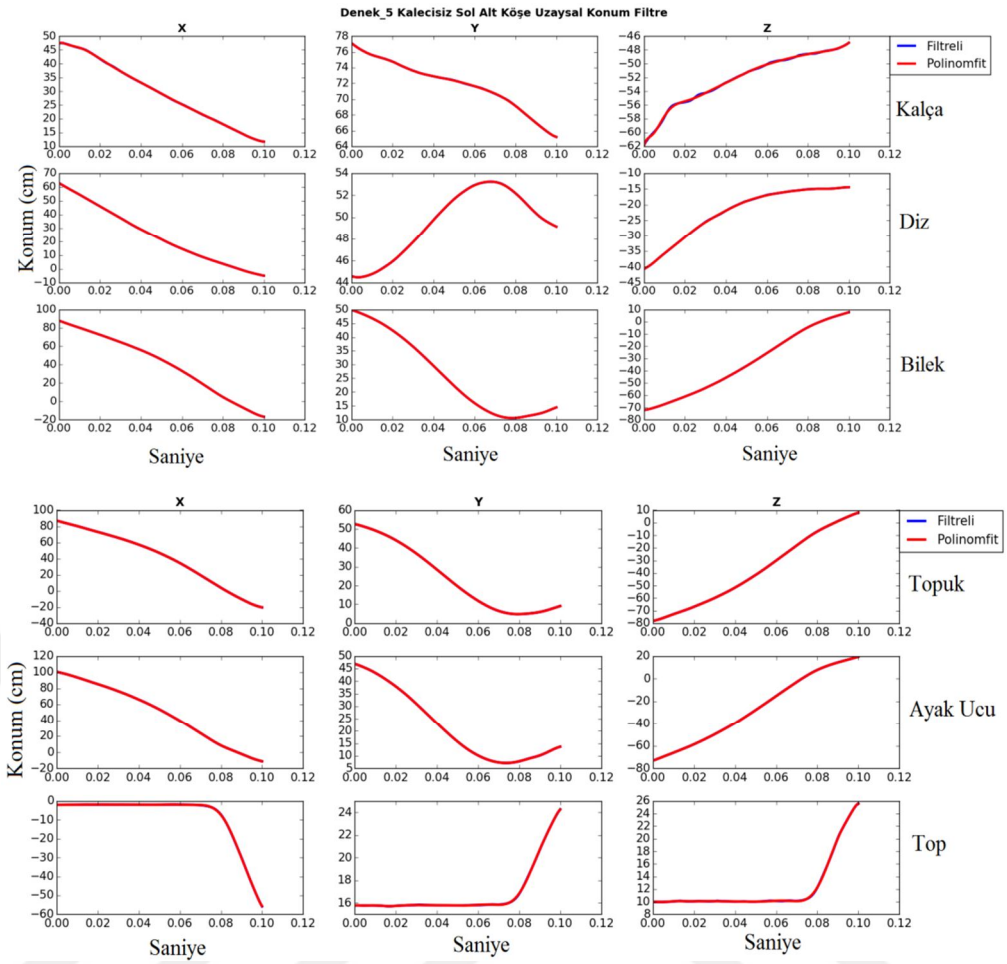
Vuruşların kinematik hesaplamaları Python programlama dili kullanılarak yapılmış, değişkenler elde edilmiş ve değişkenleri gösteren grafikler çizilmiştir.



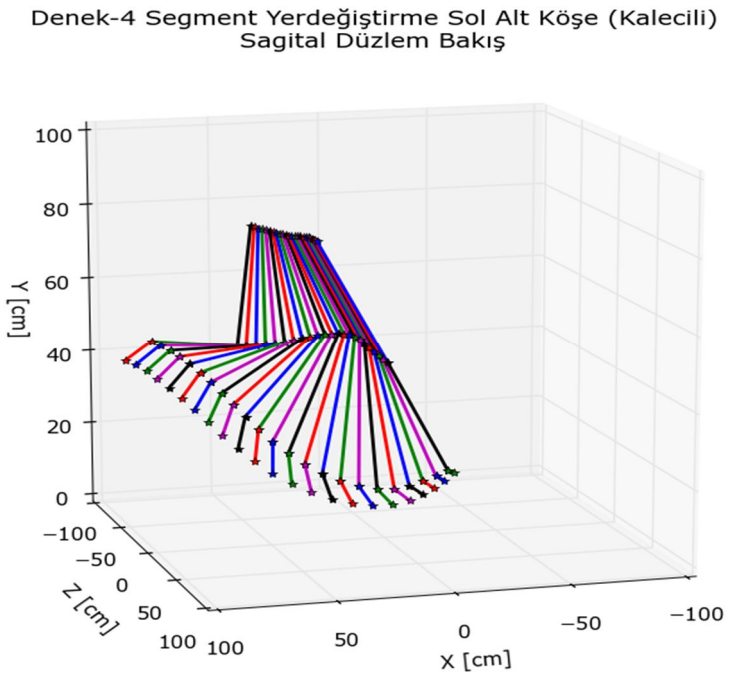
Grafik 2.1. Filtrelenmiş veri



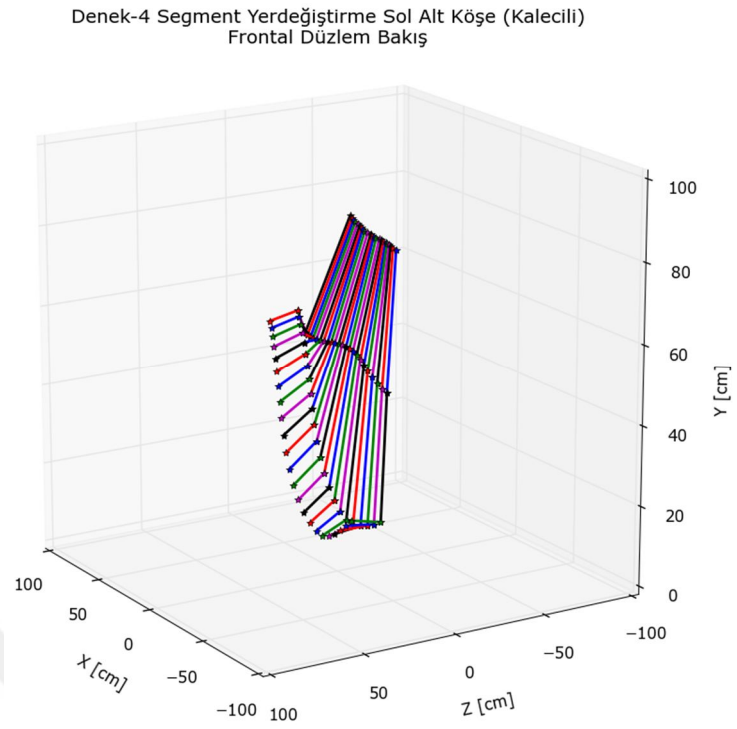
Grafik 2.2. Antropometrik noktaların filtrelenmiş verisi



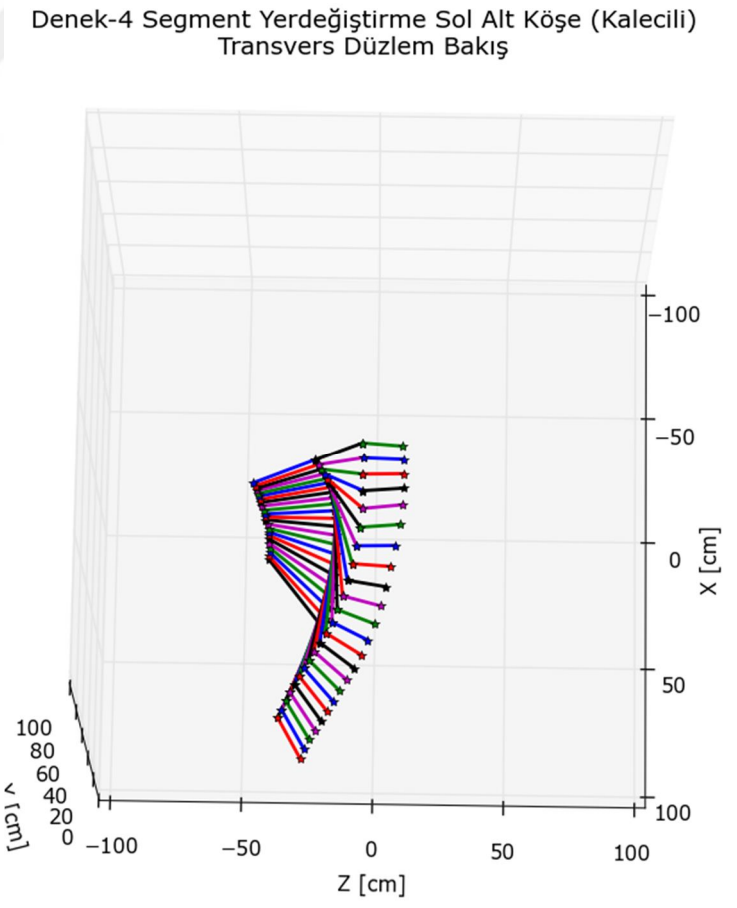
Grafik 2.3. Polinom uydurulmuş veri



Grafik 2.4. Üyelerin üç boyutlu yer değiştirme verisi (Sagital)



Grafik 2.5. Üyelerin üç boyutlu yer değiştirme verisi (Frontal)



Grafik 2.6. Üyelerin üç boyutlu yer değiştirme verisi (Frontal)

2.8. Hesaplama İşlemleri

2.8.1. Antropometrik Noktaların Hızı

Antropometrik noktaların hızı Python programında EK D'deki program ile hesaplanmıştır. Hızın hesaplanmasında formül 2.1. kullanılmıştır.

Formül 2.1.

$$V = \Delta x/\Delta t = \ (Yer\ değiştirme\ (vektörel))/(Geçen\ zaman\ (skaler))$$

$$V = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

V= Hız

x_1 = İlk konum

x_2 = Son konum

t_1 = İlk zaman

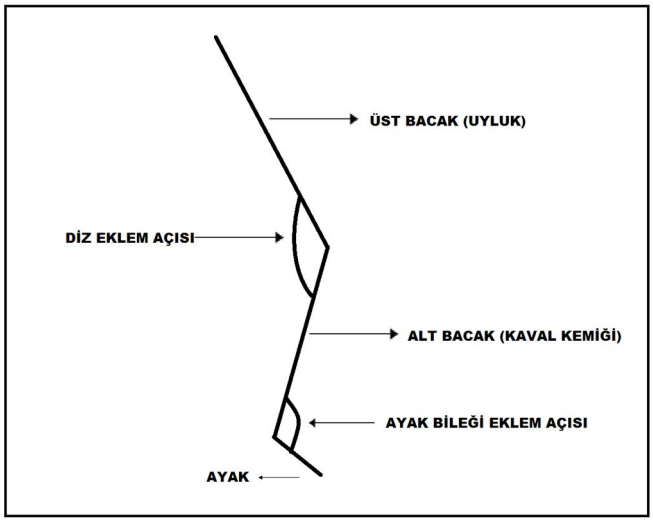
t_2 = Son zaman

Δx = Alınan yol

Δt = Geçen zaman

2.8.2. Diz ve Ayak Bileği Eklem Açıları ve Açısal Hızı

Diz ve ayak bileği eklemlerinin açılarını hesaplama işlemi için Python programında EK E ve EK F'de hazırlanmış olan programlar kullanılmıştır. Eklem açıları (Şekil 2.5) için formül 2.2'deki formül, açısal hız için Python programında hazırlanan EK G'deki programda formül 2.3'teki formül kullanılmıştır.



Şekil 2.5. Üyeler ve eklem açıları

Formül 2.2.

$$a = \sqrt{(x_p - x_d)^2 + (y_p - y_d)^2}$$

$$b = \sqrt{(x_p - x_d)^2 + (y_p - y_d)^2}$$

$$c = \sqrt{(x_p - x_d)^2 + (y_p - y_d)^2}$$

$$\cos\theta = (b^2 + c^2 - a^2)/(2 * b * c)$$

a, b, c = Vektör uzunluğu

x_p , y_p = Vektörlerin proksimal (merkeze yakın) konumu

x_d , y_d = Vektörlerin distal (merkezden uzak) konumu

Cosθ = Eklem açısı

Formül 2.3.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$$

ω = Açısal hız

θ_1 = İlk açı değeri

θ_1 = Son açı değeri

x_1 = İlk konum

x_2 = Son konum

2.8.3. Üye Kütle Merkezi ve Hızının Hesaplanması

Üyelerin kütle merkezi ve hızını hesaplamak için Python programı kullanılmıştır.

2.8.4. Üye Kütle Merkezinin Hesaplanması

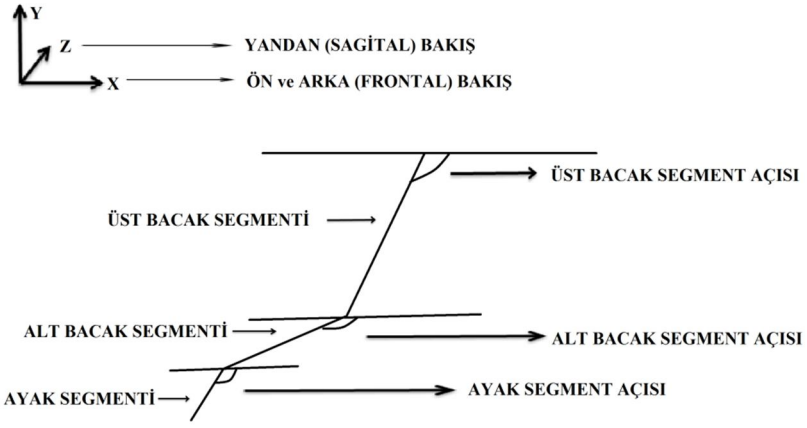
Alt ekstremite üye kütleleri Demster'ın Çizelge 2.5'te belirtilen vücut üye parametre değerleri kullanılarak Python programında hazırlanan EK H'daki program vasıtasıyla hesaplanmıştır.

Çizelge 2.5. Demster'ın vücut üye parametre değerleri (Robertson ve ark 2004).

Üye	**Tanım**	**Segment kütlesi / toplam kütle**	**Kütle merkezi / Segment uzunluğu**	
			$R_{proksimal}$	**R_{distal}**
Üst Bacak	Kalça – Diz arası	0.1000	0.433	0.567
Alt Bacak	Diz – Ayak Bileği arası	0.0465	0.433	0.567
Ayak	Topuk – Parmak ucu arası	0.0145	0.500	0.500

2.8.5. Üye Açısı

Segment açısını hesaplamak için Python programında hazırlanan EK I'daki program kullanılmıştır. Segmentin yatay ile yaptığı açılar şekil 2.6. dikkate alınarak hesaplandı. Segment açısını hesaplamak için formül 2.4. kullanılmıştır.



Şekil 2.6. Üye açıları

Formül 2.4.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$\theta = \arctan(m)$$

m = eğim

θ = Segment açısı

y_1 = Segmentin merkeze uzak olan y konumu

y_2 = Segmentin merkeze yakın olan y konumu

x_1 = Segmentin merkeze uzak olan x konumu

x_2 = Segmentin merkeze yakın olan x konumu

Δx = Segmentin iki uç x konumları arasındaki fark

Δy = Segmentin iki uç y konumları arasındaki fark

2.9. İstatistiksel Analiz

Verilerin ortalama ve standart sapması verilmiştir. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren veriler 3 faktörlü Hedef (4: Sağ alt, sağ üst, sol alt ve sol üst köşeler), Kaleci (2: Kalecili, kalecisiz), Temas (2: Topa temas öncesi ve sonrası) (4x2x2) tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. Bonferroni düzeltmesi post-hoc test olarak kullanılmıştır. Kinematik değişkenlerde kalecili ve kalecisiz ile temas öncesi ve sonrası arasında farklılıklar eşleştirilmiş gruplarda t testi ile analiz edilmiştir. Anlamlılık düzeyi 0.05 kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Kalecili ve kalecisiz hedefe atılan penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların topa temas öncesi ve sonrası öne (X ekseni) doğrusal hızlarındaki değişimler Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların öne (X ekseni) doğrusal hızları.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Ayak ucu	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	13.86±1.25$	10.48±1.00	14.53±0.94$	10.48±1.00
Sağ üst köşe	14.20±1.00$	10.74±1.14	14.60±1.02$	10.39±1.43
Sol alt köşe	17.80±1.41*$	12.35±2.57	17.73±0.92#$	13.36±1.03#
Sol üst köşe	16.69±1.60$	11.91±0.53	17.20±2.01$	13.34±1.18
Ayak bileği				
Sağ alt köşe	14.61±1.41$	12.08±1.23	14.49±0.87$	12.12±1.09
Sağ üst köşe	13.81±0.46$	11.42±0.92	14.36±0.89$	12.15±1.17
Sol alt köşe	16.33±1.09$	13.24±2.05	16.38±0.46‡$	13.77±0.72
Sol üst köşe	16.05±1.65$	13.46±1.50	16.05±1.89$	13.30±1.82
Diz				
Sağ alt köşe	5.22±1.57	5.11±1.33	5.31±1.27	5.02±1.54
Sağ üst köşe	5.00±1.09	4.73±0.89	4.55±1.31	4.62±1.45
Sol alt köşe	4.56±1.28	4.46±1.50	4.22±1.41	3.90±1.43
Sol üst köşe	3.84±1.15	3.39±1.00	4.04±1.20	3.65±1.20
Kalça				
Sağ alt köşe	3.38±1.09	3.25±1.00	2.94±0.91	2.74±1.14
Sağ üst köşe	2.85±0.77	3.06±0.56	2.40±1.43	2.16±1.22
Sol alt köşe	2.63±0.85	2.27±0.74	2.16±0.93	1.91±0.98
Sol üst köşe	1.94±1.08	1.57±0.97	2.26±0.95	1.84±0.98
Top				
Sağ alt köşe		20.61±3.41		19.64±2.55
Sağ üst köşe		19.30±3.32		21.17±2.06
Sol alt köşe		24.68±4.61		23.35±2.23
Sol üst köşe		22.59±4.16		22.48±6.46

*p<0.05 aynı sütunda sağ alt ve üst köşeden farklı
# p<0.05 aynı sütunda sağ alt köşeden farklı
‡ p<0.05 aynı sütunda sağ üst köşeden farklı
$ p<0.05 temas sonrasından farklı

Çizelge 3.1'de ayak ucunun öne (X ekseni) doğrusal hızı hedef ($F_{(3,12)}$=22.06, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=879.65, p<0.05) faktörlerine göre anlamlı olarak farklılıklar göstermiş, kaleci ($F_{(1,4)}$=2.59, p>0.05) faktörü açısından ise anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Ayak ucunun öne doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=2.14, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.20, p>0.05) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.39, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmazken, hedef x temas etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=4.58, p<0.05). Kalecili sol alt köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak ucunun öne doğrusal hızının topa temas öncesi sağ alt ve üst köşeye yapılandan ($F_{(3,12)}$=16.91, p<0.05) ve kalecisiz sol alt köşeye yapılan penaltı

vuruşunda ayak ucunun öne doğrusal hızının hem topa temas öncesi ($F_{(3,12)}$=9.14, $p<0.05$) hem de temas sonrası ($F_{(3,12)}$=9.14, $p<0.05$) sağ alt köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kalecili ve kalecisiz hedeflere yapılan tüm penaltı vuruşlarında ayak ucunun topa temas öncesi öne doğrusal hızının topa temas sonrasından daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Ayak bileği ekleminin, öne (X ekseni) doğrusal hızının hedef ($F_{(3,12)}$=7.04, $p<0.05$) ve temas ($F_{(1,4)}$=169.07, $p<0.05$) faktörlerine göre anlamlı olarak farklılaştığı, kaleci ($F_{(1,4)}$=0.92, $p>0.05$) faktörü açısından ise anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Ayak bileğinin öne doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.53, $p>0.05$), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=0.59, $p>0.05$), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.37, $p>0.05$) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.23, $p>0.05$) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecisiz sol alt köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak bileğinin topa temas öncesi öne doğrusal hızı sağ üst köşeye yapılandan daha yüksekti ($F_{(3,12)}$=3.96, $p<0.05$). Kalecili ve kalecisiz penaltı vuruşlarında tüm hedeflerde ayak bileğinin topa temas öncesi öne doğrusal hızı temas sonrasından daha yüksek bulundu ($p<0.05$).

Diz ekleminin öne (X ekseni) doğrusal hızı hedef ($F_{(3,12)}$=8.88, $p<0.05$) faktörüne göre anlamlı farklılık gösterirken, kaleci ($F_{(1,4)}$=0.80, $p>0.05$) ve temas ($F_{(1,4)}$=2.62, $p>0.05$) faktörlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Diz ekleminin öne doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.98, $p>0.05$), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=2.70, $p>0.05$), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.00, $p>0.05$) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.42, $p>0.05$) etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Diz ekleminin öne doğrusal hızında hedef faktörüne göre anlamlı fark tespit edilmesine rağmen, hem kalecili hem de kalecisiz penaltı vuruşlarında diz ekleminin topa temas öncesi ve sonrası öne doğrusal hızının hedefe göre farklılaşmadığı görülmüştür.

Kalça ekleminin öne (X ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=7.01, $p<0.05$) faktörüne göre anlamlı fark, kaleci ($F_{(1,4)}$=4.95, $p>0.05$) ve temas ($F_{(1,4)}$=4.60, $p>0.05$) faktörleri açısından ise anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Kalça ekleminin öne doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.49, $p>0.05$), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=2.30, $p>0.05$), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.40, $p>0.05$) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.42, $p>0.05$) faktörlerinde anlamlı bir etkileşim bulunmamıştır ($F_{(3,12)}$=0.78, $p>0.05$). Kalça ekleminin öne doğrusal hızında hedef faktörüne göre anlamlı fark

tespit edilmesine rağmen, hem kalecili hem de kalecisiz penaltı vuruşlarında kalça ekleminin topa temas öncesi ve sonrası öne doğrusal hızının hedefe göre farklılaşmadığı görülmüştür.

Topun öne (X ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=2.81, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.02, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş, hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.46, p>0.05) etkileşiminin benzer olduğu görülmüştür.

Kalecili ve kalecisiz hedeflere atılan penaltı vuruşlarında topa temas öncesi ve temas sonrası vuruş bacağındaki antropometrik noktaların dikey (Y ekseni) doğrusal hızlarındaki değişimler Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların dikey (Y ekseni) doğrusal hızları.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Ayak ucu	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	0.73±0.45	2.43±0.95$^{\$}$	1.12±0.39	2.51±0.92
Sağ üst köşe	1.00±0.88	3.16±1.31$^{\$}$	0.83±0.21	3.55±1.34$^{\$}$
Sol alt köşe	1.73±1.02	5.35±0.97*$^{\$}$	1.43±0.79	4.70±1.48$^{\$}$
Sol üst köşe	1.28±0.77	4.43±1.10$^{\$}$	1.68±1.34	4.70±2.13$^{\$}$
Ayak bileği				
Sağ alt köşe	1.53±0.57	1.27±1.16	1.01±1.15	1.41±0.78
Sağ üst köşe	1.08±1.10	1.62±0.63	1.37±1.00	2.16±1.10
Sol alt köşe	0.81±0.42	3.00±0.92$^{\$}$	1.01±0.87	2.56±1.10
Sol üst köşe	0.76±0.41	2.64±1.12$^{\$}$	1.02±0.51	0.51±0.54
Diz				
Sağ alt köşe	1.43±0.69	1.96±1.01$^{\$}$	1.45±0.64	1.96±0.25
Sağ üst köşe	1.29±0.17	1.37±0.46	1.32±0.58	1.97±0.37$^{\$}$
Sol alt köşe	1.28±1.10	1.47±1.22	0.69±0.23	1.23±0.57
Sol üst köşe	0.67±0.70	1.18±0.77$^{\$}$	0.72±0.74	1.08±0.71$^{\$}$
Kalça				
Sağ alt köşe	0.48±0.54	0.60±0.69	0.74±0.60	0.82±0.85
Sağ üst köşe	0.37±0.34	0.69±0.29	0.47±0.59	0.68±0.80
Sol alt köşe	0.32±0.06	0.56±0.39	0.55±0.38	0.63±0.47
Sol üst köşe	0.30±0.30	0.45±0.11	0.27±0.27	0.60±0.28
Top				
Sağ alt köşe		4.17±1.50		3.76±0.96
Sağ üst köşe		5.91±0.96		6.56±0.40$^{\#}$
Sol alt köşe		4.97±1.71		3.44±1.31
Sol üst köşe		6.48±1.08¶		6.69±2.39

*p<0.05 aynı sütunda sağ alt ve üst köşeden farklı
$^{\$}$ p<0.05 temas öncesinden farklı
$^{\#}$p<0.05 aynı sütunda sağ alt ve sol üst köşeden farklı
¶p<0.05 aynı sütunda sağ alt köşeden farklı

Çizelge 3.2'de ayak ucunun dikey (Y ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=7.37, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=138.01, p<0.05) faktörleri açısından anlamlı farklılıklar, kaleci ($F_{(1,4)}$=0.12, p>0.05) faktörü açısından ise anlamlı bir fark tespit

edilmemiştir. Ayak ucunun dikey doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.28, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.37, p>0.05) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.06, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmazken, hedef x temas etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=10.34, p<0.05).

Ayak bileğinin dikey (Y ekseni) doğrusal hızında temas ($F_{(1,4)}$=8.27, p<0.05) faktörü açısından anlamlı fark, hedef ($F_{(3,12)}$=3.15, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.61, p>0.05) faktörleri açısından ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ayak bileğinin dikey doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.28, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.08, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.03, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=4.25, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sol alt ve üst köşeye yapılan vuruşlarda ayak bileğinin dikey doğrusal hızının topa temas sonrasında topa temas öncesinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0.05).

Diz ekleminin dikey (Y ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=5.59, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=9.70, p<0.05) faktörleri açısından anlamlı fark, kaleci ($F_{(1,4)}$=0.00, p>0.05) faktörü açısından ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Diz ekleminin dikey doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=2.00, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.54, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.77, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=1.03, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Diz ekleminin dikey doğrusal hızında hedef faktörü anlamlı olmasına karşın, ne kalecili ne de kalecisiz vuruşta hedefler arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Kalecili sağ alt ve sol üst köşeye yapılan vuruşlarda, kalecisiz sağ üst ve sol üst köşeye vuruşta diz ekleminin topa temas sonrası dikey doğrusal hızının topa temas öncesinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0.05).

Kalça ekleminin dikey (Y ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=0.64, p>0.05), temas ($F_{(1,4)}$=3.93, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=1.00, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Kalça ekleminin dikey doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.62, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.28, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.02, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=1.11, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır.

Topun dikey (Y ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=12.95, p<0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.40, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş, hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.04, p>0.05) etkileşiminin benzer olduğu bulunmuştur.

Kalecili sol üst köşeye yapılan vuruşta topun temas sonrası dikey hızı sağ alt köşeden farklı, sağ üst köşeye yapılan vuruşta topun temas sonrası dikey hızı sağ ve sol alt köşeye yapılandan daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Kalecili ve kalecisiz hedeflere atılan penaltı vuruşlarında topa temas öncesi ve temas sonrası vuruş bacağındaki antropometrik noktaların yana (Z ekseni) doğrusal hızlarındaki değişimler Çizelge 3.3'te sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki antropometrik noktaların yana (Z ekseni) doğrusal hızları.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Ayak ucu	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	6.79±2.46*$	4.09±1.57§	8.69±1.69*$	6.02±1.74*
Sağ üst köşe	7.74±3.48*$	4.87±2.26§	9.07±0.85*$	5.47±0.75*
Sol alt köşe	3.98±2.01$	1.46±0.95	2.97±1.64$	1.39±0.52
Sol üst köşe	3.13±1.81$	0.88±0.70	2.49±2.53	1.24±0.40
Ayak bileği				
Sağ alt köşe	6.17±2.93	4.64±1.77§	6.64±2.23	6.19±1.45*
Sağ üst köşe	6.86±3.14*$	4.83±2.17*	8.26±0.50*$	5.83±0.60*
Sol alt köşe	3.75±2.01$	1.35±1.17	2.62±1.62	1.22±0.67
Sol üst köşe	2.51±1.97$	0.51±0.54	2.77±2.20	0.96±0.33
Diz				
Sağ alt köşe	0.64±0.37	1.22±0.23$	0.35±0.37	0.71±0.33
Sağ üst köşe	0.81±0.25	1.24±0.43$	0.25±0.18	0.74±0.50
Sol alt köşe	0.83±0.64	1.39±0.82$	1.17±0.63	1.48±1.03
Sol üst köşe	0.96±0.50	1.44±0.78$	0.98±1.02	1.40±1.11
Kalça				
Sağ alt köşe	0.61±0.55	0.88±0.61	0.58±0.13	0.37±0.38
Sağ üst köşe	0.59±0.49	0.99±0.75	0.57±0.34	0.58±0.43
Sol alt köşe	0.59±0.50	0.49±0.53	0.42±0.54	0.71±0.59
Sol üst köşe	0.37±0.30	0.29±0.27	0.76±0.60	0.45±0.22
Top				
Sağ alt köşe		7.88±2.35*		7.00±0.92*
Sağ üst köşe		6.70±1.42*		8.90±0.63*‡
Sol alt köşe		2.86±2.31		2.56±0.80
Sol üst köşe		0.84±0.61		1.70±1.57

* $p<0.05$ aynı sütunda sol alt ve üst köşeden farklı
§ $p<0.05$ aynı sütunda sol üst köşeden farklı
‡ $p<0.05$ kalecili vuruştan farklı
$ $p<0.05$ temas sonradan farklı

Çizelge 3.3'te ayak ucunun yana (Z ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}=84.86$, $p<0.05$) ve temas ($F_{(1,4)}=24.79$, $p<0.05$) faktörleri açısından anlamlı farklılıklar, kaleci ($F_{(1,4)}=0.70$, $p>0.05$) faktörü açısından ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ayak ucunun yana doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}=1.74$, $p>0.05$), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}=2.53$, $p>0.05$) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}=0.97$, $p>0.05$) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmazken, hedef x temas

etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=5.90, p<0.05). Kalecili sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak ucunun yana doğrusal hızının topa temas anında sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=19.33, p<0.05). Kalecili sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak ucunun yana doğrusal hızının topa temas sonrası sol üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=19.54, p<0.05). Kalecisiz sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak ucunun yana doğrusal hızının topa temas anında sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=34.29, p<0.05). Kalecisiz sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak ucunun yana doğrusal hızının topa temas sonrası sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=43.97, p<0.05). Kalecisiz sol üst köşeye atılan penaltı hariç, kalecili ve kalecisiz hedeflere yapılan tüm penaltı vuruşlarında ayak ucunun yana doğrusal hızının topa temas öncesi topa temas sonrasından daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p<0.05).

Ayak bileğinin yana (Z ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=54.32, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=12.70, p<0.05) faktörleri açısından anlamlı farklılıklar, kaleci ($F_{(1,4)}$=0.89, p>0.05) faktörü açısından ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ayak bileğinin yana doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.88, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.94, p>0.05) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.63, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=1.01, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sağ üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak bileğinin yana doğrusal hızının topa temas anında sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=12.25, p<0.05). Kalecili sağ alt köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak bileğinin yana doğrusal hızının topa temas sonrası sol üst köşeye yapılandan, sağ üst köşeye yapılan penaltı vuruşundaki hızın ise sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=20.43, p<0.05). Kalecisiz sağ üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak bileğinin yana doğrusal hızının topa temas öncesi sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=15.77, p<0.05). Kalecisiz sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak bileğinin yana doğrusal hızının topa temas sonrası sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($F_{(3,12)}$=65.13, p<0.05). Kalecili ve kalecisiz sağ üst köşeye yapılan penaltı vuruşları ile kalecili sol alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşlarında

ayak bileğinin yana doğrusal hızı topa temas öncesi topa temas sonrasından daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Diz ekleminin yana (Z ekseni) doğrusal hızında temas ($F_{(1,4)}=17.97$, $p<0.05$) faktörü açısından anlamlı farklılıklar, hedef ($F_{(3,12)}=2.00$, $p>0.05$) ve kaleci ($F_{(1,4)}=2.13$, $p>0.05$) faktörleri açısından ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Diz ekleminin yana doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}=0.48$, $p>0.05$), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}=2.80$, $p>0.05$) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}=1.82$, $p>0.05$) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}=0.01$, $p>0.05$) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecili tüm penaltı vuruşlarında diz ekleminin yana doğrusal hızı topa temas sonrası topa temas öncesinden daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Kalça ekleminin yana (Z ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}=0.66$, $p>0.05$), kaleci ($F_{(1,4)}=0.10$, $p>0.05$) ve temas ($F_{(1,4)}=0.52$, $p>0.05$) faktörleri açısından anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir. Kalça ekleminin yana doğrusal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}=4.08$, $p>0.05$), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}=1.76$, $p>0.05$) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}=1.71$, $p>0.05$) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}=1.41$, $p>0.05$) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır.

Topun yana (Z ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}=54.78$, $p<0.05$) ve kaleci ($F_{(1,4)}=14.52$, $p<0.05$) faktörleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmiş, hedef x kaleci ($F_{(3,12)}=1.81$, $p>0.05$) etkileşiminin benzer olduğu görülmüştür. Kalecili ve kalecisiz sağ alt ve üst köşeye yapılan vuruşta topun temas sonrası yana hızının sol alt ve üst köşeden daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla, $F_{(3,12)}=14.98$, $p<0.05$, $F_{(3,12)}=63.33$, $p<0.05$). Kalecisiz sağ üst köşeye yapılan vuruşta topun yana doğrusal hızı kalecili olandan daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Kalecili ve kalecisiz penaltı vuruşlarında vuruş yapan bacaktaki üyelerin doğrusal hızları Çizelge 3.5, Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7'de sunulmuştur.

Çizelge 3.5. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin öne (X ekseni) doğrusal hızı.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Üst bacak	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	4.22±1.03	4.16±1.13	3.91±1.29	3.78±1.25
Sağ üst köşe	3.84±0.78	3.81±0.73	3.39±1.20	3.28±1.03
Sol alt köşe	3.48±1.05	3.25±1.07	3.08±1.13	2.79±1.20
Sol üst köşe	2.78±0.90	2.37±0.79	3.05±1.01	2.66±1.00

Çizelge 3.5. (Devamı). Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin öne (X ekseni) doğrusal hızı.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Alt bacak	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	9.32±1.49$	8.54±1.52	9.06±1.36$	8.12±0.94
Sağ üst köşe	9.13±0.62$	7.72±0.56	9.15±0.98$	8.09±1.27
Sol alt köşe	9.84±1.31$	8.46±1.42	9.68±1.14$	8.35±1.11
Sol üst köşe	9.36±0.86$	7.95±0.69	9.46±1.25$	8.02±1.21
Ayak				
Sağ alt köşe	14.62±0.96$	12.24±1.51	14.64±0.76$	12.27±1.21
Sağ üst köşe	14.27±1.05$	11.64±1.35	14.89±1.09$	12.11±0.87
Sol alt köşe	17.61±1.11$§	13.44±2.13	17.59±0.99$#	14.18±0.99#
Sol üst köşe	16.91±1.79$	13.39±1.31‡	17.18±2.07$	13.60±1.83

$ p<0.05 temas sonrasından farklı
§ p<0.05 aynı sütunda sağ alt ve üst köşeden anlamlı farklılık
‡ p<0.05 aynı sütunda sağ üst köşeden anlamlı farklılık
# p<0.05 aynı sütunda sağ alt köşeden anlamlı farklılık

Üst bacağın kütle merkezinin öne (X ekseni) doğrusal hızında hedefe ($F_{(3,12)}$=9.15, p<0.05) göre anlamlı farklılıkların olduğu, kaleci ($F_{(1,4)}$=2.66, p>0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=4.54, p>0.05) faktörleri açısından ise anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Üst bacağın kütle merkezinin öne doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.50, p>0.05), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=4.31, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.20, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.09, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Üst bacağın kütle merkezinin hızı kalecili ve kalecisiz vuruşlarda topa temas öncesi ve temas sonrası hedefe göre karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar görülmüş ancak Bonferroni düzeltmesine göre ikili (pairwise) karşılaştırmalarda anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Alt bacağın kütle merkezinin öne (X ekseni) doğrusal hızında temas ($F_{(1,4)}$=335.29, p<0.05) faktörü açısından anlamlı farklılık bulunurken, hedef ($F_{(3,12)}$=1.55, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.09, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Alt bacağın kütle merkezinin öne doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.54, p>0.05), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=2.94, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.51, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.83, p>0.05) etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Alt bacağın kütle merkezinin topa temas öncesi öne doğrusal hızı hem kalecili hem de kalecisiz yapılan penaltı vuruşlarında tüm hedeflerde topa temas sonrasından daha yüksek bulunmuştur (p>0.05).

Ayağın kütle merkezinin öne (X ekseni) doğrusal hızı hedef ($F_{(3,12)}$=14.64, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=147.17, p<0.05) faktörleri açısından anlamlı farklılık

gösterirken, kaleci ($F_{(1,4)}$=2.15, p>0.05) faktörü açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ayağın kütle merkezinin öne doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.17, p>0.05), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=3.61, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.38, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.64, p>0.05) faktörlerinin etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Sol alt köşeye kalecili yapılan vuruşta ayak kütle merkezinin öne doğrusal hızı sağ alt ve üst köşeye yapılan vuruşlardaki ayak kütle merkezinin öne doğrusal hızlarından daha yüksek bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=11.96, p<0.05). Sol üst köşeye kalecili yapılan vuruşta ayak kütle merkezinin öne doğrusal hızı sağ üst köşeye yapılan vuruştaki ayak kütle merkezinin öne doğrusal hızından daha yüksek bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=3.37, p<0.05). Sol alt köşeye kalecili ve kalecisiz yapılan vuruşta ayak kütle merkezinin öne doğrusal hızı sağ alt köşeye yapılan vuruştaki ayak kütle merkezinin öne doğrusal hızından daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla, $F_{(3,12)}$=7.73, p<0.05; $F_{(3,12)}$=7.92, p<0.05). Ayağın kütle merkezinin topa temas öncesi öne doğrusal hızı hem kalecili hem de kalecisiz yapılan penaltı vuruşlarında tüm hedeflerde topa temas sonrasından daha yüksek olduğu gözlenmiştir (p>0.05).

Çizelge 3.6. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin dikey (Y ekseni) doğrusal hızı.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Üst bacak	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	0.78±0.50	1.00±0.76	1.11±0.41	1.40±0.53
Sağ üst köşe	0.79±0.24	0.91±0.41	0.78±0.47	1.19±0.57
Sol alt köşe	0.66±0.70	0.95±0.75	0.61±0.39	0.92±0.39
Sol üst köşe	0.40±0.34	0.81±0.34	0.49±0.41	0.73±0.47
Alt bacak				
Sağ alt köşe	1.68±0.71	0.94±0.82	1.36±0.48	0.57±0.48
Sağ üst köşe	1.15±0.51	0.34±0.14	1.37±0.38	0.32±0.31
Sol alt köşe	0.94±0.63	1.03±0.87	0.95±0.54	0.64±0.38
Sol üst köşe	0.65±0.44	0.79±0.37	0.82±0.26	0.82±0.79
Ayak				
Sağ alt köşe	1.95±2.34	2.21±1.21	0.72±0.81	2.05±1.13
Sağ üst köşe	0.81±0.89	2.29±0.64	0.74±0.93	2.74±1.10
Sol alt köşe	0.76±0.28	4.09±0.83$^{\$}$	0.62±0.67	3.56±1.22$^{\$}$
Sol üst köşe	0.42±0.34	3.27±0.94$^{\$}$	1.05±0.78	3.51±1.52$^{\$}$

$^{\$}$ p<0.05 temas öncesinden farklı

Üst bacağın kütle merkezinin dikey (Y ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=3.55, p>0.05), kaleci ($F_{(1,4)}$=0.61, p>0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=6.31, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Üst bacağın kütle merkezinin dikey doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.69, p>0.05), hedef x temas

($F_{(3,12)}$=0.15, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.13, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.03, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır.

Alt bacağın kütle merkezinin dikey (Y ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=2.36, p>0.05), kaleci ($F_{(1,4)}$=0.97, p>0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=3.18, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Alt bacağın kütle merkezinin dikey doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.55, p>0.05), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=4.36, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=5.31, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.26, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır.

Ayağın kütle merkezinin dikey (Y ekseni) doğrusal hızında temas ($F_{(1,4)}$=56.45, p>0.05) faktörü açısından anlamlı fark bulunurken, hedef ($F_{(3,12)}$=2.77, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.47, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Alt bacağın kütle merkezinin dikey doğrusal hızında hedef x temas ($F_{(3,12)}$=5.48, p<0.05) etkileşimi anlamlıyken, hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.36, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.19, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.36, p>0.05) faktörlerinin etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Ayağın kütle merkezinin hem kalecili hem de kalecisiz sol alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşlarında dikey doğrusal hızı topa temas öncesine göre topa temas sonrası anlamlı artış göstermiştir (p<0.05).

Çizelge 3.7. Penaltı vuruşlarında vuruş bacağı üye kütle merkezlerinin yana (Z ekseni) doğrusal hızı.

	Hız (m/s)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Üst bacak	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	0.57±0.38	0.79±0.65	0.26±0.19	0.49±0.32
Sağ üst köşe	0.64±0.35	1.11±0.52	0.33±0.21	0.33±0.30
Sol alt köşe	0.64±0.45	0.92±0.59	0.71±0.61	0.88±0.93
Sol üst köşe	0.38±0.29	0.79±0.32	0.81±0.74	0.89±0.61
Alt bacak				
Sağ alt köşe	2.48±0.78$^{\$}$	1.58±1.00	3.41±0.71$^{\$\#}$	2.37±0.69
Sağ üst köşe	2.94±1.60$$^{\#}$	1.75±1.37	3.93±0.43$^{\$\#}$	2.31±0.29
Sol alt köşe	1.31±1.14	0.94±0.60	0.95±0.39	0.69±0.85
Sol üst köşe	0.73±0.86	1.00±0.26	1.37±0.77	0.94±0.88
Ayak				
Sağ alt köşe	6.58±1.45$^{\$}$	5.07±2.13§	8.48±1.58$^{\$\#}$	6.29±1.50$^{\#}$
Sağ üst köşe	7.52±3.51$^{\$\ddagger}$	5.23±2.23‡§	8.99±0.37$^{\$\#}$	6.50±1.01$^{\#}$
Sol alt köşe	3.99±2.13$^{\$}$	1.44±1.10	2.98±1.92	1.49±0.73
Sol üst köşe	2.98±2.02$^{\$}$	0.55±0.73	2.84±2.53	1.20±0.35

$^{\$}$ p<0.05 temas sonrasından farklı
$^{\#}$ p<0.05 aynı sütunda sol alt ve üst köşeden anlamlı fark
‡ p<0.05 aynı sütunda sol alt köşeden anlamlı fark
§ p<0.05 aynı sütunda sol üst köşeden anlamlı fark

Üst bacağın kütle merkezinin yana (Z ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=0.78, p>0.05), kaleci ($F_{(1,4)}$=1.53, p>0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=7.25, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Üst bacağın kütle merkezinin yana doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=2.39, p>0.05), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=0.00, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=2.20, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.34, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır.

Alt bacağın kütle merkezinin yana (Z ekseni) doğrusal hızında hedef ($F_{(3,12)}$=37.06, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=12.58, p<0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark bulunurken, kaleci ($F_{(1,4)}$=1.64, p>0.05) faktörü açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Alt bacağın kütle merkezinin yana doğrusal hızında hedef x temas ($F_{(3,12)}$=6.55, p<0.05) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=9.52, p<0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunurken, hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=2.03, p>0.05), ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.80, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sağ üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda alt bacağın kütle merkezinin topa temas öncesi yana doğrusal hızının sol alt ve üst köşeye yapılan vuruşlardaki hızdan ($F_{(3,12)}$=9.69, p<0.05), kalecisiz sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda alt bacağın kütle merkezinin topa temas öncesi yana doğrusal hızının sol alt ve üst köşeye yapılan vuruştaki hızdan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($F_{(3,12)}$=51.96, p<0.05). Kalecili ve kalecisiz sağ alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşlarında alt bacağın kütle merkezinin topa temas öncesi yana doğrusal hızının temas sonrasındaki hızdan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Ayağın kütle merkezinin yana (Z ekseni) doğrusal hızının hedef ($F_{(3,12)}$=136.75, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=33.81, p<0.05) faktörleri açısından anlamlı farklılıklar gösterdiği, kaleci ($F_{(1,4)}$=0.47, p>0.05) faktörü açısından anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Alt bacağın kütle merkezinin yana doğrusal hızında hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.97, p>0.05), hedef x temas ($F_{(3,12)}$=0.24, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.46, p>0.05) ve hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.27, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sağ üst köşeye atılan penaltı vuruşunda ayak kütle merkezinin topa temas öncesi yana doğrusal hızının sol alt köşeye atılandan daha yüksek bulundu ($F_{(3,12)}$=13.03, p<0.05). Kalecili sağ alt köşeye atılan penaltı vuruşunda ayak kütle merkezinin topa temas sonrası yana doğrusal hızının sol üst köşeye atılandan, sağ üst köşeye atılan penaltı vuruşunda topa temas sonrası ayak kütle merkezinin yana doğrusal hızının sol alt ve üst köşeye atılandan daha yüksek

olduğu bulundu ($F_{(3,12)}$=28.84, p<0.05). Kalecisiz sağ alt ve üst köşeye atılan penaltı vuruşlarında ayak kütle merkezinin topa temas öncesi yana doğrusal hızının sol alt ve üst köşeye atılan vuruşlardaki hızdan daha yüksek bulundu ($F_{(3,12)}$=33.58, p<0.05). Kalecisiz sağ alt ve üst köşeye atılan penaltı vuruşlarında ayak kütle merkezinin topa temas sonrası yana doğrusal hızının sol alt ve üst köşeye atılan vuruşlardaki hızdan daha yüksek bulundu ($F_{(3,12)}$=64.60, p<0.05). Kalecili penaltı vuruşunda ayak kütle merkezinin yana doğrusal hızının tüm hedeflerde topa temas öncesi topa temas sonrasından daha yüksek, kalecisiz sadece sağ tarafa yapılan vuruşlarda topa temas öncesi topa temas sonrasından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kalecili ve kalecisiz penaltı vuruşlarında vuruş yapan bacağın diz ve ayak bileği eklemlerinin topa temas öncesi ve temas sonrası açısal yer değiştirme ve hızları Çizelge 3.8'te sunulmuştur.

Çizelge 3.8. Penaltı vuruşlarında vuruş yapan bacağın diz ve ayak bileği eklemlerinin açısal kinematiği.

	Açısal yer değiştirme (°)			
	Kalecili		Kalecisiz	
Diz	Temas öncesi	Temas Sonrası	Temas öncesi	Temas Sonrası
Sağ alt köşe	146.03±13.58	157.75±13.88	147.58±14.07	155.78±13.55
Sağ üst köşe	150.23±10.61*	160.10±10.35$^{\#}$	148.79±11.75	159.90±8.90
Sol alt köşe	137.80±9.04	156.72±12.06	130.60±10.32	147.53±10.38
Sol üst köşe	133.60±12.64	150.49±9.41	136.98±9.00	154.52±6.01
Ayak bileği				
Sağ alt köşe	126.41±3.63$^{\#}$	124.93±4.61$^{\#}$	128.10±4.66	128.11±4.85
Sağ üst köşe	130.33±9.25	129.97±9.49	132.43±2.22	131.99±2.16
Sol alt köşe	136.07±3.05	134.40±3.83	134.41±5.80	133.80±6.52
Sol üst köşe	135.09±4.39	134.86±5.11	137.61±6.35	137.49±6.32
Diz	Açısal hız (°/s)			
Sağ alt köşe	1084.03±196.56$^{\#}$	982.38±207.46	923.61±224.33$^{\#}$	819.17±368.76¶
Sağ üst köşe	1021.42±198.27¶	911.07±159.35	1154.28±204.50¶	991.83±242.26
Sol alt köşe	1640.13±132.09	1305.02±485.15	1619.13±259.04	1448.59±269.41
Sol üst köşe	1638.26±290.82	1462.48±449.08	1637.46±267.41	1325.85±574.29
Ayak bileği				
Sağ alt köşe	-118.13±278.83	-176.32±205.50	10.91±47.67	-54.83±106.74
Sağ üst köşe	22.65±42.48	-108.56±215.22	26.09±46.04	-165.97±44.95$^{\$}$
Sol alt köşe	41.35±108.74	-243.07±145.55$^{\$}$	6.31±73.22	-155.61±164.60
Sol üst köşe	107.05±93.39	-262.31±135.82$^{\$}$	117.57±98.14	-264.42±312.17

*p<0.05 aynı sütunda sol üst köşeden farklı
$^{\#}$ p<0.05 aynı sütunda sol alt ve üst köşeden farklı
¶ p<0.05 aynı sütunda sol alt köşeden farklı
$^{\$}$ p<0.05 temas sonradan farklı

Kalecili ve kalecisiz hedeflere atılan penaltı vuruşlarında vuruş bacağındaki diz ve ayak bileği eklemlerinin sagital düzlem açısal kinematiği Çizelge 3.8'te sunulmuştur. Çizelge 3.8'te diz ekleminin açısal yer değiştirmesinin hedef

($F_{(3,12)}$=11.17, p<0.05) ve temas ($F_{(1,4)}$=234.41, p<0.05) faktörlerine göre anlamlı farklılıklar gösterdiği, kaleci faktörü açısından ise anlamlı bir farkın olmadığı gözlenmiştir ($F_{(1,4)}$=0.31, p>0.05). Diz ekleminin açısal yer değiştirmesinde hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.72, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=3.19, p>0.05) ve kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.14, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmazken, hedef x temas etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=12.42, p<0.05). Kalecili sağ üst köşeye yapılan vuruşta temas öncesi diz eklem açısı sol üst köşeye yapılandan daha yüksek bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=10.64, p<0.05). Kalecisiz sağ üst köşeye yapılan vuruşta diz eklem açısı sol alt ve üst köşeye yapılandan daha yüksek bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=18.83, p<0.05).

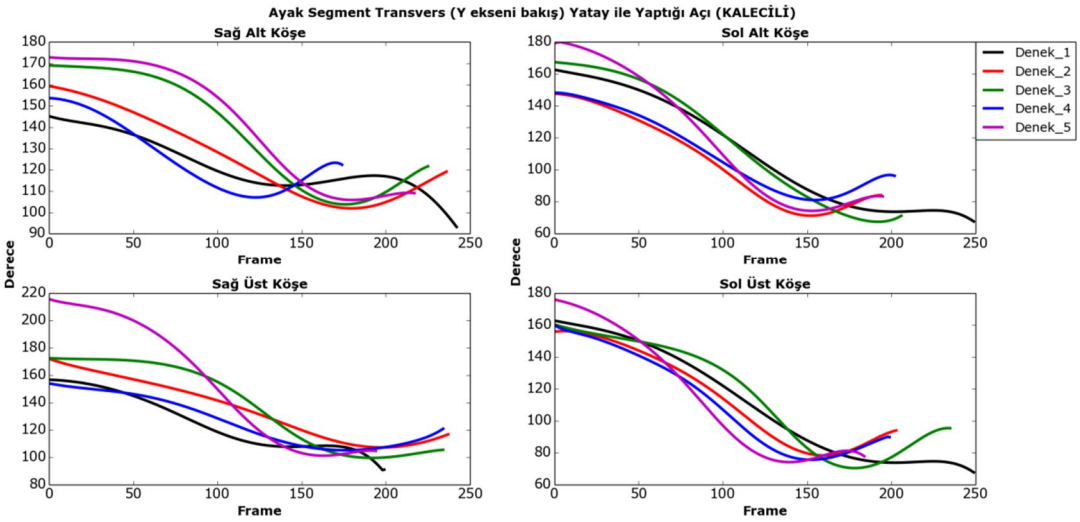
Ayak bileği ekleminin açısal yer değiştirmesinin hedefe ($F_{(3,12)}$=33.30, p<0.05) göre anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiş, temas ($F_{(1,4)}$=3.62, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.60, p>0.05) faktörleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ayak bileği ekleminin açısal yer değiştirmesinde hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=1.19, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=0.33, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.73, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=1.57, p>0.05) faktörlerinin etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sol alt ve üst köşeye yapılan vuruşta temas öncesi ve sonrası ayak bileği ekleminin açısal yer değiştirmesi sağ alt köşeye yapılandan daha yüksek olduğu bulunmuştur (sırasıyla, $F_{(3,12)}$=7.42, p<0.05, $F_{(3,12)}$=7.43, p<0.05). Kalecisiz hedeflere yapılan tüm vuruşlarda temas öncesinde ve temas sonrasında ayak bileği ekleminin açısal yer değiştirmesi anlamlı farklılıklar gösterdiği tespit edilmiş (sırasıyla, $F_{(3,12)}$=5.20, p<0.05, $F_{(3,12)}$=5.18, p<0.05) ancak hedeflerin ikili karşılaştırmalarında anlamlı bir farklılıklar görülmemiştir.

Diz ekleminin açısal hızı hedef ($F_{(3,12)}$=14.40, p<0.05) faktörü açısından anlamlı farklılıklar göstermiş, temas ($F_{(1,4)}$=4.42, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.12, p>0.05) faktörleri açısından ise anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Diz ekleminin açısal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=2.21, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=2.49, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.01, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=1.12, p>0.05) faktörlerinin etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sağ alt köşeye yapılan vuruşta temas öncesi diz ekleminin açısal hızı sol alt ve üst köşeye yapılandan, sağ üst köşeye yapılan vuruşta diz ekleminin açısal hızı sol alt köşeye yapılandan daha düşük bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=23.27, p<0.05). Kalecisiz sağ alt köşeye yapılan vuruşta temas öncesi diz ekleminin açısal hızı sol alt ve üst köşeye

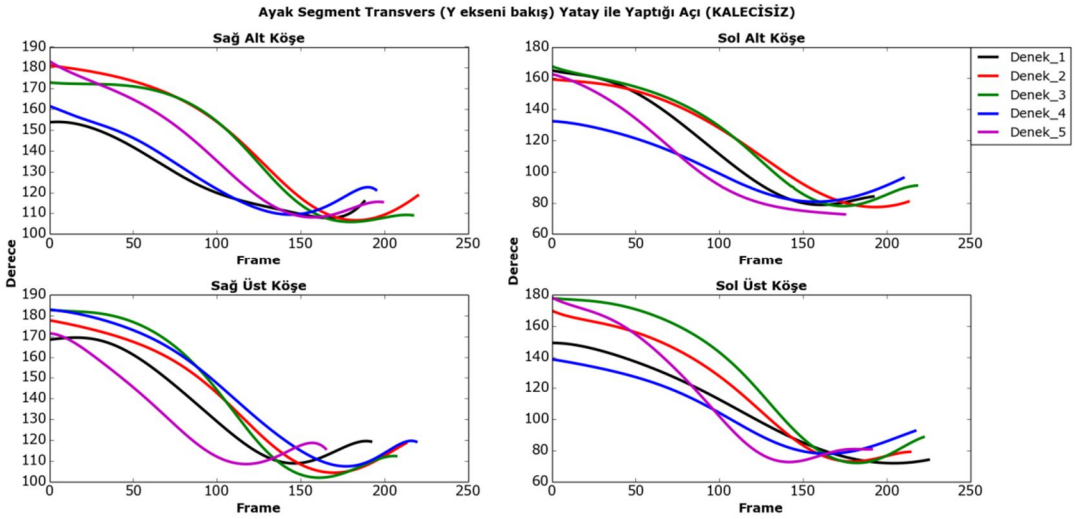
yapılandan, sağ üst köşeye yapılan vuruşta diz ekleminin açısal hızı sol alt köşeye yapılandan daha düşük bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=19.86, p<0.05). Kalecisiz sağ alt köşeye yapılan vuruşta temas öncesi diz ekleminin açısal hızı sol üst köşeye yapılandan daha düşük bulunmuştur ($F_{(3,12)}$=6.10, p<0.05).

Ayak bileği ekleminin açısal hızı temas ($F_{(1,4)}$=71.33, p<0.05) faktörü açısından anlamlı bir farklılık göstermiş, hedef ($F_{(3,12)}$=0.36, p>0.05) ve kaleci ($F_{(1,4)}$=0.12, p>0.05) faktörleri açısından ise anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ayak bileği ekleminin açısal hızında hedef x kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.27, p>0.05), hedef x kaleci ($F_{(3,12)}$=1.93, p>0.05), kaleci x temas ($F_{(3,12)}$=0.01, p>0.05) ve hedef x temas ($F_{(3,12)}$=2.10, p>0.05) faktörlerinin etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Kalecili sol alt ve üst köşeye yapılan penaltı vuruşlarında ayak bileği ekleminin topa temas sonrası açısal hızın topa temas öncesindeki hızdan daha yüksek olduğu bulunmuştur (p<0.05). Kalecisiz sağ üst köşeye yapılan penaltı vuruşunda ayak bileği ekleminin topa temas sonrası açısal hızın topa temas öncesindeki hızdan daha yüksek olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Kalecili ve kalecisiz vuruşlarda ayak segmentinin Y ekseninden (transvers) bakıldığında yatay ile yaptığı açısal yer değiştirme verileri Grafik 3.1. ve Grafik 3.2 sunulmuştur.



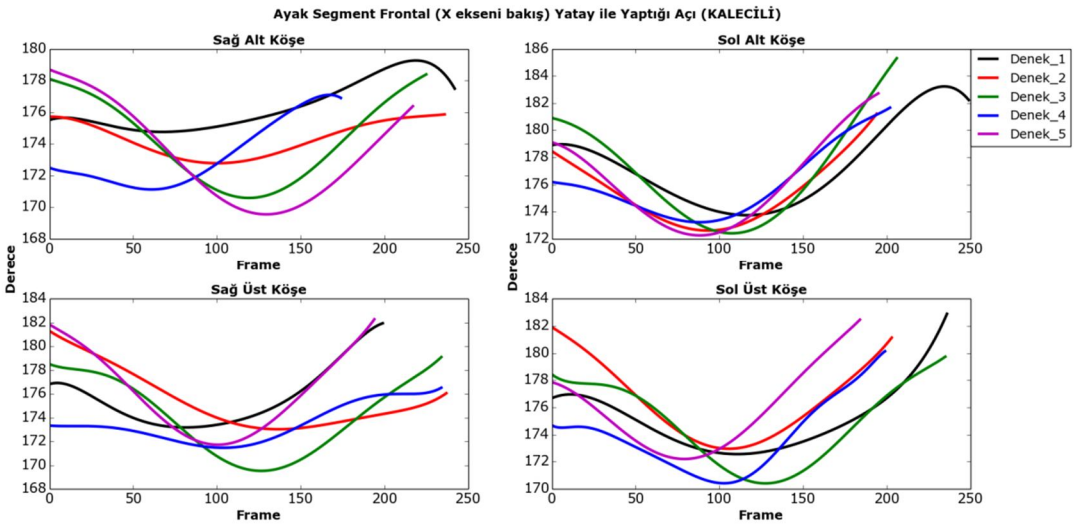
Grafik 3.1. Ayak segmenti yatay ile açısı (kalecili).



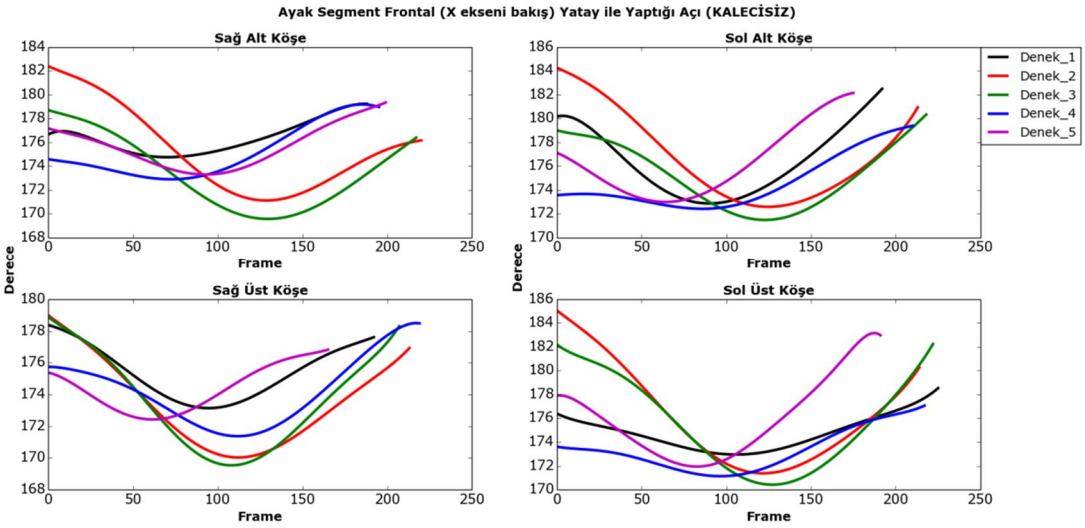
Grafik 3.2. Ayak üyesinin yatay eksenle yaptığı açı (kalecisiz).

Yapılan kalecili ve kalecisiz vuruşlarda ayak üyesinin yatay ile yaptığı açısal yer değiştirmesinde sağ hedeflere yapılan vuruşların tümünde top temas anında sol köşede ki hedeflere yapılan vuruşlara göre daha geniş açılar gözlenmiştir. Ayak üyesinin açısal yer değişim grafiklerinde öne doğrusal hareketinde sapmalar gözlenmemiştir.

Ayak üyesinin yapılan kalecili ve kalecisiz vurularda X ekseninden (frontal) bakıldığında yatay ile yaptığı açısal yer değiştirme grafikleri Grafik 3.3 ve Grafik 3.4'te sunulmuştur.



Grafik 3.3. Ayak üyesinin yatay ile yaptığı açı (frontal - kalecili)



Grafik 3.4. Ayak üyesinin yatay ile yaptığı açı (frontal - kalecisiz)

Ayak üyesine frontal eksenden (X ekseni) bakıldığında yatay ile yaptığı açıların 170° ile 180° arasında değiştiği gözlenmiştir. Kalede kaleci varken ve kaleci yokken yapılan vuruşlarda benzer açılarda vuruşun gerçekleştiği belirlenmiştir.

Kalecili ve kalecisiz penaltı vuruşlarında ayağın topla temas süresi Çizelge 3.9'da sunulmuştur.

Çizelge 3.9. Penaltı vuruşlarında ayağın topla temas süresi.

Temas süresi (s)	Kalecili	Kalecisiz
Sağ alt köşe	0.011±0.002*	0.009±0.002
Sağ üst köşe	0.011±0.002	0.011±0.005
Sol alt köşe	0.013±0.008	0.011±0.002
Sol üst köşe	0.011±0.002	0.011±0.002

*$p<0.05$ kalecisiz vuruştan farklı

Sağ alt köşeye atılan penaltı vuruşunda ayağın topla temas süresinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($t_4=2.90$, $p<0.05$).

4. TARTIŞMA

Penaltı vuruşunda kaleci faktörünün etkisi gösteren çalışmalarda kalecinin hareketleri ve bu hareketlerin psikolojik etkileri değerlendirilmiş, değerlendirmenin yanında isabetli isabetsiz vuruş analizleri yapılmıştır (Dicks ve ark 2010, Diaz ve ark 2012, Wood ve Wilson 2012, Novarro ve ark 2013b, Katis ve ark 2013). Ancak penaltı vuruşunun kinematiği üzerine yapılan yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Piras ve Vikers (2011)'in yaptığı çalışmada ayaküstü vuruşlarda kalecilerin kurtarma oranı %28 iken ayak içi vuruşlarda bu oran %12'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da oyuncuların yaptıkları ayak içi vuruşlarda kalecinin topu kurtarma oranının düşük olduğu gözlenmiştir (%13). Kalecinin atışı kullanan oyuncu topa temas etmeden önce hareketlendiği vuruşlarda oyuncuların açık olan köşeye net vuruş yaptıkları gözlenmiş, bu gözlem de Noël ve ark (2015)'nın yaptıkları çalışmadaki sonuçları desteklemektedir.

Isokawa and Lees (1988)'in yaptıkları çalışmada ayak üstü vuruşta segment kütle merkezlerinin linear hızlarını (maksimum) üst bacak, alt bacak ve ayak için sırasıyla 7, 11 ve 16 m/sn olduğunu belirtmişlerdir. Kawamoto ve ark (2007) iç vuruşta ayak üyesinin hızının tecrübeli sporcularda 14.3±0.7 m/s tecrübesiz oyuncularda ise 11.5±0.8 m/s olarak bildirmişler. Bir diğer çalışmada da kadın sporcuların ayak içi vuruşlarında ayak üye hızını 15.3±1.1 m/s olarak bildirmişlerdir (Sakamoto ve ark 2010). Zago ve ark (2014) iç vuruşta amatör futbolcuların üye kütle merkezlerinin doğrusal hızlarını üst bacak, alt bacak ve ayak için sırasıyla 1.64±0.39 m/s, 4.93±1.18 m/s ve 10.2±0.65 m/s olarak bildirmiştir. Bu araştırmadaki üye hızları Zago ve ark (2014)'nın çalışmasında ki verilerden daha yüksek bulunmuş, bu farklılığın bizim çalışmamızda kullandığımız deneklerin tecrübeli denekler olması ve hedeflere net vuruşlar yapmak zorunda olmaları ile açıklanabilir. Ayak ve alt bacak üyesinin yataydaki hızı literatür incelendiğinde benzerlik göstermiştir. Üst bacak hızının literatürde ki verilen hızlara göre daha yavaş bir hızda seyretmesi hedefe yapılan vuruşun daha kontrollü yapılması ile açıklanabilir.

Novarro ve ark (2013b) penaltı vuruşlarında kalecinin varlığının vuruşun doğruluğunu etkileyip etkilemediğini inceledikleri çalışmada kalenin sağ ve sol üst köşelerine yerleştirdikleri 2.88 m²'lik iki hedefe kaleci varken, kalecinin vurulacak hedefi bildiği ve kaleci yokken yapılan vuruşlarda topun hızının sırasıyla 18.8±1.5

m/s, 18.8±1.8 m/s, 17.5±2.2 m/s olduğunu belirtmişler, kalecinin varlığının yapılan vuruşların doğruluğunu olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise sağ üst ve sol üst köşelerdeki hedeflere kaleci varken ve kaleci yokken yapılan vuruşlarda topun ayaktan çıkış hızının ortalaması sırasıyla 20.94±2.32 m/s, 21.85±0.92 m/s olarak bulunmuştur. Novarro ve ark (2013b)'nın yaptığı çalışmadaki top hızı değerlerinin bu çalışmadaki değerlere göre daha düşük olduğu gözlenmiş, bu farklılıkta bu araştırmada kullanılan hedeflerin daha küçük olması ve hedeflerin penaltı vuruşlarında kalecinin uzanamayacağı nokta olarak değerlendirilen kale direğinin 30 cm kenarına yerleştirilmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Numone ve ark (2002)'nın 11 m mesafeden kaleye ayak içi ve ayak üstü vuruşlarını karşılaştırdıkları çalışmada, ayak içi ile yapılan vuruşta top hızının (23.4±1.7 m/s) ayak üstü ile yapılan vuruştaki top hızından (28.0 ± 2.1 m/s) daha yavaş bildirmiş ve ayak içi vuruştaki top hızının bu çalışmadaki top hızından (21.85±1.81 m/s) daha yüksek olduğunu göstermiştir. Diğer bir çalışmada tecrübeli ve tecrübesiz oyuncuların 8 m mesafeden ayak iç vuruşlarıyla hedefe yaptıkları vuruşlarda topun hızının sırasıyla 21.4±1.5 m/s, 16.0±1.0 m/s olduğu bulunmuş, tecrübeli tecrübesiz oyuncuların vuruşları arasında bulunan bu farkı üç kinematik faktör ile açıklanmıştır (Kawamoto ve ark 2007). Birincisi tecrübesiz oyuncuların geriye savurma hareketini yeteri kadar uygulayamamaları, ikincisi ise dizdeki açısal hareketin tecrübeli oyunculardaha fazla olduğu ve ayağın hızındaki artışta dizdeki ekstansiyonun önemli olduğu, son olarak da tecrübesiz oyuncuların topa temas öncesi ayak bileği eklemindeki dorsi fleksiyon hareketini tecrübeli oyunculara göre daha düşük yapmaları, bunun sonucunda top ile ayağın temas süresi boyunca ayaktaki momentumun topa transferi için ayak bileği eklemindeki katılığı koruyamayacağı ve topun ayaktan çıkış hızını düşürebileceğini belirtmişlerdir (Kawamoto ve ark 2007). Cerrah (2009) amatör ve profesyonel oyuncuların farklı vuruş tekniklerini incelediği çalışmada vuruş tekniğine göre top hızının değiştiğini, özellikle bacağın iç üst kısmının kullanılarak yapıldığı vuruşlarda dışının kullanılarak yapılan vuruşlara göre daha yüksek top hızları olduğunu belirtmiş, amatör ve profesyonel oyuncuların iç vuruşlarında topun çıkış hızının (sırasıyla; 21.27±1.08, 22.7±1.0 m/s) bizim yaptığımız çalışmadaki top çıkış hızlarına benzer olduğu gözlenmiştir. Sakamoto ve ark (2010) erkek futbolcuların ayak içi ile yaptıkları vuruşlarda topun çıkış hızının 21.9±1.4 m/s olduğu belirtilmiştir. Literatüre göre;

tecrübeli oyuncuların topa daha hızlı vurduğu, penaltı atışlarında genellikle tecrübeli ve tekniği yüksek oyuncuların seçilme sebebini açıklayabilecek bulgular ortaya çıkmıştır.

Kuşkusuz ki topun hızını belirleyen en önemli parametrelerden biri ayağın top ile temas anındaki hızıdır (Numone ve ark 2002, Kawamoto ve ark 2007, Kellis ve Katis 2007). Sakamoto ve ark (2010) 17 kadın ve 17 erkek futbolcunun belirli bir mesafeden kale ölçülerindeki (2.44 cm yükseklik - 7.32 cm genişlik) bir hedefe yaptıkları farklı vuruş şekillerini (ayak içi, ayak ucu, ayaküstü vuruş) karşılaştırdıkları çalışmada top temas anında farklı vuruş şekillerinde ayak hızının değiştiğini, erkek futbolcuların ayak hızının kadın futbolculara göre daha hızlı olduğunu belirtmişler, bu değişimin en büyük sebebinin oyuncuların ortalama ayak salınım hızındaki farklılardan olabileceğini belirtmişlerdir. Sakamoto ve ark (2010) yaptıkları araştırmayı Barfield ve ark (2002)'nın yaptığı çalışma ile karşılaştırdıklarında kendi çalışmalarında ki kadın sporcuların ayak hızlarının daha yüksek olduğunu belirtmişler, bunu da çalışmalarında kullandıkları katılımcıların Barfield ve ark (2002)'nın çalışmasında ki katılımcılara göre daha iyi teknik ve fiziksel özelliklere sahip oyuncular olabileceği ile açıklamışlardır. Yapılan bu çalışmada, dört farklı hedefe kaleci varken ve kaleci yokken yapılan vuruşlarda ayağın top temas anındaki hızının Sakamoto ve ark (2010)'nın yapmış olduğu çalışma ile karşılaştırıldığında, sağ köşeye yapılan vuruşlardaki ayak hızları ile benzer olduğu fakat sol köşeye yapılan vuruşlardaki ayak hızları ile farklılık (daha hızlı) olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada hedeflerin net ve futbolcuların baskın bacağının sağ bacak olması sol köşeye yapılan vuruşlarda üst bacak ve alt bacağın internal rotasyonunun etkili olabileceğini düşündürmüştür. Tüm köşelere yapılan vuruşların ortalaması alındığında ise Sakamoto ve ark (2010)'nın bildirdiği ayak hızına benzer (15.97±1.47 m/s) hız ile ayağın topa temas ettiği gözlenmiştir. Topa temas anında ayağın öne doğrusal hızının maksimuma ulaştığı, topun ayaktan çıktığı anda ayağın öne doğrusal hızının azaldığı gözlenmiştir. Bu durum ayağın topla temas anında momentumunun bir kısmını kaybettiğini göstermektedir. Buna karşın topun ayaktan çıktığı andaki hızının ayağın topa temas öncesi ve sonrası hızından daha yüksek olması momentumun korunumu ile açıklanabilir. Çarpışma anında ayağın momentumunun yüksek azalmasına karşın yok olmadığı, topun temas sonrası momentumunun kaynağı olduğunun bir göstergesi olabilir. Kawamoto ve ark (2007)

topun hızını arttırmak için ayaktan topa momentumun iyi transfer edilmesinin oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Yine topun yüksekliğini belirleyen ayağın toptan çıkış anında dikeydeki hızının topun dikey hareketine etki ettiği gözlenmiştir. Ayakucunun yana (Z ekseni) hızının sol alt ve üst köşeye yapılan vuruşlarda, sağ alt ve üst köşelere yapılan vuruşlara göre daha yavaş olduğu gözlenmiştir. Bunun nedenini sağ ayaklı oyuncuların solunda olan hedeflere yaptıkları vuruşlarda topun hedefe gitmesi için topa spin vermeme zorunlulukları ve kalça-alt bacak-ayak rotasyonunun az olması sebebiyle açıklanabilir. Yine sol köşelere yapılan vuruşlarda top temas anında ayakucunun doğrusal hızının sağ köşeye yapılan vuruşlardan daha hızlı olması da bu sebeple açıklanabilir. Yine sol köşelere yapılan vuruşlarda top temas anında ayakucunun doğrusal hızının sağ köşeye yapılan vuruşlardan daha hızlı olması da bu sebeple açıklanabilir.

Ayağın top ile temas süresi vuruşun şiddetini belirleyici etmenlerinden bir tanesidir. Yaptığımız çalışmada top temas süresi yaklaşık olarak 0.011 saniye civarında olduğu, top ile ayağın temas süresinin çok kısa olduğu gözlenmiştir. Kalecilerin penaltı atışlarında vuruş yapılana kadar beklemelerini içeren penaltı stratejisinin hedefe yapılacak net vuruşlara karşı etkisiz kalacağı top temas süresi ile açıklanabilir. Penaltı atışlarında kalecinin topa temastan önce ve sonra hareket etme stratejisinin incelendiği çalışmada kalecilerin erken hareket ettikleri durumlarda oyuncuların açık olan köşeye vurma eğilimi gösterdikleri belirtilmiştir (Noël ve ark 2015). Yaptığımız çalışmada kalecili ve kalecisiz vuruşların hepsinde topun ayaktan çıktığı andaki hızının ortalama 21.73±1.87 m/s olduğu, literatürde de top çıkış hızının bu hızlarda olduğu ve topun bu hız ile gol çizgisini 0.51 saniyede geçeceği belirlenmiştir. Bu kadar kısa sürede gerçekleşen bir olayda kalecinin vuruş sonrasında hareketlenmesi handikap olarak değerlendirilse bile teknik kapasitesi yüksek oyuncuların yapacağı vuruşlarda erken hareketlenme ile açık bırakılan köşeye yapılan net vuruşların gol olacağı sonucu çıkarılmaktadır. Noël ve ark (2015) ve Weigelt ve Memmert (2012)'in yaptıkları çalışmalarda bu savımızı desteklemektedir.

Yapılan bu çalışmada diz ekleminin destek ayağın yere konduğu andan topun ayaktan çıktıktan sonra 30 karelik sürede 76.14 ± 18.8 derecelik bir açı taradığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmada sağ ve solda bulunan hedefler birlikte tek bir yön

olarak değerlendirildiğinde sağ köşeye yapılan kalecili ve kalecisiz vuruşlarda top temas anında ki ortalama diz eklem açısı (sırasıyla: 148.13±2.97 der, 148.19±0.85 der) sol köşeye yapılan vuruşlardaki ortalama diz eklem açısından (sırasıyla; 135.70±2.97 der, 133.79±4.51 der) daha geniş açılarda ve açısal hızlarda (sırasıyla; 1052.731±445.27 der/s, 1038.95±163.11 der/s, 1639.2±1.33 der/s, 1628.3±12.97 der/s) olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın ayağın topla temas etmesindeki doğru pozisyonu oluşturabilmek ve hedefe vuruş yapabilmek için kalça ve alt bacak ekstarnal rotasyonunun sağ köşeye yapılan vuruşlarda sol köşeye yapılan vuruşlara göre daha fazla olmak zorunda olması ile açıklanabilir. Scurr ve Hall (2009) gol çizgisi üzerinde belirledikleri 2 hedefe yapılan penaltı vuruşlarında yaklaşma açısının önemi incelemişler, katılımcıların kendi istedikleri yaklaşma açısını kullanarak yaptıkları vuruşlarda 156.2±10.1 derecelik bir diz açısı ile topa temas ettiklerini belirtmişlerdir. Bizim araştırmamızda bulduğumuz temas anındaki diz değerlerinden yüksek ortalama ve standart sapma değerlerinde olması çalışmada seçtikleri katılımcıların amatör olarak eğlence için oynayan oyunculardan seçilmiş olmasıyla açıklanabilir. Aynı şekilde ayak bileği eklem açısı değerlendirildiğinde sağ köşeye yapılan kalecili ve kalecisiz vuruşlarda top temas anında ki ortalama ayak bileği eklem açısı (sırasıyla: 126.16±1.08 der, 130.46±4.02 der) sol köşeye yapılan kalecili ve kalecisiz vuruşlardaki ortalama ayak bileği eklem açısından (sırasıyla: 134.69±0.5 der, 135.85±2.03 der) daha küçük açılarda top ile temas etmiştir. Sağ alt köşeye yapılan vuruşlardaki ayak bileği eklem açısının top temas anı ve top çıkış anı parametrelerinden değerlendirildiğinde sol alt ve sol üst köşeye göre anlamlı farklılıklar belirlenmesi ayak bileğinin sağ alt köşeye yapılan vuruşların sol köşedeki hedeflere yapılan vuruşlardaki ayağın dorsal fleksiyonu ile açıklanabilir. Yine Scur ve Hall (2009)'ın penaltı vuruşunda belirlenen hedeflere yapılan vuruşlarda yaklaşma açısının önemini inceledikleri çalışmada ayak bileği ekleminin açısının 130.2±11 derecelik açılar ile topa temas ettiğini belirtmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmadaki kalecili ve kalecisiz vuruşlarda ayak bileğinin topa temas ettiği andaki eklem açılarına benzer olmak ile birlikte standart sapma değerlerinin bizim yaptığımız çalışmaya göre fazla olduğu gözlenmiştir. Ayak bileği açısının benzer açılarda olması belirli bir hedefe yapılacak vuruşlarda kalça ve alt bacak hareketinin kinematiğinin etkisinin olacağı ama topun belirlenen hedefe gitmesi için ayak üyesinin kinematiğinin etkili olduğu ile açıklanabilir. Ayak üyesinin topa temas yüzeyinin yanı sıra üç boyuttaki hareketi topun hızını etkilediği gibi gidiş yönü ve

açısını da etkileyecektir (Kawamoto ve ark 2007). Nitekim ayak üyesinin z ekseninden (sagital) bakıldığında kalecili ve kalecisiz yapılan vuruşlarda top temas anı ve top temas sonrası açısal değerlerinde sağ ve sol köşelere yapılan vuruşlarda farklılık gözlenmiştir. Sağ köşeye yapılan vuruşlarda ayak üyesinin yatay ile yaptığı açının sol köşeye göre daha geniş açılarda gerçekleştiği bulunmuştur. Bu farklılığın sağ köşede bulunan hedeflere yapılan vuruşlarda kalça ve alt bacak eksternal rotastonunun fazla gereksinimi, sol köşeye yapılan vuruşlarda kalça ve alt bacak üyelerinin internal rotasyona gereksinimi ile açıklanabilmektedir. Ayak üyesinin x ekseninden (frontal) bakıldığında top temas anı ve top çıkış anındaki açısal değerler arasında büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Gözlenen bu değerlerin Kawamoto ve ark (2007)'nın belirttikleri ayağın momentumunu topa aktarabilmek için ayak bileğinin katılığını koruması gerektiği ile örtüşmektedir. Bu araştırmada da top temas ve çıkış anında ki ayak bileğinin z ekseninden (sagital) ve x ekseninden (frontal) bakıldığında yatayda ve dikeydeki hareketinin aşırı farklılıklar göstermediği görülmüştür. Bu gözlemde Hong ve ark (2015)'nın yaptığı çalışmayı desteklemektedir. Fakat topa vuruş hareketinin yüksek hızda olmasından dolayı ayak bileği eklemindeki katılığın ne derece bozulup bozulmadığını görmek için daha yüksek hızlarda çekim yapılması gerekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışma sonrasında penaltı noktasından kalede kaleci varken ve kaleci yokken belirlenen dört hedefe yapılan vuruşların kinematik analizleri yapılmış top temas anı ve top çıkış anı parametreleri değerlendirilip kalecili ve kalecisiz vuruşlardaki ilişkisine bakılmıştır.

1. Çalışma sonucunda penaltı noktasından yapılan kalecili ve kalecisiz vuruşların kinematiğinde farklılık bulunmamış, hedeflere (sağ alt, sağ üst, sol alt, sol üst) göre vuruşların kinematiğinde farklılıklar bulunmuştur.

2. Çalışma sonucunda vuruş bacağı antropometrik noktalarında top temas anı ve temas sonrası öne (X ekseni), dikey (Y ekseni), yana (Z ekseni) doğrusal hızlarında farklılıklar bulunmuştur.

3. Çalışma sonucunda ayakucu ve ayak bileği antropometrik nokalarının öne doğrusal hızlarında sol köşeye yapılan vuruşlar sağ köşeye yapılan vuruşlara göre daha yüksek bulunurken, yana doğrusal hızlarında ise sağ köşeye yapılan vuruşlar sol köşeye yapılan vuruşlara göre daha yüksek bulunmuştur.

4. Çalışma sonucunda vuruş yapan bacağın üyelerinin kinematiklerinde kaleci faktörüne göre farklılık bulunmazken, hedef ve temas faktörüne göre kinematik değerlerinde farklılık bulunmuştur.

5. Çalışma sonucunda üst bacak üyesinin tüm eksenlerde doğrusal hızında anlamlı farklılıklar bulunmazken, alt bacak ve ayak üyelerinin doğrusal hızlarında farklılıklar bulunmuştur.

6. Çalışma sonucunda ayak üyesinin sol köşeye yapılan vuruşlarda sağ köşeye yapılan vuruşlara göre daha yüksek öne doğrusal hızda olduğu bulunurken, ayak ve alt bacak üyesinin yana doğrusal hızının sol köşeye yapılan vuruşlarda sağ köşeye göre düşük olduğu bulunmuştur.

7. Çalışma sonucunda sol köşeye yapılan vuruşlarda vuruş yapan bacağın antropometrik noktalarının öne doğrusal hızları sağ köşeye yapılan vuruşlardan yüksek bulunmuştur.

8. Çalışma sonucunda eklem açı ve açısal hızlarının kinematik verilerinde kaleci faktörüne göre anlamlı farklılık bulunmazken, hedef ve temas faktörüne göre anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

9. Çalışma sonucunda ayak üyesinin X ekseninden (transvers) bakıldığında yatay ile yaptığı açı sağ köşeye yapılan vuruşlarda sol köşeye yapılanlardan daha geniş bulunmuştur.

10. Çalışma sonucunda vuruş yapan ayağın top temas süresi değerlendirildiğinde sağ alt köşeye yapılan kalecili vuruşlarda kalecisiz vuruşlara göre daha uzun süre temas ettiği bulunmuştur.

11. Çalışma sonucunda kalecili ve kalecisiz yapılan penaltı vuruşlarında topun hızında farklılık bulunmazken, hedef faktörüne göre topun hızında farklılık bulunmuştur.

5.2. Öneriler

Bu çalışma tecrübeli futbolcuların kale üzerinde belirlenen hedeflere penaltı noktasından kalede kaleci varken ve kalede kaleci yokken yaptıkları vuruşlarda kaleci faktörü devreye girdiğinde vuruşlarında ne gibi kinematik değişimler olduğunu incelemek amacıyla yapılmış ve ilerleyen zamanlarda bu konu ile ilgili çalışmak isteyen araştırmacılara yardımcı olması için aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

1. Kalecinin kurtardığı vuruşlar ile gol olan vuruşlar arasındaki farklılıklar incelenebilir.

2. Yorgunluk sonrası hedeflere yapılan vuruşlarındaki değişimler incelenebilir.

3. Elektromiyografi (EMG) kullanılarak kaleci varken ve kaleci yokken yapılan vuruşlardaki kas aktivasyonu incelenebilir.

4. Değişik yaş gruplarındaki ve cinsiyetteki oyuncuların değişik seviyedeki kalecilere yaptığı vuruşların kinematiği incelenebilir.

5. Alt ektremite vücut üyelerinin rotasyonları arasındaki farklılıklar incelenebilir.

6. Tüm vücut incelemesi yapılabilir.

7. Sağ ve sol bacakları baskın olan oyuncuların yaptıkları penaltı vuruşları değerlendirilebilir.

8. Aynı hedefe aynı oyuncunun yaptığı vuruşlar değerlendirilebilir.

6. KAYNAKLAR

Altıntaş A, Akalan C, 2008. Zihinsel antrenman ve yüksek performans. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi,6, 39-43.

Andersen TB, Dörge HC, 2011. The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. Scand J Med Sci Sports, 21, 79-84.

Bauer G, 1993. Soccer tecniques, tactics and teamwork. Sterling Publishing Company. Translated by Elisabeth E. Reinersmann. New York, 3, 49-54.

Bing CY, Parasuraman S, Khan MKA, 2012. Electromyography (EMG) and human locomotion. Procedia Eng, 41, 486-492.

Castellanos OL, Farhadi SA, Suarez AD, 2014. Motion analysis and biomechanics of the side-foot soccer kick. The FGCU Student Journal (Bioengineering),1, 1-9.

Cerrah AO, 2009. Futbolda farklı vuruş tekniklerinde kassal aktivitasyonların ve top hızı izokinetik kuvvet ilişkisinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Diaz GJ, Fajen BR, Phillips F, 2012. Anticipation from biological motion: the goalkeeper problem. J Exp Pyscal Human Percept Perform, 38, 848-864.

Dicks M, Davids K, Button C, 2010. Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football. Hum Mov Sci, 29, 401-411.

Dörge HC, Andersen TB, Sorensen H, Simonsen EB, 2002. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. J Sports Sci, 20, 293-299.

Ferraz RMP, van den Tillaar, Pereira A, Marquez MC, 2016. The effect of fatigue and duration knowledge of exercise on kicking performance in soccer players. J Sport Health Sci, 266, 1-7.

Ferraz RMP, van den Tillaar, Marquez MC, 2015. The influence of different exercise intensities on kicking accuracy and velocity in soccer players. J Sport Health Sci, 221, 1-6.

FIFA Wold cup all time statistic 1930-2014. Erişim tarihi 22 Mayıs 2015. Erişim adresi, http://www.fifa.com/fifa-tournaments/statistics-and-records/worldcup/index.html

FIFA, 2000. Questions and answers to the laws of the game 2000. Zürich. FIFA. p. 28-31.

FIFA, 2002. Laws of the game 2002. In: Hand Book. Eds: FIFA. Zürich: FIFA. p. 28-30.

Hargreaves A. 1990. Skills and Strategies for Coaching Soccer. Leisure Pres Champaign Illinois. USA. p.150-155, 162.

Hong S, Go Y, Sakamoto K, Nakayama M, Asai T, 2013. Charactaristics of ball impact on curve shot in soccer. Procedia Eng,60, 249-254.

Hugles M, and Wells J. 2002. Analysis of penalties in shoot-outs. Int J Perform Anal Sport, 2, 55-72.

Isokawa M, Lees A, 1988. A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. In: Science and Football. Eds. Relly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ. London, E&FN Spon, p. 449;455.

Kapidžić A, Huremovic T, Biberovic A, 2014. Kinematic analysis of instep kick in youth soccer players. J Hum Kinet, 42, 81-90.

Katis A, Giannadakis E, Kannas T, Amiridis I, Kellis E, Lees A, 2013. Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. J Electromyogr Kinesiol, 23, 25-131.

Kawamoto R, Miyagi O, Ohashi J, Fukashiro S, 2007. Kinetic comparison of side-foot soccer kick between experienced and inexperienced players. Sports Biomech,6, 187-198.

Kellis E, Katis A, 2007. Biomechanic characteristics and determinants of instep soccer kick. J Sports Sci Med, 6, 154-165.

Lees A, Nolan K. Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. Science and Football IV (W, Sprinks, T, Reilly, A, Murphy), p. 16-21. 22–26 February, 2002. Sydney. Avustralia.

Lees A, Nolan L, 2001. The biomechanics of soccer: A review. J Sports Sci, 16, 211-234.

Manolopoulos E, Katis A, Manolopoulos K, Kalapotharakos V, Kellis E, 2013. Effect of a 10-week resistance exercise program on soccer kick biomechanic and muscle strenght. J Strenght Cond Res, 27, 3391-3401.

Murgia M, Sors F, Muroni AF, Santoro I, Prpic V, Galmonte A, Agostini T, 2014. Using perceptual home training to improve anticipation skills of soccer goalkeepers. Psychol Sport Exerc, 6, 642-648.

Noël B, van der Kamp J, Memmert D, 2015. Implicit goalkeeper influences on goal side selection in representative penalty kicking task. Plos one, 10, 1-8.

Novarro M, Miyamoto N, van der Kamp J, Morva E, Savalsberg GJP, Ranvaud R, 2013a. Differential effects of task specific practice on performance in a simulated penalty kick under high-pressure. Psychol Sport Exerc,14, 612-621.

Novarro M, van der Kamp, Ranvaud R, Savalsberg GJP, 2013b. The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kick. J Sports Sci, 31, 921-929.

Numone H, Asai T, Ikegami Y, Sakurai S, 2002. Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. Med Sci Sports Exerc, 34, 2028-2036.

Piras A, Vikers JN, 2011. The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: instep versus inside kicks (Abstract). Cognitive Processing,12, 245-255.

Robertson GDE, Caldwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey SN, 2004. Research Methods in Biomechanics. First ed, USA, Human Kinetics. p.9-34.

Sakamoto K, Geisler G, Nakayama M, Asai T, 2010. Kinmatics of the foot joint in female soccer players during the ball impact phase of kicking. Procedia Eng, 2, 2459-2554.

Sakamoto K, Hong S, Tabei Y Asai T, 2012. Comparative study of female and male soccer players in kicking motion. Procedia Eng, 34, 206-211.

Scurr JC, Abboth V, Ball N, 2011. Quadriceps EMG muscle activation during accurate soccer instep kicking. J Sports Sci, 29, 247-251.

Scurr J, Hall B, 2009. The effects of approach angle on penalty kicking accuracy and kick kinematics with recreational soccer players. J Sports Sci Med, 8, 230-234.

Skogvang B, Peitersen B, Stanley-Kehl K, 2000. Soccer Today. First ed, Canada, Wadsworth/ThomsonLearning, p. 5, 20, 28, 50.

Sutliff MA, 1996. Teaching Strategies of Soccer. First ed, USA, Allyn & Bacon, p.23, 24, 34, 88.

Şimşek R. Sporda dikkat ve baskı altında dikkat ve konsantrasyonu yönetme; kaygıyla baş etme. [cited 2014 Dec 25]. Available from URL: http://www.tavsiyeediyorum.com/makale_10825.htm.

TFF 2016. TFF 1. Lig istatistikleri. Erişim tarihi 25 Mayıs 2016a. Erişim adresi, http://www.tff.org/default.aspx?pageID=563.

TFF 2016. TFF 2. Lig istatistikleri. Erişim tarihi 25 Mayıs 2016b. Erişim adresi, http://www.tff.org/default.aspx?pageID=371.

TFF 2016. TFF 3. Lig istatistikleri. Erişim tarihi 25 Mayıs 2016c. Erişim adresi, http://www.tff.org/default.aspx?pageID=376.

Timmis MA, Turner K, van Paridon KN, 2014. Visual search strategies of soccer players executing a power vs. placement penalty kick. Plos One, 9, 1-16.

Toros T, Bayansalduz M, Duvan A, 2010. Sporda hedef belirlemenin penaltı atışı üzerine etkisinin araştırılması. Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 4, 165-171.

UEFA champions league statictic 1994-2016. Erişim tarihi, 29 Mayıs 2016. Erişim adresi, http://www.uefa.com/uefachampionsleague/history/index.html#.

UEFA Euro cup statictic 1960-2012. Erişim tarihi, 22 Mayıs 2015. Erişim adresi, http://www.uefa.com/uefaeuro/history/index.html.

UEFA News (History of penalty kick). Erişim tarihi 25 Mayıs 2015. Erişim adresi, http://www.uefa.com/memberassociations/news/newsid=2153252.html.

Weigelt M, Memmert D, 2012. Goal-side selection in soccer penalty kicking when viewing natural scenes. Front Psychol, 6, 1-7.

Wood G, Wilson MR, 2012. Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure. Psychol Sport Exerc,13, 721-728.

Zago M, Mott AF, Mapelli A, Annoni I, Galvani C, Sforza C, 2014. Effect of leg dominance on the center of mass kinematics during an inside of the foot kick in amateur soccer players. J Hum Kinet, 42, 51-61.

7. EKLER

EK A: Etik Kurul Kararı

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

Karar Sayısı: 2014/25

Sayın: **Doç.Dr. Erbil HARBİLİ**
Selçuk Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Selçuklu/KONYA

"Futbolda penaltı vuruşunun kinematiği: Kaleci faktörünün etkisi" tez projesi öneriniz incelenmiş ve Yüksekokulumuz Girişimsel Olmayan Etik Kurul Yönergesine uygunluğuna oy birliği / çokluğu ile karar verilmiştir.

Doç.Dr. Şükrü Serdar BALCI
Başkan

Doç.Dr.Erkan Faruk ŞİRİN
Üye

Doç.Dr.İbrahim BOZKURT
Üye

Yrd.Doç.Dr. Sultan HARBİLİ
Üye

Doç.Dr.Serkan REVAN
Raportör

1- Etik kurul kararları Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu "Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi"ne göre verilmektedir.
2-Etik kurul kararları danışma niteliğindedir, üyeler projeler hakkında verdikleri kararlardan dolayı idari ve cezai sorumluluk taşımaz.
3-Projenin yürütülmesi sırasında oluşacak olumsuzluklarda proje yürütücüleri sorumludur.

S.Ü. BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU TEL: (0332) 241 00 41 FAX: (0332) 241 16 08 KAMPÜS/KONYA

EK B: Filtreleme Programı

```
import numpy as np
import matplotlib.legend
from scipy import signal
import itertools
import matplotlib.pyplot as plt
data = np.genfromtxt('oğuzhan_ksiz_sağ_alt_dizilmis.txt', delimiter=' ', skip_header = 1, usecols = (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17))
N  = 1   # Filter order
Wn = 48/1000 # Cutoff frequency
# Data Collectıın Rate 1000 H
# Cut-Off Frequency (1000/2)*0.08 = 40 Hz
b, a = signal.butter(N, Wn, 'low', output='ba')
# Use filtfilt to apply the filter.
dataF = signal.filtfilt(b, a, data.T).T # Be Careful FiltFilt wants data in rows
plt.figure(1)
plt.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
plt.plot(data,'or') # RawData
plt.plot(dataF, linewidth=2) # FilteredData
plt.xlabel('[X]',fontsize=14)
plt.ylabel('[y]',fontsize=14)
plt.title('Denek-1\nKalecisiz Sağ Alt Köşe Filtrelenmiş Veri',fontsize=14)
plt.grid(1)
plt.show()
colors = itertools.cycle(['r', 'b', 'g', 'k', 'm',"y"])
plt.figure(2)
for k in range(0,17,3):
   plt.plot(dataF[:,k], dataF[:,k+1], next(colors)+'.',linewidth=5) # RawData
plt.axis([1, -1, 0, 2])
plt.axis('equal')
plt.grid(1)
plt.xlabel('[X]',fontsize=18)
plt.ylabel('[Y]',fontsize=18)
plt.title('Denek-1\nKalecisiz Sağ üst Köşe 2 Boyutlu Uzaysal Konum', fontsize=16)
plt.show()
veri=dataF
q=open('oğuzhan_ksiz_sağ_alt_filtdata.txt','w')
a=len(veri)
for i in veri:
   q.writelines(str(i[0]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[1]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[2]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[3]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[4]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[5]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[6]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[7]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[8]))
   q.write('\t')
   q.writelines(str(i[9]))
   q.write('\t')
```

```
    q.writelines(str(i[10]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[11]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[12]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[13]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[14]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[15]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[16]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[17]))
    q.write(' ')
    q.write('\n')
q.close()
```

EK C: En İyi R^2 Değerine Bağlı Kalınarak Polinom Uydurma Programı

```
from pylab import loadtxt,linspace,polyfit,polyder,polyval,corrcoef,figure,plot,ylabel,xlabel
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
def polinomFit(zaman, veri ,seviye):
    pp = np.polyfit(zaman, veri, seviye)
    p = np.poly1d(pp)
    px = p(zaman)
    correlation = corrcoef(zaman, veri)[0,1]
    print('R squared = {:2.2f}'.format(correlation**2))
    return px

def drange(start, stop, step):
    r = start
    while r < stop:
        yield r
        r += step

order =6
fig = plt.figure()
fig1= plt.figure()
fig.suptitle('Denek_5 Kalecisiz Sol Alt Köşe Uzaysal Konum Filtre', fontsize=14, fontweight='bold')
fig1.suptitle('Denek_5 Kalecisiz Sol Alt Köşe Uzaysal Konum Filtre', fontsize=14, fontweight='bold')

ax1 = fig.add_subplot(331)
ax1.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax2 = fig.add_subplot(332)
ax2.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax3 = fig.add_subplot(333)
ax3.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax4 = fig.add_subplot(334)
ax4.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax5 = fig.add_subplot(335)
ax5.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax6 = fig.add_subplot(336)
ax6.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax7 = fig.add_subplot(337)
ax7.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax8 = fig.add_subplot(338)
ax8.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax9 = fig.add_subplot(339)
ax9.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax10 = fig1.add_subplot(331)
ax10.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax11 = fig1.add_subplot(332)
ax11.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax12 = fig1.add_subplot(333)
ax12.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax13 = fig1.add_subplot(334)
ax13.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax14 = fig1.add_subplot(335)
ax14.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax15 = fig1.add_subplot(336)
ax15.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax16 = fig1.add_subplot(337)
ax16.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax17 = fig1.add_subplot(338)
ax17.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)
ax18 = fig1.add_subplot(339)
```

```
ax18.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=14)

rawdata = np.loadtxt("tayfun_ksiz_sağ_alt_filtdata.txt")
rows, cols = rawdata.shape
s=len(rawdata)
tp = np.linspace(0, rows*(1/2000), rows)

tend = tp[-1]

for c in drange(0,1,1):
    x1 = rawdata[0:,c]
    y1 = rawdata[0:,c+1]
    z1 = rawdata[0:,c+2]
    x2 = rawdata[0:,c+3]
    y2 = rawdata[0:,c+4]
    z2 = rawdata[0:,c+5]
    x3 = rawdata[0:,c+6]
    y3 = rawdata[0:,c+7]
    z3 = rawdata[0:,c+8]
    x4 = rawdata[0:,c+9]
    y4 = rawdata[0:,c+10]
    z4 = rawdata[0:,c+11]
    x5 = rawdata[0:,c+12]
    y5 = rawdata[0:,c+13]
    z5 = rawdata[0:,c+14]
    x6 = rawdata[0:,c+15]
    y6 = rawdata[0:,c+16]
    z6 = rawdata[0:,c+17]
    px1 = polinomFit(tp, x1, order)
    py1 = polinomFit(tp, y1, order)
    pz1 = polinomFit(tp, z1, order)
    px2 = polinomFit(tp, x2, order)
    py2 = polinomFit(tp, y2, order)
    pz2 = polinomFit(tp, z2, order)
    px3 = polinomFit(tp, x3, order)
    py3 = polinomFit(tp, y3, order)
    pz3 = polinomFit(tp, z3, order)
    px4 = polinomFit(tp, x4, order)
    py4 = polinomFit(tp, y4, order)
    pz4 = polinomFit(tp, z4, order)
    px5 = polinomFit(tp, x5, order)
    py5 = polinomFit(tp, y5, order)
    pz5 = polinomFit(tp, z5, order)
    px6 = polinomFit(tp, x6, order)
    py6 = polinomFit(tp, y6, order)
    pz6 = polinomFit(tp, z6, order)
ax1.plot(tp,x1,"b",linewidth=3)
ax1.plot(tp,px1,"r",linewidth=3)
ax2.plot(tp,y1,"b",linewidth=3)
ax2.plot(tp,py1,"r",linewidth=3)
ax3.plot(tp,z1,"b",linewidth=3,label="Filtreli")
ax3.plot(tp,pz1,"r",linewidth=3,label="Polinomfit")
ax4.plot(tp,x2,"b",linewidth=3)
ax4.plot(tp,px2,"r",linewidth=3)
ax5.plot(tp,y2,"b",linewidth=3)
ax5.plot(tp,py2,"r",linewidth=3)
ax6.plot(tp,z2,"b",linewidth=3)
ax6.plot(tp,pz2,"r",linewidth=3)
ax7.plot(tp,x3,"b",linewidth=3)
ax7.plot(tp,px3,"r",linewidth=3)
```

```
ax8.plot(tp,y3,"b",linewidth=3)
ax8.plot(tp,py3,"r",linewidth=3)
ax9.plot(tp,z3,"b",linewidth=3)
ax9.plot(tp,pz3,"r",linewidth=3)
ax10.plot(tp,x4,"b",linewidth=3)
ax10.plot(tp,px4,"r",linewidth=3)
ax11.plot(tp,y4,"b",linewidth=3)
ax11.plot(tp,py4,"r",linewidth=3)
ax12.plot(tp,z4,"b",linewidth=3,label="Filtreli")
ax12.plot(tp,pz4,"r",linewidth=3,label="Polinomfit")
ax13.plot(tp,x5,"b",linewidth=3)
ax13.plot(tp,px5,"r",linewidth=3)
ax14.plot(tp,y5,"b",linewidth=3)
ax14.plot(tp,py5,"r",linewidth=3)
ax15.plot(tp,z5,"b",linewidth=3)
ax15.plot(tp,pz5,"r",linewidth=3)
ax16.plot(tp,x6,"b",linewidth=3)
ax16.plot(tp,px6,"r",linewidth=3)
ax17.plot(tp,y6,"b",linewidth=3)
ax17.plot(tp,py6,"r",linewidth=3)
ax18.plot(tp,z6,"b",linewidth=3)
ax18.plot(tp,pz6,"r",linewidth=3)
ax3.legend(bbox_to_anchor=(1, 1), loc=2, borderaxespad=0.,fontsize=15)
ax12.legend(bbox_to_anchor=(1, 1), loc=2, borderaxespad=0.,fontsize=15)
ax1.set_title("X", fontweight='bold')
ax2.set_title("Y", fontweight='bold')
ax3.set_title("Z", fontweight='bold')
ax10.set_title("X", fontweight='bold')
ax11.set_title("Y", fontweight='bold')
ax12.set_title("Z", fontweight='bold')
dosya1=open('1.txt','w')
dosya2=open('2.txt','w')
dosya3=open('3.txt','w')
dosya4=open('4.txt','w')
dosya5=open('5.txt','w')
dosya6=open('6.txt','w')
dosya7=open('7.txt','w')
dosya8=open('8.txt','w')
dosya9=open('9.txt','w')
dosya10=open('10.txt','w')
dosya11=open('11.txt','w')
dosya12=open('12.txt','w')
dosya13=open('13.txt','w')
dosya14=open('14.txt','w')
dosya15=open('15.txt','w')
dosya16=open('16.txt','w')
dosya17=open('17.txt','w')
dosya18=open('18.txt','w')
for c1 in px1:
    dosya1.write(str(c1))
    dosya1.write("\n")
for c2 in py1:
    dosya2.write(str(c2))
    dosya2.write("\n")
for c3 in pz1:
    dosya3.write(str(c3))
    dosya3.write("\n")
for c4 in px2:
    dosya4.write(str(c4))
    dosya4.write("\n")
```

```
for c5 in py2:
    dosya5.write(str(c5))
    dosya5.write("\n")
for c6 in pz2:
    dosya6.write(str(c6))
    dosya6.write("\n")
for c7 in px3:
    dosya7.write(str(c7))
    dosya7.write("\n")
for c8 in py3:
    dosya8.write(str(c8))
    dosya8.write("\n")
for c9 in pz3:
    dosya9.write(str(c9))
    dosya9.write("\n")
for c10 in px4:
    dosya10.write(str(c10))
    dosya10.write("\n")
for c11 in py4:
    dosya11.write(str(c11))
    dosya11.write("\n")
for c12 in pz4:
    dosya12.write(str(c12))
    dosya12.write("\n")
for c13 in px5:
    dosya13.write(str(c13))
    dosya13.write("\n")
for c14 in py5:
    dosya14.write(str(c14))
    dosya14.write("\n")
for c15 in pz5:
    dosya15.write(str(c15))
    dosya15.write("\n")
for c16 in px6:
    dosya16.write(str(c16))
    dosya16.write("\n")
for c17 in py6:
    dosya17.write(str(c17))
    dosya17.write("\n")
for c18 in pz6:
    dosya18.write(str(c18))
    dosya18.write("\n")
dosya1.close()
dosya2.close()
dosya3.close()
dosya4.close()
dosya5.close()
dosya6.close()
dosya7.close()
dosya8.close()
dosya9.close()
dosya10.close()
dosya11.close()
dosya12.close()
dosya13.close()
dosya14.close()
dosya15.close()
dosya16.close()
dosya17.close()
dosya18.close()
```

EK D: Hız Hesaplama Programı

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.legend
from scipy import signal
import itertools

veri = np.genfromtxt('ekrem_ksiz_sağ_alt_polifit.txt', delimiter=' ', skip_header = 1,
usecols = (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17))

q=open('ekrem_ksiz_sağ_alt_hızpol.txt','w')

a=len(veri)
kl=veri[2:a:1]
b1=veri[0:(a-2):1]

x=(kl-b1)/(2*(1/2000))/100
v=np.array(x)
for i in x:
    q.writelines(str(i[0]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[1]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[2]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[3]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[4]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[5]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[6]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[7]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[8]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[9]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[10]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[11]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[12]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[13]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[14]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[15]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[16]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[17]))
    q.write(' ')
    q.write('\n')

q.close()
```

EK E: Diz Eklem Açısı Hesaplama Programı

```
import math
import numpy as np
from scipy import signal
import itertools
import matplotlib.pyplot as plt
from math import sqrt

def drange(start, stop, step):
    r = start
    while r < stop:
        yield r
        r += step
a=np.genfromtxt('tayfun_ksiz_sol_alt_polifit.txt', delimiter=' ')
b=len(a)
dosya=open("tayfun_ksiz_sol_alt_diz_eklem_açı.txt","w")
toplam1=0
for x in drange(0,b,1):
    #  a hesabı
    aa=((a[x][0]-a[x][6])*(a[x][0]-a[x][6]))+((a[x][1]-a[x][7])*(a[x][1]-a[x][7]))
    aa1=math.sqrt(abs(aa))
    # b hesabı
    bb=((a[x][0]-a[x][3])*(a[x][0]-a[x][3]))+((a[x][1]-a[x][4])*(a[x][1]-a[x][4]))
    bb1=math.sqrt(abs(bb))
    # c hesabı
    cc=((a[x][3]-a[x][6])*(a[x][3]-a[x][6]))+((a[x][4]-a[x][7])*(a[x][4]-a[x][7]))
    cc1=math.sqrt(abs(cc))
    acı=(cc1*cc1+bb1*bb1-aa1*aa1)/(2*bb1*cc1)
    acı1=math.acos(acı)
    acı11=math.degrees(acı1)
    dosya.write(str(acı11)+"\n")
    print(acı11)
 dosya.close()
```

EK F: Ayak Bileği Eklem Açısı Hesaplama Programı

```
import math
import numpy as np
from scipy import signal
import itertools
import matplotlib.pyplot as plt
from math import sqrt

def drange(start, stop, step):
    r = start
    while r < stop:
        yield r
        r += step
a=np.genfromtxt('tayfun_ksiz_sol_alt_polifit.txt', delimiter=' ')
b=len(a)
dosya=open("tayfun_ksiz_sol_alt_bilek_eklem_açı.txt","w")
toplam1=0
for x in drange(0,b,1):
    #  a hesabı
    aa=((a[x][3]-a[x][6])*(a[x][3]-a[x][6]))+((a[x][4]-a[x][7])*(a[x][4]-a[x][7]))
    aa1=math.sqrt(abs(aa))
    # b hesabı
    bb=((a[x][6]-a[x][12])*(a[x][6]-a[x][12]))+((a[x][7]-a[x][13])*(a[x][7]-a[x][13]))
    bb1=math.sqrt(abs(bb))
    # c hesabı
    cc=((a[x][3]-a[x][12])*(a[x][3]-a[x][12]))+((a[x][4]-a[x][13])*(a[x][4]-a[x][13]))
    cc1=math.sqrt(abs(cc))

    acı=(cc1*cc1+bb1*bb1-aa1*aa1)/(2*bb1*cc1)
    acı1=math.acos(acı)
    acı11=math.degrees(acı1)
    dosya.write(str(acı11)+"\n")
    print(acı11)
   dosya.close()
```

EK G: Eklem Açısı Açısal Hız Hesaplama Programı

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

veri = np.genfromtxt('ekrem_ksiz_sağ_alt_diz_eklem_açı.txt')
q=open('ekrem_ksiz_sağ_alt_hızpol.txt','w')

a=len(veri)
kl=veri[2:a:1]
b1=veri[0:(a-2):1]

x=(kl-b1)/(2*(1/2000))/100
v=np.array(x)
for i in x:
    q.writelines(str(i[0]))
    q.write('\n')
    q.close()
```

EK H: Segment Orta Nokta ve Hızı Hesaplama Programı

```
import math
import numpy as np
import itertools
import matplotlib.pyplot as plt
from math import sqrt

def drange(start, stop, step):
    r = start
    while r < stop:
        yield r
        r += step
a=np.genfromtxt('tayfun_ksiz_sağ_alt_polifit.txt', delimiter=' ')
dosya=open("tayfun_ksiz_sağ_alt_segment_orta_nokta.txt","w")
for x in drange(0,b,1):

    Sx=a[x][3]+(a[x][0]-a[x][3])*56.7/100
    Sy=a[x][4]+(a[x][1]-a[x][4])*56.7/100
    Sz=a[x][5]+(a[x][2]-a[x][5])*56.7/100
    Sx1=a[x][6]+(a[x][3]-a[x][6])*56.7/100
    Sy1=a[x][7]+(a[x][4]-a[x][7])*56.7/100
    Sz1=a[x][8]+(a[x][5]-a[x][8])*56.7/100
    Sx2=a[x][12]+(a[x][9]-a[x][12])*50/100
    Sy2=a[x][13]+(a[x][10]-a[x][13])*50/100
    Sz2=a[x][14]+(a[x][11]-a[x][14])*50/100

    dosya.write(str(Sx)+" "+str(Sy)+" "+str(Sz)+" "+str(Sx1)+" "+str(Sy1)+" "+str(Sz1)+" "+str(Sx2)+"
"+str(Sy2)+" "+str(Sz2)+"\n")
dosya.close()

veri = np.genfromtxt('tayfun_ksiz_sağ_alt_segment_orta_nokta.txt', delimiter=' ', skip_header = 1,
usecols = (0,1,2,3,4,5,6,7,8))

q=open('tayfun_ksiz_sağ_alt_segment_orta_nokta_hız.txt','w')
a1=len(veri)
kl=veri[2:a1:1]
b1=veri[0:(a1-2):1]
x1=(kl-b1)/(2*(1/2000))/100
v=np.array(x1)
for i in x1:
    q.writelines(str(i[0]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[1]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[2]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[3]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[4]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[5]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[6]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[7]))
    q.write('\t')
    q.writelines(str(i[8]))
 q.write('\n')
q.close()
```

EK I: Üyelerin Yatay İle Yaptığı Açılar

```
import math
import numpy as np
from scipy import signal
import itertools
import matplotlib.pyplot as plt
from math import sqrt

def drange(start, stop, step):
    r = start
    while r < stop:
        yield r
        r += step
a=np.genfromtxt('tayfun_kli_sağ_alt_polifit.txt', delimiter=' ')
b=len(a)
dosya=open("tayfun_kli_sağ_alt_üstbacak_segment_açı.txt","w")
toplam1=0
for x in drange(0,b,1):
    dky=a[x][4]-a[x][1]
    dkx=a[x][3]-a[x][0]
    m=dky/dkx
    m1=abs(m)
    tan=math.atan(m1)
    derece=math.degrees(tan)
    toplam1=toplam1+derece
    dosya.write(str(derece)+"\n")
    ort1=toplam1/b
dosya.close()
a1=np.genfromtxt('tayfun_kli_sağ_alt_polifit.txt', delimiter=' ')
b1=len(a1)
dosya1=open("tayfun_kli_sağ_alt_altbacak_segment_açı.txt","w")
toplam2=0
for x1 in drange(0,b1,1):
    dky1=a1[x1][7]-a1[x1][4]
    dkx1=a1[x1][6]-a1[x1][3]
    m1=dky1/dkx1
    m2=abs(m1)
    tan1=math.atan(m2)
    derece1=math.degrees(tan1)
    print(derece1)
    toplam2=toplam2+derece1
    dosya1.write(str(derece1)+"\n")
    ort2=toplam2/b1
dosya1.close()
a2=np.genfromtxt('tayfun_kli_sağ_alt_polifit.txt', delimiter=' ')
b2=len(a2)
dosya2=open("tayfun_kli_sağ_alt_ayaksegment_açı.txt","w")
toplam3=0
for x2 in drange(0,b2,1):
    dky2=a2[x2][13]-a1[x2][7]
    dkx2=a2[x2][12]-a1[x2][6]
    m2=dky2/dkx2
    m3=abs(m2)
    tan2=math.atan(m3)
    derece2=math.degrees(tan2)
    toplam3=toplam3+derece2
    dosya2.write(str(derece2)+"\n")
    ort3=toplam3/b2
dosya2.close()
```

8. ÖZGEÇMİŞ

03.08.1984 tarihinde Lüleburgaz'da doğdu. İlk ve orta öğrenimi Lüleburgaz ilçesi Ahmetbey Kasabasında, lise öğrenimini Lüleburgaz Anadolu Ticaret Lisesinde tamamladı. 2008 yılında Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Spor Bilimleri bölümünü kazandı. 2013 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra aynı yıl Konya Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 1996 yılından 2014 yılına kadar profesyonel ve amatör futbol oynadı ve şu anda Osmanlıspor Futbol Kulübü Alt Yapı Performans ve Analiz birimi sorumlusu olarak çalışmaktadır.