

**FUTBOLDA FARKLI YAŞ GRUPLARINDA
TOPA VURUŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK VE
KİNEMATİK YÖNTEMLERLE
İNCELENMESİ**

Ali Onur Cerrah

Doktora Tezi

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü


Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Eskişehir, Haziran 2013

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hayri ERTAN

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ali Onur CERRAH'ın "Futbolda Farklı Yaş Gruplarında Topa Vuruş Tekniğinin Kinetik ve Kinematik Yöntemlerle İncelenmesi" başlıklı, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı'ndaki Doktora tezi, 12.06.2013 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Doç. Dr. Hayri ERTAN Anadolu Üniversitesi	
Üye	Prof. Dr. Güven SEVİL Anadolu Üniversitesi	
Üye	Prof. Dr. İlker YILMAZ Anadolu Üniversitesi	
Üye	Doç. Dr. Güven ERDİL Marmara Üniversitesi	
Üye	Doç. Dr. A. Ruhi SOYLU Hacettepe Üniversitesi	

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

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZGEÇMİŞ

Bireysel Bilgiler

Adı ve soyadı : Ali Onur Cerrah
Doğum tarihi ve yeri : 01.03.1983 / İskenderun
Uyruğu : TC
Medeni durumu : Evli
İletişim adresleri : aocerrah@anadolu.edu.tr
alionurcerrah@hotmail.com

Eğitim Durumu

İlkokul : Ulu Önder İlkokulu - 1994
Ortaokul : Şeh. Teğ. Subutay Alkan İlköğretim Okulu - 1997
Lise : Gazi Lisesi - 2001
Üniversite : Eskişehir Anadolu Üniversitesi - 2006
Yabancı dil : İngilizce

Mesleki Deneyim

Araştırma Görevlisi : Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor
Yüksekokulu, 29.12.2006-.....

Üye Olunan Bilimsel

Kuruluşlar

Uluslararası Sporda Bilgisayar Kullanımı Derneği
Türkiye Futbol Antrenörleri Derneği (TÜFAD)

Yayımlar

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

- 1) CERRAH, A. O., Onarici Gungor, E., Yılmaz İ. Evaluation of the relationship between isokinetic strength and two different soccer throw-in performances, Isokinetics and Exercise Science 20(3),181-187,2012(SCI)
- 2) CERRAH, A. O., Onarici Gungor, E., Soylu, A. R., Ertan, H., Lees, A., Bayrak, C. "Muscular Activation patterns during the Soccer In-Step Kick", Isokinetics and Exercise Science, 19(3),181-190 2011 (SCI)
- 3) CERRAH, A. O., Onarici Gungor, E., Yılmaz İ. (2011), Relationship between isokinetic strength parameters and soccer throw-in

performance. Research Quarterly for Exercise and Sport. (Supplement)

- 4) Onarıcı Güngör E., CERRAH A.O., Çobanoğlu H.O., Kaçoğlu C., Yılmaz İ. "Comparison of Development of Physical Fitness Parameters in different Summer School Programs" Journal of Human Kinetics volume 25 2010, 117-123. (SCI)
- 5) Onarıcı Güngör E., CERRAH A.O., Soylu A.R., Ertan H., Sevil G., Muscular Activation Strategies during Countermovement Jump in Female Volleyball, International Association of Computer Science in Sport, Proceedings of the Seventh International Symposium, 136-146, 2009 ISBN:978-0-9807160-0-9

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

- 1) CERRAH A.O., Gürol B., "Analysis of Goal Scored in Turkish 1.Division Soccer Leagues from 2001 to 2009" European College of Sports Sciences Congress, Antalya, 2010
- 2) Gürol B., Kale M., CERRAH A.O., Gültekin E.A., "Heart Rate and Match Analysis of Female Basketball Players" European College of Sports Sciences Congress, Antalya, 2010
- 3) Yenigelen, D., Onarıcı Güngör E., CERRAH A.O., Ertan, H. Comparison of Electromyographic Activities of Muscles During Different Abdominal Crunch Techniques, European College of Sports Sciences Congress, Antalya, 2010
- 4) CERRAH A.O., Onarıcı Güngör E., Soylu A.R., Ertan H., Bayrak C., Muscular Activation Patterns among Soccer Players during In-Step Kick, 7th International Symposium of International Association of Computer Science in Sport, Canberra, Australia, 24/09/2009
- 5) Onarıcı Güngör E., CERRAH A.O., Soylu A.R., Ertan H., Sevil G., Muscular Activation Strategies During Countermovement Jump In Female Volleyball, 7th International Symposium of International Association of Computer Science in Sport, Canberra, Australia, 23/09/2009
- 6) Gürol B., Kale M., CERRAH A.O., Yılmaz İ., "Physiological Performance Characteristics of a 75-year-old Mountaineer (a case study)" American Canadian Conference for Academic Disciplines, Toronto, 2009

- 7) Kale M., Gürol B., CERRAH A.O.,Yılmaz İ.,"Physiological Performance Criteria in Male Mountaineers",IJAS Conference,Toronto,2009
- 8) Polat, C., CERRAH A.O., Ertan, H., The Evaluation of Physical and Technical Characteristics of Amateur Soccer Players, 14th annual Congress of the ECSS-OSLO, NORWAY.,, 24/06/2009
- 9) Amil Ş.M., Cerrah A.O., Heper E.,"Antrenör Adaylarının Öz-Yeterlik Düzeylerinin Belirlenmesi", 10. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi,709-712, Bolu, Türkiye, 25/10/2008
- 10)Cerrah A.O., Onarıcı Güngör E., Ertan H.,"Muscular Activity of Kicking Limb During Different Kicking Techniques in Soccer", 13th annual Congress of the ECSS - ESTORIL, PORTUGAL., 10/07/2008
- 11)Onarıcı Güngör E., Cerrah A.O.,Ertan H., "Comparison of Landing Maneuvers Between Female Volleyball Players and Sedentary Group", 13th annual Congress of the ECSS - ESTORIL, PORTUGAL., 10/07/2008

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. CERRAH A.O., Polat C., Ertan H.,Süper Amatör Lig Futbolcularının Mevkilerine Göre Bazı Fiziksel ve Teknik Parametrelerinin İncelenmesi, Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 5(1), 2011
2. CERRAH A.O.; Gürol B., Türkiye Futbol Süper Liginde 2001-2009 Yılları Arasında Atılan Gollerin Analizi,Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi, Kabul Edildi, 2011
3. CERRAH AO.,Ertan H.,Soylu AR., Spor Bilimlerinde Elektromiyografi Kullanımı,"SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi",2010, VIII (2) 43-49
4. CERRAH A.O., Ertan H., Soylu A.R.Elektromiyografi ile Kuvvetin Değerlendirilmesi,Turkiye Klinikleri, Journal of Neurology, 2010;5(3):160-6
5. CERRAH A.O.,"Farklı Aerobik Dayanıklılığa Sahip Sporcuların Yükselti Antrenmanına Fiziksel Cevapları ve Optimum Yükseklik ve Kalış Süresi" Pamukkale Journal of Sport Sciences 2010, Vol. 1, No. 3, Pg:24-38

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

1. Polat C., CERRAH A.O., Ertan H, "Süper Amatör Lig Futbolcularının Mevkilerine Göre Bazı Fiziksel Ve Fizyolojik Parametrelerinin İncelenmesi", III. Ulusal Futbol ve Bilim Kongresi, Poster Bildiri, 65, Antalya, 09/01/2009
2. CERRAH A.O., Onarıcı Gungör E., Ertan H., Bayrak C, "Futbolda İzokinetik Kas Kuvveti ve Top Hızı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi", III. Ulusal Futbol ve Bilim Kongresi, Sözel Bildiri 53, Antalya, 09/01/2009
3. Yılmaz İ., Cerrah A.O., Çakır H., "Sportif Yaklaşım Olarak Dağcılık ve Trekking: Aybastı-Kabataş İlçeleri ve Perşembe Yaylası Potansiyeli Üzerinde Durumsal Bir Yaklaşım", 8. Aybastı- Kabataş Kurultayı, Perşembe Yaylası, Aybastı/Ordu., 02/07/2007

Bilimsel Etkinlikler

Projeler

1. ANADOLU UNI./BAP1109S135: Farklı Yaş Gruplarının Topa Vuruş Tekniğinin Hareket Analiz Yöntemleriyle İncelenmesi., 01/12/2011
2. ANADOLU UNI./BAP 1001S81: Hipoksik Koşullarda Yaşam ve Egzersizin Farklı Fizyolojik ve Fiziksel Parametreler Üzerine Etkisi, 06.10.2010
3. ANADOLU UNI./BAP 1001S40: Motor Becerilerin Nörofizyolojik, Biyomekaniksel ve Biofeedback Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, 25/06/2010
4. Uluslararası İlköğretim Öğretmeni Yetiştirme Programı. Avrupa Birliği Projesi., 07/11/2007
5. ANADOLU UNI./BAP 081314-Motor Becerilerin Sergilenişi Sırasında Beyin ve Kas Elektriksel Aktivesinin İncelenmesi, 01/07/2007

Organizasyonunda bulunulan toplantılar

- 1) Spor Bilimlerinde EMG Uygulamaları Başlangıç Düzeyi 1- Çalıştay (28-29 Kasım 2008)

ÖNSÖZ

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca değerli bilgilerinden yararlandığım, manevi desteğini her zaman arkamda hissettiğim, "Hareket ve motor kontrol" laboratuvarın kurulması ve tez çalışmamın yürütülmesine ciddi katkısı bulunan danışmanım **Sayın Doç. Dr. Hayri Ertan** hocama, değerli görüş ve önerilerini esirgemeyen Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü **Sayın Prof. Dr. Güven Sevil** hocama, çalışmalarımında her türlü bilgisini paylaşan, benim için zaman harcayan, araştırmanın istatistik kısmında çok büyük emeği olan **Sayın Doç. Dr. A. Ruhi Soylu** hocama, teşekkür ederim.

Çalışmada projesinin yazımı, kullanılan araç –gerecin öğrenilmesi süresince, her türlü konuda işbirliği yaptığım, tüm süreç boyunca desteğini hiç esirgemeyen arkadaşım **Sayın Öğr. Gör. Deniz Şimşek'e**, denek grubumun oluşturulmasına büyük katkıları olan Eskişehir spor altyapı müdürü **Sayın Abidin Erdem Kılınç'a**, altyapı koordinatörü **Sayın Serdal Eroym'a**, ve alt yapı antrenörlerinden **Sayın Ahmet Karaçöl'e** teşekkür ederim

Verilerimin toplanma aşamasında tüm enerjileri ile desteklerini esirgemeyen sevgili öğrenci arkadaşlarım **Barış Özer, Oğuzhan Kaynak, Yunus Can Serim, Cengiz Evren, Sezer Köktaş ve Kaan Kaya'ya** teşekkür ederim.

Çalışmaya gönüllü katılan Eskişehir spor alt yapısında futbol oynayan sevgili futbolculara teşekkür ederim

İlk tanıştığımız günden itibaren her zaman yanımda olan, maddi, manevi desteğini esirgemeyen, ölçüm analizlerimin kısa yollarını bularak beni çok daha fazla zahmetten kurtaran sevgilim ve eşim **Hülya Koç Cerrah'a**, sevgili aileme - anneme, babama ve kardeşime gönülden teşekkür ederim.

Son olarak, varlığından haber aldığım ilk günden itibaren motivasyonumun artmasında büyük katkısı olan, sevimliliği ve güler yüzlülüğü ile tüm yorgunluğumu gideren sevgili kızım **Damla Ela Cerrah'a** çok teşekkür ediyorum ve kendisinden ona yeteri kadar zaman ayıramadığım için özür diliyorum.

ALİ ONUR CERRAH

ESKİŞEHİR 2013

FUTBOLDA FARKLI YAŞ GRUPLARINDA TOPA VURUŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK VE KİNEMATİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, 3 farklı yaş grubu (12-13, 14-15, 16-17) futbolcularda üst vuruş top hızı, izokinetik kuvvet ve bacak kütle değerleri ile topa vuruş sırasında vuruş ve destek bacağına oluşan kinetik, kinematik ve elektromiyografik farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır. Desek ve vuruş bacağına ait izokinetik kuvvet ölçümleri konsantrik/konsantrik 60 ve 180 °sn⁻¹ açısal hızlarda gerçekleştirilmiş ve Hanavan modeli ile kütle değerleri hesaplanmıştır. Top hızları radar yardımıyla tespit edilmiştir. Bu sırada EMG, yüksek hızlı kameralar ve kuvvet platformu eş zamanlı çalıştırılarak veriler kayıt edilmiştir. EMG kullanılarak, topa vuruş bacağı; tibialis anterior, gastroknemius, rektus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, biceps femoris, gluteus maksimus, gluteus medius kasları ve destek bacağı; tibialis anterior gastroknemius, vastus lateralis, gluteus maksimus kaslarına ait kassal aktivasyon ölçümleri yapılmıştır. Yüksek hızlı kameralar kullanılarak vuruş bacağı kalça, diz ve ayak bileği açı ve açısal hızlar ile vuruş bacağı tarafı omuz, kalça, diz, ayak bileği ve 5th metatarsal parmak eklemi anterior-posterior eksen (x) hızları ile, diz dikey eksen (y) hızı ve omuz ve bilek medio-lateral eksen (z) hızları analiz edilmiştir. Ayrıca destek bacağına ait Fx, Fy ve Fz eksenlerindeki yer reaksiyon kuvvetleri değerlendirilmiştir. Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş top hızı, izokinetik kuvvet değerleri, bacak kütle değerleri, kassal aktivasyon, yer reaksiyon kuvveti ve eklemlere ait açı, açısal hız ve lineer hız değerlerinin gruplar arasındaki farklılıklarının analizi amaçlı One-way ANOVA istatistiksel analizi kullanılmış ve gruplar arası farklılıklar Post Hoc Tukey testi ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre top hızı, bacak kuvveti ve izokinetik kuvvet değerleri yaşla beraber linner bir artış göstermiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar (p<0.05; p<0.01) oluşmuştur. Yapılan kassal aktivasyon değerlendirmelerine göre gruplar arası istatistiksel anlamlılıklar (p<0.05) vuruş bacağı rektus femoris, vastus medialis ve biceps femoris kaslarında ortaya çıkmıştır. Rektus femoris kassal aktivasyonu uyluk ileri aktarım fazında, vastus medialis aktivasyonu ileri savurma fazında ve biceps femoris aktivasyonu topla temas ve tamamlama fazlarında 16-17 yaş grubunda diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Görüntü analizi sonuçlarına göre, kalça açısı, diz açısal hızı, kalça, diz, ayak bileği ve parmak linner hızları açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlılık (p<0.05; p<0.01) ortaya çıkmış ve yaşla beraber bu değerlerde artış görülmüştür. Ayrıca, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti dikey eksen değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel farklılık (p<0.05) bulunmuş ve 16-17 yaş grubu topla temas anında daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Sonuç olarak, kronolojik yaş artışına bağlı top hızı artmakta bununla beraber kuvvet parametreleri ve top hızını etkileyen bazı kinetik, kinematik ve kassal aktivasyon parametrelerinde değişmektedir. Özellikle 16-17 yaş grubu diğer yaş gruplarına oranla daha gelişmiş bir kassal koordinasyona sahip olduğu ve kamçı etkisi mekanizmasını daha etkili bir şekilde sergiledikleri söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Futbol, Elektromiyografi, Görüntü analizi, Kuvvet platformu, Üst vuruş

EVALUATION OF SOCCER KICK TECHNIQUES IN DIFFERENT AGE GROUPS WITH KINETIC AND KINEMATIC METHODS

ABSTRACT

In this research, it is aimed that analysing differences of ball velocity, isokinetic strength and leg mass parameters and kinetic, kinematic and electromyography parameters which occur in the kicking and supporting leg between 3 different age groups (12-13, 14-15,16-17). 10 soccer players volunteered to participate the current study from each group. The kicking and supporting leg isokinetic strength measurement have done with 60 ve 180 °sn⁻¹ angular velocity and leg mass calculated by Hanavan modell. Ball velocities tested by a radar gun. Meanwhile, electromyography, high speed camera and force plate data' were recorded synchronizely. Muscular activation of kicking leg tibialis anterior, gastrocnemius, rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, biceps femoris, gluteus maximus, gluteus medius muscles and supporting leg tibialis anterior, gastrocnemius, vastus lateralis and gluteus maximus muscles have measured by using EMG. Kicking leg, hip, knee, ankle angle and angular velocities and shoulder, hip, knee, ankle and 5th metatarsal finger anterior-posterior axis, velocities with knee vertical axis velocity and shoulder and ankle medio-lateral axis velocities were analysed by using high speed cameras. Furthermore, ground reaction forces of support foot from Fx, Fy and Fz axis were analysed. One way ANOVA was used for statistical analyses and Post hoc Tukey test was performed in order to analyse differences between three different age groups in the case of in-step kick ball velocity, isokinetic strength values, leg mass values and angles, angular and linear velocities of joints. According to ball velocity, isokinetic strength and leg mass values, all parameters demonstrate linear increase with age and statistical significant differences ($p<0.05$; $p<0.01$) observed between groups. With regard to muscular activation patterns, statistical significant differences ($p<0.05$) were observed in rectus femorsi, vastus medialis and biceps femoris muscles between groups. The muscular activation of 16-17 age group found higher than other groups for the rectus femoris in leg cocking, the vastus medialis activation in forward swing and biceps femoris activation in ball contact and follow through phases. According to motion analyses results, hip angle, knee angular velocity and hip, knee, ankle and finger linear velocities increases linearly with age and shows statistical significant differences ($p<0.05$; $p<0.01$) between groups. Moreover, in terms of support leg ground reaction force in vertical axis (Fz) demonstrate statistical significant differences ($p<0.05$) between groups and 16-17 age group values found higher in ball contact than other groups. As a result, ball velocity increases with chronological age increase, furthermore, strength parameters and kinetic and kinematic parameters and muscular activation patterns related to ball velocity increases. Especially it could be said that 16-17 age group has developed better muscular cordination and used tension arc mechanizm better than the other age groups.

Key Words: Soccer, Electromyography, Motion analyses, Force plate, In-step kick.

	SAYFA
İÇİNDEKİLER	
ÖZGEÇMİŞ	i
ÖNSÖZ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
GİRİŞ VE AMAÇ	1
Çalışmanın Amacı	3
Problem	3
<i>Denenceler</i>	4
Araştırmanın Önemi	6
Araştırmanın Varsayımları	7
Araştırmanın Sınırlılıkları	7
KAYNAK BİLGİSİ	8
Çocuk ve Gençlerin Gelişim Süreçleri	8
<i>Gelişim aşamaları ve fiziksel ve motor gelişim süreci</i>	9
<i>Erken adolesan dönemi (10-13 yaş)</i>	9
<i>Orta adolesan dönemi (14-16 yaş)</i>	9
<i>Geç adolesan dönemi (17-21 yaş)</i>	10
<i>Futbolda yaş gruplarının genel özellikleri</i>	10
<i>Gelişim dönemi yaş grupları şunlardır;</i>	10
<i>6-10 yaşına kadar olan dönem</i>	10
<i>10-13 yaşına kadar olan dönem</i>	11
<i>13-16 yaşına kadar olan dönem</i>	12
<i>16 yaş ve sonrası olan dönem</i>	12
<i>Kronolojik yaş gelişimine bağlı kuvvet gelişimi</i>	13
Beceri Kavramı ve Motor Beceri Öğrenme Süreci	14
<i>Beceri sınıflaması</i>	15
<i>Kullanılan kas büyüklüğüne göre beceri sınıflaması</i>	15

<i>Görev organizasyonuna göre beceri sınıflaması</i>	15
<i>Çevrenin tahmin edilebilirlik düzeyine göre beceri sınıflaması</i>	15
<i>Futbolda beceri sınıflaması</i>	15
<i>Motor beceri öğrenme modeli</i>	16
<i>Bilgi-işleme yaklaşımı</i>	16
<i>Kapalı döngü teorisi</i>	17
<i>Açık döngü teorisi</i>	18
<i>Schmidt şema teorisi</i>	19
<i>Acemi ve Elit Futbolcuların Şema Teorisine göre topa vuruş tekniğini uygulama süreci</i>	21
<i>Topa vuruş sırasında devrede olan nörolojik sistemler</i>	22
<i>Futbolda topa vuruş (istemli hareket) hareketinin beyindeki kontrol merkezi;</i>	22
Üst Vuruşun Teknik Analizi	26
<i>Topa vuruş tekniğinin bilimsel ve ayrıntılı faz tanımlaması</i>	26
GEREÇ VE YÖNTEM	29
Denekler	29
Araştırma Dizaynı	29
<i>Veri toplama araçları</i>	30
<i>Boy ölçüm aracı</i>	30
<i>Vücut kompozisyonu analizörü</i>	30
<i>Uzunluk, genişlik ve çevre ölçümleri</i>	30
<i>Top hızı ölçüm aracı</i>	30
<i>Top basıncı ölçme aracı</i>	30
<i>İzokinetik kas kuvveti ölçüm aracı</i>	31
<i>Elektromiyografi ölçüm seti</i>	31
<i>Görüntü analizi ölçüm seti</i>	32
<i>Kuvvet platformu ölçüm cihazı</i>	33
<i>Verilerin toplanması</i>	33
<i>Boy ölçümü</i>	33
<i>Uzunluk, genişlik ve çevre ölçümleri</i>	34
<i>Vücut kompozisyonu ölçümü</i>	34
<i>İzokinetik kas kuvveti ölçümü</i>	34
<i>Kassal aktivasyon ölçümü</i>	35
<i>Görüntü analizi ölçümü</i>	37

<i>Yer reaksiyon kuvveti ölçümü</i>	38
<i>Topa vuruş testi</i>	39
<i>Sistemlerin senkronizasyonu</i>	40
<i>İstatistiksel analiz</i>	41
BULGULAR VE TARTIŞMA	42
Bulgular	42
Tartışma	76
<i>Futbolcuların üst vuruş top hızı değerleri</i>	76
<i>Futbolcuların farklı açısal hızlarda meydana gelen izokinetik kuvvet değerleri ve vuruş bacağı kütle değerleri</i>	77
<i>Futbolcularda üst vuruş sırasında oluşan vuruş ve destek bacağı kassal aktivasyon değerleri</i>	79
<i>Futbolcuların üst vuruş sırasında oluşan vuruş bacağı kinematik değerleri</i>	87
<i>Futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağı yer reaksiyon kuvveti değerleri</i>	92
SONUÇ VE ÖNERİLER	95
Sonuç	95
Öneriler	100
KAYNAKLAR	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Erkek Çocuk Gelişim Dönemlemsi	9
Çizelge 2. Kronolojik Yaş Gelişimi İle Bazı Kuvvet Değerleri Arasındaki Korelasyon	13
Çizelge 3. Üst Vuruş Tekniğinin Fazları ve Kullanım Amaçları	27
Çizelge 4. Vuruş Bacağında Meydana Gelen Kinematik Oluşumlar ve Aktif Kaslar	27
Çizelge 5. Üst Vuruş Tekniğinin Bilimsel Olarak Ayrılmış Fazları	28
Çizelge 6. Futbolcuların Demografik Özellikleri	29
Çizelge 7. Araştırma Dizaynı	29
Çizelge 8. Kalibrasyon kafesi ölçüleri	32
Çizelge 9. Elektrot Yerleşimi ve İMİK Yöntemleri	36
Çizelge 10. Yer Reaksiyon Kuvveti Hesaplama Formülleri	39
Çizelge 11. Futbolcuların Tanımlayıcı İstatistikleri	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Puberte Büyüme Hızı	10
Şekil 2. Kronolojik Yaş Gelişimine Gore İzokinetik Zirve Tork Değerlerinin Değişimi	14
Şekil 3. Futbolda Topa Vuruş Becerisinin 2 Boyutlu Sınıflandırması	16
Şekil 4. Bilgi İşleme Yaklaşım Modeli	17
Şekil 5. Kapalı Döngü Teorisi Modeli	18
Şekil 6. Açık Döngü Teorisi Modeli	19
Şekil 7. Schmidt Şema Teorisi Modeli	21
Şekil 8. Futbolda Topa Vuruş Hareketinin Programlandığı Alanlar ve Agonist-Antagonist Uyumu	25
Şekil 9. Top Hızı Ölçüm Aracı	30
Şekil 10. Top Basıncı Ölçüm Aracı	30
Şekil 11. İzokinetik Dinamometre	31
Şekil 12. Wriless EMG Ölçüm Seti	31
Şekil 13. Yüksek Hızlı Kamera ve Gün Işığı Kaynağı	32
Şekil 14. Bilgisayar Ünitesi	32
Şekil 15. Kalibrasyon Kafesi	32
Şekil 16. Yansıtıcı İşaretler	33
Şekil 17. Kuvvet Platformunun Yerleşimi	33
Şekil 18. Boy Ölçümü	33
Şekil 19. Vücut Kompozisyonu Ölçümü	34
Şekil 20. Eklem Açısı Bölgeleri ve Koordinat Sistemi Yönü	37
Şekil 21. Ölçüm Dizaynı	38
Şekil 22. Kuvvet Platformu Yönü ve Eksenleri	39
Şekil 23. Topla Temas Anını Tespit Etmek İçin Kullanılan Aparat	41
Şekil 24. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğini uygulaması sırasında oluşan top hızı değerleri	43
Şekil 25. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı kütle değerleri	44
Şekil 26. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş ve destek bacağı <i>quadriceps</i> ve <i>hamstring</i> kas gruplarında $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri	45
Şekil 27. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş ve destek bacağı <i>quadriceps</i> ve <i>hamstring</i> kas gruplarında $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri	46

Şekil 28. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>tibialis anterior</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	47
Şekil 29. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>gastroknemius</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	48
Şekil 30. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>vastus medialis</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	49
Şekil 31. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>vastus lateralis</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	50
Şekil 32. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>rectus femoris</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	51
Şekil 33. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>biceps femoris</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	52
Şekil 34. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>gluteus medius</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	53
Şekil 35. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan <i>gluteus maksimus</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	54
Şekil 36. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan <i>tibialis anterior</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	55
Şekil 37. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan <i>gastroknemius</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	56
Şekil 38. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan <i>vastus lateralis</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	57
Şekil 39. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan <i>gluteus maksimus</i> kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları	58
Şekil 40. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) kalça açıları, (b) fazlara göre kalça açısı ortalamaları	59
Şekil 41. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz açıları, (b) fazlara göre diz açısı ortalamaları	60

Şekil 42. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek açıları, (b) fazlara göre bilek açısı ortalamaları	61
Şekil 43. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) kalça açısal hızları, (b) fazlara göre kalça açısal hız ortalamaları	62
Şekil 44. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz açısal hızları, (b) fazlara göre diz açısal hız ortalamaları	63
Şekil 45. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek açısal hızları, (b) fazlara göre bilek açısal hız ortalamaları	64
Şekil 46. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) omuz (x) lineer hızları, (b) fazlara göre omuz (x) lineer hız ortalamaları	65
Şekil 47. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) kalça (x) lineer hızları, (b) fazlara göre kalça (x) lineer hız ortalamaları	66
Şekil 48. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz (x) lineer hızları, (b) fazlara göre diz (x) lineer hız ortalamaları	67
Şekil 49. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek (x) lineer hızları, (b) fazlara göre bilek (x) lineer hız ortalamaları	68
Şekil 50. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) parmak (x) lineer hızları, (b) fazlara göre parmak (x) lineer hız ortalamaları	69
Şekil 51. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) omuz (z) lineer hızları, (b) fazlara göre omuz (z) lineer hız ortalamaları	70
Şekil 52. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz (y) lineer hızları, (b) fazlara göre diz (y) lineer hız ortalamaları	71
Şekil 53. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek (z) lineer hızları, (b) fazlara göre bilek (z) lineer hız ortalamaları	72
Şekil 54. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağı (a) (Fx) yer reaksiyon kuvvetleri, (b) fazlara göre (Fx) yer reaksiyon kuvvet ortalamaları	73
Şekil 55. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağı (a) (Fy) yer reaksiyon kuvvetleri, (b) fazlara göre (Fy) yer reaksiyon kuvvet ortalamaları	74

Şekil 56. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağı (a) (Fz) yer reaksiyon kuvvetleri, (b) fazlara göre (Fz) yer reaksiyon kuvvet ortalamaları

75

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ATP-CP	: Adenozin trifosfat-fosfokreatinaz
BF	: Biceps femoris
desTA	: Destek bacağı tibialis anterior
desGAS	: Destek bacağı gastrocnemius
desVL	: Destek bacağı vastus lateralis
desGMAK	: Destek bacağı gluteus maksimus
EMG	: Elektromiyografi
Fx	: Medio-lateral eksen yer reaksiyon kuvveti
Fy	: Anterior-posterior eksen yer reaksiyon kuvveti
Fz:	: Dikey eksen yer reaksiyon kuvveti
GAS	: Gastrocnemius
GMED	: Gluteus medius
GS	: Geriye savurma
GMAK	: Gluteus maksimus
H	: Hazırlık
ISEK	: Uluslararası elektromiyografi ve kinesiyojji topluluğu
İS	: İleri savurma
MİK	: Maksimal istemli kasılma
Nm	: Newton x metre
OGKO	: Ortak gürültüden kurtulma oranı
Ort	: Ortalama
RF	: Rectus femoris
SDY	: Sonlu dürtü yanıtı
SS	: Standart sapma
SENIAM	: Non-invaziv şekilde kasların değerlendirilmesinde yüzeysel EMG
TTL	: Transistör-transistör-lojik
T	: Tamamlama
TA	: Tibialis anterior
TT	: Topla temas
UİA	: Uyluk ileri aktarım
VL	: Vastus lateralis
VM	: Vastus medialis

GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde futbol sürekli gelişen ve daha rekabetçi bir yapıya bürünmüştür. Uluslararası düzeyde yarışabilmek için futbol branşının gerektirdiği kardiyovasküler fitness, kas kuvveti, dayanıklılık, sürat, esneklik, çeviklik ve koordinasyon gibi motorik özelliklerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ancak, futbolda kazanmayı belirleyen gole ulaşmak için yüksek teknik beceri düzeyine sahip futbolculara ihtiyaç duyulmaktadır (Reilly, 1996). Bu bağlamda futbolda başarı için kondisyonel özelliklerin yanı sıra teknik becerilerinde önemi büyüktür. Bu becerilerden olan kaleye atılan şutlar, vuruş teknikleri ile alakalıdır ve düzgün vuruş tekniği gol atma olanağını arttırmaktadır. Rakip takıma oranla kaleye daha fazla şut atma becerisi gösteren takım daha fazla gol atma ve maçı kazanma fırsatını yakalamaktadır (Kellis ve Katis, 2007). Ayrıca, kaleye atılan isabetli ve maksimum hızda toplar kaleciye kurtuluş için daha az zaman tanyacağından gol kazanma olasılığını da arttırmaktadır (Sterzing, ve ark., 2008).

Anlaşıldığı gibi futbolda, üst düzey sporcu tanımlamada önemli bir parametre olarak kullanılan topa vuruş tekniği, geliştirilmesi öncelikli olan bir beceridir. Bir motor beceri olan futbolda topa vuruş tekniği, kinetik ve kinematik değerlendirmelerle tespit edilip sayısallaştırılarak somutlaştırılabilir. Bir motor becerinin kinetik yolla değerlendirilmesi; objelerin hareketine neden olan kuvvetlerin ve kaslarda oluşan elektriksel aktivitelerin incelenmesini, motor becerilerin kinematik yolla değerlendirilmesi ise; objelerin hareketlerinin kat edilen yol, geçen süre, ivme ve hızlanma, hareketin yönü ve şekli açısından incelenmesinden oluşmaktadır (İnal, 2004). Bu bağlamda, kinetik ve kinematik değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler, bireysel ya da takım sporlarında beceri gerektiren teknik hareketlerin doğru olup olmadığının tespit edilmesi ve doğru olmayan tekniğin düzeltilmesinde yol gösterici olmaktadır. Bir motor becerinin kinematik yolla incelenmesi yüksek hızlı kameraları içeren görüntü analiz sistemleri ile gerçekleştirilirken, kinetik yolla incelenmesi kuvvet platformu sistemleri ile gerçekleştirilmektedir. Eklemeleri hareket ettiren kaslarda meydana gelen kassal aktivasyonların tespiti ise elektromiyografi sistemleri ile gerçekleştirilmektedir.

Futbolda topa vuruş performansının kinematik ve kinetik açıdan incelendiği sınırlı araştırmalar mevcuttur. Bu araştırmaların büyük çoğunluğu maksimal top hızına ulaşılan üst vuruş tekniği üzerinde yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda üst vuruş tekniği beş faza ayrılarak incelenmiştir: (1) Hazırlık fazı (H); vuruş bacağı topunun yere konması ve ayak parmak ucunun yerden ayrılması (2) geriye savurma fazı (GS); vuruş bacağı ayak parmak ucunun yerden ayrılması ve maksimum kalça ekstansiyonu (3) uyluk ileri aktarım fazı (UİA); maksimum kalça ekstansiyonu ve maksimum diz fleksiyonu (4) ileri savurma fazı (İS); maksimum diz fleksiyonu ve topla temas (TT) anı (5) tamamlama fazı (T); topla temas anı ve maksimum kalça fleksiyonu (Brophy ve ark., 2007; Cerrah ve ark., 2011). Topa vuruş sırasında kalça, diz ve ayak bileğinde meydana gelen hareketler çoğunlukla *sagittal* ve *transvers* düzlemde gerçekleşmektedir. Buna ek olarak ayak bileğinde *frontal* rotasyon vuruş çeşidi farklılığına göre oluşmaktadır (Lees ve Nolan, 2002).

Yapılan kinematik araştırmalar sonucu, topa vuruş hareketi sırasında bacak fonksiyonları açık kinetik zincir şeklinde olduğu belirtilmiştir (Kellis ve Katis, 2007). Topa vuruş anında bu mekanizma “bacağın topa karşı uyguladığı direnç topun bacağa uyguladığından daha fazla olduğundan top hareket etmekte ve bacak vuruş mekaniğini tamamlayabilmektedir” şeklinde gerçekleşmektedir. Bu açıdan bakıldığında, topa vuruş hareket modeli genellikle proksimalden distale doğru oluşan segmental diziler olarak kabul edilir. Bu durumda topa vuruş tekniğinde bacağı geriye savurma fazında proksimal segment (uyluk) hareketi başlatır, distal segmentler (alt bacak, ayak) harekete daha sonra katılır, ileri savurma fazında bunu takiben proksimal segment de yavaşlama oluşur ve topa vuruş anından hemen önce distal segmentler hızlanır (Lees, 2003; Lees ve Nolan, 1998). İleri savurma fazında distal segmentler de ortaya çıkan bu hızlanmanın top hızıyla pozitif anlamlı bir ilişkisi olduğu ortaya konulmuştur (Asai ve ark., 2002; Barfield, 1995; Bollens ve ark., 1987; Brophy ve ark., 2007; De Proft ve ark., 1988; Dorge ve ark., 1999; Kellis ve ark., 2004; Kellis ve Katis, 2010; Mc Crudden ve Reilly, 1993; McDonald, 2002; Nunome ve ark., 2002; Orchard ve ark., 2002; Rodano ve Tavana, 1993).

Literatürde bulunan sınırlı sayıdaki elektromiyografi çalışmalarında (Brophy ve ark., 2007; Cerrah ve ark., 2011; Dorge ve ark., 1999; Scurr ve ark., 2011) bu segmentlere bağlı kas veya kas gruplarından bazılarının eklem çevresinde zıt yönlerde (antagonistler) hareket sergiledikleri belirlenmiştir (Cerrah ve ark., 2011; Dorge ve ark., 1999). Antagonist kas gruplarının aynı anda çalışma oranı ne kadar fazla ise eklem çevresinde üretilen hareket o kadar az olmakta ve bu durum segmental hareketin daha gcsüz olmasıyla sonuçlanmaktadır (Kellis ve Katis, 2007). Bollens ve ark., (1987) ve De Proft ve ark., (1988) bu durumu “futbol paradoksu” olarak adlandırmıştır. Diğer bir deyişle, hem agonist (hareketi gerçekleştiren) hem de antagonist kaslar aynı anda kasılırlarsa eklem çevresinde birbirine zıt çalışan kuvvetler üretilir. Bu durum, sakatlık nleme amaçlı eklem stabilizasyonunu sağlayabilir. Ancak ortaya çıkarılan hareketin etkisinin azalmasına sebebiyet verir. Bu nedenle topa vuruş performansı sırasında geriye savurma, ileri savurma ve tamamlama fazı sırasında, agonist ve antagonist kasları arasındaki uygun koordinasyon topa vuruş kalitesini direk etkilemektedir. Özellikle topla temas öncesi distal uzuvların maksimal hıza ulaşması kaslar arası koordinasyonun bir sonucudur. Cerrah ve ark., (2011) yapmış olduğu çalışmada st düzey futbolcuların kassal (kas içi, kaslar arası) koordinasyonlarının amatör futbolculara göre daha iyi olduğu ve mevcut kassal kuvvetlerini daha verimli kullandıklarını ortaya koymuşlardır. Bu şekilde duran topa karşı gerçekleştirilen st vuruş sırasında profesyonel sporcuların amatör sporculara oranla daha yüksek top hızına ulaştıkları grlmştir (Cerrah ve ark., 2011).

Bu zamana kadar topa vuruş tekniğinin (motor beceri) araştırıldığı kinetik ve kinematik araştırmalarda bahsedilen st düzey tekniğe sahip olabilmenin temelinde kk yaşlarda gerçekleştirilen uygun teknik öğretiminin olduğu bilinmektedir. İnsanoğlunun yaptığı hareketlerin büyük çoğunluğunda olduğu gibi herhangi bir motor beceri bilinçli olarak öğrenildikten sonra bu bilgiler beyin bazal gangliyonu bölümünde otomatikleşmektedir (ğrenilmiş refleks). (Groenewegen, 2003). Bu yüzden yanlış yönde otomatikleşmiş bir vuruş tekniğinin düzeltilmesi oldukça güçtür. Genç yaşlarda yani motor becerinin yeni

öğrenildiği süreçte alınan önlemler bu problemi ortadan kaldıracaktır. Barfield, (1998)'de vuruş tekniğinin 4 ile 6 yaş civarında öğrenilmeye başladığını belirtmiştir. Ancak futbolcu fiziksel olgunluk düzeyine gelene kadar topa vuruş performansındaki gelişimin yaşa göre nasıl değiştiğine dair ayrıntılı bilgiye rastlanılmamıştır.

Literatürde yaşın, futbolda vuruş tekniğine ve biyomekaniğine etkisi ile ilgili araştırma oldukça sınırlıdır. Sınırlı sayıda yapılan araştırmalarda yaş arttıkça ortaya çıkan maksimum top hızı ve diz açısal hızı değerlerinin de arttığı rapor edilmiştir (Capranica ve ark., 1992; Luhtanen, 1988). Yaşla beraber artan bu top hızı değerlerinin kas kütledeki ve teknik becerideki artış olarak yorumlanmaktadır. Topa vuruş süresince maksimum diz açısal hızı 4-6 yaş grubunda $1014^{\circ}.sn^{-1}$ iken (Capranica ve ark., 1992) 14 yaş grubu için $1204^{\circ}.sn^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Rodano ve Tavana, 1993). Topa vuruş performansındaki bu gelişim, yaşla beraber artan fiziksel gelişim sonucunu yoksa teknik beceri düzeyinden mi kaynaklandığı henüz araştırılmamıştır.

Bu literatür bilgisi ışığında, futbolda üst vuruş tekniği 3 boyutlu Görüntü Analiz Yöntemi (görüntü işleme yöntemleri), kablosuz elektromiyografi (EMG) ve kuvvet platformu sistemleri eş zamanlı bir şekilde kullanılarak, farklı yaş gruplarının topa vuruş tekniğinin kinetik ve kinematik yollarla değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın Amacı

Bu araştırmanın temel aldığı amaçlar şunlardır:

1. 12-17 yaş arası futbolcularda 3 farklı yaş grubu (12-13, 14-15, 16-17) arasında duran topa karşı gerçekleştirilen üst vuruş tekniği sırasında oluşan top hızı, bacak kütle değerleri ve izokinetik kuvvet değerleri açısından farklılıkları ortaya koymaktır.
2. 12-17 yaş arası futbolcularda 3 farklı yaş grubu (12-13, 14-15, 16-17) arasında duran topa karşı gerçekleştirilen üst vuruş tekniği sırasında vuruş ve destek bacağına meydana gelen kinetik ve kinematik farklılıkları ortaya koymaktır.

Problem

Çocuk ve gençlerde futbolda topa vuruş performansı gibi teknik beceri gerektiren uygulamaları geliştirebilmek için becerinin ayrıntılı analizi ve bireyin biyolojik olarak büyüme ve olgunlaşma özellikleri düşünülmesi gereken en önemli konudur. Çocuk ve genç büyüdükçe ve geliştikçe futbol performansı artacağı gibi, bu dönemde yapılan antrenmanın büyüme ve gelişme üzerine etkileri de olacaktır.

Bedensel büyüme ile beraber doku kitlesindeki artışlar, vücut boyutlarında ve orantılarında ciddi değişikliklere neden olur. Büyüyen organizma fizyolojik değişim ile birlikte, hareket mekaniğinde de değişikliklere neden olabilir buda teknik becerileri doğrudan etkiler. 12 yaş ve sonrası çocuklarda motor gelişim hızlı bir değişim göstermeye başlar ve 17-18 yaşına kadar hızlı bir şekilde devam eder bu yaştan sonra ise yavaşlar. Bu bağlamda, fiziksel ve teknik beceri gelişimi aşamasında olan 12-17 yaş arası futbolcuların teknik bir beceri olan üst vuruş tekniğini etkileyen kinetik, kinematik, kuvvet ve fiziksel gelişim parametreleri yaşa göre farklı olabilir. Söz konusu olan bu farklılıklar, 12- 17 yaş arası eğitim

grubu futbolcuların antrenman içeriğinin planlanması ve uygulanması aşamasında ortaya çıkabilecek farklılıkların dikkate alınmasını gerektirebilir.

Futbolda yaşla beraber topa vuruş hızı, kuvvet artışı ve vuruş tekniği değişiklik göstermekte midir?

Bu genel probleme bağlı olarak çözümlenmek istenen alt problemler ise şunlardır:

1. Üst vuruş tekniği sonrası 3 farklı (12-13, 14-15, 16-17) yaş grubunda oluşan top hızları açısından fark var mıdır?
2. Vuruş bacağına oluşan izokinetik kuvvet ve bacak kütle değerleri üzerinde 3 farklı yaş grubu açısından fark var mıdır?
3. Vuruş ve destek bacağına oluşan kinetik ve kinematik değerler üzerinde 3 farklı yaş grubu açısından fark var mıdır?

Denenceler

1. Üç farklı (12-13, 14-15, 16-17) yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş top hızı değerleri arasında fark yoktur.
2. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı kütle değerleri arasında fark yoktur.
3. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların farklı açısal hızlarda meydana gelen izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
 - 3.1. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
 - 3.2. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların destek bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $60^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
 - 3.3. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
 - 3.4. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların destek bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
4. Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında oluşan kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
 - 4.1. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Tibialis Anterior* (TA) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
 - 4.2. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Medial Gastrocnemius* (GAS) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
 - 4.3. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Vastus Medialis* (VM) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

- 4.4. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına olunan *Vastus Lateralis* (VL) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.5. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Rectus Femoris* (RF) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.6. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Biceps Femoris* (BF) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.7. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Gluteus Medius* (GMED) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.8. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Gluteus Maksimus* (GMAK) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.9. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan *Tibialis Anterior* (desTA) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.10. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan *Medial Gastrocnemious* (desGAS) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.11. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan *Vastus Lateralis* (desVL)kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
- 4.12. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan *Gluteus Maksimus* (desGMAK) kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.
5. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında oluşan kinematik değerleri arasında fark yoktur.
- 5.1. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan kalça açıları arasında fark yoktur.
- 5.2. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan diz açıları arasında fark yoktur.
- 5.3. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan ayak bileği açıları arasında fark yoktur.
- 5.4. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan kalça açısız hızları arasında fark yoktur.
- 5.5. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan diz açısız hızları arasında fark yoktur.
- 5.6. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan bilek açısız hızları arasında fark yoktur.

- 5.7. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı tarafı omuz ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.8. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı kalça ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.9. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı diz ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.10. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı ayak bileği ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.11. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı ayak parmak ucunda oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.12. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı tarafı omuz ekleminde oluşan medio-lateral (z) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.13. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı diz ekleminde oluşan dikey (y) lineer hızları arasında fark yoktur.
- 5.14. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı ayak bileği ekleminde oluşan medio-lateral (z) lineer hızları arasında fark yoktur.
6. Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağına oluşan kinetik değerler arasında fark yoktur.
- 6.1. Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağının antero-posterior (Fy) yönde uyguladığı kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
- 6.2. Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağının medio-lateral (Fx) yönde uyguladığı kuvvet değerleri arasında fark yoktur.
- 6.3. Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağının dikey (Fz) yönde uyguladığı kuvvet değerleri arasında fark yoktur.

Araştırmanın Önemi

Literatürde yaşın futbolda vuruş tekniğine ve biyomekaniğine etkisi ile ilgili araştırma oldukça sınırlıdır. Sınırlı sayıda yapılan araştırmalarda yaşla beraber ortaya çıkan maksimum top hızı ve diz açılma hızı değerlerinin de arttığı rapor edilmiştir. Topa vuruş performansındaki (top hızı) bu gelişimin, yaşla beraber artan fiziksel gelişim sonucunu, yoksa kaslar arası koordinasyon gelişimi sonucu tekniğin daha iyi uygulandığından dolayı kaynaklandığı sorusu hala yanıtlanamamıştır. Bu doktora tezi kapsamında, üç farklı yaş grubundaki futbolcuların topa vuruş teknikleri senkron halde çalışan (1) hareket analizi, (2) elektromiyografi ve (3) kuvvet platformu sistemleri ile analiz edilmiştir. Fiziksel gelişimleri ise bacak kütle ölçümü ve diz eklemi izokinetik kuvvet ölçümü ile tespit edilmiştir. Bu doktora tezi kapsamında elde edilecek veriler sonucunda;

- Futbolcuların teknik gelişimin değerlendirilmesi,
- Gelişiminin takip edilmesi,
- Yetenekli futbolcuların seçilmesi,
- Vuruş tekniğinin geliştirilmesi amaçlı uygun antrenman yöntemlerinin önerilmesi konularında somut bilgilerin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Bu bağlamda, “Futbolda Farklı Yaş Gruplarının Topa Vuruş Tekniğinin Hareket Analiz Yöntemleriyle Kinetik ve Kinematik Açından İncelenmesi” başlıklı çalışmanın bu alanda öncü bir çalışma olacağı, ulusal ve uluslararası literatürdeki boşluğu doldurmak açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Varsayımları

1. Tüm deneklerin ölçümler öncesi açıklanan gerekli tüm kuralları ve ölçüm yöntemlerini anladıkları varsayılmıştır.
2. Tüm deneklerin ölçümler sırasında maksimal performans sergilediği varsayılmıştır.
3. Topa vuruş performansı için hazırlanan platform ve suni çimin denekler için doğal ortamı yansıttığı varsayılmıştır.
4. Denekleri üzerine monte edilen elektrot ve yansıtıcı işaretlerin, vuruş tekniğini etkilemediği varsayılmıştır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu araştırma 2012–2013 sezonunda Eskişehirspor altyapısında 12-17 yaş aralığında bulunan amatör olarak futbol oynayan erkek futbolcularla sınırlıdır.
2. Bu araştırma futbolda duran topa karşı gerçekleştirilen üst vuruş tekniği ile sınırlıdır.
3. Bu araştırmada 12-13 yaş grubu için 4 numara, 14-15 ve 16-17 yaş grubu için 5 numara top kullanılmıştır.
4. Bu araştırma hedefe karşı yapılan 3 isabetli vuruş ile sınırlıdır.
5. Bu araştırmadaki izokinetik testler 60 ve $180^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ’den oluşan 2 farklı açısal hız ile sınırlıdır.
6. Bu araştırmadaki izokinetik testler konsantrik-konsantrik 5 tekrardan elde edilen zirve değerler ile sınırlıdır.
7. Bu araştırma vuruş bacağı GMAK, GMED, RF, VL, VM, BF, GAS, TA kasları ile destek bacağı desGMAK, desVL, desGAS, desTA kasları kassal aktivasyon ölçümleri ile sınırlıdır.
8. Bu araştırma vuruş bacağı kalça, diz ve ayak bileği açısı ve açısal hızları ile omuz, kalça, diz, ayak bileği ve parmak lineer hızları ile sınırlıdır.
9. Bu araştırma destek bacağı anterior-posterior, medio-lateral ve dikey ekseninde oluşan yer reaksiyon kuvveti ölçümleri ile sınırlıdır.

KAYNAK BİLGİSİ

Çocuk ve Gençlerin Gelişim Süreçleri

Gelişim, organizmada iç ve dış etkenler sonucu, birbirine bağlı ve düzenli biçimde ortaya çıkan, ilerleyici bir dizi niteliksel değişiklikler olarak tanımlanır (Muratlı, 1997; Bozkurt, 2009). Büyüme, bedenın boy ve ağırlık yönünden artışı, organların belli bir düzeye gelinceye kadar geçirdikleri biçim, hacim, ağırlıkla ilgili değişimler olarak tanımlanmaktadır (Ulusoy,2003). Bu nedenle “Büyüme” ile “Gelişme” birbirlerinden farklı kavramlardır. Gelişim, büyüme, olgunlaşma, öğrenme ve yaşantı sonucu kişide gözlenebilir nitelik ve nicelik boyutundaki değişiklikleri içerir (Ulusoy,2003) ve “büyümenin” yanı sıra, “olgunlaşma”, “hazır bulunuşluk” ve “öğrenme” kavramlarını da sınırları içerisinde alır (Muratlı, 1997).

Bu kavramları tanımlarsak;

1. Büyüme: Niceliksel bir kavramdır ve bendende oluşan boy uzaması ve ağırlık artışı, kemiklerin gelişimi, dişlerin çıkması ve değişmesi, kas, beyin ve tüm sistemlerdeki değişikliklerle ifade edilir (Bozkurt, 2009; http-1).

2. Olgunlaşma: Kalıtım ve Çevre koşulları arasında etkileşim sonucu bireyin belirli olgunluk düzeyine ulaşmasını sağlayan biyolojik değişimdir. Olgunlaşma, büyümeyle birlikte oluşur. Olgunlaşmanın olması için öğrenmeye gereksinim yoktur (Muratlı, 1997; Ulusoy,2003; Bozkurt, 2009).

3. Hazır Bulunuşluk: Bireyin bir işi yapabilmesi için gereken olgunlaşmaya erişmenin gerekliliği yanında bu iş için gerekli ön bilgi, beceri ve tutumu da kazanmış olması demektir (Muratlı, 1997).

4.Öğrenme: Bireyin çevreyle etkileşimi ya da yaşantıları sonucunda edinmiş olduğu nispeten kalıcı davranış değişiklikleri olarak tanımlanan öğrenme; bireyin bilişsel, sosyal, duygusal gelişimi için olmazsa olmaz niteliğinde bir ön koşuldur (Gürhan 2011).

Çocuklarda gelişim özellikleri 3 farklı alan altında incelenir (a) Bilişsel alan; zihinsel gelişim, (b) Psikomotor alan; fiziksel ve motor gelişim, (c) Duyuşsal alan; sosyal ve duygusal gelişim. Tüm gelişim süreçleri, dinamikdir, çevre ve genetik özelliklerden etkilenir, giderek artan bir özelleşme gösterir, bütünden parçaya doğrudur, dengeli ve düzenli bir süreçtir (Gürhan 2011). Ancak bireysel farklılıklardan dolayı gelişim ivmesi, dönemden döneme farklılık göstermektedir. Bazı çocuklarda hızlı bazılarında yavaş gelişim olabilir (Nurçin Saka ve Olcay, 2005). Bu sürecin aşamaları bireysel farklılıklardan ve spesifik özelliklerden etkilendiği için gelişim dönemleri birbirinden bağımsız düşünülemez. Ancak bilimsel araştırmalar sonucu ortaya bir takım sınıflamalar koyulmuştur (Bozkurt, 2009; Muratlı, 1997)

Bu tez çalışması kapsamında 12-17 yaş arası erkek futbolcuların bacak kuvveti ve kütle değerleri ile üst vuruş teknik gelişimi (kinetik-kinematik) açısından farklılıkları ortaya koymak amaçlanmıştır.

Gelişim aşamaları ve fiziksel ve motor gelişim süreci

Fiziksel gelişim, yumurtanın döllenmesi ile başlar, ergenlik çağına kadar boy ve kilo artışı olarak devam eder. Ergenlik çağından sonra ise bu gelişimin seyri değişir ve bir durağanlık yaşanmaya başlanır. Ancak insandaki fiziksel değişim yaşam boyu devam eder. **Çizelge 1**'de görüldüğü gibi her bir gelişim dönemi birbirinden farklı özellik taşımasına rağmen net sınırlarla birbirinden ayırmak çok güçtür. Çünkü her bireyin gelişim hızları birbirinden farklılık gösterir. Örneğin ergenlik terimi ilk kez 1904 yılında kullanılmış ancak kesin tanımı tam olarak yapılmamıştır. Bu evrenin genellikle 12 yaşında başlayıp 22 yaşında bittiği kabul edilmiştir (Kurdak SS., 1996). Bireyin gelişiminde çevre ve kalıtımın etkisi olduğundan dolayı farklı popülasyonlarda bu gelişim dönemlemeleri farklılık gösterebilir (Nurçin Saka ve Olcay, 2005).

Çizelge 1. Erkek Çocuk Gelişim Dönemlemesi

1	Süt Çocukluğu Çağı	0-1 yaşları arası
2	Küçük Çocukluk Çağı	1-3 yaşları arası
3	Okul Öncesi Çağı	3-6/7 yaşları arası
4	1. Okul Çağı	6/7-10 yaşları arası
5	2. Okul Çağı	10yaş -Puberte dönemi başlangıcına kadar
6	Ergenlik (Puberte) Dönemi	12-13 (Geç gelişenlerde 14/15) yaşları
7	Gençlik (Adolesan) Dönemi	14/15 ile 18/19 yaşları arası
8	Yetişkinlik Dönemi	18/19 yaşlarından itibaren

Puberte ve Adolesan kavramları çoğu zaman çocukluktan yetişkinliğe geçiş anlamında eş anlamlı kullanılmaktadır. Ancak aralarında anlam farklılığı söz konusudur. Puberte periyodu, bireyin cinsel üretkenliğe başladığı zaman ile sekonder seks karakterlerinin oluşması ve boyda atılımın başladığı andır. Adolesan periyodu ise, çocukluk ve yetişkinlik arasında sadece üreme ile ilgili olgunlaşma değil aynı zamanda bilişsel, duygusal ve sosyal yönden olgunlaşmasını içerir (Sisk ve Zehr, 2005)

Bu farklılıktan dolayı özellikle ergenlik döneminin başladıktan sonraki gelişim dönemlemesi üç ana başlık altında ele alınmaktadır. Ancak yaş kategorizasyonu kişiden kişiye, cinsiyete ve yaşadığı bölgenin özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Erken adolesan dönemi (10-13 yaş)

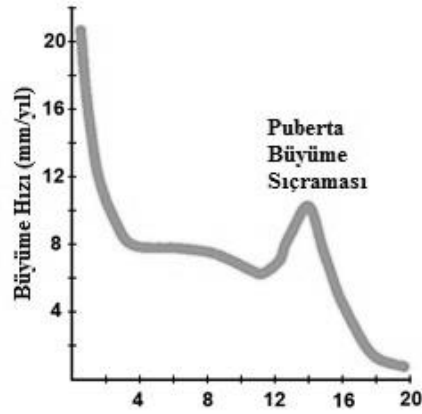
Aslında ergenlik belirtilerinin başlaması ırk, aile ve beslenme durumu gibi parametrelerden etkilendiği için adolesan döneminin başlangıç yaşı da değişebilir (Neinstein, 2008; Nurçin Saka ve Olcay, 2005). 10-13 yaşları ve ortaokul yıllarının belirli bir kısmını kapsayan dönem, erken adolesan olarak kabul edilmektedir (Derman 2008, Fullar 1986; http-2). Türk erkek çocuklarında ergenlik belirtileri ise 12 yaşında başlamaktadır (Neyzi ve Ertuğrul 1989).

Orta adolesan dönemi (14-16 yaş)

Genelde 14-16 yaşları ve lise yıllarına tekabül eden orta adolesanlar da, ergenlik belirtilerinin büyük bir kısmı meydana gelmiştir (http-1).

Puberte dönemindeki erkeklerde boy, kilo, kas kütlelerinde 12-16 yaş arası ani bir artış meydana gelir bu artış 15 yaş civarı zirve yapmaktadır. Erkeklerde özellikle

14-15 yaş civarına tekabül eden ve puberte büyüme sıçraması olarak adlandırılan bu dönemde (**Şekil 1**), sportif becerilerde ani fiziksel gelişime bağlı olarak değişimler gözlenmektedir (Rogol, 2010; Robert ve ark., 2004).



Şekil 1. Puberte Büyüme Hızı

Geç adolesan dönemi (17-21 yaş)

Genelde 17 sonrası 21 yaşa kadar olan süreci kapsar (http-2). 17-18 yaşındaki erkekler erişkin boylarının %99'una ulaşmıştır (Neinstein, 2008). Bu dönem aslında 18 yaşında başlar ve kimlik duygusunun bütünleşmesiyle sona erer. Erkeklerde genellikle 22 yaş civarında büyüme son bulmaktadır (Derman, 2008).

Futbolda yaş gruplarının genel özellikleri

Yetişkin çağlarda başarılı olarak futbol sporunu gerçekleştirmek için çocukluk yaşlarından itibaren belirli öğrenim devrelerini verimli bir şekilde yaşamış olmak gerekir. Uzun kapsamlı bir çalışma ve öğrenim sürecini içeren bu öğrenim devreleri ise çocuğun belirli büyüme ve gelişme dönemlerinde gösterdiği karakteristik özelliklere göre belirlenmelidir.

Her gelişim döneminde insanın kendine özgü hareket özellikleri vardır. Çeşitli yaşlarda verilmesi gereken eğitim ve öğretim amaçlarında bu hareket özelliklerine göre saptanması, planlanması gerekir (Günay ve Yüce,1996). Teknik yeterlilikler için altın öğrenme dönemi olarak belirtilen 10-12 yaş grubunda, ileride öğrenilmesi zor olan tüm koordinatif yetenekler ve futbolda başarıyı belirleyici en önemli etmen olan teknik (örn; üst vuruş tekniği), kolayca öğrenilip algılanabilir (Bozkurt, 2009, Günay ve Yüce, 1996). Teknik konusundaki gecikme ve eksikliğin ileriki yaşlarda öğrenilmesi ve bu kaybın telafisini çok güç kılmaktadır (Günay ve Yüce,1996).

Gelişim dönemi yaş grupları şunlardır;

6-10 yaşına kadar olan dönem

Çok yönlü psiko-motor temel eğitim, hareket ve deneyimlerin kazanılması bu dönemde gerçekleşir. Futbol tekniklerine yatkınlık bu dönemde geliştirilmeye başlanabilir (Günay ve Yüce,1996).

Fiziksel gelişim özellikleri: Bu dönemde her yıl boyda ortalama 5-7,5cm, vücut ağırlığında ise 1,5-3 kilo artış görülebilmektedir. Fiziki yapıdaki

değişiklik ilk olarak bacak ve kollarının çok hızlı büyümesiyle ortaya çıkmaktadır. Kas yapısı daha kalıcı ve güçlü hale gelerek, vücut şekli belirginleşir (Özmen, 1991). Büyük kas grupları küçük kas gruplarına oranla daha hızlı gelişim gösterir (Acar, 2000). Tutma, atma, tekmeleme, sektirme gibi el-göz, göz-ayak koordinasyonu gerektiren hareketlerin öğrenilmesi yavaştır (Tutkun,2007).

Motor gelişim özellikleri: Çocuk, yerde sürünmek, yürümek, yükselmek, tırmanmak, koşmak, atmak, sıçramak, gibi temel hareket şekillerini istediği gibi kullanır (Özmen, 1991). Koordinasyonda gelişme vardır. Motor gelişim henüz tamamlanmamış ve el-göz ile daha zor olan ayak-göz koordinasyonu zayıf kalmışsa uzaklığı ayarlamakta zorlanırlar ve hareketleri acemidir (Acar, 2000).

Teknik gelişim özellikleri: Bu dönem çocukların oyun dönemi olduğu için futbol tekniği basit oyun formlarında çocuklara öğretilir (Tutkun,2007). Bu dönemde çocuklar topa vuruş eylemini en kaba şekilde gerçekleştirebilir, bacak savurma ve topla teması sağlayabilir (Ward ve Lewin, 2002). Ancak, ayaküstü vuruş tekniği kullanılırken ayak burnunun yere vurulması korkusundan dolayı ayak bileğinin iyi kullanılamaması tekniğin istenilen düzeyde gelişmesini olumsuz etkiler. Uzağa yapılacak olan vuruşlarda bacak kuvvetinin yetersiz kalacağı, topun kısa düşerek rakibe kaptırılacağı korkusuyla uzun mesafeli atışlar için ayakucunun kullanılmasına yönelirler buda tekniği olumsuz etkiler (Tutkun,2007).

10-13 yaşına kadar olan dönem

Futbola ait özelleşme başlar. Futbol teknikleri öğrenilir ve teknik yeteneklerin geliştirilmesi için özel çalışmalar yapılabilir (Günay ve Yüce,1996).

Fiziksel gelişim özellikleri: Gelişmekte olan kemikler esnek ve yumuşaktır. Buna göre bükülme yetişkinlere göre daha fazla olup iskelet yüklenebilirliği çok zayıftır (Özmen, 1991). Bu devrede enine ve boyuna gelişmede bir dengelenme söz konusudur. Kassal gelişim, kemik gelişiminin gerisindedir. Koordinasyon gelişmeye devam etmektedir. Temel hareket teknikleri otomatik hale gelmiş ve reaksiyon zamanı da iyi gelişmiştir (Acar, 2000). Enine büyümedeki gecikme telafi edilerek, kilo alımı artar. Yıllık boy artışı 5-5.5 cm'dir. Toplam beden ağırlığının %21-29'unu yağ doku oluşturur. Bu dönemin sonunda beyin erişkin büyüklüğüne ulaşır. Bedeni orantılı ve dengeli olduğundan kas yapısı iyi gelişmiş olup, kuvveti ve ağırlığı uyum içindedir (Tutkun,2007; Özmen, 1991).

Motor gelişim özellikleri: Motor öğrenme yeteneğinin yüksek seviyede olması öğrenmenin bu dönemde daha kolay olmasını sağlamaktadır. Hareketler, gösterme, açıklama ve düzeltmelerle anlık olarak taklit edilebilir (Özmen, 1991). Algısal yetenekleri keskinleşir, karmaşık becerileri başarabilirler. Bu döneme öğrenmenin altın çağı da denilebilir (Acar, 2000).

Teknik gelişim özellikleri: Bu dönemde koordinasyonundaki artış teknik gelişimini kolaylaştırır. Taklit yeteneği gelişmiştir buda zor ve karmaşık tekniklerin denenmesine olanak sağlamaktadır. Bu yaş gruplarında teknik çalışmalar salt olmak yerine oyuna dönük olmalıdır. Örneğin vuruş becerileri soyut olarak, tek bir beceri olarak değil takım arkadaşlarıyla

paslaşma, kaleye yönelik şut çalışmaları şeklinde yapılmalıdır (Acar, 2000; Tutkun, 2007; Özmen, 1991).

13-16 yaşına kadar olan dönem

Futbol tekniklerinin tamamen oturtulup otomize hale gelmesi sağlanır (Günay ve Yüce,1996).

Fiziksel gelişim özellikleri: Bu dönemde vücut gelişimi hızlı ve orantısızdır. Kassal gelişimin boy uzamamasıyla orantısız olması zaman zaman koordinasyonda yetersizliklere neden olur. Göğüs kafesinde ve kaslar da gelişim görülür. Motorsal beceri öğrenimi bu dönemde de artarak devam eder. En hareketli olunan dönemdir. (Tutkun,2007; Acar, 2000; Özmen, 1991)

Motor gelişim özellikleri: Belirgin morfolojik değişimler nedeniyle koordinasyon bozulmuştur. Buda hareket performansı açısından olumsuzdur. Beceri antrenmanlarında elde edilen başarı önceki dönemlere göre daha düşüktür (Tutkun,2007). Gittikçe hızlanan büyüme ve olgunlaşma nedeniyle güçte bir azalma gözlemlenir. Enine büyümeye destekleyici olarak kuvvet antrenmanları yapılmaya başlanır (Acar, 2000; Tutkun,2007; Özmen, 1991).

Teknik gelişim özellikleri: Müsabaka esnasında kullanılan tüm teknik elemanlar hatasız olarak gösterilebilir (Tutkun,2007). Amaçlı antrenman formları ile son teknik eksiklikler tamamlanır. Hatta gençlerden hareketlere kendi yaratıcılıklarını eklemeleri fantezi tipte ve orijinal hareketleri de denemeleri istenebilir (Acar, 2000; Özmen, 1991). Teknik hareket uygulamalarında çabukluk ve kuvvetin de devreye sokulması bu dönem futbolcularından beklenir. Konuşma, video ve hareket analizleri ile teknik tanımların bilinçlendirilmesi gerekir (Tutkun,2007). Bu yaş grubunda geç kalınmadan dışsal odaklanma yöntemi ile vuruş tekniklerinin eğitimi verilmeli ve kalıcılık sağlanmalıdır (Wulf ve ark., 1998; Wu ve ark. 2012).

16 yaş ve sonrası olan dönem

Büyümenin yavaşlamasıyla birlikte dolaşım ve kas sistemi yetişkinlerde olduğu gibi antrene edilebilir. Özel teknik ve taktik antrenmanlar yoğunlaşır (Günay ve Yüce,1996).

Fiziksel gelişim özellikleri: Bu dönemde fiziksel gelişim oldukça yavaşlamıştır. 22 yaş civarında boy uzaması neredeyse sonlanır. Buna paralel olarak da kas yapısı antrene edildiği takdirde gelişim göstermeye devam eder. Tüm kondisyonel yetilerde bireye uygun yüklenmeler yapılabilir (Derman, 2008).

Motor gelişim özellikleri: İnce ve kaba motor becerileri gerçekleştirme kapasitesi en üst seviyeye çıktığı dönemdir. Karmaşık ve müsabakaya özgü becerileri gerçekleştirebilecek kapasiteye ulaşmıştır (Acar, 2000).

Teknik gelişim özellikleri: Teknik gelişim antrenman yaşı ve tekrarların niteliğine bağlı olarak otomatikleşmeye başlamıştır. Bu yaş grubunda tüm teknik parametrelerin yerleştirilmiş olması gerekir (Tutkun,2007).

Kronolojik yaş gelişimine bağlı kuvvet gelişimi

Puberte süresince ve sonrasında kassal, nöral, hormonal ve biyomekaniksel faktörlere bağlı olarak fiziksel performansta ani bir artış meydana gelmektedir (Beunen ve Malina; 1988). Çocuklarda meydana gelen kas kuvveti özellikle yaş, vücut ölçüsü ve cinsiyet gelişimine bağlı olarak değişim gösterir (De Ste Croix, 2007; Beunen ve Malina; 1988). Kuvvetin vücut ölçüsü ve kas kütlesi ile olan ilişkisi 0.30 ve 0.60 olarak rapor edilmiştir. Bu ilişkinin en yüksek bulunduğu yaş grubunun ise puberte büyüme sıçraması dönemine denk gelen 13-15 yaş arasında meydana geldiği belirtilmiştir (Malina ve Bouchard, 1991). 12-18 yaş arasında kronolojik olarak oluşturulan ve iskelet yapısı homojen erkek yaş grupları arasında kuvvet ve vücut kütlesi arasındaki korelasyonda 0.44 ve 0.54 olarak rapor edilmiştir. Bu ilişkinin diğer vücut ölçülerine oranla daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Beunen 1997). Kasların ürettiği kuvvet genellikle kas yüzey alanı oranı ve kas içi koordinasyona bağlıdır. Kas kuvveti genellikle, kasın ürettiği kuvvet ve kuvvet kolunun (kuvvet hareketinin eklem dönme merkezine olan dik uzaklık) son ürünü olarak ortaya çıkar ($Tork=kuvvet \times kuvvet \text{ kolu}$). Genellikle kas kuvveti, izometrik, izotonik veya izokinetik formda değerlendirilir. Beunen ve Thomis (2000) erkeklerde kronolojik yaş gelişiminin farklı kuvvet çeşitleri arasındaki korelasyonu özetlemişlerdir (**Çizelge 2**). Özellikle patlayıcı kuvvet puberte büyüme sıçraması dönemine denk gelen 14-15 yaş civarında oluşmuştur. Son 30 yılda izokinetik kas kuvveti değerlendirmeleri daha çok kullanılmaktadır. Çocuklardaki kas kuvveti gelişimleri de tork çıktısı ve hareket eden eklem açısının hızı arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bazı araştırmalar, izokinetik kuvvetin kronolojik yaşla beraber özellikle 10-15 yaş arasında arttığını belirtmişlerdir (Beunen ve Malina, 1988; Ruff, 2003).

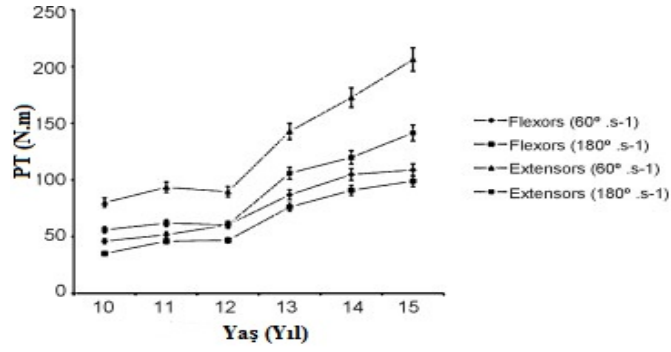
Çizelge 2. Kronolojik Yaş Gelişimi İle Bazı Kuvvet Değerleri Arasındaki Korelasyon

Faktör	Test	Yaş (yıl)				
		11	12	13	14	15
Statik Kuvvet	Bükülü kolda asılı kalma	.43	.55	.65	.63	.51
Patlayıcı kuvvet	Durarak uzun atlama	a.d.	a.d.	.39	.40	a.d.
	Dikey sıçrama	a.d.	.20	.32	.38	.32
Kassal Dayanıklılık	Bükülü kolda sıçrama	-.19	-.14	a.d.	a.d.	a.d.
	Bacak kaldırma	-.15	-.12	.04	.13	.19

p<0.05; ad=anlamli değil

Kellis ve ark., (2000), ortaya çıkan bu farklılaşmanın boy, kilo ve vücut kütle indeksi arasındaki ilişkiden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Araştırma sonucuna göre yüksek korelasyon daha çok konsantrik kas kasılmasında görülürken eksantrik kas kasılmasında görülmemiştir.

Degache ve ark.,(2010) 10-15 yaş arası futbolcularda yapmış olduğu çalışmada kronolojik yaş gelişimine bağlı olarak izokinetik kuvvet artışını eksantrik ve konsantrik olarak ortaya koymuşlardır (**Şekil 2**). Araştırma sonuçlarına göre, $60^{\circ}.sn^{-1}$ ve $180^{\circ}.sn^{-1}$ açılma hızlarında hem ekstansör hem de fleksörlerde ani kuvvet artışı 12-13 yaş civarında görülmüştür. Ancak $60^{\circ}.sn^{-1}$ ekstansör kuvvetinin artış ivmesi diğerlerine göre 15 yaşına kadar daha fazla seyretmiştir.



Şekil 2. Kronolojik Yaş Gelişimine Gore İzokinetik Zirve Tork Değerlerinin Değişimi

Beceri Kavramı ve Motor Beceri Öğrenme Süreci

Sporda başarıya ulaşmanın temeli hareketlerin en iyi şekilde öğrenilmesinden geçmektedir. Olması gerektiği gibi öğrenilen hareketlerde başarılı teknik uygulamaların gerçekleştirilmesinin temelini oluşturmaktadır. Hareketlerin öğrenilmesi süreci, basit ve temel hareketlerin kavranmasıyla başlamaktadır. Hareketlerin tekrarı ve pekiştirilmeleri süreçleriyle öğrenilen hareketlerdeki aktarmalar, spor dalına özgü olarak gelişebilmektedir. Yeni hareket öğrenimleri tüm yaşam boyunca sürer, bu nedenle hareket öğreniminin sonu yoktur.

Özellikle branşa özgü tekniklerin öğrenilme süreci küçük yaş gruplarında kaliteli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Öğrenilen tekniğin tamlığı, dinamiği, akışı, ritmi, uyumu, aktarılışı ve elastikiyeti, estetik ve ekonomikliği tekniğin kalitesini ortaya koyar (Sayın 2011).

Bu araştırma kapsamında incelenen topa vuruş tekniğinde olduğu gibi bir çok sportif uygulamalarda amaç minimum enerji sarf edilerek, belli bir hedefin optimum hızda isabet ettirilmesidir (Mc Moris, 2004). Hareketlerdeki isabet, koordinatif yeteneklerle ilgili olduğu gibi hareketlerin kapsamı ve temposu ile de ilgilidir. Ayrıca, hareketlerin öngörülen teknikte, tempo ve kuvvet kullanımı, akışı, kapsamı, iletimi, ritmi ve formu gibi niteliksel öğelerin yanı sıra, uzunluk, zaman, hız, ivme, kütle, açısız özellikler gibi nicel öğeleri de hareketin tamlılığını içeren özelliklerdir (Sayın 2011).

Spor bilimlerinde özellikle ortaya konan hareketin tanımlanmasında teknik, beceri ve yetenek kavramları birbiri ile eş anlamlı kullanılmaktadır. Ancak, bu üç terim birbirinden farklılık göstermektedir. Beceri, tüm spor dallarında mevcuttur ancak branşa özgü farklılık gösterir. Sporunun, doğru zamanda doğru tekniği, başarılı, düzenli bir şekilde seçmesi ve minimum eforla sergileme yeteneği olarak tanımlanır. Bu nedenle beceri, sonradan kazanılır. Yetenek ise; aileden genetik olarak aktarılır ve beceriye katkıda bulunur (Mc Moris, 2004). Doğuştan kazanılan psikomotor yetenekleri Stallings (1982), kassal güç ve dayanıklılık, esneklik, denge, koordinasyon ve diferansiyel relaksasyon (kasın istenen gerginlikte ayarlanması) olarak tanımlamıştır. Teknik kavramı da genellikle, beceri ile karıştırılır. Beceri, eylemin performansı iken, teknik eylemin nasıl performe edildiğidir. Özellikle eylemin hangi metotla gerçekleştirildiği önemlidir, çünkü etkili teknik amaca ulaşmada başarı olasılığını artırır.

Bu 3 kavram arasındaki bağlantı şu şekilde açıklanabilir: Beceri başarılı bir şekilde gerçekleştirilmek isteniyorsa, güvenilir bir teknik kadar yetenekte gerekmektedir (Beceri=yetenek+teknik) (Williams and Hodges, 2005; Mc Moris, 2004).

Bir sporcunun branşına özgü becerileri öğrenme süreci ise oldukça karmaşık bir süreçtir. Çünkü öğrenme, bireyin alıştırma ve deneyim sonucu motor becerileri uygulama yeterliliğindeki göreceli davranış değişikliğidir. Motor beceri, bir amaca yönelik olarak yapılan ve öğrenilmesi gereken istemli davranış veya görevdir. Başarılı bir motor beceri, sporcunun ortaya koyduğu hareketin kalitesini tanımlar. Ortaya çıkan hareketin kalitesi ise; uygun motor kontrol ile sağlanır. Hareketin nasıl kontrol edildiği, merkezi sinir sisteminin kas ve eklem hareketlerini nasıl organize ettiği hareketin motor kontrolünü içermektedir. Motorik öğrenme süreci oldukça karmaşık bir süreçtir ve bu süreci en iyi şekilde ortaya koyan kişinin teknik kullanım yani teknik becerisi bir o kadar kaliteli olmaktadır. Bu kalitenin derecesi de performansı tanımlar. Performans ise, beceriyi uygulama eylemi olarak tanımlanabilir. Ancak beceriye etki eden birçok parametre olduğu için, performansta sabit bir ivme göstermez ve inişli çıkışlı bir ivme sergiler (Keer, 1982; Schmidt ve Wrisberg, 2004).

Beceri sınıflaması

Kullanılan kas büyüklüğüne göre beceri sınıflaması

Büyük kas kitlesi: Yürüme gibi vücudun büyük kas kitleleri kullanılarak yapılan ve başarılı bir uygulama için kesinliğin çok önemli olmadığı becerilerdir.

Küçük kas kitlesi: Yazı yazmak gibi vücudun küçük kaslarıyla ve el-göz koordinasyonu ile yüksek derecede kesinliğin gerektiği becerilerdir.

Görev organizasyonuna göre beceri sınıflaması

Kesik beceriler: Futbolda topa vuruş hareketi gibi genellikle kısa süreli ve başı ile sonu belli hareketlerdir.

Seri beceriler: Jimnastikte yer hareketleri gibi birçok kesik hareketin bir araya getirilmesi ile oluşan karmaşık hareketler

Devamlı beceri: Yüzme gibi başı ve sonu tam olarak belli olmayan ve dakikalarca devam edebilen hareketlerdir.

Çevrenin tahmin edilebilirlik düzeyine göre beceri sınıflaması

Açık beceri: Tenis oyunu gibi uygulama sırasında çevresel şartlar değişkendir ve tahmin edilemez.

Kapalı beceriler: Ok atışı gibi uygulama sırasında çevresel şartlar sabittir ve tahmin edilebilir. Eylemden önce kişi plan yapar (Keer, 1982; Wrisberg, 2007).

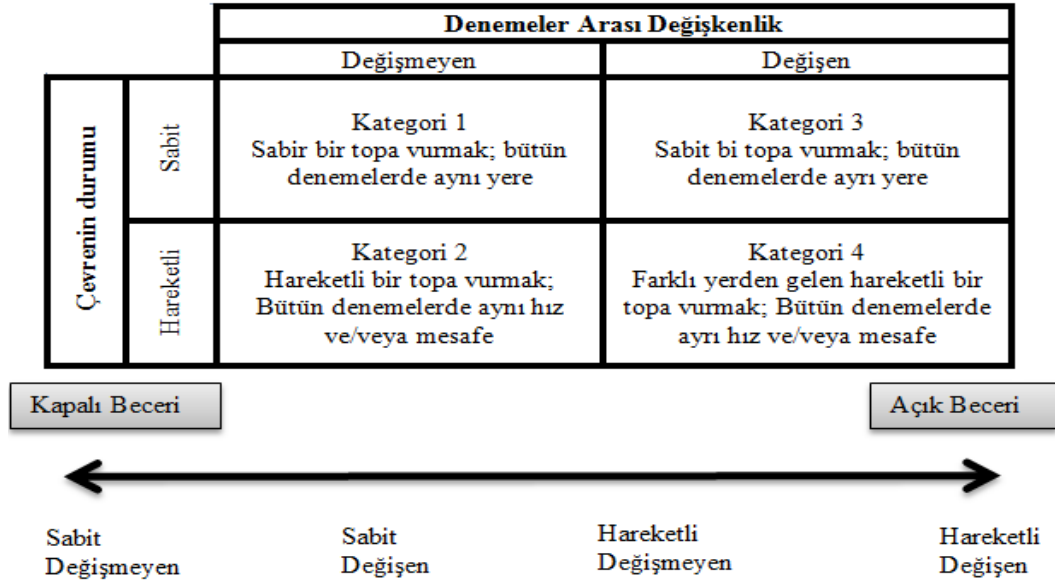
Futbolda beceri sınıflaması

Futbol tekniği; amaca uygun hareket akışı ile bir hedefe yönelik, kurallara uygun oyun davranışı sağlayan, futbola özgü hareket becerilerini yapabilme yeteneğidir. Genel hareket (motorik) özelliklerinin gelişimiyle birlikte futbola özgü becerilerin kazanımı daha etkili gerçekleştirilebilir. Genel anlamda futbol oyunundaki

- Topa yatkınlık- top ile oynama, top sektirme

- Top sürme- dripling
- Top kontrolü,
- Topa vuruşlar top ile yapılan futbol temel becerilerini oluşturur (Bozkurt, 2009).

Bu araştırma kapsamında incelenen üst vuruş becerisi de, sadece bir beceri sınıflamasıyla tanımlamak mümkün değildir. Birden fazla boyutta topa vuruş tekniğini tanımlamak gerekir. Çünkü topa vuruş anında, değişkenler performansı etkilemektedir. **Şekil 3**'de görüldüğü gibi topa vuruş becerisi 2 boyutlu sınıflandırılabilir.



Şekil 3. Futbolda Topa Vuruş Becerisinin 2 Boyutlu Sınıflandırması

Motor beceri öğrenme modeli

Sportif becerilerde ortaya çıkan hareketin kalitesini belirleyen motor kontrol mekanizması ile ilgili birçok teori ortaya atılmıştır. Bu teori ve/veya modellerin büyük bir çoğunluğunun ortak noktası, becerinin gerçekleşmesi için bir girdinin (bilgi) olması ve bu girdinin bir değerlendirme sürecinden geçerek karara bağlanması ve son olarak da çıktının (beceri veya performans) gerçekleşmesidir. Bu modellerde bilgi işleme yaklaşımı ön plandadır. Bilgi çevreden alınan uyarıları tanımlar ve bu uyarılar görme, işitme, dokunma duyularından elde edilir. Futbolda topa vuruş hareketi için en önemli dışsal bilgi görsel bilgi, içsel bilgi ise kinestetik bilgidir. Hakemin düdüğü çalması sonucu kullanılacak duran toplarda ise işitsel bilgiden de yararlanılmaktadır (Schmidt ve Wrisberg, 2004).

Bilgi-işleme yaklaşımı

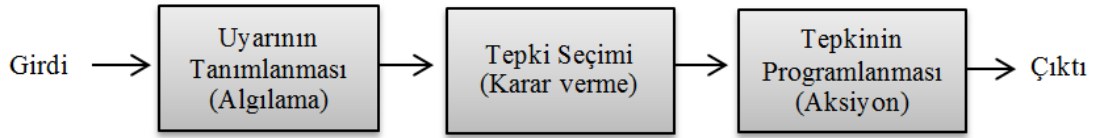
Uyarının Tanımlanması (Basamak 1): Duyu organlarından gelen bilgi bu kısımda algılanır. Farklı duyu organlarından gelen bu bilgiler birbiri ile ilişkilendirilir. Örn; Gelen cismin top mu insan mı olduğu algılanır. Ayrıca, cismin hareketlimi, hızlı mı, hangi yönde hareket ettiği bu basamakta tanımlanır. Buna göre pas mı verilmeli yoksa kaleye şut mu çekilmeli kararı verilecektir.

Tepki seçimi (Basamak 2): Bu aşamada çevreden gelen bilgiler tanımlandıktan sonra uygun cevap belirlenir ve buna uygun hareket seçilir. Pas verilir ya da kaleye şut vurulur.

Tepkinin Programlanması (Basamak 3): Bu basamakta belirlenen hareket, motor sistem aracılığıyla organize edilir. Bu organizasyon, beyin sapı ve omurilik düzeyinde gerçekleştirilir. Hareketin gerçekleştirecek kasların uygun kasılma kuvvet ve zamanlamaları ayarlanarak etkili hareket organizasyonu sağlanır. Motor sistemde gerçekleştirilen bu organizasyon, beyin yapısı ve bilinçaltı düzeyde gerçekleştirilir.

Bu 3 basamak sağlandıktan sonra çıktı yani hareket gerçekleştirilir. Kaleye vurma kararı verildiyse bu süreç motor sistem içerisinde organize edilir ve kaleye vuruş eylemi gerçekleşir. Ancak isabet ve istenen hızda gerçekleşme durumu her zaman olamayabilir. Çünkü bu süreci etkileyen birçok parametre vardır. Bunlardan en önemlileri, duyuşsal bilgi, reaksiyon zamanı, uyarılmışlık dikkat ve kaygı olarak sıralanabilir (Mc Moris, 2004; Schmidt ve Wrisberg, 2004).

Bu temel motor kontrol modelinin yanı sıra, bu tez kapsamında incelenen futbolda üst vuruş becerisini açıklamak için 3 farklı teori açıklanmaya çalışılacaktır. Çünkü futbolda topa vuruş becerisi **Şekil 4**'de görüldüğü gibi uygulamalar arası değişkenlik gösteren ve çevredeki değişimden etkilenen bir beceridir. Topa yaklaşımdan vuruş sonrası hareketin devamına kadar olan tüm topa vuruş aşamaları (fazları) aşağıda bahsedilen teorileri kapsayan bir beceri türüdür.



Şekil 4. Bilgi İşleme Yaklaşım Modeli

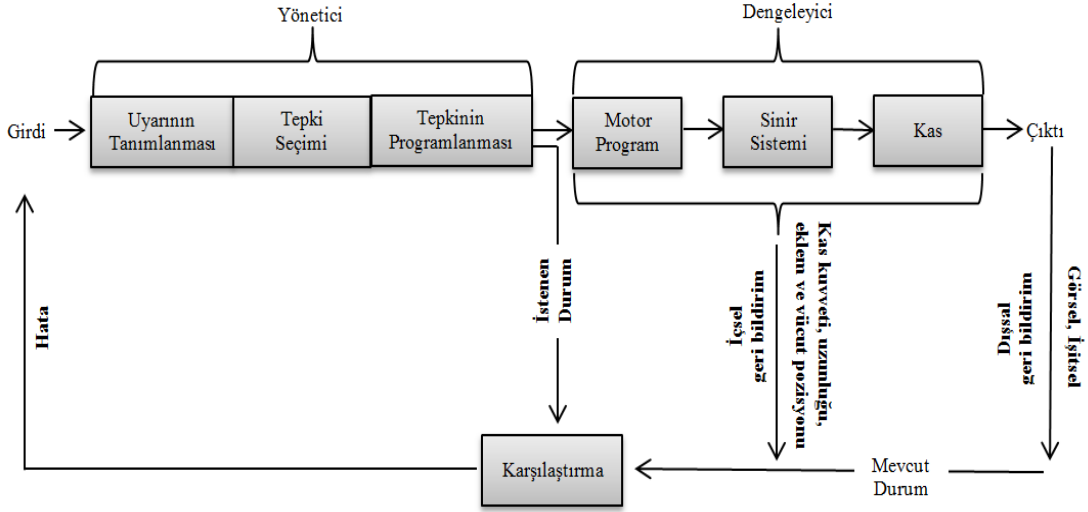
Kapalı döngü teorisi

Bu teori daha çok yavaş hareketleri açıklamada kullanılır

- Karar beyinde verilir, bundan dolayı da motor sistem organizasyonu uzun sürer.
- Tüm bilgiler aynı zamanda gönderilmez.
- Bilgi kaslar tarafından hareketi başlatmak için alınır.
- Bu döngüde geri bildirim her zaman mevcuttur, değişen şart ve hareketin doğruluğu için çok önemlidir.

Genellikle araba sürmek gibi devamlı becerilerde kontrol mekanizması kapalı döngü teorisinde olduğu gibi gerçekleşir. Bu sistemde 4 farklı bölümden oluşur (**Şekil 5**) İlk bölüm bilgi işleme yaklaşım modelini kapsar ancak çıktı ortaya çıkmadan önce geribildirim mekanizması devrededir. İlk girdi ulaştığında “yönetici (bilgi işleme modeli)” istenen durumu belirler ve “karşılaştırma veya hata belirleme mekanizması” ile “efektör” mekanizmaya gönderir. Bilgi karşılaştırma mekanizmasında kopyalanır. Efektör mekanizmada ise bilgi sırasıyla motor programa alınır, omurilikteki sinir sistemine hareket bilgisi aktarılır ve kas

kasılması ve eklem hareketi ile süreç sonlanır. Bu aşamada “asıl durum” geribildirim mekanizması ile “istenen durum” geribildirim mekanizması “karşılaştırma mekanizması” tarafından karşılaştırılır ve birbiri ile uyuşmuyor ise bu süreç hareket hatası olarak kodlanır. “Yönetici mekanizmasına” farklılık bildirilir ve düzeltme uygulanarak süreç tekrardan devam eder taki istenen hareket uygulanana kadar. Sportif hareketlerde özellikle denge ve postürün kontrolü gibi sürekli mekanizmaları açıklamada kullanılır (Keer, 1982; Schmidt ve Wrisberg, 2004; Williams ve Hodges, 2004; Wrisberg, 2007).



Şekil 5. Kapalı Döngü Teorisi Modeli

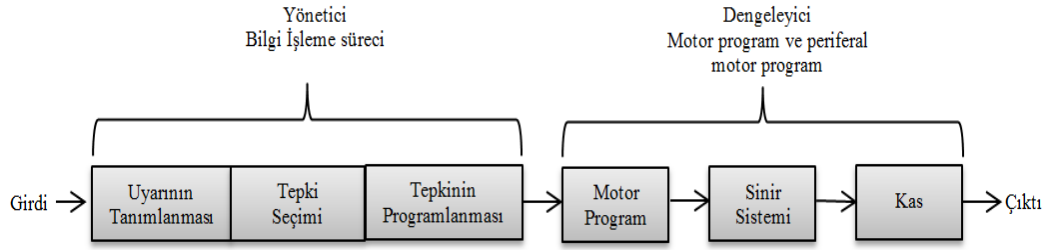
Açık döngü teorisi

Bu teori

- Karar beyinde verilir.
- Tek bir hareket için tüm bilgi tek bir mesaj olarak gönderilir
- Mesaj hareketi gerçekleştirecek kaslar tarafından alınır
- Geribildirim bu sistemde mevcut olada bilir olmaya da bilir ancak hareketi kontrol etmez.

Bu teori golf sopası savurumu gibi hızlı devamlı hareketler için uygundur. Bu döngü Şekil 6’da görüldüğü gibi kapalı döngü sürecini takip etmekte tek fark, süreç başladığı zaman hiçbir şekilde değişikliğe uğramadan sonlanmaktadır. Örneğin sonuçlanan eylem (örn; beysbol sopası savurumu) istenen sonucu sağlıyorsa (örn; sopa ile topun buluşması) çevrede değişim ortaya çıkar (örn; topun yörüngesi değişir). Bu kontrol sisteminde, motor program hangi kasın kasılması hangisinin gevşemesi gerektiğini ve hangi şekilde olması gerektiğine karar verir. Hareket yönetimi, bilinç kontrolü yokluğunda gerçekleşir. Bu nedenle program çok kısa hareketlerin gerçekleşmesinde etkilidir. Pratikte beraber hareketler öğrenilir ve refleksif aktiviteler hareketin gerçekleştirilmesi sürecine katkıda bulunurlar. Bu teoriye göre beceri öğrenildikten sonra uzun süreli bellekte saklanır ve ihtiyaç duyulduğunda kısa süreli belleğe aktarılır. Araştırma kapsamında incelenen topa vuruş becerisinin uygulanış aşaması (vuruş bacağı parmak ucunun yerden ayrılması ve topla temas) açık döngü teorisine daha uygun

bir yapıya sahiptir (Keer, 1982; Schmidt ve Wrisberg, 2004; Williams ve Hodges, 2004; Wrisberg, 2007).



Şekil 6. Açık Döngü Teorisi Modeli

Schmidt şema teorisi

Bu teoriye göre, hareket kararının verilebilmesi için her türlü bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgide beyinde uzun süreli bellekte mevcuttur. Bu teori 1975 de Schmidt tarafından geliştirilmiş ve açık ve kapalı döngü teorisine karşı ortaya atılmıştır (Schmidt, 1975). Ayrıca diğer birçok teorinin açıklayamadığı iki önemli probleme çözüm üretmiştir. Birincisi, her ne kadar çok nadir olsa da, eğer insan tamamen aynı hareketi aynı performansta iki kez gerçekleştirirse, her bir hareket için ayrı bir motor program geliştirilmesini öneren teorilerde ciddi depolama sorunu ile karşılaşmaktadırlar. İkincisi, eğer kişinin bir hareketi uygun bir şekilde gerçekleştirebilmesi için bir modele ihtiyaç duyuluyorsa, nasıl olurda sporcunun ilk defa karşılaştığı bir hareketi başarılı bir şekilde sonlandırma becerisi hakkında açıklama getirebiliriz? Bu iki soru şema teorisi ile açıklanabilmektedir. Şema teorisi ile açık ve kapalı döngü teorilerinin ortak noktaları olduğu gibi birbirinden farklı kılan özellikleri de mevcuttur (Keer, 1982). Schmidt (1975)'e göre, motor program duruma göre değiştirilebilmektedir. Pratik yoluyla öğrenilen motor program ne kadar büyükse, yeni gelişen durumlara adaptasyonu da o kadar kolay olmaktadır. **Şekil 7'**de görüldüğü gibi Schmidt şeması iki farklı hafızayı içeren alt bölümlerden oluşmaktadır.

Önceki motor program teorileri devam etmekte olan ve alışılmışın dışında olan hareketlerdeki geribildirim motor programı hakkında uygun açıklamada bulunamamışlardır. Bu nedenle, Schmidt ve Lee (2005), Genellenmiş Motor Program'ı (GMP) geliştirmişlerdir. Belirli bir hareketin nasıl gerçekleşmesi gerektiği kararlaştırılırken, toplam hareket süresi, toplam kuvvet ve kasların kasılma karakteristiği gibi parametreler GMP'ye açıkça belirtilmelidir. Motor programdaki bu revizyon, birçok farklı hareketin aynı motor program ile üretilmesini sağladığı gibi, ilk tekrarlanan hareketlerin gerçekleştirilmesi sırasında yeni parametrelerin tanımlanmasını sağlamaktadır.

Schmidt (1975) motor kontrol şema teorisini, kapalı döngü teorisine karşı olarak ortaya çıkarmıştır. Bu teoride, açık döngü kontrol süreci ve GMP'ın katılımı yoluyla motor program farklı ortamlara veya durumsal temalara uygun cevabı verilmektedir. Schmidt'in teorisine göre, şema özel hareketleri gerçekleştirmek için spatial ve temporal kas paternlerini üretecek genel kuralları içermektedir (Shummway-Cook ve Woollacott 2001). Bu nedenle, ilk kez bir hareket öğrenildiğinde kişi, önceki hareket tecrübelerine veya görev içeriğine bağlı olarak

yeni parametre seçimine (yeni hareket problemini azaltma) veya mevcut GMP'ı yenilemeye dayalı (depolama problemini azaltma) yeni bir GMP üretir.

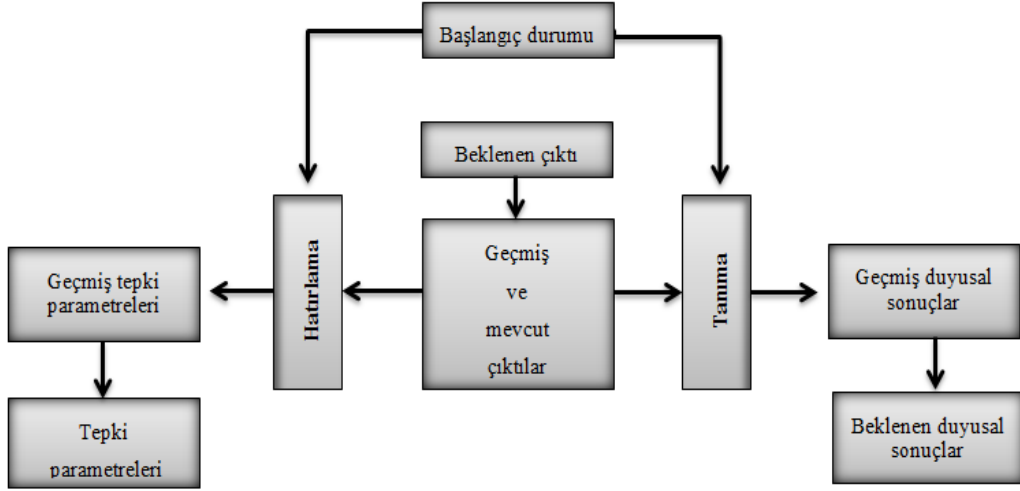
Bu bilgi teorisinin temel bölümleri olan “hatırlama” ve “tanıma” şemasını içeren motor tepki şeması bölümlerinde depolanır. “hatırlama” ve “tanıma” şeması başlangıç durumu ile asıl çıktı arasındaki ilişkiyi kullanmaktadır. Birbiri ile ilişkili (aynı başlangıç durumu ve istenen çıktı) ancak bağımsız (geçmiş tepki özelliği, geçmiş duysal sonuçlar) şemalardır. Sonuç olarak, “hatırlama” şeması uygulama talimatını belirlemede, “tanıma” şeması ise, beklenen duysal sonuçlar veya hareketten doğan geribildirim belirlemede kullanılır (Keer, 1982; Schmidt ve Wrisberg, 2004).

“Tanıma” şeması devam etmekte olan hareketin etkililiğini değerlendirmek için hareketi beklenen duysal bilgiyle (örn; proreseptif) karşılaştırır. Hata oluştuğunda hareket sonlandırılır ve şema duysal geri bildirim ve sonuçlar bilgisine göre modifiye edilir. Bu modifikasyon “hatırlama” ve “tanıma” şemalarında meydana gelir. Bu şemada uygulanan bir hareket motor süreçte hafızaya alınmaktadır. Ancak tüm hareketler hafızaya alındığında hafızada yeterli yer kalmaz ve gerektiğinde birçok motor program arasından seçilemez. Bu nedenle şemaya göre GMP bir hareket paternini kodlar ancak bu paterne benzer durumsal değişikliklere karşı anlık çözüm üretir ve ilk kez gerçekleştirilen hareketleri bu şekilde sorunsuz tamamlar. Örneğin topa vuruş anında (1) mesafe, (2) kasın ortaya koyduğu kuvvet, (3) ayağın topla temas bölgesi, (4) bacak savurma hızı gibi parametreler uzun mesafe ve kısa mesafe vuruşlarda performansı tanımlarlar. Bu parametrelerdeki oran değişimleri topun aldığı mesafeyi etkilemektedir. Bu teknikle ilgili tüm parametreler ile alakalı GMP uzun süreli belleğe aktarılır. Örn; topa vuruş anında futbolcunun karşısına rakip çıktığı anda GMP'daki süreçte ani bir düzenleme yapılarak süreç hatasız tamamlanır. Topa vuruş gerçekleşir ancak kaleye ulaşır veya rakip araya girer. Bu örneğe göre “başlangıç durumu” kaleye olan uzaklık ve “istenen çıktı” vuruşun golle sonuçlanmasıdır (Keer, 1982; Schmidt ve Wrisberg, 2004, Shummway-Cook ve Woollacott 2001) .

Schmidt' e göre, kişi bir hareket gerçekleştirdiğinde “hatırlama” ve “tanıma” şemasına bağlı 4 tema hafızada depolanır.

1. Başlangıç durumu: Hareketin başlangıcındaki durumu (Topa vuruş anında kaleye olan uzaklık, rakibin durumu, topun konumu vb.)
2. Tepki özelliği: GMP içerisinde yer alan motor programın tepki özelliği (vuruşun golle sonuçlanabilmesi için, topa ne kadar sert vurulmalı, topun alması gereken yükseklik ve hız vb.)
3. Duysal sonuçlar: Hareket gerçekleştikten sonraki görsel, duysal, işitsel hislerdir (vuruş sonrası, sporcu reseptörler aracılığıyla içsel geribildirim olarak yeterli kuvvetin harcanıp harcanmadığı ve uygun temasın sağlandığı bilgisini, görsel olarak da dışsal geribildirimle topun havadaki yörüngesini algılamaktadır). Vuruşu nasıl hissettiği ve topun sonlandığı pozisyon (gol veya değil) performans bilgisini vermektedir
4. Sonuç çıktısı: Hareket gerçekleştirildiğinde ortaya çıkan asıl çıktı “Sonuç bilgisini” içerir. İstenen amaçla, ortaya çıkan durumum karşılaştırılmasıdır

(Kaleye göre topun aldığı son durumdur, sonuçlar bilgisinin dışsal geri bildirimidir) (Sherwood ve Lee, 2003).



Şekil 7. Schmidt Şema Teorisi Modeli

Acemi ve Elit Futbolcuların Şema Teorisine göre topa vuruş tekniğini uygulama süreci

Acemi sporcunun yeni bir beceri öğrenimi:

Antrenör eğitim vereceği acemi futbolcuya, elit futbolcunun topa vuruş görselini kullanarak ve/veya teknikle ilgili sözel bilgilerle “hatırlama” şemasını harekete geçirir, bu aşamada sporcunun “başlangıç koşullarından” bilgisi olması gerekmektedir. Antrenör tüm tekniğin eğitimi yerine parçadan bütüne bir süreç izlemesi gerekmektedir. Örn; destek ayağı yere konuşlandığı anda sporcunun dengesini kurma ve vuruş bacağı savurumunu gerçekleştirmesi süresince, eklem açıları manuel olarak antrenör desteğiyle tanımlanır. Bu aşamada “geri çağırma” şeması aracılığıyla sporcu duysal bilgiye sahip olur ve “tepki özelliğini” tanımlayarak destek ayağını nereye koymasını gerektiğini öğrenir. Tekniğin tekrarı süresince, “hatırlama” şeması tüm tekniği henüz bilmediği için, hareketin başarısızlıkla sonuçlanma olasılığı yüksektir. Ancak geri bildirim sistemi istenen hareketle uyuşmayan şemaları tanımlamıştır. Bu süreçte, “tanıma” şeması daha çok antrenörden gelen dışsal geribildirimlere dayalıdır. Bu süreç “hatırlama” şemasını yeniler ve tekrarlarla motor program geliştirilir. Zamanla futbolcu “tanıma” şeması aracılığıyla teknikteki hataları kendisi tanımlar ve düzelterek vuruş tekniğini gerçekleştirir.

Becerinin elit sporcu tarafından gerçekleştirilmesi:

“Hatırlama” şeması düzenli olarak topa vuruş eylemi gerçekleştirildiği için uygun bir şekilde yerleşmiştir. Futbolcu “başlangıç durumunu” (topun ağırlığı, kale mesafesini) ve “tepki seçimini” (destek ayağını koyacağı bölge, son yaklaşma adım uzunluğu, savurma bacağı fazlarındaki eklem hareketlerini, topla temas bölgesini) bilmektedir. Bu nedenle motor program, sonucunda başarılı olma öngörüsüyle seçilir ve uygulanır. “Tanıma” şeması, topun aldığı yörünge, kavis ve düştüğü nokta (sonuç bilgisi veya tepki çıktısı) gibi dışsal geribildirim ve

hareketin pürüzsüzlüğü, denge, zamanlama (performans bilgisi ve duysal sonuçlar) gibi içsel geribildirimler aracılığıyla hazırlanır. Topa vuruş gerçekleştikten sonra ve bir sonraki vuruş öncesi, “tanıma” şeması öngörülen geribildirim ile karşılaştırılır ve belirli bir konsantrasyon için odaklanma sağlar (Zihinsel tekrar kullanımı) (http-3).

Topa vuruş sırasında devrede olan nörolojik sistemler

Topa vuruş becerisi yukarıda da açıklandığı gibi açık bir beceri olup çık hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Her ne kadar proksimalden (gövde ve üst ekstremite) distale (uyluk, baldır ve ayak) doğru gerçekleşen bu beceride tüm vücut performans çıktısını (top hızı ve isabet) belirlemede önemli yere sahip olsa da, en önemli süreç topa vuruş bacağından yerden ayrılması, geriye savurma fazı sonrası ileri savurma ve topla temas aşamasında gerçekleşmektedir (Cerrah ve ark., 2011, Lees ve Nolan, 1998). Bakıldığında geriye savurma fazında eklemler, ileri savurma fazına zıt yönde hareket gerçekleştirmektedirler (Kellis ve Katis, 2007). Bu nedenle her iki fazda da sinirsel süreç bir biri ile aynı diyebiliriz. Ancak geriye savurma fazında antagonistik bir görev alan kas ileri savurma fazında agonist olarak görev almaktadır. Bu nedenle, bu başlık altında yalnızca, ileri savurma ve topla temas anına kadar olan sürecin *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarındaki sinirsel organizasyonu örnekle açıklanmaya çalışılacaktır.

Futbolda topa vuruş (istemli hareket) hareketinin beyindeki kontrol merkezi;

Futbolda topa vuruş mekanizma:

Başarılı bir topa vuruş için sinir, kas ve iskelet sistemi uyumlu bir şekilde çalışır. Merkezi sinir sistemi (beyin ve omurilik) topa vuruş süresince vücudun birçok bölgesine tepki olarak adlandırılan uyarıyı sinir sistemi aracılığıyla gönderir ve kaslar eylemi gerçekleştirir. Bu süreçte eklemleri saran tendonlardaki ve kastaki reseptörler kasların kasılma ve gevşeme mekanizmalarına yardımcı olurlar. Topa vuruş kolay bir hareket gibi görünse de, sürecin merkezi sinir sistemi ve periferdeki süreci oldukça karmaşıktır. Özetle, futbolcu afferent bilginin büyük çoğunluğunu topa odaklanmış gözlerden alır ve efferent bilgiyi kaslara gönderir. Efferent bilgi, beyinde istemli motor hareketlerin gerçekleştirildiği alan olan pre-motor ve primer motor korteksin bulunduğu beyin bölgesinden gerekli kaslara gönderilir (**Şekil 8**). Bu bilginin işlenmesi sürecinde, duysal sinirler (kaslardan, kulaktan ve iç kulaktan) aracılığıyla beyincik ve diğer subkortikal alanlarda efferent motor sinyal üzerinde ince ayar yapılır ve hareket koordinatlı bir şekilde gerçekleştirilir (**Şekil 8**) (Reilly, 2007; Enoka, 2008).

Topa vuruş anında en çok aktif olan inen yol (anterior ve lateral kortikospinal yol) mekanizması:

Piramidal sistem, istemli hareketlerin kararlaştırıldığı ve bunlarla ilgili ilk uyarıların yaratıldığı beyin bölgesi, beyin kabuğunun (beyin korteksi) “*Girus presentralis*” denilen bölgesidir. İstemli hareketlerin yönetiminde en önemli rollerden birisi kortikospinal yoldur ve bu yola ait sinirlerden yarıdan fazlası Brodmann’ın 4. alan olarak ifade ettiği piramidal sistem (diğer bölgeler frontal lopta bulunan korteksin 6. ve 8. alanlarıdır) içerisinde yer alır. 4. alandaki bu nöronlara *Bentz hücreleri* (1. motor nöronlar) denilmektedir. *Bentz hücrelerin* aksonları 4. alandan omuriliğe doğru yola çıktıktan sonra beyin yarıküreleri içinde

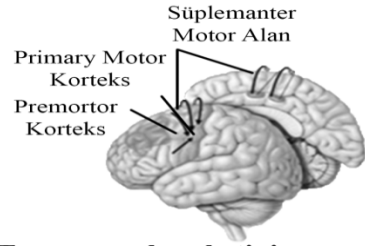
bulunan ve “*Kapsüla interna*” denilen bir bölgede toplanırlar, daha sonra sırasıyla *pedinkulus serebri*, *pons* ve *bulbus* bölgelerinden geçerler. Bu gidiş sırasında *medulla oblangatanın* “*Dekussatio piramidium*” denilen bölgesinde çaprazlama yaparlar ve Lateral kortikospinal yolu (ekstremiteler hareketlerini yönlendirir) oluştururlar. Çaprazlaşmayan ve *anterior funikulusta* direk olarak inen yol ise anterior kortikospinal yol (gövde ve baş hareketlerini yönlendirir) olarak adlandırılır (**Şekil 8**). Çaprazlaşma sonrası, beynin sağ yarım küresinden kaynaklanan uyarılar vücudun sol tarafını, beynin sol yarım küresinden kaynaklanan motor uyarılar, vücudun sağ tarafına iletilmiş olur. Beyin korteksinin 4. alanında doğan üst motor nöronlar, beyin korteksindeki beyaz cevherin üst bölgesinden veya korona radiata’dan giriş yaparlar ve internal kapsüle doğru inerler. Beyaz cevher kortikospinal yolun yanı sıra, basal ganglia, talamus ve beyin sapı gibi subkortikal alanlardaki çift yönlü bilgi (hareketin istenen şekilde gerçekleşmesi için) iletimi gerçekleştirir. Üst motor nöronlar ile alt motor nöronlar omurilik anterior boynuzunda sinaps yaparak aldıkları bilgiyi iskelet kaslarına iletirler ve sonucunda hareket gerçekleşir. Afferent uyarıların (alt motor nöron) iskelet kaslarına iletim şekilleri istenen hareketin amacına göre monosinaptik Ia eksitasyon, resiprokal Ia inhibitör, recurrent inhibisyon, recurrent fasilitasyon ve Ia presinaptik inhibisyon gibi refleksif hareketler bu yol da gerçekleştirilir (Brown ve ark., 2006; McArdle, 2010; Bear ve ark., 2007).

Agonist-antagonist mekanizması:

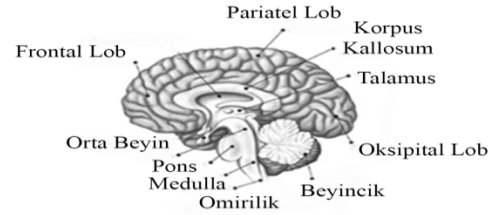
Diz ekstansiyon veya fleksiyonu halindeyken antagonist kasların yüksek aktivasyonu sonucu diz çevresinde zıt yönlü kuvvetler ortaya çıkmaktadır. Bollens ve ark., (1987) ve De Proft ve ark., (1988) bu durumu “futbol paradoksu” olarak adlandırmıştır. Diğer bir deyişle, hem agonist (hareketi gerçekleştiren) hem de antagonist kaslar aynı anda kasılırlarsa eklem çevresinde birbirine zıt çalışan kuvvetler üretir. Bu durum, sakatlık önleme amaçlı eklem stabilizasyonunu sağlayabilir. Ancak ortaya çıkarılan hareketin etkisinin azalmasına sebebiyet vermektedir (Kellis ve Katis, 2007). Yukarıdaki açıklamadan yola çıkarak, vuruşun geriye savurma fazında oluşan diz fleksiyonu ve ileri savurma fazında oluşan diz ekstansiyonu vuruş performansı açısından büyük öneme sahip olduğu söylenebilir. Vuruş anında ortaya çıkan bu hareket anında bacağı geriye savurma fazında diz ekstansör (antagonist) kaslarının gevşemesi fleksör (agonist) kaslarının kasılması ve bunu takiben bacağı ileri savurma fazında diz ekstansör (agonist) kaslarının kasılması ve fleksör (antagonist) kaslarının gevşemesi şeklinde açıklanabilir. Bu durum gerilme kısalma döngüsü olarak adlandırılır (Nicol ve ark., 2006; Kellis ve Katis, 2007). Bober ve ark., (1987) diz ekstansör kaslarının kasılıp gevşediği vuruşlarda vuruş hızının diz ekstansörlerinin sadece konsantrik kasıldığı vuruşlara oranla çok daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, De Proft ve ark., 1988’de topa değme anında özellikle diz çevresinde oldukça yüksek hem agonist hem de antagonist kas aktivitesi olduğunu belirlemiştir. Topa vuruş hareketinin temel amacı topu mümkün olan maksimum hızına ulaştırmaktır. Ancak vuruş anında etkin olan antagonist kaslar (diz fleksörleri) hareketin son bölümünde performansı kısıtlayıcı faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bollens ve ark., (1987) ve De Proft ve ark., (1988)’nin çalışmalarında iyi futbolcular topa doğru bacağı savurma fazında yüksek agonist ve düşük antagonist kas aktivitesi gerçekleştirerek kasılma gevşeme

koordinasyonunu sağladığı ve bu sayede topa çok daha hızlı vurdukları belirlenmiştir. Başka bir araştırmada elde edilen EMG verilerine göre üst düzey ve amatör futbolcuların topa vuruş anında ortaya çıkan kasılma-gevşeme aktivasyonları arasında farklılık olmadığı görülmüştür. Bu yüzden üst düzey sporcularda oluşan vuruş farklılığı kasların düzenli bir sırayla kasılıp gevşemelerinden ziyade kasların üretmiş oldukları aktivasyon büyüklüğünden kaynaklandığı söylenmektedir (Smith ve ark., 2002). Cerrah ve ark. (2011) araştırmalarında profesyonel ve amatör sporcular arasındaki EMG sonuçlarına göre topla temas öncesi profesyonellerdeki BF kası aktivasyonunu daha fazla bulmuşlar ve bu durumu profesyonellerin sakatlık önleme amaçlı bu paterni sergilemiş olabileceği şeklinde yorumlamışlardır.

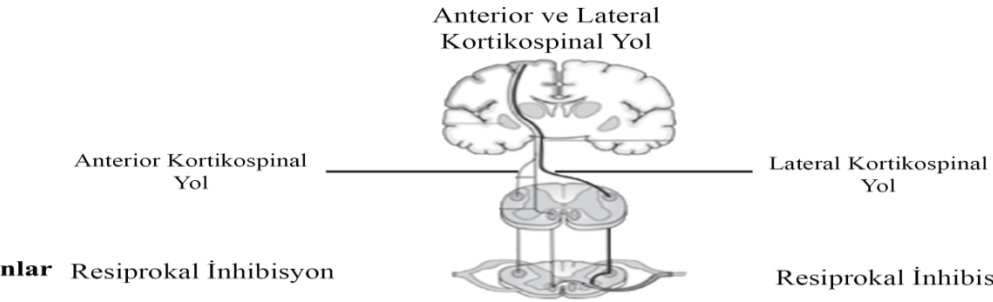
Özellikler geriye savurma ve ileri savurma fazında *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarının birbirine zıt yönde koordineli bir şekilde çalışması ortaya çıkan performansta önemli bir yere sahiptir (Kellis ve ark., 2007). Örneğin, ileri savurma fazında kas içiği gerildiği anda, gerilme refleksi aktive edilmektedir. Bu arada zıt yönde çalışan kas grupları ise, ortaya çıkan kasılmaya ters yönde etki yapmaması için inhibe edilmektedir. Bu inhibisyon, omurilikte bulunan inhibitor ara nöron aracılığı ile gerçekleştirilir. Kas içiğin de omuriliğe gelen Ia afferent nöronu burada iki kola ayrılmaktadır. Bir kolu agonist kası aktive eden alfa motor nöronu inerve ederken, diğer kolu antagonist kas ile sinaps yapan Ia inhibitor ara nöronu inerve eder. Aranöron inhibitor bir nöron olduğu için, antagonistik alfa motor nöronun ateşlenmesini engeller, böylece antagonist kasın zıt yönde kasılmasını azaltmış olur. Bu mekanizma resiprokal inhibisyon olarak adlandırılır ve oluşmadığı takdirde, agonist ve antagonist kas grubu aynı anda kasılır ve birbirine zıt yönde çalışırlar (**Şekil 8**) (Enoka, 2008).



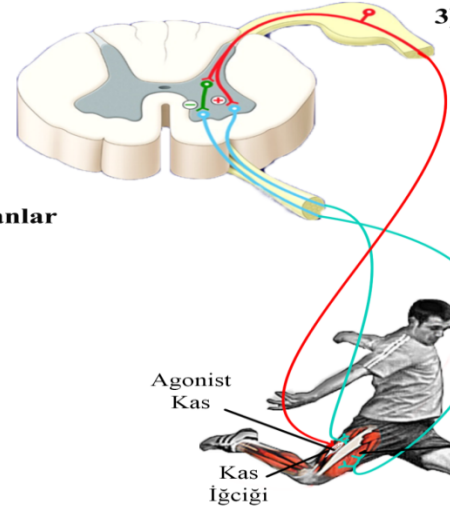
1) Topa vuruş hareketinin programlandığı alanlar Resiprokal İnhibisyon



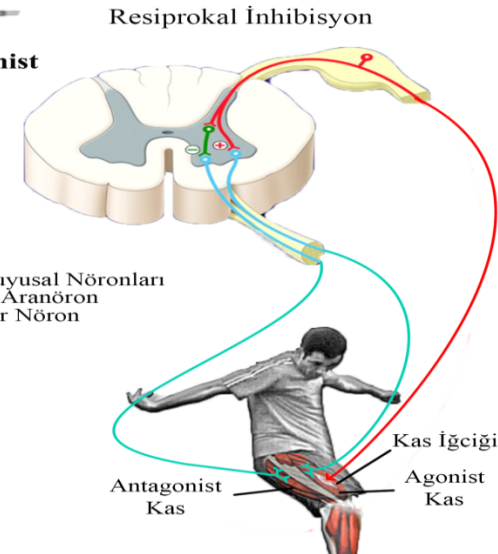
2) Topa vuruş hareketinde ince ayar yapan alanlar



3) Agonist-antagonist kas uyumu



Geriye Savurma Fazı



İleri Savurma-Topla Temas Fazı

— Ia ve II Duyusal Nöronları
— İnhibitory Aranöron
— Alfa Motor Nöron

Şekil 8. Futbolda Topa Vuruş Hareketinin Programlandığı Alanlar ve Agonist-Antagonist Uyumu

Üst Vuruşun Teknik Analizi

Futbol karşılaşmaları genellikle az golle sonuçlanmaktadır. Bu istatistik bize oyun süresince gol atmanın ne kadar zor olduğunu göstermektedir. Futbol müsabakalarında gol atabilmek için motorik özellikleri belirli düzeyde olan taktik anlayışı gelişmiş sporculara ihtiyaç duyulduğu gibi gol vuruşunu yapacak üst düzey teknik beceriye sahip sporculara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, futbolda başarılı olabilmek için sahip olunması gereken özelliklerin başında topa vuruş tekniği gelmektedir (Skogvang ve ark., 2000).

Futbolda vuruş performansı değerlendirilirken isabet ve maksimal hıza ulaşmak iki önemli kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. İsbetli şutlar maksimal hıza ulaştığında kaleciye kurtarış için daha az zaman kalacağından dolayı gol olma olasılığı artmaktadır (Sterzing,ve ark., 2008). Üst vuruş diğer vuruş çeşitlerine oranla gol vuruşu olarak daha çok kullanılmaktadır (Bauer, 1993; Hargreaves, 1990). Üst vuruşta top en yüksek hıza ulaşır ve alçaktan bir yörünge izleyerek kaleye doğru yol almaktadır. Cerrah, (2009) yapmış olduğu araştırmada, farklı vuruşlardan elde edilen top hızlarının sırasıyla; iç vuruş ($82.0 \pm 3.6 \text{ km.sa}^{-1}$), iç üst vuruş ($93.3 \pm 9.6 \text{ km.sa}^{-1}$) iç üst falsolu vuruş ($91.8 \pm 8.9 \text{ km.sa}^{-1}$), üst vuruş ($99.5 \pm 4.7 \text{ km.sa}^{-1}$), dış üst vuruş ($89.9 \pm 6.8 \text{ km.sa}^{-1}$), dış üst falsolu vuruş ($83.8 \pm 5.5 \text{ km.sa}^{-1}$) bulmuştur.

Futbolda topa vuruş performansında en somut veri olarak kullanılan top hızını etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Bu etkenler farklı araştırmalarda incelenmeye çalışılmıştır; (1) teknik (Lees ve Nolan, 1998), (2) futbolcu beceri düzeyi (Cometti ve ark., 2001), (3) yaş ve cinsiyet (Barfield ve ark., 2002; Rodano ve Tavana, 1993), (4) baskın bacak (Barfield ve ark., 2002; Dorge ve ark., 2002), (5) vuruş çeşidi (Nonome ve ark., 2002), gibi genel etkenler ve (6) topla temas anında alt bacağıın hızı (Levanon ve Dapena, 1998), (7) topa değiş anında ayaktaki hızın büyüklüğü (Nunome ve ark., 2002), (8) vuruş sırasında pelvis ve vücudun rolü (Davids ve ark., 2000), (9) topa yaklaşma fazında son adımın uzunluğu (Lees ve Nolan, 2002; Kellis ve ark., 2004), (10) farklı yaklaşma açıları (Isokawa ve Lees, 1988) (Akt: Maraj ve ark, 2006), (11) topla temas süresi ve temas sonrası hareketin devamı fazı (Tsaousidis ve Zatsiorsky, 1996) gibi kinetik ve kinematik etkenler araştırmalarda ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu tez kapsamında ise farklı yaş gruplarında üst vuruş tekniğinin uygulaniş sırasında vuruş bacağı ve destek bacağıında meydana gelen kinetik ve kinematik farklılıklar ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Literatürde en çok araştırma yapılan vuruş tekniklerinden biri olan üst vuruş tekniğinin fazları kullanılan makine teçhizatın kapasitesi ve araştırma amacına göre farklılık göstermektedir. **Çizelge 3'**de üst vuruş tekniğinin beceri eğitimi formatında fazlara ayırımı yer alırken (Cerrah, 2009). **Çizelge 5'**de araştırma kapsamında kinematik analizlerde kullanılacak olan bilimsel faz ayırımı yer almaktadır (Cerrah ve ark., 2011).

Topa vuruş tekniğinin bilimsel ve ayrıntılı faz tanımlaması

Futbolda topa vuruş süresi yaklaşma adımları ve tüm fazlar ele alındığında 5 saniyeden kısa sürmektedir. Bu süre adım uzunluğu ve yaklaşma hızına göre kişiden kişiye farklılık gösterir. Bilindiği gibi 10 saniyeden kısa süren tüm aktiviteler için gerekli enerji anaerobik metabolizma tarafından sağlanır. Bu

bağlamda futbolda topa vuruş performansı *adenosine triphosphate-phosphocreatinase* (ATP-CP) enerji sistemi ile gerçekleştirilir (Powers and Howley, 1997).

Çizelge 3. Üst Vuruş Tekniğinin Fazları ve Kullanım Amaçları

Geriyeye Savurma Hazırlık Fazı	İleri Savurma Fazı	Hareketin Devamı Fazı	Kullanım Amaçları	
1. Topa karşı, dik bir şekilde yaklaşılır. 2. Topa yaklaşma anında son adım uzun atılır. 3. Omuz ve gövde öne gösterir. 4. Destek ayağı hafifçe bükülür. 5. Destek ayağı topun yanına konur ve parmak ucu hedefi gösterir.	11. Vuruş bacağına ayak parmağı yere doğru bakar. 2. Ayağın üstüyle (ayakkabının 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	Xxx
			Kısa pas	Xx
			Alçak pas	Xxx
			Yüksek pas	Xx
			Sert gol vuruşu	Xxx
			İsabetli gol vuruşu	Xx
			Direk pas	X











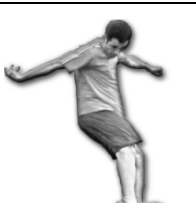

Futbolda üst düzey ve amatör sporcu arasındaki en büyük fark, profesyonel futbolcular daha etkin ve kontrollü hareket paternine sahipken amatörler daha değişken ve dağınık bir hareket paterni sergilerler (Cerrah ve ark., 2011).

Yapılan araştırmalarda ortaya konan bilgiler sonucu 3 ana fazda meydana gelen kinematik oluşumlar ve aktif olan kaslar **Çizelge 4'**deki gibi özetlenebilir (Khemka ve ark. 2005). Topa vuruş anında gövde, destek bacağı ve kol kasları da aktif olmaktadır, ancak araştırma kapsamında vuruş bacağı analiz edilecektir. Ayrıca vuruş performansında en etkin role vuruş bacağı sahip olduğu için sadece vuruş bacağına çevreleyen kaslar özetlenmiştir.

Çizelge 4. Vuruş Bacağına Meydana Gelen Kinematik Oluşumlar ve Aktif Kaslar

Fazlar	Vücut Bölgesi	Hareket	Aktif Kaslar
Geriyeye savurma	Sağ kalça	Ekstansiyon	<i>Gluteus Maksimus</i> ve <i>Hamstring</i> grubu
		External Rotasyon	<i>Piriformis</i> ve diğer eksternal rotator kaslar
	Sağ diz	Fleksiyon	<i>Hamstring</i> grubu ve <i>Medial gastrocnemius</i>
	Sağ ayak bileği	Planter Fleksiyon	<i>Gastrocnemius</i> ve <i>Soleus</i>
İleri savurma ve topla temas	Sağ kalça	Fleksiyon	<i>Rektus Femoris</i> , <i>Psoas</i> , <i>İliakus</i> , <i>Sartorius</i>
		İnternal Rotasyon	<i>Tensor Fascia Latae</i> ve <i>Adduktor</i> grubu
	Sağ diz	Ekstansiyon	<i>Gluteus maksimus</i> ve <i>Hamstring</i> grubu
	Sağ ayak bileği	Planter Fleksiyon	<i>Gastrocnemius</i> ve <i>Soleus</i>
Tamamlama	Sağ kalça	Eksantrik eksternal rotasyon	<i>Vastus Lateralis</i> <i>Gluteus medius</i> ve <i>Piriformis</i>
		Eksantrik Ekstansiyon	<i>Gluteus maksimus</i> ve <i>Hamstring</i> grubu
		Eksantrik Abduksiyon	<i>Vastus Lateralis</i> ve <i>Gluteus medius</i>
	Sağ diz	Eksantrik Fleksiyon	<i>Hamstring</i> grubu ve <i>Medial Gastrocnemius</i>
	Sağ ayak bileği	Dorsal Fleksiyon	<i>Tibialis Anterior</i>

Çizelge 5. Üst Vuruş Tekniğinin Bilimsel Olarak Ayrılmış Fazları

Hazırlık Fazı		
	<p>Faz Tanımı: Vuruş bacağı topuk kısmının son adımda yere konması ve ayak parmak ucunun yerden ayrılması arası.</p> <p>Geçen Süre: 186,3±4,6 msn</p>	
Geriye Savurma Fazı		
	<p>Faz Tanımı: Vuruş bacağı ayak parmak ucunun yerden ayrılması ve maksimum kalça ekstansiyonu arası.</p> <p>Geçen Süre: 118,0±36,7 msn</p>	
Uyluk İleri Aktarım Fazı		
	<p>Faz Tanımı: Maksimum kalça ekstansiyonu ve maksimum diz fleksiyonu açısı</p> <p>Geçen Süre: 60,5±4,4 msn</p>	
İleri Savurma Fazı		
	<p>Faz Tanımı: Maksimum diz fleksiyonu açısı ve topla temas anı arası</p> <p>Geçen Süre: 47,0±6,9 msn</p>	
Topla Temas Fazı		
	<p>Faz Tanımı: Topla ilk temas anı ve topun ayaktan ayrılma anı arası</p> <p>Geçen Süre: 10,0±0,8 msn</p>	
Tamamlama Fazı		
	<p>Faz Tanımı: Topun ayaktan ayrılma anı ve maksimum kalça fleksiyonu açısı arası</p> <p>Geçen Süre: 156±18,3 msn</p>	

GEREÇ VE YÖNTEM

Denekler

Çalışmaya, 2012–2013 sezonunda Eskişehir Spor alt yapısında farklı yaş gruplarında (12-17 yaş) aktif olarak futbol oynayan 30 erkek futbolcu denek olarak alınmıştır. Araştırmaya gönüllü olarak katılan sporcuların son 6 ay içerisinde vuruş ve destek bacağından herhangi bir sakatlık geçirmemişlerdir. Çalışmaya başlamadan önce Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan “Etik Kurul Raporu” alınmıştır. Farklı yaş gruplarında yer alan futbolculara ait tanımlayıcı istatistikler **Çizelge 6**’da verilmiştir.

Çizelge 6. Futbolcuların Demografik Özellikleri

Denekler (n)	Ant. Yaşı	Mevki				Baskın Bacak	
	Ort±SS	K	D	OS	F	Sağ	Sol
12-13 yaş (10)	4±1,93	-	3	3	4	10	-
14-15 yaş (10)	5±2,29	-	3	4	3	10	-
16-17 yaş (10)	8±3,21	-	3	3	4	10	-

K=kaleci, D=defans, OS=orta saha, F=forvet, Ant. Yaşı: antrenman yaşı, Ort= ortalama, SS= standart sapma

Araştırma Dizaynı

Araştırma bir denek için iki farklı günde gerçekleştirilmiştir. Birinci gün, yüksek hızlı kamera sistemi, elektromiyografi sistemi ve kuvvet platformu sistemi kullanılarak futbolda üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı ve destek bacağına ait kinetik ve kinematik parametre ölçümleri yapılmıştır. Bu sırada, belli bir hedefe doğru gerçekleştirilen isabetli vuruşlara ait top hızları radar yardımıyla tespit edilmiştir. İkinci gün ise, farklı açısal hızlara ait izokinetik bacak kuvvet testleri konsantrik/konsantrik olarak ölçülmüştür. Ayrıca, antropometrik ölçümler ve bacak kütlesi hesaplaması için ölçümler yapılmıştır. Tüm bu ölçümler öncesinde, futbolculara bilgilendirme onam formu (**Ek-1**) dahilinde test yöntemi ve sıralaması hakkında bilgi verilerek çalışmaya dikkatleri çekilmiştir

Çizelge 7.’de araştırma dizaynında da görüldüğü gibi bir kişinin ölçümü 2 farklı günde yaklaşık olarak iki buçuk saatte bitirilmiş, ölçümler sırasıyla (1) topa vuruş ve (2) izokinetik kuvvet testi ve (3) Antropometrik ölçüm şeklinde yapılmıştır. Ölçümler her iki grupta sezonu başlamasını takiben ikinci hafta içinde yapılmıştır. Çalışma, 2012/2013 sezonunda fiziksel sakatlığı ve kronik rahatsızlığı olmayan futbolcular üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 7. Araştırma Dizaynı

1. Gün	Isınma	15 dakika
	Elektrot ve reflektör yerleşimi	15 dakika
	EMG normalizasyon testi	30 dakika
	Topa vuruş testi	30 dakika
2. Gün	Isınma	15 dakika
	İzokinetik Kuvvet Testi	30 dakika
	Antropometrik Ölçüm	15 dakika

Veri toplama araçları

Boy ölçüm aracı

Deneğin boyu ± 0.001 m hassasiyette ölçüm alan stadiometre (Holtain LTD, UK) ile ölçüldü.

Vücut kompozisyonu analizörü

Deneğin vücut ağırlığı (VA), beden kitle indeksi (BKİ), vücut yağ yüzdesi (VYY) Tanita cihazı (MC180MA Tanita, Japonya) ile ölçüldü.

Uzunluk, genişlik ve çevre ölçümleri

Deneğin bacak kütle hesaplaması için uzunluk ve genişlik ölçümleri, antropometrik set (Holtain Ltd. UK) ile yapıldı. Çevre ölçümleri, antropometrik mezura (Gullick metresi) kullanılarak ± 0.001 m hassasiyet ile gerçekleştirildi. Üye uzunlukları ve çevre ölçümleri anatomik pozisyonda deneğin sağ tarafından alındı. Ölçümler iki kez tekrarlandı.

Top hızı ölçüm aracı

Topa vuruşa bağlı olarak top hızı 90m uzaktan, $8-224 \text{ km.sa}^{-1}$ hız ölçümü yapabilen, $\pm 0.5 \text{ km.sa}^{-1}$ hassasiyeti bulunan “JUGS Sport Radar Gun, USA” markalı radar (Şekil 9) ile ölçülmüştür.



Şekil 9. Top Hızı Ölçüm Aracı

Top basıncı ölçme aracı

Top basıncını ölçebilmek için ölçüm aralığı 0-15 psi olan “Rucanor” markalı basınç ölçer (Şekil 10) kullanılmıştır.



Şekil 10. Top Basıncı Ölçüm Aracı

İzokinetik kas kuvveti ölçüm aracı

Çalışmaya katılan deneklerin baskın ve baskın olmayan diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetleri “Hamac Norm Testing&Rehabilitation System, USA” marka izokinetik dinamometre (**Şekil 11**) ile ölçülmüştür ve aynı cihaza bağlı bilgisayar programıyla anlık veriler kaydedilmiştir.



Şekil 11. İzokinetik Dinamometre

Elektromiyografi ölçüm seti

Kaslardan gelen sinyallerin ölçümü için 16 kanallı “Delsys Trigno, USA” markalı Wireless EMG (**Şekil 12**) cihazı kullanılmıştır. Wireless elektrotları 37mm x 26mm x 15mm ölçülerine sahiptir. EMG amplifikatörünün kazancı, frekans bandı, maksimum inraelektrot empedans ve ortak gürültüden kurtulma oranı (CMMR) sırasıyla 1000, 20–500 Hz, 6 kOhm ve 95 dB'dir. EMG sinyallerinin örnekleme hızı ve analog-dijital çeviricinin bit hızı sırasıyla 2000 Hz ve 16 bit olarak yapılmıştır.



Şekil 12. Wireless EMG Ölçüm Seti

Görüntü analizi ölçüm seti

Futbolcuların üst vuruş tekniklerinin 3 boyutlu analizi için “WINalyze Automatic Motion Analysis, Germany” hareket analizi paket programı (yazılımı) kullanıldı. Görüntü analizi sistemi aşağıdaki cihaz ve araçlardan oluşmaktadır.

1. 2 adet yüksek hızlı kamera (Mikrotron Cube 7, Almanya).
2. Toplam 600 watt gün ışığı kaynağı yaratan 4 aydınlatma ünitesi (Şekil 13)



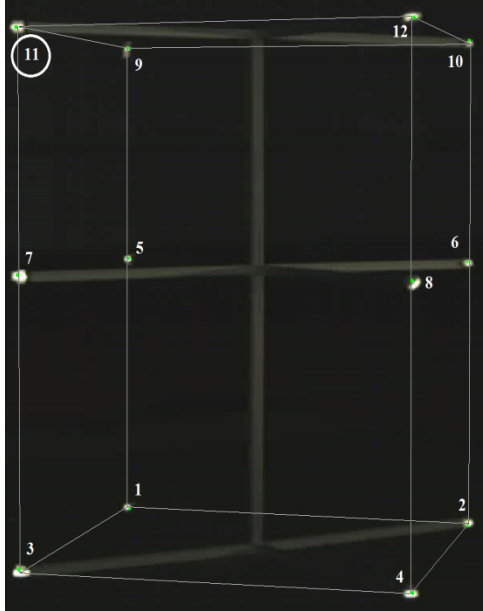
Şekil 13. Yüksek Hızlı Kamera ve Gün Işığı Kaynağı

3. Bilgisayar ünitesi (Şekil 14)



Şekil 14. Bilgisayar Ünitesi

4. 12 noktadan oluşan kalibrasyon kafesi

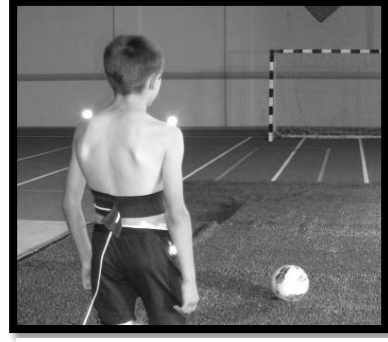


Şekil 15. Kalibrasyon Kafesi

Çizelge 8. Kalibrasyon kafesi ölçüleri

Referans Noktasi	x	y	z
1	0	1650	1060
2	1060	1650	1060
3	0	1650	0
4	1060	1650	0
5	0	750	1060
6	1060	750	1060
7	0	750	0
8	1060	750	0
9	0	0	1060
10	1060	0	1060
11	0	0	0
12	1060	0	0

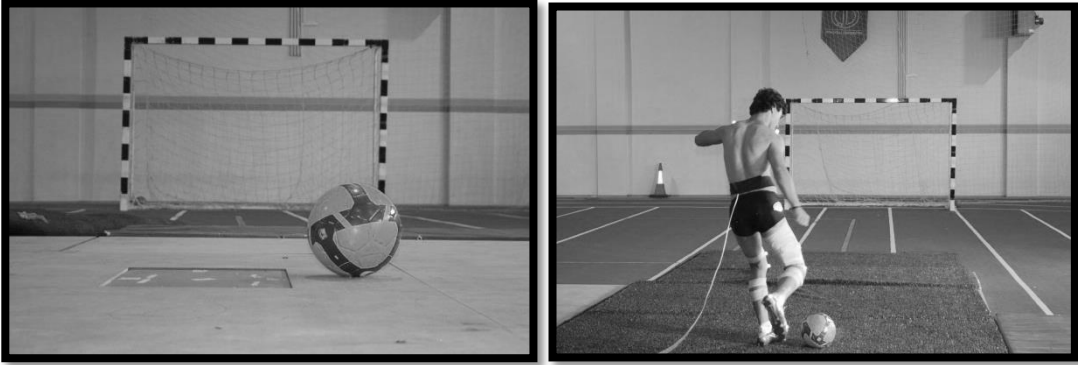
5. Eklemlere yerleştirilen yansıtıcı işaretler (15.9 mm Reflektif marker) (Şekil 16).



Şekil 16. Yansıtıcı İşaretler

Kuvvet platformu ölçüm cihazı

Yer reaksiyon kuvvetine ait anterioposterior (F_y) ve mediolateral (F_y) ve dikey (F_z), kuvvetleri ölçebilmek için “Kistler 9281 EA, Almanya” markalı kuvvet platformu cihazı kullanılmıştır. Kuvvet platformu 600x400x100 boyutlarında 16 bit NI-USB-5691 A A/D board (National Instruments, Austin, TX) aracılığı ile bilgisayara bağlanmış ve data 2000 Hz de örneklenmiştir. Verilerin analizi için “BIOware, Almanya” yazılım programı kullanılmıştır. Kuvvet platformu 10 cm yüksekliğinde 8x10 m ölçülerine sahip bir platform içerisine gömülmüş ve üzerine 3x9 metre ölçülerinde “FIFA 2 yıldız” standartlarına uygun suni çim (Revolution Grass NURTEKS, Türkiye) koyulmuştur (Şekil 17).



Şekil 17. Kuvvet Platformunun Yerleşimi

Verilerin toplanması

Boy ölçümü

Boy ölçümü, denek ayaklar çıplak, topuklar bitişik ve baş dik, gözler karşıya bakar şekilde dururken kayan kaliper çubuk denegin başının üst tarafında (verteks) durdurularak gerçekleştirildi (Şekil 18). Vücut Ağırlığı Ölçümü Vücut ağırlık ölçümü, denek ayakları çıplak ve üzerinde ağırlığını etkilemeyecek şortla, baskül üzerinde ayakta dik ve gözler karşıya bakar şekilde hareketsizken gerçekleştirilmiştir (Cerrah, 2009).



Şekil 18. Boy Ölçümü

Uzunluk, genişlik ve çevre ölçümleri

Futbolcuların vuruş bacağı kütle hesaplaması için Hanavan modeli kullanılmıştır. Kütle ölçümlerine uyluk, baldır ve ayak tabii tutulmuştur. Uyluk için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık, baldır için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık, ayak için ise medial malleolus ile tüm ayak belirlendikten sonra ölçümler Hanavan model yönteminin tanımladığı gibi yapılmıştır (http-4). Modele göre, uyluk (Eşitlik 1.), baldır (Eşitlik 2.) ve ayak (Eşitlik 3.) kütlesi ayrı ayrı hesaplanmış ve elde edilen değerler toplanarak bacak kütle değerleri hesaplanmıştır (Özkan ve Sarol, 2008).

$$m_u=0,074VA+0,138UÇ-4,641 \text{ (Eşitlik 1.)}$$

m_u = uyluk kütle, VA=vücut ağırlığı, UÇ=uyluğun en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m_b=0,135BÇ-1,318 \text{ (Eşitlik 2.)}$$

m_b = baldır kütle, BÇ=baldırın en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m_a=0,003VA+0,048ABC+0,027AU-0,869 \text{ (Eşitlik 3.)}$$

m_a =ayak kütle, VA=vücut ağırlığı, ABC=ayak bileği çevre, AU=ayak uzunluğu

Vücut kompozisyonu ölçümü

Vücut ağırlığı (kg) 0,05 kg hassasiyetle, VYY (%) 0,1 hassasiyetle, yağ miktarı, yağsız vücut ağırlığı, vücut kas kitlesi (miktarı), VKİ (kg/m²), vuruş bacağı kas kütlelerinin dağılımı Tanita MC-180 MA vücut kompozisyonu analizörü ile Bio İmpedans Analiz (BIA) yöntemiyle belirlenmiştir (Dixon ve ark., 2006; Radovanovic ve ark., 2009; Deminice ve ark., 2011). **Şekil 19**'da görüldüğü gibi ölçümler denek (şort ve tişörtü ile) çıplak ayakla anatomik duruş pozisyonunda ağırlığını eşit olarak iki ayağına dağıtmış durumda iken yapılmıştır (Çakır Atabek, 2012)



Şekil 19. Vücut Kompozisyonu Ölçümü

İzokinetik kas kuvveti ölçümü

Denekler diğer testleri tamamladıktan sonra izokinetik kas kuvveti ölçümüne alınmıştır. Bu ölçüm öncesinde denekler 10dk süresince 20-25 d.dk⁻¹ hızda pedal çevirerek (Monark 894 E Peak Bike cihazı) ile ısınmışlardır.

İzokinetik (konsantrik/konsantrik) testler her iki dizde de 60 ve 180°.sn⁻¹ açısız hızda 3 tekrar submaksimal ve 5 tekrar maksimal şekilde yapılmıştır (Degache ve ark.,2010). Maksimal ve submaksimal tekrarlar arası 30'ar saniye dinlenme verilmiştir. Ölçümlerde açısız hız ve ölçüme başlama bacağı rasgele seçim yöntemiyle seçilmiştir. Maksimum kas kuvvetini değerlendirmek üzere 60°.sn⁻¹ açısız hız seçilirken, 180°.sn⁻¹ futbolda vuruş tekniklerinin sergilenişi sırasındaki performansı daha iyi yansıttığı için uygun görülmüştür (Cerrah ve ark., 2011; Cometti ve ark., 2001).

Her denek dinamometrenin koltuğunda kalçaları 90°'lik açı oluşturacak şekilde oturtulmuş ve gövdenin hareketini engellemek amacıyla kemer aracılığıyla koltuğa sabitlenmiştir. Ayrıca ölçüm yapılan bacağın uyluk kısmı da şerit bantla koltuğa sabitlenmiştir. Diz ekleminde dönme eksenine denk gelen bölge dinamometrenin giriş miliyle aynı hizada ayarlanarak anatomik olarak diz 0° iken başlangıç noktası tespit edilmiştir. Diz ekleminin hareket açıklığı 100° olarak ayarlanmıştır. Alt bacak dinamometrenin manivelasına bağlanmıştır. Test pozisyonu üretici firmanın önerdiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm süresince denekler dışarıdan sürekli teşvik edilerek motivasyonları üst düzeyde tutulmaya çalışılmıştır.

Veriler ölçüm sırasında izokinetik dinamometrenin bilgisayar programı aracılığıyla kaydedilmiş ve sonuçlar çıktı olarak alınmıştır (Cerrah ve ark., 2011).Yapılan testler sonucunda *quadriceps* ve *hamstring* kaslarına ait 5 tekrardan en yüksek olanı (zirve tork) değerlendirilmiştir



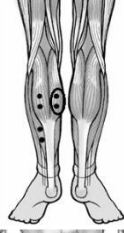

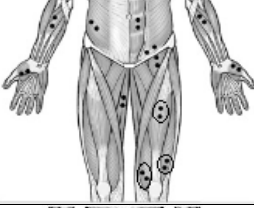

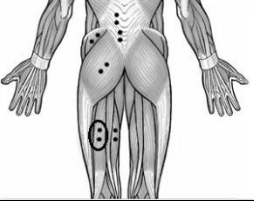

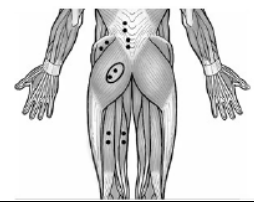

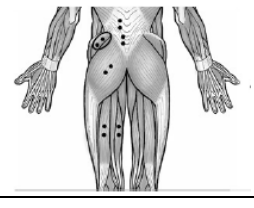

Kassal aktivasyon ölçümü

Araştırma kapsamında **Çizelge 9**'da verildiği gibi vuruş bacağına ait 8 kas, destek bacağına ait 4 kas belirlenmiş ve futbolda üst vuruş uygulaması sırasında bu kaslardan EMG kaydı alınmıştır. Futbolcular ölçüm öncesinde elektrot yerleşimi için hazırlanmışlardır. SENIAM (http-5)'in önerilerine göre ölçüm yapılacak kasların deri yüzey alanları sırasıyla tıraşlanmış ve alkolle temizlenmiştir.

Delsys trigno yüzey elektrotları vuruş bacağında TA, GAS, VL, VM, RF, BF, GMAK ve GMED kaslarına, destek bacağında ise TA, GAS, VL ve GMAK kaslarının longitudinal eksenini boyunca kasa paralel ve merkezler arası mesafe en çok 1 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. TA kası için *medial malleolus* ile fibulanın uç noktası arasındaki çizginin 1/3'üncü kısmına yerleştirilmiştir. GAS kası için elektrotlar *medial gastrocnemius* kısmının orta yüzeyine yerleştirilmiştir. RF kası için elektrotlar, *anterior superior iliac spine* ile patellanın superior noktası arasındaki çizginin %50'inci kısmına yerleştirilmiştir. VL kası için elektrotlar, *anterior superior iliac spine* ile patellanın lateral tarafı arasındaki çizginin 2/3'üncü kısmına yerleştirilmiştir. VM kası için elektrotlar, *anterior superior iliac spine* ile medial ligamentin anterior sınırının önündeki eklemin boşluğu arasındaki çizginin %80'inci kısmına yerleştirilmelidir. BF uzun başı için elektrotlar, uzun başın üzerine *ischial tuberosity* ve *lateral femoral epicondyle* arasındaki orta yola yerleştirilmiştir. GMAK kası için elektrot, *büyük trokanter* ile *sacral vertebra* arasındaki çizginin orta noktasına yerleştirilmiştir. GMED için elektrot *crisia iliaca* ile *büyük trokanter* arasındaki orta noktaya yerleştirilmiştir (**Çizelge 9**) (http-5). Maksimal istemli kasılmalar ölçümler öncesinde alınmıştır. Kayıtlar iki tekrar şeklinde gerçekleşmiş ve tekrarlar arası 1 dk. dinlenme verilmiştir. İMİK yöntemleri **Çizelge 9**'da verilmiştir (http-6). Ölçümler sırasında futbolcular maksimal kasılmaları uygun şekilde gerçekleştirmeleri için sürekli motive edilmiştir.

EMG 2000Hz ile dijitize edilmiştir. Topa değme anının 450 msn öncesi ve 250 msn sonrası kesit alanı olarak alınmış ve analizler bu aralıkta yapılmıştır. Tüm kas gruplarından elde edilen sinyaller doğrusal zarf yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz sırasında kastan gelen sinyali etkileyen gürültü, artefakt ve satürasyonun oluştuğu veriler elemine edilmiştir.

Çizelge 9. Elektrot Yerleşimi ve İMİK Yöntemleri

Elektrot Yerleşimi	Kaslar	İzometrik Maksimal İstemli Kasılma Yöntemi
	Tibialis Anterior	
	Gastrocnemius	
	Kuadriseps (RF, VM, VL)	
	Biceps Femoris	
	Gluteus Maximus	
	Gluteus Medius	

Doğrusal zarf hesaplaması için sırasıyla şu işlemler yapılmıştır:

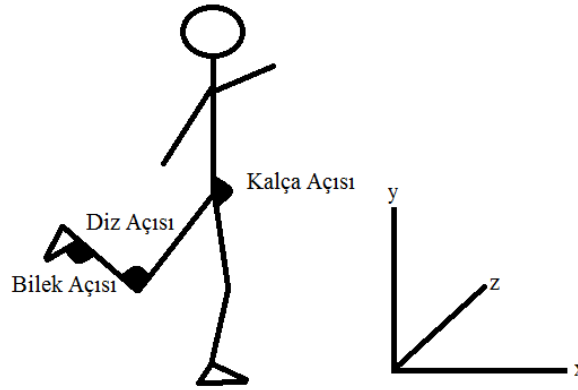
- 1) EMG'ye 20Hz yüksek geçiren filtre (hareket artefaktlarını yok etmek için) uygulanmıştır.
- 2) EMG'nin mutlak değeri alınarak, negatif değerler pozitif (rektife edilmiş) yapılmıştır.

3) 40msn zaman pencereli ortalama alan sonlu dürtü yanıtı filtresi (FIR) uygulanmıştır. Her 40msn'lik EMG'nin ortalaması alınmış ve bu işlem 1msn'lik artırılarla tekrarlanmıştır (Merletti, 1999).

Doğrusal zarf analizleri sonucu elde edilen grafikler, vuruşların 6 faza bölünmesine imkan sağlayan Cerrah ve ark. (2011) yapmış olduğu faz tanımlaması doğrultusunda yorumlanmıştır. Bu tanımlamaya göre; (1) hazırlık fazı, (2) Geriye savurma fazı, (3) Uyluk ileri aktarım fazı, (4) İleri savurma fazı, (5) Topla temas fazı, (6) Tamamlama fazı şeklindedir. **Çizelge 5**'de bu 6 faz gösterilmiştir.

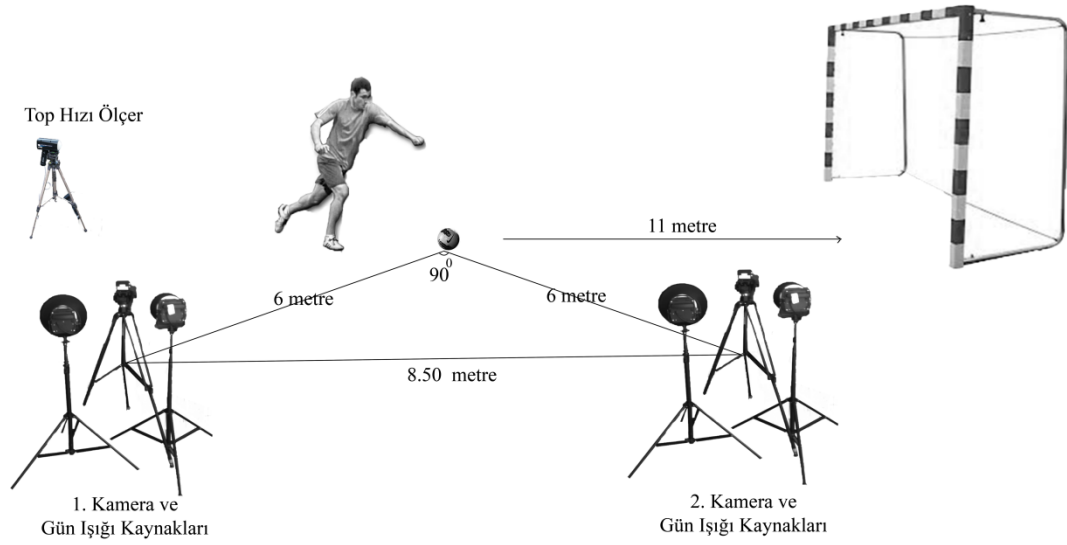
Görüntü analizi ölçümü

Tüm futbolcuların görüntü kaydı öncesi vücudun önceden belirlenen anatomik noktalarına 9 adet yansıtıcı işaret yerleştirilmiştir. Yansıtıcılar Sağ ayak parmağı (*Metatarsal-phalangeal* eklemlere), sağ ayak bileği (*Lateral malleollere*), sağ diz eklemi (*femoral epikondil*), sağ kalça eklemi (*femurun büyük trokanterlerine*), sağ omuz eklemi (*akromion çıkıntısına*) yerleştirilmiştir. Araştırmada, kalça, diz ve ayak bileği eklemi açı ve açısız hızları (**Şekil 20**), omuz, kalça, diz, ayak bileği ve parmak ucu "x" eksenini lineer hızları, diz "y" eksenini lineer hızı, omuz ve parmak "z" eksenini lineer hızı analiz edilmiştir.



Şekil 20. Eklem Açı Bölgeleri ve Koordinat Sistemi Yönü

Futbolcunun üst vuruş hareketi 2 adet yüksek hızlı kamera ile kaydedilmiştir. Kameralar **Şekil 21**'de görüldüğü futbolcuların vuruş bacağı tarafında ön ve arkadan vuruş hareketinin gerçekleştiği yöne 90° açı yapacak şekilde yerden 1.50 m yüksekliğe sabitlenmiştir. Kameralar arası mesafe 8.50 metre ve 1. kamera ile sporcu arasındaki mesafe 6 metre, 2. kamera ile sporcu arasındaki mesafe 6 metre olacak şekilde kamera yerleşimi gerçekleştirilmiştir. 2 farklı kameranın çektiği görüntü 2 adet ethernet kablosuyla bilgisayara gönderilmiş ve video kayıtları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 21. Ölçüm Dizayını

Futbolda topa vuruş anının ölçümü için kameralara monte edilen “Sigma 20mm f1.8 EX DG Aspherical RF” markalı lensler kullanılmıştır. Ölçümler, 1440x1030 çözünürlükte, kazancı 1, enstantenesi (shutter) 1060, ve saniyede 1000 fotoğraf karesi olacak şekilde, 1/2000 pozlama süresi alınmıştır. Yansıtıcı işaretleri parlatmak için her kamera arkasında 300 watt olmak üzere toplam 600 watt’lık gün ışığı kaynağı kullanılmıştır (**Şekil 21**).

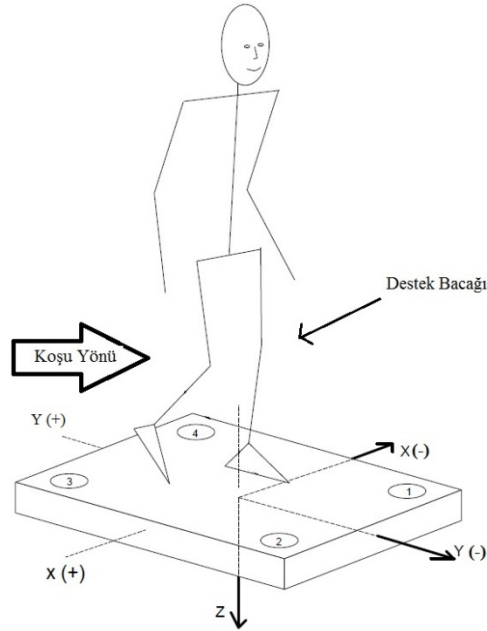
Sayısallaştırma işlemine başlamadan önce futbolda üst vuruş hareketinin 3 boyutlu uzayda tanımlanabilmesi için önceden ölçümleri alınan kalibrasyon kafesinin bilinen uzaysal konumları “WinAnalyze, Almanya” yazılımına tanımlanmıştır. Kalibrasyon için 12 noktadan oluşan kalibrasyon kafesi kullanılmıştır (**Şekil 15**). Kalibrasyon kafesi görüntüsü üzerindeki noktaların sayısallaştırma işlemi yazılım üzerinde gerçekleştirildikten sonra her bir karedeki yansıtıcı işaretler yazılımın otomatik sayısallaştırma komutu ile sayısallaştırılmıştır. Hatalı sayısallaştırılan noktalar “object display” modunda elle işaretlenerek düzeltilmiştir. Direct Linear Transformation (DLT) yöntemiyle analizler WINanalyze Automatic Motion Analysis programında gerçekleştirilmiştir. Verinin filtrelenmesi sırasında 5 nokta ortalama alan alçak geçiren filtre (5-point averaging filter) kullanılmıştır.

Yer reaksiyon kuvveti ölçümü

Yer tepki kuvveti bileşenlerinin hesaplanması Kuvvet platformunun lokal koordinat sistemi **Şekil 22’de** gösterilmiştir. Kuvvet platformunun dört köşesinde yer tepki kuvvetlerini ölçmek için dört adet yük ölçer bulunmaktadır. Bu yük ölçerler aracılığıyla **Çizelge 10’da** görüldüğü gibi kuvvet platformundan antero-posterior (F_y), medio-lateral (F_x) ve dikey (F_z) eksenlerine ait değerler elde edilmektedir.

Platformtan alınan sinyaller ilk önce bir güçlendirici yardımı ile yükseltilerek bilgisayar içinde bulunan A/D (analog/sayısal) çeviricisine gönderilmektedir. Analog sinyaller bu çevirici yolu ile sayısal bilgiye dönüştürülür. Böylece sistem

içerisinde bulunan algılayıcılardan gelen düşük güçteki analog sinyal kuvvetlendirilmiş ve sayısallaştırılmış gerilim düzeyleri şekline dönüştürülmektedir.



Şekil 22. Kuvvet Platformu Yönü ve Eksenleri

Üç eksendeki kuvvet (N) değerleri, futbolcuların kendi vücut ağırlıkları (VA) ile normalize edilmiş ve sonuçlar %VA olarak verilmiştir. Böylece gruplar arasında sporcuların vücut ağırlığına bağlı olarak ortaya çıkabilecek farklılıklar elemine edilmiştir (Cerrah ve ark, 2012).

Çizelge 10. Yer Reaksiyon Kuvveti Hesaplama Formülleri

Çıktı Sinyali	Kanal	Tanım
fx12	1	X yönündeki kuvvet: sensör 1 + sensör 2
fx34	2	X yönündeki kuvvet: sensör 3 + sensör 4
fy14	3	Y yönündeki kuvvet: sensör 1 + sensör 4
fy23	4	Y yönündeki kuvvet: sensör 2 + sensör 3
fz1 ... fz4	5...8	Z yönündeki kuvvet: 1 ... 4
Parametre	Hesaplama	Tanım
Fx	= fx1,2 + fx3,4	Medio-lateral kuvvet
Fy	= fy1,4 + fy2,3	Anterior-posterior kuvvet
Fz	= fz1 + fz2 + fz3 + fz4	Dikey kuvvet

Topa vuruş testi

Futbolda topa vuruş araştırmacılar tarafından farklı fazlara bölünerek incelenmiştir. Bu araştırmada ise (1) hazırlık (2)geriye savurma (3) uyluk ileri aktarım (4) ileri savurma (5) topla temas (6) tamamlama olmak üzere 6 fazda

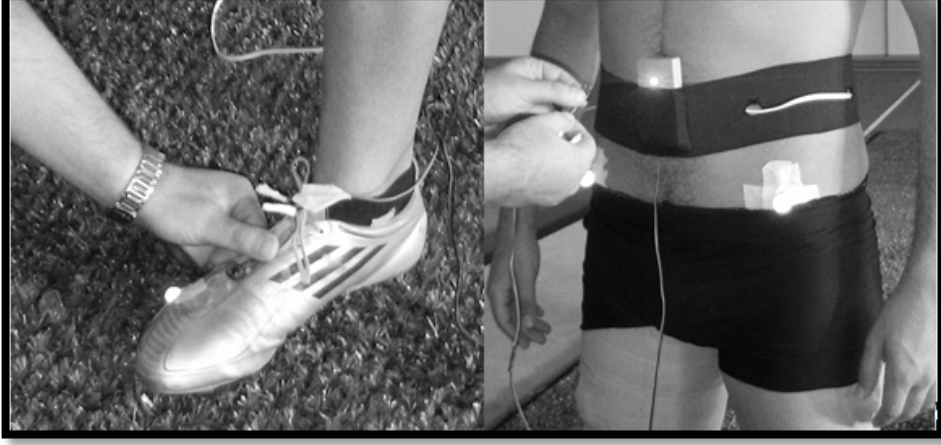
incelenmiştir (Cerrah ve ark., 2011). Futbolcular ölçüm öncesinde 10dk jogging ve 10dk gerdirme hareketleriyle ısınmıştır. Wireless EMG elektrotları ve futbolcu üzerine yerleştirildikten ve kablolar sabitlendikten sonra futbolcuya rahatsızlık veren bir durumun veya vuruş hareketini kısıtlayan bir olumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Tüm futbolcular vuruşları baskın bacaklarıyla şort, tişört ve futbol ayakkabısıyla gerçekleştirmiştir. Çalışmaya katılan tüm futbolcuların baskın bacakları sağ bacak olup, duran topa karşı kendi maksimal hızlarında üst vuruş tekniğini belirli bir hedefe karşı gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada baskın olmayan bacak “destek bacağı” olarak nitelendirilmiştir. Tüm vuruşlar, 2 yaklaşma adımı ile 30-45° açı ile gerçekleştirilmiştir. Vuruşlar 11m uzak mesafede bulunan [2m yüksekliğinde ve 3m genişliğinde (içten, içe)] bir kaleye 12-13 yaş için FIFA standartlarına uygun 4, 14-17 yaş için 5 numara topla yapılmıştır. Topun içerisindeki havanın sabitlenebilmesi için iç basıncı “Rucanor” marka aletle her ölçüm öncesinde ölçülerek 1 lpsi olarak ayarlanmıştır.

Bu araştırma kapsamında, vuruş teknikleri değerlendirilirken iki önemli faktör göz önünde bulundurulmuştur. Bunlardan birincisi top hızıdır. Futbolda topa vuruş sırasında yüksek top hızına ulaşmak kaleciye kurtuluş için daha az zaman tanıyacağından önemlidir. Bu da kişiye gol atma şansı sağlar (Dorge ve ark., 2002). İkincisi ise doğruluk (hedefe isabettir)’tur. Doğruluk hedefe düzgün bir vuruş yapabilme becerisidir. Araştırmacılar doğruluğu değerlendirebilmek için çeşitli ölçüm yöntemleri kullanmıştır. Bunlar; oyun başına kaleye atılan şut sayısı (Zeederberg ve ark., 1996), hedefi vurabilme becerisi (Anderson ve Sidaway, 1994; Abt ve ark., 1998) ve iki nokta arasındaki topa vurabilme becerisi (Mc Lean ve Tumilty, 1993)’dir. Ancak doğruluğu tanımlamak için kullanılan hedefi vurma yeteneği, bir maçta kaleye atılan şut sayısı veya oyun başına atılan şut sayısından daha etkili bir tanımdır (Finnoff ve ark., 2002). Bu bağlamda vuruşlar optimal hızda 5 isabetli vuruş kayıt edilmiş en yüksek top hızına ulaşılan 3 tanesi ise ileriki kinetik ve kinematik analiz yöntemleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Futbol UEFA B Lisans belgesine sahip iki uzman tarafından tüm vuruş tekniklerinin uygun olup olmadığı gözlenmiştir. Ölçüm düzeneğine alışılabilmesi için futbolculardan en az 2 deneme vuruşu yapılmıştır. On bir metre uzaklıkta bulunan kaleye atılan toplardan kale direğine isabet eden ve kale çizgisini geçen tüm toplar isabetli olarak değerlendirilmiştir. Vuruşlar sırasında topun ulaştığı maksimal hız radar (Jugs Pro-Sports Radar Gun) yardımıyla ölçülmüştür. Tüm ölçümlerde radar sporcu arkasına, 150cm yükseklikten hedef kalenin merkezini görece şekilde sabitlenmiştir. Elde edilen sonuç led skorboarda aktarılmış ve yardımcı araştırmacı tarafından bilgi toplama formuna (**Ek-2**) kaydedilmiştir.

Sistemlerin senkronizasyonu

Üç sistemin (Yüksek Hızlı Kameralar, EMG ve Kuvvet platformu) senkronizasyonu için Delsys Trigger modülü kullanılmış ve bu şekilde tüm sistemler aynı anda kayda başlamıştır. Ayrıca topla temas anını tespit etmek için geliştirilen bir aparatla tüm sistemlerde topla temas anı eş zamanlı olarak belirlenmiştir (**Şekil 23**). **Şekil 23**'de görüldüğü gibi geliştirilen bu aparat sporcunun hareketini kısıtlamaması için sporcunun bel kısmına sabitlenmiştir. Aparatın bu kısmı, led ışık kutusundan oluşmaktadır ve bu kutudan çıkan iki kablodan bir tanesi topla vuruş anı tespiti için futbolcuların ayakkabılarının bağcık kısmına anahtar (switch) şeklinde, diğeri ise EMG elektrotuna bağlanmıştır. Topla

temas anında anahtar devresi tamamlanmakta ve led ışık yandığı anda EMG elektrotu aracılığıyla eş zamanlı sinyal Delsys yazılımına bilgi göndermektedir. Kuvvet platformu da EMG sistemi ile eş zamanlı başladığı için senkronizasyon sağlanmış olur. Bu şekilde üç sistemin senkronizasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 23. Topla Temas Anını Tespit Etmek İçin Kullanılan Aparat

İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizi için MATLAB ve Graphpad InStat istatistik analiz programları kullanılmıştır. Verilerin ortalama ve standart sapmaları ($Ort \pm SS$) hesaplanmıştır. Denek sayısı az olduğundan SS istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığı hesaplanmıştır. SS eşit olduğu tespit edildikten sonra Kolmogorow ve Smirnov yöntemi kullanılarak normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Veriler normal dağılım sergilediğinden üç farklı yaş grubundaki (12-13 yaş, 14-15 yaş, 16-17 yaş) futbolcularda üst vuruş top hızı, izokinetik kuvvet değerleri ve bacak kütle değerleri arasındaki farklılıkların analizi amaçlı One-way ANOVA istatistiksel analizi kullanılmış ve gruplar arası farklılıklar Post Hoc Tukey testi ile gerçekleştirilmiştir. Topa vuruş tekniği beş farklı faza ayrılmıştır. Üç farklı grupta bulunan futbolculara ait kinetik ve kinematik veriler bu fazlara göre ortalama alınarak istatistiksel değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında ortaya çıkan kassal aktivasyon, yer reaksiyon kuvveti ve eklemlere ait açı, açısal hız ve lineer hız değerlerinin gruplar arasındaki farklılıklarının analizi amaçlı One-way ANOVA istatistiksel analizi kullanılmış ve gruplar arası farklılıklar Post Hoc Tukey testi ile gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 olarak alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular

Çalışmaya katılan üç farklı yaş grubu futbolcularına ait demografik özellikler **Çizelge 11.’de**, üst vuruş sırasında oluşan top hızı, izokinetik kuvvet parametreleri ve bacak kütle değerleri arasındaki fark **Şekil 24., 25., 26., 27.,de**, kassal aktivasyonlar arasındaki fark **Şekil 28., 29., 30., 31., 32., 33., 34., 35., 36., 37., 38.,39.’de**, eklemlere ait açı, açısal hız ve lineer hız değerleri arasındaki fark **Şekil 40., 41., 42., 43., 44., 45., 46., 47., 48., 49., 50., de**, yer reaksiyon kuvvet değerleri arasındaki fark **Şekil 51., 52., 53.’de** verilmiştir. Şekillerdeki çizgi grafikleri vuruş öncesi, sırası ve sonrasında değerleri göstermektedir ve grafikte belirtilmiş olan “0” noktaları, topla temas anını ifade etmektedir. Bar grafikler ise, belirtilen fazlardaki değerlerin ortalaması sonuç elde edilen istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 11. Futbolcuların Tanımlayıcı İstatistikleri

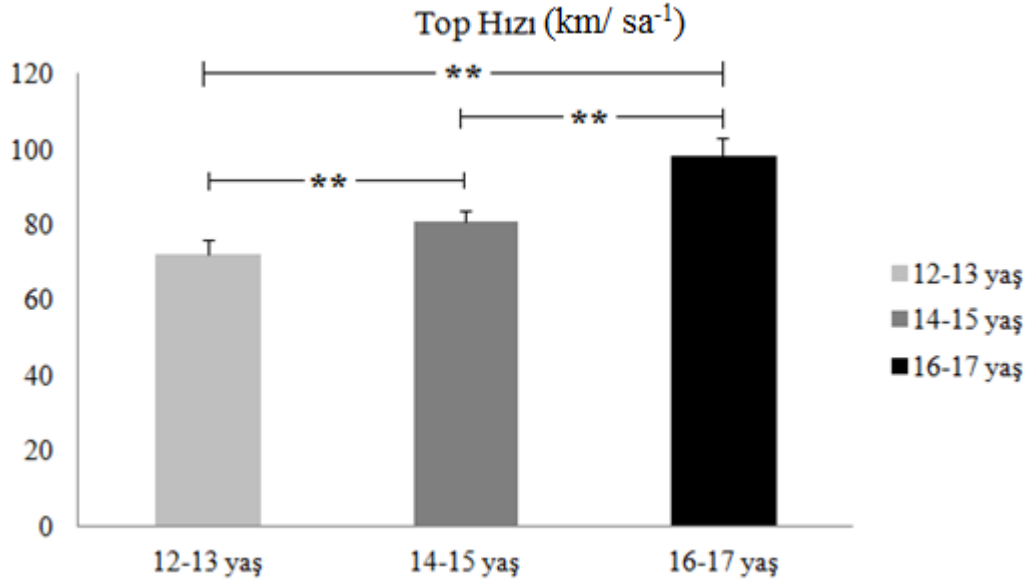
Değişkenler	12-13yaş	14-15 yaş	16-17 yaş
	(n=10)	(n=10)	(n=10)
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Boy (cm)	151 ±4,64	161±10,33 ¥*	174 ±4,52 ¥**, F**
VA(kg)	40±3,88	54±7,65 ¥**	65±3,67 ¥**, F**
VKİ	17±1,47	20±1,14 ¥**	21±1,56 ¥**
VYY	15±2,44	15±2,31	14±1,94
Faz Zamanlaması (mili saniye)	H	178±30,32	194±38,90
	GS	87±28,09	82±38,86
	UİA	81±14,84	91±29,34
	İS	56±4,69	56±6,15
	TT	9±0,88	9±0,99
	T	128±19,18	145±30,23

VA: Vücut ağırlığı, VKİ: Vücut kütle indeksi, VYY, Vücut yağ yüzdesi, H: Hazırlık fazı, GS: Geriye savurma fazı, UİA: Uyluk ileri aktarım fazı, İS: İleri savurma fazı, TT: Topla temas fazı, T: Tamamlama fazı*: P<0.05 , **: P<0.01

¥:12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak farklı; F:14-15 yaş grubuna göre istatistiksel olarak farklı

Çizelge 11’de görüldüğü gibi üç farklı yaş grubundaki futbolcuların Boy, VA, ve VKİ değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlılık (p<0.01 ve p<0.05) oluşurken. VYY ve faz zamanlamaları açısından istatistiksel bir anlamlılık (p>0.05) oluşmamıştır. Boy ve VA değerleri açısından, 16-17 yaş grubu 12-13 ve 14-15 yaş grubuna oranla ve 14-15 yaş grubu 12-13 yaş grubuna oranla, VKİ değerleri açısından 16-17 yaş grubu ve 14-15 yaş grubu 12-13 yaş grubuna oranla daha yüksek bulunmuştur.

Denence 1: Üç farklı (12-13, 14-15, 16-17) yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş top hızı değerleri arasında fark yoktur.

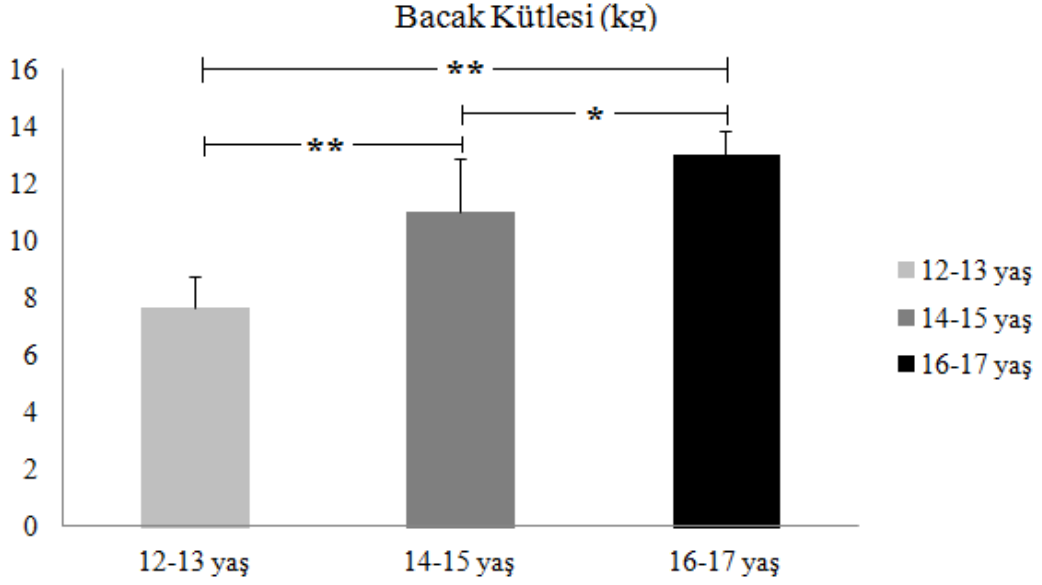


Şekil 24.Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğini uygulaması sırasında oluşan top hızı değerleri (*: p<0.05; **p<0.01).

Şekil 24'de görüldüğü gibi üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulaması sırasında ortaya çıkan top hızı değerleri, 12-13 yaş grubunda 72 km/sa⁻¹, 14-15 yaş grubunda 81 km/sa⁻¹ ve 16-17 yaş grubunda 98 km/sa⁻¹ hız olarak ortaya çıkmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında (p<0.01), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 1 numaralı denence reddedilmiştir.

Denence 2: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı kütle değerleri arasında fark yoktur.



Şekil 25. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı kütle değerleri (*: $p<0.05$; ** $p<0.01$).

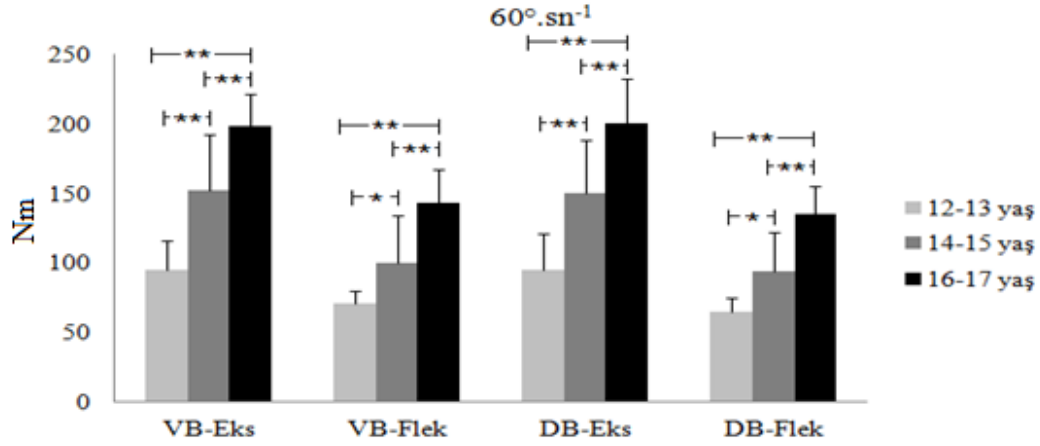
Şekil 25’de görüldüğü gibi üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı kütle değerleri, 12-13 yaş grubunda 7,62 kg, 14-15 yaş grubunda 11,03 kg ve 16-17 yaş grubunda 13,01kg olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.05$), istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 2 numaralı denence reddedilmiştir.

Denence 3: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların farklı açılarda meydana gelen izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.

Denence 3.1: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $60^\circ.sn^{-1}$ açılarda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.

Denence 3.2: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların destek bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $60^\circ.sn^{-1}$ açılarda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.



Şekil 26.Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş ve destek bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri (*: $p<0.05$; ** $p<0.01$).

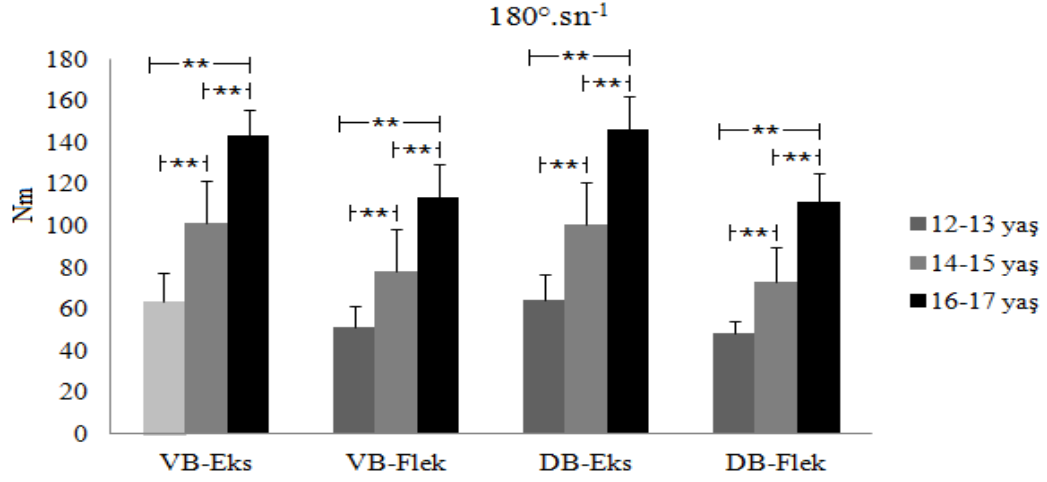
Şekil 26'da görüldüğü gibi üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısal hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 94 Nm, 14-15 yaş grubunda 152 Nm ve 16-17 yaş grubunda 199 Nm olarak ortaya çıkmıştır. Vuruş bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısal hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 71 Nm, 14-15 yaş grubunda 100 Nm ve 16-17 yaş grubunda 143 Nm olarak ölçülmüştür. Destek bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısal hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 94 Nm, 14-15 yaş grubunda 150 Nm ve 16-17 yaş grubunda 200 Nm olarak ortaya çıkmıştır. Destek bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısal hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 65 Nm, 14-15 yaş grubunda 94 Nm ve 16-17 yaş grubunda 135 Nm olarak ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre, vuruş bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısal hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Vuruş bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısal hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.05$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 3.1 numaralı denence reddedilmiştir.

Destek bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısal hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Destek bacağı $60^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısal hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.05$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 3.2 numaralı denence reddedilmiştir.

Denence 3.3: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısal hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.

Denence 3.4: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların destek bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $1800^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısız hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri arasında fark yoktur.



Şekil 27. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş ve destek bacağı *quadriceps* ve *hamstring* kas gruplarında $1800^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ açısız hızda oluşan izokinetik kuvvet değerleri (*: $p<0.05$; **: $p<0.01$).

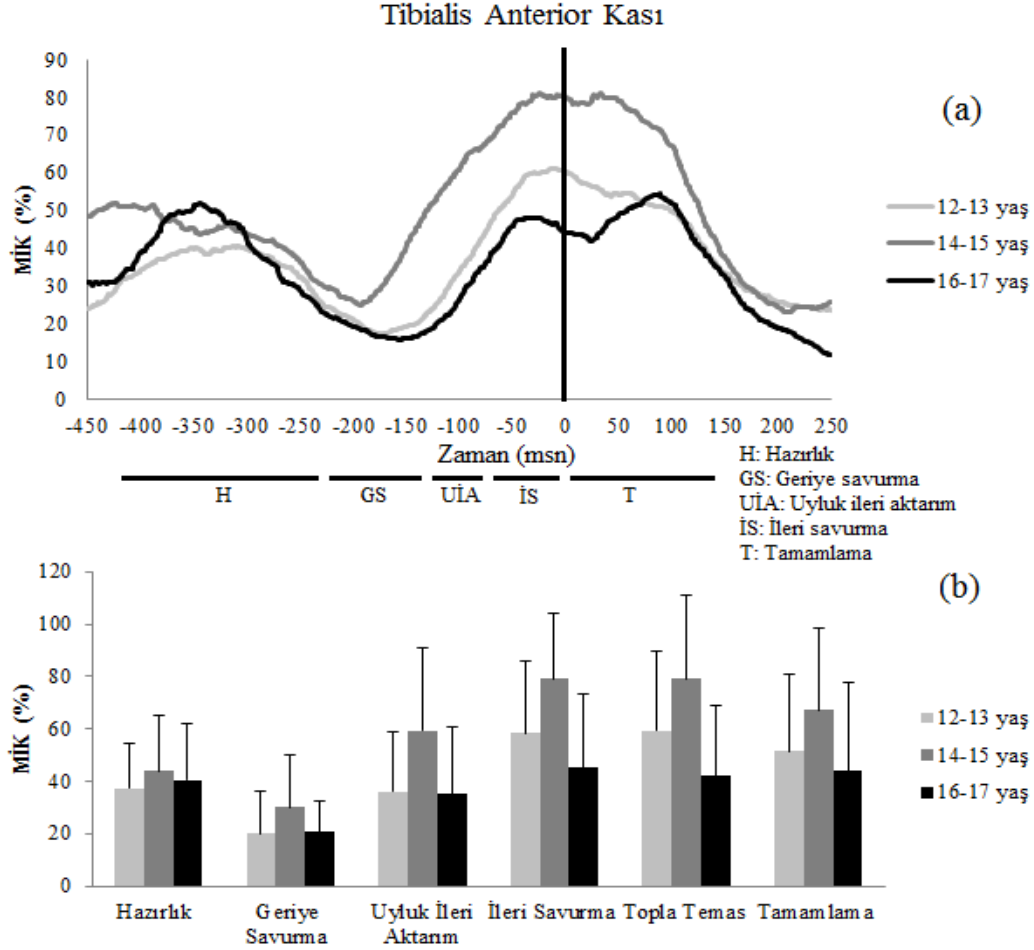
Şekil 27’de görüldüğü gibi üç farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısız hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 63 Nm, 14-15 yaş grubunda 101 Nm ve 16-17 yaş grubunda 143 Nm olarak ortaya çıkmıştır. Vuruş bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısız hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 51 Nm, 14-15 yaş grubunda 78 Nm ve 16-17 yaş grubunda 114 Nm olarak ölçülmüştür. Destek bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısız hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 64 Nm, 14-15 yaş grubunda 100 Nm ve 16-17 yaş grubunda 146 Nm olarak ortaya çıkmıştır. Destek bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısız hız değerleri, 12-13 yaş grubunda 48 Nm, 14-15 yaş grubunda 73 Nm ve 16-17 yaş grubunda 111 Nm olarak ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre, vuruş bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısız hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Vuruş bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısız hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 3.3 numaralı denence reddedilmiştir.

Destek bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ ekstansiyon (*quadriceps*) açısız hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmuştur. Destek bacağı $180^{\circ}.\text{sn}^{-1}$ fleksiyon (*hamstring*) açısız hız değerleri açısından, 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), ve 14-15 ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 3.4. numaralı denence reddedilmiştir.

Denence 4: Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında oluşan kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

Denence 4.1: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Tibialis Anterior* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

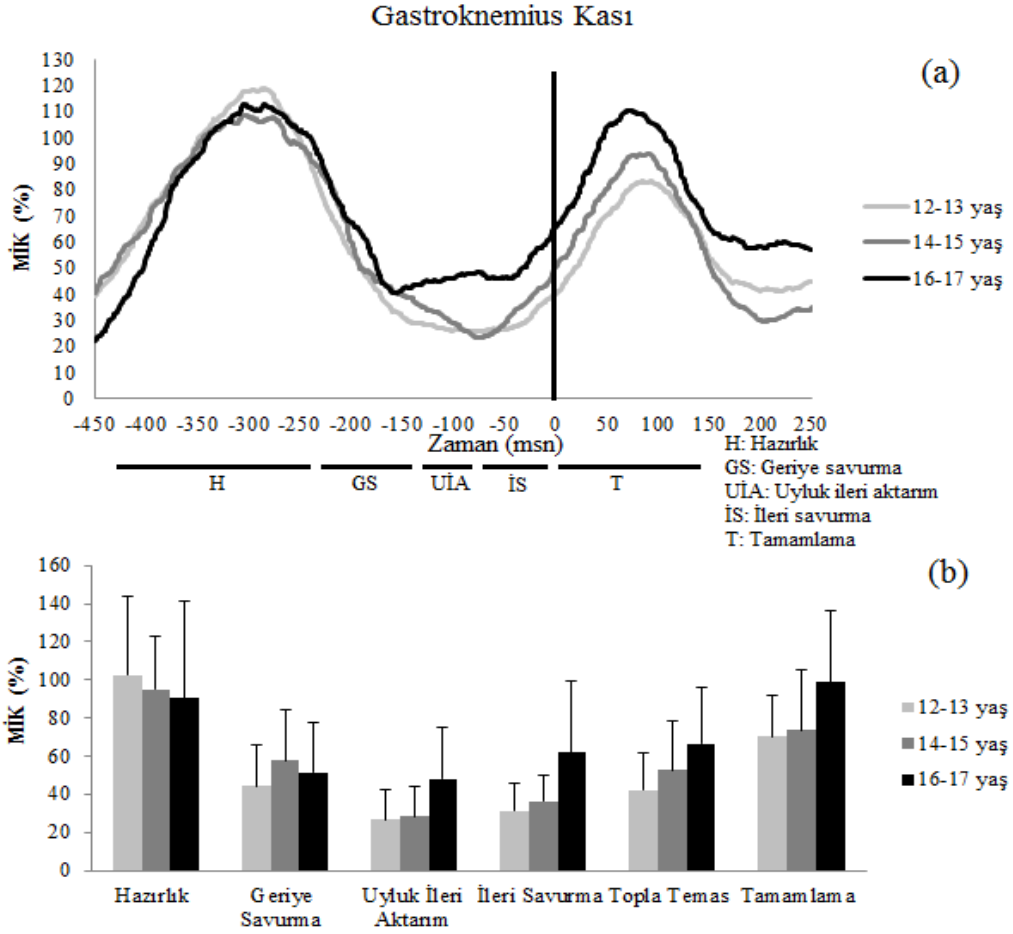


Şekil 28.Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *tibialis anterior* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil. 28(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğini uygulayışı sırasında, TA kasının kassal aktivasyonu 14-15 yaş grubunda (GS fazından T fazının sonuna kadar) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon 12-13 yaş grubunda MİK'nın %61.24'ü ve 14-15 yaş grubunda MİK'nın %81.1'i ile topla temas fazında görülürken, 16-17 yaş grubunda MİK'nın %63.89'u ile tamamlama fazında görülmüştür.

Şekil 28(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.1. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.2: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağında oluşan *Medial Gastrocnemius* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

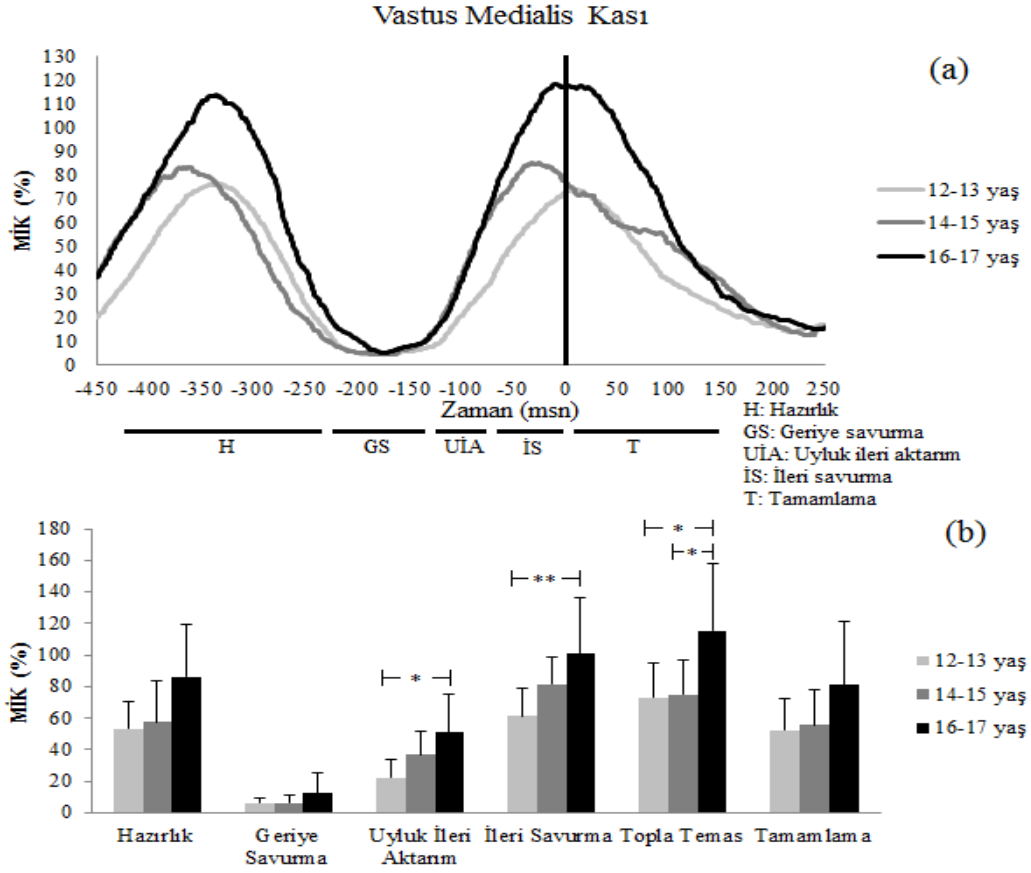


Şekil 29.Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağında oluşan *gastrocnemius* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 29(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, GAS kasının kassal aktivasyonu 16-17 yaş grubunda (GS fazından T fazının sonuna kadar) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve tamamlama fazlarında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %118.54'u ile hazırlık fazında ve %83.23'ü ile tamamlama fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nın %108.59'u ile hazırlık fazında ve %93.56'sı ile tamamlama fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %112.83'ü ile hazırlık fazında ve %110.11'i ile tamamlama fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 29(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.2. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.3: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Vastus Medialis* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

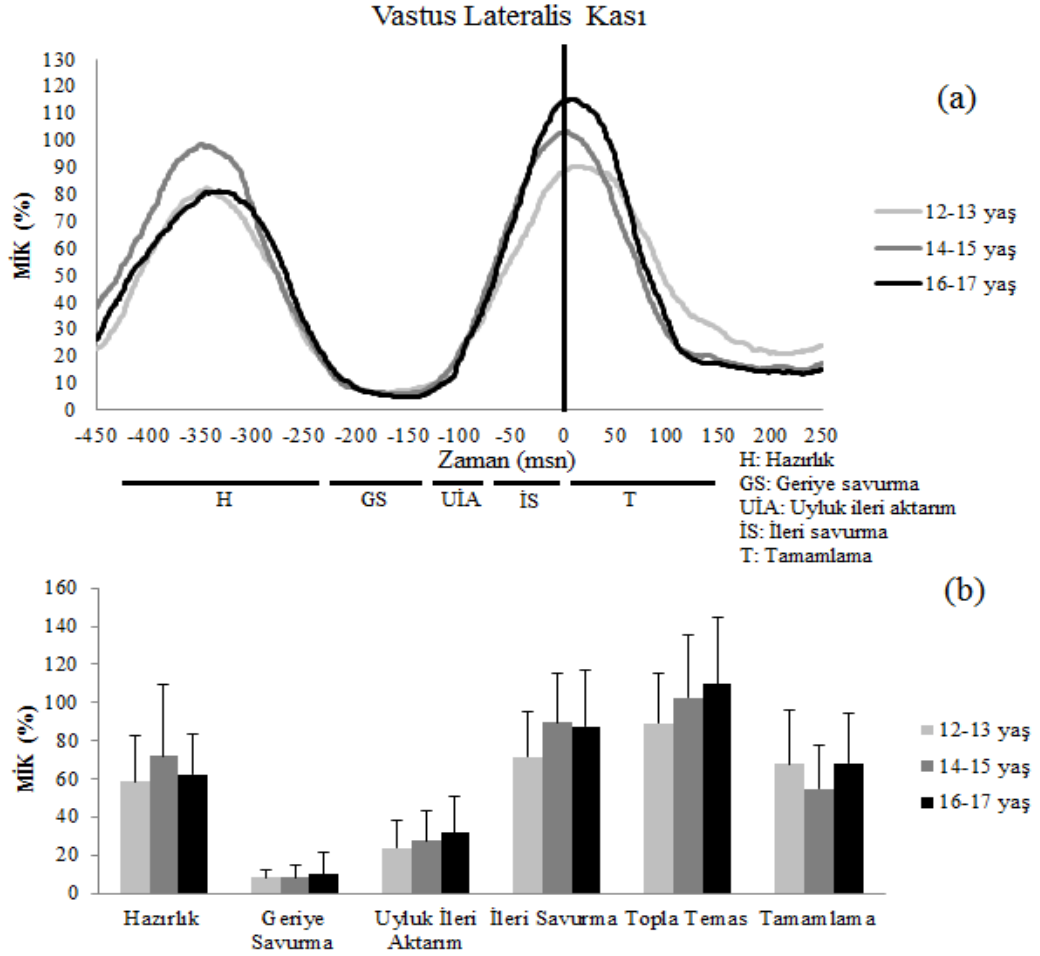


Şekil 30. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *vastus medialis* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 30(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğini uygulayışı sırasında, VA kasının kassal aktivasyonu 16-17 yaş grubunda (GS fazından T fazının sonuna kadar) diğer yaş gruplarına göre daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve topla temas fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %76.16'sı ile H fazında ve %73.65'i ile TT fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nın %83.22'si ile H fazında ve %84.82'si ile TT fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %113.37'si ile H fazında ve %117.93'ü ile TT fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 30(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), İS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), TT fazında ise 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01) ve 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 4.3. numaralı denence UİA, İS ve TT fazları açısından reddedilmiş ve H, GS ve T fazları açısından kabul edilmiştir..

Denence 4.4: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Vastus Lateralis* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

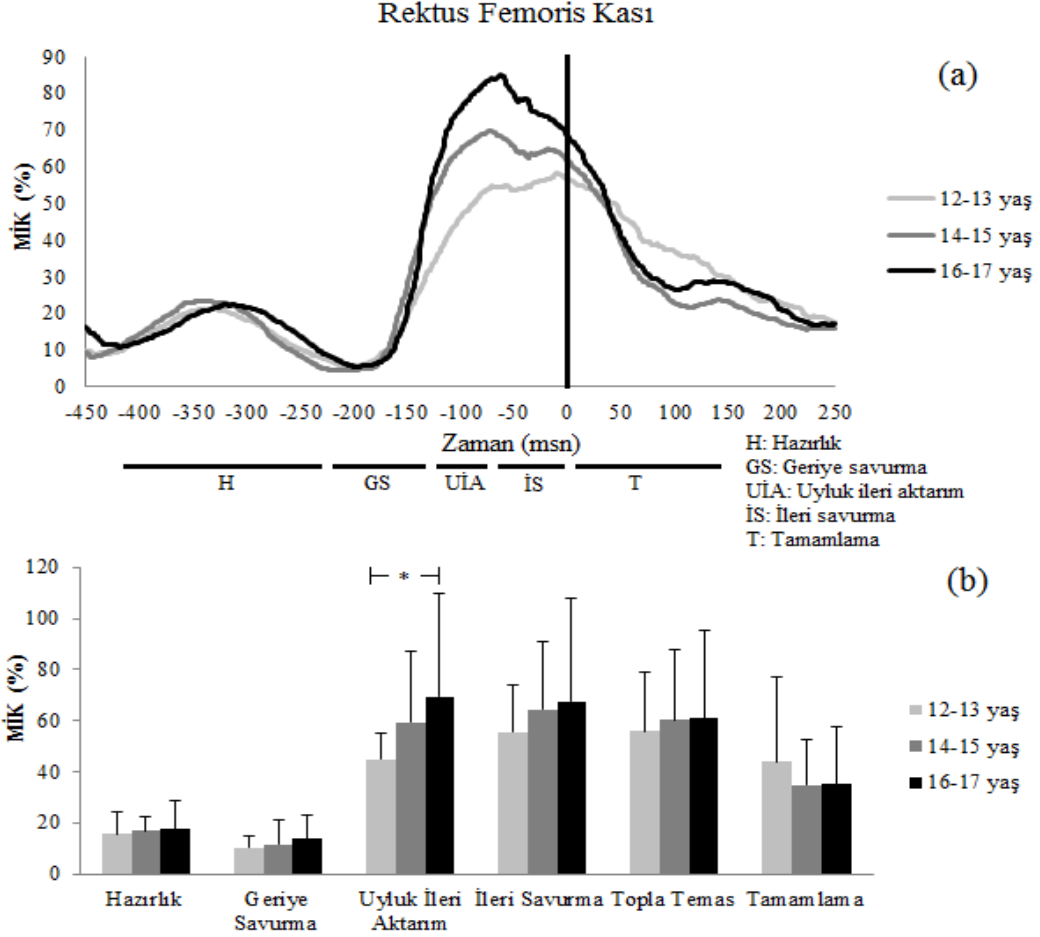


Şekil 31. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *vastus lateralis* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 31(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, VL kasının kassal aktivasyonu 14-15 yaş grubunda (H fazında) ve 16-17 yaş grubunda (T fazında) daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve topla temas fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nin %82.38'i ile H fazında ve %90.34'ü ile TT fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nin %98.29'u ile H fazında ve %103.16'sı ile TT fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nin %80.91'i ile H fazında ve %115.06'sı ile TT fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 31(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.4. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.5: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Rectus Femoris* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

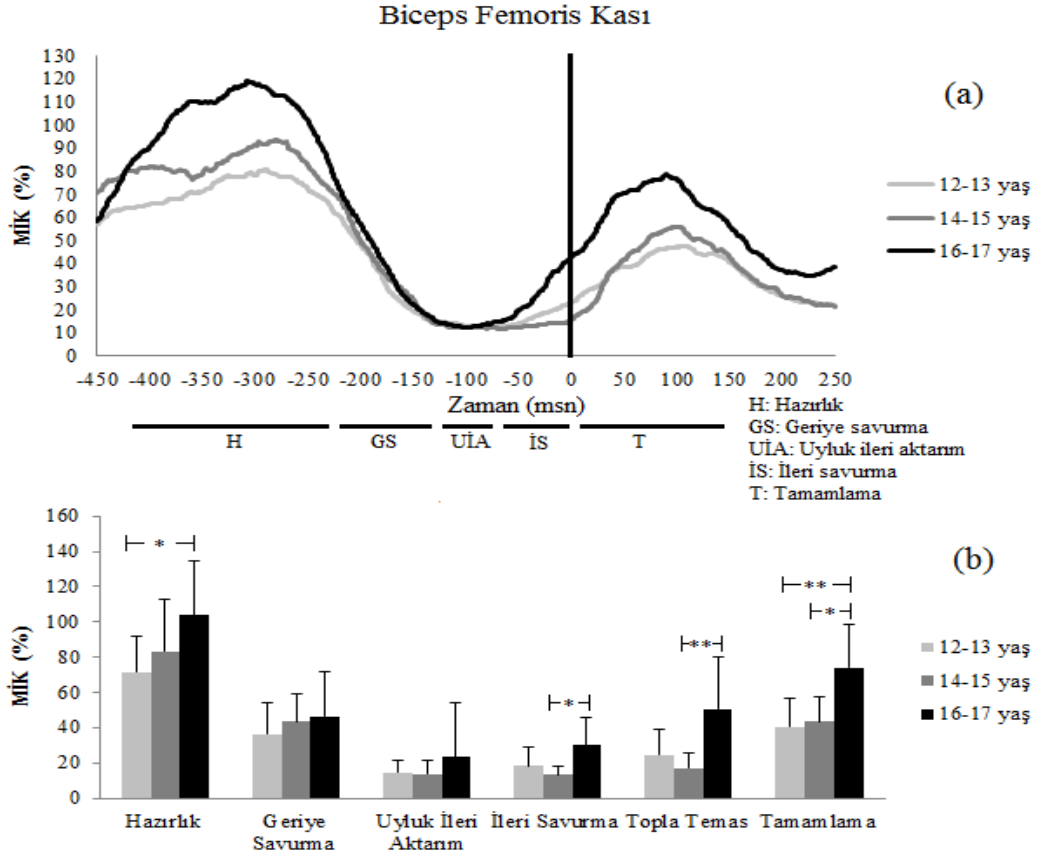


Şekil 32. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *rectus femoris* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 32(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, RF kasının kassal aktivasyonu 16-17 yaş grubunda (GS fazından TT fazına kadar) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon 12-13 yaş grubunda MİK'nın %58.09'u ile. topla temas fazında görülürken, 14-15 yaş grubunda MİK'nın %69.88'i ile ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %84.83'ü ile uyluk ileri aktarım fazında görülmüştür.

Şekil 32(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan (p<0.05) dolayı 4.5. numaralı denence UİA fazı açısından reddedilmiş ve H,GS, İS, TT, T fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.6: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Biceps Femoris* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

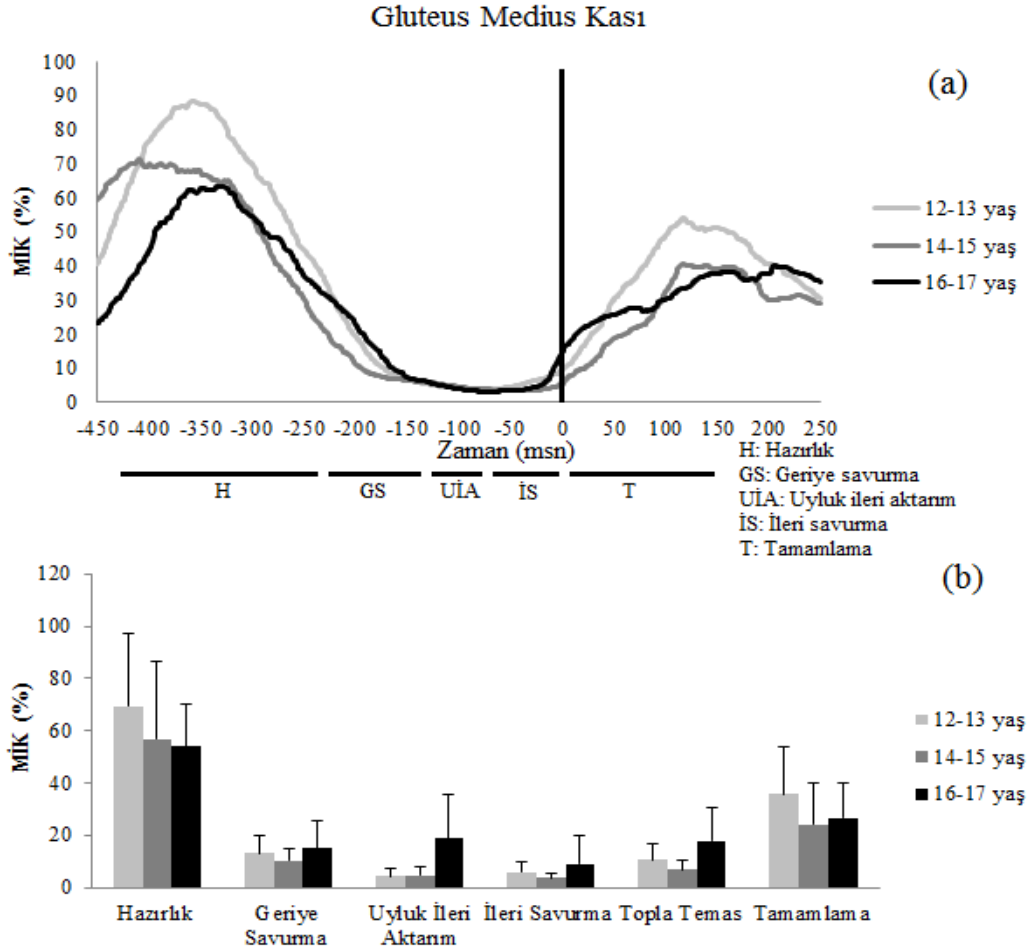


Şekil 33. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *biceps femoris* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 33(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, BF kasının kassal aktivasyonu 16-17 yaş grubunda (H fazından T fazının sonuna kadar) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve tamamlama fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nin %80.44'ü H fazında ve %47.63'ü T fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nin %93.31'i H fazında ve %55.97'si T fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nin %119.13'ü H fazında ve %78.34'ü T fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 33(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında H fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), İS fazında 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), TT fazında, 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), T fazında ise, 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01) ve 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 4.6. numaralı denence H, İS, TT, T fazları açısından reddedilmiş ve GS ve UİA fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.7: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Gluteus Medius* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

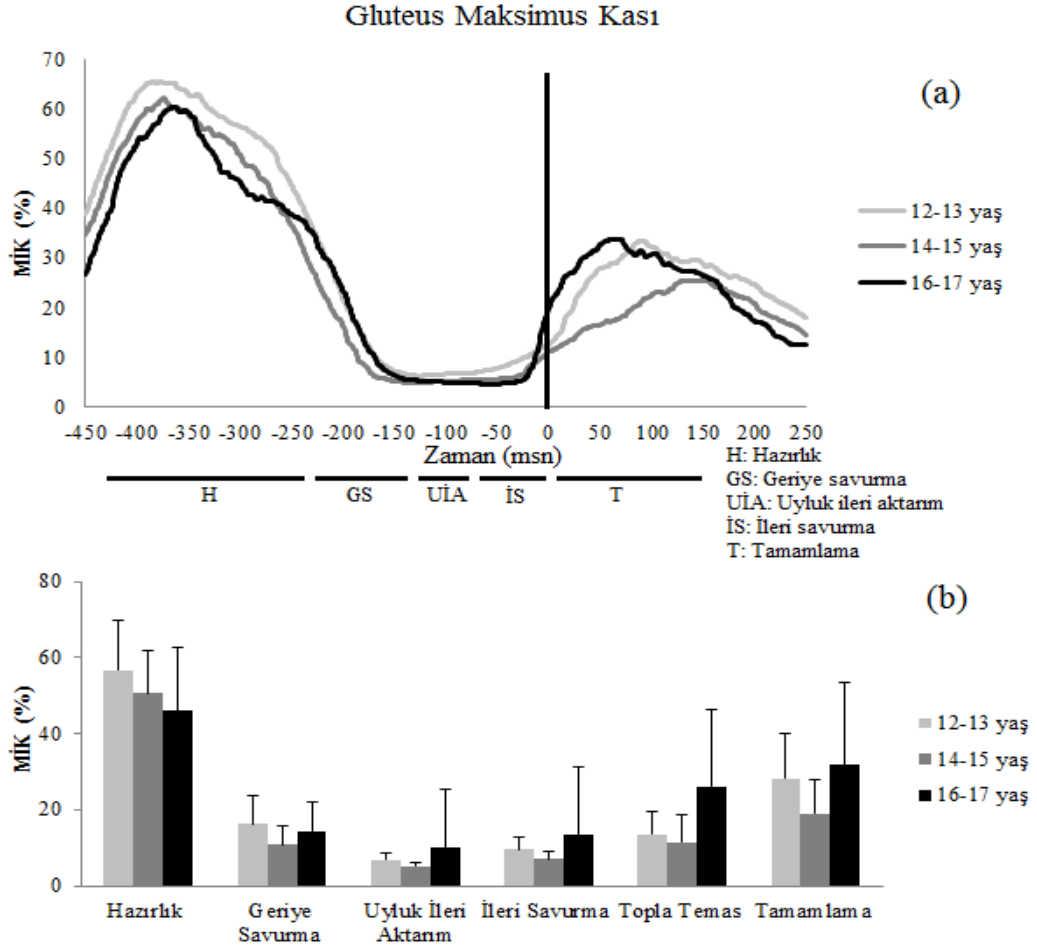


Şekil 34. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *gluteus medius* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 34(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, GMED kasının kassal aktivasyonu 12-13 yaş grubunda (H ve T fazında) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve tamamlama fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %88.31'i H fazında ve %53.98'i T fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nın %71.23'ü H fazında ve %40.43'ü T fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %63.35'i H fazında ve %40.13'ü T fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 34(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.7. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir

Denence 4.8: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *Gluteus Maksimus* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

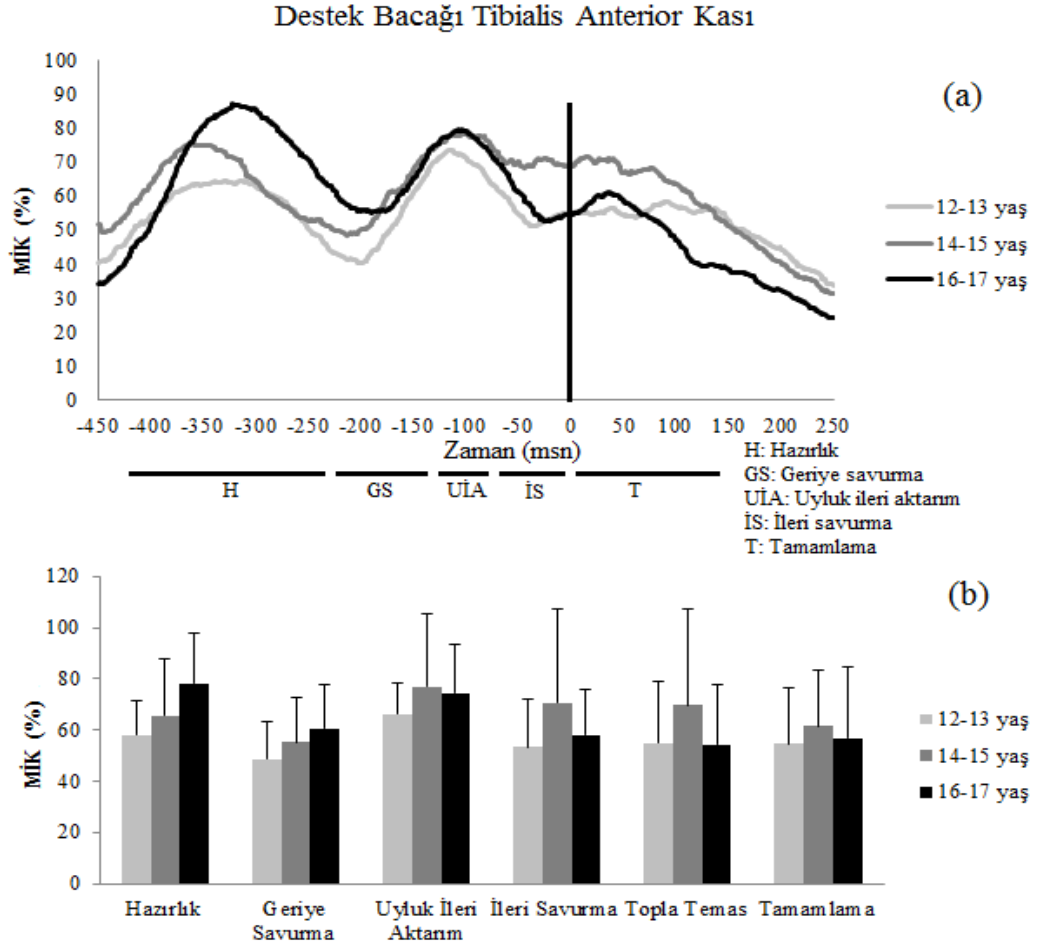


Şekil 35. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağına oluşan *gluteus maksimus* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 35(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, GMAK kasının kassal aktivasyonu 12-13 yaş grubunda (H fazında) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve tamamlama fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %65.43'ü H fazında ve %33.31'i T fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nın %62.09'u H fazında ve %25.48'i T fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %60.42'si H fazında ve %33.75'i T fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 35(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.8. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir

Denence 4.9: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağındaki *Tibialis Anterior* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

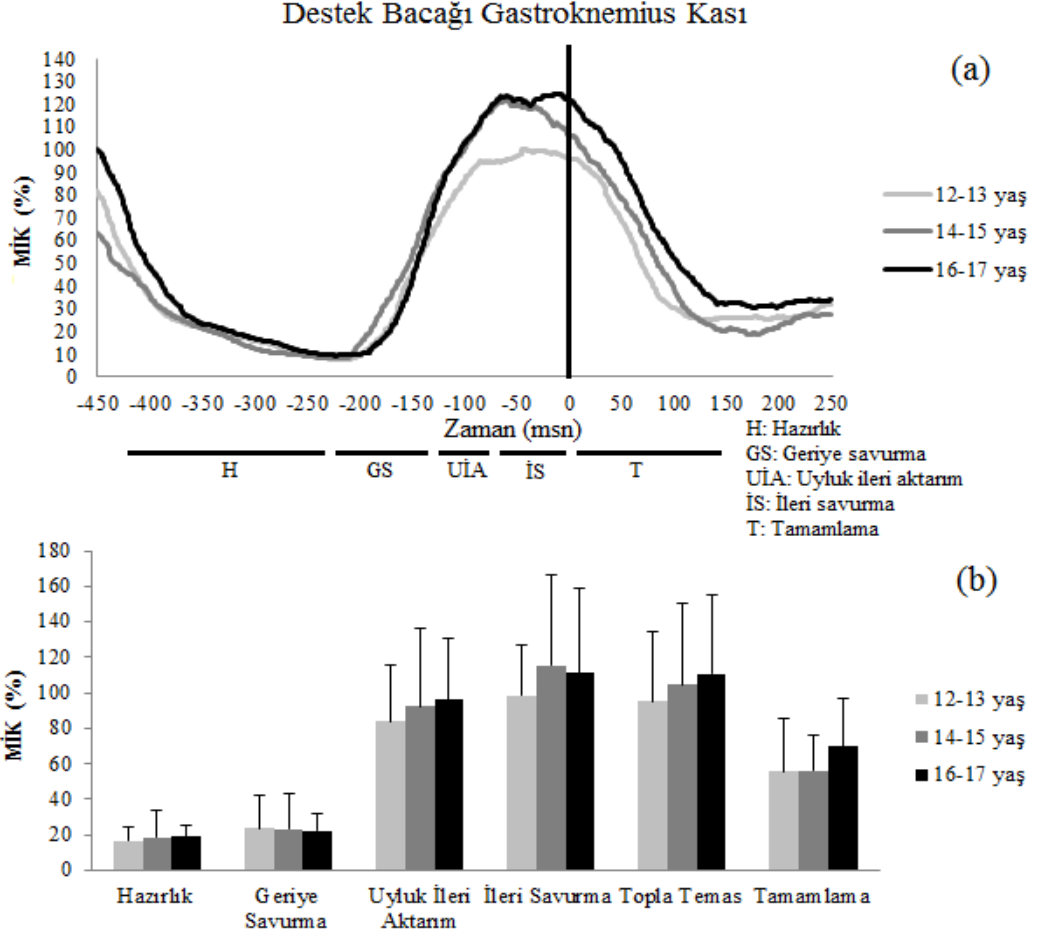


Şekil 36. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağındaki *tibialis anterior* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 36(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, desTA kasının kassal aktivasyonu 16-17 yaş grubunda (H fazında) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon hazırlık ve uyluk ileri aktarım fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nin %64.30'u H fazında ve %73.54'u UİA fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nin %75.39'u H fazında ve %78.30'u UİA fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nin %86.83'ü H fazında ve %79.38'i UİA fazında şeklinde oluşmuştur. Ayrıca, İS ve TT fazında 12-13 ve 16-17 yaş gruplarında aktivasyon büyüklüğünde bir azalma meydana gelirken 14-15 yaş grubu aktivasyon büyüklüğünü korumuştur.

Şekil 36(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.9. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir

Denence 4.10: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağında oluşan *Medial Gastrocnemius* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

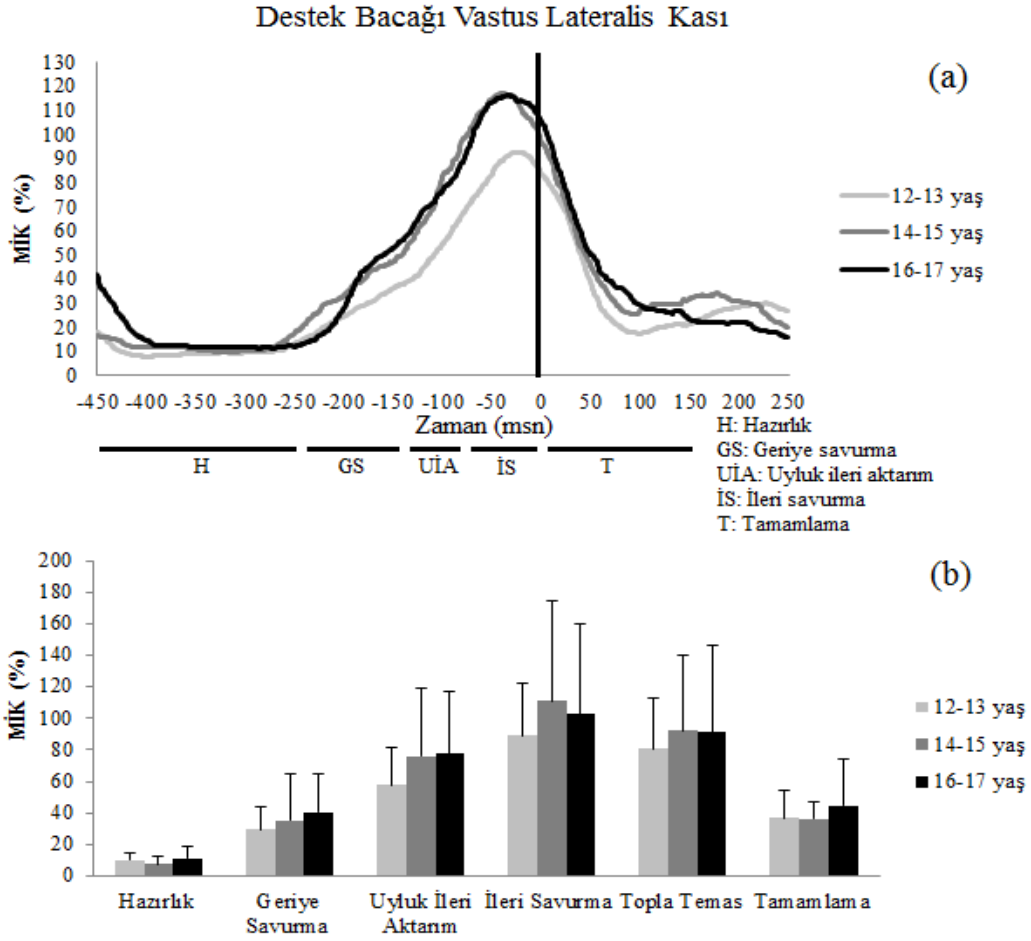


Şekil 37. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağında oluşan *gastrocnemius* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 37(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, desGAS kasının kassal aktivasyonu 16-17 yaş grubunda (GS fazından T fazının sonuna kadar) diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon uyluk ileri aktarım ve ileri savurma fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %100.05'i UİA fazında ve %99.44'ü İS fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nın %121.78'i UİA fazında ve %119.10'u İS fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %123.69'u UİA fazında ve %124.47'si İS fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 37(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.10. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.11: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağındaki *Vastus Lateralis* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.

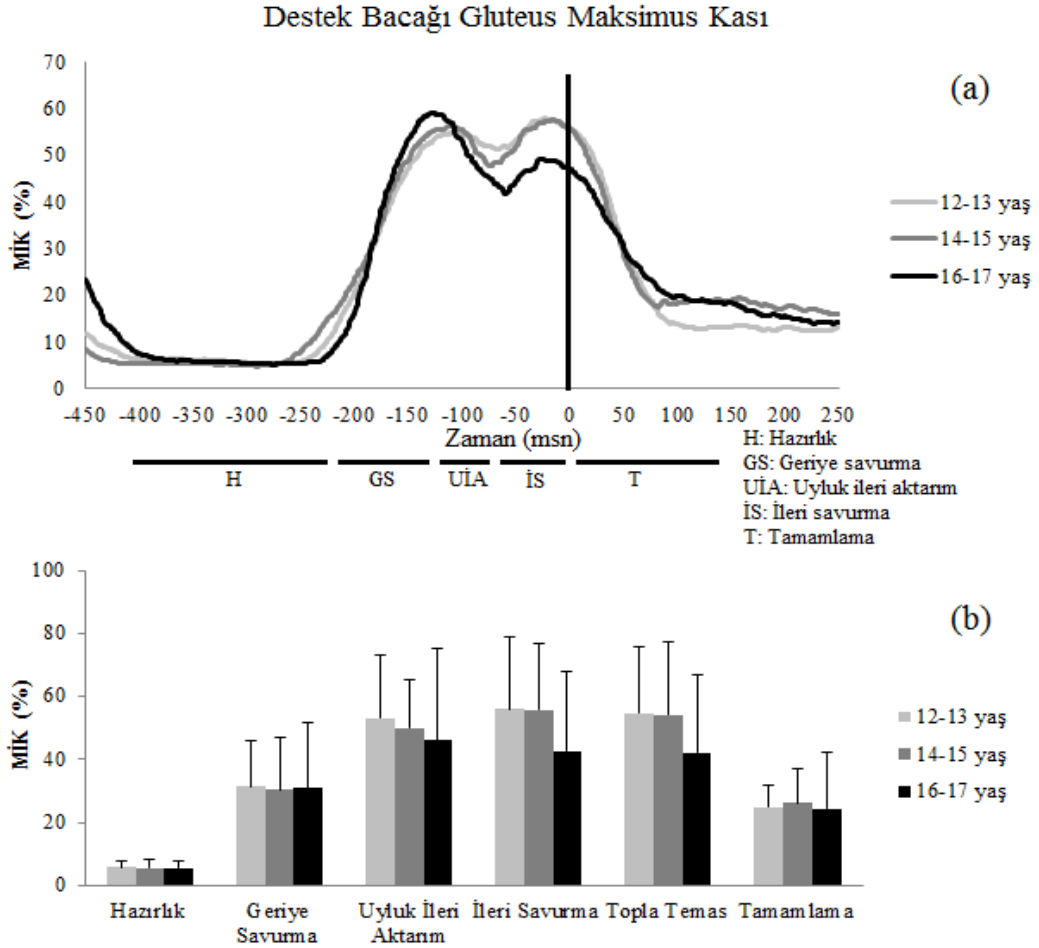


Şekil 38. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağındaki *vastus lateralis* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 38(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, desVL kasının kassal aktivasyonu 14-15 ve 16-17 yaş grubunda (GS fazından TT fazına kadar) daha yüksek değerlerde görülmüştür. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon ileri savurma fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %92.42'si, 14-15 yaş grubunda MİK'nın %116.99'u ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %115.97'si şeklinde oluşmuştur.

Şekil 38(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.11. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 4.12: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan *Gluteus Maksimus* kası kassal aktivasyon değerleri arasında fark yoktur.



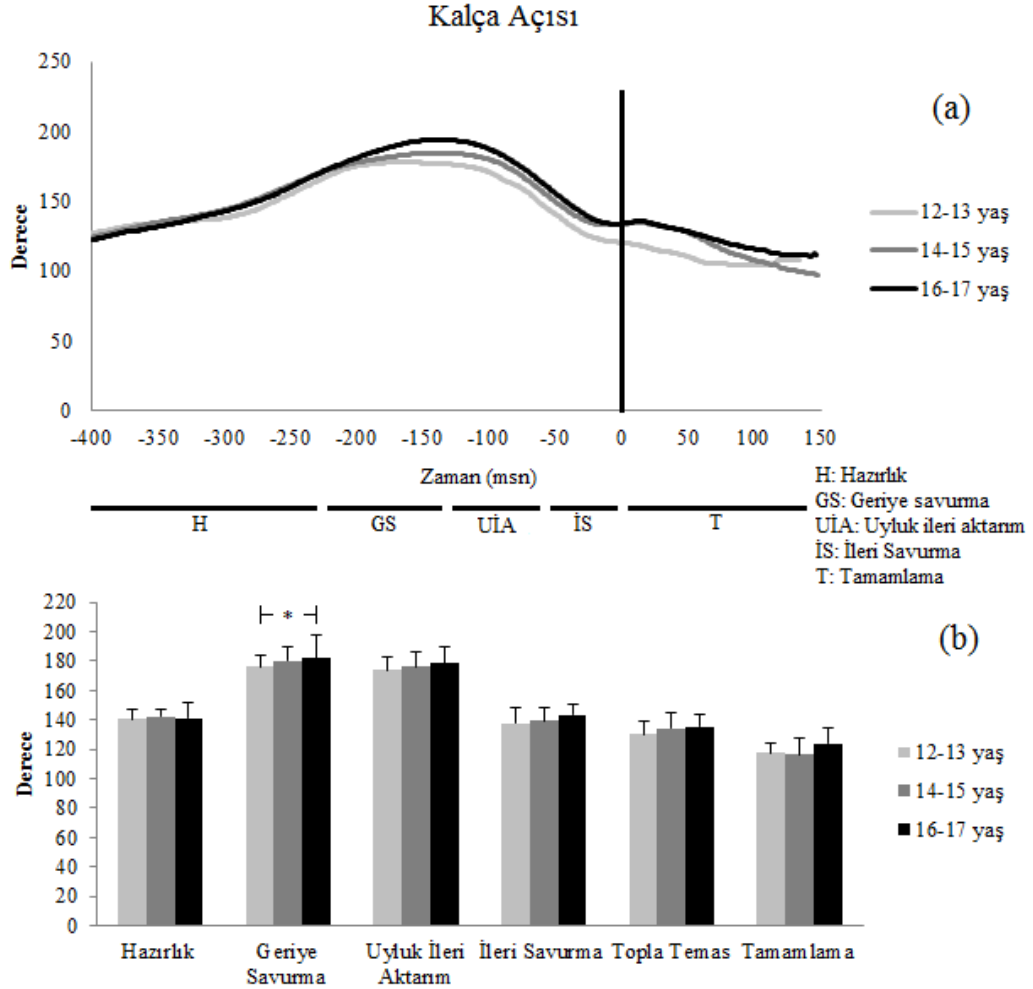
Şekil 39. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağına oluşan *gluteus maksimus* kası (a) kassal aktivasyon değerleri, (b) fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 39(a)'da görüldüğü gibi, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, desGMAK kası maksimal kassal aktivasyonu 12-13 ve 14-15 yaş grubunda ileri savurma fazında oluşurken 16-17 yaş grubunda geriye savurma kasında gözlenmiştir. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon geri savurma ve ileri savurma fazında görülmüş ve 12-13 yaş grubunda MİK'nın %55.01'i GS fazında ve %57.79'u İS fazında; 14-15 yaş grubunda MİK'nın %56.28'i GS fazında ve %57.45'i İS fazında ve 16-17 yaş grubunda MİK'nın %58.93'ü GS fazında ve %49.15'i İS fazında şeklinde oluşmuştur.

Şekil 39(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kassal aktivasyon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığından (p>0.05) dolayı 4.12. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 5: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında oluşan kinematik değerleri arasında fark yoktur.

Denence 5.1: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan kalça açıları arasında fark yoktur.

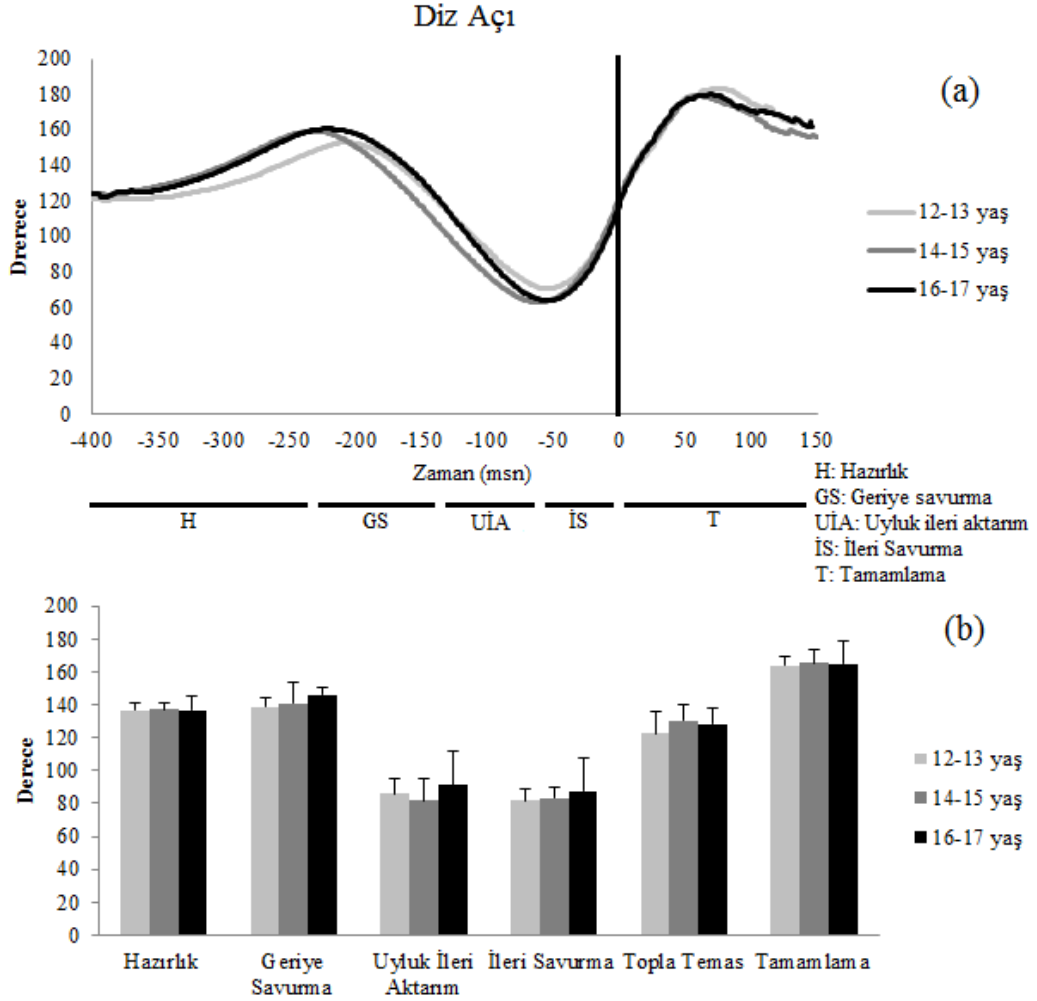


Şekil 40. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) kalça açıları, (b) fazlara göre kalça açısı ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 40(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı maksimal kalça açısı 16-17 yaş grubunda geriye savurma fazında gözlenmiştir. Tüm fazlar arasında maksimal aktivasyon geriye savurma fazında oluşmuş ve 12-13 yaş grubunda 178 derece, 14-15 yaş grubunda 185 derece ve 16-17 yaş grubunda 194 derece olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 40(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kalça açısı ortalamaları arasında GS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olduğundan dolayı 5.1. numaralı denence GS fazı açısından reddedilmiş ve H, UİA, İS, TT ve T fazı açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.2: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağındaki diz açıları arasında fark yoktur.

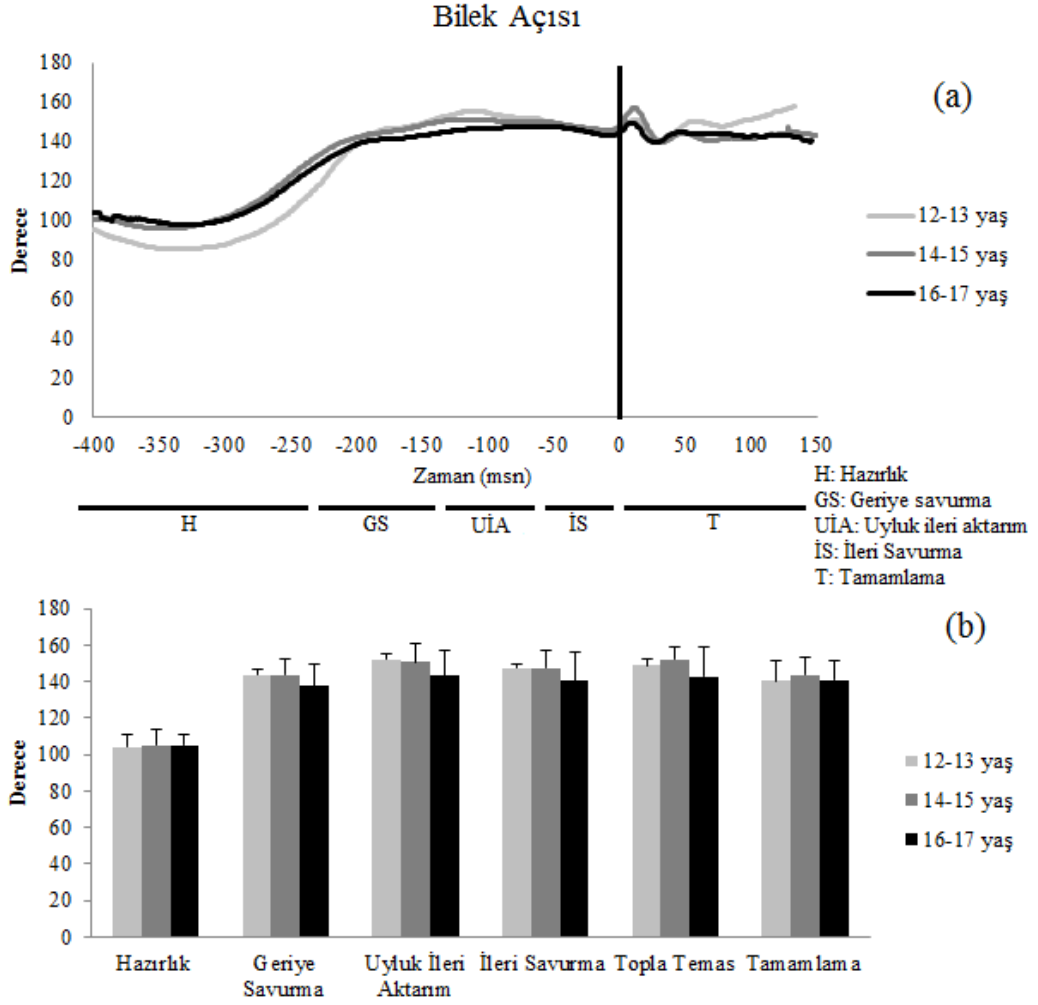


Şekil 41. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz açıları, (b) fazlara göre diz açısı ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 41(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı maksimal diz açısı tüm yaş gruplarında tamamlama fazında gözlenmiştir. Ayrıca, tüm yaş gruplarında minimum diz eklem açısı UİA fazının sonunda gerçekleşmiştir. 12-13 yaş grubunda 71 derece, 14-15 yaş grubunda 63 derece ve 16-17 yaş grubunda 64 derece olarak görülmüştür. Topla temas anında ise tüm yaş gruplarında diz eklem açısı aynı meydana gelmiştir.

Şekil 41(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre diz açı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p>0.05$) olmadığından dolayı 5.2. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.3: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan ayak bileği açıları arasında fark yoktur.

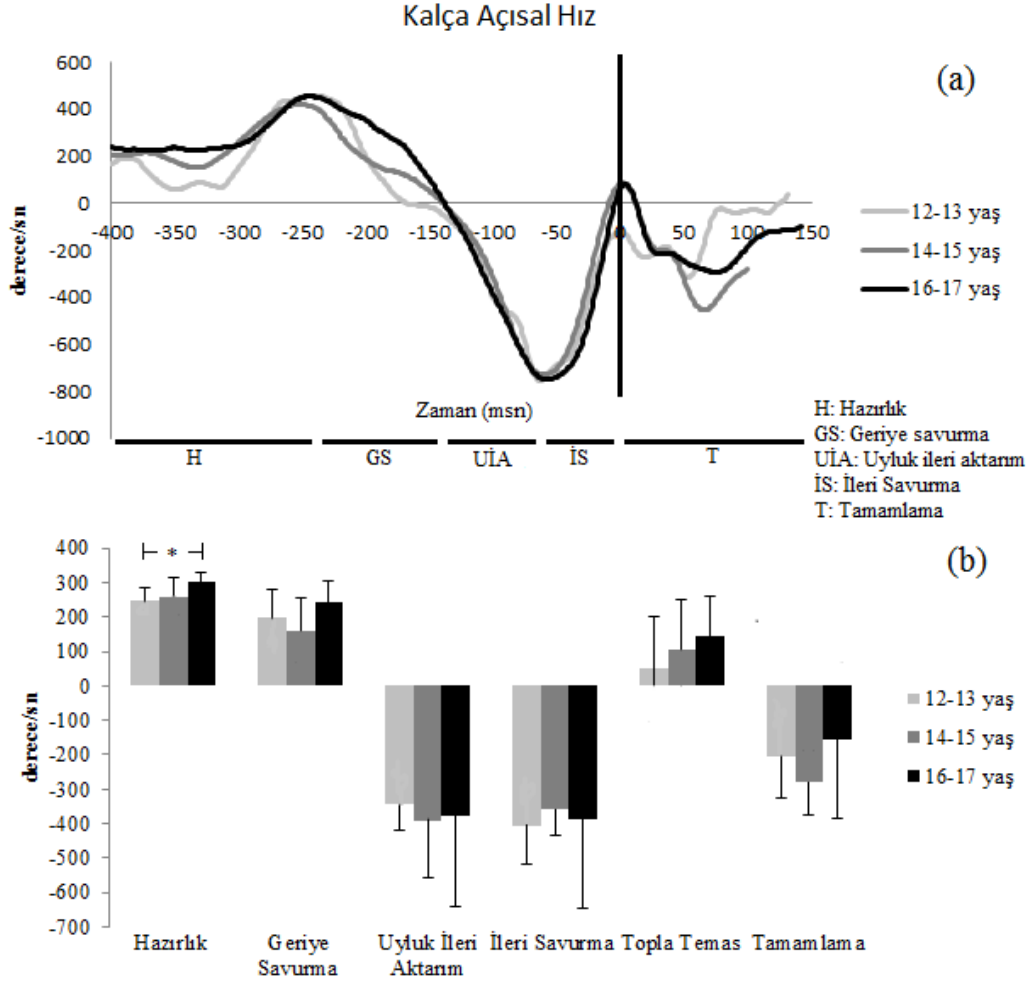


Şekil 42. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek açıları, (b) fazlara göre bilek açısı ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 42(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı maksimal ayak bileği açısı tüm yaş guruplarında geriye savurma fazından tamamlama fazının sonuna kadar gözlenmiştir. 12-13 yaş grubunda 158 derece, 14-15 yaş gruplarında 157 derece ve 16-17 yaş gruplarında 150 derece olarak görülmüştür. Topla temas sonrası ise tüm yaş guruplarında bilek eklem açısında ani bir artış meydana gelmiştir.

Şekil 42(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre diz açı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p>0.05$) olmadığından dolayı 5.3. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.4: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan kalça açılma hızları arasında fark yoktur.

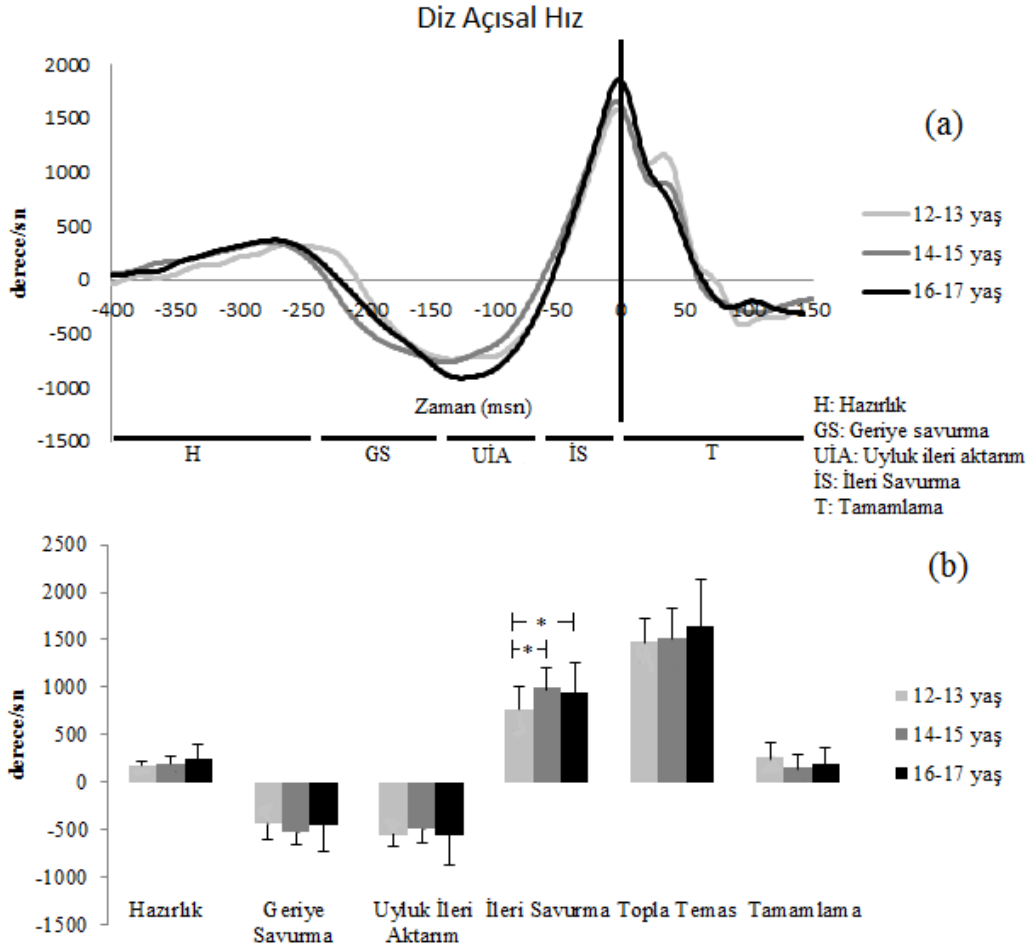


Şekil 43. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) kalça açılma hızları, (b) fazlara göre kalça açılma hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 43(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı kalça açılma hızları 12-13 ve 14-15 yaş grubunda özellikle, GS ve T fazında değişkenlik gösterirken, 16-17 yaş gruplarında daha stabil oluşmuştur. Tüm yaş gruplarında kalça açılma hızı değerleri UİA fazı sonunda maksimal değere ulaşmışlardır ve 12-13 yaş grubunda -755 derece/sn, 14-15 yaş gruplarında -729 derece/sn, 16-17 yaş gruplarında ise -751 derece/sn olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, tüm yaş gruplarında topla temas anında kalça açılma hızı değerleri 0 derece/sn'ye yaklaşmıştır.

Şekil 43(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kalça açılma hız ortalamaları arasında H fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p<0.05) olduğundan dolayı 5.4. numaralı denence H fazı açısından reddedilmiş ve GS, UİA, İS, TT ve T fazı açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.5: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan diz açısız hızları arasında fark yoktur.

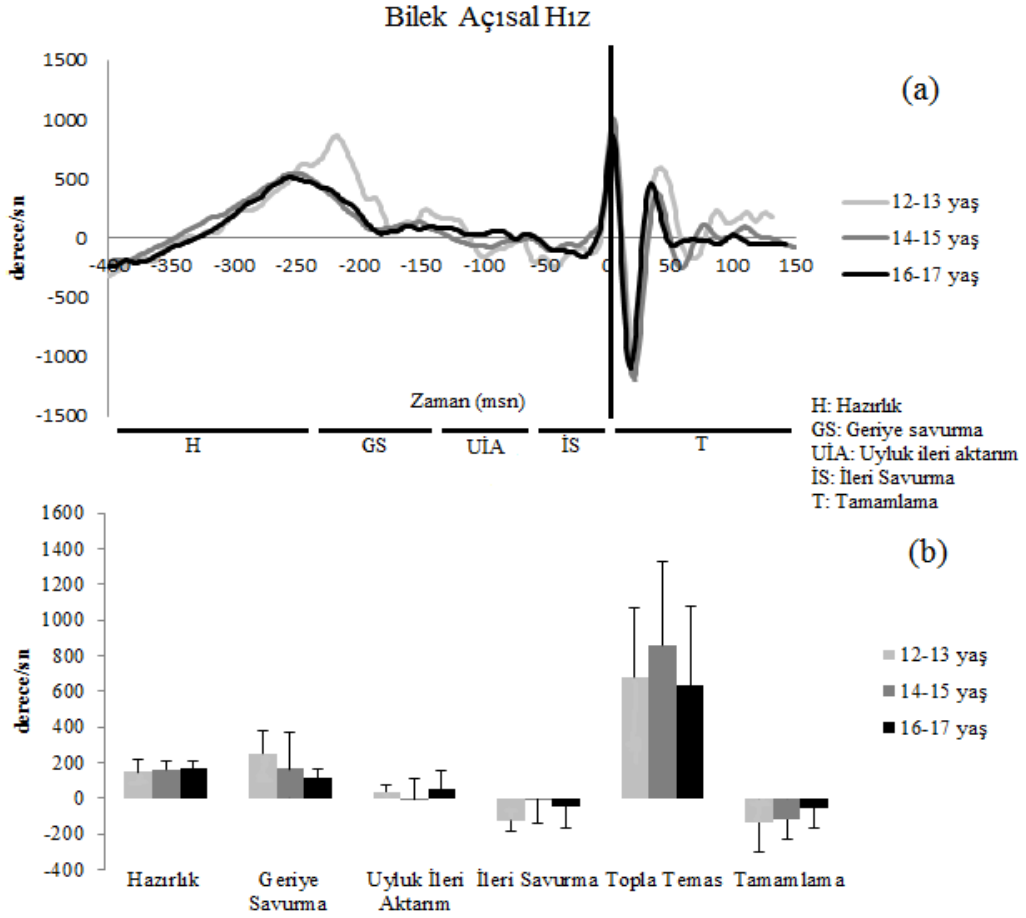


Şekil 44. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz açısız hızları, (b) fazlara göre diz açısız hız ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 44(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı diz açısız hızları 12-13 yaş grubunda özellikle, H ve T fazında değişkenlik gösterirken, 14-15 ve 16-17 yaş gruplarında daha stabil oluşmuştur. Tüm yaş gruplarında diz açısız hızı değerleri İS fazında maksimal değere ulaşmışlardır. 12-13 yaş gruplarında 1579 derece/sn, 14-15 yaş gruplarında 1660 derece/sn ve 16-17 yaş gruplarında 1835 derece/sn olarak görülmüştür.

Şekil 44(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre kalça açısız hız ortalamaları arasında İS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 5.5. numaralı denence İS fazı açısından reddedilmiş ve H, GS, UİA, TT ve T fazı açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.6: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağına oluşan bilek açılal hızları arasında fark yoktur.

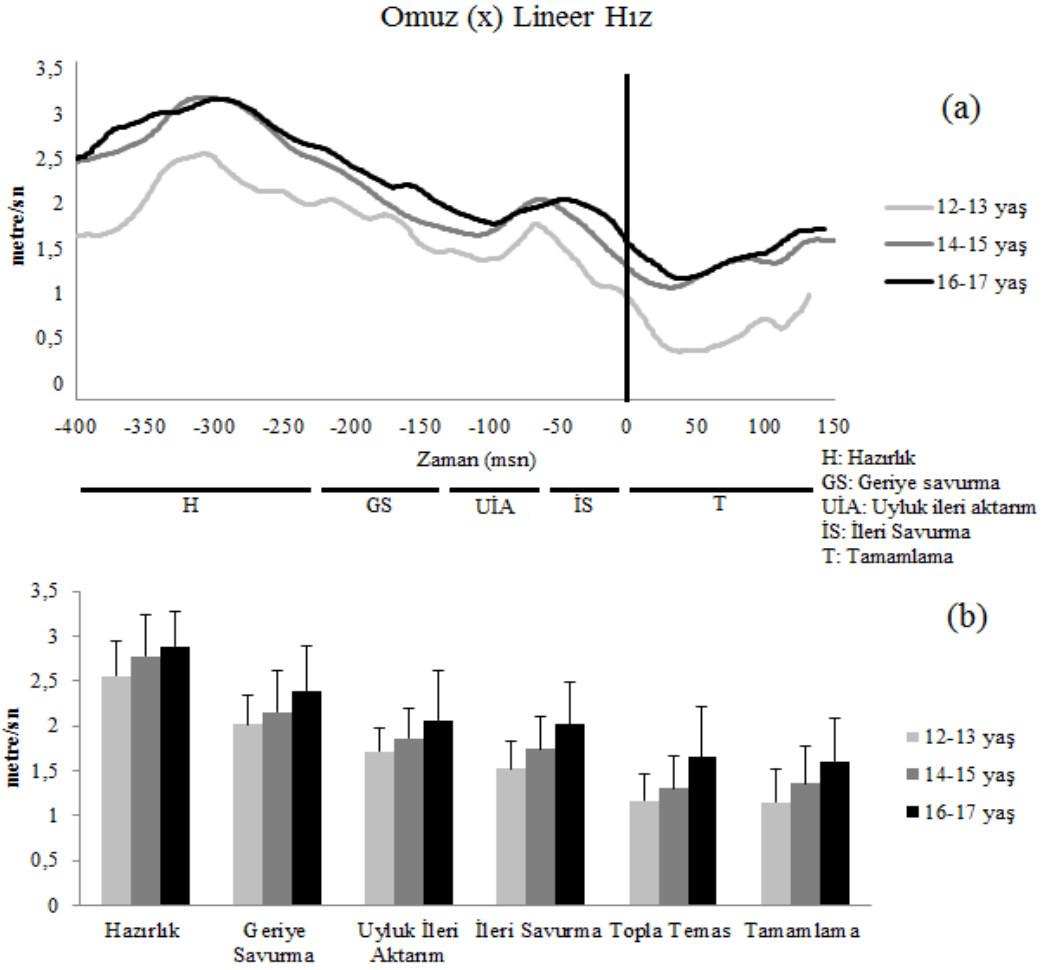


Şekil 45. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek açılal hızları, (b) fazlara göre bilek açılal hız ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 45(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı ayak bileği açılal hızları 12-13 yaş grubunda özellikle, UİA fazından T fazının sonuna kadar değişkenlik gösterirken, 14-15 ve 16-17 yaş gruplarında daha stabil olmuştur. Tüm yaş gruplarında ayak bileği açılal hız değerleri TT (12-13 yaş gruplarında 861 derece/sn, 14-15 yaş gruplarında 1015 derece/sn ve 16-17 yaş gruplarında 869 derece/sn) ve vuruşun hemen sonrası T fazının başında (12-13 yaş gruplarında -946 derece/sn, 14-15 yaş gruplarında -1176 derece/sn ve 16-17 yaş gruplarında -1098 derece/sn) maksimal değere ulaşmışlardır.

Şekil 45(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre ayak bileği açılal hız ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p>0.05) olmadığından dolayı 5.6. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.7: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı tarafı omuz eklemine oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.

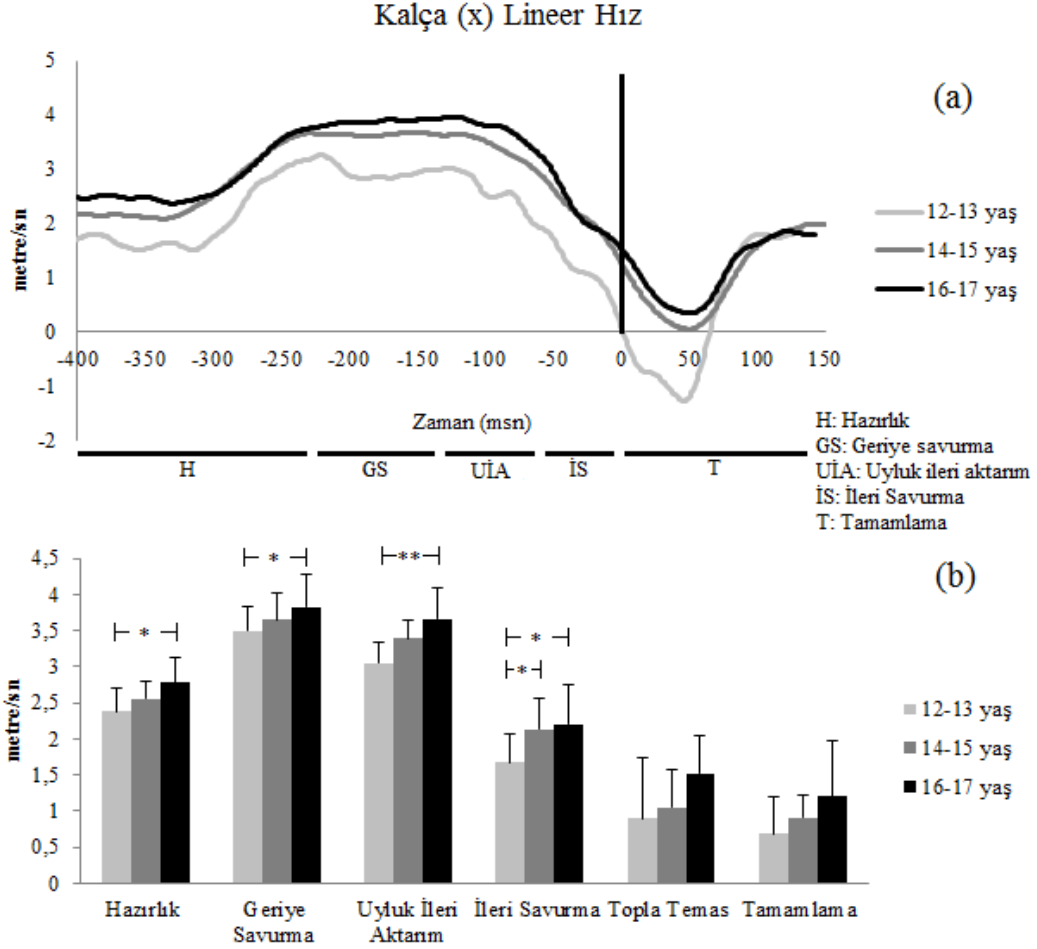


Şekil 46. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) omuz (x) lineer hızları, (b) fazlara göre omuz (x) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 46(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı tarafı omuz eklemi lineer (x) hızları tüm yaş gruplarında H fazında zirve değerinde iken (12-13 yaş gruplarında 2,59 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 3,15 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 3,14 m/sn) TT fazına doğru giderek azalmıştır. Ayrıca 12-14 yaş grubu ve 14-15 yaş grubunda UİA fazında anlık bir zirve değer oluşurken, 16-17 yaş grubunda bu zirve İS fazında meydana gelmiştir.

Şekil 46(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara, vuruş bacağı tarafı omuz eklemi lineer (x) hız ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p>0.05) olmadığından dolayı 5.7. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.8: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı kalça ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.

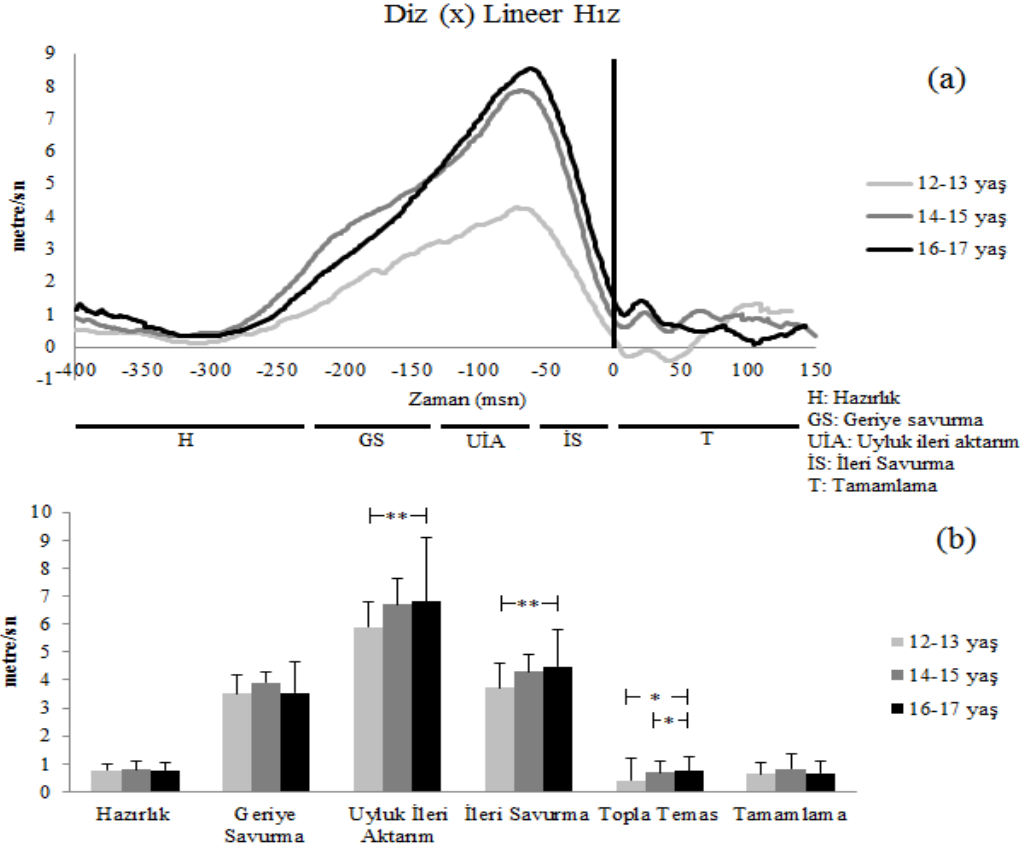


Şekil 47. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) kalça (x) lineer hızları, (b) fazlara göre kalça (x) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01)

Şekil 47(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı tarafı kalça ekleminin lineer (x) hızları tüm yaş gruplarında GS ve UİA fazında zirve değerinde iken (12-13 yaş gruplarında 3,26 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 3,68 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 3,97 m/sn), İS fazında aniden azalmış, TT sonrası T fazında minimum değerlere ulaşmıştır.

Şekil 47(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre vuruş bacağı tarafı kalça ekleminin lineer (x) hız ortalamaları, H fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.05$), GS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.05$), UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), İS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.05$) ve 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında ($p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan dolayı 5.8. numaralı denence H, GS, UİA, İS fazları açısından reddedilmiş, TT ve T fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.9: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı diz ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.

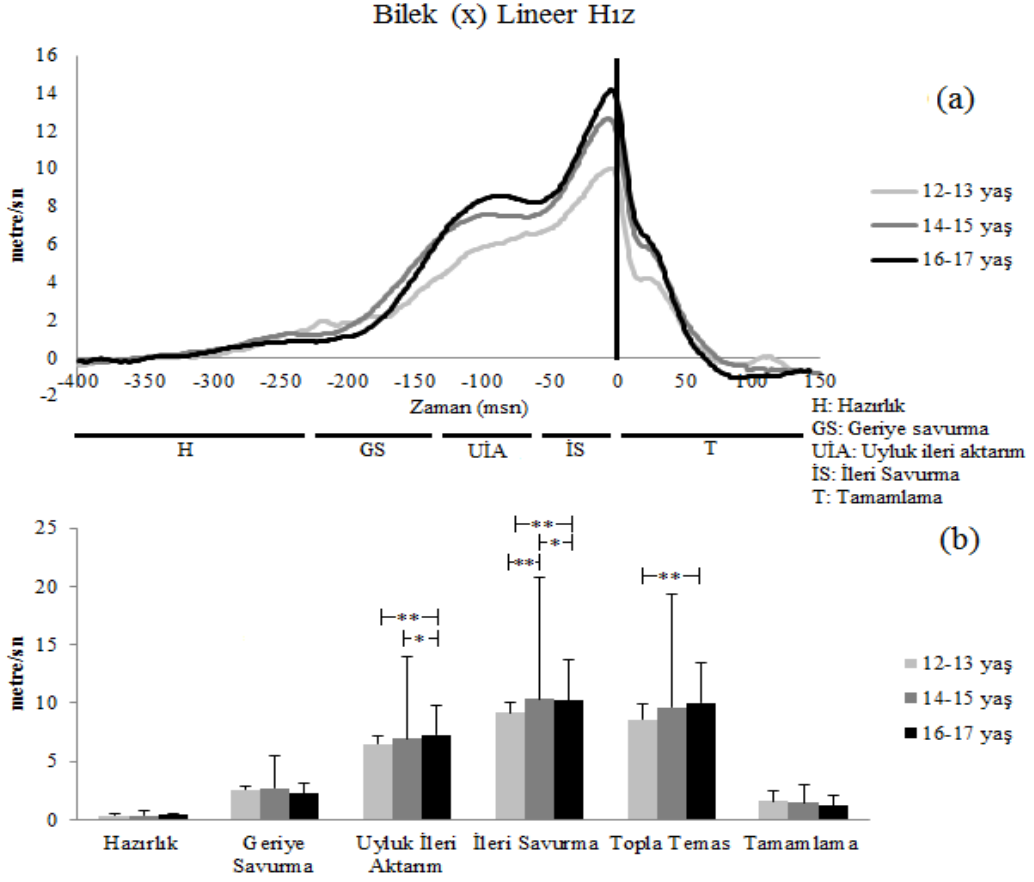


Şekil 48. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulandığı sırada vuruş bacağı (a) diz (x) lineer hızları, (b) fazlara göre diz (x) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 48(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulandığı sırada, vuruş bacağı tarafı diz ekleminin lineer (x) hızları tüm yaş gruplarında GS fazının başlangıcında ani bir artış göstermeye başlamış ve UİA fazının sonunda zirve değerine ulaşmıştır (12-13 yaş gruplarında 4,27 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 7,85 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 8,54 m/sn). Daha sonrasında İS fazında aniden azalmış ve TT fazında minimum değerlere ulaşmıştır (12-13 yaşta -0,44 m/sn, 14-15 yaşta -0,31 m/sn ve 16-17 yaşta 0,07 m/sn).

Şekil 48(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre vuruş bacağı tarafı diz ekleminin lineer (x) hız ortalamaları, UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), İS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), TT fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05) ve 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan dolayı 5.9. numaralı denence UİA, İS ve TT fazları açısından reddedilmiş, H, GS ve T fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.10: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı ayak bileği ekleminde oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.

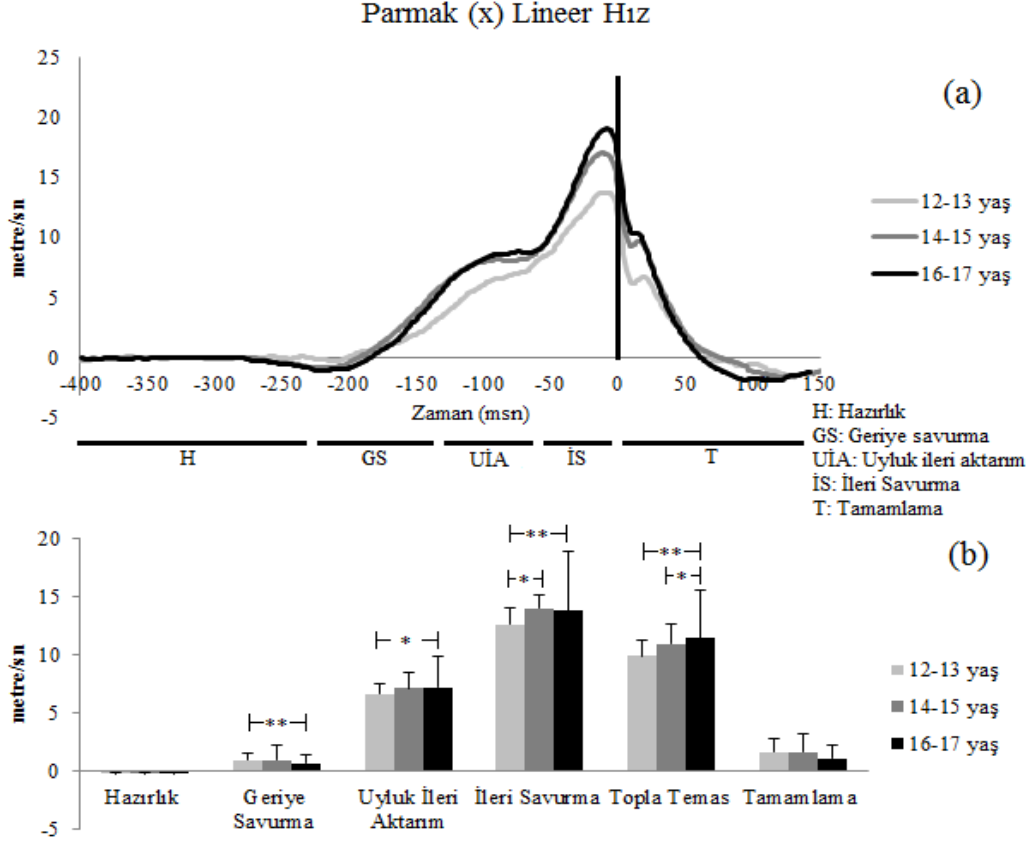


Şekil 49. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek (x) lineer hızları, (b) fazlara göre bilek (x) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 49(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı tarafı ayak bileği eklemi lineer (x) hızları tüm yaş gruplarında GS fazının sonundan itibaren ani bir artış göstermeye başlamış ve TT anında zirve değerine ulaşmıştır (12-13 yaş gruplarında 10,01 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 14,65 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 14,2 m/sn). Daha sonrasında T fazında aniden azalmış ve sonlarına doğru 0 metre/sn'ye ulaşmıştır.

Şekil 49(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre vuruş bacağı tarafı ayak bileği eklemi lineer (x) hız ortalamaları, UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01) ve 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), İS fazında 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında (p<0.01), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), TT fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan dolayı 5.10. numaralı denence UİA, İS ve TT fazları açısından reddedilmiş, H, GS ve T fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.11: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı ayak parmak ucunda oluşan antero-posterior (x) lineer hızları arasında fark yoktur.

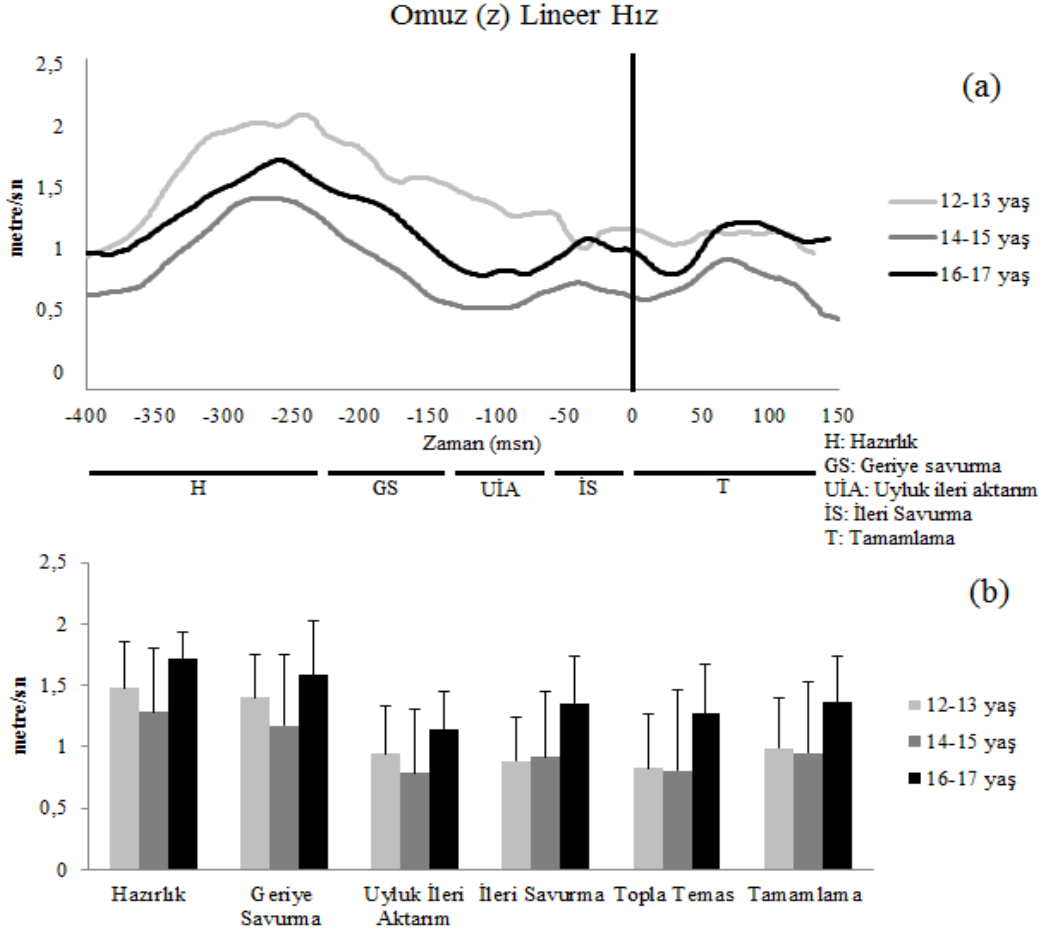


Şekil 50. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) parmak (x) lineer hızları, (b) fazlara göre parmak (x) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 50(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı tarafı ayak parmak eklemi lineer (x) hızları tüm yaş gruplarında GS fazının sonundan itibaren ani bir artış göstermeye başlamış ve TT hemen öncesi İS fazı sonunda zirve değerine ulaşmıştır (12-13 yaş gruplarında 13,72 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 16,98 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 18,98 m/sn). Daha sonrasında T fazında aniden azalmış ve sonlarına doğru 0 metre/sn'ye ulaşmıştır.

Şekil 50(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre vuruş bacağı tarafı ayak parmağı eklemi lineer (x) hız ortalamaları, GS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), İS fazında 12-13 yaş grubu ile 14-15 yaş grubu arasında (p<0.05), 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), TT fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan dolayı 5.11. numaralı denence GS, UİA, İS ve TT fazları açısından reddedilmiş, H ve T fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.12: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı tarafı omuz ekleminde oluşan medio-lateral (z) lineer hızları arasında fark yoktur.

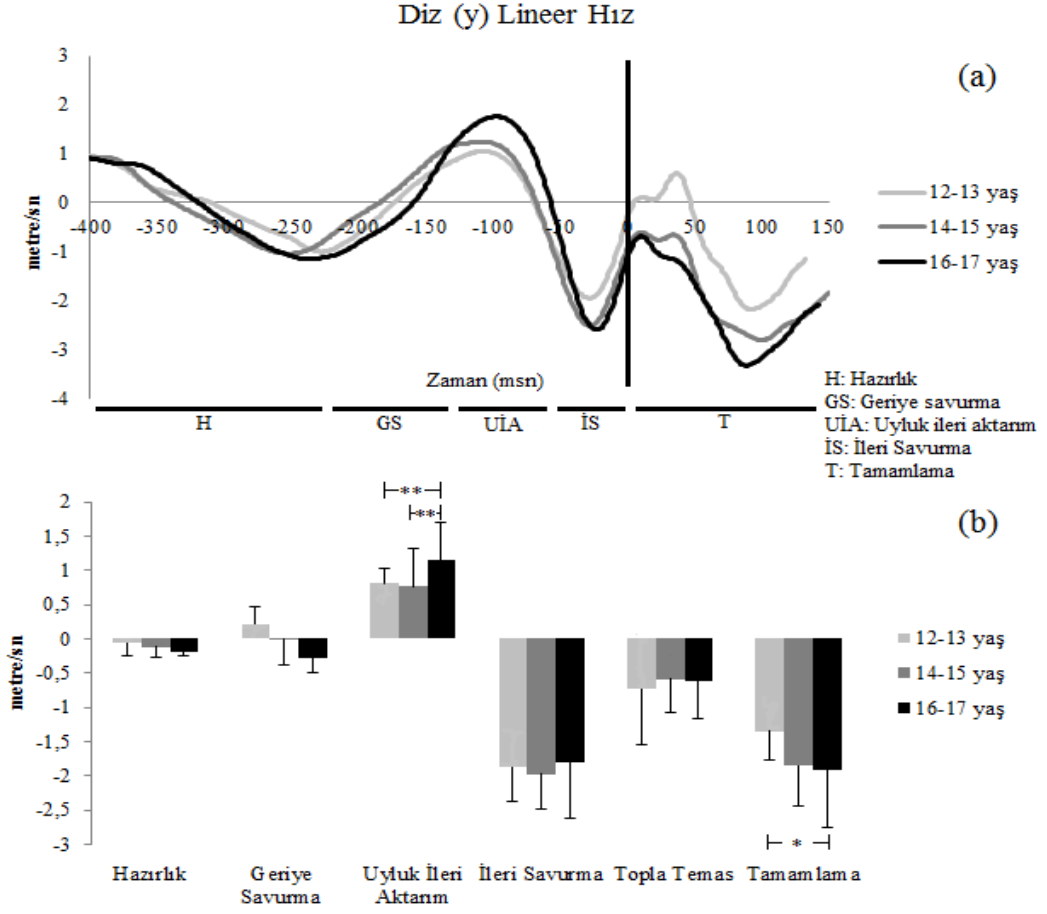


Şekil 51. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulandığı sırada vuruş bacağı (a) omuz (z) lineer hızları, (b) fazlara göre omuz (z) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 51(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulandığı sırada, vuruş bacağı tarafı omuz ekleminin lineer (z) hızları tüm yaş gruplarında H fazında zirve değerinde iken (12-13 yaş gruplarında 2,49 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 1,73 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 2,08 m/sn) TT fazına doğru giderek azalmıştır.

Şekil 51(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara, vuruş bacağı tarafı omuz ekleminin lineer (z) hız ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p>0.05) olmadığından dolayı 5.12. numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.13: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı diz ekleminde oluşan dikey (y) lineer hızları arasında fark yoktur.

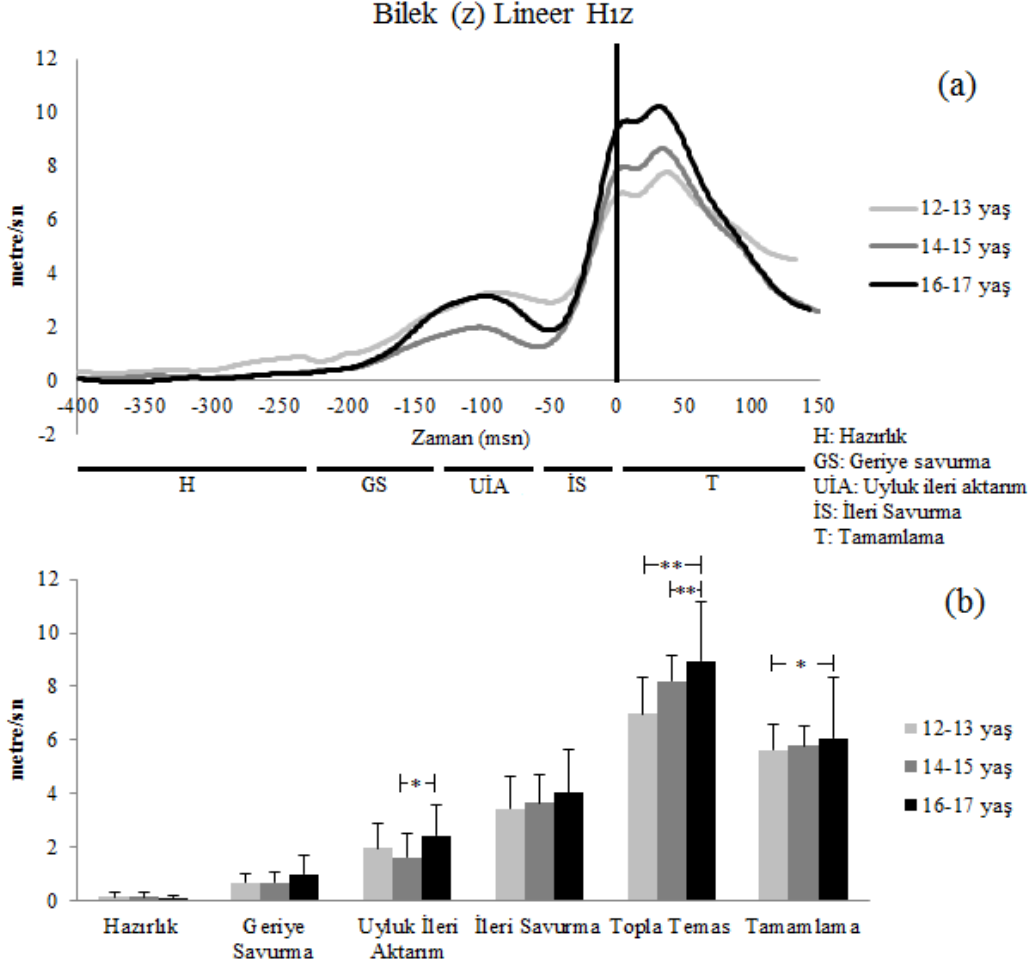


Şekil 52. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) diz (y) lineer hızları, (b) fazlara göre diz (y) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 52(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı tarafı diz eklemini lineer (y) hızları tüm yaş gruplarında T fazında zirve değerine ulaşmıştır (12-13 yaş gruplarında -2,19 m/sn, 14-15 yaş gruplarında -2,81 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında -3,34 m/sn). Ayrıca TT öncesi UİA fazından İS fazına geçiş aşamasında ani bir hızlanma meydana gelmiştir.

Şekil 52(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre vuruş bacağı tarafı diz eklemini lineer (y) hız ortalamaları, UİA fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01), 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05), T fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.05) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan dolayı 5.13. numaralı denence UİA ve T fazları açısından reddedilmiş, H, GS, İS ve TT fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 5.14: Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş sırasında vuruş bacağı ayak bileği ekleminde oluşan medio-lateral (z) lineer hızları arasında fark yoktur.



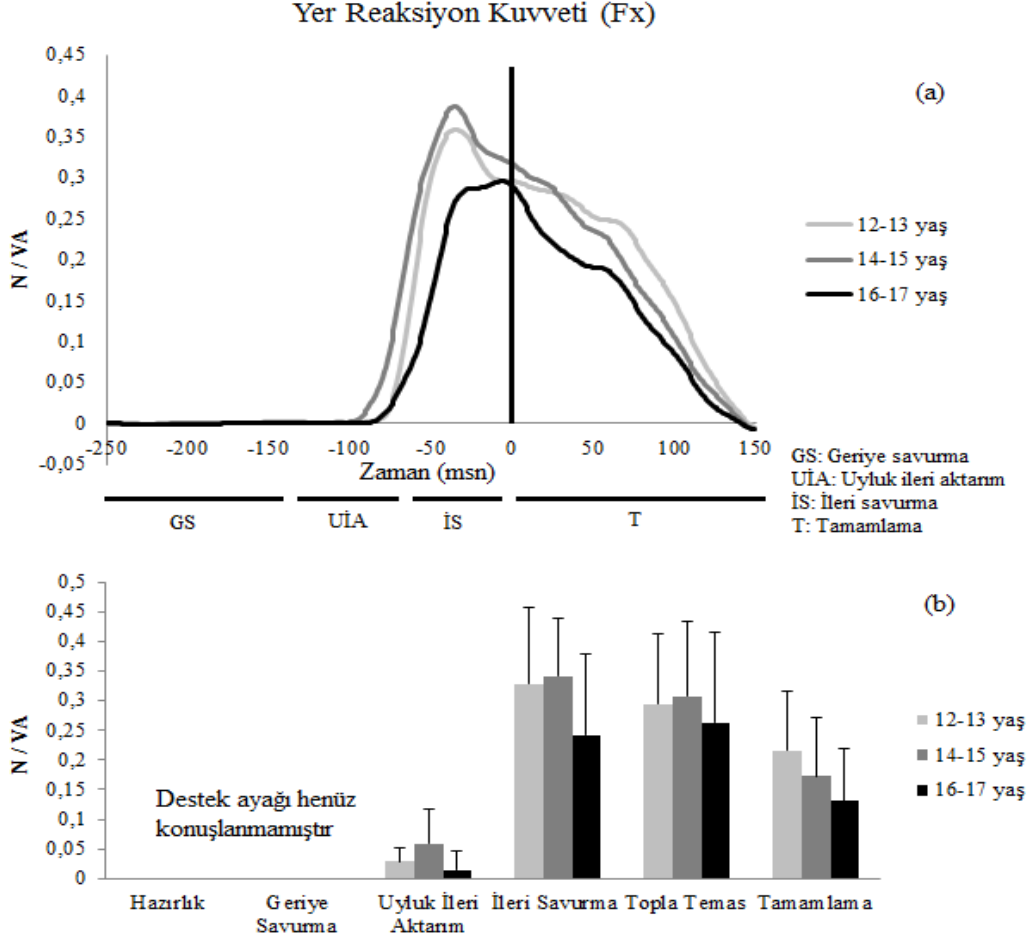
Şekil 53. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı (a) bilek (z) lineer hızları, (b) fazlara göre bilek (z) lineer hız ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 53(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, vuruş bacağı tarafı ayak bileği eklemi lineer (z) hızları tüm yaş gruplarında T fazında zirve değerine ulaşmıştır (12-13 yaş gruplarında 7,76 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 8,65 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 10,23 m/sn). Ayrıca TT öncesi İS fazında ani bir hızlanma meydana gelmiştir.

Şekil 53(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara göre vuruş bacağı tarafı ayak bileği eklemi lineer (z) hız ortalamaları, UİA fazında 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.05$), TT fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$), 14-15 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.01$) T fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında ($p<0.05$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğundan dolayı 5.14. numaralı denence UİA, TT ve T fazları açısından reddedilmiş, H, GS ve İS fazları açısından kabul edilmiştir.

Denence 6: Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağına oluşan kinetik değerler arasında fark yoktur.

Denence 6.1: Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağının medio-lateral yönde uyguladığı kuvvet değerleri arasında fark yoktur.

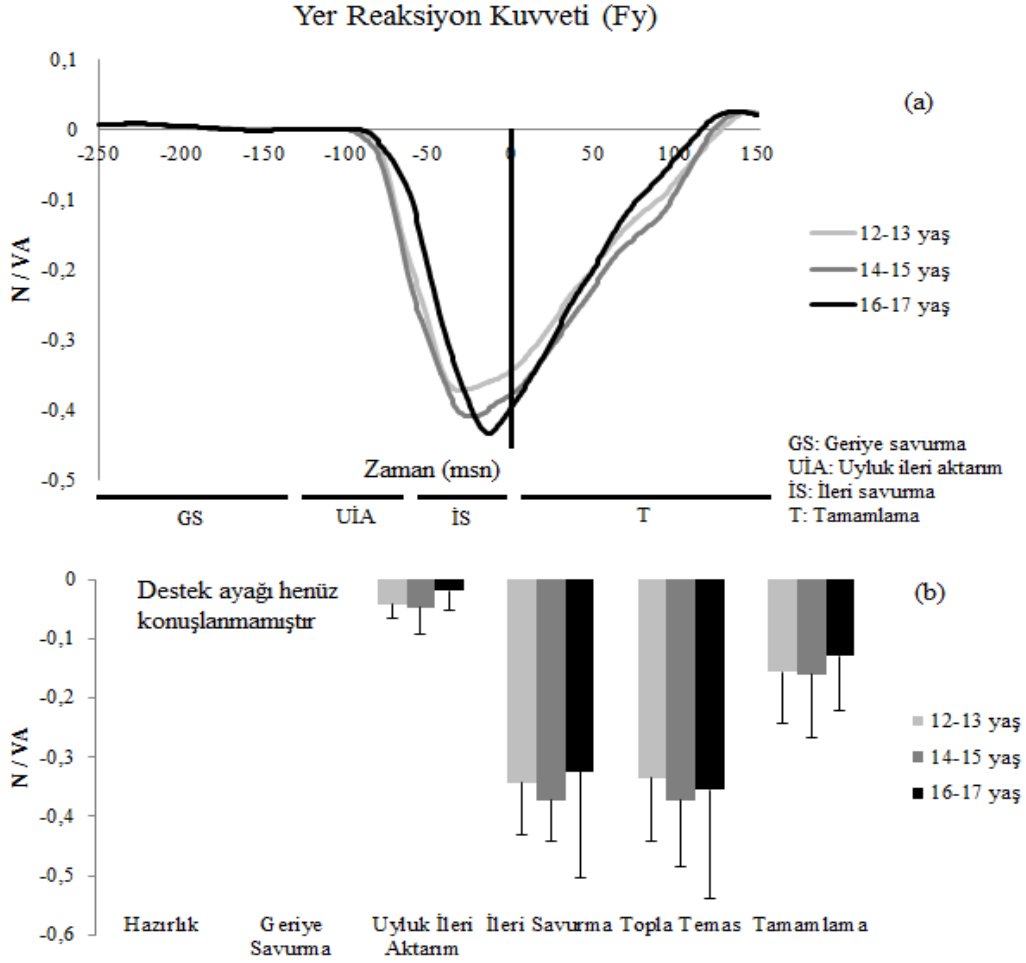


Şekil 54. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağı (a) (Fx) yer reaksiyon kuvvetleri, (b) fazlara göre (Fx) yer reaksiyon kuvveti ortalamaları (*:p< 0.05; **:p<0.01).

Şekil 54(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti (Fx) 12-13 yaş gruplarında 0,36 N/VA, 14-15 yaş gruplarında 0,38 N/VA olarak İS fazında zirve değerine ulaşırken 16-17 yaş gruplarında 0,30 N/VA olarak TT fazında zirve değere ulaşmıştır.

Şekil 54(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti (Fx) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p>0.05) olmadığından dolayı 6.1 numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 6.2: Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağıın antero-posterior yönde uyguladığı kuvvet değerleri arasında fark yoktur.

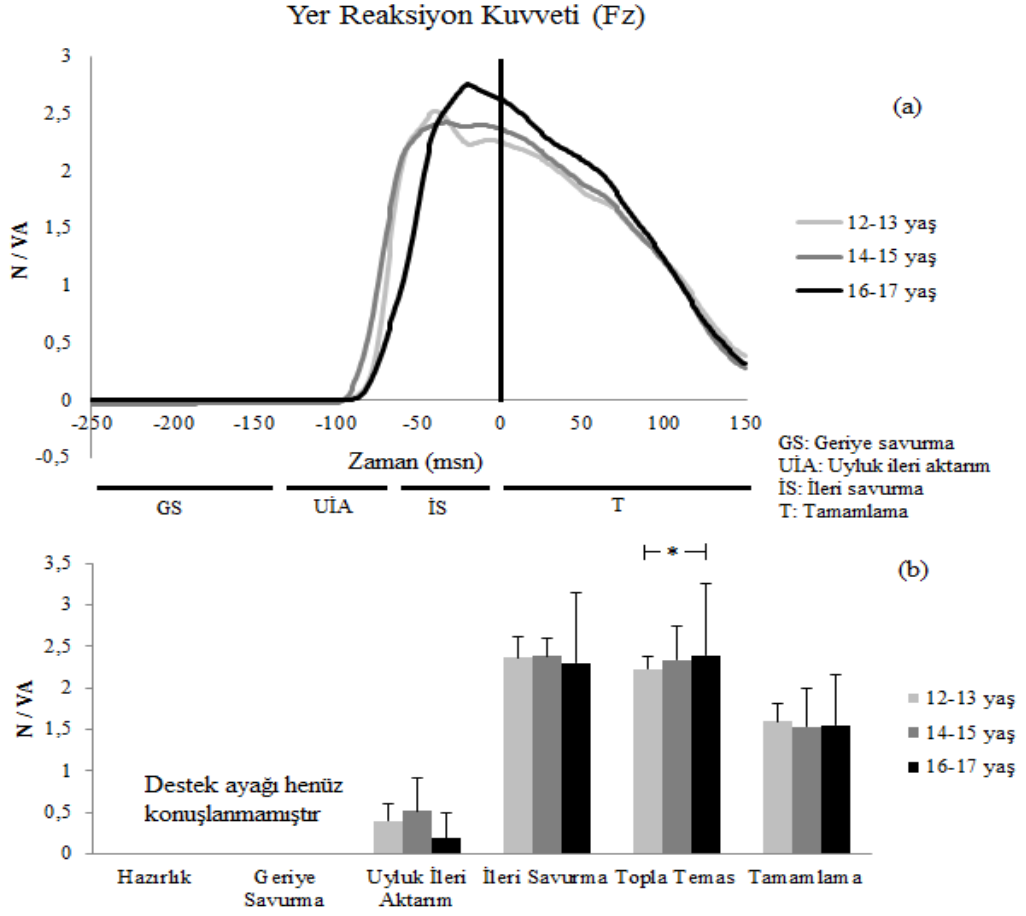


Şekil 55. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağı (a) (Fy) yer reaksiyon kuvvetleri, (b) fazlara göre (Fy) yer reaksiyon kuvveti ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 55(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti (Fy) tüm yaş gruplarında (12-13 yaş gruplarında -0,37 N/VA, 14-15 yaş gruplarında -0,41 N/VA ve 16-17 yaş gruplarında -0,43 N/VA) İS fazında zirve değere ulaşmıştır.

Şekil 55(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti (Fy) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p>0.05) olmadığından dolayı 6.2 numaralı denence tüm fazlar açısından kabul edilmiştir.

Denence 6.3: Üç farklı yaş grubundaki futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağına dikey yönde uyguladığı kuvvet değerleri arasında fark yoktur.



Şekil 56. Üç farklı yaş grubundaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında destek bacağı (a) (Fz) yer reaksiyon kuvvetleri, (b) fazlara göre (Fz) yer reaksiyon kuvvet ortalamaları (*:p<0.05; **:p<0.01).

Şekil 56(a)'da görüldüğü gibi, üç farklı yaş grubu arasındaki futbolcuların üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti (Fz) tüm yaş gruplarında (12-13 yaş gruplarında 2,52 N/VA, 14-15 yaş gruplarında 2,42 N/VA ve 16-17 yaş gruplarında 2,75 N/VA) İS fazında zirve değere ulaşmıştır.

Şekil 56(b)'de görüldüğü gibi gruplar arasında fazlara, destek bacağı yer reaksiyon kuvveti (Fz) ortalamaları İS fazında 12-13 yaş grubu ile 16-17 yaş grubu arasında (p<0.01) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğundan dolayı 6.3 numaralı denence UİA, TT ve T fazları açısından kabul edilmiş ve İS fazı açısından reddedilmiştir.

Tartışma

Bu araştırmada, farklı yaş gruplarının üst vuruş tekniğinin kinetik ve kinematik yollarla karşılaştırılması amacıyla, 3 boyutlu görüntü analiz sistemi (görüntü işleme yöntemleri), kablosuz elektromiyografi (EMG) ve kuvvet platformu sistemleri eş zamanlı bir şekilde kullanılmıştır. Ayrıca, bu yaş grubu futbolcuların üst vuruş top hızlarının, izokinetik kuvvet ve vuruş bacağı kütle değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler aşağıda belirtilen konu başlıkları altında verilmiştir;

- Futbolcuların üst vuruş top hızı değerleri,
- Futbolcuların farklı açisal hızlarda meydana gelen izokinetik kuvvet değerleri ve vuruş bacağı kütle değerleri,
- Futbolcularda üst vuruş sırasında oluşan vuruş ve destek bacağı kassal aktivasyon değerleri,
- Futbolcuların üst vuruş sırasında oluşan vuruş bacağı kinematik değerleri,
- Futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağı yer reaksiyon kuvveti değerleri.

Futbolcuların üst vuruş top hızı değerleri

Luhtanen (1988) 10.3-17.1 yaş ortalamaları arası antrenmanlı futbolcularda üst vuruş top hızı değerlerini 53.64-79.9 km.sa⁻¹ olarak tespit etmiştir. Katis ve Kellis (2010) 10 puberta dönemi 13.6±0.7 yaş grubu futbolcuların üst vuruş tekniği sonucu oluşan top hızı değerlerini 70.63±6.8 km.sa⁻¹, dış vuruş tekniği sonucu oluşan top hızı değerlerini ise 65.16±5.36 km.sa⁻¹ olarak belirtmişlerdir. Nunome ve ark., (2002) 5 üst düzey lise öğrencisi futbol oyuncusuna 11m uzaktaki kaleye üst vuruş uygulamışlardır. Üst vuruş sırasında ortaya çıkan top hızı ortalamasını ise 100.8±8.64 km.sa⁻¹olarak bulmuşlardır.

Cerrah (2009) futbolda farklı vuruş tekniklerinde oluşan top hızı değerlerini yaş ortalaması 23.2±2.9 olan amatör futbolcularda ortaya koymuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre amatör futbolcularda oluşan top hızları, iç vuruş 76.6±3.9 km.sa⁻¹; iç üst vuruş 88.7±4.5 km.sa⁻¹; iç üst falsolu vuruş 86.9±5.1 km.sa⁻¹; üst vuruş 90.6±5.5 km.sa⁻¹; dış üst vuruş 82.7±6.1 km.sa⁻¹ ve dış üst falsolu vuruşta 77.4±4.8 km.sa⁻¹ şeklinde oluşmuştur. Top hızı değerlerine bakıldığında en az hıza iç vuruşta, en çok hıza ise üst vuruşta ulaşılmıştır. Üst vuruşu takiben iç üst ve iç üst falsolu vuruş değerleri gelirken, daha sonra dış ve dış üst falsolu vuruş değerleri gelmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, top hızının vuruş stiline göre değiştiği ve özellikle bacağın dış kısmının kullanıldığı vuruşlarda ortaya çıkan top hızının, iç üst kısmının kullanıldığı vuruşlara oranla daha az oluştuğu söylenebilmektedir.

Çalışkan (2011) 11, 13 ve 15 yaş grubu futbolcuların iç ve üst vuruş top hızı değerlerini sırasıyla 11 yaş (61,80±5,60 km.sa⁻¹; 67,67±6,82 km.sa⁻¹), 13 yaş

(69,47±3,18 km.sa⁻¹; 75,80±3,97 km.sa⁻¹), 15 yaş için (74,60±6,16 km.sa⁻¹; 81,73±7,38 km.sa⁻¹) bulmuştur.

Mevcut araştırma kapsamında, üst vuruş sonucu elde edilen top hızı değerleri 12-13 yaş grubunda 72 km/sa⁻¹, 14-15 yaş grubunda 81 km/sa⁻¹ ve 16-17 yaş grubunda 98 km/sa⁻¹ hız olarak ortaya çıkmıştır. Mevcut araştırma sonuçları 12-13 yaş grubu için Çalışkan (2011) ve Katis ve Kellis'in (2010) araştırmaları ile benzerlik göstermiştir. Nunome ve ark., (2002) lise dönemi futbolcuları ile yapmış olduğu ölçümler sonucu ortaya çıkan top hızları, mevcut araştırmanın 16-17 yaş grubu ile benzerlik göstermektedir. Mevcut araştırma sonuçları ve literatürdeki araştırma sonuçlarına bakıldığında, yaş ile beraber üst vuruş sonrası ortaya çıkan top hızı değerlerinin lineer artış gösterdiği görülmektedir.

Futbolcuların farklı açısız hızlarda meydana gelen izokinetik kuvvet değerleri ve vuruş bacağı kütle değerleri

Bu araştırmadaki izokinetik ölçümlerin amacı, üç farklı yaş grubundaki futbolcuların izokinetik kuvvet parametreleri arasında oluşan farkın karşılaştırmasıdır. Bu bağlamda, üç grup arasında destek ve vuruş bacağına ilişkin ekstansör ve fleksör zirve tork değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Ortaya çıkan değerlere bakıldığında tüm gruplar arasında hem vuruş hem de destek bacağı ekstansör ve fleksör kas gruplarının 60 ve 180 °.sn⁻¹ açısız hızlarında istatistiksel olarak anlamlı fark (p<0.05, p<0.01) oluşmuş ve yaş ile beraber lineer artış görülmüştür.

Lehmert ve ark. (2011) yapmış oldukları araştırmada, baskın bacak 16, 17 ve 18 yaş grubu 60°.sn⁻¹ zirve tork değerleri ortalaması fleksörler için 123.3 Nm, ekstansörler için 212.9 Nm; baskın olmayan bacakta ise fleksörler için 120.6 Nm, ekstansörler için 209.7 Nm olarak bulmuşlardır. Lehance ve ark., (2009) 17 yaş grubu futbolcularında baskın bacak fleksiyonu ve ekstansiyon değerlerini sırasıyla 128 Nm ve 194 Nm olarak tespit etmişlerdir. Mevcut araştırmada ise, 16-17 yaş grubu vuruş bacağı 60°.sn⁻¹ izokinetik açısız hız zirve tork değerleri fleksörler için 143 Nm ekstansörler için 199 Nm ve destek bacağı değerleri fleksörler için 135 Nm ve ekstansörler için 200 Nm olarak bulunmuştur. Kellis ve ark. (1999) 13, 14, 15 ve 17 yaş grubu futbolcularda 60 ve 180 °.sn⁻¹ açısız hızda vuruş bacağına ait fleksör izokinetik kuvvet değerlerini karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre 60 ve 180°.sn⁻¹ açısız hızda sırasıyla 13 yaş 93.8-73.9 Nm; 14 yaş 103.1-77.9 Nm; 15 yaş 118.5-93.5 Nm ve 17 yaş: 141.2-110 Nm olarak bulmuşlardır. Mevcut araştırmada 60 ve 180°.sn⁻¹ açısız fleksör izokinetik kuvvet değerleri ise sırasıyla, 12-13 yaş grubu 71-51 Nm; 14-15 yaş grubu 100-78Nm ve 16-17 yaş grubu: 143-114 Nm olarak bulunmuştur. Her iki araştırmada da 12-17 yaş aralığında bulunan futbolcularda yaşın izokinetik kuvvet değerleri üzerinde bir etkisinin olduğu, yaşla beraber artan kuvvet değerlerinden görülmektedir.

Yukarıda da görüldüğü gibi, mevcut araştırma sonuçları ile literatürdeki sonuçlar arasında aynı yaş grubu ve açısız hız değerleri karşılaştırıldığında her ne kadar birebir sonuçlar ortaya çıkmasa da oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ortaya çıkan küçük kuvvet farklılıklarının ölçümlerin yapıldığı dönem ve takımların yapmış olduğu kuvvet antrenmanı farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mevcut araştırmada tüm yaş grubu futbolcuları 1 aylık ölü sezonu takiben antrenmanların başladığı ikinci hafta içerisinde ölçüme alınmıştır.

17 yaş ve üstü futbolcularda yaşa bağlı izokinetik kuvvet farklılıklarını ortaya koyan araştırmalarda ise; Lehnert ve ark. (2011) 60 ve 180°.sn⁻¹ açısız hızlarda fleksör ve ekstansör kuvvet değerlerinin 16-17 yaş grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, 17-18 yaş grubu arasında ise her hangi bir istatistiksel anlamlılığın bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Bu durumun 18 yaş grubunda yapılan kuvvet antrenmanına gösterilen özendeeki eksiklikten kaynaklanmış olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Bir başka araştırmada, Forbes ve ark., (2009) 12-18 yaş grubu futbolcularda kronolojik yaş gelişimine bağlı izokinetik kuvvet artışını 60°.sn⁻¹ açısız hızda analiz etmişlerdir. Lehnert ve ark. (2011) araştırmasında olduğu gibi küçük yaşlar arasında istatistiksel anlamlı fark oluşurken, büyük yaş grupları arasında bir fark bulunmamıştır. Araştırmalarında, 18 yaş grubu futbolcuların izokinetik kuvvet değerleri 15 ve 16 yaş grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak iki araştırma arasındaki farklılık Lehnert ve ark., (2011) zirve tork değerlerini karşılaştırırken, Forbes ve ark., (2009), zirve tork/vücut ağırlığı değerleri karşılaştırmıştır. Zirve torklar vücut ağırlığı ile normalize edildiği için yetişkin futbolculara (18 yaş), puberta dönemi futbolcular arasında (15 yaş) istatistiksel anlamlılık çıkmamıştır. Benzer bir araştırmada, Lehance ve ark., (2009) 60 ve 180°.sn⁻¹ açısız hızda zirve tork değerlerini, 21 yaş grubunda 17 yaş grubuna oranla istatistiksel olarak daha yüksek bulmuşlardır. Ancak aynı araştırmada zirve tork/vücut ağırlığı değerleri arasında istatistiksel bir anlamlılık oluşmamıştır. Araştırma sonuçları morfolojik yapının önemini ortaya koymuştur. Araştırmacılar vücut ağırlığına göre kuvvet değerlerine baktıklarında, futbolcuların 17 yaş ve sonrasında ulaşabilecekleri maksimal izokinetik ekstansör ve fleksör kuvvetlerine ulaşmış olduğunu yorumlamışlardır.

Cerrah ve ark, (2011) ise; profesyonel ve amatör futbolcuların izokinetik kuvvet değerleri ve topa vuruş bacağı EMG aktivasyonları ile üst vuruş top hızları arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır. Araştırma sonucunda, amatör ve profesyonel futbolcuların izokinetik kuvvet değerleri arasında bir farklılık ortaya çıkmazken, profesyonellerin kassal koordinasyonlarının daha iyi olduğu ve *quadriceps* kas gruplarını İS fazında daha etkili kullandıkları sonucuna ulaşmışlardır. Sonucunda, kuvvetin belirli bir yaştan sonra topa vuruş performansını tanımlamada yeterli olmadığını önemli olan noktanın teknik olduğunu öne sürmüşlerdir.

Gür ve ark., (1999) Türkiye futbol liginde 21 yaşına kadar olan futbolcularla 27 yaş grubu futbolcuların 30, 180, 240 ve 300 °.sn⁻¹ açısız hızda izokinetik kuvvet verilerini karşılaştırmışlar. Araştırma sonuçlarına göre, sadece baskın bacakta 30°.sn⁻¹ açısız hız dışındaki tüm hızlarda ekstansör ve fleksör kas grupları yetişkin futbolcularda genç futbolculara oranla istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur. Ancak baskın olmayan bacakta böyle bir anlamlılık çıkmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre, vuruş bacağı izokinetik verileri yaştan etkilenmektedir. Ancak aynı durum destek bacağı için geçerli değildir, bu durumun yaştan ziyade futbolcuların altyapısından kaynaklandığı şeklinde yorumlanılmıştır.

İzokinetik kuvvet değerleri ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan araştırmalarda ise, Degache ve ark., (2010) futbolcularda fiziksel yaş ve kronolojik yaşın, 11-15 yaş arasında değişen gruplarda 60 ve 180°.sn⁻¹ açısız hızlardaki izokinetik kuvvet değerlerinin yaş ve antropometrik özellikler ile olan

ilişkinini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, izokinetik kas kuvveti ile kronolojik yaş ve antropometrik özellikler (boy ve vücut ağırlığı) arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır. Özellikle ani kuvvet artışının 12-14 yaş arasında gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Benzer bir araştırmada Kellis ve ark., (2001) 10-18 yaş arasındaki futbolcuların her iki dizdeki konsantrik 60, 120 ve 180°.sn⁻¹ açısız hızdaki izokinetik kuvvet değerleri ile yaş grubu, vücut kütlesi, vücut yağ yüzdesi ve haftalık antrenman saatleri arasında bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlar ve çoklu regresyon denkleminde göre bu parametrelerin %73-%93 oranında kuvvet değerlerini açıkladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Mevcut araştırmada ortaya çıkan bir diğer sonuçta, vuruş ve destek bacağına oluşan izokinetik fleksiyon ve ekstansiyon zirve tork değerlerinin, açısız hız arttıkça azalmasıdır. Bu sonuç literatürde bir çok araştırmada da (Dvir ve David, 1996; Malı ve ark., 2010; Lehnert ve ark., 2011) elde edilmiştir. Araştırmacılar bu sonucu, yüksek hızlı hareketlerde kas kasılmasının sadece morfolojik olarak hızlı hareketlerde çalışma özelliği olan kas fibrilleri tarafından karşılandığını söylemişlerdir. Iga ve ark., (2009) bu tarz hareketin kasılma özelliği olmayan kas elementleri gibi pasif komponentlerin katılımı ile gerçekleştiğini belirtmişlerdir

Mevcut araştırma ve literatürdeki araştırma sonuçlarına bakıldığında, izokinetik kuvvet değerleri yavaş ve hızlı açısız hızlarda her iki bacakta da 12-17 yaş arasında yaşla beraber lineer olarak artarken, 17 yaşından sonra izokinetik kuvvet değerleri birbirine yakın çıkmaktadır. Kuvvet artışı özellikle 14-15 yaş gruplarında ani bir artış göstermektedir. Ayrıca, açısız hız arttıkça ortaya çıkan izokinetik kuvvet değeride azalmaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen vuruş bacağı bacak kütle değerlerine göre, izokinetik kuvvet değerlerinde olduğu gibi kronolojik yaş artışına bağlı lineer bir artış oluşmuştur. Yapılan araştırmalarda, fiziksel gelişime bağlı olarak bacakta kütsel bir atışın meydana geldiği ve sonucunda kuvvetinde arttığı ortaya konulmuştur (Neder ve ark., 1999)

Futbolcularda üst vuruş sırasında oluşan vuruş ve destek bacağı kassal aktivasyon değerleri

Literatür taraması sonucunda, futbolcularda üst vuruş tekniği sırasında yaş gelişimine bağlı oluşan kassal aktivasyon farklılıklarını ortaya koyan herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Literatürdeki mevcut araştırma sonuçları çoğunlukla 18 yaş ve üstü futbolculardan elde edilmiştir. Bu nedenle mevcut araştırma ile literatür karşılaştırması, mevcut araştırmadaki en büyük yaş grubu (16-17 yaş) göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

Kellis ve Katis (2007) yazmış oldukları “Üst vuruş tekniğinin, biyomekaniksel karakteristiği ve tanımlayıcıları” isimli derleme çalışmasında da bu alanla ilgili herhangi bir veriye rastlanılmadığını ve ileriki araştırmalarda bu alanda yapılacak çalışmaların, antrenman yönlendirmesi sürecinde önemli bir eksiği kapatacağını belirtmişlerdir. Bu zamana kadar gerçekleştirilen EMG çalışmaları ile, farklı vuruşlarda oluşan kassal aktivasyon farklılığı (Cerrah, 2009, Brophy, 2007), profesyonel amatör sporcular arasındaki farklar (Cerrah 2011) ve isabetli olan ve olmayan vuruşlar arasındaki farklar (Scurr ve ark., 2010) gibi konular araştırılmıştır. Ancak bu araştırmanın temel amaçlarından biri olan kronolojik yaş

gelişimine bağlı vuruş ve destek bacağına oluşan kassal aktivasyon farklılıkları araştırılmamıştır.

Bu bağlamda mevcut araştırmada, üç farklı yaş grubu (12-13 yaş, 14-15 yaş, 16-17 yaş) arasında, üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında vuruş bacağı TA, GAS, VL, VM, RF, BF GMED ve GMAK kasları ile destek bacağı TA, GAS, VL ve GMAK kaslarının kassal aktivasyon değerleri arasında farkların ortaya konulması amaçlanmıştır.

Üst vuruş tekniği **Çizelge 5'de** görüldüğü gibi 5 faza bölünmüş ve her bir fazdaki EMG %MİK'ların ortalamaları alınarak farklı yaş gruplarında istatistiksel karşılaştırmaları yapılmıştır. Mevcut araştırma ve literatürde topa vuruş sırasında oluşan diğer çalışmalara baktığımızda, tamamlama fazında 100 msn'den sonra önemli sayılabilecek bir EMG aktivasyonu oluşmamaktadır. Bu yüzden, topla temastan hemen önce, topla temas anı ve hemen sonrası daha fazla üzerinde durulması gereken fazları içermektedir (Cerrah ve ark., 2011). Elde edilen sonuçlara göre;

Hazırlık fazında (vuruş bacağı topuğunun yere konuşlanması [-406 msn] ile parmak ucunun yerden ayrılması [-225msn] arası) farklı yaş grubundaki futbolcuların vuruş bacağına meydana gelen kassal aktivasyonlar, RF kası dışında tüm kaslarda yüksek oranda gözlenmiştir. Literatürdeki araştırmaların büyük çoğunluğundaki analizler bu faz sonrasında GS (vuruş bacağı parmak ucunun yerden ayrılması) fazıyla başlamaktadır. Ancak bu faz, topa vuruşa hazırlık olduğundan dolayı performansı belirleyen önemli fazlardan biri olarak görülmüş ve mevcut araştırmada analiz edilmiştir. Bu fazda, vuruş bacağı son adımda vücudu desteklemekte ve destek bacağı üzerinden son adıma geçişi en verimli hale getirmektedir. H fazında özellikle vuruş bacağı diz ekstansörleri VL ve VM kasları, diz fleksörü ve kalça ekstansörü BF ve ayak bileği ekstansörü GAS MİK'nın %110 civarında kassal aktivasyon sergileyerek, eksenrik fleksiyona ve devamındaki konsantrik ekstansiyona katkı sağlamakta ve vücudun öne doğru aktarımında itici gücü oluşturmaktadır. GMED ve GMAK kaslarında ise, MİK'nın %60-70 civarında kassal aktivasyon sergilenmiştir. Bu fazda, 16-17 yaş grubu BF aktivasyonu 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek oluşmuştur. Ayrıca VM için her ne kadar istatistiksel bir anlamlılık oluşmasa da 16-17 yaş grubunda diğer yaş gruplarına oranla aktivasyon özellikle GS fazı hemen öncesi daha yüksek gözlenmiştir. Bu durum özellikle, yaşı büyük olan futbolcuların küçük olanlara oranla H fazını daha verimli gerçekleştirdiklerini göstermektedir. Bu fazda RF aktivasyonun düşük gözlenmiştir, kalça fleksörü olarak eğer yüksek gözlenseydi, kalça ekstansiyona karşı antagonistik bir aktivasyon göstermiş olurdu (Cerrah ve ark., 2011).

H fazının bir diğer önemi de, son adım uzunluğuna bağlı olarak destek bacağının topun yanına konuşlanma aşamasına destek sağlamasıdır. Destek bacağına analiz edilen TA, GAS, VL ve GMED kasları içerisinde aktivasyonu yüksek olan tek kas TA kası olarak ortaya çıkmıştır. Yaş grupları arasında istatistiksel anlamlılık ortaya çıkmamasına rağmen en yüksek aktivasyon 16-17 yaş grubunda oluşmuştur. Ortaya çıkan bu aktivasyonun destek bacağının topun yanına doğru aktarımı aşamasında dorsi fleksiyonu oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Futbolda topa vuruş anında H fazında oluşan kassal aktivasyonu değerlendiren araştırma (Cerrah ve ark., 2011; Brophy ve ark., 2007) sayısı iki ile sınırlıdır. Amatör ve profesyonel sporcular arasında üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında RF, VL, VM, BF ve GAS kaslarında ortaya çıkan kassal aktivasyon farklılığını inceleyen Cerrah ve ark., (2011) bu araştırma sonuçları ile benzer sonuçları elde etmiştir. Brophy ve ark., (2007) ise yaş ortalaması 20.1 ± 1.6 olan 13 futbolcuda iç ve üst vuruş arasındaki farklılığı vuruş bacağı için Iliacus (IA), GMED, GMAK, BF, VL, VM, GAS, TA ve destek bacağı için IA, GMED, GMAK, BF, VL, VM ve GAS kaslarında ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu araştırma sonuçlarına göre, üst vuruş hazırlık fazında VL (MİK'nın % 128) GMED (MİK'nın % 104) ve GMAK (MİK'nın %148) GAS (MİK'nın % 99) kasları en yüksek aktiviteyi göstermiştir. Destek bacağında ise, GMED (MİK'nın %74) ve GMAK (MİK'nın %65) kasları en yüksek aktivasyonu göstermiştir. Mevcut araştırma ile vuruş bacağında maksimal aktivasyon gösteren kaslar açısından benzerlik göstermiş ancak Brophy ve ark., (2007)'nin sonuçları mevcut araştırma sonuçlarına göre MİK yüzdesi açısından yüksek gözlenmiştir. Aynı durum destek bacağı içinde geçerlidir. EMG verilerinde araştırmalar arasında ortaya çıkan farklılıkların büyük çoğunluğu, EMG ve kablo sabitlemesine bağlı olarak ortaya çıkan gürültü gibi teknik sorunlardan kaynaklanabildiği gibi, kullanılan normalizasyon yöntemi ve verilerin analiz aşamasındaki filtrelemeye bağlı olarak da değişmektedir.

Geriye savurma fazında (vuruş bacağı parmak ucunun yerden ayrılması [-225 msn] ile maksimum kalça ekstansiyonu [-139 msn] arası) ortaya çıkan kassal aktivasyon değerlerine bakıldığında, vuruş bacağı yerden ayrılır ayrılmaz tüm kaslarda oluşan aktivasyonlarda önemli bir düşüş meydana gelmiştir. Kalça ekstansörleri GMED ve GMAK, diz fleksörü BF ve ayak bileği planter fleksörü GAS kaslarının aktivasyonu, ekstansör gruba (RF, VL, VM) oranla daha yüksektir. Destek bacağında ise, TA kası aktivasyonu azalırken, GMAK kasının aktivasyonu artmıştır. Ortaya çıkan bu durum, özellikle destek bacağı topun yanına konuşlanmadan önce dengenin distalden proksimale doğru aktarıldığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Bu fazda hem destek hem de vuruş bacağı kassal aktivasyonları açısından yaş grupları arasında istatistiksel bir anlamlılık gözlenmemiştir.

Charnock ve ark. (2009) araştırmalarında, mevcut araştırmada incelenmeyen adductor longus (AL) kasının geriye savurma fazında maksimal aktivasyonunu sergilediği sonucuna ulaşmışlardır. Zirve aktivasyon ve gerimin maksimum kalça ekstansiyonunun hemen öncesinde ulaşıldığını rapor etmişler ve futbolcularda meydana gelen sakatlıkların büyük çoğunluğunun bu fazda olduğunu belirtmişlerdir.

Brophy ve ark., (2007)'nin çalışmasında açıklandığı gibi GS fazında, GMED (MİK'nın %75), GMAK (MİK'nın %74) kaslarında diğer kaslara oranla daha yüksek aktivasyon oluşmuştur. VL (MİK'nın %36), VM (MİK'nın %23), kaslarının aktivasyonu da bir önceki faza oranla düşüş sergilemiştir. Mevcut araştırma ve Brophy ve ark., (2007)'nin araştırmasındaki faz tanımlaması ve analizi aynıdır. Bu nedenle kaslarda ortaya çıkan aktivasyon büyüklükleri de benzerlik göstermektedir. Ancak literatürdeki diğer araştırmalarda GS fazı ile UİA fazının ayırımına rastlanmamıştır.

Mevcut araştırmada, incelenen uyluk ileri aktarım fazında (maksimum kalça ekstansiyonu [-139 msn] ile maksimum diz fleksiyonu [-55 msn arası) ortaya çıkan kassal aktivasyon değerlerine bakıldığında, en önemli kas grubu olarak karşımıza RF kası çıkmaktadır. RF kası iki eklemlili bir kastsr. UİA fazının başlangıcında kalça fleksiyonuna katkıda bulunurken, İS fazının başlangıcında diz ekstansiyonuna katkıda bulunmaktadır. Yaş gruplarına göre, ortaya çıkan RF kassal aktivasyon büyüklüğü 16-17 yaş > 14-15 yaş > 12-13 yaş şeklinde olmuştur. Ancak istatistiksel farklılık 16-17 yaş grubu ile 12-13 yaş grubu arasında meydana gelmiştir. GAS, BF, GMED ve GMAK kaslarına ait kassal aktivasyon değerleri de bu fazda ani bir düşüş göstermiştir. Destek bacağı UİA fazının sonlarına doğru yere konuşlanmıştır ve tüm kas gruplarının aktivasyonunda ani bir artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar, Brophy ve ark. (2007)'nin yapmış oldukları çalışmada vuruş ve destek bacağı kassal aktivasyon değerleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak mevcut araştırmada GAS kası destek bacağı aktivasyon yüzdesi bir önceki faza göre artarken Brophy ve ark., (2007)'nin araştırmasında ise düşmüştür.

Dorge ve ark., (1999) 7 üst düzey futbolcuya 4m uzakta 1x1m ölçülerindeki kaleye maksimal üst vuruş uygulatmışlar ve iğne elektrotu kullanarak *illiopsoas* kasının aktivasyon değerlerini ve yüzey elektrotu kullanarak GMAK, VL, RF ve BF kaslarının aktivasyon değerlerini araştırmışlardır. Bu araştırmada olduğu gibi, GS fazı ve UİA fazında RF kasının aktivasyon düzeyinin yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bollens ve ark., (1987) sağ ve sol bacağına ait *quadriceps*, *hamstring* ve *gluteal* kas gruplarının aktivasyonlarını incelemişler. *Quadriceps* grubu kasların *hamstring* grubu kaslara oranla daha fazla aktive olduğu sonucuna varmışlardır. GS'dan İS fazına geçiş aşamasında yani UİA fazında diz fleksiyon halini korurken, VM ve VL kaslarının aktif olması durumunu "Futbol paradoksu" olarak adlandırmışlardır. Bu durumun oluşma sebebini ise, *quadriceps* grubu kasların eksantrik kasılma göstererek, bu fazda oluşan diz *fleksiyonunu* yavaşlatıp, ileri savurma fazının başlamasını sağlamaya çalışmaları şeklinde açıklamışlardır (Orchard ve ark., 1999). Bu araştırma bulguları da bu tanımı desteklemektedir.

İleri savurma ve topla temas fazları (Maksimum diz fleksiyonu [-55 msn] ile topla temas sonu [0-10msn]arası), ortaya çıkan kassal aktivasyon değerleri ve yaş grupları arasındaki istatistiksel anlamlılıkları açasından futbolda üst vuruş performansını tanımlayan en önemli fazlar olarak görölmektedir. Mevcut araştırmada UİA fazında RF kasının aktivasyonu ile başlayan ve İS fazında VL ve VM aktivasyonu ile proksimalden distale doğru devam eden bir süreç söz konusudur. Mevcut araştırmada RF, VL ve VM kassal aktivasyonları İS ve TT fazında maksimale ulaşmış ve sonrasında ani bir düşüş sergilemiştir. Kassal aktivasyon büyüklüklerine bakıldığında 16-17 yaş > 14-15 yaş > 12-13 yaş olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle VM kasında gruplar arası istatistiksel anlamlılık ortaya çıkmış ve 16-17 yaş grubu kassal aktivasyonu, İS fazında 12-13 yaş grubuna oranla; topla temas fazında ise 12-13 ve 14-15 yaş grubuna oranla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Scurr ve ark., (2011) nizami futbol kalesinin dört köşesine konulmuş hedefe karşı penaltı noktasından gerçekleştirilen üst vuruş tekniğinde RF, VL ve VM kaslarının kassal aktivasyonları değerlendirmışler. Normalizasyon için, aktif sıçrama anında oluşan maksimal kasılma değeri kullanmışlardır. Topla temas

anında bu kaslarda oluşan kasılma yüzdeleri RF için %77, VL için %89 ve VM için %83 olarak bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre farklı köşelere gerçekleştirilen üst vuruş sırasında oluşan kassal aktivasyonlar değişmektedir. Sağ üst köşeye gerçekleştirilen vuruşlardaki *quadriceps* aktivasyonu sol üst ve alt köşeye oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu sırada özellikle VL kasının aktivasyonu VM ve RF oranla daha yüksek gözlenmiştir. Scurr ve ark., (2011)'nin araştırmasından elde edilen kassal aktivasyon büyüklükleri Dorge ve ark., (1999), Brophy ve ark., (2007) ve mevcut araştırma sonuçlarına oranla daha düşük oluşmuştur. Bu durum kullanılan normalizasyon yöntem farklılığı ve vuruş sırasında isabetin önemli olmasından dolayı futbolcuların daha dengeli vuruşlar yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dorge ve ark., (1999) üst vuruş İS fazında RF kasının %46.3'lük bir aktivasyon gösterdiğini ve bunu takiben VL kasının %81.7'lik aktive olduğunu, topla temasta ise bu aktivasyonun %101.6 ulaştığını ortaya koymuşlardır. Ancak bu periyotta BF kasının çok az aktive (%22.6) olduğunu belirtmişlerdir. Topa değmeden hemen önce ise BF kası zirve değere yani %40'a ulaşmıştır. Bu araştırma kapsamında elde edilen bulgularla Dorge ve ark., (1999)'nin bulduğu sonuçlar benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, topla değmeden hemen önce tüm yaş gruplarında BF kası, vuruşun tümüne oranla daha az aktivasyon oluşturmuş ancak topla temas öncesi özellikle 16-17 yaş grubunda ani bir artış göstererek eksantrik bir kasılma sergilemiştir. Bir başka çalışmada ise, De Profit ve ark., (1988) 13 iyi antrene futbolcu ile 12 fiziksel olarak aktif ancak futbolcu olmayan bireyleri karşılaştırmışlardır. EMG verileri semi-tendinosus, BF, TA, VL, VM, ve GMAK kaslarından alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, topla temas anında vastus medialis (%80) ve vastus lateralis (%80) kaslarındaki aktivasyonun biceps femoris kasına (%40) oranla daha fazla olduğu bulunmuştur. De profit ve ark., (1988) iki grup arasında kassal aktivasyon paternlerinin oldukça benzer olduğunu bulmuşlardır. Ancak futbolcu gruptakiler topu daha ileri atabilme başarısı göstermişler ve genel kassal aktivasyon durumlarını futbolcu olmayanlara oranla daha düşük gerçekleştirmişlerdir. Bu durum, iyi futbolcuların kaslarını daha koordineli ve etkili bir şekilde kullandığını ve teknik becerilerin önemini göstermektedir (Maraj ve ark., 2006).

Brophy ve ark (2007)'nin çalışması literatürde üst vuruş sırasında vuruş ve destek bacağı EMG aktivasyonlarını ortaya koyan tek çalışma olduğu için mevcut araştırma sonuçları ile karşılaştırılabilir. Brophy ve ark. (2007) çalışmalarında özellikle İS ve TT fazındaki vuruş bacağı kassal aktivasyonlarını GMAK için %114, GMED için %71, VM için %100, VL için %87, BF için %33, TA için %44 ve GAS için %57 olarak ve destek bacağının kassal aktivasyonlarını ise GMAK için %109, VL için %107, GAS için %84 olarak bulmuşlardır. Mevcut çalışmada üç farklı yaş grubu için farklı sonuçlar elde edildiğinden Brophy ve ark., (2007)'nin çalışmasına en yakın yaş grubu olan 16-17 yaş grubu sonuçları karşılaştırmada yorumlanacaktır. İki çalışma arasında vuruş bacağına ait TA, GAS, BF kassal aktivasyon değerleri birbirine benzer, VM ve VL kassal aktivasyonu ise mevcut araştırma yüksek ve GMED ve GMAK kassal aktivasyonları ise düşük bulunmuştur. Destek bacağı sonuçlarına göre de, GAS aktivasyonu daha yüksek, VL aktivasyonu benzer ve GMAK aktivasyonu ise daha

düşük bulunmuştur. Ortaya çıkan farklılıklar, kullanılan MVC yöntemi ve yaş gruplarından dolayı kaynaklanmış olabilir.

Putnam (1991), hareket analizi sonuçlarına göre kalçada oluşan yavaşlamayı takiben bacak ve ayakta oluşan hızlanma durumunu, kuvvet sumasyon prensibi olarak açıklamıştır. Yani hareket, proksimalde bulunan büyük kaslar tarafından (uyluğa ait) gerçekleştirilirken, distaldeki küçük kas grupları (alt bacağa ait) tarafından ise devam etmektedir (Akt; Maraj ve ark., 2006). Bu araştırmada tüm yaş gruplarında ileri savurma fazı, RF kasının aktivasyonu ile başlamaktadır, bu da uyluk kısmının ileri doğru açılma hızının arttığı dönemi ifade eder. Topla temasından hemen önce -50ms civarında ise RF kasında oluşan hafif gevşemeyi takiben diz ekstansiyonu sırasında alt bacağın açılma hızı artmakta ve bu noktada VM ve VL kasları ani bir aktivasyon göstererek zirve değere ulaşmaktadır. Araştırmada elde edilen bu veriler Lees ve Nolan (1998), Dorge ve ark., (1999)'nın üst vuruş sırasında ileri savurma fazındaki kinematik oluşum açıklamalarını desteklemektedir. Ayrıca, De profit ve ark., (1988) ve Cerrah ve ark., (2011) topa değiş anında VM ve VL kaslarındaki aktivasyonun BF kasına oranla daha fazla olduğunu söylemektedir. Bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar De profit ve ark., (1988) ve Cerrah ve ark., (2011)'nin araştırma sonuçlarıyla benzer bulunmuştur. TT anından hemen önce diz çevresinde oluşan bu negatif moment oluşumu bazı araştırmalarda açıklanmıştır (Lees ve Nolan, 1998; Dorge ve ark., 1999). Bu kaslar büyük olasılıkla, güvenlik mekanizması amaçlı aktive olmakta ve alt bacağın açılma hızının topa değiş anı ve sonrasında artmasını engellemektedirler. Futbol paradoksu olarak adlandırılan bu mekanizmanın, sakatlık önleme ve dengeli topla temas için önemli bir performans kriteri olduğu düşünülmektedir. Mevcut araştırma kapsamında 16-17 yaş grubunda ortaya çıkan yüksek BF aktivasyonunun, bu mekanizmanın yaşla beraber geliştiğinin bir göstergesidir.

Birbirine zıt yönde çalışan TA ve GAS kasları kassal aktivasyonunda İS ve TT fazında önemli bir göreve sahiptir. TA kası aktivasyonu 14-15 yaş > 12-13 yaş > 16-17 yaş grubu şeklinde oluşurken, GAS kası 16-17 yaş > 14-15 yaş > 12-13 yaş şeklinde oluşmuştur. Ancak, her iki kasta da yaş grupları arasında istatistiksel bir anlamlılık bulunmamıştır. BF kasında ise; her iki fazda da kassal aktivasyon büyüklüğü 16-17 yaş > 14-15 yaş > 12-13 yaş şeklinde oluşmuştur ve 16-17 yaş grubu istatistiksel olarak 12-13 yaş grubuna oranla daha yüksek bulunmuştur.

Katis ve ark., (2013) yaş ortalaması 23.7 ± 2.3 olan 21 futbolcuya 11 metre mesafeden nizami ölçülerdeki futbol kalesinin orta noktasının üst ve alt kısmına koyulan hedeflere vuruş yaptırmışlardır. Aşağıdaki ve yukarıdaki hedeflere doğru gerçekleştirilen üst vuruş sırasında RF, BF TA ve GAS kaslarındaki kassal aktivasyon değerleri karşılaştırılmıştır. Bu araştırmada normalizasyon vuruş anında ortaya çıkan maksimal aktivasyon baz alınarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yukarıdaki hedefe karşı gerçekleştirilen isabetli vuruşlarda yüksek TA ve BF kası aktivasyonu, düşük RF ve GAS aktivasyonu bulunmuştur. Tam tersi şekilde alçaktaki hedefe karşı gerçekleştirilen isabetli vuruşlarda yüksek RF ve GAS aktivasyonu ve düşük TA aktivasyonu ortaya çıkmıştır. Araştırma sonuçlarını Katis ve ark. (2013) şu şekilde yorumlamıştır; topla temas anında daha fazla TA aktivasyonu daha fazla dorsi fleksiyonu meydana getirdiğinden dolayı, topun gidış yörüngesi yükselmektedir (Asai ve ark., 2002). Bunun yanı sıra, GAS

iki eklemlili (planter fleskiyon-diz fleksiyonu) bir kastır ve ortaya çıkan yüksek aktivasyon, dizde meydana gelen ani ekstansiyon aşamasında (topla temas hemen öncesi ve anı) diz stabilizasyonuna katkı sağlamaktadır. Ayrıca BF kası yukarıdaki hedeflere isabetli atışlarda daha yüksek çıkmasının sebebi ise, postür kontrolüne katkı ve optimum topla temas için alt bacağı hazırlamak olarak yorumlanmıştır. BF kası anatomik özelliğine göre, diz fleksörü ve kalça ekstansörü olarak görev almaktadır. Topla temastan hemen önce ortaya çıkan BF aktivasyon artışı, *quadriceps* kaslarının aşırı aktivasyonunu engelleyici ve sakatlık oluşumunu azaltıcı etkisi bulunmakta ve topla temas öncesi ayakla-topun temas noktasının düzgün ayarlanması ve hedeflenen bölgeye topun aktarımının sağlanması sürecinde ise diz ekstansiyonunu yavaşlatmakta ve daha isabetli vuruşlar gerçekleştirilmektedir (Katis ve ark., 2013).

Mevcut araştırmada, futbolcular hentbol kalesi büyüklüğünde bir kaleye 11 metre uzaklıktan kalenin orta noktasını hedef alarak maksimal üst vuruş gerçekleştirmişlerdir. 16-17 yaş grubunda TA kasının en düşük GAS ve BF kalarımında en yüksek aktivasyonda oluşması, daha sert ve isabetli vuruşun yaşı büyük olan futbolcularda, yaşı küçük olanlara oranla daha optimum düzeyde gerçekleştirildiğini göstermektedir. Ayrıca 16-17 yaş grubunda, TA ve GAS aktivasyonu MİK'nın %40'ında meydana gelmiştir. Zıt yönde çalışan kasların topla temastan hemen önce ve anında eşit oranda aktivasyon sergilemesi, ko-aktivasyon (eklem katılığı) mekanizmasının yaşı büyük sporcularda daha etkili olduğunun bir göstergesidir.

Tamamlama fazı (topla temas [0-10 msn] ile maksimum kalça fleksiyonu [136msn] arası), topla temas sonrası hareketin devamını oluşturmaktadır. Yapılan EMG araştırmalarının büyük bir çoğunluğu, vuruş bacağı ayak parmak ucunun yerden ayrılması ile topla temasa kadar olan kısmı analiz etmiştir. Ancak bu fazda ortaya çıkan kinetik ve kinematik oluşumlar, topa aktarılan enerjinin etkinliği ve sakatlık mekanizması hakkında bilgi vermektedir. Brophy ve ark. (2007) araştırmalarında tamamlama fazında vuruş bacağı kassal aktivasyonunu GMAK için %129, GMED için %89, VM için %69, VL için %52, BF için %50, TA için %39 ve GAS için %67 olarak ve destek bacağı kassal aktivasyonu ise GMAK için %70, VL için %49, GAS için %41 olarak bulmuşlardır. Mevcut araştırmada üç farklı yaş grubu için farklı sonuçlar elde edildiğinden dolayı Brophy ve ark., (2007)'nin araştırmasına en yakın yaş grubu olan 16-17 yaş grubu sonuçları karşılaştırmada yorumlanacaktır. İki araştırma arasında vuruş bacağının TA kassal aktivasyon değerleri benzer, GAS, BF, VM ve VL kassal aktivasyonları ise mevcut araştırma grubunda daha yüksek ve GMED ve GMAK kassal aktivasyonları ise daha düşük bulunmuştur. Destek bacağı sonuçlarına göre, GAS aktivasyonu daha yüksek, VL aktivasyonu benzer ve GMAK aktivasyonu ise daha düşük bulunmuştur. Ortaya çıkan farklılıklar, kullanılan MVC yöntemi ve yaş gruplarından dolayı kaynaklanmış olabilir. Mevcut araştırma yaş gruplarına göre istatistiksel farklılık BF kasında belirlenmiş ve 16-17 yaş grubu kassal aktivasyonu 12-13 yaş grubuna oranla daha yüksek bulunmuştur. Mevcut araştırmada, 16-17 yaş grubu aktivasyonu daha yüksektir, ancak bu fazdaki kinematik verilerden kalça açısına bakılırsa (**Şekil 40**) 12-13 yaş grubunun tamamlama fazında kalça açısının düşük olduğu görülmektedir. Bu da vuruş sonrası sakatlık önleme amaçlı diz fleksiyonu oluşturma ihtiyacını ortadan

kaldırılmış olabilir. Ayrıca **Şekil 29'da** görüldüğü gibi, tamamlama fazında zirve GAS aktivasyonu 16-17 yaş grubunda daha erken oluşmuş ve ani bir düşüş sergilemiştir. 16-17 yaş grubunda oluşan bu durumun topa vuruş hareketinin diğer yaşlara göre daha hızlı bir şekilde gerçekleştiğini ve GAS ve BF kaslarının vuruş sonrası antagonistik bir kasılma sergileyerek savrulan bacağı zıt yönde durdurmaya yönelik bir patern oluşturduğunu söylemek mümkündür. GAS kası çift eklemli bir kastır ve sadece diz fleksiyonu değil aynı zamanda ayak bileği planter fleksiyonuna da katkıda bulunmaktadır. Katis ve ark., (2013) özellikle yerden gerçekleştirilen vuruşlarda GAS kasının kassal aktivasyonunu TA kasına oranla daha yüksek bulmuşlardır. Bu durumun daha az dorsi fleksiyon ve alçak top yörüngesi ile sonuçlandığını savunmuşlardır. Tamamlama fazı, topla temasın hemen sonrası gerçekleşen bir faz olduğundan ayak bileği eklemindeki hareket açısını korumak için aktivasyonun daha yüksek sergilenmiş olabileceği de düşünülmektedir.

Vuruş bacağı kinematik değerlendirmeleri bölümünde açıklanan kamçı etkisi mekanizmasının mevcut araştırma kapsamında elde edilen EMG sonuçları ile desteklendiği görülmektedir. H fazı ve GS fazıyla başlayan elastik enerji birikimi UİA, İS ve TT fazlarıyla topa doğru aktarılmaktadır. H fazında düşük RF ve yüksek BF aktivasyonu yatayda topa yaklaşma hızı ve vuruş bacağının destek bacağı üzerinden topa doğru aktarılma hızını arttırmaktadır. Özellikle UİA fazında yüksek RF aktivasyonu GS fazında oluşan eksantrik kasılmayı takiben oluşturulan konsantrik kasılmanın bir sonucudur ve oluşan gerimin (elastik enerji) gerilme kısalma döngüsü aracılığıyla topa doğru aktarıldığı süreci göstermektedir. Aynı şekilde UİA fazında VM ve VL aktivasyonu eksantrik kasılma göstermiş ve İS fazında konsantrik kasılma ile dizde ekstansiyon oluşturan en önemli kaslar olarak görev almışlardır. TT fazında ise en aktif olan kaslar VM ve VL olarak karşımıza çıkmaktadır. Topla temastan hemen önce futbol paradoksu olarak adlandırılan BF kasının aktivasyonunun artış göstermesi sakatlık önleme ve dengeli topla temas için önemlidir. Topla temas anında eşit oranda görülen TA ve GAS aktivasyonu eklem katılığını sağlayarak biriken enerjinin etkili bir şekilde topa aktarılmasını sağlamaktadır. Aksi takdirde ayak bileği 12-13 yaş grubunda olduğu gibi farklı düzlemlerde hareket ederek enerji transferi sırasında biriken enerji ısı enerjisi olarak kaslar arasında absorbe olurdu. Bahsedilen, tüm bu süreçler 16-17 yaş grubunda etkili bir şekilde gerçekleştirilmiş ve 14-15 ve özellikle 12-13 yaş grubuna oranla istatistiksel olarak farklı olmuştur. Bu nedenle nöromusküler koordinasyonun 16-17 yaş grubunda daha etkili olduğu söylenebilir. Kamçı etkisi sonucu oluşturulan elastik enerji, özellikle GS fazı sonrası UİA fazında RF kası ve UİA fazı sonrası İS fazında VL ve VM kasları aracılığı ile topla temasta ise VM-VL kasları ve TA-GAS aracılığı ile proksimalden distale doğru bir hareket paterni sergileyerek topa doğru aktarılmıştır. Eksantrik kasılma anında ortaya çıkan enerji birikimi kaslar ve tendonlar aracılığı ile sağlanmaktadır. Kas boyu ne kadar uzar ve gerim fazla oluşur ve kısalma fazına geçiş ne kadar hızlı olursa biriken enerjinin daha yüksek yüzdesi ısı enerjisi olarak kaslar arasında absorbe olmak yerine kinetik enerji olarak ileri savurma fazında topa doğru aktarılır (Wilson ve ark. 1990). Bunu daha etkili bir şekilde başaran sporcuların çapraz köprülerdeki optimum uzamayı sağlayabilen intramusküler koordinasyonunun daha gelişmiş olduğu söylenebilir (George ve ark., 2013).

Futbolcuların üst vuruş sırasında oluşan vuruş bacağı kinematik değerleri

Futbolda topa vuruş tekniğinin yüksek hızlı kameralar kullanılarak, kinetik ve kinematik değerlendirmesinin iki yada üç boyutlu olarak yapıldığı bir çok araştırma bulunmaktadır (Nunome ve ark., 2002; Levanon ve Dapena, 1998; Lees ve Nolan, 1998; Lees ve ark., 2003; Ghochani ve ark., 2010; Amiri-Khorasani ve ark., 2009). Bu araştırmalar, mevcut araştırmada olduğu gibi en çok kullanılan vuruş tekniği olan üst vuruş tekniğinin incelenmesine yönelik gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda, teknolojinin de gelişmesine paralel olarak, üç boyutlu analiz uygulamaları, iki boyutlu analiz uygulamalarının yerini almıştır (Lees ve ark., 2003). Araştırmaların büyük çoğunluğu 18 yaş ve üstü futbolcularda gerçekleştirilmiş ve cinsiyetler arası farklılıklar (Barfield ve ark., 2002), farklı yaklaşma açıları ve hızlarındaki farklılıklar (Isokowa ve Lees, 1988), farklı vuruş tekniklerindeki farklılıklar (Shan ve Westerhoff, 2005), isabetli olmayan vuruşlardaki farklılıklar (Teixeira, 1999), mevkilere göre farklılıklar (Amiri-Khorasani ve ark., 2009), beceri düzeylerine göre farklılıklar (Nunome ve ark., 2000), duran ve hareketli toplarda oluşan farklılıklar (Katis ve Kelis, 2011), esneklik ve kuvvet antrenmanının etkisi (Workman, 2010), yorgunluğun etkisi (Apriantono ve ark., 2006), vb. konularda kinetik ve kinematik değerlendirmeleri amaçlamıştır. Yapılan kinetik (momentum, enerji vb.) ve kinematik (yer değiştirmeler, açıları, lineer ve açısal hızlar) değerlendirmelerde vuruş bacağı, destek bacağı ve gövde ayrı ayrı ele alınarak gerçekleştirildiği gibi, tüm vücut bir bütün olarak da değerlendirilmiştir. Mevcut araştırmada ise, yaşla beraber üst vuruş tekniğinin uygulanışı sırasında ortaya çıkan kinematik oluşumların değerlendirilmesi amaçlandığı için, vuruş bacağı tarafında bulunan, omuz, kalça, diz, ayak bileği ve 5. Metatarsal eklemlerine ait bazı kinematik parametreler ele alınmıştır. Mevcut araştırmada 2 yüksek hızlı kameranın kullanılması sınırlılıklar içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle, vuruş bacağı tarafını inceleyen diğer araştırmalarda vuruş performansını tanımladığı düşünülen kinematik parametreler araştırılmıştır (Nunome ve ark., 2002; Levanon ve Dapena, 1998; Lees ve Nolan, 1998; Lees ve ark., 2003; Katis ve Kelis 2011).

Yapılan araştırmalarda topa vuruş hareketinin birçok ekseninde segmental rotasyonlar sonucu oluştuğu ortaya konulmuştur.

Hazırlık fazında birçok eklem, eklem hareket genişliğini (EHG) korumaktadır. Bu nedenle direk olarak topa vuruş performansı ile bağlantılı kinetik veya kinematik oluşumlar ortaya çıkmamaktadır. Ancak, hazırlık fazı öncesi adımlamalar ve hazırlık fazı beraber ele alındığında özellikle topa yaklaşma hızı ortaya çıkan top hızını direk olarak etkilemektedir. Yapılan araştırmalarda yaklaşma hızı yükseldikçe ortaya çıkan top hızının da arttığı ortaya konulmuştur (Isokowa ve Lees, 1988). Mevcut araştırmada, yaklaşma adımlarının son fazı olan H fazında, yaklaşma hızının bir göstergesi olan kalça açısal ve lineer hızı (x), 16-17 yaş > 14-15 yaş > 12-13 yaş olarak ortaya çıkmış ve 16-17 yaş grubunda 12-13 yaş grubuna oranla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Geriye savurma fazında, vuruş bacağı kalçada ekstansiyon oluşturularak geriye savrulmaktadır. Bu sırada ortaya çıkan hız $171.9-286.5^{\circ}.sn^{-1}$ olarak rapor edilmiştir (Nunome ve ark., 2002; Levanon ve Dapena, 1998). Bu süreçte kalçada aynı zamanda, adduksiyon ve eksternal rotasyon oluşmaktadır (Levanon ve

Dapena, 1998). Dizde ise açısız hızı $745-860^{\circ}.sn^{-1}$ olan fleksiyon meydana gelmektedir. Aynı zamanda hafifçe internal rotasyon gerçekleşmektedir (Nunome ve ark., 2002). Ayak bileğinde ise, planter fleksiyon, abduksiyon ve hafif bir pronasyon meydana gelmektedir (Levanon ve Dapena, 1998). GS fazında ayak bileğinde meydana gelen planter fleksiyon açısız hızı maksimum $860^{\circ}.sn^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Nunome ve ark., 2002). Mevcut araştırmada, bu fazda diz ve ayak bileği açısı ve açısız hızları arasında istatistiksel bir anlamlılık ortaya çıkmamıştır. Ancak, kalça açısı ve lineer hızları (x), arasında istatistiksel bir anlamlılık meydana gelmiş ve 16-17 yaş grubu 12-13 yaş grubuna oranla daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu durum yaşı daha büyük olan futbolcuların GS fazında kalçalarını daha hızlı bir şekilde ve yüksek EHG’de ekstansiyona getirdiğini göstermektedir. Bu şekilde İS fazında daha geniş bir EHG’ne sahip olmaktadırlar. Böylece, futbolda topa vuruş performansının en önemli tanımlayıcı olan İS fazında distal uzuvlar daha fazla hızlanmakta ve harekete bağılı moment oluşumunu daha etkili bir şekilde gerçekleştirmektedirler.

Uyluk ileri aktarım fazında, uyluk destek bacağı etrafında rotasyon gerçekleştirerek topa doğru yönelirken, diz fleksiyona devam etmektedir. (Lees ve Nolan, 1998; Dorge ve ark., 1999). Bu fazda mevcut araştırma kapsamında, önemli bulgular elde edilmiştir. Kalça, diz ve parmak (x) lineer hızları 16-17 yaş >14-15 yaş >12-13 yaş olarak meydana gelmiş ve 16-17 yaş grubu 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ayak bileği (x) ve diz (y) lineer hızları 16-17 yaş >14-15 yaş >12-13 yaş olarak meydana gelmiş ve 16-17 yaş grubu 12-13 yaş ve 14-15 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, UİA fazı GS fazından İS fazına geçiş ara fazı olarak tanımlanabilir. Bu fazda kalçadaki ekstansiyondan, fleksiyona geçiş ne kadar hızlı ise quadriceps kas grubunda eksantrik kasılmayı takiben konsantrik yani gerilme kısılma döngüsü o kadar hızlı meydana gelmektedir ve kaslar tarafından üretilen elastik enerjinde okadar hızlı bir şekilde topa doğru aktarılmaktadır (Kawamoto ve ark., 2007). EMG sonuçlarına göre RF kasının 16-17 yaş grubunda diğerlerine oranla daha fazla yüzdeyle aktive olması yüksek top hızını tanımlamada ve teknik gelişimin değerlendirilmesinde bu fazın önemini ortaya koymaktadır. Yapılan literatür taramasında bu fazda meydana gelen kinetik ve elektromiyografik oluşumlar ile ilgili çok fazla bilgiye rastlanılmamıştır. Birçok araştırma UİA fazını İS fazının içerisinde değerlendirmişlerdir.

İleri savurma ve topla temas fazında kalça fleksiyona $745^{\circ}.sn^{-1}$ açısız hızda devam ederken (Nunome ve ark., 2002; Levanon ve Dapena, 1998), eksternal rotasyon korunmakta ve abduksiyon meydana gelmektedir (Levanon ve Dapena, 1998). Ayak bileğinde ise, adduksiyon ve planter fleksiyon gerçekleşmektedir (Levanon ve Dapena, 1998). Aynı zamanda dizdeki fleksiyondan ekstansiyona geçiş gerçekleşmekte ve diz ekstansiyon hızı ($860-1720^{\circ}.sn^{-1}$) maksimale ulaşmaktadır. External ve internal rotasyon bu süreçte minimal olarak seyretmektedir (Nunome ve ark., 2002). Topla temas anında ise, kalça fleksiyonda, abduksiyonda ve external rotasyondadır. Ayak bileği ise planter fleksiyon ve hafif adduksiyondadır (Levanon ve Dapena, 1998). Mevcut araştırma kapsamında İS fazında, diz açısız hız değerleri 16-17 yaş ile 14-15 yaş gruplarında, 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Kalça Lineer hızı (x) her yaş grubunda her ne kadar ani bir düşüş gösterse de, 16-

17 yaş ile 14-15 yaş gruplarında, 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Diz lineer (x) hızı da bu fazda tüm yaş gruplarında ani bir düşüş göstermiş ve 16-17 yaş grubunda 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ayak bileği ve parmak lineer hızı ise bu fazda tüm yaş gruplarında maksimale yükselmiş ve 16-17 yaş ile 14-15 yaş gruplarında 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Topla temas fazında ise, diz ve ayak bileği açısal hızları maksimal değerine ulaşmış ancak gruplar arası istatistiksel anlamlılık oluşmamıştır. Omuz lineer (x) hızı hazırlık fazında en yüksek iken topla temas fazında giderek düşmüştür. Tüm fazlarda ortaya çıkan hız değerleri 16-17 yaş > 14-15 yaş > 12-13 yaş şeklinde oluşmuş ancak gruplar arası istatistiksel bir anlamlılık bulunmamıştır. Kalça lineer (x) hızı bu fazda giderek azalmış ve gruplar arası istatistiksel bir anlamlılık oluşmamıştır. Diz (x) lineer hızı ise hemen hemen 0 hıza yaklaşmıştır. TT fazda, 16-17 yaş ile 14-15 ve 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Bilek lineer (x) hızı ise bu fazda en yüksek değerine ulaşmış ve 16-17 yaş grubu 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek hız değerlerine ulaşmıştır. Parmak lineer hızı (x) ise TT anında çok hafif düşüş sergilemiştir. Bu fazda 16-17 yaş ile 14-15 yaş grupları 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Ayak bileği (z) lineer hızı da bu fazda ani bir yükseliş sergilemiştir. 16-17 yaş ile 14-15 yaş grupları 12-13 yaş grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Mevcut araştırma lineer hız değerlerine bakıldığında, H ve GS fazında omuz-kalça, UİA fazında kalça-diz, İS fazında diz-bilek-parmak, TT fazında ise bilek-parmak değerleri en yüksek değerlerinde görülmüştür. T fazında ise anterior-posterior ekseninden ziyade ayak bileği ve diz ekleminde meydana gelen dikey ve medio-lateral hızlanma devreye girmektedir. Bu bilgiler ve diğer araştırma bilgileri doğrultusunda topa vuruş hareketinin proksimalden distale doğru gerçekleşen ve segmental açısal ve lineer hızların vuruş performansını tanımlamada önemli parametreler olduğu söylenebilir (Dorge ve ark., 2002; Dorge ve ark., 1999; Huang ve ark., 1982; Levanon ve Dapena, 1998; Nunome ve ark., 2002, Cerrah ve ark. 2011).

Sonuç olarak etkili bir topa vuruş tekniği, tüm vücudun katılımı ile gerçekleşen çoklu eklem koordinasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Shan ve Westerhoff (2005) 42 yansıtıcı marker ve 9 kamera kullanarak üst vuruş tekniği sırasında elit ve acemi sporcularda oluşan kinematik farklılıkları ortaya koymaya çalışmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, topa vuruş tekniğinin “Kamçı Etkisi (Gerim Yayı)” şeklinde gerçekleştiğini yorumlamışlardır. Kamçı etkisi oluşumunu;

- (1) Vuruşun başlangıcında, vuruş bacağı kalça ekstansiyonu ve destek bacağına doğru gövde rotasyonu oluşurken, destek bacağı tarafı kolda ise hiper ekstansiyon ve abduksiyon meydana gelmektedir. Bu sırada anterior gövde ve kalça kaslarında gerim oluşmaktadır.
- (2) İleri savurma fazı ile birlikte ortaya çıkan gerim (elastik enerji) kamçı etkisi hareketi aracılığıyla serbestlenir ve vuruş bacağı topa doğru savrulurken gövdede fleksiyon ve vuruş bacağına doğru bir rotasyon oluşmaktadır.
- (3) Destek bacağı tarafı omuz eklemi ile vuruş bacağı tarafı kalça eklemi arasındaki mesafe ne kadar büyükse gerimde o kadar fazla olmaktadır şeklinde açıklamışlardır.

Dorge ve ark., (2002)'da elit futbolcularda yapmış oldukları araştırma sonuçlarını, vuruş bacağı topa doğru kamçı etkisi şeklinde hareket ettiğinden, topa vuruş performansı açık kinetik zincir şeklinde meydana gelmektedir şeklinde yorumlamışlardır. Bu mantıklı açıklama topa vuruşun kalçanın öne doğru hareketiyle başladığı daha sonrasında proksimalden distale doğru bir hareketle devam edip topa temas fazında ayağın hızlanmasıyla sonlandığını ortaya koymaktadır. Proksimalden distale doğru gerçekleşen bu hareket silsilesi kalça, uyluk, diz ve baldırın işe koşulma sıralaması ile sağlanır ve topa vuruş gerçekleştirilmektedir.

Bu tanımlamaya paralel olarak, gövde ve kalçanın yarı sıra, ortaya çıkan top hızının, ayağın (distal segment) almış olduğu hız ve uygun topa temas noktası ile ilişkili olduğunu gösteren araştırmalar oldukça fazladır (Asai ve ark., 2002; Bull-Andersen ve ark., 1999; Lees ve Nolan, 1998; Levanon ve Dapena, 1998). Bu araştırmalarda top hızı ile ayak hızı arasında ortaya çıkan korelasyonun ($r > 0.74$) yüksek olduğu görülmektedir (Asami ve Nolte, 1983; Levanon ve Dapena, 1998; Nunome ve ark., 2006). Ayağın ileri savurma fazında hızlı savrulması, daha kısa topa temas süresi anlamına gelmekte ve bu şekilde daha hızlı bir top hızı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle top-ayak hızı oranının başarılı bir vuruş için önemli bir indeks olduğu belirtilmiştir (Asami ve Nolte, 1983; Kellis ve ark., 2004; Lees ve Nolan, 1998; Nunome ve ark., 2006; Kawamoto ve ark., 2007). Yapılan araştırmalarda bu oranın 1.06 ile 1.65 arasında değiştiği rapor edilmiştir. (Asami ve Nolte, 1983; Isokawa ve Lees, 1988; Kellis ve ark., 2004; Kellis ve ark., 2006; Nunome ve ark., 2006; Kawamoto ve ark., 2007).

Baarfield ve ark., (2002) yaptıkları araştırmada bayan ve erkek futbolcularda üst vuruş tekniğini incelemişler ve erkeklerin ayak parmak hızının (20.4 m/sn) bayanlarınkine oranla (18.7 m/sn) istatistiksel olarak fazla bulmuşlardır. Mevcut araştırmada parmak lineer hızı 12-13 yaş grubunda 13,72 m/sn, 14-15 yaş grubunda 16,98 m/sn ve 16-17 yaş grubunda 18,98 m/sn olarak bulunmuş ve yaşla beraber lineer bir artış göstermiştir. Bu durum aynı şekilde bilek lineer hızı (12-13 yaş gruplarında 10,01 m/sn, 14-15 yaş gruplarında 14,65 m/sn ve 16-17 yaş gruplarında 14,2 m/sn) için de geçerlidir. 16-17 yaş grubu parmak lineer (x) hızının Barfield ve ark., (2002)'nin araştırmadaki bayan futbolcuların lineer hızından yüksek erkeklerinkinden düşük bulunmuştur.

Katis ve Kelis (2011) yapmış oldukları çalışmada yaş ortalaması 13.6 olan yaş grubunda iki farklı şekilde (direk yaklaşma, yön değiştirerek top sürerek) gerçekleştirilen üst vuruş tekniğini karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre direk yaklaşma yapılarak gerçekleştirilen vuruşa ait kinematik değerler çok daha yüksek oluşmuştur. Vuruş anında ortaya çıkan maksimum kalça, diz ve ayak bileği lineer ve açısal hızları sırasıyla 3,0m/sn-774,4°.sn⁻¹; 7,95m/sn-1625,6°.sn⁻¹; 12,28 m/sn-1765,8°.sn⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Mevcut araştırmadaki 13-14 yaş grubu sonuçlarına göre, Katis ve Kelis (2011)'in araştırmadaki açısal hız değerlerine göre daha düşük ancak lineer hız değerleri daha yüksek bulunmuştur. Mevcut araştırma sonuçları ise Barfield ve ark., (2002)'nin TT anında ortaya çıkan diz açısal hız değerleri (939,65°.sn⁻¹) göre yüksek bulunmuştur.

Sakamoto ve ark., (2010) 3 farklı vuruş tekniğinde bayanlarda oluşan top hızı ve kinematik bazı parametreler arasındaki farklılığı ortaya koymuşlardır. Elde edilen

sonuçlara göre 3 farklı vuruş tekniğinde ortaya çıkan ayak lineer hızlarını üst vuruş için 19.3 m/sn, iç üst vuruş için 8.6 m/sn ve iç vuruş için 15.3 m/sn olarak hesaplamışlardır.

Yaş gelişimine bağlı kinematik parametrelerde ortaya çıkan değerler arasındaki farklılığı Elliott ve ark., (1980) incelemişler ve yaşla beraber TT öncesi oluşan diz açısız hız değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir. 4.6 yaş grubundaki futbolcularda diz açısız hızlarını $1014,13^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve 9.9 yaş grubu futbolcuların ise $1604,28^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ olarak hesaplamışlardır. Day (1987)'de aynı şekilde benzer sonuçlar (8 yaş: $1008,40^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$; 14 yaş: $1203,21^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) bulmuş ve yaşla beraber diz açısız hız değerlerinin arttığını rapor etmiştir. Putnam (1983) maksimum diz açısız hız değerlerinin yetişkin erkek futbolcularda $2291,83^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ olarak rapor etmişlerdir (Akt; Lees ve Nolan, 1998). Mevcut araştırma sonuçlarına göre ise (12-13 yaş grubu $1579^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$, 14-15 yaş grubu $1660^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$ ve 16-17 yaş grubu $1835^{\circ} \cdot \text{sn}^{-1}$) benzer değerler elde edilmiş ve yaşla beraber maksimal diz açısız hız değerleri artmıştır. Genç ve yetişkin futbolculardan elde edilen değerlere göre, uygun bir vuruş tekniğine sahip olunana kadar kinematik değerlerin artacağı görülmektedir.

Bazı araştırmalarda kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinde oluşan açısız ve lineer hızlar yerine uyluk ve baldırın açısız ve lineer hızları hesaplanmıştır. Bu araştırmalara göre; özellikle geriye savurma fazında, uyluğun açısız hızı çok düşük iken, baldırda negatif yönde bir hareket söz konusudur. İleri savurma fazının başlangıcında ise, uylukta $286-401^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$ pozitif bir açısız hız meydana gelmekte iken, baldırda $286-401^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$ negatif bir açısız hız tespit edilmiştir. Bu durum uyluğun geriye savurma fazından ani bir şekilde ileri savurma fazına aktarılması ve bu noktada dizde maksimal fleksiyon oluşabilmesi için baldırın geriye doğru hareketine devam etmesinden kaynaklanmaktadır (Lees ve Nolan, 1998). Belli bir noktadan sonra bacak ileri doğru hareket etmeye devam ederken, uyluk ve baldırda ileri doğru taşınmaktadır. Uyluğun açısız hızı bu noktada giderek artar ve topla temas öncesi diz ekstansiyona başlamadan hemen önce $516-573^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$ olarak maksimal değerine ulaşır. Bu noktada uyluğun açısız hızı baldırın açısız hızı ile aynı değere sahiptir, bu nedenle diz eklemi hızı sıfırdır. Dizde ekstansiyonun başlamasıyla uyluk açısız hızı düşer ve baldırın açısız hızı artar ve topla temas anında $1891^{\circ} \cdot \text{s}^{-1}$ değerine ulaşır (Dorge ve ark., 1999).

Mevcut araştırma kapsamında incelenen vuruş bacağı EMG kassal aktivasyon değerleri ile görüntü analizi kinematik verileri birbirini destekler nitelikte ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak topa vuruş tekniği proksimalden distale doğru oluşan harekete bağlı moment oluşumu sonucu GS ve UİA fazında kalça eklemi ve kas grupları, İS ve TT fazında ise diz ve ayak bileği eklemi ile kas gruplarının etkin katılımı ile gerçekleşmektedir. Tüm bu fazlar süresince ve faz geçişlerinde yaşlı büyük olan sporcular kaslar arası koordinasyonu en etkili şekilde kullanarak kamçı etkisi, gerilme kısalma döngüsü ve agonist antagonist uyumu mekanizmalarını daha etkili bir şekilde kullanmışlardır. Bunun sebebi olarak, yaşlı büyük olan sporcuların antrenman geçmişlerinin daha fazla olması ve topa vuruş tekniğini daha çok tekrarlamaları sonucu oluşan nöral programlamadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Futbolcularda üst vuruş sırasında destek bacağı yer reaksiyon kuvveti değerleri

Futbolda topa vuruş anında destek bacağı yer reaksiyon kuvvetinin değerlendirildiği araştırmaların sayısı (Barfield, 1998; Kellis ve ark., 2004; Masuda ve ark., 2005; Orloff ve ark., 2008; Clagga ve ark., 2009, Katis ve Kelis, 2011; Katis ve ark., 2013) oldukça sınırlıdır.

Futbolda üst vuruş sırasında topu en uzağa göndermek ve maksimal top hızına ulaşmak için, ortaya çıkan kinetik enerjinin topa aktarımının en etkili şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte ortaya çıkan top hızını vuruş bacağındaki kinetik ve kinematik oluşumlar kadar, destek bacağının aldığı pozisyon ve ürettiği kuvvette etkilemektedir (Barfield, 1998; Harrison ve Mannering, 2006). Topa vuruş anında destek bacağı 3 farklı ekseninde (anterio-posterior; medio-lateral ve dikey) yüksek yer reaksiyon kuvveti üretmektedir. Ortaya çıkan yer reaksiyon kuvveti bazı araştırmalarda Newton (N) cinsinden değerlendirilirken bazılarında mevcut araştırmada olduğu gibi N/VA şeklinde değerlendirilmektedir. Rodano ve Tavana (1993), topa vuruş anında destek bacağına ortaya çıkan dikey yer reaksiyon kuvvetini 1.9-2.4 N/VA ve medio-lateral kuvveti 0.5-1.2 N/VA olarak bulmuşlardır. Kellis ve ark. (2004) medio-lateral kuvveti 0.65-0.83 olarak, Orloff ve ark., (2008) erkeklerde 0.43, bayanlarda ise 0.56 olarak bulmuşlardır. Anterior-posterior kuvvetini ise 0.79 olarak bulmuşlardır. Mevcut araştırma sonuçlarında ise, medio-lateral kuvvet değerleri 12-13 yaş için 0.36 N/VA, 14-15 yaş için 0,38 N/VA ve 16-17 yaş için 0.30 N/VA şeklinde oluşmuştur. Anterior-posterior kuvvet değerleri, 12-13 yaş için 0.37 N/VA, 14-15 yaş için 0,41 N/VA ve 16-17 yaş için 0.43 N/VA şeklinde oluşmuştur. Dikey kuvvet değerleri ise, 12-13 yaş için 2.52 N/VA, 14-15 yaş için 2,42 N/VA ve 16-17 yaş için 2.75 N/VA şeklinde oluşmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, anterior-posterior ve medio-lateral kuvvet değerleri literatüre oranla daha düşük bulunmuş, dikey kuvvet değerleri ise daha yüksek gerçekleşmiştir. Mevcut araştırmada, sporcuların vuruş yaptıkları yüzey futbolun doğal ortamını yansıtmaması ve sporcuların kendi futbol ayakkabılarını giyebilmeleri için FIFA 2 yıldızına sahip suni bir çimdir. Bu çim kuvvet platformu ve sporcunun vuruş alanının üzerine sabitlenmiştir. Ancak, diğer araştırmalarda bu şekilde bir uygulama olmadığı için bu farklılık ortaya çıkmış olabilir. Çünkü futbol ayakkabısının alt tabanının özelliğinden dolayı destek bacağının yere sabitlenmesi, vuruş bacağının gövde etrafında rotasyon sağlayarak savurumunu gerçekleştirebilmesi açısından önemlidir ve bu durum vücut ağırlığını daha çok dikey yönde kullanılmasını sağlayabilir. Özellikle dikey yer reaksiyon kuvveti, topla temastan hemen önce zirve değere ulaşmış ve sonrasında düşüş göstermiştir. İstatistiksel anlamlılıkta topla temas anında 12-13 yaş ile 16-17 yaş grubu arasında oluşmuş ve 16-17 yaş grubu daha yüksek yer reaksiyon kuvveti sergilemişlerdir.

Orloff ve ark., (2008) araştırmasında, bayan ve erkek futbolcuların üst vuruş sırasında destek bacağına oluşan yer reaksiyon kuvvetlerini araştırmışlardır. Elde ettikleri verileri 3 farklı kategoride incelemişlerdir. (1) Genellikle bayan sporculardan oluşan ve zirve yer reaksiyon kuvvetinde azalma gösteren grupta dikey kuvvet artmış ancak momente aktarım gerçekleştirilememiştir. (2) İki tane zirve kuvvet oluşan grupta topla temastan hemen önce hafif bir düşüş oluşmuştur. (3) Zirve tork değerlerinde artış gösteren grup yerle temas anının sert bir şekilde

gerçekleşmesinden dolayı, topla temas öncesinde yer reaksiyon kuvvet meydana gelmiştir. Mevcut araştırma sonuçlarına göre dikey kuvvet değerleri 3 grupta da topla temas öncesi azalma göstermiştir.

Orlof ve ark., (2008) araştırmalarında topla temas anında gövde eğiminin geriye doğru olmasının top hızını azalttığını belirtmişlerdir. Bir diğer sonuç, yaklaşma hızı ile top hızı pozitif korelasyon gösterirken, anterio-posterior kuvvetle böyle bir korelasyon oluşmamıştır. Ancak anterio-posterior kuvvet değeri ile top hızı negatif korelasyon göstermiştir. Bu durumda, topla yaklaşma hızının kritik bir öneme sahip olduğunu, ancak düşük anterio-posterior kuvvetin sadece istenilen bir durum olarak yorumlanabileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, dikey kuvvet ile top hızı arasında bir korelasyon oluşmamıştır. Kellis ve ark., (2004) ise, araştırmalarında yerle temas anında diz ve kalça fleksiyonunun kontrolü aşamasında dikey kuvvet değeri ile top hızı arasında pozitif bir korelasyon ortaya koymuşlardır (Kellis ve ark., 2004). Mevcut araştırmada, daha yüksek top hızına ulaşan 16-17 yaş grubu daha yüksek dikey ve anterio-posterior kuvvet ve düşük medio-lateral kuvvet sergilemişlerdir.

Masuda ve ark., (2005) destek bacağı kuvveti, yaklaşma açısı ve top hızı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Futbolcular 3 farklı açıda (kendi tercih ettikleri açı, 90^0 ve 135^0) üst vuruş gerçekleştirmişlerdir. Top hızı ile destek bacağı kuvveti 135^0 açıda korelasyon göstermiştir. Masuda ve ark., (2005), bu durumu yüksek diz fleksör, kalça ekstansör ve kalça abduktör kuvveti topla vuruş aşamasında gövde stabilizasyonunda önemlidir ve yüksek top hızının oluşmasına katkı sağlamaktadır şeklinde yorumlamışlardır.

Bir diğer araştırmada, esneklik ve kuvvet değerleri her iki bacadaki fleksör ve ekstansör kas gruplarında elit ve elit olmayan futbolcularda araştırılmış ve elit olmayanlarda vuruş bacağı fleksör kuvvetlerinin destek bacağı fleksörlerine oranla daha zayıf olduğu tespit edilmiştir (Rahnama ve ark., 2005). Rahnama ve ark., (2005) fleksör kaslarda oluşan bu kuvvet farklılığını, topla vuruş süresince destek bacağı diz eklemine fleksiyon oluştuğunu ve diz fleksörlerinde, diz eklemine stabilize etme, vücut ağırlığını destekleyerek dengeyi sağlama ve diğer bacağın üretmiş olduğu torka karşı direnme reaksiyonu gösterme görevi olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, zamanla destek bacağı fleksör kaslarının kuvvetlendiğini söylemişlerdir. Kreighbaum ve Barthels (1996), vuruş bacağının vücut çevresinde bir rotasyon yaptığını ve budurumun etkili bir açık kinetik zincir oluşturmak için gerçekleştiğini açıklamışlardır.

Mevcut araştırma sonuçlarında 60 ve 180^0 .sn⁻¹ açısal hızda destek bacağı diz fleksörleri, vuruş bacağı fleksörlerine göre daha düşük olmasına rağmen değerler çok yakındır. Bu araştırmadaki denek gruplarının yaşları düşük olduğu için henüz maksimal kuvvet değerlerini sağlamamış olabilirler. Ayrıca, yapılan kuvvet antrenmanının içerikleride araştırmalara katılan denek grupları arasında farklılık gösterebilir.

Lees ve ark., (2009) destek bacağında vuruş öncesi yere konuşlanma anında 26^0 diz fleksiyonu gerçekleştiğini, bu durumun topla temas kadar sürdüğü ve topla temas anında diz eklem açısının 42^0 olduğunu belirtmişlerdir. Destek bacağındaki bu fleksiyonun topla temas hemen öncesinde ekstansiyona geçtiği de belirtilmiştir. Dizde meydana gelen bu fleksiyonun ayağın yere konduğunda

ortaya çıkan etki-tepki durumunu absorbe etmek için gerçekleştiğini ve vücudu yavaşlatıp hareketin stabilizasyonunu sağlayarak vuruş bacağı kaslarının daha fazla kuvvet üretimini desteklemektedir.

Katis ve Kelis (2011) direk olarak topa vuruş ile 2 yön değiştirmeli top sürme sonucu oluşan topa vuruş hızları ile kinematik ve kinetik verileri ilişkilendirmişlerdir. Top sürme sonucu ortaya çıkan top hızının direk olarak topa yaklaşma sonrası gerçekleştirilen vuruştaki top hızına oranla daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu farklılığı vuruş başlangıcındaki kinematik farklılıklardan kaynaklandığını açıklamışlar, ancak yer reaksiyon kuvvetleri arasında herhangi bir farklılık gözlemlememişlerdir

Katis ve Kelis (2010) bir diğer araştırmalarında yaş ortalaması 13.6 ± 0.7 olan 10 yetenekli puberta dönemi futbolcunun iki farklı vuruş tekniği sırasında ortaya çıkan yer reaksiyon kuvvetlerini ölçmüşlerdir. İki farklı vuruş tekniğinde 3 farklı ekseninde herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Her ne kadar Barfield, (1995) ve Orloff ve ark., (2008), yer reaksiyon kuvveti ile top hızı arasında bir ilişki ortaya koysalar da Katis ve Kelis (2010) böyle bir ilişki belirlememişler. İki farklı vuruşta ortaya çıkan hız farklılığını daha çok kinematik verilere dayandığını belirtmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç

Futbolda kronolojik yaş artışına bağlı üst vuruş tekniğinde kinetik ve kinematik farklılıkları inceleyen araştırma sayısı oldukça sınırlıdır ve net olarak ortaya konulmamıştır. Bu çalışmada, futbolda performansın önemli bir göstergesi olan üst vuruş top hızı değerlerinin kronolojik yaş gelişimine bağlı olarak arttığı sonucu ortaya çıkmıştır. Buna paralel olarak, iki bacağına ait 60 ve 180°.sn⁻¹ açısal hızlardaki izokinetik/konsantrik zirve kuvvet değerleri ile vuruş bacağı kütle değerlerinde kronolojik yaş gelişimine bağlı olarak arttığı bulunmuştur. Buna bağlı olarak, vuruş ve destek bacağına incelenen bazı kinetik ve kinematik parametrelerde yaş gelişimine bağlı farklılıklar görülmüştür. Sonuç olarak, hazırlık ve geriye savurma fazında omuz-kalça, uyluk ileri aktarım fazında kalça-diz, ileri savurma fazında diz-bilek-parmak, topla temas fazında ise bilek-parmak lineer hız değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu oluşumun özellikle 16-17 yaş grubunda 12-13 yaş grubuna oranla daha etkili gerçekleştirildiği sonucuna varılmış, ortaya çıkan kassal aktivasyon değerlerinin de kinematik verilerle paralellik gösterdiği görülmüştür. 16-17 yaş grubunda 14-15 ve özellikle 12-13 yaş grubuna göre daha etkili topa vuruş tekniğini tanımlayan kinetik, kinematik ve kassal aktivasyon stratejilerini fazlar bazında özetlemek mümkündür;

- 1) Hazırlık fazında, kalça ekstansiyonundan sorumlu BF aktivasyonunun maksimal istemli kasılmanın daha yüksek yüzdesinde meydana gelmesi ve kalça fleksiyonundan sorumlu RF aktivasyonunun düşük gözlenmesi, yüksek kalça açısal hız ve anterior lineer hızı oluşturmuştur. Ortaya çıkan bu nöromuskuler koordinasyon vuruş öncesi vuruş bacağı üzerinden gerçekleştirilen son adım sırasında topa daha hızlı bir şekilde yaklaşılmasını ve harekete bağımlı moment oluşumunun daha etkili bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak gerim yayı oluşumuna katkı sağlamıştır.
- 2) Sonrasında geriye savurma fazında oluşan yüksek kalça eklem açısı ve posterior lineer hız, hareketin daha yüksek eklem hareket genişliğinde ve hızında gerçekleştirildiğinin bir göstergesidir. Bu sırada oluşan kalça ekstansiyonu sürecinde kalça fleksörlerinde (RF) eksantrik bir kasılma meydana gelmekte, kaslarda bulunan çapraz köprülerde oluşan uzama sonucu gerim oluşmakta ve elastik enerji birikimi gerçekleşmektedir.
- 3) Uyluk ileri aktarım fazında ise, gerilme sonrası kalça fleksörü olan RF kasında yüksek aktivasyon gözlenmiş ve konsantrik kasılma sonunda kas boyunda kısalma meydana gelerek elastik enerji öne doğru aktarılmıştır. Gerilme-kısalma döngüsü sonucu topa doğru aktarılmaya başlanan elastik enerji 16-17 yaş grubunda yüksek anterior kalça ve diz lineer hızı ile daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Gerilme-kısalma döngüsünün daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi, enerjinin ısı enerjine dönüşüp kaslar arasında kaybolmadan kinetik enerjiye dönüştürülerek topa doğru aktarılmasını sağlamaktadır. Bu fazda diz fleksiyonu devam etmekte ve proksimalden distale doğru olan hareket akışı diz ekstansörleri olan VL ve VM kaslarının eksantrik kasılması ile devam etmektedir.

- 4) İleri savurma fazında ise, yüksek RF aktivasyonu diz ekstansiyonuna katkı sağlarken, VM ve VL kasıda konsantrik bir aktivasyonla dizdeki ekstansiyonu sağlayan en önemli kaslar olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerim yayı olarak adlandırılan bu mekanizma ile bahsedilen gerilme kısalma döngüleri sonucu elastik enerji topa doğru aktarılmaktadır. Özellikle bu fazda oluşan yüksek diz açılma ve anterior lineer hızlar, belirtilen kaslar arası koordinasyon sonucu oluşmaktadır. Ayrıca, bu fazda sakatlık önleme mekanizması olarak adlandırılan futbol paradoksu oluşumunun yüksek BF aktivasyonu sonucu 16-17 yaş grubunda daha etkili bir şekilde gerçekleşmiştir. Bu mekanizma da BF eksantrik bir kasılma ile ileri doğru maksimal hızda savrulan bacağı yavaşlatmak ve daha dengeli bir şekilde topla temasın sağlanması için yavaşlatıcı etki göstermektedir. Bu süreçte, kasın geriminden ve boyundan sorumlu olan kas içiği ve golgi tendon organ refleksi görev almaktadır ve yaşla beraber daha fazla geliştikleri söylenebilir.
- 5) Topla temas fazında ise, yüksek VM ve VL aktivasyonu ile etkili diz ekstansiyonu sağlanmış ve bilek parmak anterior lineer hızları en yüksek hızına ulaşmıştır. Bu fazda topla teması etkili bir şekilde sağlamak ve aktarılan elastik enerjinin topa transferini optimum düzeyde sağlamak için ayak bileği eklem katılığı önemlidir. Bu da ayak bileği planter fleksiyonunun topla temas hemen öncesi, sırası ve sonrasında korunması ile sağlanabilir. Bu şekilde ayak bileğinden sorumlu tibialis anterior ve gastrocnemius kaslarının eşit oranda kasılması ile ko-kontraksiyon sağlanır ve eklem katılığı korunmuş olur. Bu durum 16-17 yaş grubunda daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmiştir.
- 6) Tamamlama fazında ise, bacağı durdurucu yönde BF aktivasyonu çift eklemlili bir kas olarak kalça fleksiyonuna zıt yönde aktivasyon gösterirken gastrocnemius diz fleksiyonu oluşumunu sağlayarak dengeli bacak savurumu gerçekleştirilmiştir. Bu fazda ayak bileği medio-lateral hızının yüksek gözlenmesi, kalça rotasyonunun vuruş performansını tanımlamada önemli olduğunun bir göstergesidir.

Özetle; diğer yaş gruplarına oranla daha yüksek topa vuruş performansına sahip olan 16-17 yaş grubu futbolcuları, hazırlık fazında topla yaklaşma hızının bir göstergesi olan yüksek kalça eklemi lineer (x) hızı sergilemiş ve vuruş bacağı diz ekstansörleri olan VL ve VM kaslarını, diz fleksörü olan BF ve ayak bileği ekstansörü olan GAS kassal aktivasyonlarını daha yüksek sergileyerek, eksantrik fleksiyona ve devamındaki konsantrik ekstansiyona katkı sağlayarak vücudun öne doğru aktarımında itici güç oluşturmuşlardır. Geriye savurma ve uyluk ileri aktarım fazında ise, 16-17 yaş grubu futbolcularının vuruş bacağı eklem hareket genişliğinin bir göstergesi olan kalça açıları daha yüksek gözlenmiştir. Ayrıca geriye savrulmanın daha hızlı gerçekleştiğini gösteren, kalça açılma hızı, parmak lineer (x) hızlarında daha yüksek meydana gelmiştir. EMG sonuçlarında geriye savurma fazı kinematik değerleri desteklemekte ve kalça ekstansörleri (GMED, GMAK), diz fleksörü (BF) ve ayak bileği planter fleksörü (GAS) kassal aktivasyonu yüksekken, diz ve kalça ekstansörleri (RF, VL ve VM) düşüktür. İleri savurmanın başlangıcı olan UİA fazında ise en önemli sonuç RF kası ve takibinde

VM ve VL aktivasyonunun 16-17 yaş grubunda diğerlerine oranla daha yüksek oluşması ve kinematik parametrelerinde (kalça, diz, bilek, parmak (x) ve diz (y) lineer hızları) bu durumu desteklemesidir. Ortaya çıkan bu durum, büyük yaş grubu futbolcularının quadriceps grubu kaslarda oluşan eksantrik kasılmayı takiben konsatrik kasılma koordinasyonunu (gerilme kısılma döngüsü) daha etkili bir şekilde gerçekleştirdiğinin bir göstergesidir. Bu şekilde, geriye savurma fazından ileri savurma fazına geçiş (elastik enerji aktarımı) daha hızlı bir şekilde gerçekleşmiş ve kamçı etkisinin başlangıcı olan GS ve UİA fazları daha koordineli bir şekilde tamamlanmıştır. Kinematik sonuçlara görede (yüksek diz açısı hız, kalça, diz, bilek, parmak(x) lineer hız) birçok araştırmada ortaya konulduğu gibi, top hızını direk etkileyen İS fazı bacak savurma (lineer x) hızı büyük yaş gruplarında daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu fazlarda bir diğer önemli gösterge destek bacağı dikey (z) kuvvet değerlerinin ve anterior posterior (y) yer rekasyon kuvvetlerinin büyük yaş gruplarında daha yüksek gözlenmesidir. Böylece, büyük yaş gruplarının vücut ağırlıklarını vuruş yönünde ve yere doğru aktararak, gövde, kalça ve vuruş bacağına oluşan kamçı etkisini daha verimli bir şekilde kullandıkları yorumlanabilir.

Sonuç olarak, kronolojik yaş gelişimine bağlı olarak üst vuruş top hızı ve beraberinde fiziksel büyümeye bağlı olarak bacak kuvveti ve kütle değerleri de artmaktadır. Aynı şekilde, vuruş ve destek bacağına ait kinematik, kinetik ve EMG sonuçları da değişim göstermektedir. Özellikle büyük yaş grubu futbolcuları, literatürde tanımlanmış ve kaslar arası koordinasyonu tanımlayan, gerilme-kısılma döngüsü, kamçı etkisi ve futbol paradoksu (agonist-antagonist koaktivasyonu) gibi mekanizmaları, GS, UİA, İS ve TT fazlarında daha verimli bir şekilde tamamlamışlar ve daha yüksek top hızına ulaşmışlardır. Bu nedenle topa vuruş performansı sadece kuvvet faktörüne değil aynı zamanda eklem ve kaslar arası koordinasyonu barındıran, teknik beceri faktörüne de bağlı olduğu söylenebilir. Bu yüzden, gelişim döneminde olan küçük yaş grubu futbolcularına topa vuruş koordinasyonu etkin bir şekilde kazandırılabilmesi için yeterli ve verimli antrenman kapsamı ve sıklığı organize edilmelidir. Eğer uygun topa vuruş antrenmanları (duran ve hareketli top, rakip varken ve yokken müsabaka şartlarında) gelişim döneminde yeterli sıklıkta gerçekleştirilmezse, optimum performansı sağlayan, kuvvet ve teknik için gerekli olan nöromuskular koordinasyon futbolcular tarafından olması gerektiği şekilde sağlanamaz. Bu nedenle, araştırma sonuçları doğrultusunda üst vuruş performansını geliştirmek için antrenörlere aşağıda belirtilen öneriler verilebilir;

- 1) Topa vuruş teknik çalışmaları antrenmanın ana evresini oluşturmalıdır.
- 2) Araştırma sonuçları doğrultusunda tanımlanan kamçı mekanizmasının antrene edilebilmesi için;
 - Hazırlık fazının etkin bir şekilde öğretilmesi: Bu fazda, vuruş bacağı son adımında gövdenin yataydaki hızını arttırmak ve etkili bir şekilde topa yaklaşma amaçlanmaktadır. Özellikle patlayıcı kuvvet ve çabukluk içeren koşu sonrası topa yaklaşma adımlama ve koordinasyon çalışmaları ile farklı açılarda yaklaşma ve adımlama çalışmaları gerçekleştirilebilir.
 - Geriye savurma fazının etkin bir şekilde öğretilmesi: Bu fazda, vuruş bacağı kalça eklemine maksimum açıda ve hızda geriye doğru

savrulması (kalça ekstansiyonu) beklenmektedir. Bunu gerçekleştirmek için öncelikle eklem hareket genişliği yani esneklik çalışmaları yapılmalıdır. Eklem hareket genişliği geliştirilmek isteniyorsa, antrenmanın ana evresini oluşturacak şekilde esneklik antrenmanları organize edilmelidir. Sporcu grubunun hazır bulunuşluk düzeyine göre sırasıyla statik pasif, statik aktif, izometrik ve PNF çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca, topa vuruş teknik çalışmaları öncesinde, topa vuruş mekaniğini yansıtan dinamik ve balistik esnetme hareketleri yapılması önerilmektedir. Kalça savurma hızı geliştirici çalışmalarda ise, kalça ekstansör maksimal ve patlayıcı kuvvetini çalıştırıcı antrenmanlar organize edilebilir. Bunun için, fitness cihazları, elastik bant, kum torbası, su altı egzersizleri (örn; maksimal hızda, 3x12) organize edilmelidir.

- Uyluk ileri aktarım fazının etkin bir şekilde öğretilmesi: Özellikle GS fazından UİA fazı aracılığıyla İS fazına geçişte kalça fleksör (RF) kas grubunda eksantrik kasılmayı takiben konsantrik bir kasılma gerçekleştiği (gerilme kısılma döngüsü) için bu mekanizmayı geliştirici antrenmanlar organize edilmelidir. Bu fazın temelinde maksimal hızda geriye savrulan bacağı aniden durdurup öne doğru maksimal hızda aktarımının sağlanması gerekmektedir. Bunun için kuvvet ve koordinasyon özelliklerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Yukarıda bahsedilen kuvvet çalışmaları bu fazın eklem hareket genişliğinde yaptırılabilir. Hem kaslar arası uyumu hem de kas içi kuvveti geliştirmek için plyometrik antrenmanlar (belirli bir yükseklikteki kasanın üzerinden yere doğru dikey sıçrama ve tekrar yükselme çalışmaları, bir noktadan yatayda yer değiştirme koşuluyla başka bir noktaya sıçrama çalışmaları) önerilebilir. Ayrıca, kasın boyunun uzaması sonrası tekrardan boyunun kısalarak eklem hareketinin geliştirilmesini sağlamak için, bölgesel (kasa özel) elektromiyostümilasyon (EMS) cihazları aracılığıyla belli frekanslarda kas kasılma egzersizleri yapılabilir.
- İleri savurma ve topla temas fazının etkin bir şekilde öğretilmesi: Bu fazda temel amaç vuruş ayağının optimum hızda topla buluşmasını sağlayacak koordinasyonu ve kuvveti sağlamaktır. Bunun için diz eklemi ekstansör grup (VL ve VM) kaslarının kuvvet çalışmaları aynen geriye savurma fazında olduğu gibi cihazlarla geliştirilmelidir. Bu fazda bir diğer önemli mekanizma futbol paradoksu olarak adlandırılan ve BF kasının sakatlık önleme amaçlı savrulan bacağı yavaşlatmak ve etkili bir topla temas sağlamak amaçlı aktive olmasıdır. Bu kasılma eksantrik bir kasılmadır ve antrene edilmesi için, kişinin eklem hareket genişliği içerisinde farklı yüksekliklere konulmuş bir kum torbasına karşı maksimal hızda bacağı savurması ve sonrasında kum torbası ile ayağı temas eder etmez geri çekmesi yöntemiyle geliştirilmesi önerilebilir. Ayrıca EMS cihazı ile yine bölgesel olarak BF kasına topla temastan hemen önce uyarı gönderilerek belirli oranda kasılması öğretilir. Topla temas anında ise, istenen en önemli durum ayak bileğini çevreleyen kaslarda aynı anda eşit oranla kasılmanın meydana gelmesi (agonist-antagonist ko-

aktivasyon) ve sonucunda eklem katılığı (bileğin kitlenmesi) oluşturularak topla temasın sağlanmasıdır. Bu nörolojik koordinasyonun sağlanması için, öncelikle ayak bileği planter fleksiyonu eklem hareket genişliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu noktada geriye savurma fazında bahsedilen esneklik çalışmaları gerçekleştirilebilir. Sonrasında yüksek eklem hareket genişliğinde, parmak ucu sıçrama çalışmaları, elastik bant çalışmaları yapılabilir.

- Tamamlama fazının etkin bir şekilde öğretilmesi için: ileri savurma fazında olduğu gibi Bf kası sakatlık önleme amaçlı devreye girmektedir. Ancak bu aşamada kalça fleksiyonu devam etmektedir. Bu nedenle kalça fleksörü kuvvet çalışmaları yapılabilir.

3. Destek bacağı konuşlanma antrenmanları için;

- Vuruş bacağı kadar, destek bacağı kuvvet ve koordinasyon antrenmanlarında önemlidir. Yatayda hızlı hareket eden vücudu durdurmak ve vuruş bacağının savurulması için destek bacağı kuvvet ve koordinasyon antrenmanları ayak bileği, diz ve kalça eklemleri stabilizasyon ve denge çalışmaları şeklinde organize edilmelidir. Bunun için denge tahtaları ve “Bosu” plates topu üzerinde destek bacağı üzerinde dengede durmaya çalışırken farklı açılardan atılan topları geri iade etme çalışmaları yapılabilir. Aynı şekilde destek bacağı ile denge tahtası üzerinde iken, vuruş bacağı elastik bant veya kum torbası takılıyken savurma hareketi çalışmaları yapılabilir.

Futbolda topla vuruş açık bir beceridir. Bu nedenle beceri öğrenim basamaklamasına göre topla vuruş tekniği eğitimi araştırma sonuçlarından yararlanılarak şu şekilde verilebilir;

- Tekniği yeni öğrenen küçük yaş sporcularına tez kapsamında ortaya konulan ve yukarıda açıklanan her bir fazın ne anlama geldiği ve topla vuruş performansı açısından önemi tanımlandıktan sonra, fazlardaki eklem hareket açıları parçadan bütüne doğru öğretilmelidir. Ayrıca destek bacağının yere nasıl konuşlanması gerektiği ve bu aşamada vücudun pozisyonunun nasıl olması gerektiği karmaşık olmayacak şekilde ancak sıklığı yüksek oranda dışsal geribildirim olarak aktarılmalı ve öğretilmelidir. Gerekirse futbolcunun vuruş bacağı antrenör tarafından elle hareket ettirilerek olması gereken açı öğretilmeli ve bu yönde proprioseptif uygulamalar yapılmalıdır. Örn.; uyluk ileri aktarım fazında antrenör futbolcunun kalça eklemini 195⁰ olarak ayarlayıp ve sonrasında sporcudanda bu açıyı kendisinin bulmasını söylemesi proprioseptif duyu antrenmanına örnek olarak verilebilir.

- Teknik pekiştirildikten sonra ise, daha hızlı ve isabetli vuruşların sağlanması için, spocuya içsel geribildirim için zaman tanınmalıdır. Bu süreçte sporcuya topla vuruş tekniği iyi olan elit bir sporcudan görüntüler izletilerek kendi vuruş tekniği hakkında muhakeme yapma fırsatı tanınmalıdır. Ayrıca, dışsal geribildirim daha az sıklıkta ancak ince ayar yapabilmek için ayrıntılar kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Temel vuruş tekniği öğrenildikten sonraki süreç, değişen durumlara göre adaptasyon çalışmaları olmalıdır. Topun, rakibin, kalenin vb., pozisyonuna göre topla vuruş antrenman çalışmaları yapılmalıdır.

Öneriler

- Yaş grupları oluşturmak yerine her yaş grubundan yeterli sayıda sporcu üzerinde araştırma kapsamında ölçülen değişkenler karşılaştırılabilir.
- Kesit alma yöntemi yerine boylamsal bir çalışma gerçekleştirilebilir.
- Topa vuruş anında tüm vücudun üç boyutlu değerlendirmesi yapılabilir.
- Üst gövde de bulunan karın, omuz, göğüs ve sırt kaslarına ait kassal aktivasyon değerleri incelenebilir.
- Vuruş bacağı son adım sırasında, F_x , F_y ve F_z eksenlerindeki yer rekasiyon kuvvet değerleri analiz edilebilir.
- Üç boyutlu görüntü analizi kullanılarak eklemlerin ürettiği enerji ve momentum hesaplamalarında gerçekleştirilebilir.
- Gelişim döneminde olan kız futbolcularında üst vuruş tekniğine ait kinetik ve kinematik değerlendirmeleri yapılabilir.
- Literatürde bulunmayan, yaş gelişimine bağlı, iç, iç üst, iç üst falsolu, dış üst, dış üst falsolu gibi farklı vuruş tekniklerine ait kassal aktivasyon, kinetik ve kinematik değerlendirmeler gerçekleştirilebilir.
- Literatürde bulunmayan, gelişim döneminde olan futbolcuların hareketli toplara karşı gerçekleştirdiği topa vuruş tekniği ve/veya teknikleri sırasında oluşan kassal aktivasyon, kinetik ve kinematik değerlendirmeleri gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

Abt, G., Zhou, S., Weatherby, R., The effect of a high-carbohydrate diet on the skill performance of midfield soccer players after intermittent treadmill exercise, *J. Sci. Med. Sport.*, 1, 203-212 (1998).

Acar, M.F., Kuramsal Temelleriyle Futbolda Çocuk ve Gençlerin Antrenmanları, Meta Basım, İzmir, 2000.

Amiri-Khorasani M., Abu Osman, N.A., Yusof A., Biomechanical responses of instep kick between different positions in professional soccer players, *J Hum Kinet.*, (22), 21-28, (2009).

Anderson, D.I., Sidaway, B., Coordination changes associated with practice of a soccer kick, *Res. Q. Exerc. Sport.*, 65, 93-99 (1994).

Apriantono, T., Nunome, H., Ikegami, Y., Sano, S., The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *J Sports Sci.*, 24(9), 951-60 (2006).

Asai, T., Carre, M., Akatsuka, T., Haake, S., The curve kick of a football I: impact with the foot, *Sports Eng.*, 5, 183-192 (2002).

Barfield, B, The biomechanics of kicking in soccer, *Clin. Sports Med.*. 17(4), 711-728 (1998)

Bauer, G., Soccer Techniques, Tactics and Teamwork, Sterling Publishing Company, Translated by Elisabeth E. Reinersmann, New York, 3, 10, 49-54, 1993.

Bear, M.F., Connors, B.W., Paradiso, M.A., Neuroscience, Lippincott Williams and Walkins., United States of America, 2007.

Beunen G., ve Thomis M., Muscular Strength Development in Children and Adolescents, *Pediatric Exercise Science*, 12, 174-197 (2000).

Beunen G, Malina RM., Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt, *Exerc Sport Sci Rev*, 16, 503-40, (1988).

Beunen, G., Muscular strength development in children and adolescents. Exercise and fitness-Benefits and Risks, Children and Exercise XVIZI,(Froberg K., Lamnert O., Hansen H.S., Blimkie). Odense University Press, Odense, 193-207, (1997).

Brophy, R.H., Backus, S.I., Pansy, B.S., Lyman, S., Williams, R.J., Lower extremity muscle activation and alignment during the soccer instep and side-foot kicks, *J. Orthop. Sports Phys Ther.*, 37(5), 260-268 (2007).

Brown, S.P., Miller, W.P., Eason, J.M., Exercise Physiology, Lippincott Williams and Walkins. United States of America, 2006.

Bollens, E., De Proft, E., Clarys, J. The accuracy and muscle monitoring in soccer kicking. In: Biomechanics X-A. Ed: Jonsson, B. Champaign, Illinois: Human Kinetics. 283-288, (1987).

Bober, T., Putnam, G. and Woodworth, G., Factors influencing the angular velocity of a human limb segment. *J Biomech*, **20**, 511-521 (1987).

Bozkurt S. Futbolda Beceri Öğrenimi, Futbol Eğitim Yayınları-3, Elma Basım, İstanbul, 7, 2009.

Bull-Andersen, T., Dorge, H., Thomsen, F., Collisions in soccer kicking. Sports Engineering, **2**, 121-125 (1999).

Capranica, L., Cama, G., Fanton, F., Tessitore, A. and Figura, F. Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. J Sport Med Phys Fit., **32**, 358-363, (1992)

Charnock, B.L., Lewis, C.L., Garrett, W.E., Queen, R.M., Adductor longus mechanics during the maximal effort soccer kick, Sport Biomech, 8(3), 223–234 (2009).

Cerrah, A.O., Futbolda Farklı Vuruş Tekniklerinde Kasal Aktivasyonların ve Top Hızı-İzokinetik Kuvvet İlişkisinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye (2009).

Cerrah, A.O., Onarici Gungor, E., Soylu, A.R., Ertan, H., Lees, A., Bayrak, C. Muscular Activation patterns during the Soccer In-Step Kick, Isokinet. Exerc. Sci, 19(3),181-190 (2011).

Cerrah, A.O., Onarici Gungor, E.,Yılmaz İ., Evaluation of the relationship between isokinetic strength and two different soccer throw-in performances. Isokinet Exerc Sci., 20(3), 181-187 (2012).

Clagga S.E., Warnockb. A., Thomasa, J.S., Kinetic analyses of maximal effort soccer kicks in female collegiate athletes. Sport Biomech., 8(2), 141–153 (2009)

Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C., Maffulli, N., Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players, Int. J. Sports Med., 22, 45-51 (2001).

Çakır Atabek, H., Şiddeti Giderek Artan Direnç Egzersizin Oksidatif Stres Üzerine Etkisinin Direnç Egzersiz Antrenmanı Yapan ve Yapmayan Bireylerde İncelenmesi Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye (2012).

Çalışkan, M., 11-15 Yaş Arası Futbolcuların Vücut Kompozisyonu Somatotip Özellikleri Bazı Fiziksel ve Teknik Becerilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Türkiye (2011).

Davids, K., Lees, A., Burwitz, L., Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: implications for talent identification and skill acquisition, J. Sports Sci., 18, 703-714 (2000).

De Proft, E., Clarys, J., Bollens, E., Cabri, J., Dufour, W., Muscle activity in the soccer kick. Science and football (T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. J. Murphy), E & FN Spon. London, 434–440, (1988).

De Ste Croix MBA. Advances in paediatric strength assessment: changing our perspective on strength development, J Sport Sci Med., 6, 292–304 (2007).

Derman O., Ergenlerde psikososyal gelişim, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Adolesan Sağlığı III, Sempozyum dizisi, 63, 19-21, 2008.

- Degache, F., Richard, R., Edouard, P., Oullion, R., Calmels, P., The relationship between muscle strength and physiological age: A cross-sectional study in boys aged from 11 to 15. *Ann Phys Rehabil Med.*, 53, 180–188 (2010).
- Dorge, H.C., Andersen, T.B., Sorensen, H., Simonsen, E.B., Aagaard, H., Dyhre-Poulsen, P., EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick, *Scandi. J. Med. Sci. Sports*, 9, 195-200 (1999).
- Dorge, H.C., Andersen, T. B., Sorensen H., Simonsen, E.B., Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg, *J. Sports Sci.*, 20, 293-299 (2002).
- Dvir, Z., David, G., Suboptimal muscular performance: Measuring isokinetic strength of knee extensors with new testing protocol. *Arch Phys Med Rehab.*, 6, 578–581 (1996).
- Enoka, R., *Neuromechanics of Human Movement*. Human Kinetics, United States of America, 2008.
- Finnoff, J.T., Newcomer, K., Laskowski E.,R., A valid and reliable method for measuring the kicking accuracy of soccer players, *J. Sci. Med. Sport.*, 5 (4), 348-353 (2002).
- Fullar S.A., Care of post partum adolescents. *J. Matern Child Nurs.*, 11, 399 (1986).
- Finnoff, J.T., Newcomer, K., Laskowski E.,R., A valid and reliable method for measuring the kicking accuracy of soccer players, *J. Sci. Med. Sport.*, 5 (4), 348-353 (2002).
- Forbes, H., Bullers, A., Lovell, A., McNaughton, L.R., Polman, R.C., Siegler, J.C., Relative torque profiles of elite male youth soccer: Effects of age and pubertal development. *Int J Sports Med*, 30(8), 592–597 (2009).
- George N.T., Irving T.C., Williams C.D., Daniel T.L., The Cross-Bridge Spring: Can Cool Muscles Store Elastic Energy? *Science*, 340 (6137), 1217-20 (2013).
- Ghochani A., Ghomshe F.T., Nejad S.R., Rahimnejad M., Analysis of torques and forces applied on limbs and joints of lower extremities in free kick in football, *Procedia Engineering*, 2(2), 3269–3274, (2010).
- Groenewegen, H.J., The basal ganglia and motor control, *Neural. Plast.*, 10, 1-2 (2003).
- Günay, M., Yüce, A.İ., *Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri*, Seren Ofset, Ankara, 1996.
- Gür, H., Akova, B., Pündük, Z., Küçükoğlu, S., Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contractions in elite soccer players. *Scand J Med Sci Spor*, 9(2), 81–87, (1999).
- Gürhan C., *Erken Çocukluk Döneminde Gelişim-1*, Açıköğretim Fakültesi Yayını No:1205, Eskişehir, 4, 2011.
- Hargreaves, A., *Skills and Strategies for Coaching Soccer*, Leisure Pres Champaign Illinois, United States of America, 150-155, 162, 1990.
- Harrison, A., Mannering, A., A biomechanical analysis of the instep kick in soccer with preferred and non-preferred foot. *Proceedings of oral sessions*, XXIV

International Symposium on Biomechanics in Sports (Schwameder H.) Salzburg, 572–575 (2006).

http-1 Milli Eğitim Bakanlığı, Çocuk Gelişimi ve Eğitimi-Fiziksel Gelişim http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/141EO0002.pdf (03.03.2013)

http-2 Adolescent growth and development http://www.epi.umn.edu/let/pubs/img/adol_ch1.pdf (03.03.2013)

http-3 Understanding Skill Acquisition Through Schema Theory http://www.bishopchallonerschool.co.uk/PE/PE_AS_Psychological_notes.htm (12.03.2013)

http-4 Modified Hanavan Model. <http://www.kwon3d.com/theory/bspeq/hanavan.html/>. (08.03.2013).

http-5 Important factors in surface emg measurement, <http://www.bortec.ca/Images/pdf/EMG%20measurement%20and%20recording.pdf> (15.01.2013).

http-6 Noraxon, <http://www.noraxon.com/docs/education/electrode-placement.pdf?sfvrsn=0> (04.05.2013)

Huang, T., Roberts, E., Youm, Y., Biomechanics of kicking. In: Human body dynamics: impact, occupational, and athletic aspects. (Ghista, D.) Oxford: Clarendon Press. 407-443 (1982).

Isokawa, M., Lees, A. (1988). A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. Science and football (T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. J. Murphy) Third World Congress of Science and Football, London, 449–455, (1988).

Iga, J., George, K., Lees, A., Reilly, T., Cross sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals. Scand J Med Sci Spor, 19(5), 714–719 (2009).

İnal S., Spor Biyomekaniği, Nobel Yayınevi, Ankara, 2004.

Katis, A., Kellis, E., Three-dimensional kinematics and ground reaction forces during the instep and outstep soccer kicks in pubertal players. J Sport Sci., 28(11), 1233–1241(2010).

Katis, A., Kellis, E., Is soccer kick performance better after a “faking” (cutting) maneuver task? Sport Biomech, 10(1), 35–45 (2011).

Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., Lees, A., Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick, J Electromyogr Kines., 23, 125–131 (2013).

Kawamoto, R., Miyagi, O., Ohashi, J., Fukashiro, S., Kinetic comparison of a side-foot soccer kick between experienced and inexperienced players, Sports Biomech., 6(2),187-98 (2007).

Kellis, E., Kellis, S., Manou, V., Gerodimos, V., Concentric and eccentric knee flexor moment-angular velocity relationships in pubertal and adolescent soccer players. J Sport Sci, 17(1), (1999).

Kellis, E., Katis, A., Gissis, I., Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from three angles of approach, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36, 1017-1028 (2004).

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

Kellis, S., Kellis, E., Manou, V., Gerodimos prediction of knee extensor and flexor isokinetic strength in young male soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 30(11), 693-701, 2000.

Kellis, S., Gerodimos, V., Kellis, E., Manou, V., Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinet Exerc Sci.*, 9(1), 31–39 (2001).

Khemka, N., Jacob, C., Cole, G., Making soccer kicks better: a study in particle swarm optimization, *Workshop Proceeding of: Genetic and Evolutionary Computation Conference, GECCO June 25-26, Washington DC*, (2005)

Kurdak SS, Sporda doping ve ilaç kullanımı, *Sporsal kuram dizisi*, Ankara, 15, 1996.

Keer, R., *Psychomotor Learning*, CBS College Publishing, United States of America, 1982.

Kreighbaum, E., Barthels, K.M., *Biomechanics: A qualitative approach for studying human movement*, Needham Heights: Allyn & Bacon. United States of America, 1996.

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), Fourth World Congress of Science and Football, February 22–26, Sydney, 16-21, (2002).

Lees, A., Kershaw, L., Moura F., The three-dimensional nature of the maximal instep kick in soccer. *Science and Football V.* (T., Reilly, J., Cabri, D., Araújo), Fifth World Congress of Science and Football, April 11-15, Lisbon, 64-70 (2003).

Lees, A., *Biomechanics Applied to Soccer Skills*, Science and Soccer, T. Reilly, A.M. Williams, Routledge, United States of America, 109-119, 2003.

Lees, A., Nolan, L., The biomechanics of soccer: A Review, *J. Sports. Sci.*, 16, 211-234 (1998).

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), Fourth World Congress of Science and Football, February 22–26, Sydney, 16-21, (2002).

Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L.. Muscular strength. Functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Spor.*, 19(2), 243–251(2009).

Lehnert, M., Urban, J., Prochazka, J.H., Psotta R., Isokinetic Strength Of Knee Flexors And Extensors Of Adolescent Soccer Players And Its Changes Based On Movement Speed And Age. *Acta Univ. Palacki. Olomuc.*, Gymn., 4, 2 (2011).

- Levanon, J, Dapena, J., Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 309, 17-927 (1998).
- Luhtanen, P., Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. *Science and Football*. (T. Reilly, A., Lees, K. Davids, W. J. Murphy) Third World Congress of Science and Football, London, 441-448 (1988).
- Masuda, K., Nikuhara, N., Demura, S., Katsuta, S., Yamanaka, K., Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players, *J. Sports Med. Phys. Fitness.*, 45, 44-52 (2005).
- Maraj, B., Morrison, Z., Chow, J. Y., Davids, K. Perceptual motor regulation of kicking in soccer, *Int. J. Sport Psychol.*, 37, 1-29 (2006).
- Malina, R.M., C. Bouchard. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Human Kinetics, United States of America, 61, 1991.
- Malı, T., Zahálka, F., Malá, L.. Isokinetic strength, ipsilateral and bilateral ratio of peak muscle torque in knee flexors and extensors in elite young soccer players. *Acta Kinesiologica*, 4(2), 17–23 (2010).
- McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch V.L., *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*, Human Kinetics, United States of America, 2010.
- Mc Crudden, M.Reilly, T. A comparison of the punt and the drop-kick. *Science and football II*. (T., Reilly, J. Clarys, A., Stibbe), Second World Congress of Science and Football, Liverpool, 362-368 (1987).
- Mc Donald, M., Relative timing of EMG profiles for novice and elite soccer players, *Science and Football IV.*, (W., Spinks, T., Reilly, A., Murphy), Fourth World Congress of Science and Football, February 22-26, Sydney, 22-26 (2002).
- Mc Morris, T., *Acquisition and Performance of Sports Skills*, John Wiley and Sons Ltd. United Kingdom, 2004.
- Mc Lean, B.D., Tumilty, D.M., Left-right asymmetry in two types of soccer kick, *Br. J. Sports Med.*, 27, 260-262 (1993).
- Merletti, R., The standards for reporting EMG data, *J. Electromyogr. Kinesiol.*, 9, 1 (1999).
- Muratlı. S., *Çocuk ve spor*, Bağırhan yayınevi, Ankara, 4, 1997.
- Neder, J.A., Nery, L.E., Silva, A.C., Andreoni, S., Whipp B.J., Maximal aerobic power and leg muscle mass and strength related to age in non-athletic males and females, *Eur J Appl Physiol*, 79, 522±530 (1999).
- Neinstein L,S.,, *Adolescent Health Care. A Practical Guide*. Williams&Wilkins, United States of America, 40-45, 2008.
- Neyzi, O., Ertuğrul, T., *Pediatri*, Nobel Kitapevi, İstanbul, 104-116, 1989.
- Nurçin Saka H., Olcay N. Püberte başlangıç yaşı değişiyor mu ?, *Türk Pediatri Arşivi*,40, 7- 14 (2005).
- Nicol, C., Avela, J., Komi, P.V., The stretch shortening cycle; a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue, *Sports Med.*, 36 (11), 977-999 (2006).

- Nunome, H., Ikegami, Y., Asai, T., Sato, Y., A kinetic comparison of the inside soccer kick between high performance player and junior players. *Proceedings Of International Symposium On Biomechanics In Sports*; 2; 751-756 (2000).
- Nunome, H., Ikegami, Y., Asai, T., Sato, Y., Three dimensional kinematics of inside and instep soccer kicks. *Science and Football IV.*, (W., Spinks, T., Reilly, A., Murphy), Fourth World Congress of Science and Football, February 22-26, Sydney, 16-21 (2002).
- Orchard, J., Walt, S., McIntosh, A., Garlick, D., Muscle activity during the drop punt kick, *J Sports Sci.*, 17(10), 837-838 (1999).
- Orloff, H., Sumida, B., Chow, J., Habibi, L., Fujino, A., Kramer, B., Ground reaction forces and kinematics of plant leg position during instep kicking in male and female collegiate soccer players. *Sports Biomech.* 7(2), 238-47 (2008).
- Özkan, A., Sarol, H., Dağcılarda Vücut Kompozisyonu, Bacak Hacmi, Bacak Kütlesi, Anaerobik Performans ve Bacak Kuvveti Arasındaki İlişki, *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4, 175-181 (2008).
- Özmen, Ö., Futbol Öğretim Planı Gençlerin Antrenmanı, Futbol Federasyonu Eğitim Yayınları, Ankara, 1991.
- Rahnama, N., Lees, A., Bambaecichı, E., A Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players, *Ergonomics.*, 48(11-14), 1568 – 1575 (2005).
- Reilly, T., *Science of Soccer*, E & FN Spon, London, 1, 1996.
- Reilly, T., *The Science of Training Soccer*, Routledge, United States of America, 2007.
- Powers, S.K., Howley, E.T., *Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance*, Mc Grow Hill, United States of America, 130-136, 2001.
- Rogol AD, Sex steroids, growth hormone, leptin and the pubertal growth spurt. *Endocr Dev.* 17, 77-85, (2010).
- Rodano, R. ve Tavana, R., Three dimensional analysis of the instep kick in professional soccer players. In: *Science and Football II.* Eds: Reilly, T., Clarys, J. and Stibbe, A. London: E & FN Spon. 357-363 (1993)
- Robert, M.M., Claude, B., Oded, B.O. Growth, maturation, and physical activity, *Human Kinetics*, United States of America, 2004.
- Ruff C. Growth in bone strength, body size, and muscle size in a juvenile longitudinal sample, *Bone*, 33, 317–29 (2003).
- Sayın, M., *Hareket ve beceri öğrenimi*, Spor yayınevi ve kitabevi, Ankara, 7-24, 2011.
- Sakamoto, K., Geislerb, G., Nakayamab, M., Asai, T., Kinematics of the foot joint in female soccer players during the ball impact phase of kicking. 8th Conference of the International Sports Engineering Association (ISEA) *Procedia Engineering* 2 (2), 2549–2554, 2010.

- Stallings, L.M. Motor learning: from theory to practice, Mosby, United State of America, 1982.
- Schmidt R.A., Lee T.D. Motor control and learning: A behavioural emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics, United State of America, 2005.
- Scurr J.C., Abbott V., Ball N., Quadriceps EMG muscle activation during accurate soccer instep kicking. *J Sports Sci.* 29(3), 247-51 (2011).
- Schmidt. A., Wrisberg. C.A., Motor learning and performans, Human Kinetics, United States of America, 2004.
- Schmidt, R.A., A scheme theory of discrete motor skill learning, *Psychol. Rev.*, 82, 225-60 (1975).
- Sherwood, D.E., Lee, T.D., Schema theory: critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning. *Res Q Exerc Sport.*, 74(4), 376-82 (2003).
- Shan, G., ve Westerhoff, W. Full-body kinematic characteristics of the maximal instep kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sport Biomech*, 4, 59–72(2005).
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Motor Control: Theory and Practical Applications, Lippincott Williams and Wilkins, United States of America, 2000.
- Skogvang, B., Peitersen B., Stanley-Kehl K., Soccer Today, Wadsworth/Thomson Learning, Canada, 5, 20, 28, 50, 2000.
- Smith, N., Dyson, R., Hale, T., The effects of sole configuration on ground reaction force measured on natural turf during soccer specific actions. *Science and Football IV.*, (W.,Spinks, T., Reilly, A., Murphy), Fourth World Congress of Science and Fotball, February 22-26, Sydney, 44-52 (2002).
- Sisk CL, Zehr JL., Pubertal hormones organize the adolescent brain and behaviour, *Frontiers in Neuroendocrinology* 26 163–174, (2005).
- Sterzing, T., Hennig, E.M., The influence of soccer shoes on kicking velocity in full-instep kicks. *Exerc Sport Sci Rev*, 36, 91–97 (2008).
- Teixeira, L. Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Percept Motor Skill.*, 88, 785-789 (1999).
- Tutkun, E., Futbolda Yetenek Seçim Modelleri, Akademi Yayıncılık, İstanbul, 2007.
- Tsaousidis, N., Zatsiorsky, V., Two types of ball-effector interaction and their relative contribution to soccer kicking, *Human Movement Science*, 15, 861-876 (1996).
- Ulusoy A., Gelişim ve öğrenme, Anı Yayınları, Ankara, 2003.
- Ward A., Lewin T., Junior Football, Octobus Publishing Group, United Kingdem, 11, 2002.
- Wu, W.F., Porter, J.M., Brown, L.E., Effect of attentional focus strategies on peak force and performance in the standing long jump. *J Strength Cond Res.*, 26(5), 1226-31 (2012).

- Wulf, G., Höß, M., Prinz, W.. Instructions for motor learning: differential effects of internal versus external focus of attention. *J Mot Behav.*, 30(2),169-79 (1998).
- Williams, A.M., Hodges, N.J., Practice, instruction and skill acquisition in soccer: challenging tradition. *J Sports Sci.*, 23(6), 637-50 (2005).
- Williams, A.M., Hodges, N.J., *Skill Acquisition in Sport*, Routledge, Taylor and Francis, United Sports of America, 2004.
- Wilson G.J., Elliott B.C., Wood G.A., *The use of elastic energy in sport*. National Sport Research Center, Coach Reports, (1990).
- Wrisberg, C.A., *Sport Skill Instruction for Coaches*, Human Kinetics, United States of America, 2007.
- Workman, C.D., *Effects of Static Stretching on Foot Velocity During the Instep Soccer Kick*, Master Thesis, Utah State University, Computer Science, Utah, USA (2010)
- Zeederberg, C., Leach, L., Lambert, E.V., Noakes, T.D., Dennis, S.C., Hawley, J.A., The effect of carbohydrate ingestion on the motor skill proficiency of soccer players, *Int. J. Sport Nutr.*, 6, 348-355 (1996).

EK-1
GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME ONAY FORMU

FUTBOLDA ÜST VURUŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK VE KİNEMATİK AÇIDAN
İNCELENMESİ: 12-17 YAŞ ARALIĞI

Sorumlu Araştırmacılar:

Doç. Dr. Hayri Ertan (Proje Yürütücüsü)
Öğr. Gör. Ali Onur Cerrah
Anadolu Üniversitesi,
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Eskişehir/TÜRKİYE

Telefon: 0222 3213550/6716

Araştırmanın Tanıtılması: Çocuk ve genç büyüdükçe ve geliştikçe futbol performansı artacağı gibi, bu dönemde yapılan antrenmanın büyüme ve gelişme üzerine etkileri de olacaktır. Bedensel büyüme ile beraber doku kitlesindeki artışlar, vücut boyutlarında ve orantılarında ciddi değişikliklere neden olur. Büyüyen uzuvlar, hareket mekaniğinde de değişikliklere neden olabilir bu da topa vuruş gibi teknik becerileri doğrudan etkiler. 12 yaş ve sonrası çocuklarda fiziksel gelişim hızlı bir değişim göstermeye başlar ve 18 yaşına kadar hızlı bir şekilde devam eder bu yaştan sonra ise yavaşlar. Bu bağlamda, fiziksel ve teknik beceri gelişimi aşamasında olan 12-17 yaş arası futbolcuların üst vuruş tekniğini etkileyen kasların çalışma mekanizması, eklemlerin hareketleri, kuvvet ve bacak kütle ve hacim değerleri yaşa göre farklı olabilir. Söz konusu olan bu farklılıklar, 12-17 yaş arası eğitim grubu futbolcuların antrenman içeriğinin planlanması ve uygulanması aşamasında ortaya çıkabilecek farklılıkların dikkate alınmasını gerektirebilir. Buradan hareketle futbolda üst vuruş sırasında vuruş ve destek bacağına oluşan bu değişimlerin yaşa göre nasıl değiştiği ortaya konulmaya çalışılacaktır. Sonuç olarak futbolda üst vuruş anında ortaya çıkan top hızının yaşla beraber artan kuvvet değerlerinden mi yoksa tekniğin öğretilmesi sonucu ortaya çıkan gelişimden mi kaynaklandığı tespit edilebilecektir.

Yöntem: Eğer bu araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, araştırma iki farklı günde gerçekleştirilecektir. İlk gün üst vuruş testi (1,5 saat) ikinci gün kuvvet ve vücut eklemlerinin uzunluk, çap ve çevre analizi (40 dakika) yapılacaktır.

Topa vuruş testi: Vuruş ve destek bacağına ait belirlenmiş kaslar üzerine elektrotlar yerleştirilecek. Bu elektrotlar sayesinde kaslarınızın kasılma gevşeme mekanizmaları tespit edilebilecektir. Eklem bölgelerine yapıştırılacak olan reflektif özelliğe sahip noktalar 2 yüksek hızlı kamera aracılığı ile kayıt edilecek ve böylece topa vuruş anında eklem açıları, eklem hız ve ivmeleri analiz edilebilecektir. Destek bacağının altına kuvvet ölçer bir platform koyulacak ve bu şekilde gövde ağırlığınızı hangi yöne aktardığınızı tespit edilebilecektir.

Kuvvet ve vücut analizi: Vuruş ve destek bacağınıza ait diz eklemi hareket ettiren kasların kuvvetleri iki farklı dirence karşı izokinetik dinamometrede ölçülecektir. Mezura ve uzunluk ölçüleri ile bacak kütle ve hacimleri tespit edilecektir. Tanita cihazı ile vücut yağ ağırlıkları ve yüzdeleri tespit edilecektir.

Yarar ve Zararlar: Bu araştırmadan elde edilecek yararlar şu şekilde sıralanabilir: (1) Futbolcuların teknik gelişimin değerlendirilmesi ve takip edilmesi, (2) Yetenekli futbolcuların seçilmesi, (3) Kişisel vuruş tekniğinin geliştirilmesi amaçlı uygun antrenman yöntemlerinin önerilmesi konularında somut bilgilerin ortaya konulması, (4) ölçüm sırasında sağlayabileceğiniz kişisel yararlarıdır. Bu ölçümün zararı; herhangi bir zararının olacağı öngörülmektedir.

Araştırma Bulgu ve Kayıtları: Bu araştırmada elde edilen tüm bulgular güvenli bir şekilde korunacaktır. Size ait bulgular bir kod numarasıyla isimlendirilecek, araştırmanın tüm bulguları sadece özet bilgiler halinde yayınlanacak ve bireysel veriler kesinlikle sunulmayacaktır.

Gönüllü Katılım: Bu araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük esasına göreler. Araştırmanın herhangi bir aşamasında izin almaksızın gönüllü katılımdan vazgeçebilirsiniz. Araştırmayla ilgili herhangi bir soru sormanız gerektiğinde aşağıda telefonları verilmiş olan sorumlu araştırmacıları arayabilirsiniz. Attığınız imzayla araştırmanın amacı, yarar ve zararları hakkında yeterince bilgi sahibi olduğunuzu kabul etmiş bulunmaktasınız. Lütfen iki kopya imzalayarak bunlardan bir tanesini kendiniz için saklayınız.

GÖNÜLLÜ	
Adı Soyadı:	Telefon : (0)
Adresi:	Faks : (0)
Bilgi verebilecek kişi:	İmza
VELİ ,VASİ VEYA VEKİL	
Adı Soyadı:	Telefon : (0)
Adresi:	Faks : (0)
Yakınlığı:	İmza
ARAŞTIRMACI (İrtibata geçilmesi gereken öncelikli kişi)	
Adı Soyadı: Öğr. Gör. Ali Onur Cerrah	Telefon : (0222 3213550)
Adresi: Anadolu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	Cep : 05363146804
	Faks : (0222 3213564)
GEREKTİĞİNDE GÖNÜLLÜ VEYA YAKINININ BİLGİ İÇİN BAŞVURABİLECEĞİ KİŞİ	
Adı Soyadı: Doç. Dr. Hayri Ertan	Telefon : (0222 3213550)
Adresi: Anadolu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	Faks : (0222 3213564)
TANIK	
Adı Soyadı:	Telefon : (0)
Görevi:	Faks : (0)
Adresi:	İmza

EK-2

FUTBOLDA ÜST VURUŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK ve KİNEMATİK ANALİZİ

....../....../2012

Ad: Oynadığı Kulüp Düzeyi
Soyad: Mevki:
Doğum Tarihi: Tel:
Antrenman Yaşı: Üst vuruş antrenman:

1. ÖLÇÜM: BOY-KİLO ÖLÇÜMÜ

	Boy (cm)	Kilo (kg)
1. Deneme		
2. Deneme		

Yapıldı	Yapılmadı	Saat:	Tarih:....../....../2012
---------------	-----------------	-------	--------------------------

2. ÖLÇÜM: KİNETİK-KİNEMATİK ÖLÇÜM ve Top HIZI

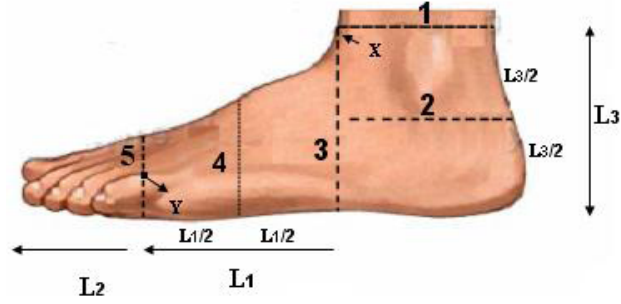
	İsabetli Top HIZI	İsabetli Olmayan Top Hızı
1		
2		
3		
4		
5		

3. ÖLÇÜM: İZOKİNETİK

	Sağ Diz	Sol Diz
60 (3 submaksimal / 5 maksimal)		
180 (3 submaksimal/ 5 maksimal)		

Yapıldı	Yapılmadı	Saat:	Tarih:....../....../2012
---------------	-----------------	-------	--------------------------

4. BACAK KÜTLE HACİM



	1. Bölge	2.bölge	3.bölge	4.bölge	5.bölge
Çevre	x:				y:
Derinlik					
Yükseklik	L3/2:	L3/2:	L1/2:	L1/2:	L2:

	Üst Bacak uzunluk=		Alt Bacak uzunluk=
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	

5. Tanıtı Ölçümü

Yapıldı	Yapılmadı	Saat:	Tarih:...../...../2012
---------------	-----------------	-------	------------------------