

**OKÇULARDA ATIŞ TEKNİĞİNİN  
KİNETİK VE KİNEMATİK  
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

**Deniz ŞİMŞEK**

Doktora Tezi

**OKÇULARDA ATIŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK  
VE KİNEMATİK YÖNTEMLERLE  
İNCELENMESİ**

**Deniz ŞİMŞEK**

Doktora Tezi

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Eskişehir, Ocak 2013

**Tez Danışmanı:** Doç. Dr. Hayri ERTAN

Bu tez çalışması, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (**Proje No. 1001S40**).

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Deniz ŞİMŞEK'in "Okçularda Atış Tekniğinin Kinetik ve Kinematik Yöntemlerle İncelenmesi" başlıklı, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalındaki, Doktora Tezi 23.01.2013 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 Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	.....
Üye	: Prof. Dr. Güven SEVİL Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	.....
Üye	: Prof. Dr. İlker YILMAZ Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	.....
Üye	: Prof. Dr. Neşe TUNCEL Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji A.D.	.....
Üye	: Prof. Dr. Uğur ERDENER Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları A.D.	.....

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

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Cardiovascular Parameters. European College of Sports Sciences Congress, Antalya, 2010.

Şimşek, D., Uzuner, K., Ertan, H.," The Effects of Cha Cha Dance Training on Cardio-Respiratory Parameters, 16th annual Congress of the ECSS - Liverpool., 2011.

### **Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler**

Şimşek, D., Katırcı, H. "Pilates egzersizlerinin postural stabilite ve spor performansı üzerine etkileri: sistematik bir literatür incelemesi". Niğde University Journal of Physical Education and Sport Science Cilt 5, Sayı 2, 2011.

Şimşek, D., Şimşek, K. Pilates'in Durum Analizi: Eskişehir İl Örneği. Selçuk University Journal of Physical Education and Sport Science 2011; 13 (2): 187–193.

### **Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler**

Şimşek,D.,Uzuner, K. Cha Cha Dans Eğitiminin Kardiyο-Respiratuvar Parametreler Üzerine Etkileri,"SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi", 2010, VIII (2) 137-142.

Hakan KATIRCI, Deniz ŞİMŞEK, Müge AKYILDIZ, Güven SEVİL. "Rekreasyon Alanı Olarak Açık Alan Fitness Parkları ve Kullanıcıları. ,"SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi". SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 2011, IX (2) 41-48.

Şimşek, D., Ertan, H. Postural Kontrol ve Spor: Spor Branşlarına Yönelik Postural Sensör-Motor Stratejiler ve Postural Salınım." SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi". SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 2011, IX (3) 81-90.

Şimşek, D., Ertan, H. "Postural Kontrol ve Spor: Kasal Yorgunluk ve Postural Kontrol İlişkisi". SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 2011, IX (4) 119-124

### **Ulusal Hakemsiz Dergilerde Yayınlanan Makaleler**

Yenigelen, D., Gerdirmenin Kuvvet, Sıçrama, Koşu Ekonomisi Üzerine Etkileri ve Yaralanmaların Önlenmesi, Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 63, s.4-12, 2008/1-2-3-4, ISSN 1300-3135.

Şimşek, D., Koşu İçin Teknik ve Sürat Gelişimi (John M. Cissik), Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 64, s.11-17, 2009/1-2-3-4, ISSN 1300-3135.

Şimşek, D., Egzersiz Sırasında Yorgunluğun Fizyolojik Modelleri (Ahmed Munir Che Muhammed), Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 64, s.52-60, 2009/1-2-3-4, ISSN 1300-3135.

Yenigelen, D., Gerdirmenin Kuvvet, Sıçrama, Koşu Ekonomisi Üzerine Etkileri ve Yaralanmaların Önlenmesi, Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 63, s.4-12, 2008/1-2-3-4, ISSN 1300-3135.

### **Ulusal ve Uluslararası Projeler**

ANADOLU UNI./BAP 1001S40: Motor Becerilerin Nörofizyolojik, Biyomekaniksel ve Biofeedback Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, 25/06/2010

### **Bilimsel ve Sanatsal Kuruluşlara Üyelikler**

Uluslararası Sporda Bilgisayar Kullanımı Derneği (IACSS)

Avrupa Spor Bilimleri Derneği (ECSS)

## Önsöz-Teşekkür

Doktora sürecine başlamamı sağlayarak bana büyük destek veren **Sayın Prof. Dr. Güven Sevil** hocama, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde bana destek veren, projenin hayat bulmasına ve "Hareket ve Motor Kontrol" laboratuvarının kurulmasında katkıda bulunan, araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazım aşamalarında yardımını ve manevi desteğini esirgemeyen danışmanım **Sayın Doç. Dr. Hayri Ertan** hocama sonsuz teşekkür ederim.

Gerek akademik gelişimimde ve gerekse tezimin her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocam **Prof. Dr. Neşe Tuncel** hocama, tez izleme jürimde yer alan yapıcı ve yönlendirici davranışlar sergileyen **Prof. Dr. İlker Yılmaz** hocama, araştırmanın istatistik kısmının oluşumunda çok büyük emeği olan **Sayın Doç. Dr. A. Ruhi Soylu** hocama, çalışma verilerimin toplanma ve çalışmamın tüm aşamalarında bana büyük destek veren **Sayın Öğr. Gör. Ali Onur Cerrah,**'a, arkadaşım **Mustafa Serdar Tekçe'** ye, tez çizimlerimi gerçekleştiren kardeşim **Tevfik Onur Şendur'** a çalışmamın tümünde bana destek olan ve gönüllü katılan tüm okçu arkadaşlarıma ve kardeşlerime ve onların ölçüme katılmalarına izin ve destek veren antrenörlerine ve okçulukla ilgili yapmakta olduğumuz tüm bilimsel araştırma ve çalışmalara izin ve destek veren **Türkiye Okçuluk Federasyonu Başkanlığı'** na, okçuluk araştırmaları konusunda hoşgörü, destek ve yönlendirmelerinden dolayı Türkiye Milli Olimpiyat Komitesi ve Dünya Okçuluk Federasyonu Başkanı **Sayın Prof. Dr. Uğur Erdener'**e tezimin hazırlanmasında bana manevi hiçbir desteği esirgmeden her zaman yanımda olan aileme, çalışmamın tümünde manevi desteğiyle, ölçüm aşamasında sonsuz destekte bulunan eşim **Kerem Yıldırım Şimşek'** e, teşekkür ederim. Ayrıca, tüm tez ölçümlerim ve doğumu sonrası sunum hazırlıklarım sırasında vaktinden çaldığım ve ihmal ettiğim kızım **Rüzgar Kumsal Şimşek'** den çok özür dilerim ☺

Saygılarımla

**Deniz ŞİMŞEK**

Eskişehir 2013

## OKÇULARDA ATIŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK ve KİNEMATİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Bu çalışmada, okçularda atış tekniğinin kinetik ve kinematik yöntemlerle incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 9 elit (yaş:25,5 ± 8,3 yıl; antrenman yaşı: 8,7 ± 4,9), 9 orta düzey (yaş:23,8 ± 7,6 yıl; antrenman yaşı: 6,6 ± 3,3) ve 9 acemi (yaş: 22,6 ± 6,0; antrenman yaşı: 1,4 ± 0,5) olmak üzere toplam 29 okçu gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmada, 16 kanallı “Delsys Trigno Elektromiyografi (EMG)” sistemi kullanılarak ok atışı sırasındaki çekiş koluna ait 9 kasın (M. Flexor Digitorum Superficialis (MFDS), M. Ekstansor Digitorum Communis (MEDC), M. Deltoideus Anterior (MDA), M. Deltoideus Middle (MDM), M. Deltoideus Posterior (MDP), M. Pectoralis Major (MPM), M. Upper Trapezius (MUT), M. Middle Trapezius (MMT), M. Lower Trapezius (MLT)) kassal aktivasyon ölçümleri yapılmıştır. 18m uzaklıktan hedefe doğru gerçekleştirilen başarılı atışlar sırasındaki Anteriposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay) salınım değerleri 600x400x100 mm ölçülerinde, “Kistler 9281EA” Model Alman markalı kuvvet platform ölçüm sistemi aracılığı ile tespit edilmiştir. Ok atışının üç boyutlu kinematik analizi videografi yöntemi kullanılarak “MotionBLITZ EoSense Cube 7” marka, hareket hızları 500 fps, çözünürlükleri 1696x886 piksel, shutter ayarları 998 ve gain 1 olan 2 adet yüksek hızlı kamera kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kameralar, yerden yükseklikleri 1.5 m. ve birbirleriyle 70 derece açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneklerin hareketi uyguladıkları yerde görüntüleri kalibre etmek için 165x106x75 cm ve 12 adet kontrol noktası bulunan kalibrasyon kafesi kullanılmıştır. İşaret noktaları, deneklerin vücudunda 17 bölgeye sabitlenmiştir. MotionBLITZ EoSense Cube 7 marka yüksek hızlı kameralar, Kistler 9281EA Kuvvet Platformu ve DelsysTrigno Wireless EMG sistemi arasındaki senkronizasyon için BNC kablo bağlantısı yapılabilen Delsys Trigger modülü kullanılmıştır.

Elde edilen veriler, SPSS 20.0 istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Elit, orta düzey ve acemi okçuların ok atış tekniğinin uygulanışı sırasında ortaya çıkan kassal aktivasyon farklılıklarının analizi için ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

Gerçekleştirilen kassal aktivasyon değerlendirmelerine göre MFDS, MEDC, MDM, MDP, MMT ve MLT’ de okçu grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir. Her ne kadar belirlenen eklemlere ait verilerin zamana bağlı açı değişim değerlerinde istatistiksel bir anlamlılık ortaya çıkmasa da ( $p>0.05$ ) grafiksel anlamda farklılık gözlenmiştir. Okçuların Ax ve Ay salınım range değerleri açısından, elit okçular ile acemi okçu grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ok atışı sırasında,



elit okçuların Ax ve Ay salınım range değerleri ve reaksiyon süreleri orta düzey ve acemi okçu grubundan daha düşüktür. Okçuluk branşında, sporcuların kassal aktivasyon paterninde farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılığın altında yatan nörofizyolojik mekanizma, okçuların içinde buldukları motor beceri öğrenim evrelerine bağlı olarak değişmektedir. Motor beceri ediniminin son aşamasında (olan elit okçular fleksör ve ekstansör kas gruplarında spesifik kas aktivasyonu (“Resiprokal İnhibisyon”) sergilemektedirler. Motor beceri öğreniminin ilişkilendirme evresinde yer alan orta düzey okçuların fleksör ve ekstansör kaslarını aynı anda aktive ederek “Ko-Aktivasyon” stratejisi sergilemekle birlikte elit olma yolunda ilerlemektedirler. Motor beceri öğreniminin ilk evresinde yer alan acemi okçular ise çekiş ön kol fleksörlerini aktif olarak devreye sokarak, kirişi parmaklarıyla sıkıca kavramaktadırlar. Tam çekiş ve nişan alma fazlarında daha çok kasılma ile kirişi taşımaktadırlar. Diğer bir deyişle, gleno-humeral ve scapular eklemi çevreleyen daha büyük kas grupları ile yayı germek yerine distal kasları kullanmaktadırlar. Bu durum, distal ve aksiyal kasları koordineli bir şekilde kullanamayıp, postural salınım değerlerinin arttığını göstermektedir. Bu araştırma sonuçlarına göre, okçulara istenilen kassal aktivasyon paterninin kazandırılabilmesi için EMG, Force ve Görüntü Biofeedback antrenmanlarına ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Okçuluk, Elektromyografi (EMG), Force, Kinematik, Kinetik, Kassal Analiz.



## ANALYSIS of SHOOTING TECHNIQUES of THE ARCHERS with KINETIC and KINEMATIC METHODS

In this study it has been aimed to analyze the shooting techniques of the archers with kinetic and kinematic methods. Twenty-seven archers including nine elite (age:  $25,5 \pm 8,3$  years; training age:  $8,7 \pm 4,9$ ), nine mid-level (age:  $23,8 \pm 7,6$  years; training age:  $6,6 \pm 3,3$ ) and nine novice archers (age:  $22,6 \pm 6,0$  years; training age:  $1,4 \pm 0,5$ ) have been volunteered to take part in the research. Furthermore, in this study muscular activation measurements of the nine muscles belonging to the traction arm during the arrow shot have been made (M. Flexor digitorum Superficialis (SDFT), M. extensor digitorum communis (MEDC), M. Deltoideus anterior (MDA), M. Deltoideus Middle (MDM), M. Deltoideus posterior (MDP), M. Pectoralis Major (MPM), M. Upper trapezius (MUT), M. Middle trapezius (MMT), M. Lower trapezius (MLT)) using a 16-channel system named "Delsys Trigno Electromyography (EMG)". Anteroposterior (Ax) and Mediolateral (Ay) postural sway values during the successful shots towards the goal from a distance of 18m have been determined to be in the size of 600x400x100 mm by means of a German branded force platform measurement system model named "Kistler 9281EA". The 3-D kinematic analysis of the arrow shot has been conducted by using the videography methods which include two high-speed cameras possessing the brand "Motion BLITZ EoSense Cube 7", the moving speed 500 fps, the resolution 1696x886 pixels, the shutter settings 998 and the gain 1. The cameras have been positioned 1.5 m above the ground and at an angle of 70 degrees to each other. In order to calibrate the images where the subjects do the shooting, a calibration cage with the size of 165x106x75 cm and twelve control points has been used. Marker have been fixed in seventeen regions of the bodies of the subjects. Delsys Trigger Module, which can make BNC cable connection, has been used for the synchronization of MotionBLITZ EoSense Cube 7 brand high-speed cameras, Kistler 9281EA Force Platform and DelsysTrigno Wireless EMG system.

The data obtained have been evaluated using the SPSS 20.0 statistical software package. ANOVA test has been applied to determine the muscular activation differences that emerge throughout the implementation of the arrow shot techniques of the elite, mid-level and novice archers and Tukey-W test as the PostHoc test has been chosen to present from which group the differences stem.

According to the muscular activation evaluations made, a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) has been observed among the archer groups in MFDS, MEDC, MDM, MDP, MMT and MLT. Although there has been no statistical significance ( $p > 0.05$ ) in the time-dependent exchange values of the angle of the joints, a difference has been detected in the graphical sense. There have been



observed statistically significant differences ( $p < 0,05$ ) between elite archers and novice archers group in terms of the Ax and Ay postural sway range values of the archers. During the arrow shot, the Ax and Ay postural sway range values and reaction length of the elite archers are lower than the mid-level and novice archers. In the archery branch, differences have been determined in the muscular activation pattern. The neurophysiological mechanism underlying this difference varies depending on the motor skill learning phases in which the archers are. The elite archers who are at the ultimate phase of the acquisition of motor skills show specific muscle activation (“Reciprocal Inhibition”) in the flexor and extensor muscle groups. The mid-level archers who are in the phase of association of motor skills learning show “Co-Activation” strategy by activating the flexor and extensor muscles simultaneously and exhibit their way to becoming elite. On the other hand, the novice archers who are at the first phase of the acquisition of motor skills grab tightly the girder with their fingers by activating the traction forearm flexors. They carry the girder with a lot of contraction at the phases of full extension and aiming. In other words, they use distal muscles instead of stretching the bow by means of larger muscle groups that surround the glenohumeral and scapular joint. This shows that postural sway values increase due to not being able to use distal and axial muscles in a coordinated manner. According to the results of this study, it has been determined that EMG, Force and Visual Biofeedback are necessary to provide the archers with the desired muscular activation pattern.

**Key Words:** Archery, Electromyography (EMG), Force, Kinematic, Kinetic, Muscular Analysis.

<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	i
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iv
<b>ÖZET</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xiii
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	xviii
<b>SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xix
<b>GİRİŞ ve AMAÇ</b> .....	1
<b>Çalışmanın Amacı</b> .....	2
<b>Problem</b> .....	2
<b>Denenceler</b> .....	3
<b>Araştırmanın Önemi</b> .....	4
<b>Araştırmanın Varsayımları</b> .....	4
<b>Araştırmanın Sınırlılıkları</b> .....	5
<b>Araştırma Modeli</b> .....	5
<b>KAYNAK BİLGİSİ</b> .....	6
<b>Hareketin Nöral Kontrolü</b> .....	6
<b>İstemli Hareketin Gerçekleştirilmesinden Önceki Nöral Olaylar</b> .....	6
<b>Hareketten Sorumlu Nöral Devreler</b> .....	7
<b>İstemli Hareketin Nöral Kontrolü</b> .....	8
<b>Aksiyal ve Distal Kasların Kontrolü</b> .....	9
<b>Motor Birim ve Devreye Girme Prensipleri</b> .....	12
<b>Kasların Kasılmasında Alfa-Gama Motor Nöronun Birlikte</b>	

<b>Aktivasyonu</b> .....	13
<b>Resiprokal İnnervasyon (İnhibisyon: Agonist-Antagonist Uyumu)</b> .....	15
<b>Agonist Antagonist Kasların Birlikte Aktivasyonu(Ko-aktivasyon: Rekürrent İnhibisyonu)</b> .....	18
<b>Resiprokal ve Ko-aktivasyon Biçimlerinin Fonksiyonel Önemi</b> .....	20
<b>Beceri ve Sınıflandırılması</b> .....	21
<b>Okçuluk</b> .....	22
<i>Okçuluk Becerisinin Sınıflandırılması</i> .....	22
<b>Motor Öğrenme ve Motor Öğrenme Teorileri</b> .....	23
<b>Motor Öğrenme Evreleri</b> .....	24
<b>Ok Atışının Teknik Analizi</b> .....	24
<i>Duruş</i> .....	24
<i>Çekiş</i> .....	25
<i>Tam Çekiş ve Nişan Alma</i> .....	26
<i>Serbestleme</i> .....	27
<i>Serbestlemenin Devam Ettirilmesi</i> .....	28
<b>Okçuluğa Özgü Reaksiyon Zamanı</b> .....	29
<b>Ok Atışı ve Devreye Giren Kas Grupları</b> .....	29
<i>M. Upper Trapezius (MUT)</i> .....	30
<i>M.Middle Trapezius (MMD)</i> .....	31
<i>M. Lower Trapezius (MLT)</i> .....	31
<i>M. Anterior Deltoid (MDA)</i> .....	32
<i>M. Middle Deltoid (MDM)</i> .....	32
<i>M. Posterior Deltoid (MDP)</i> .....	33

<i>M. Pectoralis Major (MPM) (Clavicular ve Sternal)</i> .....	33
<i>M. Flexor Digitorum Superficialis (MFDS)</i> .....	34
<i>M. Extansör Digitorum Communis (MEDC)</i> .....	34
<b>Elektromyografi</b> .....	35
<i>EMG Sinyalinin Kaynağı</i> .....	35
<i>Elektromyografinin Kullanım Alanları</i> .....	36
<b>Postural Kontrol ve Kuvvet Platformunun Kullanım Alanları</b> .....	36
<b>Hareket Analizi (Kinematik Analiz) ve Kullanım Alanları</b> .....	38
<b>EMG Kayıtlarının Kuvvet Platformu ve Kinematik Ölçümlerle Eş Zamanlı Kullanımı</b> .....	39
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	40
<b>Araştırma Grubu</b> .....	40
<b>Araştırma Dizaynı</b> .....	40
<b>Veri Toplama Araçları</b> .....	41
<i>Ok</i> .....	41
<i>Olimpik Yay</i> .....	41
<i>Hedef Kağıdı</i> .....	42
<i>Motor Nokta Kalem ve Ölçüm Seti</i> .....	43
<i>Elektromyografi Ölçüm Seti</i> .....	44
<i>Kuvvet Platformu Ölçüm Seti</i> .....	44
<i>Hareket Analizi Ölçüm Seti</i> .....	45
<i>Üç Sistemin Senkronizasyon Cihazı</i> .....	46
<i>Işık Devresi ve Sistemler Arası Gecikme Payının Hesaplanması</i> .....	46
<i>Verilerin Toplanması</i> .....	47



<i>Ok Atış Testi</i> .....	47
<i>Elektromyografi Ölçümü</i> .....	47
<i>Elektrot Yerleşimi</i> .....	48
<i>EMG Ölçüm Süreci ve Maksimal İstemli Kasılma</i> .....	50
<i>Postural Salınım Ölçümü</i> .....	51
<i>Kinematik Ölçüm</i> .....	53
<i>Markır Yerleşimi</i> .....	54
<i>Aydınlatma Sistemlerinin Yerleşimi</i> .....	54
<i>Kameraların Yerleşimi</i> .....	55
<i>Kalibrasyon Kafesinin Yerleşimi</i> .....	56
<b>BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	58
<b>Bulgular</b> .....	58
<b>Tartışma</b> .....	81
<i>Kassal Aktivasyon Stratejileri</i> .....	81
<i>Kinematik Veriler</i> .....	85
<i>Postural Salınım Değerleri</i> .....	87
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	90
<b>Sonuç</b> .....	90
<b>Öneriler</b> .....	91
<b>KAYNAKLAR</b> .....	92
<b>EKLER</b> .....	100

<b>ŞEKİL NO ve ADI</b>	<b>SAYFA</b>
<b>Şekil 1</b> Motor Korteks Alanları.....	7
<b>Şekil 2</b> Hareket Kontrolünü İçeren Nöral Yapıların Organizasyonu...	7
<b>Şekil 3</b> İstemli Hareketin Nöral Kontrolü.....	9
<b>Şekil 4</b> Alt Motor Nöronların Medulla Spinalisdeki Yerleşim Alanlarının Şematik Gösterimi.....	10
<b>Şekil 5</b> $\alpha$ -Motor Nöron ve Son Müşterek Yolun Şematik Gösterimi...	11
<b>Şekil 6</b> Lateral Kortikospinal Yol.....	12
<b>Şekil 7</b> Medial Kortikospinal Yol.....	12
<b>Şekil 8</b> Motor Birim ve Temel Komponentlerinin Şematik Sunumu...	13
<b>Şekil 9</b> Motor Birimlerin Devreye Girme Prensibinin Şematik Gösterimi.....	14
<b>Şekil 10</b> Duyu Reseptörlerinin Şematik Gösterimi.....	14
<b>Şekil 11</b> Ia ve II Afferent Nöronlarından Aksiyon Potansiyeli Çıkışının Şematik Gösterimi.....	14
<b>Şekil 12</b> Kas Kasılması Sırasında Kas İğciği Değişimleri ve Gama Motor Nöron Aktivasyonunun Şematik Gösterimi.....	14
<b>Şekil 13</b> Bir Yükün Taşınması Sırasında Alfa-Gama Ko-Aktivasyonun Şematik Gösterimi.....	15
<b>Şekil 14</b> Agonist-Antagonist-Sinerjist Kasların Şematik Gösterimi.....	16
<b>Şekil 15</b> Resiprokal İnhibisyon Devresinin Şematik Gösterimi.....	17
<b>Şekil 16</b> Ia ve Ib İnhibiör Ara Nöron Bağlantılarının Şematik Gösterimi.....	18
<b>Şekil 17</b> Ok Atışının Gerçekleştirilmesi Sırasında Ekstensör ve Fleksör Kasın Gösterimi.....	18
<b>Şekil 18</b> Agonist-Antagonist Ko-Aktivasyonun Şematik Gösterimi.....	19
<b>Şekil 19</b> Motor Becerilerin Sınıflandırılması.....	21

<b>Şekil 20</b>	Kapalı Döngü Sistemine Dayanan Motor Kontrol.....	23
<b>Şekil 21</b>	Ok Atışı Duruş Pozisyonu.....	25
<b>Şekil 22</b>	Ok Atışı Çekiş Pozisyonu.....	26
<b>Şekil 23</b>	Tam Çekiş ve Nişan Alma Evresi.....	27
<b>Şekil 24</b>	Ok Atışı Serbestleme Pozisyonu.....	28
<b>Şekil 25</b>	Serbestlemenin Devam Ettirilmesi.....	28
<b>Şekil 26</b>	M. Upper Trapezius Elektrot Yerleşim Yeri.....	30
<b>Şekil 27</b>	M. Middle Trapezius Elektrot Yerleşim Yeri.....	31
<b>Şekil 28</b>	M. Lower Trapezius Elektrot Yerleşim Yeri.....	31
<b>Şekil 29</b>	M. Deltoid Anterior Elektrot Yerleşim Yeri.....	32
<b>Şekil 30</b>	M. Deltoid Middle Elektrot Yerleşim Yeri.....	32
<b>Şekil 31</b>	M. Deltoid Posterior Elektrot Yerleşim Yeri.....	33
<b>Şekil 32</b>	M. Pectoralis Major Elektrot Yerleşim Yeri.....	33
<b>Şekil 33</b>	M. Flexor Digitorum Superficialis Elektrot Yerleşim Yeri.....	34
<b>Şekil 34</b>	M. Extensor Digitorum Elektrot Yerleşim Yeri.....	34
<b>Şekil 35.</b>	Aksiyon Potansiyelinin Şematik Gösterimi.....	35
<b>Şekil 35.</b>	Aksiyon Potansiyelinin Şematik Gösterimi.....	38
<b>Şekil 36.</b>	Ok ve Yapısı.....	41
<b>Şekil 37.</b>	Olimpik Yay.....	42
<b>Şekil 38.</b>	Kapalı Alan Hedef Yüzü.....	43
<b>Şekil 39.</b>	Motor Nokta Kalemi ve Ölçüm Seti.....	43
<b>Şekil 40.</b>	Elektromyografi Ölçüm Seti.....	44
<b>Şekil 41.</b>	Kuvvet Platformu Ölçüm Seti.....	44
<b>Şekil 42.</b>	Kuvvet Platformu Lokal Koordinat Sistemi ve Yük Ölçerlerin Konumlandırılması.....	45



<b>Şekil 43</b>	MotionBLITZ EoSense Cube 7 Hareket Analizi Ölçüm Seti...	45
<b>Şekil 44.</b>	Delsys Trigger Modülü.....	46
<b>Şekil 45.</b>	3 Volt Akım Üreten Işık Devresi.....	46
<b>Şekil 46.</b>	Klikır Ve Klikırın Altına Yerleştirilen Düzenek.....	47
<b>Şekil 47.</b>	M.Flexor Digitorum Superfacialis (FDS Elektrot Yerleşimi...	48
<b>Şekil 48.</b>	M. Ekstansör Digitorum Communis (EDC) Elektrot Yerleşimi.....	49
<b>Şekil 49.</b>	M.Deltoid Middle (MDM) Elektrot Yerleşimi.....	49
<b>Şekil 50.</b>	M.Deltoid Posterior (MDP) Elektrot Yerleşimi.....	49
<b>Şekil 51.</b>	M.Pectoralis Major (MPM) Elektrot Yerleşimi.....	49
<b>Şekil 52.</b>	M. Upper - Lower – Middle Trapezius Elektrot Yerleşimi..	50
<b>Şekil 53.</b>	Kuvvet Platformu Üzerinde Atış Yönünün Şematik Görünümü.....	51
<b>Şekil 54.</b>	Markır Yerleşimi.....	54
<b>Şekil 55.</b>	Aydınlatma Sistemleri.....	55
<b>Şekil 56.</b>	Atış Alanının Sistematik Görünümü.....	56
<b>Şekil 57.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Fleksörlerine Ait Veriler.....	59
<b>Şekil 58.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansörlerine Ait Veriler.....	60
<b>Şekil 59.</b>	Acemi Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansör ve Fleksörlerine Ait Verilerin Maksimal İstemli Kasılma Yüzdelerine Göre Dağılımı.....	61
<b>Şekil 60.</b>	Orta Düzey Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansör ve Fleksörlerine Ait Verilerin Maksimal İstemli Kasılma	

Yüzdelerine Göre Dağılımı..... 62

**Şekil 61.** Elit Düzey Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansör ve  
Fleksörlerine Ait Verilerin Maksimal İstemli Kasılma  
Yüzdelerine Göre Dağılımı..... 63

**Şekil 62.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Deltoid Anterior Kasına Ait Veriler..... 64

**Şekil 63.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Deltoid Middle Kasına Ait Veriler..... 65

**Şekil 64.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Deltoid Posterior Kasına Ait Veriler..... 66

**Şekil 65.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Trapezius Upper Kasına Ait Veriler..... 67

**Şekil 66.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Trapezius Middle Kasına Ait Veriler..... 68

**Şekil 67.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Trapez Lower Kasına Ait Veriler..... 69

**Şekil 68.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu  
Pectoralis Major Kasına Ait Veriler..... 70

**Şekil 69.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 2. Parmak Distal  
Interfalangeal Eklemine Zamana Bağlı Açılış Değişim  
Değerleri..... 71

**Şekil 70.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 3. Parmak Distal  
Interfalangeal Eklemine Zamana Bağlı Açılış Değişim  
Değerleri..... 72

**Şekil 71.** Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 4. Parmağın  
Distal Interfalangeal Eklemine Zamana Bağlı Açılış

	Değişim Değerleri.....	73
<b>Şekil 72.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açık Değişim Değerleri.....	74
<b>Şekil 73.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açık Değişim Değerleri.....	75
<b>Şekil 74.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açık Değişim Değerleri.....	76
<b>Şekil 75.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Ulnar - Styloid Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açık Değişim Değerleri.....	77
<b>Şekil 76.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Lateral - Epicondyle Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açık Değişim Değerleri.....	78
<b>Şekil 77.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçuların Anteriyoposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay) Salınımları.....	79
<b>Şekil 78.</b>	Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Gruplarının Reaksiyon Süreleri.....	80

<b>TABLO NO ve ADI</b>	<b>SAYFA</b>
<b>Tablo 1.</b> Araştırma Dizaynı.....	40
<b>Tablo 2.</b> Kuvvet Platformu ıkış Sinyalleri.....	52
<b>Tablo 3.</b> Kuvvet Platformu lümünde Hesaplanan Parametreler.....	52
<b>Tablo 4.</b> Kalibrasyon Kafesi Üzerindeki Noktaların Metrik Sistem Koordinatları ve Kalibrasyon Kafesinin Ekran Üzerindeki Görüntüsü.....	57
<b>Tablo 5.</b> Kontrol Grubu ve Antrenman Grubunun Tanımlayıcı Bilgileri	58

## SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

αMN :	Alfa Motor Nöron
BG :	Bazal Ganglia
DF:	Distal Falanks
DIP:	Distal Interfalangeal Eklem
EMG :	Elektromiyografi
MSS :	Merkezi Sinir Sistemi
MU :	Motor Birim
MDA:	M. Deltoideus Anterior
MDM:	M. Deltoideus Middle
MDP:	M. Deltoideus Posterior
MFDS :	M.Fleksör Digitorum Superfasiyalis
MED :	M. Ekstensör Digitorum
MLT:	M. Lower Trapezius
MMT:	M. Middle Trapezius
MPM:	M. Pectoralis Major
MUT:	M. Upper Trapezius
PF :	Prefrontal Korteks
IaIN :	Primer Duyusal İnternöron
Ia :	Primer Duyusal Nöron
M1 :	Primer Motor Korteks
MİK:	Maksimal İstemli Kasılma
S1 :	Primer Somatosensör Sistem
PIP:	Proksimal Interfalangeal Eklem

PPC :	Posterior Pariyetal Korteks
RN :	Red Nükleus
RC :	Renshaw Hücresi
RF :	Retiküler Formasyon
SMA :	Suplemer Motor Alan
UMN :	Üst Motor Nöron
US:	Ulnar- Styloid

## GİRİŞ ve AMAÇ

Günümüzde spor sürekli gelişen ve daha rekabetçi bir yapıya bürünmüştür. Uluslararası düzeyde yarışabilmek için spor branşının gerektirdiği tüm koordinatif yetilere ve yüksek beceri düzeyine sahip sporculara ihtiyaç duyulmaktadır. İnce, aralıklı ve kapalı motor beceri olarak sınıflandırılan okçuluk, üst vücut bölgesinde ve özellikle de omuz çevresinde kuvvet ve dayanıklılığa ihtiyaç duyulan statik bir spordur. Bir okçuluk yarışmasında yüksek puan elde edebilmek için dengeli ve tekrar edilebilir hareketler ortaya konulmalıdır. Okçu, duruş pozisyonunda bekler, oku yerleştirir, kirişi çeker ve yayı kavrama noktasında bir gerim oluşana kadar kirişi çekmeye devam eder. Çekiş evresi sırasında, okçu uzattığı kolu ile yayı iter ve diğer kolu ile kirişi çeker. Kişi çekiş evresinin final pozisyonuna gelene kadar kirişi yüzüne yerleştirir (burnuna dudaklarına ve çenesine hafifçe değdirir). Tam çekiş pozisyonunda okçu birçok görevi aynı anda başarmak zorundadır. Kişi hem nişan almalı, hem de nişan pozisyonunu bozmadan kirişi serbest bırakmalıdır. Dolayısıyla, serbest bırakma evresi, çok iyi dengeyi ve okçuluk müsabakalarında istenilen sonucu başarabilmek için tekrarlanabilirliği gerektirmektedir. Ancak, gerçekleştirilen araştırmalarda okçuluk sporuna yeni başlayan sporcular ile elit okçuların atış performansları arasında farklılıklar gözlenmiştir. Temel farklılık, elit okçuların atış sırasında, M. Ekstensör Digitorum Communis (MEDC)'i aktif olarak işe katmadan, M. Fleksör Digitorum Superficialis (MFDS)'i ise gevşeterek yanıt vermeleridir. Bu kassal kasılma stratejisi, kirişin çekiş gücüne bağlı olarak yayın öne doğru hızlanıp hareket etmesini önlemektedir. Oysa okçuluk sporuna yeni başlayan sporcular MFDS'i aktif olarak devreye soktuklarından, kirişi parmaklarıyla sıkıca kavramaktadırlar. Bu durum ise hedefe olan skoru azaltmaktadır. Elit okçuların, hedefe olan skorlarının yüksek olmasının sebeplerinden biri, çekiş kolu kaslarındaki doğru kassal kasılmayı gerçekleştirmeleridir. Bu bağlamda, okçuluk sporuna başlayan sporcuların, spor branşının gerektirdiği uygun atış tekniği becerisinin kazanılması ve becerinin gelişimi sırasında farklı kassal kasılma-gevşeme stratejisine sahip olabildikleri ifade edilebilir.

### Çalışmanın Amacı

Sunulan çalışmada, acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, sergiledikleri kassal aktivasyon stratejileri üzerine odaklanılmıştır. Farklı beceri düzeyine sahip okçuların, (1) ok atışı sırasında el ve el bileği, gleno-humeral ve scapular eklemlerdeki kassal aktivasyon stratejileri, (2) okçuların ok atışı yönündeki sağa-sola, öne-arkaya salınımları ve ağırlık merkezi iz düşümlerinin yerde taradığı alan ve (3) bazı kinematik parametrelerin incelenmesi amaçlanmıştır.

### Problem

Okçularda atış tekniğinin kinetik ve kinematik yöntemlerle incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmaya bağlı olarak çözümlenmek istenen alt problemler ise şunlardır:

1. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu fleksörlerinin sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?

2. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu ekstansörlerinin sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
3. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Deltoideus Anterior'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
4. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Deltoideus Middle'in sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
5. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Deltoideus Posterior'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
6. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Trapezius Upper'in sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
7. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Trapezius Middle'in sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
8. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Trapezius Lower'in sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
9. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Pectoralis Major'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?
10. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 2. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
11. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
12. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
13. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
14. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
15. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
16. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında Ulnar - Styloid Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?
17. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, Lateral - Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?



18. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, atış sırasında Anteriposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay) salınım range değerleri arasında fark var mıdır?

### Denenceler

1. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu fleksörlerinin sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
2. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu ekstansörlerinin sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
3. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Deltoideus Anterior'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
4. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Deltoideus Middle'in sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
5. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Deltoideus Posterior'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
6. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Upper Trapezius' un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
7. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Middle Trapezius'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
8. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Lower Trapezius'un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
9. Acemi, orta ve elit düzey okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu M. Pectoralis Major' un sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark yoktur.
10. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 2. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
11. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
12. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
13. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
14. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.



15. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
16. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında Ulnar - Styloid Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
17. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, Lateral - Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark yoktur.
18. Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, atış sırasında Anteriposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay) salınım range değerleri arasında fark yoktur.

### **Araştırmanın Önemi**

Okçuluk branşında, beceri düzeyine bağlı olarak kassal aktivasyon paterninde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu farklılığın altında yatan nöro fizyolojik mekanizma henüz açıklanmamıştır. Bu çalışma, ok atış becerisinin ilk ve ilerleyen evresinde, beceri düzeyine bağlı olarak ortaya çıkan farklı kassal aktivasyon stratejilerini inceleme yönünde önemli bir katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra elde edilen kinetik verilerin kinematik verilerle eş zamanlı olarak incelenmesi okçuluk atış tekniğinin açıklanmasına önemli katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, "Okçularda atış tekniğinin kinetik ve kinematik yöntemlerle incelenmesi" başlıklı çalışmanın alanında öncü bir çalışma olacağı, ulusal ve uluslararası literatürdeki boşluğa önemli 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 sergiledikleri varsayılmıştır.

### **Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Bu araştırma, 16-24 yaş, 27 okçuyu içermektedir. Araştırmagrubu; Grup I= Acemi okçular: (n=9) ve Grup II=Orta düzey okçular (n=9), Grup III=Elit okçular (n=9), ile,
2. Bu araştırma Olimpik yay kategorisi ile,
3. Bu araştırma 18 m ok atışı ile sınırlandırılmıştır.

### **Araştırma Modeli**

Bu araştırmada ön-test araştırma modeli kullanılması planlanmaktadır. Araştırmada yapılacak olan ön-test ile farklı beceri düzeyine sahip okçuların sergiledikleri kassal aktivasyon stratejileri belirlenmeye çalışılacaktır.

## KAYNAK BİLGİSİ

Biyomekanik ve metabolik yeterlilikle karakterize edilen optimal sportif performansa düzenli olarak gerçekleştirilen antrenmanlar aracılığıyla ulaşılmaktadır (Sparrow, 1983, 2000). Hatfield ve Hillman (2001), yüksek derecede beceri gerektiren performans ve sporcunun verilen bir görevi istenilen düzeyde gerçekleştirebilmesi sporcunun uygun kortikal süreci kullanabilmesi ile ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Sporcunun antrenmanlarla yeterliliği arttıkça, kortikal sürecin kullanılması en aza inerek hareket refleksi olarak gerçekleştirilmektedir. Antrenman periyodunun bir fonksiyonu olarak görevin gerçekleştirilmesi sırasında kortikal aktivasyonda meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır. Bu durum, motor bir görevi gerçekleştiren uzman ve acemi sporcuların beyin aktivitelerindeki farklılığı da ortaya koymaktadır. Buna bağlı olarak bir motor becerinin hazırlığı ve uygulanması aşamalarında uzman bireylerin beyinleri, acemi bireylerin beyinlerine göre daha az kaynağa ihtiyaç duymaktadır. Antrenman uygulamaları arttıkça otomasyon artmakta, kortikal alanların aktivasyonu azalmakta ve daha az bilişsel efor harcanarak motor görev ekonomik olarak gerçekleştirilmektedir (Russo, 2005).

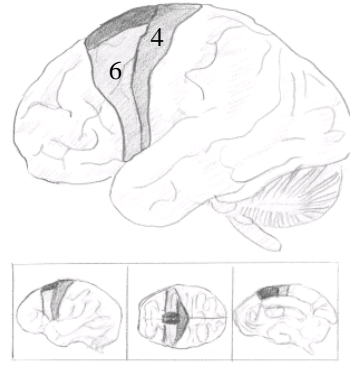
### Hareketin Nöral Kontrolü

İnsan hiyerarşik motor kontrol sistemi, bireyin değişen koşullara adapte olabilmesi için birçok farklı hareketi ortaya çıkarabilme becerisi sağlamaktadır. Bu sistem, beyin ve spinal kord da birbirleriyle bağlantılı nöral merkezleri, kasları, eklemleri ve çok sayıda duyu reseptörünü içeren kompleks bir sistemdir (Lan, 2010).

İskelet kaslarının çalışması, uygun hareket yolunun seçilebilmesi için gerekli duysal bilgiyi sağlayan ve hareket esnasında kasları koordine eden merkezi sinir sistemi (MSS) ile ilişki içerisinde. Motor sistem, üç önemli bölümü içermektedir: MSS, duysal geribildirim ve kas-iskelet sistemi. Motor kontrol ile ilişkili MSS, spinal kord ve beyindeki daha yüksek motor merkezleri içermektedir. Özellikle spinal kord, basit hareketleri ortaya çıkarabilmek için organize edilmiş nöral integrasyon birimlerinden oluşmaktadır (Lan, 2010). Bu bağlamda, motor öğrenmenin altında yatan nöral mekanizmalar incelendiğinde, iki temel soru ortaya çıkmaktadır: ilki, motor öğrenme sürecinde her bir beyin bölgesinin katkısı nedir? İkincisi, motor öğrenmenin erken ve ilerleyen evreleriyle ilişkili serebral aktivasyon süreci nasıl oluşmaktadır? (Ulrike ve ark., 2006).

### *İstemli Hareketin Gerçekleştirilmesinden Önceki Nöral Olaylar*

Birçok kortikal bölge istemli hareket öncesinde aktiftir. Ghez (1991), nöral olayları üç kompleks süreçte kategorize etmiştir: 1) alan ve konum belirleme, 2) hareket eylem planı ve 3) hareketin gerçekleştirilmesi. Serebral korteks içindeki primer motor korteks, premotor korteks ve suplementer motor korteks gibi farklı bölgeler; motor hazırlık ve motor kontrolde önemli olan bu kompleks süreci yürütmektedirler (**Şekil 1**) (Ghez ve Krakauer, 2000).

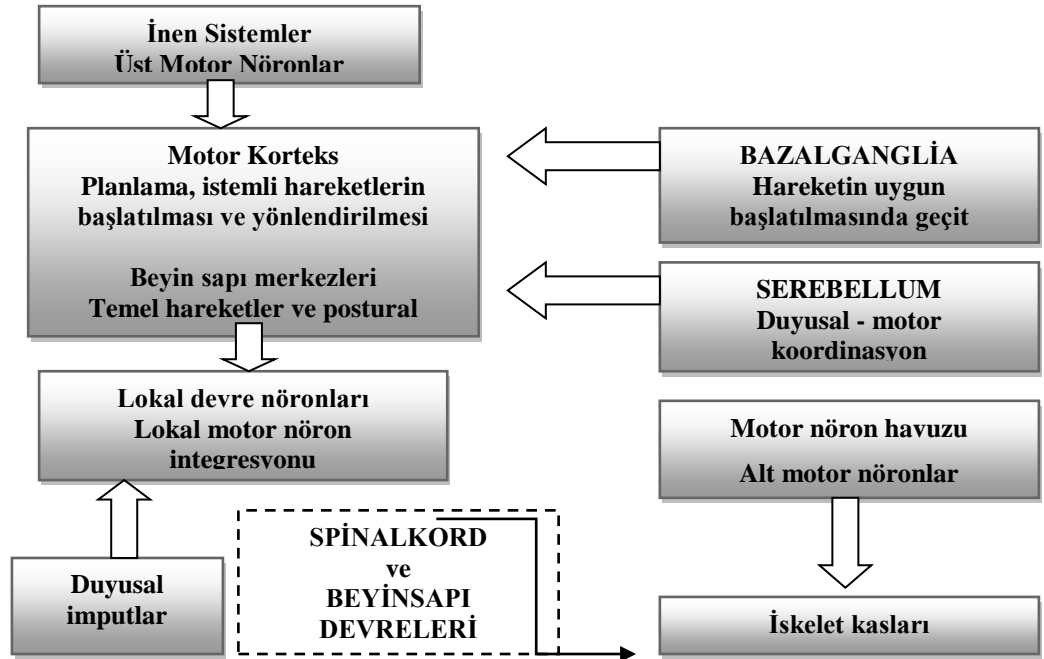


- Supleментар motor korteks**
- Primer motor korteks**
- Premotor korteks**

**Şekil 1. Motor Korteks Alanları (Lateral, Dorsal ve Medial Açılardan)**

***Hareketten Sorumlu Nöral Devreler***

Hareketin kontrolünden sorumlu nöral devreler, birbirleriyle etkileşim içinde olan dört farklı sisteme ayrılmaktadır ve bu sistemlerden her biri motor kontrole eşsiz katkı sağlamaktadır (Şekil 2). Bu sistemlerden ilki; medulla spinalis ve beyin sapında yer alan ara nöronlar ve onlarla iletişim halinde olan alt motor nöronlardan oluşmaktadır. Tüm kasların gerek istemli gerekse refleksiv hareketlerinin gerçekleştirilmesi bu alt motor nöronlarla gerçekleştirilmektedir (Purves, 2008).



**Şekil 2. Hareket Kontrolünü İçeren Nöral Yapıların Organizasyonu (Purves, 2008)**

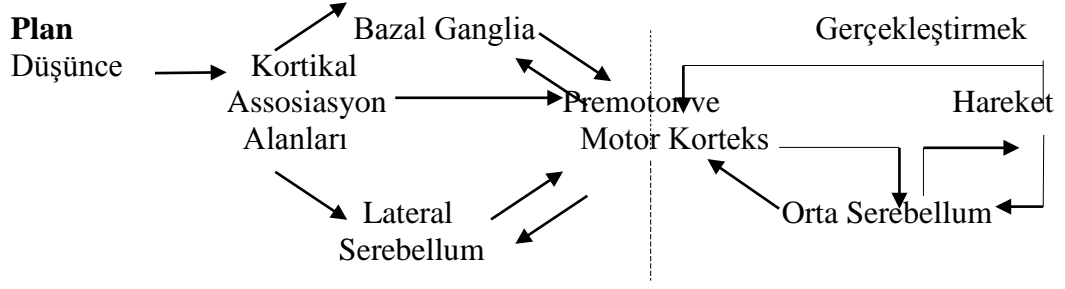
İkinci alt sistem; üst motor nöronlardan oluşmaktadır. Bu nöronlar serebral kortekste ve beyin sapında yerleşmişlerdir. Üst motor nöronlar alt motor nöronlarla direk veya indirek bağlantı kurarlar. Kortekste görülen üst motor nöron yolu istemli hareketlerin başlatılmasında ve beceri gerektiren görevlerin sırasının ayarlanmasında önem taşımaktadır. Özellikle, frontal lobdaki kortikal alanlardan inen bağlantılar, Brodmanın 4. alanı (primer motor korteks), 6. alanın lateral kısmı (lateral premotor korteks) ve 6. alanın mediali (medial premotor korteks) istemli hareketlerin planlanması, başlatılması ve sırasının belirlenmesinde önemli yapılarıdır. Beyin sapından orijin alan üst motor nöronlar kas tonusunun düzenlenmesinden, göz, baş uyumundan, vücudun işitsel, görsel, duyuşal bilgisinden ve postürün kontrolünden sorumludur (Purves, 2008).

Üçüncü ve dördüncü alt sistemler: serebellum ve bazal ganglionlar. Bu sistemler de lokal devre nöronları ve alt motor nöronlarla direk bağlantı göstermek yerine, üst motor nöronların aktivitelerini düzenleyerek hareketi kontrol ederler. Serebellum, üst motor yollara bilgi göndererek gerçekleştirilen ve gerçekleştirilmesi gereken hareket arasındaki farklılıkları ya da “motor hataları” olarak hareketlerin yumuşak, koordineli, istenilen şiddet ve sürede gerçekleşmesini sağlar.

Bazal ganglionlar da serebelluma benzer şekilde üst motor nöronlara bilgi göndererek hareketin planlanmasında ve başlatılmasında, hareketin gerçekleştirilmesi sırasında postür ve kas tonusu'nun ayarlanmasında önemli fonksiyona sahiptir (Lephart ve Freddie, 2000, syf;23-28; Purves, 2008; Fox ve ark., 2004).

### **İstemli Hareketin Nöral Kontrolü**

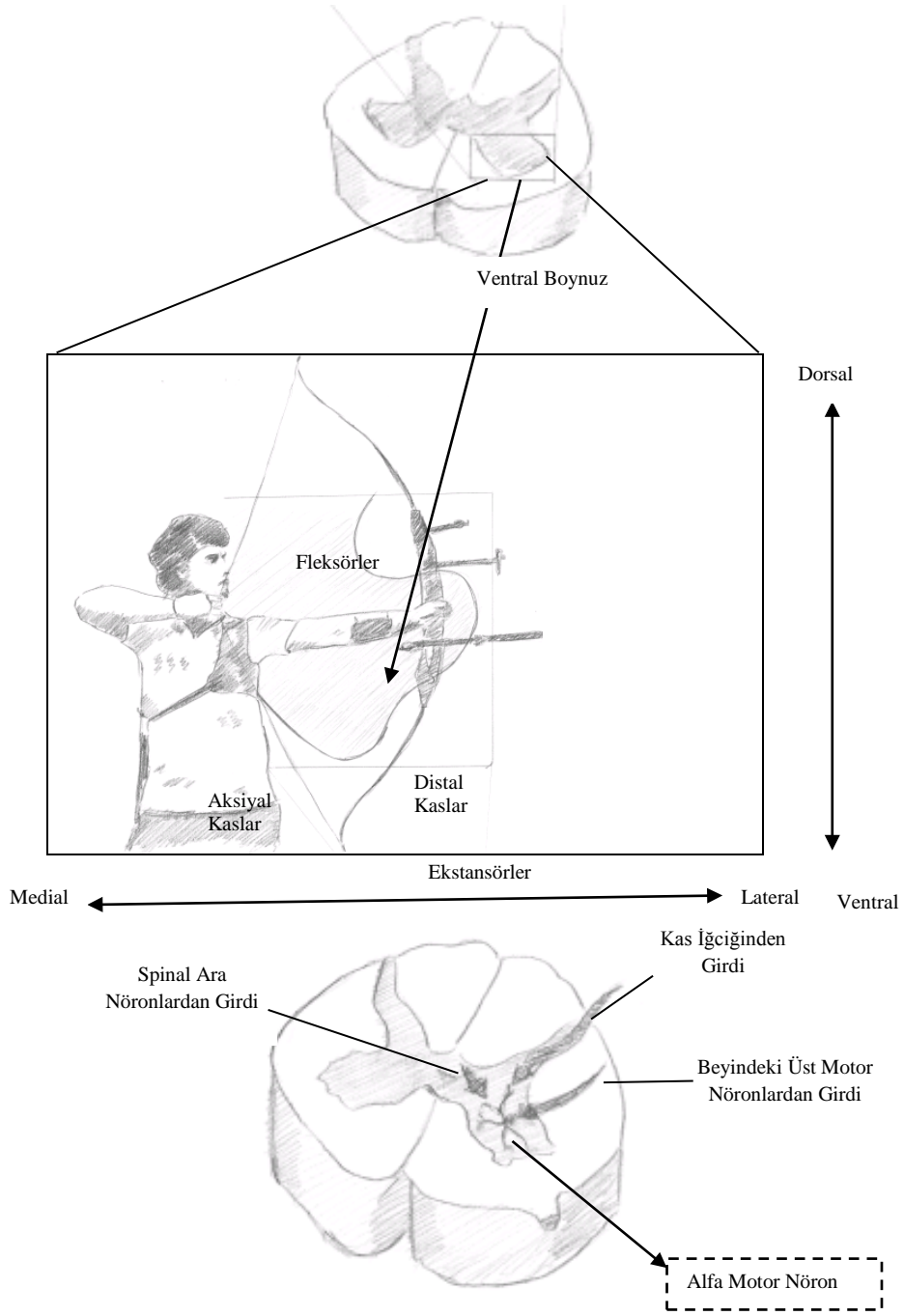
İstemli hareket emirleri kortikal assosiasyon alanlarından orijin almaktadır. Hareketlerin planlanmasına bazal ganglionlar ve serebellar hemisferin lateral bölümleri katılmaktadır. Bazal ganglionlar ve serebellum talamus yolu ile motor ve premotor kortekse bilgiyi göndermektedir. Motor korteks deki motor emirler, kortikospinal yolun büyük kısmı aracılığı ile spinal korda, kortikobulbar yol ile beyin sapındaki motor nöronlara gönderilmektedir. Ayrıca, bu yoldaki kolleteraller ve beyin sapı nükleuslarında sonlanan motor korteks deki birkaç direk bağlantı, beyin sapındaki motor nöronlarla ve spinal kordla bağlantı yapmaktadır. Bu yollar istemli hareketler sırasında postürün düzenlenmesinde ve refleks dönüşmüş sportif becerilerin yürütülmesinde de devrededir. Üst motor nöronlardan gelen bilgilere ilaveten hareketler; kaslardan, tendonlardan, eklemlerden ve deriden kalkan özel duyu bilgi girdilerindeki değişimlerle ortaya çıkabilmektedir. Hareket ayarlamaları ve pürüzsüzlüğü ile ilgili olan bu geribildirimler doğrudan motor kortekse ve spinoserebelluma gönderilmektedir (**Şekil, 3**) (Brooks, 2010, syf-241-243).



**Şekil 3. İstemli Hareketin Nöral Kontrolü (Brooks, 2010; syf-242).**

### **Aksiyal ve Distal Kasların Motor Kontrolü**

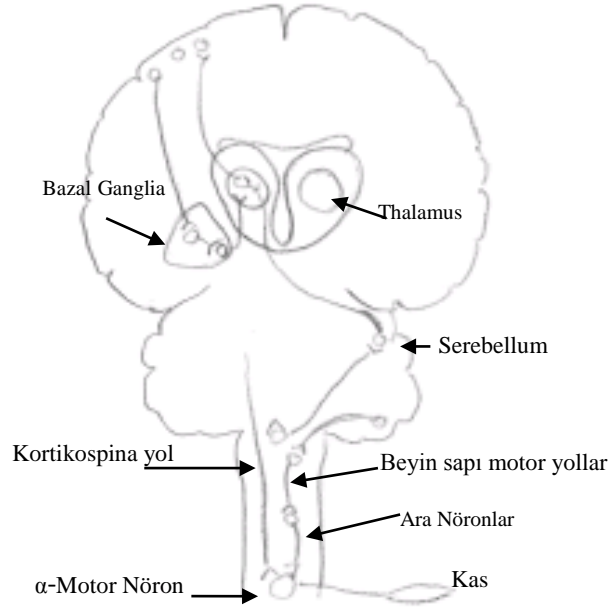
Distal kaslar, ince motor beceri gerektiren hareketlerin gerçekleştirilmesi sırasında, aksiyal (proksimal) kaslar ise vücut pozisyonu ve postürün düzenlenmesine katılan kaslardır. Bir hareketin istenilen düzeyde, güçte ve yumuşaklıkta yapılabilmesi distal ve aksiyal kasların son derece koordine ve uyum içinde kasılması ile gerçekleşmektedir. Kasların kasılma gücü, süresi, şiddeti ile ilgili son bilgiyi kaslara getiren motor nöronlar “alt motor nöron” lar olarak adlandırılmaktadır. Alt motor nöronlar medulla spinalisin ön boynuzunda ve kranial sinirlerin nükleuslarında yerleşmişlerdir (Şekil 4).



**Şekil 4. Alt Motor Nöronların Medulla Spinalisdeki Yerleşim Alanlarının Şematik Gösterimi**

Alt motor nöronlar, gerek üst motor nöronlardan gerekse, çalışmasını düzenlediği kasın duyu reseptörlerinden 5-10 bin farklı bilgiyi üzerlerinde toplayarak kasa son kasılma emrini götürür. Bu nedenle alt motor nöronlara “Son Müşterek Yol” denilmektedir (Şekil 5).



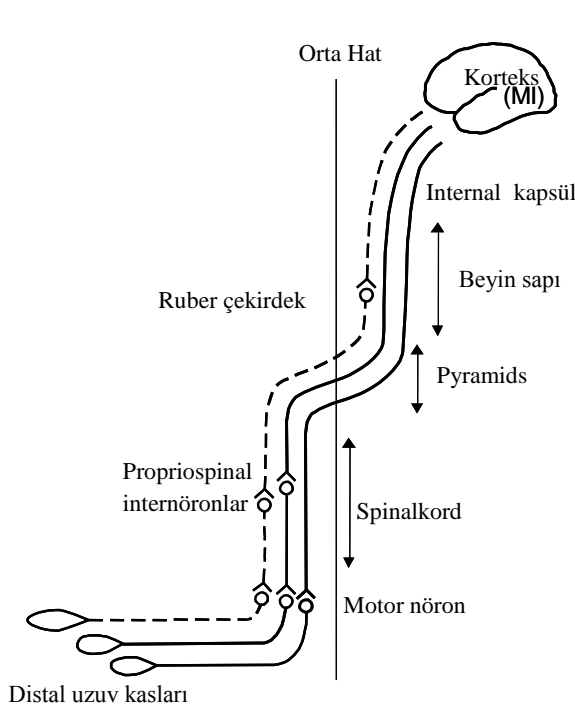


**Şekil 5.  $\alpha$ -Motor Nöron ve Son Müşterek Yolun Şematik Gösterimi**

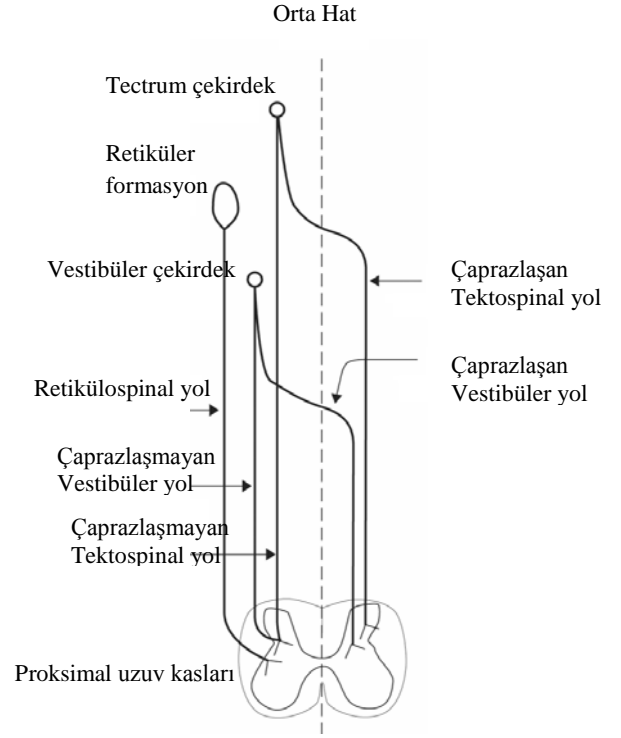
İstemli bir hareket daima o harekete uygun postür düzenlemesi ile istenilen kalitede oluşturulabilir. Bu nedenle üst merkezler bir hareket sırasında hem distal hem de aksial kaslara bilgi gönderirler (istemli hareketlerin yapılması distal kaslarla, postür hareketlerinin yapılması ise aksial kas kasılmaları ile gerçekleşmektedir). Distal kasların alt motor nöronları ile bağlantı kuran inen yollar lateral yollardır. Ventral-medial inen yollar ise aksial kasların alt motor nöronlarına bilgi gönderirler (Şekil 6). Bu bağlamda, lateral kortikospinal yol ve beyin sapındaki n. Ruber' e ait inen yollar distal kasların motor nöronlarına emir gönderirler (Riddle ve Baker, 2010). Ventral kortikospinal yol ve beyin sapından inen vestibulospinal, tektospinal ve retikulospinal yollar aksial kasların alt motor nöronları ile bağlantı kurarlar (Şekil 7) (Latash, 1998, syf; 145-151; İlyay ve ark., 2002; Brooks, 2010; syf-241-243).

## Motor Birim ve Devreye Girme Prensibi

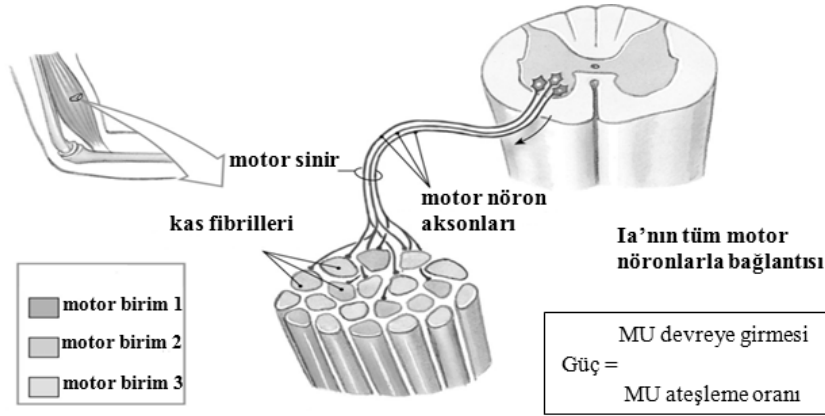
Omurilik ön boynuzunda yerleşik tek bir alfa motor nöron, bu nöronun aksonu ve onun innerve ettiği kas liflerinden oluşan fonksiyonel birim “Motor Birim” (MB) olarak isimlendirilmektedir.



Şekil 6. Lateral Kortikospinal Yol  
(http-2)



Şekil 7. Ventral Kortikospinal Yol  
(http-2)

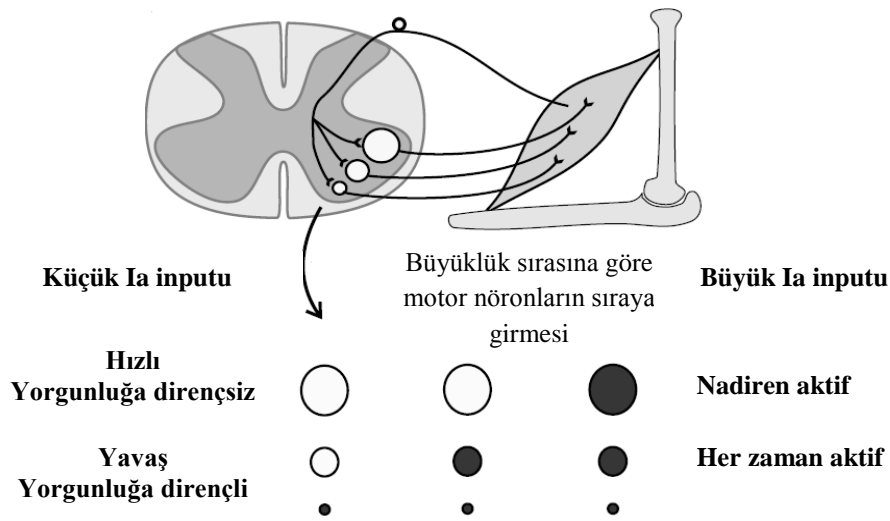


Şekil 8. Motor Birim ve Temel Komponentlerinin Şematik Sunumu  
(Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings).

Kasların motor birimlerini oluşturan motor nöronların, gövde büyüklüklerine ve aksonlarının çaplarına göre uyarılma eşikleri değişiklik göstermektedir. Büyük motor nöronlar daha büyük gövdeye ve daha kalın akson çapına sahipken, küçük motor birimler ise daha küçük gövdeye ve daha ince akson çapına sahiptir. Bir kas

kasılmaya başladığında kasılmanın en başında daha küçük motor birimler ateşlenerek, depolarizasyon eşiklerine daha büyük motor nöronlardan önce ulaşmaktadırlar (Hodson-Tole ve Wakeling, 2009; Prashanth ve Chakravarthy, 2007). Kasılma arttıkça büyük motor nöronlar da hücre gövdelerinin büyüklüklerine göre devreye girmektedir (Prashanth ve Chakravarthy, 2007; De Luca ve ark., 2011) (**Şekil 9**).

Motor birimlerin devreye girme prensibi “Size Prensibi” (büyüklük prensibi) olarak bilinmektedir. Motor birimlerin büyüklüklerine göre devreye girmesi, pürüzsüz güç artışını kolaylaştırmakta ve motor birimler devreye girdikçe orantılı olarak güç artışını sağlamaktadır (Akazaw ve Kato, 1990; Hodson-Tole ve Wakeling, 2009; Prashanth ve Chakravarthy; 2007).

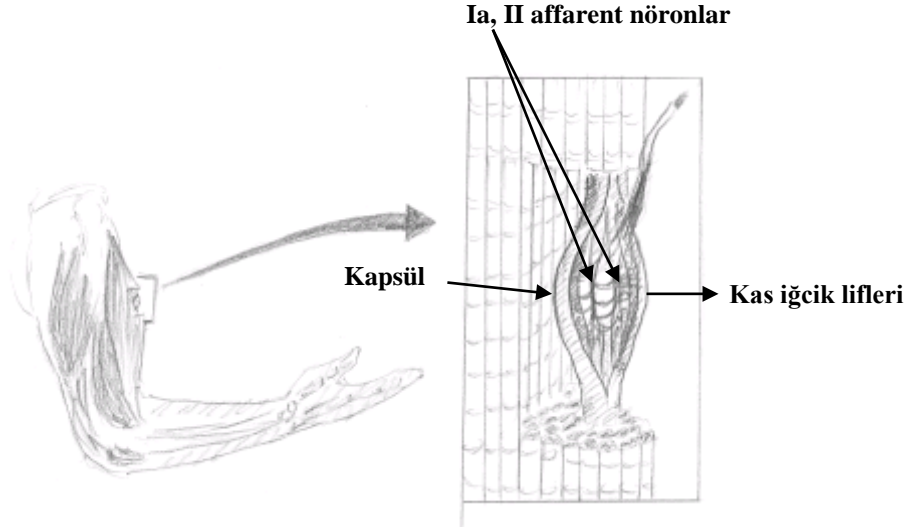


**Şekil 9. Motor Birimlerin Devreye Girme Prensibinin Şematik Gösterimi**

Tek bir motor birimin ateşleme oranı ve büyüklüğü insan kaslarında ölçülebilmekte ya da tahmin edilebilmektedir. Büyüklük prensibi, okçulukta elit düzeye ulaşabilmek için istenilen kassal kasılma-gevşeme stratejisinin kazandırılmasının esasını oluşturmaktadır. Ayrıca, bu prensip doğrultusunda okçu, agonist ve antagonist kas aktivitesi hakkında geribildirim alarak, hareket evreleri sırasında kassal kasılma-gevşeme stratejisini kavrayarak hareketi uygulayabilir ve böylece pürüzsüz bir atış performansı sunabilir.

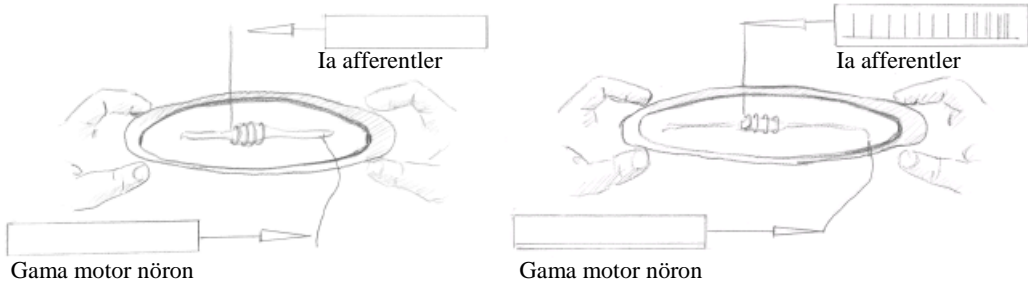
#### **Kasların Kasılmasında Alfa-Gama Motor Nöronun Birlikte Aktivasyonu**

MSS, gerçekleştirilen hareket hakkında sürekli olarak geri bildirim almaktadır. Bu geri bildirim kasların uzunluk ve gerimlerindeki değişim miktarı ile ilişkilidir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2007). Kas içcikleri (duyu reseptörü) kasların boyları ile ilişkili değişimleri, Ia (Primer) ve II (Sekonder) afferent nöron grupları aracılığıyla medulla spinalise iletmektedirler (**Şekil 10**) (Trew ve Everett, 2010).



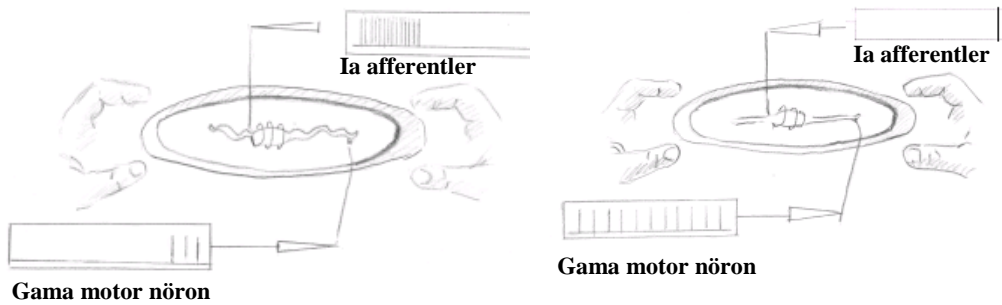
**Şekil 10. Duyu Reseptörlerinin Şematik Gösterimi**

Kas iğcik lifleri ve kasta kasılma işlevi gören lifler birbirlerine paralel yerleşmişlerdir. Bu nedenle, kas liflerinin boyu uzadığında iğcik lifleri gerginleşmekte ve kendilerine bağlı olan Ia ve II afferent nöronlarında aksiyon potansiyeli çıkışına neden olmaktadır (Şekil 11) (Trew ve Everett, 2010).



**Şekil 11. Ia ve II Afferent Nöronlarından Aksiyon Potansiyeli Çıkışının Şematik Gösterimi**

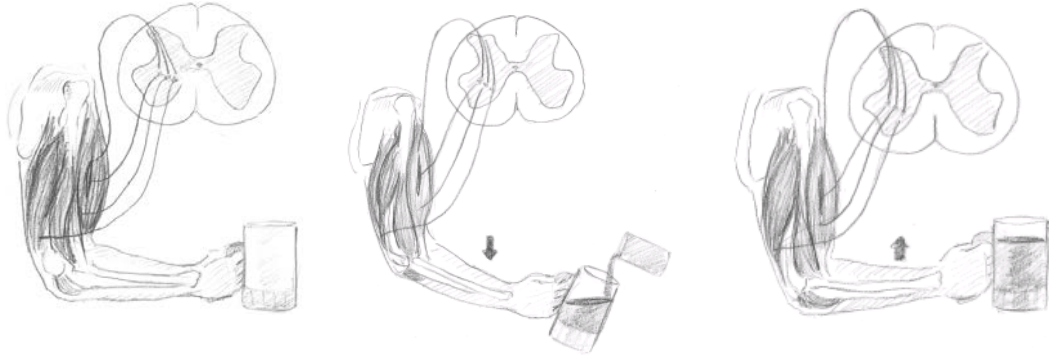
Bu duysal lifler, medulla spinalisin arka kökünden girerek oluşan bilgiyi alfa motor nörona aktarırlar. Alfa motor nöron, bilgiyi aynı kasa götürerek kasta kasılmaya neden olur. Kas kasılması sırasında, kasın boyunun kısılmasına bağlı olarak kas iğciği gevşemektedir (Şekil 12).



**Şekil 12. Kas kasılması sırasında kas iğciği değişimleri ve gama motor nöron aktivasyonunun şematik gösterimi**

Kasın boyunun kılmasına bağlı olarak kas iğiğinde meydana gelen gevmeme, afferent nronların aksiyon potansiyeli ıkıramaz hale gelmesine neden olmaktadır ve kas gevmektedir. nk iğiğin duyarlığı, kas boyundaki uzamaları algılama yönündedir. Eğer kasın kılmasının devam etmesi gerekiyorsa, kas iğiğinin gerginliğinin kasın boyunun kılmasına uyum sağlaması gerekmektedir. Bu uyumda ancak iğiğin iki ucundan kılabilirliğini sağlayan gama motor nronların (İğiğin motor nronu) aktivasyonu ve devreye girmesiyle olmaktadır (Şekil 13). Bu durum, refleks kılmalarn ortaya ıkmasına neden olmaktadır. Bu mekanizma ile normal dinlenim kas uzunluğunu ve gerim durumunu ya da kas tonusunu ortaya ıkarmaktadır (Fox ve ark., 2004).

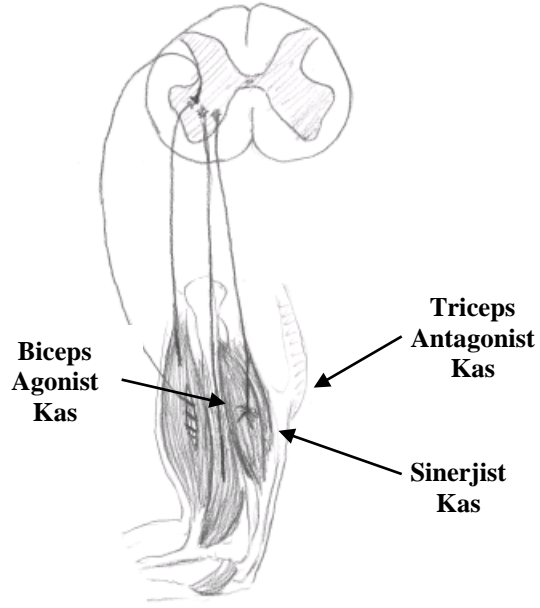
Kasların sürekli kılmasını gerektiren hareketler sırasında (rneğin, bir yükün taşınması sırasında), st motor nronlar alfa ve gama motor nronları yaklaşık olarak paralel aktive ederler (eş zamanlı uyarırlar). Alfa-gama ko-aktivasyon olarak ifade edilen bu döngü ile kas iğiğinin duyarlığı otomatik olarak sağlanıp sürdürülür (Trew ve Everett, 2010).



**Şekil 13. Bir Yükün Taşınması Sırasnda Alfa-Gama Ko-Aktivasyonun Şematik Gösterimi**

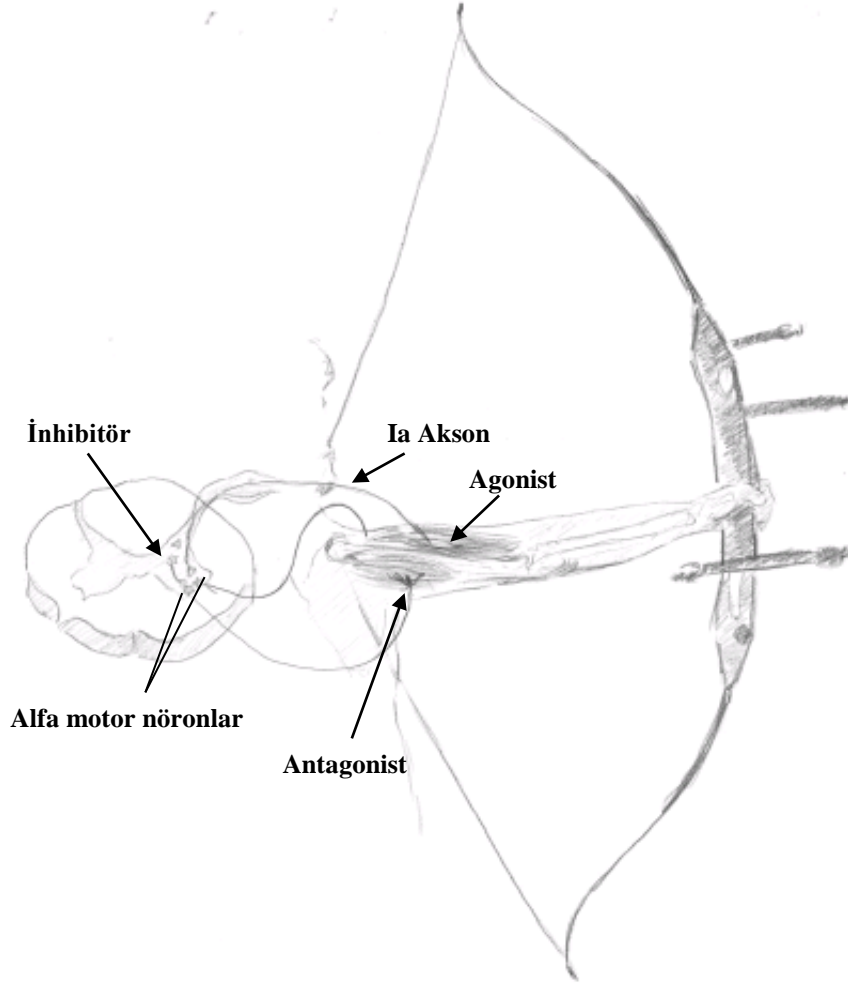
#### **Resiprokal İnnervasyon (İnhibisyon: Agonist-Antagonist Uyumu)**

Hareketler sırasında kaslar agonist ve antagonist çiftler halinde çalıŐırlar. Hareketlerin yapılması sırasında ana kuvveti sağalayan kasa agonist kas denir. Örneğin bileğin fleksiyon sırasında agonist kas biseps kasıdır. Agonist kasa karşı koyan kasa ise antagonist denilmektedir (Şekil 14) (Fox ve ark., 2004).



**Şekil 14. Agonist-Antagonist-Sinerjist Kasların Şematik Gösterimi**

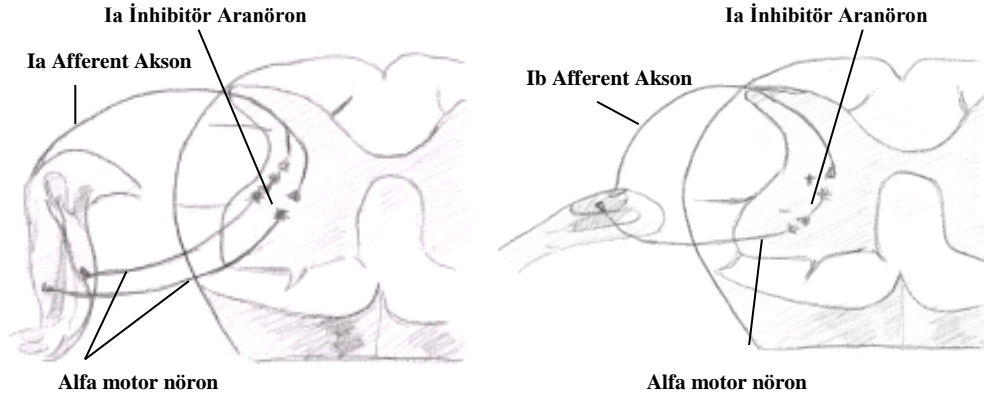
Örneğin belirli bir eklem açısında gerçekleştirilen hareketlerde fleksörler ve ekstensörler agonist ve antagonist olarak görev almaktadırlar. Hareketler sırasında agonist kaslar kasılırken antagonist kaslar gevşemektedir. Bu süreç “Resiprokal İnhibisyon” (İnhibisyon: Agonist-Antagonist Uyumu) devreye gerçekleştirilmektedir (Şekil 15) (Fox ve ark., 2004).



### Şekil 15. Resiprokal İnhibisyon Devresinin Şematik Gösterimi

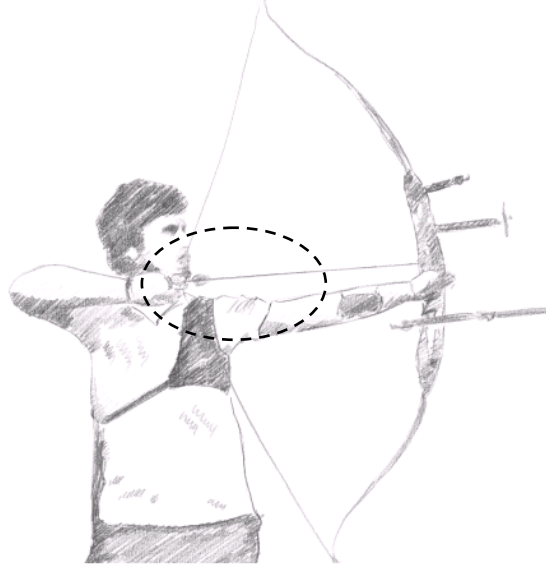
Bu agonist antagonist kaslar arasındaki inhibisyon, medulla spinaliste yerleşmiş bulunan Ia ve Ib inhibitör nöronlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bu inhibitör ara nöronlar, kaslardan gelen duyuşal bilgiler (kas iğciğı ve golgi tendon organı) doğrultusunda aynı kasın alfa motor nöronuyla bağlantı yaparlar.

Kas iğciğinden gelen duyuşal bilgiler, Ia inhibitör ara nöronla, golgi tendon organından gelen bilgiler Ib inhibitör ara nöronla bağlantı gerçekleştirmektedir (Şekil 16) (Fox ve ark., 2004).



**Şekil 16. Ia ve Ib İnhibiör Ara Nöron Bağlantılarının Şematik Gösterimi**

Bu çalışmada, ok atışının gerçekleştirilmesi sırasında, M. Ekstansör Digitorum Communis (MEDC) kası ekstansör, M. Digitorum Superficialis (MDS) ise fleksör görevini gerçekleştirmektedir. İstenilen atış tekniğinin gerçekleştirilmesinde yukarıda ifade edilen agonist-antagonist uyumunun kazandırılması okçuların, çekiş kolu kaslarındaki doğru kassal kasılma-gevşeme stratejisinin kaynağını oluşturmaktadır (Şekil 17).



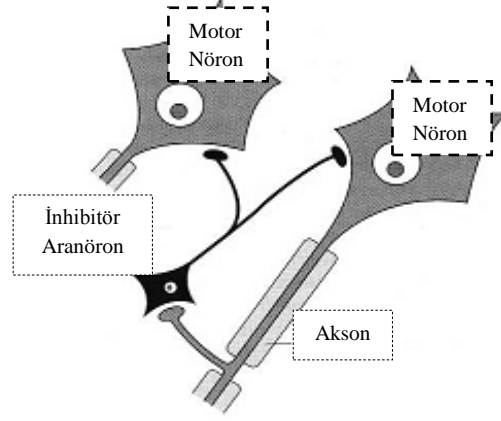
**Şekil 17. Ok Atışının Gerçekleştirilmesi Sırasında Ekstansör ve Fleksör Kasın Gösterimi**

#### **Agonist Antagonist Kasların Birlikte Aktivasyonu (Ko-aktivasyon: Rekürrent İnhibisyon)**

Genel bilgi doğrultusunda, yapılan hareketler sırasında antagonist kaslar inaktif durumdadır. Ancak, sonraları medulla spinalis deki başka bir ara nöron olan renshaw (Ko-aktivasyon: Rekürrent İnhibisyon) hücrelerinin uyarılması, antagonist kasın agonist kasla aynı anda aktive olmasına neden olmaktadır. Agonist ve antagonist kasın aynı anda aktive olması “Agonist-Antagonist Ko-Aktivasyon” olarak tanımlanmaktadır (Levenez ve ark., 2005; Bazzucchi ve ark., 2007; Kuitunen, 2010).



Rekürrent inhibisyon, rensaw inhibitör ara nöronların alfa motor nöronların uyarılmasıyla ortaya çıkan bir yoldur. Motor nöronlar, akson kolleteralleri ile rensaw hüresini uyarırlar ve rensaw hüresi resiprokal devredeki inhibitör ara nöronu inhibe ederek agonist ve antagonist kasın aynı anda kasılmasına neden olurlar (Şekil 18) (Bazzucchi ve ark., 2007).



**Şekil 18. Agonist-Antagonist Ko-Aktivasyonun Şematik Gösterimi**

Ko-aktivasyon, istemli kasılma sırasında meydana gelen antagonist kas aktivitesidir. Sıklıkla ko-aktivasyon ve ko-kontraksiyon olarak ifade edilmektedir (Bazzucchi ve ark., 2007).

Ko-aktivasyon aynı eklemde çaprazlaşan agonist ve antagonist kasların eş zamanlı aktivitesi ile belirlenmektedir ve eklemdeki stiffness (uygulanan yük altında kasın uzunluk artışına direnci)'in artmasına neden olmaktadır. Tek bir eklem stiffness'ı tüm kaslar, ligamentler ve eklemi çaprazlayan diğer yapılar tarafından belirlenmektedir (Kuitunen, 2010).

Kas ko-aktivasyonu eklem stiffness ve stabilitesini arttırdığı için hızlı hareketler sırasında yavaş hareketlere göre daha büyük ko-aktivasyon meydana gelmektedir. Belirli miktardaki ko-aktivasyon eklem stabilitesinin sağlanması açısından özellikle kompleks ve hızlı hareketlerde gereklidir (Folland ve Williams 2007). Bu bağlamda ko-aktivasyon; (1) yeni bir becerinin öğrenilmesi sırasında, (2) birden çok eklem dahil edildiği kompleks aktiviteler gerçekleştirilirken ve (3) sağlıklı bireylerde kullanılan göreve-özü motor kontrol stratejilerinde normal olarak kabul edilmektedir. Ko-aktivasyon zor koşullar altında belirli görevlerin gerçekleştirilebilme yeteneğini artırırken, ancak aşırı aktivasyon, hareketin bozulmasına neden olmaktadır. Kassal ko-aktivasyonun derecesi, gerçekleştirilen aktivitenin gereklerine ve bireyin göreceli yeterliliklerine bağlıdır. Effektör organın optimum kullanımının gerçekleştirilebilmesi için kas aktivasyon kalıbı MSS içinde modifiye edilmektedir.

Gerçekleştirilen araştırmalarda antrenmanın, daha yüksek kuvvet ve daha düşük ko-aktivasyona neden olduğu vurgulanmaktadır (Hakkinen ve ark., 1998). Ko-aktivasyon yeni bir becerinin öğrenilmesi sırasında artmakta, öğrenme ilerledikçe azalmaktadır. Ko-aktivasyon düzeyindeki bu azalma rekürrent aktivite ile gerçekleşmektedir (antrenman, günlük aktiviteler).

Alternatif bir hipotez Nielsen ve Kagamihara (1993) tarafından ortaya atılmıştır. Bu hipoteze göre, spesifik bir merkezi programın olduğu ve bu programın ko-aktivasyon sırasında reciprokal yolağın internöronlarını (en azından bir bölümünü) inhibe ettiği yönündedir. Bu durum ise antagonist kasların motor nöronlarının eksitabilite artışı ile sonuçlanmakta ve böylece ko-aktivasyona yol açmaktadır. Yorgunluğa neden olan kasılmalar sırasında, agonist kasın performansının engellenmemesi için sinir sistemi tarafından ko-aktivasyon sürekli olarak ayarlanmaktadır. Devam eden kasılma evreleri sırasında ko-aktivasyondaki azalma görevin gerçekleştirilmesinde başarısızlığa neden olmasının yanı sıra eklem stabilitesinde bir azalma da bu duruma eşlik edecektir. Aksine, artan ko-aktivasyonun yorgunlukla ilişkili olarak güç-ortaya çıkarma kapasitesinde artmaya da katkı sağlayabildiği ifade edilmektedir (Ebenbichler ve ark., 1998; Nielsen ve Kagamihara, 1993)

Bu bağlamda, öğrenen bireyler, görevi başarmak için gereksiz kassal aktivitenin ilerleyen inhibisyonu ile mevcut olan en ekonomik koordinasyon stratejilerini kazanmaktadır (Bazzucchi ve ark., 2007; Suzuki ve ark., 2001). Bu nedenle belli bir beceri düzeyine sahip sporcular gerçekleştirdikleri spor branşının içerdiği kas gruplarının düşük düzeydeki ko-aktivasyonu ile spesifik kassal aktivasyon paterni sergilemektedirler (Bazzucchi ve ark., 2007). Ayrıca, yüksek beceri düzeyine sahip sporcuların sedanter bireylerle karşılaştırıldığında farklı antagonist aktivasyon paternine sahip olduğunu kanıtlayan araştırmalar mevcuttur (Ertan ve ark., 2003; Bazzucchi ve ark., 2007; Cerrah ve ark., 2011; Onarıcı ve ark., 2010).

Çalışmamızda, acemi ve orta düzey okçuların EMG ölçümlerinde çekiş kolu fleksör ve ekstansör kaslarında ko-aktivasyon düzeyi elit okçulardan farklılık gösterebilir. Bu nedenle, elit okçu grubunun motor öğrenmeye bağlı olarak antrenman düzeyi dikkate alındığında, görevi başarmak için gereksiz kassal aktivitenin ilerleyen inhibisyonu ile spesifik kassal aktivasyon paternini kazanmış olması beklenmektedir.

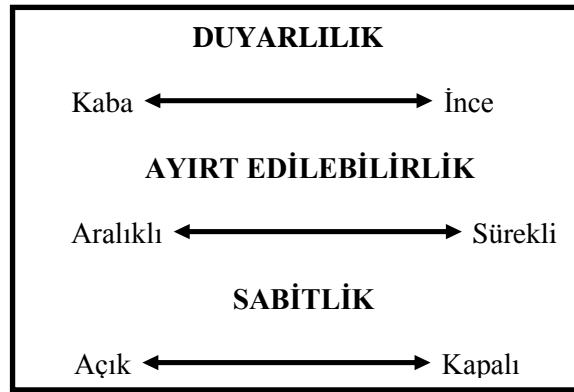
### **Resiprokal ve Ko-aktivasyon Biçimlerinin Fonksiyonel Önemi**

Herhangi bir çeşit fiziksel aktivitede optimal performans devreye giren kas gruplarının koordinasyonunu gerektirmektedir. Motor bir becerinin öğrenimi sırasında, bu koordinasyonun sağlanabilmesi için spinal kord daki nöronal devreler birtakım ayarlamalar yapmaktadır (Nielsen, 2004). Örneğin, ko-aktivasyon ile stiffness kontrolü sağlamaktadır. Ayrıca ko-aktivasyon sistemi, iki önemli fonksiyonu gerçekleştirmektedir: 1) Antagonist kasların ko-aktivasyonu diğer eklemlerde meydana gelen hareketleri destekleyerek, postural dayanak sağlamak zorunda olan eklemleri sabitleştirmek; 2) Stiffness'ı kontrol ederek postürde ya da bir eklem hareketinde tahmin edilemeyen tork dağılımının etkilerini ortadan kaldırmaktır. Bu bağlamda, antagonist kasların ko-aktivasyonu beceri öğreniminin erken evresinde önem taşımaktadır. Ancak, motor beceri öğrenimi ve yeni hareket dizilerinin kazanımı sırasında nöral devreler arasındaki

bağlantılarda birtakım değişimlerin olduğu ileri sürülmektedir (Monfils ve ark, 2005). Bu değişimler; kortikal sinaps sayısındaki, sinaptik kuvvetteki değişimleri içermektedir ve öğrenme arttıkça resiprokal inhibitör yolak devreye girmektedir. Motor öğrenme gerçekleştirilirken, resiprokal aktivasyon sistemi, somatosensör geri bildirim kusursuz kontrolü altında büyük olasılıkla düzgün, kontrollü eklem hareketi ve geri bildirim üretilmesinde ve eklem hareket kontrol sistemindeki uygun olmayan komutların ortaya çıkardığı hareket hatalarının büyüklüğünü azaltmada kullanılabilir (Donald, 1983). Bu nedenle, etkili resiprokal inhibisyon mekanizmasının, okçuluk gibi oldukça hızlı gerçekleştirilen spor aktiviteleri sırasında ve sprint, uzun ve yüksek atlama gibi spesifik kas gruplarının patlayıcı aktivasyonunu gerektiren aktiviteler sırasında önemli role sahip olabileceği ifade edilebilir.

### **Beceri ve Sınıflandırılması**

Antrenör motor beceri öğrenimini arttırmak için beceri çeşitlerini belirlemek, becerileri sınıflara ayırmak zorundadır. Stratejiler beceri çeşidine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle, antrenman oturumu ya da uygulama öncesinde beceri sınıflandırılmasının yapılması önem taşımaktadır. Magill (1998)'e göre üç önemli sınıflama sistemi bulunmaktadır; 1) hareketin duyarlılığı; 2) hareketin başlangıç ve bitiş noktalarının ayırt edilebilirliği; 3) çevrenin sabitliği (**Şekil 19**).



### **Şekil 19. Motor Becerilerin Sınıflandırılması**

Hareketin duyarlılığına yönelik yapılan sınıflama ince ve kaba motor becerileri kapsamaktadır. Kaba beceriler hareketin gereği olarak büyük kas gruplarının kullanılmasını gerektirir (yürüyüş, koşu, sıçrama vb.). İnce motor beceriler ise hareketin gerçekleştirilebilmesi için küçük kas gruplarını kullanmayı gerektirir (yazmak, çizmek vb.). İkinci sınıflandırma sistemi, hareketin başlangıç ve bitişinin belirginliği dikkate alınarak oluşturulmaktadır. Aralıklı becerilerin başlangıç ve sonu belirlenebilmektedir (ok atışı vb.). Diğer taraftan aralıksız beceriler süreklilik göstermektedir. Bu becerilerin başlangıç ve sonuç kısmı belirlenemez, ancak birey beceriyi gerçekleştirirken, beceri herhangi bir noktada durdurulabilir (bisiklete binme vb.). Üçüncü sınıflama sistemi çevrenin sabitliği ile ilişkilidir. Bu beceriler açık ve kapalı motor beceriler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çevrenin sabit olduğu beceriler kapalı beceriler olarak sınıflandırılmaktadır. Diğer bir değişle, bireysel katılımla hareketin başlangıcı kontrol edilir (örneğin serbest atış yapmak) (Adams, 1971; Magill, 1998). Açık beceriler değişen çevrede gerçekleştirilir. Kişi yanıtın başlangıcını kontrol edemez,

çünkü bu çoğunlukla rakiptir ve dışsal uyarının eylemine bağlıdır (basketbolda defans oynamak) (Schmidt, 1982).

### **Okçuluk**

Okçuluk sporu, üst vücut, özellikle de omuz kuşağı kaslarının kuvvet ve dayanıklılığını gerektiren statik bir spordur (Mann, 1984; Mann ve Littke, 1989; Ertan ve ark., 2003). Okçuluk becerisi ise oku verilen hedefe doğru bir şekilde atabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Leroyer, 1993; Ertan ve ark., 1996). Verilen bir hedefe ok atışı, verilen hedefin ortasına ok atışının yönlendirilmesini içerdiğinden bir motor beceri olarak düşünülebilir. Okçuluk motor becerisi, uygulama ya da geçmiş deneyimlerden dolayı ok atışı performansında kalıcı değişimleri gerektirmektedir.

Eğer birey okçuluk atış tekniğinde kalıcı değişimler yapmak istiyorsa ok atışının sabit parçalarını belirlemek zorundadır. Bazı araştırmacılar (Leroyer, 1993; Pekalski, 1990), atışı üç fazlı hareket olarak tarif etmektedir; duruş, çekiş ve nişan alma. Diğer taraftan, Nishizono (1987), atışı altı aşamaya bölmüştür; yayın tutulması, çekiş, tam çekiş, nişan alma, bırakış ve atışı devam ettirme. Bu aşamalar hareketlerin stabil sırasıdır ve motor kontrol ve beceri-edinimi çalışmalarında uygulanabilir.

### ***Okçuluk Becerisinin Sınıflandırılması***

Çekiş evresi sırasında, okçu uzattığı kolu ile yayı iter ve diğer kolu ile kirişi çeker. Kişi çekiş evresinin final pozisyonuna gelene kadar kirişi yüzüne yerleştirir (burnuna dudaklarına ve çenesine hafifçe değdirir). Tam çekiş pozisyonunda; okçu birçok görevi aynı anda başarmak zorundadır. Kişi hem nişan almalı hem de nişan pozisyonunu bozmadan kirişi serbest bırakmalıdır. Dolayısıyla, serbest bırakma evresi, çok iyi dengeyi ve okçuluk müsabakalarında istenilen sonucu başarabilmek için tekrarlanabilirliği gerektirmektedir (Leroyer, 1993; Stuart ve Atha, 1990; Keast ve Alliot, 1990; Ertan ve ark., 1999).

Okçuluk becerisinin sınıflandırılmasında öncelikle ok atış hareketinin duyarlılığına dikkat edilmelidir. Okçuluk becerisi atışın başarılı olabilmesi ya da kirişin serbestlenebilmesi için küçük kas gruplarının kullanılmasını gerektirdiğinden ince motor beceri olarak ifade edilmektedir. Okçu, ön kol kaslarının koordine edebilmek için klikir'in düşmesiyle ortaya çıkan işitsel uyarıya yanıt verir. Kirişi doğru bir şekilde serbestleyebilmek için ön kol ekstensör kaslarını kasmadan normal tonusunu korur, fleksör kaslarını gevşetir. Bu sırada omuz ve sırt kasları arasında da denge olmak zorundadır. Dolayısıyla, okçu istenilen sonucu başarabilmek için çekiş kolu ve yay kolu arasında itiş-çekiş dengesini ortaya koymalıdır.

Motor becerinin ikinci sınıflama yaklaşımı hareket diziliminin ayırt ediciliğidir. Okçuluk atış becerisi kesikli beceridir, başı ve sonu belirlenebilmektedir. Atış evreleri arasında açık bir sıra vardır. Duruşla başlar, serbest bırakma ile sonlanır.

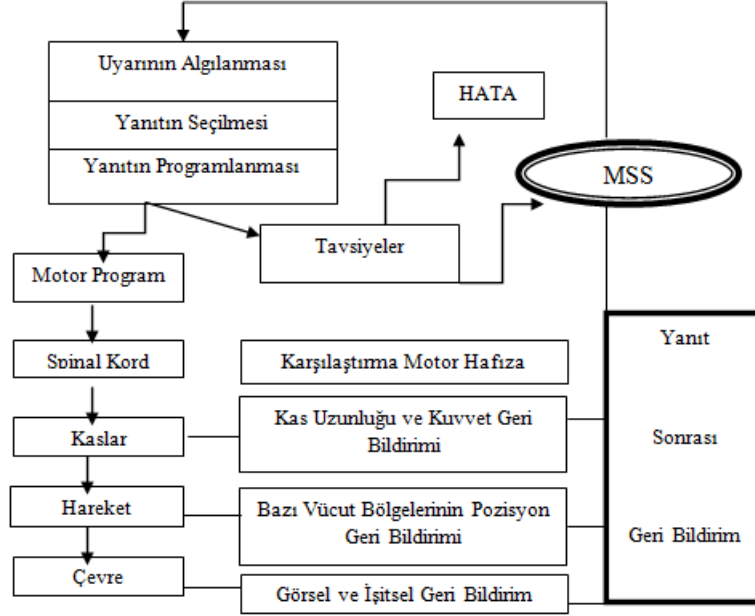
Motor becerinin son sınıflandırılması becerinin sabitliğine göre yapılmaktadır. Okçuluk kapalı motor beceri olarak sınıflandırılabilir. Ancak rüzgâr, yağmur gibi hava şartları okçunun kararını etkileyen çevresel faktörler olarak düşünülebilir. Ancak bunlar okçunun çekiş ya da serbest bırakma hareketini tam olarak etkilememektedir.



## Motor Öğrenme ve Motor Öğrenme Teorileri

Motor öğrenme, hareket kapasitesinde nispeten kalıcı değişimlere yol açan uygulama ya da deneyimlerle ilişkili bir dizi içsel süreçtir (Schmidt ve Lee 1999). Motor öğrenmenin, bireyin beceri edinimi sırasında farklı evrelere geçişinde devam eden bir süreç olduğu ileri sürülmektedir. Motor öğrenmenin prensipleri, yeni bir motor becerinin edinimini kolaylaştıran antrenman faktörleri hakkında klinisyenlere ve araştırmacılara bilgi sağlamaktadır.

Motor beceri öğrenimi ile ilişkili birkaç teori yaklaşımı sunulmaktadır. Addam's "Kapalı Döngü Teorisi"nde (Adams 1971, Adams 1987) bireyin uygulamasının doğruluğu ile ilişkili dönüt verilmesi gerektiği ve bireyin hareketindeki gelişimin, kişiye verilen dönütü kullanma kapasitesindeki artışın bir sonucu olduğu ifade edilmektedir. Adam's in kapalı döngü teorisi genellikle yavaş, bilinçli davranış kontrolünün açıklanmasında, geribildirim kullanımında, hareket hata bildirimini ve düzeltilmesinde kullanılmaktadır (Şekil 20).



Şekil 20. Kapalı Döngü Sistemine Dayanan Motor Kontrol (Schmidt, 1991).

Schmidt'in "Şema Teorisi"nde (Schmidt, 1975; Schmidt, 2003) yavaş hareketlerin geribildirim temelli olduğu, fakat hızlı hareketlerin ise program temelli ve planlanmış olduğu ileri sürülmektedir. Şema teorisine göre bir konunun öğrenilmesi ile yeni hareketlerin ortaya çıkarılmasına izin verilen kurallar (şemalar) geliştirilebilir.

Dinamik sistem bakış açısına göre insan hareket sistemlerinin karşılıklı iletişim ağı oldukça komplikedir ve hareket dizilimleri bu sistemlerdeki genel olarak kendini örgütlenme süreci ile ortaya çıkmaktadır (Newell ve ark., 1991; Kelso, 1995; Schmidt ve Fitzpatrick, 1996). Dinamik sistem teorisi duyuşal-algı sistemi ile motor kontrol sistemi arasındaki etkileşimdeki çevresel bilgi rolünü vurgulamaktadır, bu nedenle geribildirimden bahsetmenin daha az önemli olduğunu düşündürmektedir (Magill, 1994).

Bir okçuluk yarışmasında yüksek puan alabilmek için dengeli ve tekrar edilebilir hareketler ortaya konulmalıdır (Nishizono, 1987). Çalışmamızda ok atışı yavaş gerçekleştirildiğinden planlı kapalı beceri uygulaması olarak düşünülmektedir. Hatalar ortaya çıkarılabileceği için düzeltmeler yapılabilmektedir. Ayrıca, isabetli ok atışı sırasında çevre sabit ve tahmin edilebilir olduğu için atıcıların çevrenin dinamik özelliklerine adapte olmaları gerekmemektedir.

### ***Motor Öğrenme Evreleri***

Motor beceri edinimi üç uygulama evresi ile ifade edilebilir: (1) biliş evresi, (2) ilişkilendirme evresi ve (3) otonomi evresi (Fitts ve Possner, 1967). Öğrenmenin amacı bu evreler sayesinde beceriyi giderek otomatik hale getirmektir.

Bilişsel evrede öğrenen kişi becerinin üzerine yoğunlaşır. Öğrenen kişi problemi çözmek için birçok farklı yol denediği için bu aşamada oldukça fazla hata yapar. Bu nedenle, bu öğrenme evresi boyunca bilgilendirmelerin kullanımı, modellerin ve artan geribildirim kullanımı özellikle yararlıdır (Schmidt ve Lee, 1999). Bilgilendirmeler önceki öğrenilmiş görevlerin arasındaki parçaların benzerliğini görmesine yardımcı olabilir ya da görsel modeller arzu edilen hareket dizisi hakkında öğrenen kişiye bilgi sağlayabilir.

İlişkilendirme evresinde öğrenen kişi uygulama hatalarını ortaya çıkarabilir ve düzeltebilir. Öğrenen kişi performansını düzeltebilmek için becerinin parçaları üzerine yoğunlaşır. Kişi becerilerini daha kesin ve usta hale getirdiği için performansının daha tutarlı ve etkili olduğunu da kanıtlar. Bu aşamada “geri bildirim ve bilgi vermeler” daha kesin olmalıdır (Schmidt ve Wrisberg, 2000).

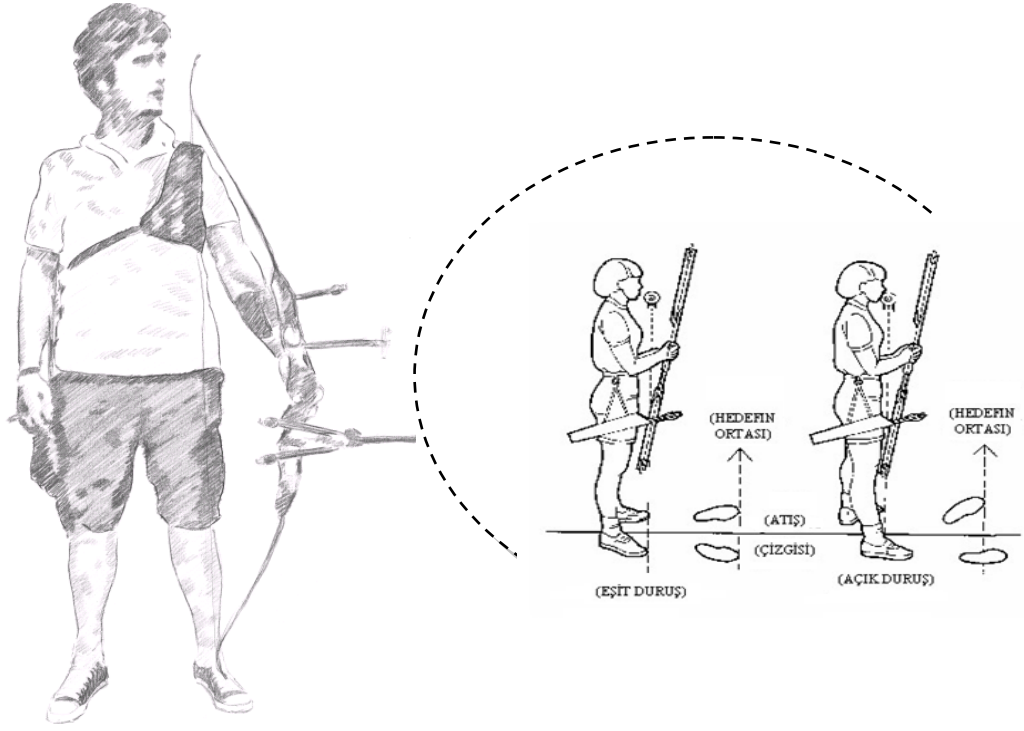
Otonomi evresine gerçekleştirilen yoğun denemelerden sonra ulaşılır. Bu evrede, öğrenen kişi beceri üzerine yoğunlaşmaz ve hareketin kendisine çok fazla dikkat toplamadan beceriyi gerçekleştirebilir. Bu evrede uygulayıcı küçük hatalar yapabilir ancak bu hataları fark ederek düzeltmek için optimal performans ortaya çıkarır. Bu evre sırasında performans iyileşmelerini ortaya çıkarmak biraz zordur, kişi kapasitesinin sınırına ulaşır. Performans otomatikliğin artmasıyla karakterize oldukça, öğrenen kişiye hareketin diğer formlarını ya da stillerini gerçekleştirmesine izin verilir (Schmidt ve Lee, 1999).

### **Ok Atışının Teknik Analizi**

Ok atma hareketinin analiz edildiği çalışmalarda, vücut yapısının okçuluk sporu için anatomik avantaj sağlayacağı öngörülmektedir. Bu nedenle okçulukta atış için; duruş, yayın tutulması, çekiş, tam çekiş, nişan alma, bırakış ve atışı devam ettirme aşamalarının biyomekaniği önem taşımaktadır (Ertan, 2003).

#### ***Duruş***

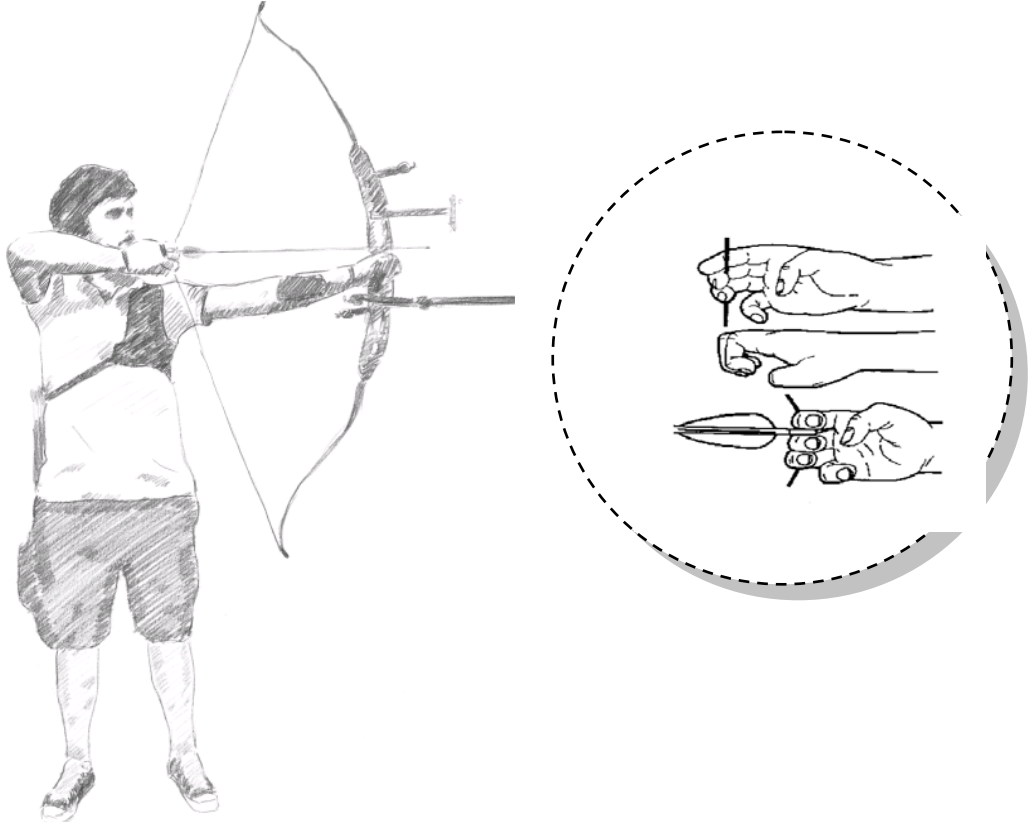
Deneğin, rahat ve sakin bir pozisyonda, ayakları atış çizgisinin her iki yanında, dik duruşu ile başlar. Ayaklar omuz genişliği kadar açık ve vücut ağırlığı her iki ayakta ve ayağın topuğu ile parmak uçlarına eşit dağıtılır. Bu vücudu sabit tutacak ve vücuda denge sağlayacaktır (**Şekil 21**).



**Şekil 21. Ok Atışı Duruş Pozisyonu**

### **Çekiş**

Dayanak noktası, elin çenenin üzerine yerleştiği ve kirişin yüze değdiği yerdir. İşaret parmağın çenenin altına yerleşmiş olması son derece önemlidir. Ayrıca kiriş burnun ortasına gelmelidir ve dudağın kenarından geçerek çeneye temas etmelidir. Pozisyonlardaki herhangi bir farklılık yayın oka uygulayacağı gücü etkileyecektir (Şekil 22).



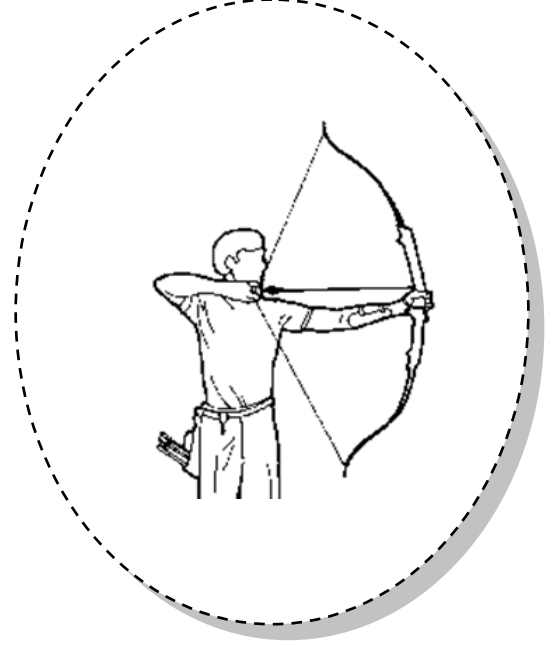
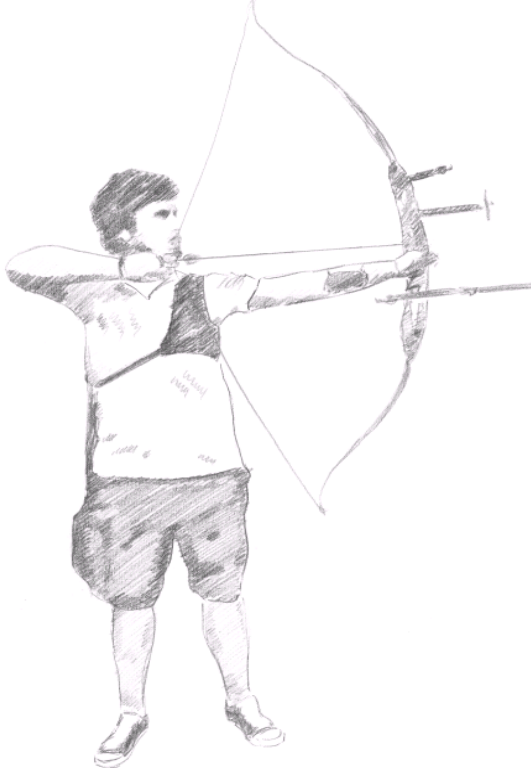
**Şekil 22. Ok Atışı Çekiş Pozisyonu**

### ***Tam Çekiş ve Nişan Alma***

Tam çekiş, gerginliğin sırt kaslarında korunduğu yerdir ve yayı tutan kol, nişan alma iğnesini hedefin ortasına hizalamak için, hareket ettirir. Hedef alma iğnesi hedefin ortasına geldiğinde ipin hizası kontrol edilmelidir. İpin hizası, kirişin, yayın ve hedef alma iğnesinin hizasıdır (Şekil 23).

Nişan alma süresince okçu sağ dirseğini belirli bir pozisyonda sabit bir şekilde tutar. Dirsek eklemi bırakış sonrasında kadar bükülüdür. Çekiş kolunun geriye doğru çekiş kuvveti, yani kirişe uygulanan kuvvet okun bırakılışıyla aniden biter. Yay kolunu sırta ve scapulaya bağlayan ayrıca nişan alma sürecinde aktif olan kaslar okun bırakılış anında kuvvetlerini azaltmada başarısız kalırlarsa veya kasların kuvveti aksi yönde uygulanan kuvvet tarafından kurulan dengeyi karşılayamazsa yay kolunu geriye doğru savuracaktır. Bu durum yay kolu dirseği ve el bileğini ekstansiyonda tutan kaslar için de geçerlidir (Kolayış, 2007)

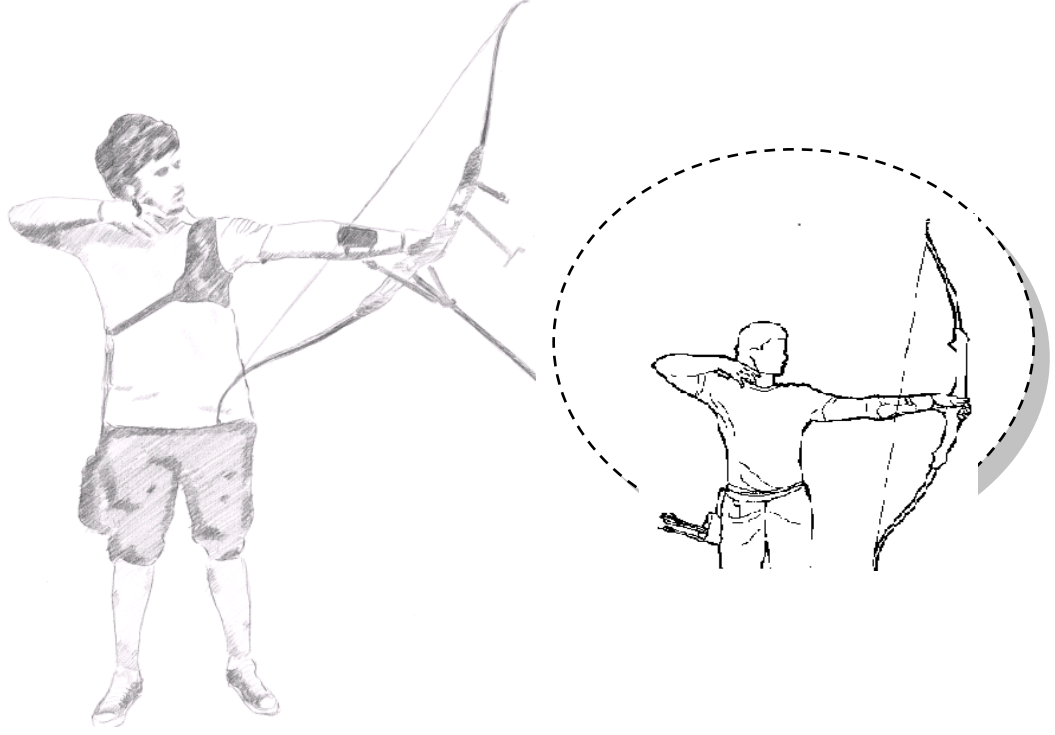




**Şekil 23. Tam Çekiş ve Nişan Alma Evresi**

### *Serbestleme*

Kirişin bırakılışı sıralamadaki en kritik adımdır. Serbestleme aşamasında aynı anda yapılması gereken iki görev vardır. Nişan almak ve hassas bir itiş çekiş kontrolü yapmak. Oku doğru şekilde serbest bırakmak için, kirişi tutan parmakların, kirişin parmakların üstünden kaymasına izin vermelidir. Her üç parmakta aynı anda serbest bırakmalıdır. Bu kirişin parmaklardan en az sapmayla çıkmasına sebep olacaktır. Bırakma doğru yapıldığında, sırt kasları kolu geriye doğru çekerken el geriye doğru hareket etmelidir ve parmaklar boyunun yanında rahat pozisyona gelmelidir. Parmak kaslarını bükmek kirişi yanlara doğru saptıracaktır. En son aşamada çekiş kolu horizontal fleksiyon ve/veya adduksiyon hareketi ortaya koymaktadır. Bu arada kirişin itmesiyle ok yayı terk etmektedir (Şekil 24) (Leroyer,1993).



**Şekil 24. Ok Atışı Serbestleme Pozisyonu**

***Serbestlemenin Devam Ettirilmesi***

Hareketi sonuna kadar yapmak yayı tutan kolun pozisyonunu, ok hedefe isabet edene kadar korumaktır. Ok serbest kalana kadar yayın herhangi bir hareketi oku hareket ettirecektir. Yayı çeken el ok bırakıldıktan sonra geriye doğru çekilirken, kafanın ve vücudun pozisyonu sabit kalmalıdır (Şekil 25).



**Şekil 25. Serbestlemenin Devam Ettirilmesi**

### **Okçuluğa Özgü Reaksiyon Zamanı**

Reaksiyon zamanı (RZ); uygun sensör organın uyarılabilmesi (görsel, işitsel, taktil) uyarının beyinde sinir yollarına aktarılması ve aktive edilecek olan kasa geri dönmesi için gerekli süreyi içermektedir. RZ'nın büyük bir kısmında EMG sessizdir; parmak kaslarına henüz komutun ulaşmadığının bir göstergesidir (Schmidt, 1991). Bu latent periyot uyarının duyuşsal organlarla merkezi sinir sistemine ve cevabın kaslara iletildiği süreçtir (Latach, 1998).

Kas RZ'nın sonlarına doğru aktive edilir buna karşın 40-80 milisaniye hareket oluşmaz. Uyarıyla ilk kassal kasılma aralığı EMG kayıtlarında premotor RZ olarak ifade edilir ve merkezi sinir sistemi sürecini temsil ettiği düşünülür. EMG kayıtlarındaki ilk değişiklik ile parmak hareketi arasındaki süreç motor RZ olarak ifade edilir ve kasın kendi süreçleriyle ilgili aralığı temsil eder. Hareket zamanı (HZ) genellikle cevabın başlangıcı (RZ'nın sonu) ile hareketin tamamlanması arasındaki süreç olarak tanımlanır. RZ ve HZ'nın toplamı "Tepki Zamanı" olarak tanımlanır (Schmidt, 1999).

Kiriş klikir adı verilen ve tam çekiş boyuna ulaşmak için kullanılan aletten sesli bir uyarı geldiği anda bırakılır (Leroyer ve ark., 1993). Bu devre sayesinde her bir ok için sabit bir çekiş mesafesi ve standart bir bırakış yapılabilir. Okçu klikir'e çok çabuk cevap vermek zorundadır. Bu sebeple, özellikle önkol ve kiriş çeken parmak kaslarında tekrarlı bir kasılma ve gevşeme stratejisi geliştirilmelidir.

Okçulukta klikir'in düşüşü uyarı olarak tanımlanır. Klikir'in düşüşü ve EMG kayıtlarındaki ilk yüksek veri arasındaki süreç RZ olarak düşünülebilir. Böylece uyarı (kikirin düşüşü) ve tepki kas aktivitesi arasındaki zamana karar verilebilir (Ertan ve ark. 2005).

### **Ok Atışı ve Devreye Giren Kas Grupları**

Gerçekleştirilen çalışmalarda kirişin serbestlenmesi sırasındaki ön kol kaslarıyla ilgili kasılma-gevşeme stratejisi, farklı beceri seviyesine sahip sporcuların EMG kayıtları gözlenmiş ve çalışılmıştır. Ertan ve ark. (2003), kas gruplarının aktivasyon stratejilerini, sırt kasları, omuz kemeri kasları, ön kol ve parmak kasları şeklinde sınıflamışlardır.

### M. Upper Trapezius (MUT)

**Hareket:** Skapulanın adduksiyonu, yukarı rotasyonu, elevasyonu ve başın yana eğilmesi.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Trapezius kasının üst fibrilleri; oksisipital kemikten (kafatası) nuchae ligamenti, eksternal oksisipital protuberance' dan orijinlenir. Claviculanın arka dış yüzünün üçte birinde ve scapulanın üst sınırında sonlanır.

**İnnervasyon:** C-3 (servikal-3) ve C-4 (servikal-4) spinal sinirlerin ventral rami duyuşal sinirler aracılığıyla C-3, C-4 myotome.

**Elektrot Yerleşim Yeri:** Elektrot, üst trapezius'un fibrillerine paralel (başlangıç ve sonlanma yeri) olacak şekilde, omuz çıkıntısı boyunca, C-7 (servikal 7) ve acromion arasına yerleştirilir. Kas palpe edilerek elektrot şeklindeki gibi kasın motor noktasının üstüne ya da altına yerleştirilmelidir (**Şekil 26**) (Cram ve Criswell, 2010).

**Davranış Testi:** Omuz elevasyonu/shrug, başın yana eğilmesi.



**Şekil 26. M. Upper Trapezius Elektrot Yerleşim Yeri**

### M.Middle Trapezius (MMT)

**Hareket:** Scapular stabilizasyon; adduksiyon, retraksiyon ve kolların fleksiyonu ve abduksiyonu sırasında skapulanın yukarı rotasyonu.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Bu fibriller, spinal proses'in C-6 (Servikal-6) - T-3 (Torakal-3) den başlar ve akromiyon ve skapula'nın üst sınırında sonlanır.

**İnnervasyon:** Aksesuar sinirin (onbirinci kranial sinir) spinal bölümü, ventral ramus C-2 (servikal-2), C-3 servikal-3) ve C-4 (servikal-4).

**Yerleşim Yeri:** Elektrot, spina scapula'nın medial sınırına yerleştirilmelidir. Elektrotlar yatay olarak yerleştirilmelidir (Şekil 26).

**Davranış Testi:** Tam hareket açısı ile skapulanın retraksiyonu ve kolların abduksiyonu (Şekil 27) (Cram ve Criswell, 2010).



Şekil 27. M. Middle Trapezius Elektrot Yerleşim Yeri

### M. Lower Trapezius (MLT)

**Hareket:** Kolların abduksiyonu, fleksiyonu sırasında; skapular stabilizasyon; skapulanın yukarı rotasyonu, retraksiyonu ve depresyonu.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Fibriller T-3 (Torakal-3) ile T-12 (Torasik vertebra)'dan başlar scapular spina üzerinde sonlanır.

**İnnervasyon:** Aksesuar sinirin (onbirinci kranial sinir) spinal bölümü, ventral ramus C-2 (Servikal-2), C-3 (Servikal-3), ve C-4 (Servikal-4).

**Yerleşim Yeri:** Kişi, skapulanın retraksiyon ve depresyonu sağladıktan sonra kollarını 90 derecede bükmelidir. Elektrotlar scapular spina'nın yaklaşık 5cm aşağısına, skapulanın medial kenarının yanına 55 derece açı oluşturulacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 28)

**Davranış Testi:** Kolların abduksiyonu; omuzların 45 derecelik açıda geriye ve aşağıya retraksiyonu (Cram ve Criswell, 2010).



Şekil 28. M. Lower Trapezius Elektrot Yerleşim Yeri

### M. Deltoideus Anterior (MDA)

**Hareket:** Omuz ekleminde fleksiyon, abduksiyon, içe rotasyon ve horizontal fleksiyon yaptırır.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Bu kasın başlangıcı klavikula'nın ön kısmının (lateral) üçte biri, akromionun tabanı ve skapulanın sırtının alt köşesinden başlar ve humerusun orta dış yüzeyindeki deltoideus tüberkülünde sonlanır.

**İnnervasyon:** Brachial plexus'un posterior cord'undaki axillary siniri servikal-5 ve servikal-6 segmentlerindeki fibrilleri taşır.

**Yerleşim Yeri:** Clavicula palpe edildikten sonra, elektrotlar kolun ön yüzüne klavikulanın 4 cm altına, kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir (**Şekil 29**).

**Davranış Testi:** Kolun öne fleksiyonu, medial rotasyonu ve abduksiyonu (Cram ve Criswell, 2010).



**Şekil 29. M. Deltoid Anterior Elektrot Yerleşim Yeri**

### M. Deltoideus Middle (MDM)

**Hareket:** Abduksiyondan sorumludur, 90-120° arasındaki abduksiyonda çok aktiftir. Horizontal ekstansiyonda da devrededir.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Acromion dan başlar ve humerusun deltoideus tüberkülünde sonlanır.

**İnnervasyon:** Axillary sinir, spinal segmentler C-5 (servikal-5) ve C-6 (servikal-6).

**Yerleşim Yeri:** Elektrot, üst kolun lateral yüzüne, akromion'un yaklaşık 3 cm aşağısına ve kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir (**Şekil 30**).

**Davranış Testi:** Kolun abduksiyonu (Cram ve Criswell, 2010).



**Şekil 30. M. Deltoid Middle Elektrot Yerleşim Yeri**

### M. Deltoideus Posterior (MDP)

**Hareket:** Omuz eklemine ekstansiyon, abduksiyon, dışa rotasyon ve horizontal ekstansiyon yaptırır.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Spinal scapula'nın daha alt sınırından başlar ve humerusun deltoideus tüberkülünde sonlanır.

**İnnervasyon:** Axillary sinir, spinal segmentler C-5 (servikal-5) ve C-6 (servikal-6).

**Yerleşim Yeri:** Spinal scapula palpe edildikten sonra elektrot spinal scapula'nın lateral sınırının yaklaşık 2 cm aşağısına ve kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 31).

**Davranış Testi:** Kolun ekstansiyonu, abduksiyonu ve lateral rotasyonu (Cram ve Criswell, 2010).



Şekil 31. M. Deltoid Posterior Elektrot Yerleşim Yeri

### M. Pectoralis Major (MPM) (Clavicular ve Sternal)

**Hareket:** Omuz eklemine içe rotasyon, depresyon ve fleksiyon; kola horizontal adduksiyon yaptırır.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Clavicular parça, clavicuların ön kısmının (lateral) üçte birlik kısmından başlar, sternal parça; sternal membran ve 2-6 kaburganın kırıldak bölümünden başlar. Her iki bölüm, humerusun büyük tüberkülünün üstünde sonlanır.

**İnnervasyon:** Medial ve lateral pectoralis siniri. Clavicular yüzey temel olarak C-5 (servikal-5) ve C-6 (servikal 6) spinal sinirler tarafından innerve edilir. Sternal yüzey C-6 ve C-7 spinal sinirler tarafından innerve edilir.

**Yerleşim Yeri:** Clavicular yerleşim için, clavicle palpe edildikten sonra, elektrot clavicle'ya doğru eğik açıda ve clavicle'nın yaklaşık 2 cm aşağısına, göğüs duvarı üzerine kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 32). Sternal yerleşim için, kişi bir dirence karşı kolunu içe rotasyona zorlarken, elektrot anterior axillary fold (armpit)'a ve kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir.

**Davranış Testi:** Kolun fleksiyonu, kolun 90 derecenin üzerinde abduksiyonu, kolun medial rotasyonu ve horizontal adduksiyonu (Cram ve Criswell, 2010).



Şekil 32. Pectoralis Major Elektrot Yerleşim Yeri

### **M. Flexor Digitorum Superficialis (MFDS)**

**Hareket:** İkinci-beşinci parmaklar ile el bileğine fleksiyon.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Bu kas, humerusun medial epikondilinden başlar ikinci ve beşinci parmakların falankslarının dorsal yüzeylerinde sonlanır. Proksimal interfalangeal ve metakarpofalangeal ekleme ekstansiyon yaptırır.

**İnervasyon:** Spinal sinirler C-7 (servikal 7), C-8 (servikal 8) ve T-1 (torakal 1) ile median sinir.

**Elektrot Yerleşim Yeri:** El bileği desteklenerek, ön kolun orta hattının ventral bölümü, dirsekten el bileğine olan yaklaşık dörtte üçlük mesafe palpe edilebilir. Kişinin el bileğini bükmeden sadece parmaklarını bükmesi istenir. Elektrot, kas fibrillerine paralel olacak şekilde en büyük hareketin olduğu yere yerleştirilmelidir (Şekil 33).

**Davranış Testi:** Bilek fleksiyonundan kaçınarak, Parmak fleksiyonunu gerçekleştirmek (Cram ve Criswell, 2010).



**Şekil 33. M. Flexor Digitorum Superficialis Elektrot Yerleşim Yeri**

### **M. Extansör Digitorum Communis (MEDC)**

**Hareket:** Proksimal Interfalangeal ekleme ve metakarpofalangeal ekleme ekstansiyon yaptırır.

**Başlangıç ve Sonlanma Yeri:** Humerusun lateral epikondilinden başlar ikinci ve beşinci parmakların falankslarının dorsal yüzeylerinde sonlanır.

**İnervasyon:** Posterior interosseous ve spinal sinirler; C-6 (servikal 6), C-7 (servikal 7) ve C-8 (servikal 8).

**Yerleşim Yeri:** Kişi parmaklarını ekstansiyona getirir, dirsek ve el bileği arasındaki yaklaşık dörtte üçlük mesafede ön kolun middle kısmı palpe edilir ve elektrot kas fibrillerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 34).

**Davranış Testi:** Parmak ekstansiyonu (Cram ve Criswell, 2010).



**Şekil 34. M. Extansör Digitorum Elektrot Yerleşim Yeri**

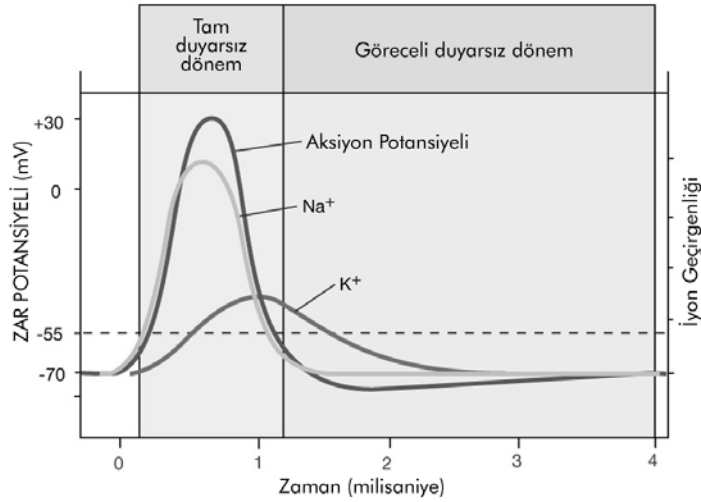


## Elektromyografi (EMG)

Son yıllarda spor bilimlerinde, takım veya bireysel sporlarda özel beceri gerektiren tekniklerin sergilenişi, ilgili kaslarda meydana gelen kasılma ve gevşeme mekanizmasını sunan yüzeysel EMG yöntemiyle analiz edilmektedir. Genel anlamda, EMG sinyali; (1) merkezi kontrol stratejileri, (2) sinir hücreleri boyunca olan sinyalin sinir kas kavşağına transferi, (3) motor ünite kas hücrelerinin elektriksel aktivasyonu, (4) karmaşık biyomekaniksel olaylar zinciri, (5) agonist ve antogonist kas tendonları üzerine etki eden ve kemiklere taşınan baskının üretimi hakkında bilgi vermektedir. Elde edilen bu bilgiler; teknik gelişimin değerlendirilmesi, sporcunun gelişiminin takip edilmesi, yetenekli sporcuların seçimi, sakatlık oluşumunun engellenmesi ve sakatlık sonrası rehabilitasyon sürecini yönlendirmek amaçlarıyla kullanılmaktadır

### EMG Sinyalinin Kaynağı

Kasların kasılması, sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu motor ünite aksiyon potansiyeli (MUAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur. Bir motor sinir birçok kas fibriline bağlanır ve bağlandığı kas fibrilini sinirle donatır. Bir motor sinir hücresi ve tüm kas fibrilleri birlikte motor üniteyi oluşturur. Motor nöron ile kas fibrili arasında bulunan sinaps (boşluk) sinir kas kavşağı olarak adlandırılır. Burası sinir ve kas sistemi arasındaki iletişimin meydana geldiği yerdir. Sinir iletilerinin sinir uçlarına vardığı yerler sarkolemmaya yakın olarak yerleşen akson terminalleri olarak adlandırılır. Sinir iletileri bu bölgeye vardığında, bu sinir uçları tarafından bir nörotransmitter olan asetilkolin (ACh) salgılanır. Salgılanan bu ACh'ler sarkolemma üzerinde bulunan reseptörlere tutunur. Eğer yeterli sayıda ACh reseptörlere tutunursa kas hücresi zarlarında bulunan iyon kapıları açılır. Sodyumların içeri girmesi sonucu da elektriksel ileti başlamış olur. Bu süreç depolarizasyon olarak adlandırılır ve aksiyon potansiyelinin başlamasıyla sonuçlanır (**Şekil 35**). Depolarizasyon süresince kalsiyum iyonları ( $Ca^{2+}$ ), SR (sarkoplazmik retikulum)'den salgılanır ve miyofilamentlere doğru kas kasılmasını başlatmak üzere hareket eder (Kimura, 1983; Gutierrez Rivas ve ark., 2000).



### Şekil 35. Aksiyon Potansiyelinin Şematik Gösterimi

Depolarizasyon sırasında iyonların hareketleri elektrot aracılığıyla tespit edilebilen elektromanyetik bir alan oluşturur. Şekil 35’de görüldüğü gibi, zar potansiyelindeki değişiklikler, -70mV’luk dinlenik zar potansiyeli değerinden +30mV değerine kadar gider ve hızla dinlenim değerine geri döner (Gutierrez Rivas ve ark., 2000). Oluşan bu elektriksel akımın bir bölümü de deriye yayılır. MUAP sonucu deriye yayılan bu elektriksel potansiyeller iki elektrotu (bipolar) kasın orta noktasına ve kas fibrillerine paralel olacak şekilde deri üzerine yapıştırılarak ölçülebilir (Soderberg ve Cook, 1984). Birden çok kas lifi eş zamanlı kasılırsa deride elektrik potansiyellerinin summası çok büyük değerlere yükselebilir. Kasılmanın miktarı MUAP’ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olduğu veya olmadığı durumlarda MUAP’ların incelenmesi, şeklinin ya da sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir (Vilarroya ve ark., 1997; De Luca, 1997).

#### ***Elektromyografinin Kullanım Alanları***

Gerçekleştirilecek olan EMG verisinin analizi, kullanıcının (doktor, anatomist, ergonomist, fizyolog, mühendis, psikoterapist ya da nörolog) amacına bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu bağlamda, EMG’nin üç farklı alanda kullanıldığı ifade edilebilir. Bu alanlar; (1) Kinesiyolojik EMG (KEMG): kasların fonksiyonlarını belirlemek için elektrik sinyallerinin yüzeysel ya da iğneli elektrotlar aracılığıyla kaydedilmesidir. Yüzeysel EMG’yi (sEMG) kapsayan KEMG spor bilim uygulamalarında, statik hareketlerde kullanıldığı gibi teknolojinin gelişimiyle birlikte dinamik hareketlerde de kullanılabilir hale gelmiştir (Soderberg ve Cook 1984, Vilarroya ve ark., 1997; Gutierrez ve ark., 2000), (2) Klinik EMG; nörolojik hastalıkların teşhisinde bir araç olarak hizmet etmektedir (Pullman ve ark., 2000) ve (3) Temel EMG, tek bir fibril ve motor birim aksiyon potansiyelleri (MUAP) ve zaman-frekans boyutu ile ilişkilidir (Clarys ve ark., 2010).

Spor bilim uygulamaları açısından kinesiyolojik EMG altında yer alan sEMG çalışmalarının kullanım alanları dinamik ve statik spor aktivitelerinde oldukça çeşitlilik göstermektedir. Kullanım alanları içerisinde; (1) Seçilen hareket sırasında normal kas fonksiyonlarını içeren çalışmalar, (2) Postür çalışmaları, (3) Kompleks sportlardaki kas aktivite çalışmaları, (4) Rehabilitasyon çalışmaları, (5) Maksimal istemli kasılma sırasında izometrik kasılma ile artan gerim çalışmaları, (6) Fonksiyonel anatomik kas aktivitelerinin değerlendirilmesi; (7) Koordinasyon ve senkronizasyon çalışmaları (kinematik zincir), (8) Antrenman metodlarının etkinliği ile ilgili çalışmalar, (9) Yorgunluk çalışmaları, (10) EMG ve güç arasındaki ilişki, kas aktivitesi üzerine materyalin etkisi üzerine çalışmalar yer almaktadır (Clarys ve ark., 2010).

#### **Postural Kontrol ve Kuvvet Platformunun Kullanım Alanları**

Atış, birçok algısal-motor katkıları ve iyi bir postural stabiliteyi gerektiren motor bir beceridir (Niinimaa ve McAvoy, 1983; Aalto ve ark., 1990; Era ve ark., 1996; Kontinen ve ark., 1999). Tüfek, tabanca, dart atışı ve okçuluk Uluslararası ve Olimpik spor aktiviteleri arasında yer almaktadır (IOC, 2008). Atıcılığın tüm bu

formlarının en temel özelliği kişinin bir obje ile bir hedefe nişan almasıdır. Nişan almada amaç maksimum skor elde etmektir (Goonetilleke ve ark., 2009). Maksimum skorun elde edilebilmesi, “postural kontrol” olarak ifade edilen, vücudun sürekli dengeyi bozucu güçlerle mücadele ederek ağırlık merkezinin dengesini devam ettirebilme yeteneğini gerektirmektedir (Harringe ve ark., 2008).

İnsan vücudunun istatistiksel olarak sabit (stable) bir kontrol sistemi olmadığı için vücudu stabilize etmek gerekmektedir. Vücudu stabilize edebilmek sensör (somatosensör, görsel ve vestibuler gibi) ve motor sistemlerdeki bilginin işlenmesini ve kullanımını gerektirmektedir. Dışsal (ışıkların değişimi, kayan zemin vb.) ya da içsel dengeyi bozucu güçler (muscle stiffness, kas iskelet yaralanmaları, yorgunluk vs.) postural salınımın artmasına neden olan eğilimlerdir (Dickin ve Doan; 2008). Bu eğilimler doğrultusunda postural sistemin değerlendirilmesi için kullanılan kuvvet platformu bilgisayar destekli en popüler laboratuvar sistemidir. Bu sistem ile birey ayakta dikilirken, postural salınımın eş zamanlı ölçümü (Era ve ark., 1996, Kinney LaPier ve ark.,1997) ya da uygulanan postural pertürbasyona bireyin verdiği yanıtın ölçümü (Era ve Heikkinen, 1985) gerçekleştirilmektedir. Bu cihaz, üç ya da daha fazla noktada bağımsız kuvvet ölçüm sistemlerini içeren sert ve düzgün bir yüzeyden oluşmaktadır. Dengeli bir yüzey (stabiliometry) üzerinde stabilitenin değerlendirilmesi  $F_x$ ,  $F_y$  ve  $F_z$  olmak üzere üç düzlemde reaksiyon kuvvetinin ve onun türevlerinin (kuvvet momentleri, COP, COP uzunluğu, COP’un kapladığı alan ve COP frekansı) gözlenmesine imkan sağlamaktadır. Bu tip bir değerlendirme, yüzey şartlarına uygun sağlam bir platform üzerinde ve çeşitli koşullar sırasında (tek ayak-çit ayak üzerinde, gözler açık-kapalı) dengenin nasıl sürdürüldüğünün değerlendirilmesine yönelik bilgi sunmasının yanı sıra her iki ekstremitenin için ayrı ayrı seçilen ölçümlerin değerlendirilmesini de sağlamaktadır. Üç eksenin ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) gözlenmesi denge ve stabilitenin ayrı hareket düzlemlerinde nasıl korunduğu ile ilişkili bilgi sağlayarak, değerlendirme için başka bir boyut kazandırmaktadır. Çoğunlukla postural stabilitenin analiz edildiği kuvvet platformu değişkenleri; (1) Anterior-Posterior (AP), (2) Medio-Lateral (ML), (3) vertikal (4) zemin reaksiyon kuvvetindeki varyasyonları, (5) ML düzlemde (x-yönünde) salınım, (6) AP düzlemde (y-yönünde) salınım, (7) toplam salınım ve ortalama salınım hızını içeren kuvvet platformu COP değerlerini içermektedir (Hsiao-Weckslera ve ark., 2003; Palmieri ve ark., 2002).

Kuvvet platformu; (1) belirlenen süre boyunca merkeze uygulanan basıncın (COP) yörüngesini kaydetmek için kolay ve spesifik bir yöntemdir, (2) bireyin postural kontrol sisteminin yorumlanmasında ve değerlendirilmesinde de önemli bilgi sağlamaktadır, (3) COP pozisyonundaki değişimler ya da postural salınımdaki artış, postural kontrolün nörolojik ve biyomekanik mekanizmasının bütünlüğü hakkında bilgi vermektedir, (4) denge kontrolünün gelişimi motor becerilerin gelişimi için gereklidir ve kompleks motor becerilerin öğrenilmesinde ve koordineli motor davranışın uygulanmasında çok büyük öneme sahiptir, (5) spor ve klinik stabilite ve denge değerlerinin objektif olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır, (6) mevcut stabilite, denge ve motor beceriler, sinir-kas antrenmanın etkinliğinin doğrulanması, yaralanma risklerinin belirlenmesi hakkında sağlam bilgi sağlamaktadır ve (6) objektif denge değerlendirmelerini sağlayarak, antrenman sürecinin yapılandırılmasında önemli rol oynamaktadır

(Chen ve Woollacott, 2007; Lafond, 2004; Winter, 1995; Bauer ve ark., 2008; Pinsault ve Vuillerme, 2009). İfade edilen bu yararların elde edilebilmesi için ölçümün süresinin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Platform ölçümlerinde en sık kullanılan süre 20-30 saniyedir. Doğru verinin elde edilebilmesi için ölçüm zamanının yeteri kadar uzun, yorgunluğa neden olmayacak kadar da kısa olmalıdır (Guyton, 1986). Ancak kuvvet platformu kullanılarak güvenilir bir şekilde postural stabilitenin değerlendirilmesi için standart bir metot yoktur. Standart bir metodun olmamasının nedenleri arasında; bireylerin kol ve\ya da ayak pozisyonu, giydikleri ayakkabı, denemelerin sayısı ve uzunluğu (çoğunlukla 30 sn olmak üzere 8 sn 3 dk arasında değişmektedir) ve ilgilenilen COP parametreleri gibi farklılıkların olması yer yeralmaktadır (Bauer ve ark., 2008; Corriveau ve ark., 2000; Hadian ve ark., 2008; Lafond ve ark., 2004; Pinsault ve Vuillerme, 2009; Santos ve ark., 2008).

### **Hareket Analizi (Kinematik Analiz) ve Kullanım Alanları**

Hareket analizi genellikle kinematik ve kinetik çalışmaları içermektedir. Kinematik analiz, öğrenen kişinin hareket kalıbı, pozisyon, hız ya da uzuvların ivmelenmesi gibi kinematikler hakkında bilgi vermektedir (Schmidt ve Young, 1991). Kinematik analiz genellikle performans sırasında (Wishart ve ark., 2002) ya da sonrasında (Mulder ve Hulstijn, 1985; Ivens ve Marteniuk, 1997) hareket kinematikleri hakkında görsel grafik bilgisi olarak sunulmaktadır. Kinetik çalışmalarda ise analiz edilecek hareketle ilişkili iç ve dış güçler belirlenmektedir (Hanlon ve Anderson, 2005).

Kinematik çalışmalara hizmet eden eş zamanlı verinin kaydının iki türlü kullanımı söz konusudur. Bunlardan ilki, daha sonra analizde kullanılacak olan eklem görev ve hareketlerine ait merkezlerinin belirlenmesini içermektedir. Eklem görev ve hareketlerine ait merkezini hesaplamak için bir modelin belirlenmesi gerekmektedir, ancak belirlenecek olan bu model, tespit edilen diğer tüm ilişkili markırlarla birlikte belirlenmelidir. Buna ek olarak, eklemlerin tümünün belirlenmiş olması gerekmektedir. Denek görüş alanında dikilirken, eklemi saptanan markırlar, denek eklem görev ve hareketlerine ait olan hareket açısında eklemine hareket ettiren yerleştirilmelidir. Bu hareketlere dayanarak eş zamalı olarak eklem merkezi belirlenmektedir (Hanlon ve Anderson, 2005; Page ve Hawkins, 2003).

Eklem görev ve hareketleri dikkate alınarak eklem merkezinin belirlenmesinin diğer standart metotlara göre birçok avantajı bulunmaktadır. Eklemlerin fonksiyonel olarak uygun ve anatomik olarak anlamlı olacak şekilde belirlenmesi en önemli avantajını içermektedir. Bu daha sonraki hesaplamalar için de daha doğru olabileceği düşünülerek avantaj sağlamaktadır. Fonksiyonel eklem merkezleri belirlendikten sonra, bu eklem merkezleri 3-D eklem açılarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Veri aktarımı modunda, katılımcı belirlenen hareketi gerçekleştirirken, markırlar otomatik olarak belirlenir, açılar hesaplanır ve belirlenen açı katılımcıya sunulabilir. Katılımcı açısını zamansal olarak ya da bir bar grafiği şeklinde görebilir. Bu geribildirimi sağlayarak, katılımcı eklem hareketinin düzeyini değiştirebilir ya da devam ettirebilir (Hanlon ve Anderson, 2005; Page ve Hawkins, 2003).

## **EMG Kayıtlarının Kuvvet Platformu ve Kinematik Ölçümlerle Eş Zamanlı Kullanımı**

Spesifik dinamik hareketi içeren farklı kasların aktivasyon hareketlerini ve periyotlarını belirlemede kinematik datanın elde edilebilmesi için elektromyografik kayıtlar ile diğer ölçüm sistem kayıtlarının senkronizasyonu gerekmektedir. Bu sistem genellikle kameraların, kuvvet platformu, elektrogoniometre ve diğer kayıt cihazların kullanımını içermektedir. Elde edilen bu senkronizasyon verisi ile pozisyon, hız, akselerasyon ve postural salınım gibi bilgiler elde edilmektedir.

Motor sistemin yukarıda ifade edilen bu önemli gerçeği, motor sisteme etki eden çevrenin mekanik özellikleri doğrultusunda nöral aktarımın kazanılmasına dayanmaktadır. Mekanik şartlar, sahip olunan özelliklerin sunumu ile ilişkili olabildiği gibi, bu özellikler, içinde bulunulan şartlarda kasın hatasız hareketi ortaya çıkarabilmesi için kontrol işaretlerinin sırasına özgü kullanılmasını gerektirmektedir (Gandolfo ve ark., 2000; Gribble ve Scot, 2002).

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Araştırma Grubu

Çalışma grubunu, 16-24 yaş arası acemi (n=9), orta düzey (n=9) ve elit okçu (n=9) grubu olmak üzere 27 okçu oluşturmaktadır.

### Araştırma Dizaynı

Okçuluk atış tekniğinde ok atışının sabit parçalarının belirlenmesi gerekmektedir. Bazı araştırmacılar (Leroyer, 1993; Pekalski, 1990), ok atışını üç fazlı hareket olarak tarif etmektedir: duruş, çekiş ve nişan alma. Diğer taraftan, Nishizono (1987), atışı altı aşamaya bölmüştür: (1) yayın tutulması, (2) çekiş, (3) tam çekiş, (4) nişan alma, (5) bırakış ve (6) atışı devam ettirme. Bu aşamalar hareketlerin stabil sırasındır ve motor kontrol ve beceri-edinimi çalışmalarında uygulanabilir.

Araştırmaya kablosuz EMG sistemi kullanılarak ok atışı sırasında devreye giren çekiş kolundaki (M. Fleksör Digitorum Superfacilis (MFDS) ve M. Ekstansör Digitorum Communis (MEDC), M.Deltoid Anterior (MDA), M.Deltoid Middle (MDM), M.Deltoid Posterior (MDP), M.Pectoralis Major (MPM), M. Upper Trapezius (MUT), M Middle Trapezius (MMT) ve M. Lower Trapezius (MLT) kaslarına ait kassal aktivasyon ölçümleriyle başlanmıştır. Kuvvet platformu üzerinde, 18 metreden belli bir hedefe doğru 12 (4x3) ok atışının gerçekleştirilmiştir. Tüm bu ölçümler öncesinde, araştırmaya katılan bireylere bilgilendirme onam formu (Ek-1) dahilinde test yöntemi ve sıralaması hakkında bilgi verilerek bireylerin çalışmaya dikkatleri çekilmiştir.

**Tablo 1: Araştırma Dizaynı**

<b><u>EMG Aktivitesi</u></b>	<b><u>Kuvvet Platformu Ölçümü</u></b>
M.Fleksör Digitorum Superfacilis (MFDS) M.Ekstansör Digitorum Communis (MEDC) M.Deltoid Anterior (MDA) M.Deltoid Middle (MDM) M.Deltoid Posterior (MDP) M.Pectoralis Major (MPM) M. Trapezius: Upper (MUT) Middle (MMT) Lower (MLT)	3 okluk 4 seri = Toplam 12 ok atışı gerçekleştirilmiştir.  Hesaplar bireysel ortalama ve grup ortalaması şeklinde yapılmıştır.
	<b><u>Kinematik Kayıt</u></b>
	Yüksek hızlı video kaydı ile kinematik veri elde edilmiştir.

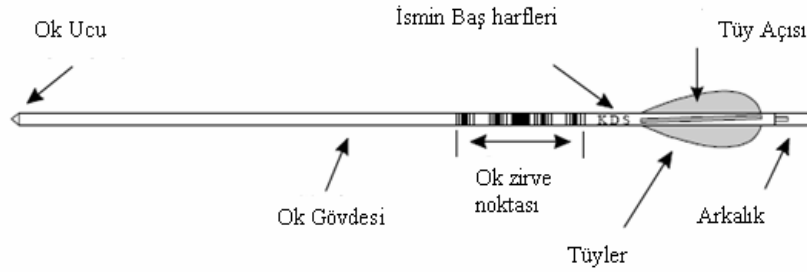
Deneysel çalışmaya geçmeden önce, katılımcılardan yeterli düzeyde ısınmaları istendi. Her bir katılımcı bireysel olarak test edildi. Katılımcılara ok atış tekniği açıklanıp, uygulamalı olarak gösterildi. Antrenör teknik ile ilgili önemli noktaları açıkladı (duruş, çekiş, tam çekiş, nişan alma ve serbestleme). Her bir test 90 dk sürmüştür. Denekler FITA kurallarının gerektirdiği şekilde, kendilerine ait atış ekipmanlarını giymişlerdir (şort ve tişört ve diğer ekipmanlar) Testler ve antrenmanlar sırasında Türkiye Uluslararası Okçuluk Federasyonu (FITA) tarafından onaylanan hedefler ve olimpik yaylar kullanılmıştır. Test yarışma kuralları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Deneklerden 40 sn içinde ok atışını

tamamlamaları istenmiştir. Ölçüm hazırlık planı; (1) Isınma, (2) Elektrot Yerleşimi, (3) MİK ölçümü, (3) Markır Yerleşimi, (5) Ok Atışı ve (6) Soğuma ile devam etmiş ve bir kişinin ölçümü yaklaşık olarak 2 saatte bitirilmiştir. Tüm okçular için aynı sıra takip edilmiş ve ölçümler; günün 9:00-11:00 veya 11:00-13:00 saatleri arasında yapılmıştır. Çalışma, 2011/2012 sezonunda fiziksel sakatlığı ve kronik rahatsızlığı olmayan okçular üzerinde gerçekleştirilmiştir.

### Veri Toplama Araçları

#### Ok

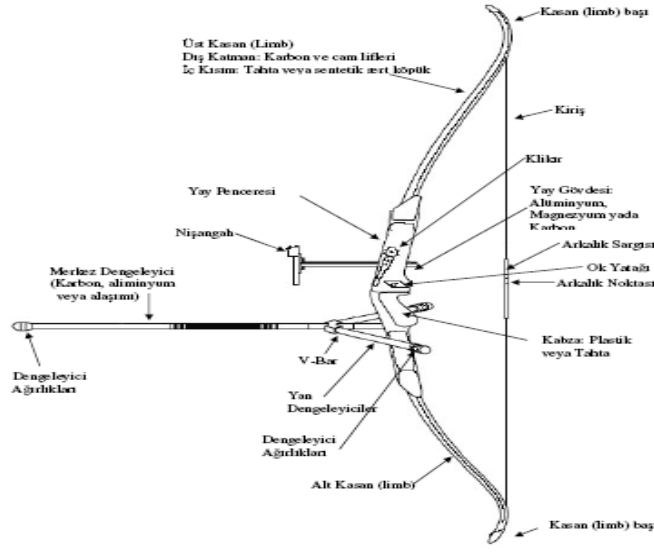
Okun üzerinde, okun havadaki hareketini dönerek tamamlaması ve oka düzgün bir yörünge kazandırması için gerekli olan üç tane tüy, okun ağırlık merkezini sporcuya göre ayarlayabilmek için değişik gramajlarda çelik bir uç ve okun kirişe takılmasını sağlayan bir arkalık bulunur (Şekil 36) (Kolayis, 2000).



Şekil 36. Ok ve Yapısı (Fita Tüzüğü ve Kuralları-Kitap 3, 2006)

#### Olimpik Yay

1220 mm ile 1780 mm arasında değişen olimpik stilde yay, kabza, limb, kiriş, nişangâh ve çekişte vücudu etkileyen, titreşimi önleyici uzun ve kısa çubuklardan oluşmaktadır. En yaygın hedef yay uzunluğu ortalaması 1675 mm dir. 710 mm (28 inches)' lik çekiş uzunluğunda kişinin yay kirişini bekletebilmesi için yaklaşık 9 kg güç gerekmektedir (Şekil 37).



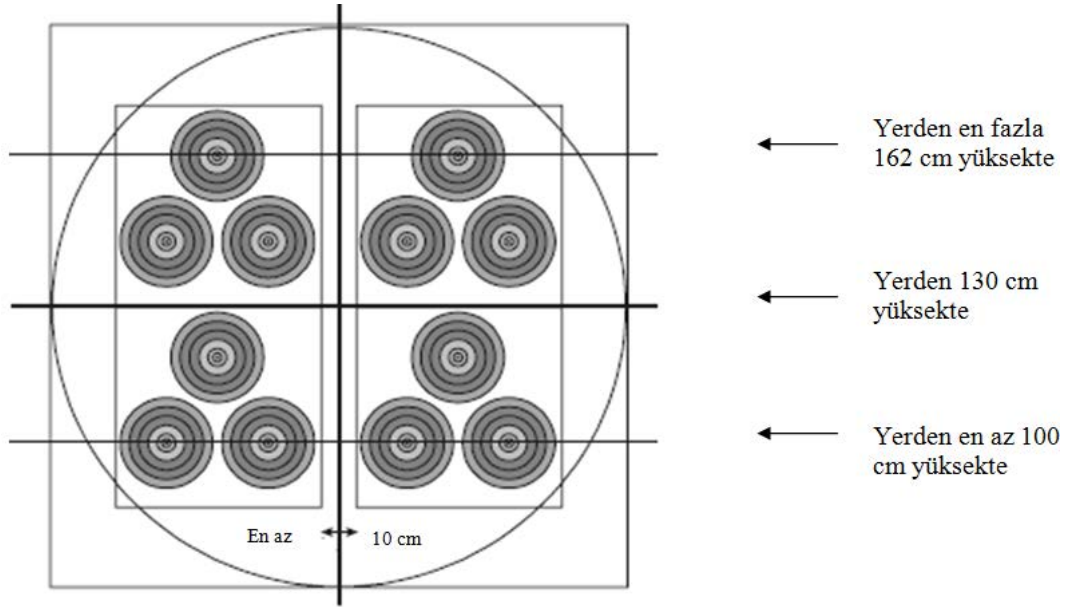
**Şekil 37. Olimpik Yay**

### **Hedef Kağıdı**

18 metre kapalı alan karşılaşma turlarında 40 cm'lik üç bölümlü hedef yüzleri kullanılır. Kapalı alan dünya şampiyonalarında dikey üç bölümlü yüzlerin kullanılması zorunludur. Bu hedef yüzleri FITA'nın 60 ve 40 cm'lik hedef yüzleriyle aynı ölçülere sahiptir ve sadece 5 ten 1 e kadar ki puanlama alanları kaldırılmıştır, yani en düşük puan alanı açık mavi 6'dır. 60 cm ve 40 cm'lik hedef yüzleri ince bir çizgi ile merkezden dışarıya doğru aşağıdaki gibi düzenlenmiş 5 eşmerkezli renk alanına bölünmüştür: altın (sarı), kırmızı, açık mavi, siyah ve beyaz (açık maviyle siyah ve siyahla beyaz arasında bölücü çizgi yoktur). Her renk ince bir çizgiyle 2 eşit kalınlıktaki alana bölünmüştür, böylece merkezden itibaren ölçüldüğünde eşit kalınlıkta 10 alan oluşur. İnce çizgilerin kalınlığı ve en dıştaki çizginin kalınlığı 40 ve 60 cm yüzlerin ikisinde de 2 mm'yi geçmez. Hedef yüzünün merkezi "pinhole" olarak tanımlanır ve küçük "x" harfi ile belirtilir. x' in çizgileri 1 mm kalınlığı ve 4 mm uzunluğu geçmez.

Kapalı Alan-Üçlü Dikey Hedef Yüzleri her set, beyaz bir zemine simetrik olarak üçgen biçimli yerleştirilmiş merkezleri sağ alt köşe, sol alt köşe ve üstte veya dikey bir formda bulunan 3 küçük yüzeyden oluşur. Sarıların merkezleri birbirlerinden 60 cm' lik hedef yüzlerinde yaklaşık 32 cm ve 40 cm' lik hedef yüzlerinde ise 22 cm uzaktadır (Şekil 38).





**Şekil 38. Kapalı Alan Hedef Yüzü**

*Motor Nokta Kalem ve Ölçüm Seti*

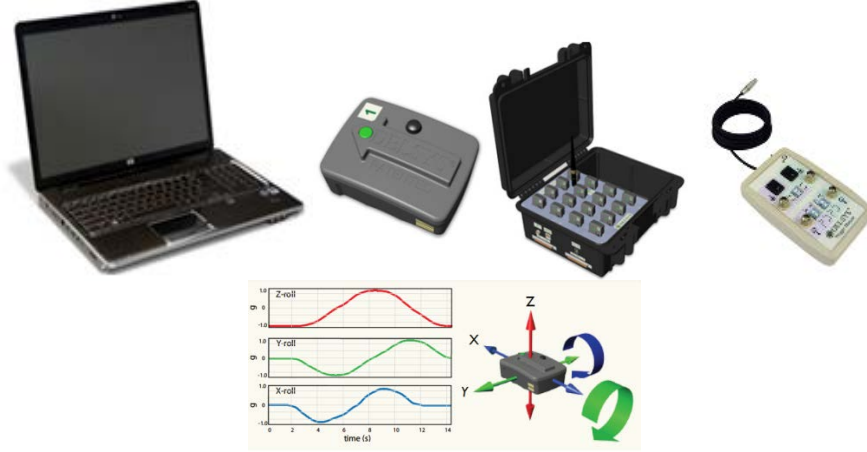
“Compex 3 Professional” markalı motor nokta kalemi kullanılarak yeri doğru tespit edilmiş elektrotlarla yapılan bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Aynı kas üzerinde çalışılan farklı günlerde, elektrot aynı noktaya yapıştırılarak, EMG ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 39).



**Şekil 39. Motor Nokta Kalem ve Ölçüm Seti**

### Elektromyografi Ölçüm Seti

Kaslardan gelen sinyallerin ölçümü için 16 kanallı “Delsys Trigno EMG” markalı EMG (Şekil 40) cihazı kullanılmıştır. 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 1000 Hz ve 16 bit olarak yapılmıştır.



Şekil 40. Elektromyografi Ölçüm Seti

### Kuvvet Platformu Ölçüm Seti

İnsan hareketlerinin dinamik analizi, vücut ve çevre arasındaki kuvvet değişimlerini ölçmek için kullanılır. Yer reaksiyon kuvvetine ait vertikal, anterioposterior (AP) ve mediaolateral (ML) yönlerdeki kuvvetleri ölçebilmek için “Kistler 9281EA” model Alman markalı kuvvet platform ölçüm sistemi kullanılmıştır (Şekil 41).



Analiz Bilgisayarı



Şarj amplifikatörlü  
Tip 9281EA  
Kuvvet Platformu



Tip 5691A1  
DAQ Sistem  
(USB 2.0)

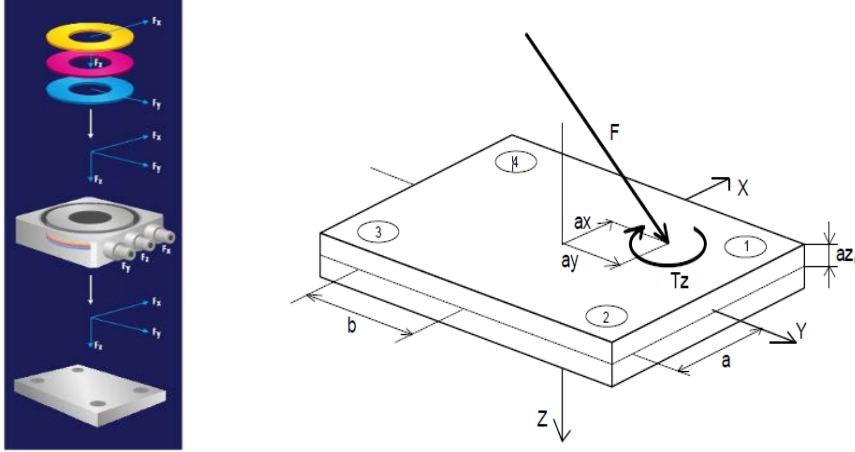


Tip 1759A  
Bağlantı  
kablosu

Şekil 41. Kuvvet Platformu Ölçüm Seti

Kuvvet platformu ölçüm seti, analog bilgiyi dijital bilgiye dönüştüren 16-bit A/D dönüştürücü kutusunu (Tip 5691A1 DAQ Sistem), BioWare 4.0 Analiz programını içermektedir.

Kistler kuvvet platformu tip 9281EA ölçüm sistemi, 600x400x100 mm ölçülerinde, dört adet piezoelektrik 3-komponentten oluşan kuvvet sensöründen ve 16 Bit analog-dijital (AD) converter içeren elektronik bir platformdan oluşmaktadır. Kuvvet platformunun lokal koordinat sistemi ve yük ölçerlerin konumlandırılması Şekil 42’ de gösterilmiştir.



**Şekil 42. Kuvvet Platformu Lokal Koordinat Sistemi ve Yük Ölçerlerin Konumlandırılması**

#### *Hareket Analizi Ölçüm Seti*

Araştırmamızda parmakların üç boyutlu kinematik analizi için 3 boyutlu videografî yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak MotionBLITZ EoSense Cube 7 marka, hareket hızları 500 fps, çözünürlükleri 1696x886 piksel, shutter ayarları 998 ve gain 1 olacak şekilde 2 adet yüksek hızlı kamera kullanılarak hareket analiz çekimleri yapılmıştır. Atış kolu ve parmak hareketlerinin ayrıntılı bir şekilde görülebilmesi için, AF Nikon 50mm f/1.4 D yakın lens (full optical zoom) kullanılmıştır. Birbirine senkronize çalışan 2 kamera ile serbestleme hareketi ile okun yaydan ayrılması ve hedefe saplanmasına kadar geçen süredeki görüntüler kaydedilmiştir (Şekil 43).



**Şekil 43. MotionBLITZ EoSense Cube 7 Hareket Analizi Ölçüm Seti**

### *Üç Sistemin Senkronizasyon Cihazı*

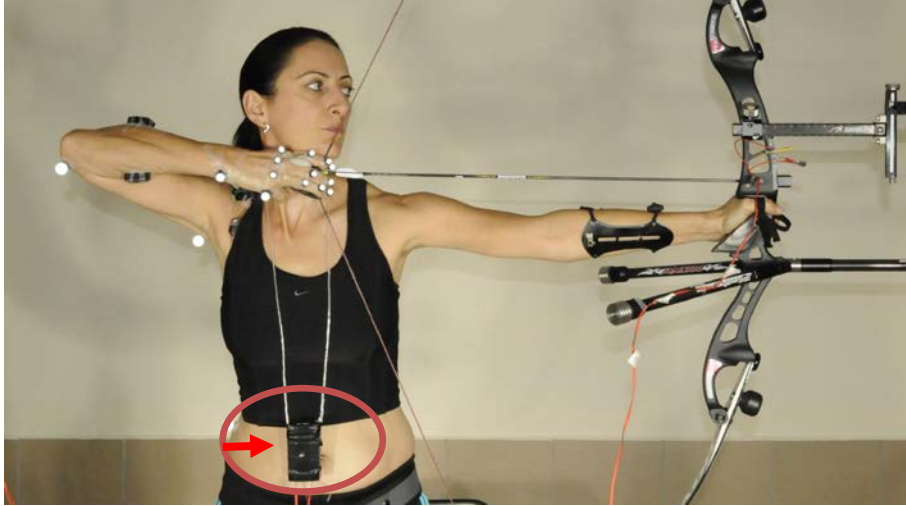
MotionBLITZ EoSense Cube 7 marka yüksek hızlı kameralar, Kistler 9281EA Kuvvet Platformu ve DelsysTrigno Wireless EMG sistemi arasındaki senkronizasyon için BNC kablo bağlantısı yapılabilen Delsys Trigger modülü kullanılmıştır (Şekil 44).



**Şekil 44. Delsys Trigger Modülü**

### *Işık Devresi ve Sistemler Arası Gecikme Payının Hesaplanması*

Delsys trigger modülü ile kamera sistemleri master sistem olarak tüm sistemlerin aynı anda kayda başlaması sağlanmıştır. Aynı anda kayda başlayan ve Analog sinyal girişi bulunan, Kistler 9281EA kuvvet platformu ve Delsys Bagnoli EMG (DelsysTrigno Wireless EMG sistemi arasında 40 ms gecikme olduğu üretici firma tarafından belirtilmiştir) sistemine 3 Volt akım üreten bir ışık devresinden eş zamanlı akım gönderilmiştir. Bu şekilde ışığın kamerada görünme anında EMG ve Kuvvet Platformu sistemlerine trigger (uyarı) gönderilerek sistemler arasındaki gecikme zamanı hesaplanmıştır (Şekil 45).

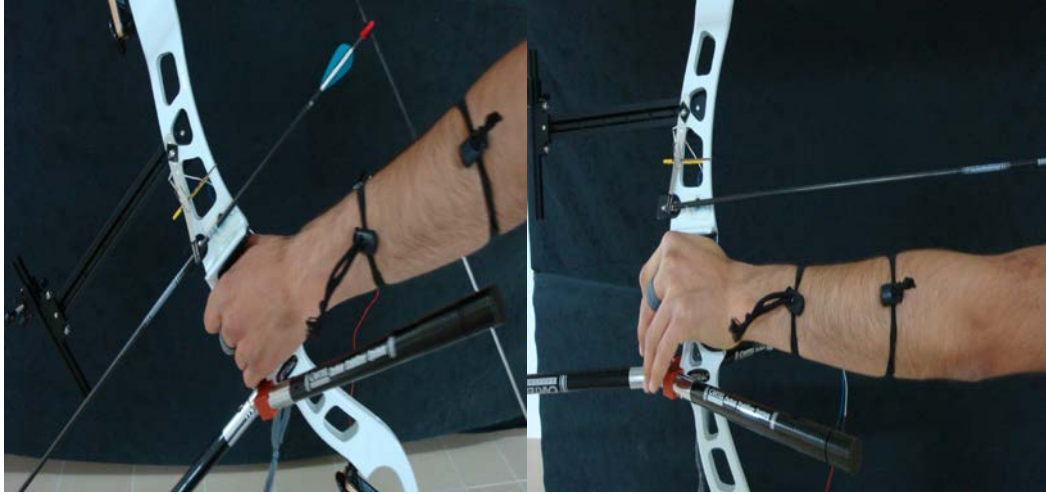


**Şekil 45. 3 Volt Akım Üreten Işık Devresi**

## **Verilerin Toplanması**

### **Ok Atış Testi**

Deneysel çalışma, 23 Mayıs – 23 Haziran 2012 günü Marmara Üniversitesi BESYO Kapalı Spor salonunda alındı. Çalışmaya katılan okçular deneysel çalışmaya geçmeden önce ölçüm protokolü anlatıldı ve deney grubundan yeterli düzeyde ısınmaları istendi. Her bir okçu bireysel olarak test edildi. Okçulara, ok atış tekniği açıklanıp, uygulamalı olarak gösterildi. Antrenör teknik ile ilgili önemli noktaları açıkladı (duruş, çekiş, tam çekiş nişan alma ve serbestleme). Çalışmaya katılan tüm okçular 18 m mesafedeki hedefe karşı atış yapmıştır. Her bir ölçüm oturumu yaklaşık olarak 120 dk' da sonlanmıştır. Şekil 45.'de görüldüğü gibi okun serbestlenme anının tespiti için klikir'in altına yerleştirilen iletken özelliğe sahip bakır plakalardan oluşan bir düzenek kullanılmıştır. Bu düzenek ölçüm sistemine  $\pm 5V$  TTL sinyali göndererek okun serbestlendiği ilk anı tespit etmeyi sağlamıştır (Şekil 46).



**Şekil 46. Klikir ve Klikir'in Altına Yerleştirilen Düzenek**

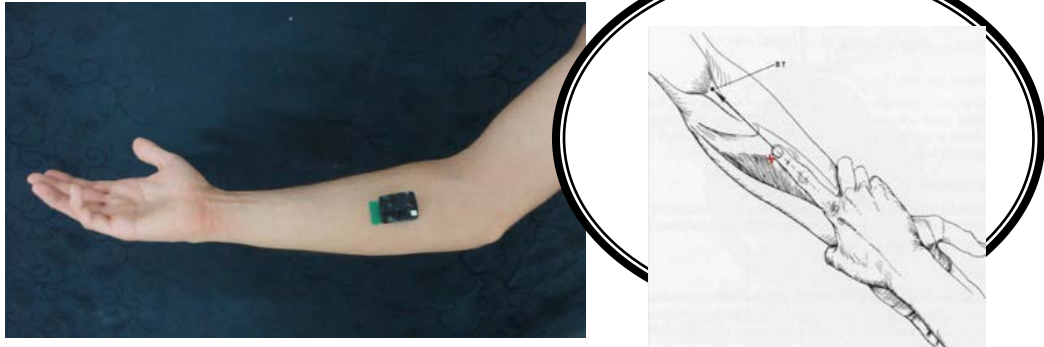
Denekler FITA kurallarının gerektirdiği şekilde, kendilerine ait atış ekipmanlarını giymişlerdir (şort ve tişört ve diğer ekipmanlar). Testler ve antrenmanlar sırasında Türkiye Uluslararası Okçuluk Federasyonu (FITA) tarafından onaylanan hedefler ve olimpik yaylar kullanılmıştır.

### **Elektromyografi Ölçümü**

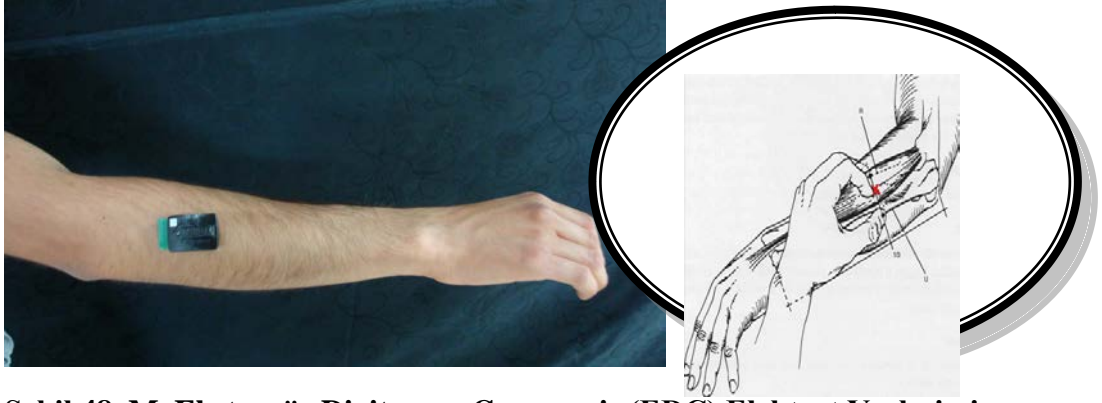
Ok atış testi için her denegin; ön kol fleksörleri için M. Flexor Digitorum Superfacialis (MFDS) ve ön kol ekstansörleri için M. Ekstansör Digitorum Communis (MEDC) ölçülmüştür. MFDS ve MEDC önkoldaki diğer kaslarla yakından çevrelenmiştir. Bu sebeple EMG kayıtlarında cross-talk (yanses) etkisi oluşabileceği düşünülerek bu kaslar tercih edilmiş ve önkolun fleksör ve ekstansör kasları bütün olarak değerlendirilmiştir. MFDS ve MEDC'den elde edilen EMG kayıtları parmak hareketinde ve kayıt alanları belirlenirken önkol fleksörleri ve önkol ekstansörleri aktiviteleri olarak adlandırılmıştır. Ön kol fleksörleri ve ekstansörleri ile beraber deneklerin; M.Deltoid Anterior (MDA), M.Deltoid Middle (MDM), M.Deltoid Posterior (MDP), M.Pectoralis Major (MPM), M. Upper Trapezius (MUT), M. Middle Trapezius (MMT), M. Lower Trapezius

(MLT) kaslarının motor noktalarına literatürde ifade edildiği gibi kablosuz yüzey elektrotlar yerleştirilmiştir (Enoka, 1994). Motor nokta tayininde motor nokta kalemi ve bir EMG sensörü prob olarak kullanılmıştır. Atış öncesinde, deneklerin ifade edilen kas grupları (MEDC, MFSS, MPM, MDA, MDM, MDP, MUT, MMT ve MLT)'nin sEMG temeline dayanan maksimum istemli kasılmaları belirlenmiştir. EMG amplitüdüleri MİK' e göre normalize edilmiş yani, MİK'in yüzdesi (% 100) olarak ifade edilmiştir (Clarys ve ark., 1990). Normalize edilen bu sEMG değerleri kullanılarak deneklerin gerçekleştirdikleri 12 atışın (3x4) başarılı olanlarının ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. EMG çekiş kolu için ölçülmüştür. EMG kayıtları ortalama 20 sn üzerinde alınmıştır. Bu zaman periyodu tam çekişin son saniyelerini, nişan alma ve serbestlemenin ilk milisaniyesini ve atışın devam ettirilmesi evrelerini içermektedir. Ertan ve ark. (2003)'nin gerçekleştirdiği araştırmada, elit okçularda, serbestleme klikir'in düşüşünden yaklaşık 100 ms sonra başlamaktadır, oysa başlangıç düzeyindeki okçular için serbestleme sırasıyla 200-300 ms sonra başlamaktadır (Ertran ve ark., 2003). Ertan ve ark. (2003)'nin çalışmalarında tüm okçuların ortalama nişan alma periyotları 3.26 sn, standart sapma ise 1.47 sn civarındadır ve tüm okçuların nişan alma zamanları minimum 1 sn den daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, EMG datasını analiz etmek, acemi, orta ve elit düzey okçuların EMG verilerini karşılaştırmak için tüm okçulardan klikir'in düşmesinden önceki 400 ms ve sonraki 800 ms' lik periyotlar alınmıştır. Alınan sinyaller band pass filter (20-500 Hz) kullanılarak filtre edilmiş ve 2000 Hz' de ve 16 bit A/D dönüştürücü kullanarak dijital forma dönüştürülmüştür (Ertan, 2003; Ertan, 2005).

### *Elektrot Yerleşimi*



**Şekil 47. M. Flexor Digitorum Superficialis (FDS) Elektrot Yerleşimi**



Şekil 48. M. Ekstansör Digitorum Communis (EDC) Elektrot Yerleşimi



Şekil 49. M.Deltoid Middle (MDM) Elektrot Yerleşimi



Şekil 50. M.Deltoid Posterior (MDP) Elektrot Yerleşimi



Şekil 51. M.Pectoralis Major (MPM) Elektrot Y



**Şekil 52. M. Upper - Lower – Middle Trapezius Elektrot Yerleşimi**

Elektrot yerleşimi gerçekleştirildikten sonra denek dinlenik haldeyken EMG sisteminin kurulumu ve çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir.

#### *EMG Ölçüm Süreci ve Maksimal İstemli Kasılma*

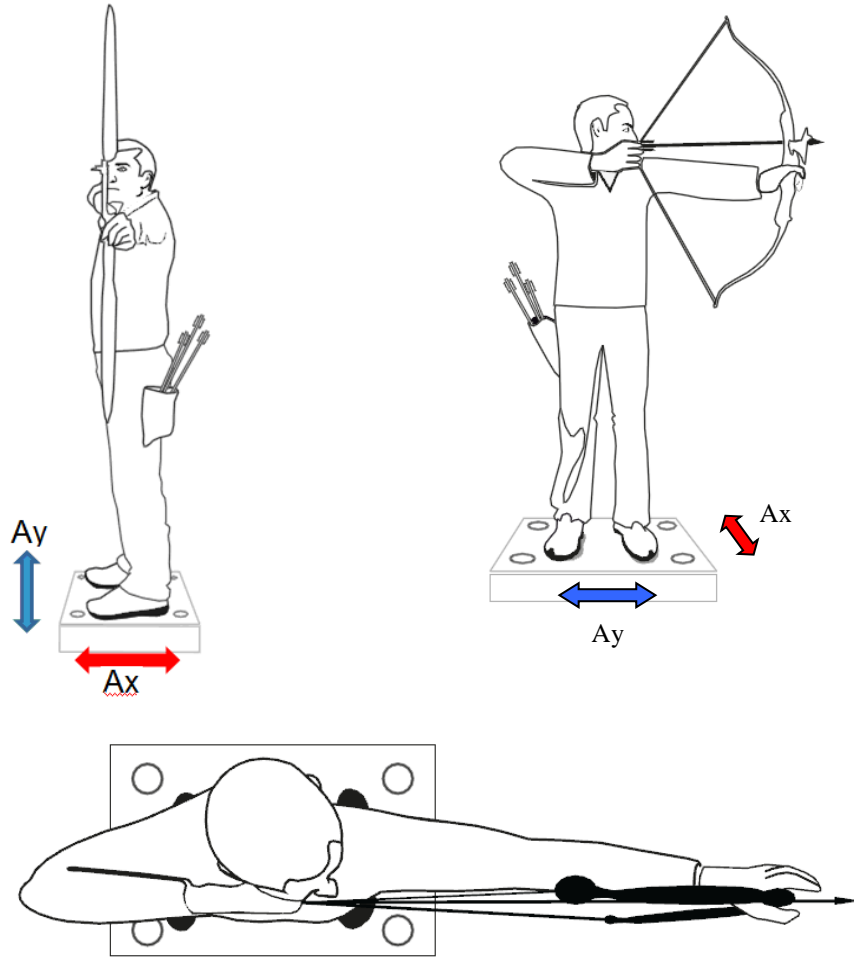
Clary's ve ark. (1990)'na göre atışlardan önce her deneğin önkol ekstansörleri (MEDC) önkol fleksörleri (MFDS), M. Pectoralis Major, M. Deltoid (Anterior, Middle ve Posterior), M. Trapezius (Upper, Middle ve Lower) kaslarının izometrik maksimal istemli kasılmaları (İMİK) EMG ile belirlenmiştir. Deneklerin kas aktivitelerini karşılaştırmak ve biyolojik olarak anlamlı veri sağlayabilmek amacıyla her bir kas için maksimal normalizasyon kasılmaları gerçekleştirildi. Denekten ifade edilen bu kas gruplarını, kirişi üç parmak çengel pozisyonunda beklerken, sabit dirence karşı en yüksek düzeyde kasma istendi ve MİK testi bu koşullar altında gerçekleştirildi. Belirtilen kas gruplarının izometrik kasılmaları sırasında proksimal ve distal interfarengial eklemler arasındaki açı değişmedi. Kabul edilebilir sinyali garantilemek için her bir kas için iki kez maksimal izometrik kasılma gerçekleştirildi. Maksimum kas aktivitesi hesaplandı ve uygun maksimum kasılmalar kaydedildi ve tüm birbirini izleyen (subsequent) kas aktivitesi maksimal istemli kasılmanın yüzdesi olarak ifade edildi (MİK %).

EMG kayıtlarının değerlendirilmesinde klikir'ın sesli uyarısından 400 ms. önce ve 800 ms.'lik kesit (epoch) alanı kullanılmıştır. Bu zaman periyodu tam çekiş ve nişan almanın son saniyeleri ve bırakış ve izleme fazlarının ilk saniyesini içermektedir. Alınan bu periyot, EMG verilerinin normalizasyonunu sağlamak üzere kullanılmıştır. Daha sonra her bir kas grubu için elde edilen kesit alanındaki veriler mutlak değere çevrilerek rektifikasyon süreci tamamlanmıştır. Rektifikasyon işleminden sonra aynı verilerin 100'er ms' lik ortalamaları alınarak integrasyonu sağlanmıştır. Daha sonra da ortalaması alınan veriler ilgili kas grubuna ait maksimal istemli kasılma değeriyle yüzdesi alınarak Clarys ve ark. (1990)'na göre normalizasyon süreci tamamlanmıştır.



### Postural Salınım Ölçümü

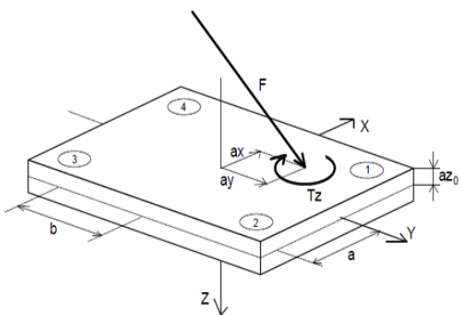
Denekler rahat spor ayakkabı giymeleri ve ok atış pozisyonunda (ayakta duracaklar ve 18 metre uzaktaki hedefe bakacaklardır) kuvvet platformu üzerinde dikilmeleri konusunda bilgilendirilmişlerdir. Ölçüm sırasında denekler hedefe transvers olarak kuvvet platformu üzerinde dikilirken, üst vücut atış yönünü göstermektedir. Ax yönü antero-posterior (AP) hareketleri ve Ay yönü medio-lateral (ML) hareketleri temsil etmesi için, hedef merkezi platformun uzun eksenine paralel orta hat doğrultusunda yerleştirildi. Ayakların pozisyonu işaretlendi ve deneklerden kayıt oturumu boyunca bu pozisyonda tutulduğundan emin olunması istendi (Şekil 53).



Şekil 53. Kuvvet Platformu Üzerinde Atış Yönünün Şematik Görünümü

Bu çalışmada, deneye katılan bireyler için kuvvet platformu üzerine teması ve orada kalış süresi boyunca, elde edilen; (1) Medio-Lateral (2) Anterior-Posterior salınım değerleri alınmış ve “Kistler BioWare” yazılım programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

<b>Tablo 2: Kuvvet Platformu Çıkış Sinyalleri</b>		
Çıkış Sinyali	Kanal	Tanım
Fx12	1	Sensör 1+sensör 2 ile ölçülen X yönündeki Force
Fx34	2	Sensör 3+sensör 4 ile ölçülen X yönündeki Force
Fy14	3	Sensör 1+sensör 4 ile ölçülen Y yönündeki Force
Fy23	4	Sensör 2+sensör 3 ile ölçülen Y yönündeki Force



Ölçülen kuvvet platform değerleri aşağıdaki hesaplamalar ile sayısallaştırılmıştır:

<b>Tablo 3: Kuvvet Platformu Ölçümünde Hesaplanan Parametreler</b>		
Parametreler	Hesaplama	Tanım
Fx	= fx12 + fx34	Medio-Lateral Force <sup>1)</sup>
Fy	= fy14 + fy23	Anterior-Posterior Force <sup>1)</sup>
Fz	= fz1 + fz2 + fz3 + fz4	Vertikal Force
Mx	= b * (fz1 + fz2 - fz3 - fz4)	Plate moment about X-axis <sup>3)</sup>
My	= a * (-fz1 + fz2 + fz3 - fz4)	Plate moment about Y-axis <sup>3)</sup>
Mz	= b * (-fx12 + fx34) + a * (fy14 - fy23)	Plate moment about Z-axis <sup>3)</sup>
Mx <sup>1</sup>	= Mx + Fy*az0	Plate moment about top plate surface <sup>2)</sup>
Ax	= -My <sup>1</sup> / Fz	<b>X-Koordinatında uygulanan force noktası (COP) <sup>2)</sup></b>
Ay	= Mx <sup>1</sup> / Fz	<b>Y-Koordinatında uygulanan force noktası (COP) <sup>2)</sup></b>
Kistler koordinat sistemindeki tüm formüller 1) Yürüyüş yönü Y-eksen pozitif 2) az0 = üst düzlemde offset (negatif değer) 3) a, b = sensör offset (pozitif değer)		

Tüm kuvvet platformu ölçüm değerlerinin analizi öncesi tüm deneklerin sadak, yay ve vücut ağırlıklarından oluşan toplam vücut ağırlıkları kilogram cinsinden normalize edilmiş ve deneklerin vücut ağırlıkları farklılıklarından kaynaklanabilecek grup içi farklılıklar elimine edilmiştir.

Analog sinyaller yükseltilmiş (amplified) 2000 Hz örnekleme hızında dijital forma dönüştürülmüştür. Veriler filtre edilmiş ve Kistler software ile dijital formda işlenmiştir. Her bir kanaldaki veri, sırasıyla impus gürültüsünü ve ölçüm

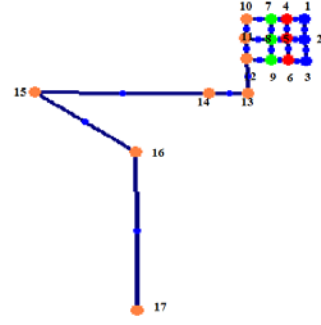
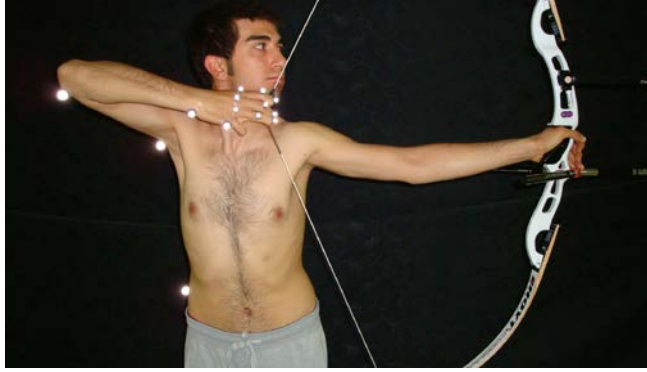
sisteminden kaynaklanan gürültüyü en aza indirmek için 100 Hz LP filtresi ile filtrelenmiştir.

### *Kinematik Ölçüm*

Okçunun nişan alma ve hedefe gerçekleştirilen atış arasındaki ilişkiyi anlaması oldukça güçtür. Bu problemin üstesinden gelebilmek için, deneysel düzenlememizde, nişan alma ve serbestleme evresindeki görüntüyü kaydetmek için 2 adet “MotionBLITZ” Cube 7 markalı yüksek-hızlı video kamera kullanılarak ok atış evresi tam olarak kaydedilmiştir. Sonrasında toplam 27 okçunun dâhil edildiği bu çalışmada nişan alma evresi sırasında her bir okçunun kirişi serbestleme anı, kaydedilen verilerden elde edilmiştir. İki ayrı kameraya kaydedilen ok atışı görüntüleri “.rec” formatında bilgisayar ortamına kaydedildi. Okun serbestlenmesine ait 2 ayrı kamera görüntüsünü eşleştirmek ve görüntülerdeki fazla kareleri kesmek için hareket analizi yazılımının makaslama (trimmer) modülü kullanıldı ve kesilen kareler “.rec” formatında kaydedildi. Kaydedilen ok atış hareketi 2 ayrı kamera görüntüsü makaslama modülünde açıldıktan sonra her görüntüde referans olacak bir an (kirişin parmaklardan ilk ayrılma anı, 3 Volt akım üreten bir ışık devresindeki ışığın kamerada görünme anı) tespit edildi ve her kamera görüntüsünde o an belirlenerek eşleştirme işlemi yapıldı. Eşleştirme işleminden sonra görüntülerde ok atış tekniğinde analize alınmayacak kareler 2 ayrı kamera görüntüsünde kesilerek aynı kare sayısına sahip 2 ayrı kamera görüntüsü elde edildi.

Sayısallaştırma işlemi antropometrik noktaların koordinatlarının elde edilme işlemidir. 12 (3x4) ok atışından başarılı olan atışların kamera görüntüsünün sayısallaştırma işlemi gerçekleştirildi. Her bir kare görüntüde 20 adet yansıtıcı nokta WINalyze Automatic Motion Analiz sisteminin otomatik tracking yardımıyla otomatik olarak gerçekleştirildi. Böylece tüm video görüntülerindeki antropometrik noktaların sayısallaştırma işlemi tamamlandı (Şekil 54). Daha sonra kalibrasyon görüntüsünde kafes üzerindeki noktaların sayısallaştırma işlemi gerçekleştirildi. Bu noktaların uzaysal konumları yazılıma tanıtıldı (Şeil 54). Kare görüntü üzerinde işaretlenen her bir yansıtıcı işaretin uzaysal konum bileşenleri hareket analizi yazılımındaki Doğrudan Doğrusal Dönüşüm (DLT-Direct Linear Transformation) algoritması tarafından hesaplandı. Böylece sayısallaştırılan her noktanın zamana bağlı 3 boyutlu konum verisi metrik cinsten elde edildi. Sayısallaştırılarak uzaysal konumları elde edilen noktaların konum verisi frekansı “Low pass digital filtre” kullanılarak yumuşatıldı (Gourgoulis ve ark 2004). Bu filtreleme sayesinde sayısallaştırma sırasında yapılan hataların yumuşatılması ve hareketin gerçek doğasına uymayan frekansı yüksek verinin uzaklaştırılması sağlandı. Vücut üzerindeki antropometrik noktaların 3 boyutlu konum verisi hareket analizi yazılımının görüntüleme modülü yardımı ile üç boyutlu el modeli oluşturuldu (Şekil 54). Bu modülden, çekiş parmaklarının (ikinci, üçüncü ve dördüncü parmak) Ulnar-Styloid (US) ve Lateral-Epicondyle (ME) noktalarının açılı değerleri WINalyze Automatic Motion Analiz sistemi ile elde edildi.

## Markır Yerleşimi



- |  |  |
|--|--|
| 1. Distal Falanks (DF)_2. Parmak                 | 9. Proximal Interfalangeal Eklem (PIP)_4. Parmak |
| 2. Distal Falanks (DF)_3. Parmak                 | 10. Metakarpo- Falangeal Eklem (MP)_2. Parmak    |
| 3. Distal Falanks (DF)_4. Parmak                 | 11. Metakarpo- Falangeal Eklem (MP)_3. Parmak    |
| 4. Distal Interfalangeal Eklem (DIP)_2. Parmak   | 12. Metacarpo- Falangeal Eklem (MP)_4. Parmak    |
| 5. Distal Interfalangeal Eklem (DIP)_3. Parmak   | 13. Metacarpo- Falangeal Eklem (MP)_5. Parmak    |
| 6. Distal Interfalangeal Eklem 1 (DIP)_4. Parmak | 14. Ulnar- Styloid (US)                          |
| 7. Proximal Interfalangeal Eklem (PIP)_2. Parmak | 15. Lateral- Epicondyle (LE)                     |
| 8. Proximal Interfalangeal Eklem (PIP)_3. Parmak | 16. M. Triceps Brachii Sonlanma Hizası           |
|  | 17. Trochanter Major (TM)                        |

### Şekil 54. Markır Yerleşimi

Deneğin ok atış görüntüsü kaydedilmeden önce elin önceden belirlenen anatomik noktalarına 17 adet yansıtıcı işaret yerleştirildi. Şekil 54'de denek üzerine yerleştirilen markır konumlandırmaları, tanımlamaları ve el modeli verilmiştir.

### Aydınlatma Sistemlerinin Yerleşimi

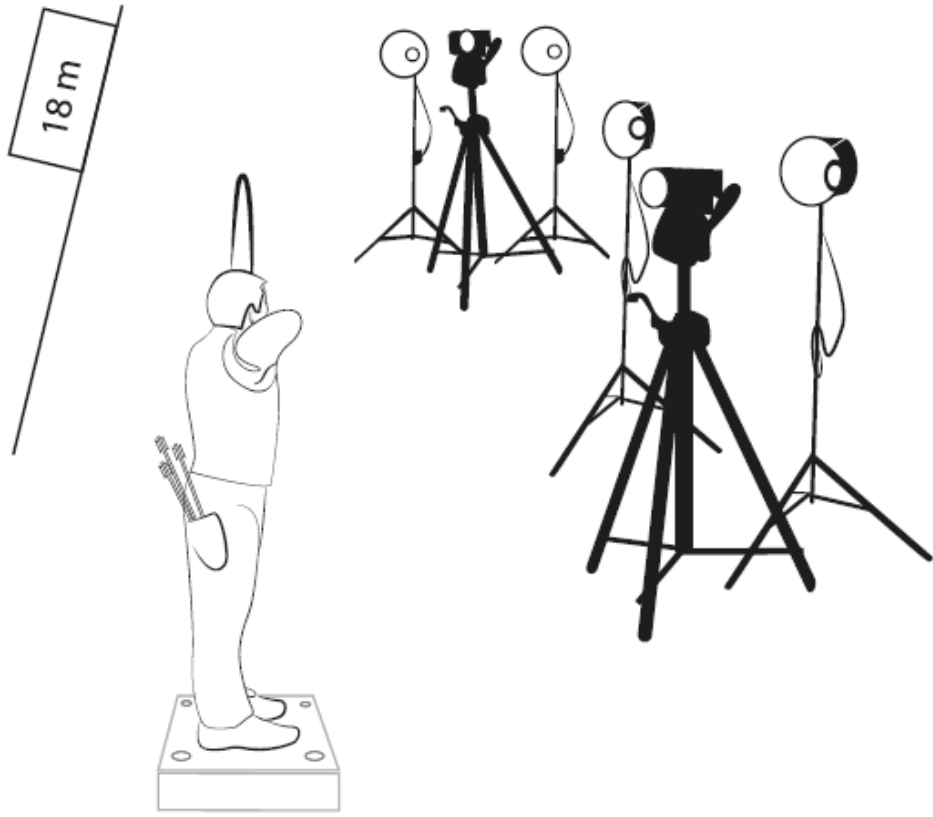
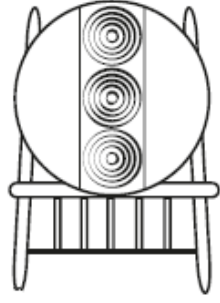
Okçunun vücudu üzerine yerleştirilen yansıtıcıların parlaması ve oku serbestleme görüntüsünün net alınması için her kameranın yanına "Daylight DX 15" markalı 150 watt'lık iki adet (her kameranın yanında toplam 300 watt) gücünde aydınlatma kaynağı (projektör) yerleştirildi (Şekil 55).



**Şekil 55. Aydınlatma Sistemleri**

#### *Kameraların Yerleşimi*

Üç boyutlu görüntüler iki kamera kullanılarak elde edilmiştir. Yerden yüksekliği 1.5 m. olan iki kamera birbirleriyle 70 derece açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Aynı kamera açıları ile yapılan benzer çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Aydın ve ark., 2004; Bulgan ve ark., 2004; Hoy ve ark., 1999). MotionBLITZ EoSense Cube 7 marka ve hızı 500 Hertz olan kameralardan atıcının lateralinde duran 1. kameranın sporcuya olan uzaklığı 3.5 metre, 2. kameranın uzaklığı 4 metre olarak ayarlanmış ve sabitlenmiştir (Şekil 56).

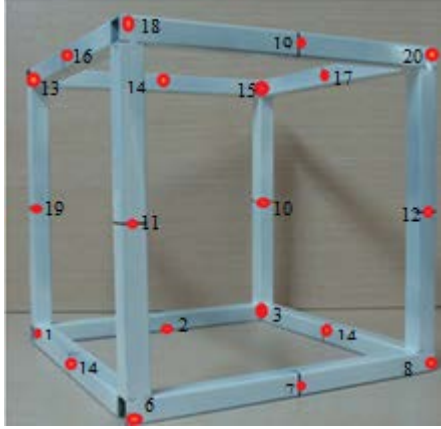


**Şekil 56. Atış Alanının Sistemik Görünümü**

*Kalibrasyon Kafesinin Yerleşimi*

Ok atışları öncesi, 165x106x75 cm ve 12 noktadan oluşan kalibrasyon kafesi, hareket alanının olduğu yere hedefi ortalayacak şekilde yerleştirilmiştir. Ok atış hareketinin 3 boyutlu uzayda tanımlanabilmesi için önceden ölçümleri alınan ölçümleme düzleminin (kalibrasyon kafesi) bilinen uzaysal konumları yazılıma tanıtıldı. Kalibrasyon kafesi üzerinde tanımlanan 12 noktanın üç boyutlu metrik değerleri **Tablo 4**'de verilmiştir.

**Tablo 4. Kalibrasyon Kafesi Üzerindeki Noktaların Metrik Sistem Koordinatları ve Kalibrasyon Kafesinin Ekran Üzerindeki Görüntüsü**



Kalibrasyon Kafesi Üzerindeki Noktalar	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
1	0	-307	307
2	153,5	-307	307
3	307	-307	307
4	0	-307	153,5
5	307	-307	153,5
6	0	-307	0
7	153,5	-307	0
8	307	-307	0
9	0	-153,5	307
10	307	-153,5	307
11	0	-153,5	0
12	307	-153,5	0
13	0	0	307
14	153,5	0	307
15	307	0	307
16	0	0	153,5
17	307	0	153,5
18	0	0	0
19	153,5	0	0
20	307	0	0

Ölçümleme düzlemi görüntüsü üzerindeki noktaların sayısallaştırma işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem tamamlandıktan sonra her bir karedeki yansıtıcı işaretler yazılımın otomatik sayısallaştırma komutu ile sayısallaştırıldı. İki kamera ile kalibrasyon kafesine çekim yapıldı ve görüntüler bilgisayar programına “.avi” dosyası olarak kaydedildikten sonra kafes kaldırıldı (**Tablo 4**). Kalibrasyonda DLT (Direct Linear Transformation) Yöntemi kullanıldı (Shapiro, 1978). DLT algoritması uygulanarak incelenen antropometrik noktaların uzaydaki konumları belirlendi. Üç boyutlu analizlerde sıklıkla kullanılan (Pigos, 1994) bu yöntemin farklı tekniklerde yapılan çalışmalarda kullanıldığı literatürde görülmektedir (Altay ve ark., 2002; Hoy ve ark., 1999; Navarro ve ark., 1998). Sayısallaştırılarak uzaysal konumları elde edilen noktaların konum verisi filtrelenerek temizlendi

Kameralar yerleştirildikten sonra kablolar yardımıyla ana bilgisayara bağlanmış ve kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra bir daha yerlerinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Kamera çekimlerinden önce sporculara 15 dk.’lık ısınma zamanı verildi ve üzerlerine reflektör özelliğe sahip markırlar yerleştirilmiştir. Sporculardan ok atışını, kalibre edilen alan içinde yapmaları istenmiştir. Atışlardan önce sporculara örnek birer atış yaptırılmış ve arkasından 12 adet atış yaptırılarak başarılı atışlar analiz edilmiştir.





## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Bulgular

Çalışmaya katılan grupların (**AO**: Acemi Okçular; **ODO**: Orta Düzey Okçular; **EO**: Elit Okçular) tanımlayıcı istatistiksel değerleri **Tablo 5.**'de, üç grubun EMG, Görüntü Analizi ve Kuvvet Platformu Ölçümleri Şekil 57., - 77.'de verilmiştir.

**Tablo 5. Kontrol grubu ve Antrenman Grubunun Tanımlayıcı Bilgileri**

Gruplar (n)	Antrenman Yaşı (yıl)	Yaş (yıl)	Boy (cm)	Kilo (kg)	FITA Skorları (puan)	Çekiş Ağırlığı (kg)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
<b>Grup AO</b> (n=9)	1,4 ± 0,5	22,6 ± 6,0	176,5 ± 4,9	72,1 ± 17,2	915,2 ±15,9	34,8 ± 2,8
<b>Grup OO</b> (n=9)	6,6 ± 3,3	23,8 ± 7,6	176,1 ± 9,1	71,6 ± 19,0	1150,3 ±12,0	35,5 ± 3,9
<b>Grup EO</b> (n=9)	8,7 ± 4,9	25,5 ± 8,3	178,6 ± 6,0	78,5 ± 11,5	1244,5 ±40,7	44,0 ± 1,4

**AO**: Acemi Okçular; **OO**: Orta Düzey Okçular; **EO**: Elit Okçular

Elit, orta düzey, acemi okçu grupları arasında ok atış tekniğinin uygulanışı sırasında Fleksör Digitorum Superfacialis (FDS), Ekstansör Digitorum Communis (EDC), Deltoid Anterior (DA), Deltoid Middle (DM), Deltoid Posterior (DP), Pectoralis Major (PM) Trapezius; Upper (UT), Middle (MT), Lower (LT) kasları açısından kasılma gevşeme mekanizmaları.

Elit, orta düzey, acemi okçu grupları arasında ok atış tekniğinin uygulanışı sırasında Fleksör Digitorum Superfacialis (FDS), Ekstansör Digitorum Communis (EDC), Deltoid Anterior (DA), Deltoid Middle (DM), Deltoid Posterior (DP), Pectoralis Major (PM) Trapezius; Upper (UT), Middle (MT), Lower (LT) kasları açısından kasılma gevşeme mekanizmaları **Şekil 57-68'** de görülmektedir. Şekilde "0" noktaları, klikir'in düşüş anını ifade etmektedir. "X" eksenini MİK (Maksimal İstemli Kasılma) değerlerine göre oluşan kassal aktivasyon yüzdesini gösterirken, "Y" eksenini klikir düşmeden önceki -400 msn ve sonraki 800 msn'yi ifade etmektedir.

Gerçekleştirilen EMG ölçümleri sonucunda Acemi, Orta düzey ve Elit okçu grubunun çekiş kolu DA, UT ve PM kaslarına ait verilerin maksimal istemli kasılma yüzdelere göre dağılımında gruplar arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Ancak, ölçümü gerçekleştirilen FDS, EDC, DM, DP, MT, LT kaslarına ait verilerin maksimal istemli kasılma yüzdelere göre dağılımında gruplararası istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

*Alt problem 1: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu fleksörlerinin sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıltı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

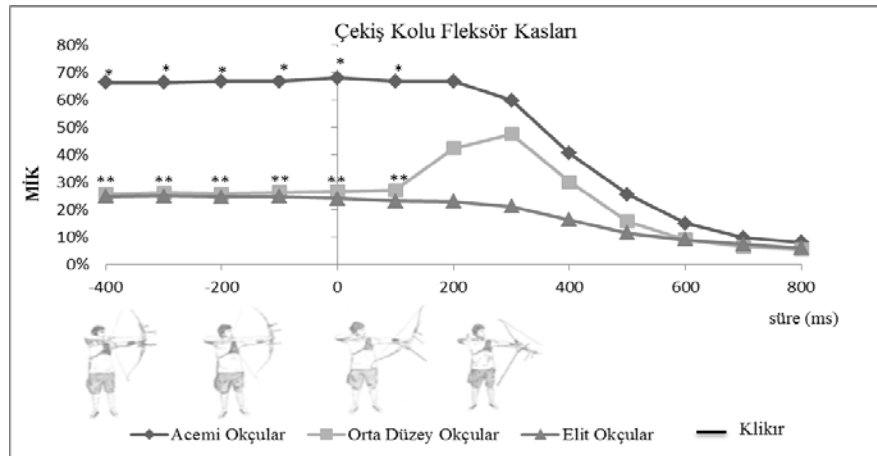
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol fleksör kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıltı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıltı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol fleksör kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 57** incelendiğinde, acemi okçularla elit ve orta düzey okçular arasında -400 ms ile 100 ms arasındaki EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) için denence 1 reddedilmiştir. Klikir'in düşmesiyle birlikte acemi okçuların çekiş kolu fleksörleri 200 ms sonrasında bir gevşeme stratejisi sergilerken, orta düzey okçu grubunun çekiş kolu fleksörlerinde klikir'in düşmesinden hemen önce bir kasılma ve ardından yaklaşık 200 ms civarında bir gevşeme ortaya koymuşlardır. Elit okçu grubunun çekiş kolu fleksörlerine ait verilerin maksimal istemli kasılma yüzdeleri diğer iki gruptan daha düşük olmakla birlikte klikir'in düşmesi ile kassal aktivasyon giderek azalmıştır.



\*: acemi okçular- elit okçular ( $p<0,05$ ).

\*\* : acemi okçular- orta düzey okçular ( $p<0,05$ ).

**Şekil 57. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Fleksörlerine Ait Veriler**

*Alt problem 2: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu ekstansörlerinin sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

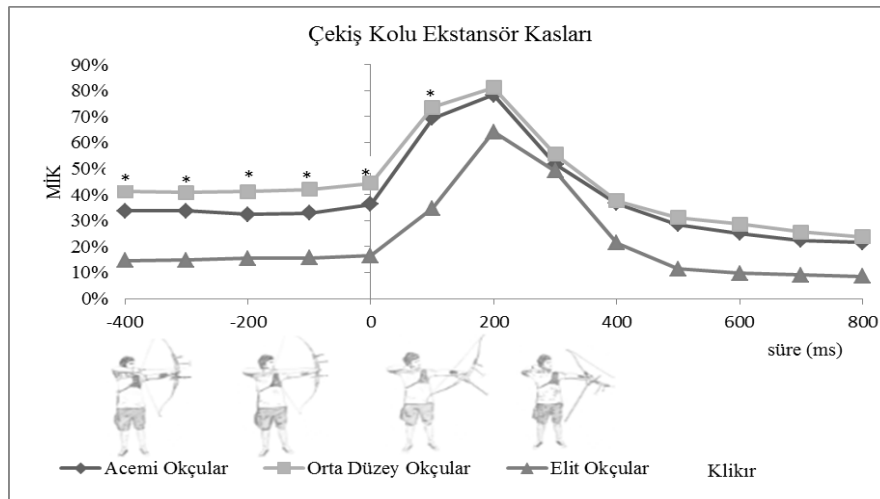
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol ekstansör kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol ekstansör kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

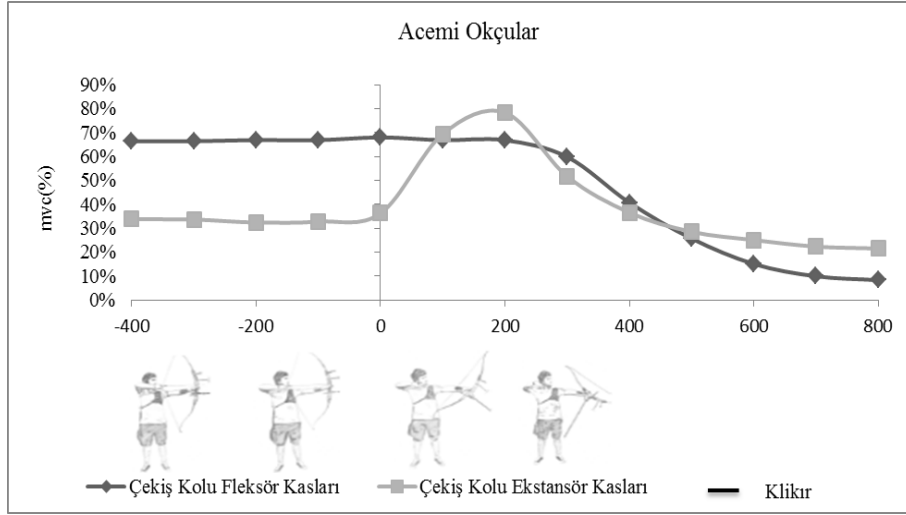
**Şekil 58** İncelendiğinde, orta düzey okçularla elit okçular arasında -400 ms ile 0 ms (klickirin düşüşü) arasındaki EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) için denence 2 reddedilmiştir. Klickir'in düşmesinden önce acemi ve orta düzey okçu grubu çekiş kolu ekstansörlerini MİK'nın % 35-40 düzeylerinde aktive ederken bu oran elit okçu grubunda % 15 düzeyinde seyretmektedir. Klickir'in düşmesinden hemen sonra elit grubun oldukça düşük olmak üzere üç grubun da çekiş kolu ekstansör kaslarının kassal aktivasyon değerlerinde artış ve ardından yaklaşık 200 ms civarında bir gevşeme gözlenmiştir.



\*\* : orta düzey okçular-elit okçular ( $p<0,05$ ).

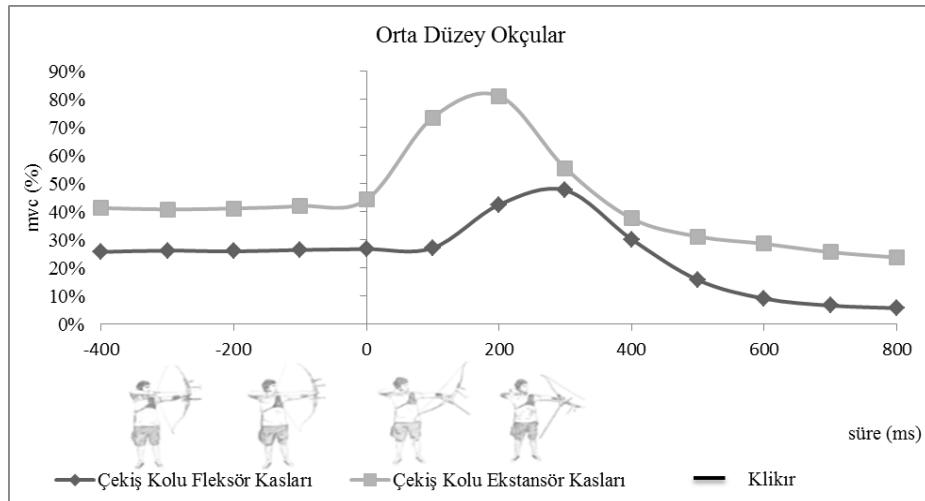
**Şekil 58. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansörlerine Ait Veriler**

**Şekil 59** incelendiğinde, acemi okçuların maksimal istemli kasılmalarının %70 ‘ni devreye soktukları görülmektedir. Motor beceri öğreniminin ilk aşamasında (bilîş aşaması) olan acemi okçuların, klikirin düşmesiyle birlikte fleksör kas gruplarında gevşeme, ekstansör kas gruplarında ise kasılma stratejisi (resiprokal inhibisyon) sergiledikleri gözlenmiştir.



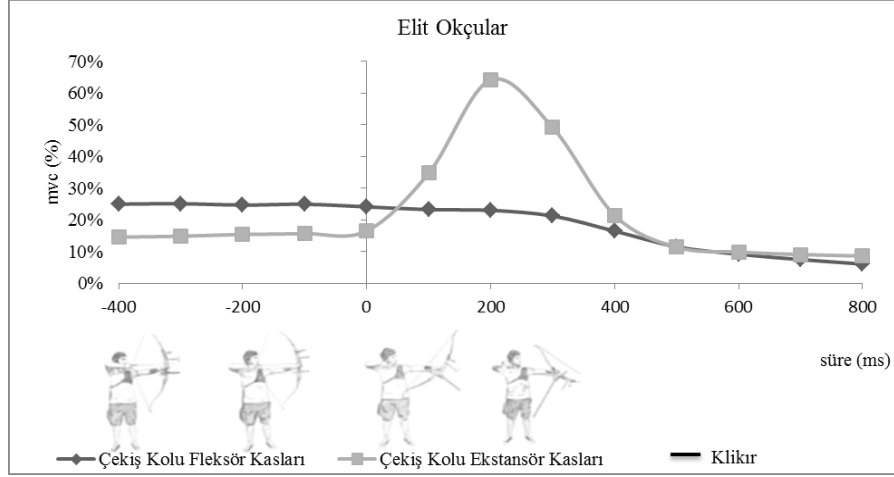
**Şekil 59: Acemi Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansör ve Fleksörlerine Ait Verilerin Maksimal İstemli Kasılma Yüzdelerine Göre Dağılımı**

**Şekil 60** incelendiğinde, klikirin düşüşü ile birlikte, orta düzey okçu grubunun çekiş kolu ekstansör ve fleksörler kaslarının aktivasyon değerlerinde artış gözlenmektedir. Agonist ve antagonist kasların aynı anda aktive olması ile agonist-antagonist ko-aktivasyon (rekürrent inhibisyon) stratejisi sergiledikleri saptanmıştır.



**Şekil 60. Orta Düzey Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansör ve Fleksörlerine Ait Verilerin Maksimal İstemli Kasılma Yüzdelerine Göre Dağılımı**

**Şekil 61** İncelendiğinde elit okçu grubunun klikırın düşmesinden önce fleksör kas gruplarını maksimal istemli kasılmalarının % 25, ekstansör kaslarını ise % 15 düzeylerinde devreye soktukları görülmektedir. Klikırın düşmesiyle birlikte çekiş kolu ekstansör kas gruplarının aktivitesinde artış; fleksör kas grupların da ise bir gevşeme stratejisi (resiprokal inhibisyon) gözlenmektedir.



**Şekil 61. Elit Düzey Okçu Grubunun Çekiş Kolu Ekstansör ve Fleksörlerine Ait Verilerin Maksimal İstemli Kasılma Yüzdelerine Göre Dağılımı**

*Alt problem 3: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu deltoid anterior sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

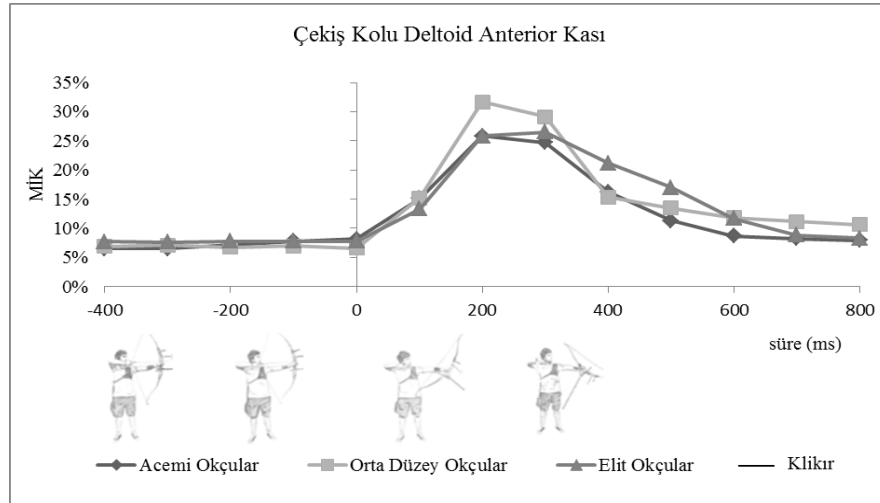
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol deltoid anterior kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların eğiş ön kol deltoid anterior kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Çizelge 62** İncelendiğinde üç düzey okçu grubunun çekiş kolu deltoid anterior kasına ait verilerinde klikir'in düşüşü öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediği ( $p>0,05$ ) denence 3 kabul edilmiştir.



**Şekil 62. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Deltoid Anterior Kasına Ait Veriler**

*Alt problem 4: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu deltoïd middle sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıltı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

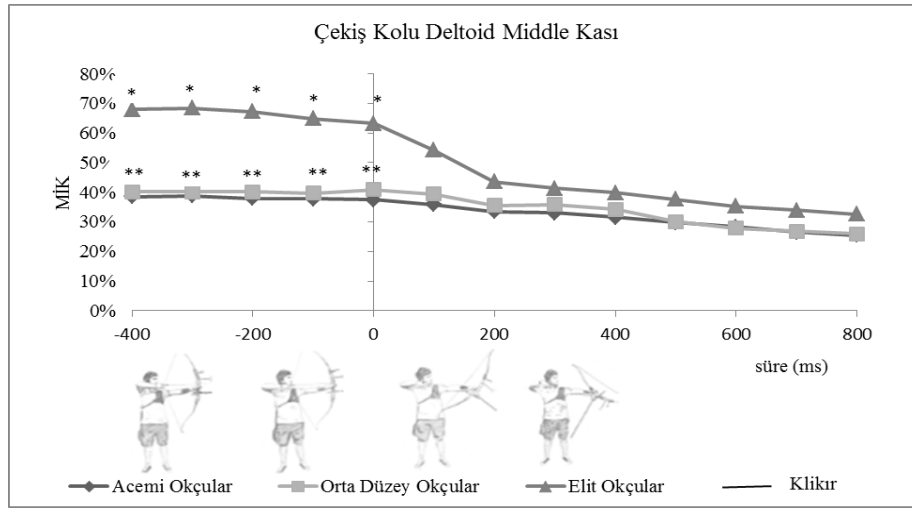
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol deltoïd middle kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıltı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıltı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol deltoïd middle kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 63** İncelendiğinde, acemi okçularla elit ve orta düzey okçular arasında -400 ms ile 100 ms arasındaki EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) için denence 4 reddedilmiştir. Acemi ve orta düzey okçular, tam çekiş ve nişan alma fazlarında deltoïd middle kaslarını MİK'nın % 39-40 düzeylerinde aktive ederken bu oran elit okçu grubunda % 67 düzeyinde seyretmektedir. Klikır'in düşmesiyle birlikte elit okçular deltoïd middle kaslarında diğer iki okçu grubuna göre daha hızlı bir gevşeme ortaya koymuşlardır.



**Şekil 63. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekış Kolu Deltoïd Middle Kasına Ait Veriler**



*Alt problem 5: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu deltoid posterior kasının sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

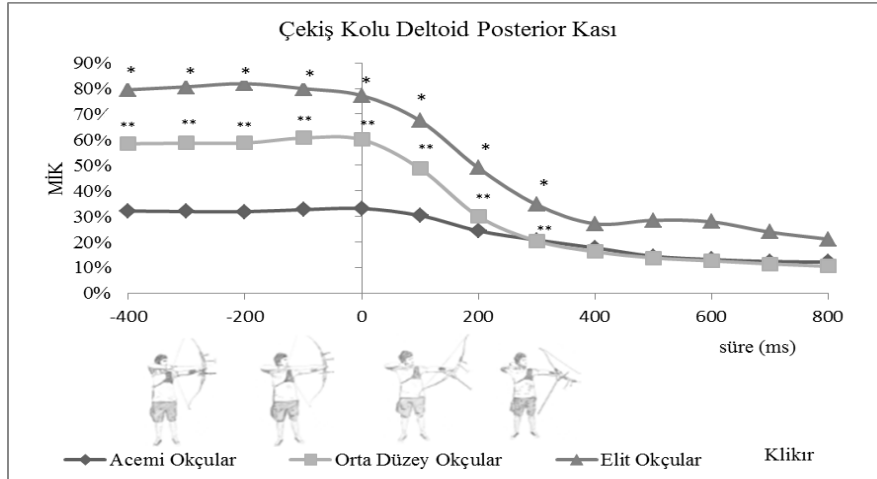
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol deltoid posterior kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların ön kol deltoid posterior kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 64** incelendiğinde, elit okçularla acemi ve orta düzey okçular arasında -400 ms ile 300 ms arasındaki EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) için denence 5 reddedilmiştir. elit okçuların orta ve acemi okçulara göre çekiş ve nişan alma evreleri içerisinde deltoid posterior kaslarını daha yüksek yüzde (%80) ile kullandıkları görülmektedir. Klikir in düştüğü yani bırakışın başladığı andan itibaren üç grubun deltoid posterior kasına ait aktivasyon değeri giderek aşağıya doğru bir eğim sergilemiştir.



\*: elit okçular- acemi okçular ( $p<0,05$ ).

\*\* : elit okçular- acemi okçular ( $p<0,05$ ).

**Şekil 64. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Deltoid Posterior Kasma Ait Veriler**

*Alt problem 6: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu trapezius upper sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### **Sayıltı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

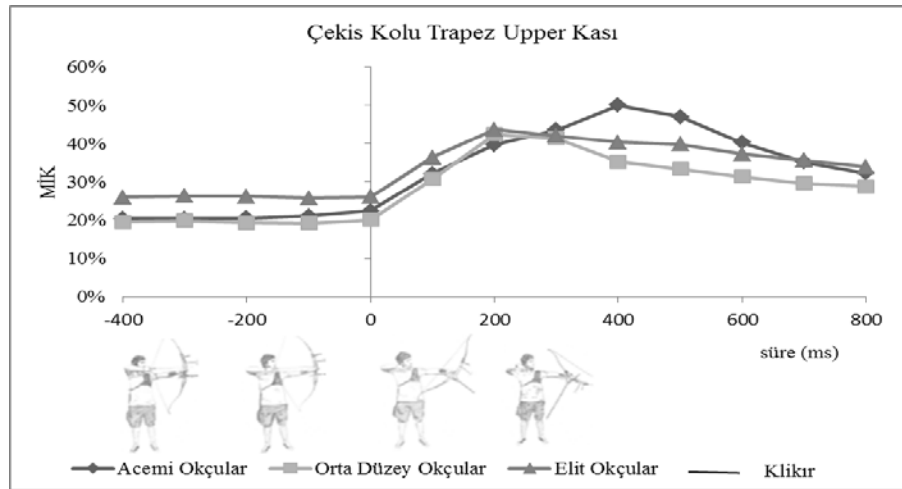
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların çekiş kolu trapezius upper kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### **Sayıltı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıltı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların çekiş kolu trapezius upper kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### **Sonuç:**

**Şekil 65** İncelendiğinde üç düzey okçu grubunun çekiş kolu trapezius upper kasına ait verilerde klikır'ın düşüşü öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediği ( $p>0,05$ ) denence 6 kabul edilmiştir.



**Şekil 65. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Trapezius Upper Kasına Ait Veriler**

*Alt problem 7: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu trapezius middle sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

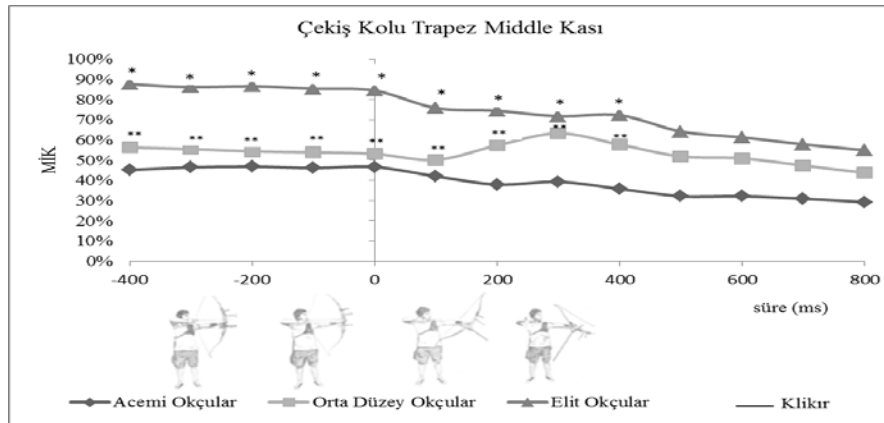
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların çekiş kolu trapezius middle kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların çekiş kolu trapezius middle kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 66** İncelendiğinde, ekim okçularla acemi ve orta düzey okçular arasında -400 ms ile 400 ms arasındaki EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) için denence 7 reddedilmiştir. Klıkır'ın düşmesinden önceki 400 ms. süresince acemi okçu ve orta düzey okçu grubu trapezius middle kaslarını sırasıyla MİK'nın % 46 ve %55 düzeylerinde aktive ederken bu oran elit okçu grubunda % 86 düzeyinde seyretmektedir. Klıkır'ın düşüşü ile birlikte ise elit ve acemi sporcuların trapezius middle kasının aktivasyon değerinde giderek bir azalma, orta düzey okçu grubunun kassal aktivasyon değerinde ise 100 ms kadar bir azalma sonrasında 300ms. kadar kasılmayı takip eden bir gevşeme ortaya koymuşlardır.



\*: elit okçular- acemi okçular ( $p<0,05$ ).

\*\* : elit okçular- orta düzey okçular ( $p<0,05$ ).

**Şekil 66. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Trapezius Middle Kasına Ait Veriler**

*Alt problem 8: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu trapezius lower sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

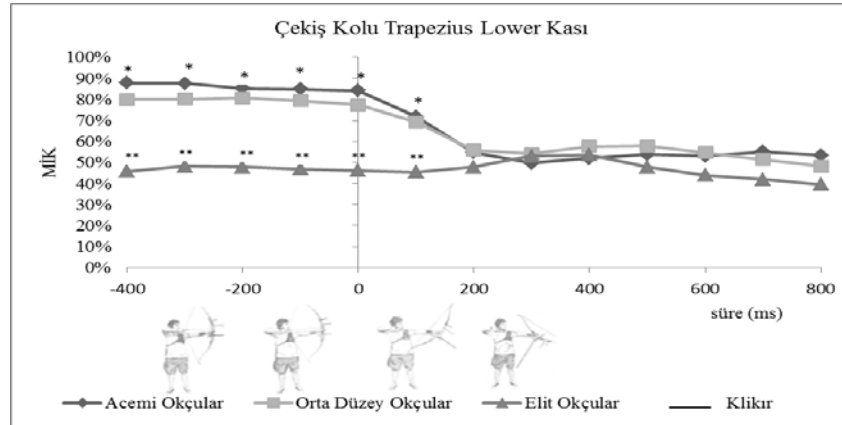
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların çekiş kolu trapezius lower kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların çekiş kolu trapezius lower kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 67** incelendiğinde, acemi okçularla elit ve orta düzey okçular arasında -400 ms ile 100 ms arasındaki EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) için denence 8 reddedilmiştir. Klikir'in düşmesinden önceki 400ms. süresince acemi ve orta düzey okçu grubu trapezius lower kaslarını MİK'nın % 80-90 düzeylerinde aktive ederken bu oran elit okçu grubunda % 45 düzeylerinde seyretmektedir. Klikir'in düşüşü ile birlikte okçuların trapezius lower kaslarının aktivasyon değerinde giderek bir azalma görülmektedir.



\*: acemi okçular- elit okçular ( $p<0,05$ ).

\*\* : acemi okçular- orta düzey okçular ( $p<0,05$ ).

**Şekil 67. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Trapez Lower Kasına Ait Veriler**

*Alt problem 9: Acemi, orta ve elit düzeyindeki okçuların, bırakış esnasında, çekiş kolu pectoralis major sergilediği kassal aktivasyon stratejileri arasında fark var mıdır?*

### **Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

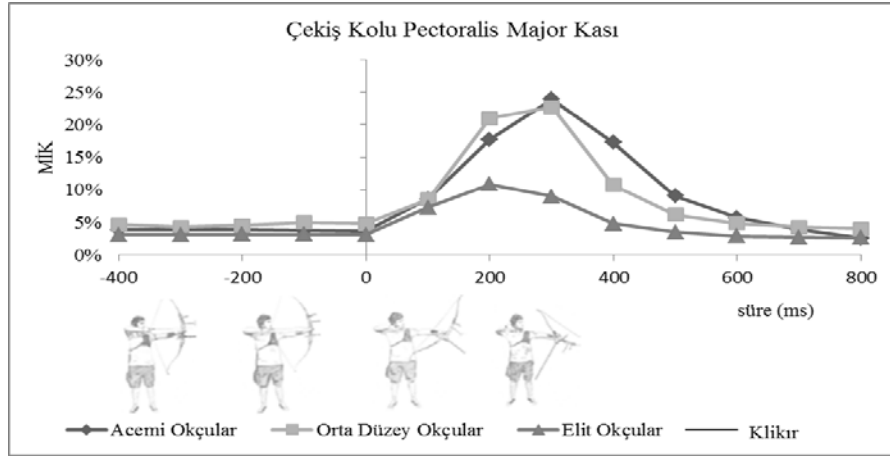
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların pectoralis major kaslarının aktivasyon değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### **Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların pectoralis major kaslarının aktivasyon değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi grupta kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### **Sonuç:**

**Şekil 68** İncelendiğinde üç okçu grubunun çekiş kolu pectoralis major kasına ait verilerde klikir'in düşüşü öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediği ( $p>0,05$ ) denence 9 kabul edilmiştir.



**Şekil 68. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Çekiş Kolu Pectoralis Major Kasına Ait Veriler**

*Elit, orta düzey, acemi okçu grupları arasında ok atış tekniğinin uygulandığı sırasında 2.3.4. Parmak Distal ve Proksimal Interfalangeal, Ulnar – Styloid, ve Lateral – Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri*

*Alt problem 10: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 2. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

#### **Sayıltı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

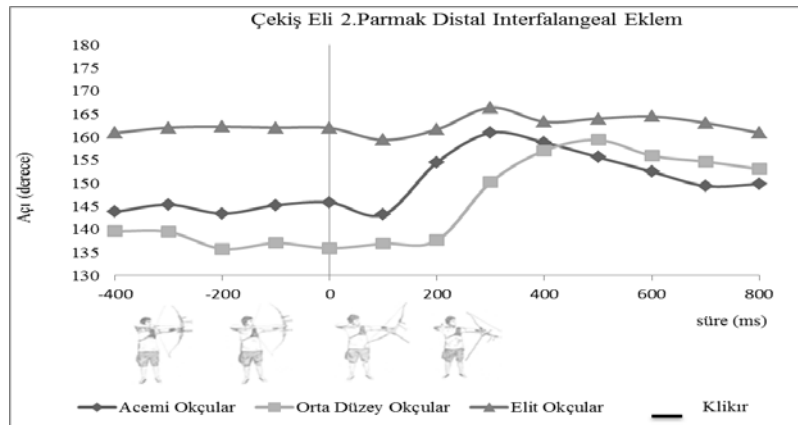
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 2. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

#### **Sayıltı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıltı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 2. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

#### **Sonuç:**

**Şekil 69** incelendiğinde, acemi, orta düzey ve elit okçu gruplarının her 100 ms. lik zaman aralığında 2. Parmak Distal Interfalangeal Ekleminin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 10 kabul edilmiştir. Elit, orta düzey ve acemi okçular 2. parmak distal interfalangeal eklemlerini kiriş üzerine sırasıyla; 160°, 140° ve 145°'lik açı ile yerleştirmişlerdir. Kirişin parmaklardan ayrılması sırasında elit ve acemi okçuların 2. parmak distal interfalangeal eklemlerinin açısı zamana bağlı olarak azalırken orta düzey okçularda artış gözlenmiştir.



**Şekil 69. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 2. Parmak Distal Interfalangeal Eklemine Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

*Alt problem 11: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

### Sayıltı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

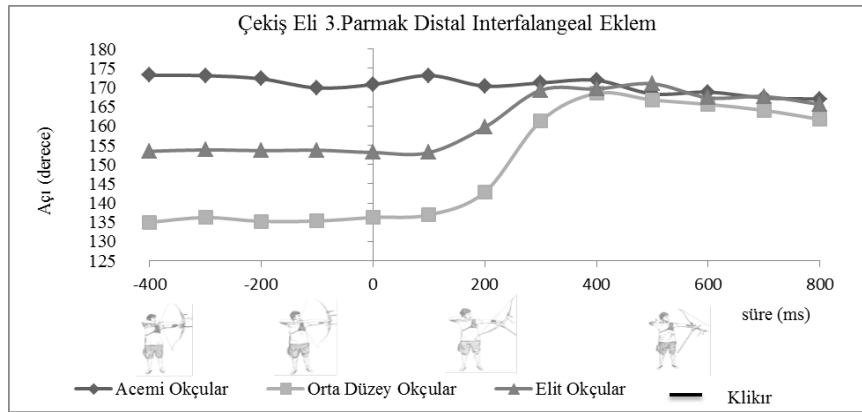
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıltı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıltı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 70** İncelendiğinde, acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemının zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 11 kabul edilmiştir. Kirişin serbestlenmesinden önce acemi, orta ve elit düzey okçuların 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklem açı değerleri sırasıyla  $175^\circ$ ,  $135^\circ$  ve  $155^\circ$  dir. Kirişin serbestlenmesiyle birlikte elit okçu grubunun açı değerleri stabilken acemi ve orta düzey okçu grubunun eklem açıları artmıştır. Serbestlemenin gerçekleşmesinden sonra grafikte üç okçu grubunun da açılarında benzer strateji gözlenmiştir.



**Şekil 70. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemının Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

*Alt problem 12: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

### Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?

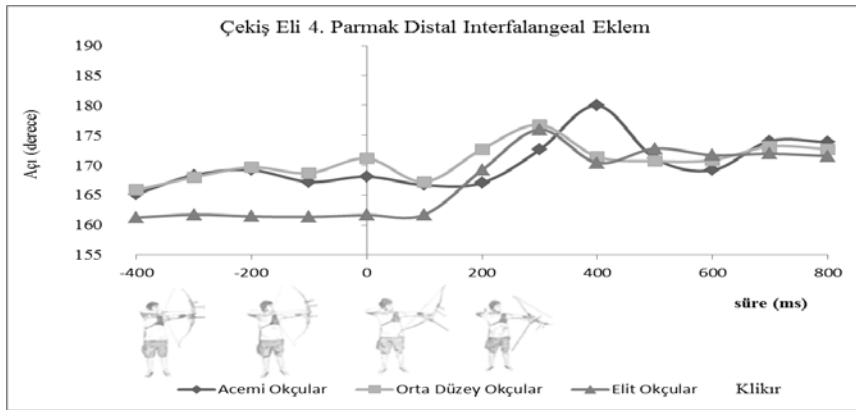
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### Sonuç:

**Şekil 71** İncelendiğinde, acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında 4. Parmağın Distal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 12 kabul edilmiştir. Üç okçu grubunun, çekiş eli 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemine ait başlangıç açı değerleri birbirine oldukça yakındır. Klikırın düşmesi ile 100ms lik zaman aralığında elit okçu grubunun eklem açısında değişim gözlenmezken diğer iki okçu grubunun açı değerlerinde önce düşüş sonrasında giderek artış gözlenmiştir.



**Şekil 71. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 4. Parmağın Distal Interfalangeal Eklemlerinin Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**



*Alt problem 13: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

### **Sayıltı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

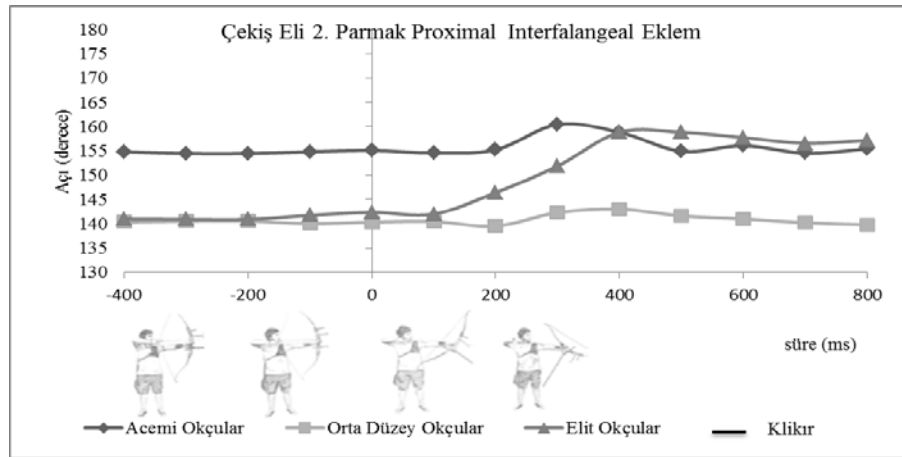
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### **Sayıltı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıltı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### **Sonuç:**

**Şekil 72** incelendiğinde, acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine ait verilerin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 13 kabul edilmiştir. Acemi okçular 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerini giriş üzerine  $155^\circ$  lik açı ile yerleştirirken, orta düzey ve elit okçu gruplarının başlangıç açıları yaklaşık  $140^\circ$  dir. Klıkırın düşmesiyle birlikte 3 grubunda eklem açısında zamana bağlı artış gözlenmiştir.



**Şekil 72. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

*Alt problem 14: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

### **Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

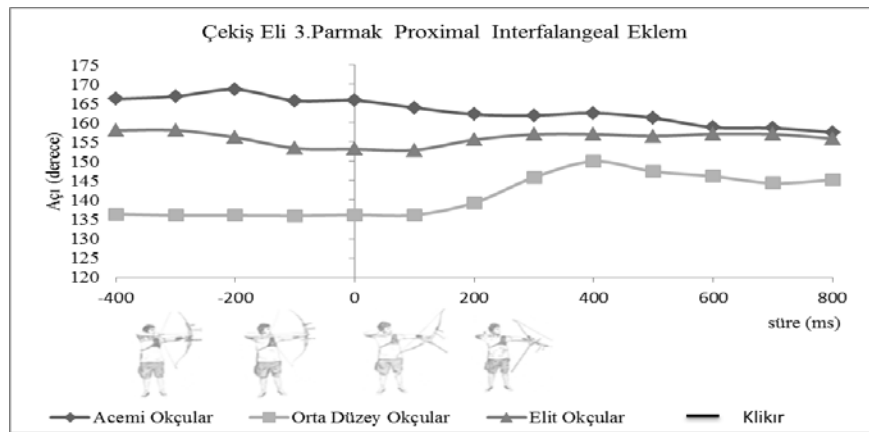
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### **Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### **Sonuç:**

**Şekil 73** incelendiğinde, acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine ait verilerin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 14 kabul edilmiştir. Klikirin düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun, çekiş eli 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklem açıları sırasıyla yaklaşık  $165^\circ$ ,  $135^\circ$  ve  $155^\circ$ 'dir. Klikirin düşmesiyle birlikte acemi okçuların açı değerlerinde hafif düşüş, elit okçuların açı değerlerinde hafif artış gözlenirken, orta düzey okçuların 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklem açıları artarak  $150^\circ$  lik ekstansiyon konumuna gelmiştir.



**Şekil 73. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

*Alt problem 15: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

### **Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

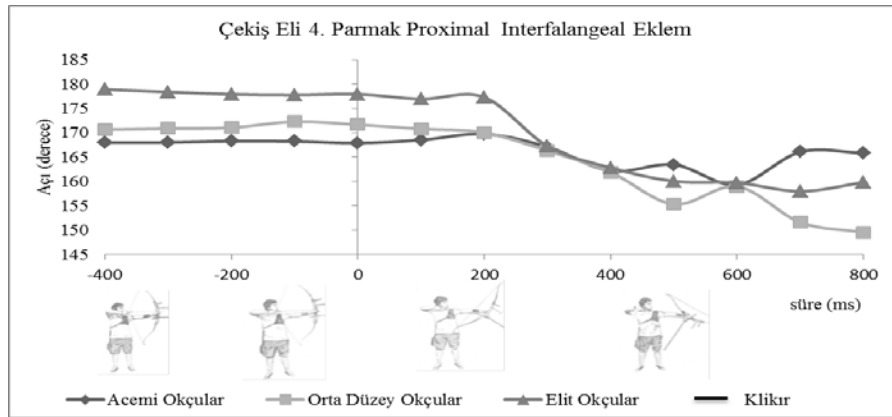
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### **Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### **Sonuç:**

**Şekil 74** incelendiğinde, Acemi, Orta düzey ve Elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine ait verilerin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 15 kabul edilmiştir. Klikırın düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun, çekiş eli 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklem açıları sırasıyla; yaklaşık  $168^\circ$ ,  $170^\circ$  ve  $178^\circ$ 'dir. Klikırın düşmesiyle birlikte 3 grubun da 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine ait açı değerlerinin azalarak benzer strateji sergilediği gözlenmiştir.



**Şekil 74: Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

*Alt problem 16: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında Ulnar - Styloid Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

### **Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

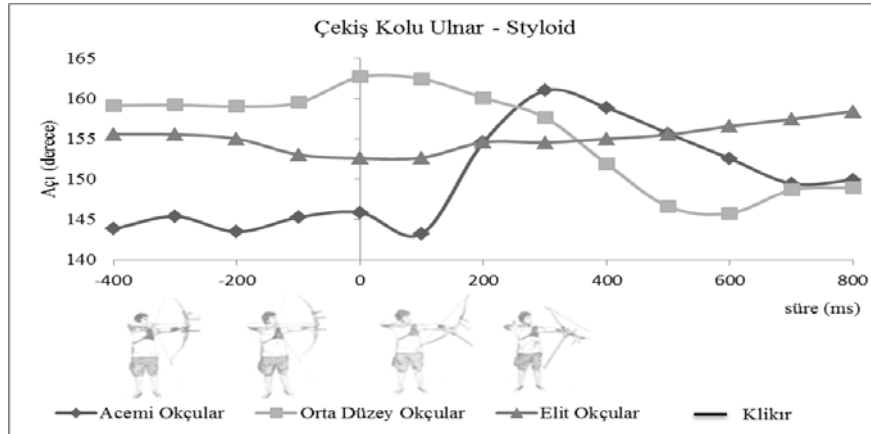
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların Ulnar - Styloid Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

### **Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların Ulnar - Styloid Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

### **Sonuç:**

**Şekil 75** incelendiğinde, Acemi, Orta düzey ve Elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında Ulnar - Styloid Eklemine ait verilerin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 16 kabul edilmiştir. Klikırın düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun, çekiş kolu Ulnar - Styloid Eklem açıları sırasıyla yaklaşık  $145^\circ$ ,  $160^\circ$  ve  $155^\circ$  dir. Klikırın düşmesiyle acemi okçuların açı değerlerinde düşme, orta düzey okçuların açı değerlerinde hafif bir artış gözlenirken, elit okçuların klikırın düşüşü ile okun sebestlenmesi sırasında (100. ms.) stabil kaldığı gözlenmiştir.



**Şekil 75: Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Ulnar - Styloid Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

*Alt problem 17: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, bırakış esnasında, Lateral - Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri arasında fark var mıdır?*

#### **Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

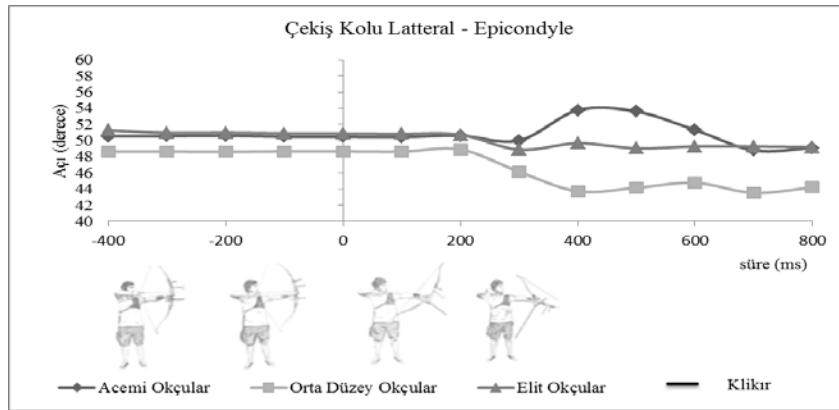
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların Lateral - Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

#### **Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların Lateral - Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

#### **Sonuç:**

**Şekil 76** incelendiğinde, Acemi, Orta düzey ve Elit okçu grubunun her 100 ms. lik zaman aralığında Lateral - Epicondyle Eklemine ait verilerin zamana bağlı açı değişim değerleri grafiksel anlamda farklılık sergilerken, istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği için ( $p>0.05$ ) denence 17 kabul edilmiştir. Klikirin düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu gruplarının, çekiş kolu Lateral - Epicondyle Eklem açıları birbirine çok yakın değerler arasındadır. Okun serbestlenmesi evresinin devamında acemi okçuların Lateral - Epicondyle Eklem açılarında artış, orta düzey okçuların açılarında düşüş gözlenirken, elit okçuların açı değerlerinde değişimin çok az olduğu gözlenmiştir.



**Şekil 76. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Grubunun Lateral - Epicondyle Eklemine Ait Verilerin Zamana Bağlı Açı Değişim Değerleri**

***Elit, orta düzey, acemi okçu grupları arasında ok atış tekniğinin uygulanışı sırasında Ax (Anteriposterior) ve Ay (Mediolateral) yönlerdeki salınım değerleri***

***Alt problem 18: Acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, atış sırasında Anteriposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay), Lateral Salınım range değerleri arasında fark var mıdır?***

#### **Sayıtlı Testi 1: Standart sapmalar eşit midir?**

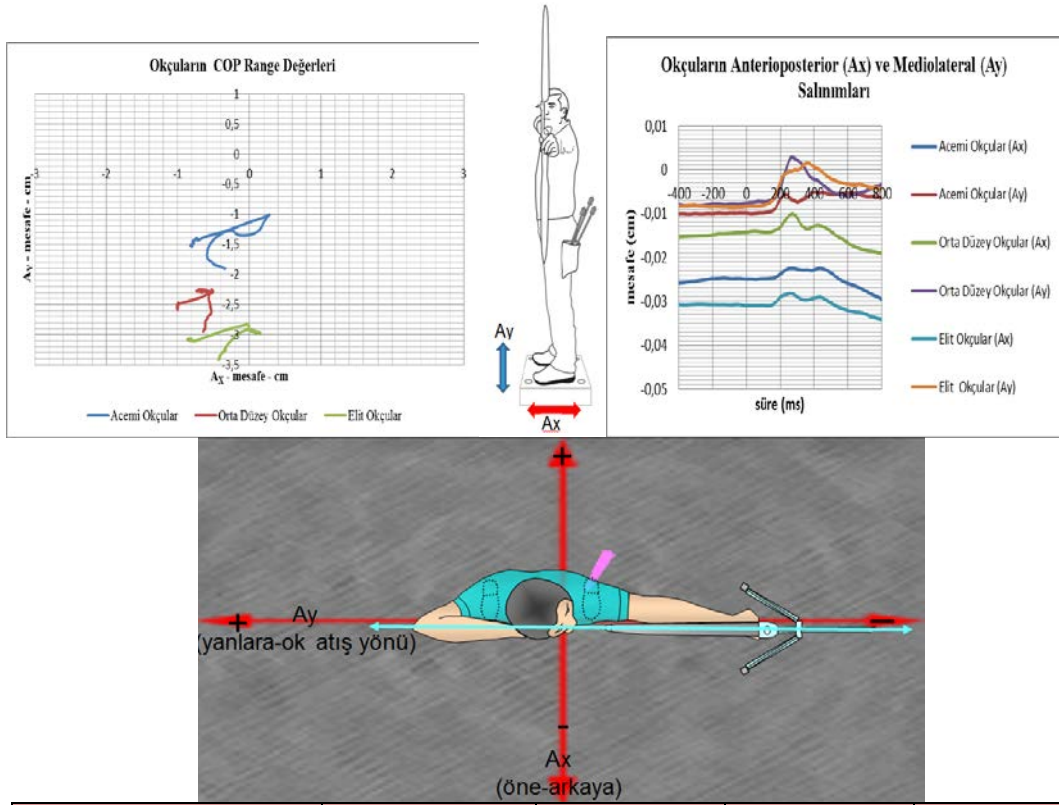
Anova testi, standart sapmalarının eşit olduğu bir evrenden geldiğini farz etmektedir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların Anteriposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay), Lateral Salınım range değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

#### **Sayıtlı Testi 2: Veri grupları normal dağılım (Gaussian distribution) göstermekte midir?**

Anova testi, incelenen veri grubunun normal dağılım sergilediğini farz etmektedir. Bu sayıtlı Kolmogorov Smirnov testi ile test edilmiştir. Acemi, orta düzey ve elit okçuların Anteriposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay), Lateral Salınım range değerleri normal dağılım testini geçmişlerdir ( $p>0.05$ ). Bu nedenle, bu üç denek grubu arasında ANOVA testi yapılmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak amacıyla PostHoc testi olarak Tukey-W testi seçilmiştir.

#### **Sonuç:**

**Şekil 77** incelendiğinde, elit okçular ile acemi okçu grubunun Ax ve Ay range değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözleendiği için ( $p<0,05$ ) denence 17 reddedilmiştir. Elit okçuların Ax ve Ay yönlerdeki salınım miktarları istatistiksel anlamda acemi okçulardan daha küçüktür. Grafikte, acemi, orta düzey ve elit okçuların vücut ağırlıklarını ok atış yönünde (Ay) sol bacaklarına (öndeki bacaklarına) ve öne doğru (Ax yönünde) aktararak atışa başladıkları görülmektedir. Klıkırın düşmesiyle birlikte 200 ms de orta düzey ve elit okçular vücut ağırlıklarını sağ bacak üzerinde ve geriye doğru taşımışlardır.

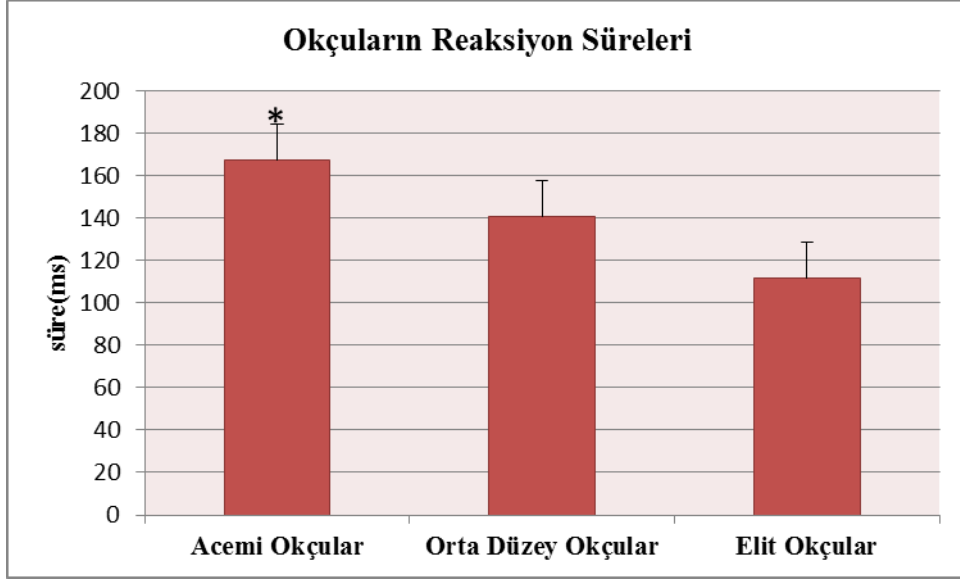


parameter	Min	max	std dev	range
Acemi Okçular Ax	-0,053531259	-0,00398	0,010316	0,049546*
Acemi Okçular Ay	-0,031681389	0,01796	0,007736	0,052453*
Orta Düzey Okçular Ax	-0,052581296	-0,01213	0,008411	0,040452
Orta Düzey Okçular Ay	-0,025284907	0,017765	0,007715	0,043049
Elit Okçular Ax	-0,055587583	-0,01886	0,007951	0,036725
Elit Okçular Ay	-0,029683625	0,007925	0,006675	0,037609

\*: acemi okçular- elit okçular (p<0,05).

**Şekil 77. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçuların Anteroposterior (Ax) ve Mediolateral (Ay) Salinimleri**

**Şekil 78** incelendiğinde, acemi ve elit okçuların klickir'in düşüş uyarısına verdikleri tepki yani reaksiyon süreleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Elit okçuların reaksiyon süresi ( $111,64 \pm 9,20$  ms), acemi okçuların reaksiyon süresi ( $167,221 \pm 16,98$  ms)'nden daha kısadır (**Şekil 78**).



\*: acemi okçular- elit okçular ( $p<0,05$ ).

**Şekil 78. Acemi, Orta Düzey ve Elit Okçu Gruplarının Reaksiyon Süreleri**



## TARTIŞMA

Bu araştırmada; (1) ok atışı sırasında el ve el bileği, gleno-humeral ve scapular eklemlerdeki kassal aktivasyon stratejileri, (2) okçuların ok atışı yönündeki sağa-sola, öne-arkaya salınımları ve ağırlık merkezi iz düşümlerinin yerde taradığı alan ve (3) bazı kinematik parametrelerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla acemi, orta ve elit düzeydeki okçuların, kirişin serbestlenmesinin 400 ms. öncesi, 800 ms. sonrasındaki kassal aktivasyon, postural salınım ve kinematik ölçümleri alınmıştır.

### 1. *Kassal Aktivasyon Stratejileri*

Elit, orta düzey ve acemi okçularda gerçekleştirilen bu çalışmada, çekiş kolu Ekstansör, Fleksör, Deltoid (Anterior-Middle ve Posterior), Trapezius (Upper-Middle ve Lower), Pectoralis Major kaslarının kassal aktivasyon değerleri karşılaştırılmıştır.

Elit, orta düzey ve acemi okçu grupları arasında fleksör ve ekstensör kasların EMG aktiviteleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). Tam çekiş ve nişan alma fazına karşılık gelen klikir'in düşmesi öncesindeki 400 ms' lik zaman aralığında acemi okçular ön kol fleksör ve ekstensör kaslarını kendi maksimumlarının daha yüksek yüzdesi ile aktive etmişlerdir. Kirişin serbestlenmesi ile birlikte fleksör kas aktivitesinde giderek azalma, ekstensör kas aktivitesinde ise artış gözlenmiştir (resiprokal inhibisyon). Orta düzey okçu grubun acemi okçulara göre çekiş kolu fleksörlerini ve ekstensörlerini MİK'nın daha düşük yüzdelerinde aktive ettikleri gözlenmiştir. Ancak, klikir'in düşüşü ile birlikte hem fleksör hem de ekstensör kas aktivitesinde artış saptanmıştır (agonist-antagonist ko-aktivasyon). Elit okçu grubunun çekiş kolu fleksör ve ekstensörlerine ait verilerin maksimal istemli kasılma yüzdeleri ise diğer iki gruptan daha düşük olmakla birlikte bırakış anında kirişin parmak üzerindeki kuvvetiyle fleksörleri gevşetmeleri ile kassal aktivasyon değerleri giderek azalmıştır (resiprokal inhibisyon).

Tam çekiş ve nişan alma fazına karşılık gelen klikir'in düşmesi öncesindeki 400 ms'lik zaman diliminde görülen kassal aktivasyon stratejileri daha önce yapılan araştırmalarla kıyaslandığında benzer sonuçlar görülmektedir. Ertan ve ark., (2003) yaptıkları araştırmada klikir'in düşmesinden önceki 1000 ms.'yi incelemişler ve elit okçuların ön kol fleksör ve ekstensör kaslarında kasılma yüzdesi olarak değerlendirildiğinde yaklaşık % 30 civarında bir kasılma rapor etmişlerdir. Ayrıca bu iki kas grubunun kasılma değerleri arasında farklılık gözlenmemişlerdir. Bu durum, orta düzey okçularda %'nin biraz daha arttığı ve anlamlı olmasa da iki kas grubu arasında farklılıkların ortaya çıktığı gözlenmiştir. Okçu olmayan grupta ise maksimal istemli kasılmanın çok yüksek bir yüzdesi ile hareket gerçekleştirilmiş ve iki kas grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark fleksör kasların yüksek olması yönünde gözlenmiştir. Bu durum gerek araştırmamızda ve gerekse önceki literatürde ortaya konulan bulgular doğrultusunda şu şekilde özetlenebilir: Performans düzeyi arttıkça kirişin serbestlenmesinden önceki aşamada ön kol kaslarının devreye girme oranı azalmakta ve bu iki kas grubunun kasılma değerleri birbirine yaklaşmaktadır. Bilindiği üzere okçulukta çekiş, üç parmakla yapılmaktadır ve sporcular ikinci

üçüncü ve dördüncü parmaklarını kiriş üzerine yerleştirmekte ve izometrik bir kasılma sergileyerek kirişi çekmeye başlamaktadırlar. Böylece sporcular distal interfalangeal eklemlerinde açılma farklılaşma oluşturmaksızın kirişi geriye doğru taşımakta ve daha sonraki bölümlerde tartışacağımız gibi kirişin çekiş ağırlığını gleno-humeral ve scapular eklemleri hareketlendiren kaslarla gerçekleştirmektedirler. Performans düzeyinin azalması ile birlikte sporcular, elit okçularda görülen izometrik kasılma yerine izotonik özellikleri andıran kasılma paternleri sergilemektedirler. Bu durum orta düzey ve acemi okçularda yorgunluğun daha erken ortaya çıkabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Martin ve ark. (1990) 15 deneyimli okçunun çekiş kolundaki fleksör digitorum superficialis ve ekstensör digitorum kaslarının gevşeme prensibini EMG ölçüm sistemi ile değerlendirmeyi amaçlamışlardır. EMG kayıtlarının ok atışıyla senkronizasyonunu sağlayabilmek için klikir'a bir devre yerleştirilmiş, EMG kayıtları bırakıştan bir saniye önce ve bir saniye sonra olmak üzere toplam iki saniye analiz edilmiştir. Fleksör ve ekstensör digitorum kaslarından alınan elektromyografi ölçüm sonuçları okun bırakılışı esnasında deneklerin iki kassal mekanizmadan birini kullandığını göstermektedir. Araştırma bulguları, çalışmaya katılan 15 denekten sekizinin parmak fleksörlerini kasmadan ve ekstensörlerini ise aktif olarak işe katmadan bırakışı gerçekleştirdikleri gözlenmiştir. Ayrıca, araştırma bulguları çalışmaya katılan okçuları fleksör ve ekstansör digitorum kaslarının birlikte harekete geçmesiyle, her iki kasta okun bırakılışından hemen önce başlayan keskin bir azalmayı sunmaktadır. Araştırmanın sonucunda, çalışmaya dahil edilen okçuların kirişi bırakmak için parmak ekstensörlerinde konsantrik bir kasılma sergilemediklerini ifade edilmektedir. Araştırmaya katılan diğer yedi okçunun ise benimsenen prensibin aksine aktif parmak ekstensiyonu sergiledikleri gözlenmiştir. Flexor digitorum kasında kirişin serbestlenmesinden hemen sonra şiddetli bir azalma gözlenirken; ekstensör digitorum kasının aktivasyonunda kısa fakat dramatik bir artış gözlenmiştir. Bu da kirişin bırakıldığında parmak ekstensörlerinin güçlü konsantrik hareketinin ekstensör moment hareketine katkıda bulunduğunu ifade etmektedir. Araştırmanın sonucunda, deneyimli okçularda kirişin basit gevşeme mekanizmasıyla veya parmak ekstensörlerinin aktif cevabıyla bırakılması şeklinin popüler öğretim ilkesini desteklemediği sonucuna varılmıştır.

Nishizono ve ark. (1987) M. Ekstansör Digitorum'u kirişin bırakış hareketinden sorumlu ana kas olarak tanımlamıştır. Hennesy ve Parker, (1990) ise bu durumun kasın aktif kasılması kirişin bırakılmasında fleksiyondan ekstansiyona doğru değişen hareketiyle ilgili olduğu sonucuna varmışlardır. Ertan ve ark. (2009), gerçekleştirdikleri çalışmalarında acemi ve elit okçuların yay ön kol kaslarının kassal aktivasyon kalıplarını karşılaştırmışlardır. Araştırmalarında elit ve başlangıç düzey okçular arasındaki temel farklılığın; elit okçuların M. Ekstansör Digitorum için daha düşük aktivasyon düzeylerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum elit okçuların okun serbestlenmesi sırasında hem fleksör kaslarının relaksasyonunu sağlayarak hem de ekstensör kaslarını aktif olarak devreye sokmadığını göstermektedir. Bu kassal kasılma stratejisi, okçuları kirişin itiş gücünün neden olduğu yayın öne doğru ivmelenmesi durumundan korumaktadır. Martin ve ark. (1990) ve Hennesy ve ark. (1990)'nın yaptıkları

çalışmada da deneklerin benzer örüntüler sergiledikleri saptanmıştır. Bu çalışmalar elde ettiğimiz sonuçla paralellik göstermektedir.

Klikirin düşmesi öncesinde Ertan ve ark., (2011) yaptıkları araştırmada üst düzey bir okçunun kassal aktivasyon stratejilerini değerlendirmişlerdir. Vaka incelemesi şeklinde yapılan bu araştırmada kılkıрын düşmesi öncesinde MİK yüzdesinin çok daha düşük olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, okçuların performans düzeyleri (hedefe attıkları puanın artırılması)'nin yükseltilmesi amaçlandığında ön kol kaslarının devreye sokulma oranının mümkün olduğunca azaltılması ve çekiş ağırlığının daha çok büyük kas grupları tarafından taşınmasının çalışmaları yapılmalıdır. Bu durum, çekiş kolu parmaklarının kırışden daha rahat ayrılmasına ve dolayısı ile kırışin yatayda yaptığı salınımın azalmasına neden olabilecektir.

Klikirin düşmesi ile birlikte, okçular yeterli çekiş uzunluklarına ulaştıklarını ve kırışi serbestleyebileceklerini algırlar. Bu algılamanın işitsel ya da dokunsal olduğu ile ilgili farklı yönde bulgular vardır (Ertan, 2007). Bazı araştırmacılar okçunun klikir'in düşmesi ile çıkardığı sesi duyarak tepki ortaya koyduklarını, bazıları ise klikir'in okun ucunda oluşturduğu titreşimleri çekiş kolu parmakları ile dokunsal olarak algıladıklarını öne sürerler. Yapılan bir ön çalışmada okçulara yüksek sesli müzik dinletilmiş ve ok atışı gerçekleştirmeleri istenmiştir. Okçuların klikir'in düşme sesini duymamalarına rağmen bir tepki ortaya koyduklarını ve bu tepkinin de dokunsal uyarılmış beyin potansiyelini ortaya çıkardığını gözlemlemişlerdir. Bu durum, ok atışındaki tepkinin incelenmeye açık bir alan olduğu ile ilgili yeni soru işaretleri ortaya çıkarmaktadır. Mevcut araştırmada, merkezi sinir sistemi üst merkezlerinde oluşan bu durumlar ihmal edilerek klikir'in düşmesine verilen tepkinin kassal aktivasyon değeri olarak incelenmesi ve farklı düzeylerdeki sporcularda bu durumun tanımlanması amaçlanmıştır. Klikir'in düşmesi ile birlikte üst düzey sporcular yaklaşık 100 ms. sonrasında ekstensör kaslarını aktif olarak kasmakta ve fleksör kaslarını ise giderek gevşetmektedirler. Performans düzeyi azaldıkça bu tepkinin daha geç ortaya çıktığı ve kasılma değerlerinin daha yüksek yüzdelere ulaştığı gözlenmektedir. Ancak, araştırmamızda incelenen her üç grupta ekstensör kasların aktif olarak devreye sokulduğu gözlenmiştir. Ertan ve ark. (2005) iki farklı kasılma stratejisi tanımlamışlar; (1) ekstensör aktif strateji, (2) fleksör pasif strateji. Birinci strateji araştırma bulgularımızda ortaya koyduğumuz strateji ile benzerlik göstermektedir. Ancak, fleksör pasif strateji de ön kol fleksör kaslarının klikir'in düşüşüne tepki olarak gevşetildiği, ekstensör kaslarının ise hiç devreye sokulmadığı ifade edilmiştir. Bu durum da parmaklar gevşetilerek sporcu istemli bir kasılma paterni sergileyip, kırışten daha hızlı şekilde parmaklarını açmaya çalışmadan kırışin parmaklarını açmasını sağlamaktadırlar. Bu durum ise daha önceki bölümlerde belirttiğimiz kırışin yatayda yaptığı salınımı azaltıcı, atılan puanı ise artırıcı yönde etki ortaya koyabilecektir.

Bu bulgudan hareketle, okçuların daha yüksek puan atması hedeflendiğinde fleksör pasif stratejinin sporcuya öğretilmesi yönünde antrenman yöntemlerinin geliştirilmesi ve ilgili nöral yolların adaptasyonun sağlanması önerilmektedir. Burada bahsi edilen tepki türü incelendiğinde literatürde bahsedilen presinaptik inhibisyon refleksi tanımlaması ile benzerlik göstermektedir. Presinaptik inhibisyon, eksitator uçlarda sonlanan nöronların akso-aksonal sinaps'lar oluşturarak aracılık ettiği inhibisyon şeklidir. Presinaptik inhibisyona aracılık

eden reseptörlerin aktivasyonu, eksitator sinaptik düğümlere aksiyon potansiyalleri ulaştığında salınan nörotransmitter miktarını azaltmaktadır. (Ganong, 1995). Dolayısıyla, okçuluk antrenmanlarının sadece şiddet ve hacim özellikleri dikkate alınmadan bunlara ek olarak yukarıda bahsi edilen nöral plastiste sürecinin sağlanması yönünde teknik antrenmalar da yapmaları önerilmektedir. Antrenman uygulamaları sonrasında öğrenen kişi, görevini başarmak için gereksiz olan kassal aktivasyonun dereceli inhibisyonu ile en ekonomik koordinasyon stratejisini kazanmaktadır (Vereijken ve ark., 1992). Okçularda, gerçekleştirilen antrenman uygulamaları sonucunda ko-aktivasyon düzeylerinin azaldığına dair literatürde çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak diğer spor branşları ile ilgili gerçekleştirilen çalışma örnekleri mevcuttur (Amiridis ve ark., 1996; Bazzucchi, 2007; Carson ve Riek, 2001; Akito ve ark., 2012).

Amiridis ve ark. (1996)'nın yüksek atlayıcılarda gerçekleştirdiği araştırma bulguları bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir. Amiridis ve ark., (1996), yüksek atlayıcıların, diz ekstensiyonu sırasında semi-tendineous kaslarının sedanter bireylere göre daha düşük ko-aktivasyona sahip olduğunu saptamışlardır. Bazzucchi ve ark. (2007)'de yüzücülerde gerçekleştirdiği araştırmalarında triceps brachii'nin tenisçilerde sporcu olmayanlara göre daha düşük ko-aktivasyona sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Akito ve ark. (2012), beceri düzeyine sahip sokak dansçılarında, gerçekleştirilen dans hareketi sırasında kasların ko-kontraksiyonlarını incelemişlerdir. Dansçılardan ve dansçı olmayan bireylerden ayakta dururken senkronize bir şekilde diz bükme hareketini gerçekleştirmeleri istenmiştir. Üst ve alt bacak agonist ve antagonist kaslardan gerçekleştirilen EMG ölçümleri sonucunda, dansçıların alt ve üst bacak agonist antagonist ko-kontraksiyon değerleri dansçı olmayan bireylerden daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, tüm vücut sensorimotor senkronizasyon hareketi sırasında, alt uzuvlardaki kasların ko-kontraksiyon düzeylerinin hareketi gerçekleştirme yeteneğinin derecesi (beceri düzeyi, antrenman vb..) ile ilişkili olduğu göstermektedir.

Gleno-humeral ve scapular eklemleri hareket ettiren kaslar incelendiğinde ise elit okçuların daha farklı bir strateji sergiledikleri gözlenmiştir. Bu farkı açıklamadan önce çekiş, tam çekiş ve bırakış aşamalarında bir ok atışını kinesyolojik olarak nasıl ortaya çıktığının vurgulanması gerekmektedir. Çekiş aşamasında parmaklar kiriş üzerine yerleştirilmekte, omuz ekleminde horizontal abdüksiyon sergilenerek, kol dolayısı ile kiriş geriye taşınmaktadır. Bu aşamada çoğunlukla deltoid kasının orta ve arka huzmeleri devreye girmektedir. Tam çekiş aşamasına ulaşıldığında ise deltoid kasının arka huzmesindeki aktivasyon değeri daha da artmakta, buna ek olarak scapular retraktör kaslar scapulayı ve kol eklemini omurgaya doğru taşımaktadırlar. Dolayısı ile hareketin başından sonlanmasına kadar her aşamada farklı kas grupları devreye girip çıkmakta bu ise bir ok atışı sırasında yüksek koordinatif yeteneklerin gerçekleştirilmesini desteklemektedir. Bu koordinasyonun agonist-antagonist koordinasyonu ve belli aşamalarda ise agonist-antagonist koordinasyonu gerektirdiği bilinmektedir. Ok atışı tonik bir boyun refleksi olarak tanımlansa da yüksek koordinatif özelliklerin geliştirilmesini gerektirmektedir.

Nishizono ve ark. (1987) acemi okçularda tam çekiş ve bırakış esnasında yay kolu ve çekiş kolu üzerinde yaptıkları çalışmada; çekiş esnasında trapezius ve deltoid kaslarında dengesiz aktiviteler, biceps kasında ise kuvvetli aktiviteler gözlemlenmiştir. Bırakış esnasında ise çekiş kolu kaslarında bir gevşeme gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada dünya sınıfındaki sporcuların deltoid kasında aktiviteler güçlü oysa biceps kasındaki aktiviteler zayıftır. Bu çalışmadan elde edilen sonuç doğrultusunda; orta düzeydeki sporcuların acemi okçulara göre daha kararlı aktiviteler sergiledikleri söylenebilir.

Araştırmamızda, tam çekiş aşamasına yaklaşırken deltoid kasının arka huzmesinin aktif olarak devrede olduğu gözlenmiştir. Ancak, üst düzey sporcular diğer okçulara göre daha yüksek MİK sergilemişlerdir. Benzer şekilde trapezius kasının orta huzmesi ve rhomboideus major-minör kaslarının aktivasyon değerleri daha yüksek çıkmıştır. Orta düzey ve yeni başlayan okçularda ise trapezius kasının alt huzmesinin daha aktif olduğu ortaya konulmuştur. Bu durum, temel fiziksel kuramlardan bileşke kuvvet kavramı ile açıklanabilir. Üst düzey sporcular trapeziusun orta huzmesi, rhomboideus majör-minör kaslarının yatayda uyguladığı kuvvetle, trapezius kasının dikeyde uyguladığı kuvvetin bileşkesi olacak şekilde scapula kemiğini yaklaşık 45 derece açı ile omurgaya yaklaştırmaktadırlar. Orta düzey ve acemi okçular ise yoğunlukla trapezius kasının alt huzmesini devreye sokarak scapula kemiğini dikeyde aşağıya doğru hareketlendirmektedirler. Orta düzey ve acemi okçuların sergilediği bu kasılma stratejisi scapular, gleno-humeral, dirsek, el bileği ve el eklemleri arasındaki kinetik zincirin bozulmasına neden olmaktadır. Böylece hareketin düzgünlüğü yani kirişin ileriye doğru yaptığı hareket bozulacaktır. Bu aşamada vurgulanması gereken önemli konu ok atışının her aşamasında farklı kas grupları devreye girip çıkmaktadır. Ancak bu koordinasyonun sağlanabilmesi için yoğun nörolojik özellikleri geliştirici antrenmanlar yapılması ve sporcunun öğrenmesini kolaylaştırıcı şekilde biofeedback sağlanması önerilmektedir.

## **2. Kinematik Veriler**

Çalışmamızda EMG ölçümü ile gerçekleştirilen kasların ne kadar süre aktive edildiği, aktivasyonun başlama ve sonu ile eklem pozisyon ilişkisi ile ilgili verilerin elde edilmesi için kinematik ölçüm gerçekleştirilmiştir. Kinematik ölçümler, acemi, orta düzey ve elit okçuların bırakış esnasında, 2.3.4. Parmak Distal ve Proksimal Interfalangeal, Ulnar – Styloid ve Lateral - Epicondyle Eklemlerinin zamana bağlı açı değişim değerlerini içermektedir.

Mevcut araştırma bulguları, elit, orta düzey ve acemi okçuların 2. parmak distal interfalangeal eklemlerini kiriş üzerine sırasıyla; 160°, 140° ve 145°lik açı ile yerleştirdiklerini göstermektedir. Buna bağlı olarak, kirişin parmaklardan ayrılması sırasında elit ve acemi okçuların 2. parmak distal interfalangeal eklemlerinin açısı zamana bağlı olarak azalırken orta düzey okçularda artış gözlenmiştir. Bu durum, acemi ve orta düzey okçuların MFDS'i aktif olarak devreye soktukları için kirişi tamamen kavradıklarını göstermektedir. Ayrıca, EMG ön kol MİK yüzdelerinin oldukça yüksek olması atışı ön kol kasları ile gerçekleştirmeye çalıştıklarını da desteklemektedir. Klıkırın düşüşü ile açı değerlerinin artması (parmak eklemine ekstansiyonu) 2. Parmağın dışarı blok halde açıldığını göstermektedir. Oysa elit düzeydeki okçular 2. parmak distal

interfalangeal eklemlerini, kirişi ellerinden kaçmayacak şekilde yerleştirmişlerdir. Klikırın düşmesi ile açının küçülmesi MFDS'i ise gevşeterek yanıt verdiklerini desteklemektedir. Bu kassal kasılma stratejisi, kirişin çekiş gücüne bağlı olarak yayın öne doğru hızlanıp hareket etmesini önlemektedir. EMG çekiş ön kolu kassal aktivasyon değerleri de dikkate alındığında elit okçuların yükü sırt kaslarına aktardıklarını ifade edebiliriz.

Kirişin serbestlenmesinden önce acemi, orta ve elit düzey okçuların 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklem açısı değerleri sırasıyla  $175^\circ$ ,  $135^\circ$  ve  $155^\circ$  dir. Kirişin serbestlenmesiyle birlikte elit okçu grubunun açısı değerleri stabilken acemi ve orta düzey okçu grubunun eklem açıları artmıştır. Serbestlemenin gerçekleşmesinden sonra grafikte üç okçu grubunun da açıları benzer strateji gözlenmiştir. Elit okçuların 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerinin  $155^\circ$  lik açısı değerleri, kirişin serbestlenmesi sırasında bu eklem yüksek derecede yer aldığını, kirişi garanti altına alarak asıl yükü bu eklem taşıdığını göstermektedir.

Mevcut çalışmadaki üç okçu grubunun, çekiş eli 4. Parmak Distal Interfalangeal Eklemine ait başlangıç açısı değerleri birbirine oldukça yakındır. Klikırın düşmesi ile 100 ms lik zaman aralığında elit okçu grubunun eklem açısında değişim gözlenmezken diğer iki okçu grubunun açısı değerlerinde önce düşüş sonrasında giderek artış gözlenmiştir. Çalışmamızda, üç okçu grubunda da 4. Parmak Distal Interfalangeal eklemlerine ait benzer stratejiler sergilemişlerdir. Açılarının zamana bağlı değişimlerinin birbirine çok yakın olması, bu eklem sadece destekleme amaçlı kiriş üzerine yerleştirildiğini göstermektedir.

Araştırma bulguları doğrultusunda, acemi okçuların 2. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerini kiriş üzerine  $155^\circ$ , orta düzey ve elit okçu gruplarının ise yaklaşık  $145^\circ$  lik açısı ile yerleştirdikleri görülmektedir. Klikırın düşmesiyle birlikte 3 grubunda eklem açısında zamana bağlı artış gözlenmiştir. Elde edilen bu bulgu, acemi okçuların kirişi garanti altına almak için 2. Parmak Distal ve Proksimal Interfalangeal Eklemlerini yani 2. Parmaklarını 3. ve 4. Parmağa göre daha aktif kullandıklarını sonucunu vermektedir.

Yapılan bu çalışmada, klikırın düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun, çekiş eli 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklem açıları sırasıyla yaklaşık  $165^\circ$ ,  $135^\circ$  ve  $155^\circ$  olduğu görülmektedir. Klikırın düşmesiyle birlikte acemi okçuların açısı değerlerinde hafif düşüş, elit okçuların açısı değerlerinde hafif artış gözlenirken, orta düzey okçuların 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklem açıları artarak  $150^\circ$  lik ekstansiyon konumuna gelmiştir. Elit okçuların 3. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklemlerine ait açısı değerlerinin 3. Parmak Distal Interfalangeal Eklemlerindeki açısı değerleri ile paralellik göstermesi elit okçuların kirişin serbestlenmesi sırasında 3. parmaklarının yüksek derecede yer alarak, kirişi garanti altına almak için asıl yükü bu parmağın taşıdığını göstermektedir. Orta düzey okçular da elit okçular gibi serbestleme sırasında aktif olarak 3. Parmak Distal ve Proksimal Interfalangeal Eklemlerini kullanmaktadırlar. Ancak, Orta düzey okçuların açısı değerleri elitlerden daha düşüktür. Bu durum orta düzey okçuların 3. Parmaklarını fleksiyon pozisyonunda kirişe yerleştirdiklerini diğer bir deyişle kirişi daha sıkı bir şekilde kavradıklarını göstermektedir.

Araştırma bulguları, klikırın düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun, çekiş eli 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Eklem açıları sırasıyla;

yaklaşık  $190^\circ$ ,  $170^\circ$  ve  $178^\circ$  olduğunu göstermektedir. Klikırın düşmesiyle birlikte 3 grubun da 4. Parmak Proksimal Interfalangeal Ekleme ait açı değerlerinin azalarak benzer strateji sergilediği gözlenmiştir. Çalışmamızda, üç okçu grubunda da 4. Parmak Proksimal Interfalangeal eklemlerine ait benzer stratejiler sergilemişlerdir. Açıkların zamana bağlı değişimlerinin birbirine çok yakın olması, 4. Parmak Distal Interfalangeal eklemlerinin de benzer strateji sergilemesi üç okçu grubunun da 4. parmaklarını sadece destekleme amaçlı giriş üzerine yerleştirdiklerini göstermektedir.

Klikırın düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu grubunun, çekiş kolu Ulnar - Styloid Eklem açıları sırasıyla yaklaşık  $145^\circ$ ,  $160^\circ$  ve  $155^\circ$  dir. Klikırın düşmesiyle acemi okçuların açı değerlerinde düşme, orta düzey okçuların açı değerlerinde hafif bir artış gözlenirken, elit okçuların klikırın düşüşü ile okun sebestlenmesi sırasında (100. ms.) stabil kaldığı gözlenmiştir. Elde edilen bu bulgu klikırın düşmesinden önceki ve klikırın düşmesinden sonraki üç okçu grubunun çekiş ön kol fleksör ve ekstensör kaslarının sergilediği kasılma gevşeme stratejilerini de desteklemektedir. Acemi okçular klikırın düşmesi ile ön kol fleksör kaslarını gevşeterek atışı gerçekleştirmeleri Ulnar - Styloid Eklem açılarının düşmesine neden olmaktadır. Orta düzey okçular ise klikırın düşmesi ile hem ön kol fleksörlerini hem de ekstensörlerini devreye sokarak atışı gerçekleştirmeleri Ulnar - Styloid Eklem açılarının diğer iki gruptan daha yüksek olmasını desteklemektedir. Elit okçular acemi ve orta düzey okçularla karşılaştırıldığında klikırın düşmesinden önce ve sonra ön kol fleksör ve ekstensörlerini en az yüzde ile devreye sokarak atışı gerçekleştirmişlerdir. Bu durum, Ulnar - Styloid Eklem açı değerlerini mümkün olduğunca stabil kalmasını sağlamıştır.

Mevcut araştırma bulguları klikırın düşmesinden önce acemi, orta düzey ve elit okçu gruplarının, çekiş kolu Lateral - Epicondyle Eklem açıları birbirine çok yakın değerler arasında olduğunu göstermektedir. Ayrıca, okun serbestlenmesi evresinin devamında acemi okçuların Lateral - Epicondyle Eklem açılarında artış, orta düzey okçuların açılarında düşüş gözlenirken, elit okçuların açı değerlerinde değişimin çok az olduğu gözlenmiştir. Bu durum elit okçuların yükü sırt kaslarına aktardıklarını, acemi ve orta düzey okçuların ise yükü ön kol kaslarına devreye sokarak taşıdıklarını desteklemektedir.

### ***3.Postural Salınım Değerleri***

Okçulukta maksimum skorun elde edilebilmesi, “postural kontrol” olarak ifade edilen, vücudun sürekli dengelyi bozucu güçlerle mücadele ederek ağırlık merkezinin dengesini devam ettirebilme yeteneğini gerektirmektedir (Harringe ve ark., 2008).

Birçok araştırmacı postural salınının okçuluk üzerindeki etkisini araştırmıştır (Paulus ve ark., 1989; Konttinen ve ark., 2000, Tınazcı, 2011). Postural salınının egzersiz üzerine olan etkisinin araştırılması, bu spor branşlarında yarışan sporcuların denge antrenman programlarının şekillendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü antrenman veya müsabakalar esnasında yüksek seviyede motor hareketlerin yapılması, hem statik hem de dinamik dengenin kontrolünü gerektirmektedir. Dinamik ve statik denge ise vestibular, görsel ve somatosensor yolaklardaki merkezi sürecin kompleks koordinasyonunun

sonucunda ortaya çıkan efferent yanıtıdır (Wikstrom ve ark., 2005). İfade edilen bu üç sensörden elde edilen geribildirim, ekstremite kaslarına gönderilerek, postural stabilitenin korunması için uygun kasılmayı ortaya çıkarır. Böylece, gerekli olan denge kontrolü sağlanmış olur (Nashner, 1982; Demura ve ark., 2008). Postural salınımı ne kadar büyük ise COP yer değişimi o kadar büyüktür ve/ya da daha büyük COP hızı, artan vücut salınımının işareti olarak kullanılmaktadır ve denge değerlerinin istenilenden daha kötü olduğunu göstermektedir (Cherng ve ark., 2007). Ancak gelişmiş denge kontrolü, orijinden (RMS); (1) ortalama COP yer değişiminin daha az sapsması, (2) daha az ortalama karekök ya da (3) hem anterioposterior hem de mediolateral yönlerindeki kat edilen COP yörünge uzunluğunun ve ortalama mesafenin daha az olması ile sergilenmektedir (Palmieri ve ark., 2002).

Okçuluk sporunda isabetli atış, yüksek düzeyde vücut kontrolü, beceri ve odaklanmanın yanı sıra atışı oluşturan tüm parçaların (duruş, çekiş, nişan alma, atış ve atışın devam ettirilmesi) senkronize bir şekilde tekrarlanabilme yeteneğini gerektirmektedir (Konttinen ve ark., 2000). Atış sırasında postural salınımda ne gibi değişimlerin meydana geldiği ve bu değişimlerin atış isabetinin derecesi arttıkça nasıl değiştiği, atış performansı açısından büyük önem taşımaktadır. İsbetli bir atışın gerçekleştirilmesi için nişan alınır ve kollar ile postür sabitlenir. Ayrıca vücuttaki salınımlardan korunmak için; yerçekimi merkezi içinde destek noktası alınarak ok hedefe doğru hizalanır. Ancak, atış sırasında hedefe olan mesafe arttıkça okun hedefe olan hizası daha değişken olmaktadır. Bu yüzden daha kısa mesafelerde postural salınımın büyüklüğü tolere edilebilirken, mesafe arttıkça bu büyüklük tolere edilemez duruma gelmektedir. Buna bağlı olarak da mesafe arttıkça hem antero-posterior salınım (AP) hem de medio-lateral salınım (ML) artmaktadır ve/yada hedefi sabitleme oranıyla postural salınım azalmaktadır (Paulus ve ark., 1989). Bu bağlamda, okun serbestlenmesi sırasında okçuların postural tutarlılığı, başarının önemli bir belirleyicisi olarak algılanmaktadır.

Gerçekleştirdiğimiz araştırmada, ok atışı sırasında, elit okçuların Ax (0,0367) ve Ay (0,0376) salınım range değerleri orta düzey (Ax=0,0404; Ay=0,0430) ve acemi (Ax=0,0495; Ay=0,0524) okçu grubundan daha düşük olduğu gözlenmiştir. Elit okçular klikirın düşmesinden önce vücut ağırlıklarını öne doğru aktarmaktarırken; klikirın düşüşü ile birlikte ağırlık merkezlerini orta noktaya taşımayı başarmaktadırlar. Orta düzey okçuların ise Ax ve Ay salınım range oranları elit düzeyden daha yüksek ancak acemi okçulardan daha düşüktür. Bu bulgu orta düzey okçuların antrenmanlarla denge değerlerinin elit okçu düzeyine gelebileceğini göstermektedir. Acemi okçuların Ax ve Ay değerleri ise diğer iki okçu grubundan da yüksektir. Ok atışı sırasında acemi okçuların ön kol kaslarını daha fazla aktive ederek yükü distal kasları ile taşımaya çalışmaları sırt kaslarına aktaramamaları, postür kaslarında yeterli düzenlemeyi yapamadıklarını da desteklemektedir. Araştırma bulguları, Tınazcı (2011)'nin araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Tınazcı (2011) araştırmasında, nişan alma sırasındaki okçuların Ax ve Ay yönlerindeki postural salınım değişimlerinin performansı etkilediğini tespit etmiştir. Carlsoo (1975), çekiş sırasında her iki ayak üzerine eşit ağırlık yüklenmediğinde nişan alma evresinde de aynen ağırlık iki bacak üzerine eşit



dağıtılmadan kaldığını vurgulamaktadır. Bu durum okun serbestlenmesi sırasında vücut dengesinin bozulmasına neden olmakta ve her iki ayak üzerindeki yük, çok kısa bir süre için azalmaktadır. Yük bir kaç 10 ms. içinde sağ ayağa doğru değişmektedir. Bu gözlem Hennessy ve Parker (1990)'ın gerçekleştirdikleri araştırmalarla da uyum göstermektedir. Hennessy ve Parker (1990) kiriş elden ayrılırken, yay kolunun eklemlerinin bükülmesini sağlayan yay gücünün uzaklaştırıldığını ve serbestleme öncesinde kurulan dengenin bozulduğunu ifade etmektedirler. Mason ve Pelgrim (1986), gerçekleştirdikleri araştırmalarında, atıştan son birkaç sn. öncesindeki vücut salınımı; COP yer değişim oranı, COP standart sapma ve A-P (Anteriposterior) yöndeki COP hızı ve M-L (Mediolateral) yöndeki COP hızını, performans ile karşılaştırmışlardır. Vücut salınım kontrolünün acemi okçular için ayırt edici bir performans faktörü olduğunu ancak elit atıcılar için ayırt edici bir performans faktörü olmadığını tespit etmişlerdir. Squadrone ve Rodano (1995)'nın araştırma bulguları; Era ve ark., (1996), Mononen ve ark. (2007), Stuart ve ark. (1990) ve Mason ve Pelgrim (1986)'in araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir

Genel olarak çalışma sonucunun, acemi ve elit düzey okçu grupları arasında denge değerlerinde istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık olduğu görülmektedir. Bu sonuç, gerçekleştirilen diğer araştırmaların çoğu tarafından da desteklenmektedir. Bu sonuçlara bağlı olarak, teknik gelişim ve atış antrenmanları ile deneyim kazanıldıkça (başın, dirseğin, parmakların ve yayın pozisyonu değişikçe) Ax ve Ay yönlerindeki postural salınım değişimlerinin azalabileceği, deneyimli atıcıların atış öncesi son sn'ler de bile postürlerini daha iyi stabilize etmeyi başardıkları ifade edilebilir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

### Sonuç

Ok atışının kinetik ve kinematik yöntemlerle değerlendirilmesinin amaçlandığı bu araştırmada yüksek hızlı video kaydı, elektromyografi kayıtları ve yere uygulanan kuvvet değerleri ölçülmüştür. Yüksek hızlı kamera kayıtları sonucunda elit okçuların 3. parmak distal interfalangeal eklemlerini, diğer eklemlerinden daha küçük açı ile “kirişi ellerinden kaçmayacak şekilde” yerleştirdikleri bulunmuştur. Bu sonuç, kirişin serbestlenmesi sırasında bu eklem yüksek derecede yer aldığı, kiriş garanti altına alarak asıl yükü bu eklem taşıdığını göstermektedir.

Kassal aktivasyonun değerlendirildiği EMG ölçümlerinde okçuların kassal aktivasyon paterninde farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılığın altında yatan nörofizyolojik mekanizma, okçuların içinde buldukları motor beceri öğrenim evrelerine bağlı olarak değişmektedir. Motor beceri ediniminin son aşamasında olan elit okçular fleksör ve ekstansör kas gruplarında spesifik kas aktivasyonu (“Resiprokal İnhibisyon”) sergilemektedirler. Motor beceri öğreniminin ilişkilendirme evresinde yer alan orta düzey okçuların fleksör ve ekstansör kaslarını aynı anda aktive ederek “Ko-Aktivasyon” stratejisi sergilemekle birlikte elit olma yolunda ilerlemektedirler. Motor beceri öğreniminin ilk evresinde yer alan acemi okçular ise çekiş ön kol fleksörlerini aktif olarak devreye sokmaktadırlar.

Üst düzey okçuların distal kaslarını çok daha az buna karşılık proksimal ve aksiyal kaslarını daha yoğun olarak kullandıkları, orta düzey ve acemi okçuların daha çok distal kaslarını kullanarak kiriş çektikleri ortaya konulmuştur. Bu durumun kirişin yatayda yaptığı salınımı etkileyen en önemli faktör olduğu yorumlanmıştır. Scapular ve gleno-humeral eklemi hareketlendiren kasların daha etkin, el ve el bileği kaslarının daha az işin içine sokulması kirişin bırakış (serbestlenme) sonrasında yatayda yaptığı salınımı minimize edeceği düşünülmektedir. Okçuların ağırlık merkezi iz düşümünün (COP) yerde taradığı alan incelendiğinde ise, üst düzey okçuların atış yönüne göre sağa ve sola salınım sergiledikleri ancak vücut pozisyonuna göre öne-arkaya salınımlarının çok daha az olduğu ortaya konulmuştur. Performans düzeyinin azalması ile birlikte okçuların duruş yönüne göre öne-arkaya salınımlarının arttığı gözlenmiştir. Bu durumun hedefteki isabet oranını azaltıcı bir faktör olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak okçuların, üçüncü parmaklarını kirişin etrafına 1. boğumlarından tam olarak sarmaları, 2. ve 3. parmağa destek olacak şekilde yerleştirmeleri; (1) kirişin çekiş ağırlığının çoğunlukla aksiyal ve proksimal kaslarla taşınmaları, (2) distal kasların aktivasyon değerlerini asgaride tutmaları ve (3) vücut duruş pozisyonuna göre öne-arkaya salınımlarını ortadan kaldırmaları önerilmektedir.

## Öneriler

Yapılan araştırmada üst düzey okçuların sergiledikleri kinetik ve kinematik veriler karşılaştırmalı bir şekilde tanımlanmıştır. Özellikle yani başalayan ve orta düzeydeki okçuların üst düzey sporcuların sergiledikleri özelliklerin öğretilmesine yönelik çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda, hem daha sonra yapılacak bilimsel araştırmalar ve hem de antrenör ve sporculara aşağıdaki araştırma konuları önerilmektedir.

Okçulara görsel ve işitsel EMG biofeedback antrenmanı verilerek çekiş ve itiş ön kol kaslarına istenilen kassal aktivasyon stratejisi öğretilbilir.

Atış sırasında, atış yönünde yanlara, öne-arkaya salınımın daha detaylı incelenebilmesi için postür kaslarının kassal aktivasyon değerleri araştırılabilir.

Okçuların açısız hız, yer değiştirme gibi diğer kinematik verileri incelenebilir.

## KAYNAKLAR

Adams, J. A. A closed-loop theory for motor learning. *Journal of Motor Behavior* 3, 111-150 (1971).

Adams, J. A. Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills. *Psychol. Bull.* 101:41-74 (1987).

Altay F., Koruç Z., Aşçı A. Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chainé rotasyon Sonrası Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi , Kongre Kitabı , s. 187, Antalya, 27-29 Ekim (2002).

Aalto, H., & Pyykko, I., & Ilmarinen, R., et.al. Postural stability in shooters. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 52, 232-238, (1990).

Akazaw, K. A. and Kato., K. Neural network model for control of muscle force based on the size principle of motor unit. *Proceedings of the IEEE*, Vol. 78, No. 9, September (1990).

Akito, M., Kazutoshi, K., Tatsuyuki, K., Kimitaka, N. Relationship between Muscle Co-contraction and Proficiency in Whole-body Sensorimotor Synchronization: A Comparison Study of Street Dancers and Non-dancers. *Pubmed* 9:11(2012).

Amiridis IG, Martin A, Morlon B, Martin L, Cometti G, Pousson M, et al.. Co-activation and tension-regulating phenomena during isokinetic knee extension in sedentary and highly skilled humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996;73:149–56.

Bauer, C., Groger, I., Rupperecht, R., & Gabmann, K. G. (2008). Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, (1977-1982).

Bazzucchi I, Riccio ME, Felici F. “Tennis players show a lower coactivation of the elbow antagonist muscles during isokinetic exercises”. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008 Oct;18(5):752-9. Epub Apr 20, (2007).

Brooks, H.L., Barrett,K.E., Boitano,S., Barman, S.M. Ganong’s Review of Medical Physiology 23rd Edition, Copyright © 2010 by The McGraw-Hill Companies, Inc. syf-241-243.

Cerrah, A.O., Güngör, E.O., Soylu, A.R., Ertan, H., Lees, A., Bayrak, C. Muscular activation patterns during the soccer in-step kick. *Journal Isokinetics and Exercise Science*, 19(3),181-190, (2011).

Chen, J., & Woollacott, M. H., Lower Extremity Kinetics for Balance Control in Children With engeCerebral Palsy. *Journal of Motor Behavior* 39(4), 306–316, (2007).

Clarys, J.P, Cabri, J, Bollens, E, Sleenckx, R, Taeymans, J, Vermeiren, M, Van Reeth, G, Voss, G. Muscular activity of different shooting distances, different release techniques, and different performance levels, with and without stabilizers, in target archery. *Journal of Sports Sciences*;8: 235-257, (1990).



Clarys, J.P., Scafoglieri, A., Tresignie, J., Reilly, T., Roy, P.V. Critical Appraisal and Hazards of Surface Electromyography Data Acquisition in Sport and Exercise. *Asian Journal of Sports Medicine*, Vol 1 (No 2), June, Pages: 69-80, (2010).

Corriveau, H., Hebert, R., Prince, F., & Raiche, M. Intrasession reliability of the "center of pressure minus center of mass" variable of postural control in healthy elderly. *Archive of Physical Medical rehabilitation*, 81(1), 45-48, (2000).

Cram, J.R., Criswell, E. *Cram's Introduction to Surface Electromyography*, Second Edition, Jones & Bartlett Learning, 2010.

Croce, R.V. The effects of EMG biofeedback on strength acquisition. *Biofeedback and Self Regulation*, 11, 299–310, (1986).

De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*.13:135- 63, (1997).

De Luca, D.J., Contessa, P., and Nawab, S.H. Control of motor units during voluntary force-production:implications for exercise. *Portuguese Journal of Sport Sciences* 11 (Suppl. 2), (2011).

Demura, S., Kitabayashi, T., Aoki, H. Body-sway characteristics during a static upright posture in the elderly. *Geriatrics & Gerontology International*, 8, 188-197, (2008).

Dickin, D. C. Doan, J. B. Postural stability in altered and unaltered sensory environments following fatiguing exercise of lower extremity joints. *Scand J Med Sci Sports*, 18: 765–772, (2008).

Ebenbichler GR, Kollmitzer J, Glöckler L, Bochdansky T, Kopf A, and Fialka V. The role of the biarticular agonist and cocontracting antagonist pair in isometric muscle fatigue. *Muscle Nerve*, 21 : 1706–1713, (1998).

Emma F. Hodson-Tole · James M. Wakeling. Motor unit recruitment for dynamic tasks: current understanding and future directions. *Comp Physiol B*179:57–66, (2009).

Era, P., Konttinen, N., Mehto, P., Saarela, P. & Lyytinen, H. Postural stability and skilled performance - A study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics* 29, 301-306, (1996).

Era, P., & Heikkinen, E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 40: 287-295, (1985).

Ertan, H., Açıkada, C., Aşçı, A. The effect of clicker reaction time on scoring point and the relationship among visual, auditory, and tactile reaction times among Turkish (1996).

Ertan, H., Açıkada, C. The evaluations of clicker reaction time, flying times, and rage speed with and without target face among Turkish archers. *Balkan Congress of Sports Medicine*, 26-30 April, Antalya: TURKEY. National Archery Teams. *Hacettepe Journal of Sports Sciences*, 7 (3): 12-20, (1999).

Ertan, H., Kentel, B., Tümer, ST, Korkusuz, F. Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science*, Vol. 22, 37-45, (2003).

Ertan, H. Kentel, B.B., Tümer, T. Reliability and Validity Testing of an Archery Chronometer” *Journal of Sport Science and Medicine*. 4, 95-104, (2005).

Ertan, H. The Analysis of Auditory Evoked Brain Potentials In Recurve Archery, A Thesis Submitted to The Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University, January, 2007.

Individual Variation of Bowstring Release in Olympic Archery: A Comparative Case Study. *Human Movement*. Vol. 12(3), 273-276 (SPORTDiscus). Individual Variation of Bowstring Release in Olympic Archery: A Comparative Case Study. *Human Movement*. Vol. 12(3), 273-276 (SPORTDiscus).

Fıta Tüzüğü ve Kuralları-Kitap 3. Çevirenler: Dr. Hayri Ertan, Ahmet Yapar, Editör: Dr. Hayri Ertan, , *Kapalı Alan Hedef Okçuluğu Kuralları*, (2006).

Fitts, P. M., & Posner, M. I. Learning and skilled performance in human performance. Belmont CA: Brock-Cole, (1967).

Fox, S.I., College, P. *Human Physiology*, 8/e. ISBN: 0072919280. Copyright year: (2004), eight edition. Chapter 12, Muscle Mechanisms of Contraction and Neural Control.p 364-68.

Gandolfo F., C. Li, B.J. Benda, C.P. Schioppa and E. Bizi. “Cortical Correlates of Learning in Monkeys Adapting to a New Dynamical Environment”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 97, pp. 2259–2263, 2000.

Ghez, C. Posture. In Kandel, E.R.; Schwartz, J.H.; Jessell, T.M. (Eds.). *Principles of Neural Science* (3rd ed). (pp. 596-607). Norwalk, CT: Appleton & Lange, (1991).

Ghez, C. and Krakauer, J.”In *Principles of Neural Science*. Kandel, ER., Schwartz, JH., and Jessell, TM. (eds). New York: McGraw-Hill, 653-674, (2000).

Goonetilleke, R.S., Hoffmann, E.R., Lau, W.C. Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time *Applied Ergonomics* 40, 500–508, (2009).

Gribble P.L. and Scott, S.H. “Overlap of Internal Models In Motor Cortex For Mechanical Loads During Reaching”, *Nature* 417, pp. 938–941, (2002).

Gribble PL, Mullin LI, Cothros N et al. Role of cocontraction in arm movement accuracy. *J Neurophysiol*;89:2396–405, (2003).

Guyton , A.C. *Textbook of Medical Physiology* (7.Baskı), Nobel Kitabevi, İstanbul, (1986).

Gutierrez Rivas E, Jiménez MD, Pardo J, Romero M. *Manual de electromiografía clínica*. Barcelona: Prous Science; (2000).

Hadian, M. R., Negahban, H., Talebian, S., Salavati, M., Jafari, A. H., Sanjari, M. A., et al. Reliability of center of pressure measures of postural stability in patients with unilateral anterior cruciate ligament injury. *Journal of Applied Sciences*, 8(17), 3019-3025, (2008).

Hakkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, Gotshalk LA, Campbell WW, Evans WJ, Hakkinen A, Humphries BJ, Kraemer WJ. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol. Ser A, Biol Sci Med Sci* 53: B415–423, (1998).

Hanlon, M., Anderson., R. Use of real time bandwidth kinematic feedback in learning a cyclical lower limb movement skill. *Gait and Posture*, 21, Suppl 1, S131, (2005).

Harringe, M., Halvorsen, K., Renstrom, P., & Werner, S. Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait & Posture*, 28(1), 38-45, 2008.

Hatfield, B.D., & Hillman, C.H. (2001). The psychophysiology of sport: A mechanistic understanding of the psychology of superior performance. In R. Singer, H. Hausenblas, & C. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 362-386). New York: Wiley & Sons.

Hennessy, M.P, Parker, AW. Electromyography of Arrow Release in Archery. *Electromyography Clinical Neurophysiology*; 30: 7-17, (1990).

Hsiao-Weckslera, E.T., Katdarea, K., Matsona, J, Liua,W., , Lipsitzc, L., Collinsa, J.J. Predicting the dynamic postural control response from quiet-stance behavior in elderly adults. *Journal of Biomechanics* 36 1327–1333, (2003).

Hoy E., Raynor A.J., Abernethy B. Skilled perception of movement kinematics. 5 th World Congress on Sport Science and Medicine in Sport 1999. Sydney 31 October – 5 November (1999).

Ilya A. Rybak, Dmitry G. Ivashko, Boris I. Prilutsky, M. Anthony Lewis, and John K. Chapin. Modeling neural control of locomotion: Integration of Reflex Circuits with CPG, Springer-Andrlog Berlin Heidelberg, pp. 99-104,(2002).

IOC, 2008

IOC Shooting, Olympic sport since 1896

[http://www.olympic.org/uk/sports/programme/index\\_uk.asp%3FSportCode=SH](http://www.olympic.org/uk/sports/programme/index_uk.asp%3FSportCode=SH) (2008) (accessed 2.08.08)

Ivens, C.J. and Marteniuk, R.G. Increased sensitivity to changes in visual feedback with practise. *Journal of Motor Behavior* 29, 326-338, (1997)

Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle*. Philadelphia: F.A. Davis Company; (1983).

Kolayis, E., İ. “Okçuluk Milli Takımının Antrenman Ortamında Kalp Atım Hızı ve Nişan Alma Süresinin Atış Puanı Üzerindeki Etkileri” Yüksek Lisans Tezi, (2000).

Kuitunen, S. *Muscle and Joint Stiffness Regulation during Normal and Fatiguing Stretch-Shortening Cycle Exercise*. Faculty of Sport and Health Sciences of the University of Jyväskylä. PhD Thesis, 2010.

- Kelso, J. A. S. 1995. *Dynamic Patterns: The Selforganization of Brain and Behavior*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kernodle, M. W. & Carlton, L. G. Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of Motor Behavior* 24, 187-196, (1992).
- Kinney LaPier TL, Liddle S, Bain C. A comparison of static and dynamic standing balance in older men versus women. *Physiotherapy Canada*; 49: 207–213, (1997).
- Konttinen, N., Lyytinen, H. & Era, P. Brain slow potentials and postural sway behavior during sharpshooting performance. *Journal of Motor Behavior* 31, 11-20, (1999).
- Konttinen, N., Land ers, D. M. & Lyytinen, H. Aiming routines and their electrocortical concomitants among competiand rifle shooters. *Scand inavian Journal of Medicine Science in Sports* 10, 169-177, (2000).
- Konttinen, N., Mets, T. & Lyytinen, H. The effects of a feedback training programme on psychomotor skill learning in beginning rifle shooting. *Journal of Human Movement Studies* 42, 495-514, (2002).
- Lafond, D., Corriveau, H., Hebert, R., & Prince, F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 896-901, (2004).
- Latash, M.L., *Neurophysiological Basis of Movement, Human Kinetics*, pp; 145-151, (1998).
- Lephart, S.M., Freddie, H. *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*, Copyright©Human Kinetics, p.23-28, (2000).
- Leroyer, P., Hoecke, J. V., Helal, J.N. Biomechanical study of the final push-pull in archery. *J. of Sports Sciences*, 11, 63-69, (1993).
- Levenez M., Kotzamanidis C., Carpentier A., Duchateau J. Spinal reflexes and coactivation of ankle muscles during a submaximal fatiguing contraction. *J Appl Physiol*. 99(3):1182–8, (2005).
- Magill, R. A. The influence of augmented feedback during skill learning depends on characteristics of the skill and the learner. *Quest* 46, 314–327, (1994).
- Magill, R.A. *Motor learning: Concepts and applications* (5th ed.). Madison, WI: WCB: McGraw-Hill, (1998).
- Mann, D. L. and Littke, N. Shoulder injuries in archery. *Can. J. of Sports Sciences*, 14:2, 85-89, (1989).
- Mason, B. R. and Pelgrim, P. Body stability and performance in archery. 3, 17-20, (1986).
- McKinney, W., & McKinney, M. (1997). *Archery* (8th ed.). Madison WI: Brown & Benchmark.
- Martin, P. E., Siler, W. L., & Hoffman, D. Electromyographic analysis of bowstring release in highly skilled archers. *Journal of Sports Sciences*, 8, 215–221, (1990).



Monfils., M.H, Plautz, E.J., and Kleim, J.A. In search of the motor engram: motor map plasticity as a mechanism for encoding motor experience. *Neuroscientist* 11: 471–483, (2005).

Mononen, K. Konttinen, N. Viitasalo, J. Era, P. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Volume 17, Issue 2, pages 180–185, April 2007.

Mulder, T and Hulstijn, W. Sensory feedback in the learning of a novel motor task. *Journal of Motor Behavior* 17, 110-28, (1985).

Navarro E., Cabrero O. , Vizcaino F. : A three - Dimensional Analysis of Angular Velocities of Segments in Javelin Throwing. ISBS 1998, Congress Proceedings (1998).

Newell, K. M .& Walter, C. B. Kinematic and kinetic parameters as information feedback in motor skill acquisition. *Journal of Human Movement Studies*, 7, 235-254, (1981).

Nielsen J and Kagamihara Y. The regulation of presynaptic inhibition during co-contraction of antagonistic muscles in man. *J Physiol* 464: 575–593, (1993).

Nielsen JB. Sensorimotor integration at spinal level as a basis for muscle coordination during voluntary movement in humans. *J Appl Physiol* 96: 1961-1967, (2004).

Niinimaa, V. & McAvoy, T. Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Canadian Journal of Applied Sport and Science* 8, 30-3, (1983).

Nishizono, A.; Shibayama, H.; Izuta, T.; Saito, K. Analysis of archery shooting techniques by means of electromyography. *International Society of Biomechanics in Sports. Proceedings. Symposium V, Athens, Greece, (1987).*

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.

Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Stone, M. B., & Krause, B. A. Centre-of-Pressure Parameters used in the Assessment of Postural Control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11,51-66, (2002).

Paulus, W., A. Straube, S. Krafczyk and T. Brandt. Differential effects of retinal target displacement, changing size and changing disparity in the control of anterior/posterior and lateral body sway. *Experimental Brain Research* 78, 243-252, (1989).

Pekalski, R. Experimental and theoretical research in archery. *J. of Sports Sciences*, 8, 259-279, (1990).

Purves, D. Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Hall, W.J., LaMantia, A.S., James O. McNamara & Leonard E. White; Sinauer. *Neuroscience. (Fourth Edition);* Publication Date: 371-382, (2008).

Pigos, G.: Development and applications of a polynomial method for threedimensional analysis. Ph.d, Liverpool 44-7866, G2c, (1994).

Pinsault, N., & Vuillerme, N. Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. *Medical Engineering & Physics*, 31(1), 276-286, (2009).

Prashanth, P. S., and Chakravarthy, V. S. An oscillator theory of motor unit recruitment. *Biol Cybern*, 97:351–361, (2007).

Pullman, S. L., Goodin, D. S., Marquinez, A. I., Tabbal, S., Rubin, M. Utility of Surface EMG: Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology Clinical, Volume 55(2), 25, 171-177, (2000).

Riddle, C.N. and Baker, S.N. Convergence of Pyramidal and Medial Brain Stem Descending Pathways Onto Macaque Cervical Spinal Interneurons, *Neurophysiol.* May; 103(5): 2821–2832, (2010).

Romano, c. & Schieppati, m. (1987). Reflex excitability of human soleus motoneurons during voluntary shortening or lengthening contractions. *Journal of Physiology* 390, 271-284.

Russo,F.D., Pitzalis,S., Aprile, T., and Spinelli, D. Effect of practice on brain activity: An investigation in top-level rifle shooters, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol.37, No.9, pp. 1586-93, (2005).

Santos, B. R., Delisle, A., Lariviere, C., Plamondon, A., & Imbeau, D. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait & Posture*, 27, 408-415, (2008).

Schmidt, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review* 82, 225-260, (1975).

Schmidt, R.A. *Motor control and learning: A Behavioral Emphasis*. Human Kinetics Press, (1982).

Schmidt, A. R. *Motor learning & performance from principles to practise*. Human Kinetics Books. Champaign: Illinois. p: 227 – 249, (1991).

Schmidt, R. C., & Fitzpatrick, P. A. (1996). The dynamical perspective on motor learning. In H. Zelaznik (Ed.), *Advances in motor learning and control* (pp. 195-223). Champagne, IL: Human Kinetics.

Schmidt, R. A. & Lee, T. D. *Motor control and learning. A Behavioral Emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics, (1999).

Schmidt, R. A. & Wrisberg, C. A. *Motor learning and performance. A problem-based learning approach*. Champaign, IL: Human Kinetics, (2000).

Schmidt, R. A. Motor schema theory after 27 years: reflections and implications for a new theory. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 74, 366-375, (2003).  
Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. *Motor Control – Translating Research into Clinical Practice* (3rd ed.). Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins (2007).

Soderberg GL, Cook TM. Electromyography in biomechanics. *Phys Ther.*64:1813-20, (1984).

Squadrone, R. and Rodano, R. Multifactorial analysis of shooting archery. In *Biomechanics in Sports XII: Proceedings of the 12th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports* (Edited by Barabas, A. and Fabian, G) Budapest pp. 270-273. (1995)

Sparrow, W.A. The efficiency of skilled performance. *Journal of Motor Behavior*, 15, 237-261, (1983).

Sparrow, W.A. *Energetics of human activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, (2000).

Stuart, J., Atha, J. Postural consistency in skilled archers. *Journal of Sports Sciences*, 8, 223-234, (1990).

Suzuki, M., Shiller, D.M., Gribble, P.L., Ostry, D.J. Relationship between cocontraction, movement kinematics and phasic muscle activity in single-joint arm movement. *Exp Brain Res* 140:171–181, (2001).

Tinazci, C. Shooting dynamics in archery: A multidimensional analysis from drawing to releasing in male archers. *Procedia Engineering* 13, 290–296, (2011).

Trew, M., Everett, T. *Human Movement: An Introductory Text*, Chapter 4, Bernhard Haas, 6. edition,p, 49-50, (2010).

Ulrike Halsband, Regine K. Lange. Motor learning in man: A review of functional and clinical studies”*Journal of Physiology - Paris* 99, 414–424, (2006).

Vereijken B, Whiting HT, Newell KM. Freezing degrees of freedom in skill acquisition. *J Motor Behav*;24:133–42, (1992).

Wikstrom, E.A., Tillman, M.D., Smith, A.N., and Borsa, P.A. A New Force-Plate Technology Measure of Dynamic Postural Stability: The Dynamic Postural Stability Index, *J Athl Train*. Oct-Dec; 40(4): 305–309, (2005).

Wishart, L. R., Lee, T. D., Cunningham, S. J. & Murdoch, J. E. Age-related differences and the role of augmented visual feedback in learning a bimanual coordination pattern. *Acta Psychologica* 110, 247-263, (2002).

**EK-1**

**OKÇULARDA ATIŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK VE KİNEMATİK  
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ ANALİZ FORMU**

.../.../2012

**Ad:** **FITA Skoru**  
**Soyad:** **Baskın Kol:**  
**Doğum Tarihi:** **Çekiş Ağırlığı:**  
**Antrenman Yaşı:** **Tel:**

**1. ÖLÇÜM: BOY-KİLO-SADAKLI KİLO ÖLÇÜMÜ**

	<b>Boy (cm)</b>	<b>Kilo (kg)</b>	<b>Sadalı Kilo (cm)</b>
<b>Deneme 1</b>			
<b>Deneme 2</b>			
<b>Deneme 3</b>			
<b>Deneme 4</b>			
<b>Deneme 5</b>			
<b>Deneme 6</b>			

**2. ÖLÇÜM: EMG**

a.) Ölçüm Alınan Kas Grupları

<b>Fleksör Digitorum Superfacialis (FDS)</b>
<b>Ekstansör Digitorum Communis (EDC)</b>
<b>Deltoid Anterior (DA)</b>
<b>Deltoid Middle (DM)</b>
<b>Deltoid Posterior (DP)</b>
<b>Pectoralis Major (PM)</b>
<b>Trapezius; Upper (UT), Middle (MT), Lower (LT)</b>

### 3. ÖLÇÜM: MAKSİMAL İSTEMLİ KASILMA

MİK	
	FDS
	EDC
	DA
	DM
	DP
	PM
	UT
	MT
	LT

### 4. ÖLÇÜM: HAREKET ANALİZİ

	I.KAMERA	II.KAMERA	KALİBRASYON KAFESİ
Deneme 1			
Deneme 2			
Deneme 3			
Deneme 4			
Deneme 5			
Deneme 6			

### 5. ÖLÇÜM: KUVVET PLATFORMU

	Ax	Ay	COP
Deneme 1			
Deneme 2			
Deneme 3			
Deneme 4			
Deneme 5			
Deneme 6			

## EK-2

### GÖNÜLLÜ HASTA BİLGİLENDİRME ONAY FORMU

#### **OKÇULARDA ATIŞ TEKNİĞİNİN KİNETİK VE KİNEMATİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

Sorumlu Araştırmacılar:

Doç. Dr. Hayri ERTAN (Tez Danışmanı)

Prof.Dr. Neşe Tuncel

Prof.Dr. İlker Yılmaz

Öğr. Gör. Ali Onur Cerrah

Anadolu Üniversitesi,

Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Eskişehir/TÜRKİYE

Telefon: 0222 3213550

**Araştırmanın Tanıtılması:** Bu araştırmanın üç amacı bulunmaktadır. Birinci amaç; Ok atışı sırasında el ve el bileği, gleno-humeral ve scapular eklemlerdeki kassal aktivasyon stratejileri, (2) okçuların ok atışı yönündeki sağa-sola, öne-arkaya salınımları ve ağırlık merkezi iz düşümlerinin yerde taradığı alan ve (3) bazı kinematik parametrelerin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Kaslar tarafından üretilen elektriksel akımların alınabilmesi için kablosuz EMG sistemi kullanılacaktır.

Üç boyutlu görüntüler iki kamera kullanılarak elde edilecektir. Yerden yüksekliği 1.5 m. olan iki kamera birbirleriyle 70 derece açı yapacak şekilde yerleştirilecektir. MotionBLITZ EoSense Cube 7 marka ve hızı 500 Hertz olan kameralardan atıcının lateralinde duran 1. kameranın sporcuya olan uzaklığı 3.5 metre, 2. kameranın uzaklığı 4 metre olarak ayarlanacak ve sabitlenecektir

Ax, Ay ve COP Ölçümleri kuvvet platformu kullanılarak elde edilecektir. Okçular 18 metre uzaktaki hedefe bakacaklar ve kuvvet platformu üzerinde dikilmeleri konusunda bilgilendirileceklerdir. Ölçüm sırasında denekler hedefe transvers olarak kuvvet platformu üzerinde dikilirken, üst vücut atış yönünü gösterecektir.

**Yarar ve Zararlar:** Bu araştırmadan elde edilecek yararlar şu şekilde sıralanabilir: (1) Ok atışı sırasında el ve el bileği, gleno-humeral ve scapular



eklemlerdeki kassal aktivasyon stratejileri belirlenebilmesi (2) okçuların ok atışı yönündeki sağa-sola, öne-arkaya salınımları ve ağırlık merkezi iz düşümlerinin yerde taradığı alanın anlaşılabilmesi, (3) bazı kinematik parametrelerin belirlenebilmesi. Bu ölçümün zararı: vücudunuza yerleştirilen kablosuz EMG elektrotu ve eklem bölgelerine yerleştirilen yansıtıcılar (marker) sizi rahatsız edebilir.

**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 göredir. Araştırmanın herhangi bir aşamasında izin almaksızın gönüllü katılımdan vazgeçebilirsiniz. Araştırmayla ilgili herhangi bir soru sormanız gerektiğinde yukarıda 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.

<b>GÖNÜLLÜ</b>	
Adı Soyadı:	Telefon : (0... )
Adresi:	Fax: (0..... )
Bilgi verebilecek kişi:	İmza:
<i>VELİ, VASI VEYA VEKİL</i>	
Adı Soyadı:	Telefon : (0....)
Adresi:	Fax: (0..... )
Yakınlığı	İmza:
<i>ARAŞTIRMACI</i>	
Adı Soyadı: Öğr. Gör. Deniz ŞİMŞEK	Telefon : (0222 335 05 80)
Adresi: Anadolu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	Faks : (0222 3213564)
<b>GEREKTIĞİNDE GÖNÜLLÜ VEYA YAKINININ BİLGİ İÇİN BAŞVURABİLECEĞİ KİŞİ</b>	
Adı Soyadı: Yrd. Doç. Dr. Hayri Ertan	Telefon : (0222 321 35 50/6724)
Adresi: Anadolu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	Faks : (0222 321 35 64)
<b>TANIK</b>	
Adı Soyadı:	Telefon : (0... )
Görevi:	Fax: (0..... )
Adresi:	İmza:
<b>TANIK</b>	
Adı Soyadı:	Telefon : (0... )
Görevi:	Fax: (0..... )
Adresi:	İmza: