

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELİT FUTBOLCULARDA BAŞ ÜSTÜ UZUN VE KISA TOP FIRLATMADA  
OMUZ KAS GRUPLARININ PERFORMANS ANALİZİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Faruk AYKANAT**

**Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı**

**Futbolcu Sağlığı Tezli Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. İ. Kerem Bilsel**

**Temmuz 2024**

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELİT FUTBOLCULARDA BAŞ ÜSTÜ UZUN VE KISA TOP FIRLATMADA  
OMUZ KAS GRUPLARININ PERFORMANS ANALİZİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Faruk AYKANAT**

**(205329003)**

**Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı**

**Futbolcu Sağlığı Tezli Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. İ. Kerem Bilsel**

**Temmuz 2024**

Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 205329001 numaralı Yüksek Lisans Faruk Aykanat, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “Elit Futbol oyuncularında pandemi sonrası yeniden spora dönüşte hamstring ve quadriceps kas gruplarının fonksiyonel durumlarının değerlendirilmesi” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Prof. Dr. İ. Kerem Bilsel** .....  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Nurzat ELMALI** .....  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Prof. Dr. İbrahim Tuncay** .....  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Teslim Tarihi : 20 Eylül 2024**

**Savunma Tarihi : 22 Temmuz 2024**

*Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme hitaben...*



## ÖNSÖZ

Futbol müsabakası iki takımdan on birer oyuncu ile oluşan yaklaşık 410-450 gr yuvarlak top ile oynanan spordur. Günümüzde birçok ülkede yaklaşık iki yüz milyon üzerinde futbolcu ile oynandığı tahmin ediliyor. Dikdörtgen şeklindeki bir sahada oyuncunun eli ve kolu hariç vücut kısmıyla top oynayarak oyuncunun karşı kaleye gol atması amaçlanır. Topun sahanın uzun kenarından dışarı çıkması sonucunda taç atışı ile oyunun tekrar başlaması yöntemidir. Birtakım kurallar çerçevesinde karşı takıma karşı taktiksel ve fiziksel üstünlük gösteren taraf karşılaşmayı galip gelme oranlarını artırıyor. Teknolojideki gelişmeler sayesinde insan vücudunun biyomekaniğini ortaya koyan verilerle sporcunun performans seviyesini, kas gücü analizini ve yaralanma öncesi tedbir almak mümkün olmaktadır. Yüksek lisans çalışmam olarak futbolcularda yüzeysel elektromyografi ile taç atışlarındaki omuz kaslarının fonksiyonlarını değerlendirmeyi amaçladım.

Yüksek lisans tezimde desteklerini esirgemeyen Gaziantep Futbol Kulübü yöneticilerine, teknik ekibine ve sağlık ekibinden sayın Hacıali Demir'e ve Hasan Balcı'ya teşekkür ederim. Yüzeysel elektromyografi sisteminin kullanımında bizimle ortak çalışan neurocess firmasından Erhan Ertan'a teşekkür ederim. Projenin yönetilmesinde yardımlarını esirgemeyen sevgili hocalarım Prof.Dr.İbrahim Tuncay, Prof.Dr.Nurzat Elmalı ve Prof.Dr.Kerem Bilsel'e teşekkür ederim. Hem meslektaşım hem de yüksek lisans eğitimim boyunca çalışma arkadaşım Doç. Dr. Göksel Dikmen'e tez çalışmam konusunda desteği için de ayrıca teşekkür ederim. Sanko Üniversitesi Etik Kurulu Başkanı Prof. Dr. Vildan Sümbüloğlu ve yardımlarından dolayı etik kurul üyesi Doç. Dr. Pınar Karadeniz'e, asistanlığım ve meslek hayatım boyunca bana desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Özkan Köse ve uzmanlık eğitimimde büyük emeği olan Prof. Dr. Mücahit Görgeç hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Futbolda taç atışı son zamanlarda taktiksel ve fiziksel olarak ön plana çıkan oyunun parçası olmuştur. Taç atışını savunma yönteminden hücum atağına doğru taktiksel avantajlar elde etmek için atışın daha uzun ve etkili olması amaçlanmıştır. Daha etkili taç atışı için fiziksel olarak kas fonksiyonel analizinin yüzeysel EMG ile deneysel olarak korelasyonunu da içeren bu yüksek lisans tez çalışmasının ilerde sporcu sağlığı ve performansı açısından faydalı olacağı kanısındayım.

Temmuz 2024

Ögr. Gör. Dr. Faruk Aykanat  
Ortopedi ve Travmatoloji

## BEYAN

Sporcu sağlığı fikri altında yaptığım bu tezin düşünme hipotezi ve planlanmaları dahil tüm aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezin bilgilerini akademi ve etik anlamda belirli kurallar içinde öğrenip edinmem ve çalışmam ile ilgili olan edinemediğim bilgileri kaynaklardan elde ettiğim ve bu kaynakları da belirttiğimi yine bu tezin çalışmasında patentlerde ve telif haklarında ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Faruk Aykanat

İmza

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ .....	vi
BEYAN.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR .....	vi
SEMBOLLER.....	viT
ABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	vi
SUMMARY .....	vi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1 Kas Sistemi.....	3
2.2 Kasın Uyarılma Mekanizması.....	4
2.3 Kas Anatomisi.....	5
2.4 Kasılma Fizyolojisi.....	7
2.5 Elektromiyografi ve Yüzeysel Elektromiyografi.....	8
2.6 Y-EMG'de Elektrotların Yerleştirilmesi.....	10
2.7 Y-EMG ile kas fonksiyonu değerlendirmesi .....	10
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....</b>	<b>13</b>
3.1 Demografik veriler.....	13
3.2 Yüzeysel Elektromyografi Test Prosedürü .....	13
3.3 İstatiksel Analiz.....	19
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>20</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>22</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>28</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>29</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>34</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>37</b>

## KISALTMALAR

<b>BKİ</b>	: Beden kütle indeksi
<b>GFK</b>	: Gaziantep Futbol Kulübü
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>D</b>	: Dominant
<b>dk</b>	: Dakika
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mv</b>	: Milivolt
<b>ND</b>	: Non-dominant
<b>s-1</b>	: 1/saniye
<b>SD</b>	: Standart Sapma
<b>s-EMG</b>	: Surface elektromyography
<b>y-EMG</b>	: Yüzeyel elektromyografi
<b>Vmax</b>	: Maksimum kasılma aktivasyonu

## **SEMBOLLER**

**h** : Saat  
**t** : Zaman  
**sn** : Saniye  
**r** : Korelasyon sabiti



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 4.1 :</b> Futbolcuların demografik özellikleri.....	20
<b>Tablo 4.2 :</b> Kısa ve uzun taç atışları arasındaki her periyottaki maksimum elektriksel aktivite ( $V_{max}$ ) değerlerinin karşılaştırılması.....	21



## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. : İskelet kasının yapısı.....	3
Şekil 2.2. : Rotator manşet anatomik yapıları .....	6
Şekil 3.1. : “Neurocess 8-Chanel y-EMG Sensor System”, 8 adet farklı sensör.....	13
Şekil 3.2. : Web Arayüz Ekranı; bu ekrandan sinyalin geldiği yer ve iskelet kası anatomik Aktivasyon grafiği.....	14
Şekil 3.3. : Sensör yerleşimi.....	15
Şekil 3.4. : Taç atma pozisyonu.....	16
Şekil 3.5. : Wıfi-modem , sensör ve hardware-data kutusu.....	17
Şekil 3.6. : Bir oyuncuda kısa atış amplitüt (mV) değerleri.....	18
Şekil 3.7. : Bir oyuncuda uzun atış amplitüt (mV) değerleri.....	18
Şekil 5.1. : Ayakta ve koşarak topu oyuna sokan bir oyuncunun kinetogramı.....	23

# ELİT FUTBOLCULARDA BAŞ ÜSTÜ UZUN VE KISA TOP FIRLATMADA OMUZ KAS GRUPLARININ PERFORMANS ANALİZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

**Amaç:** Futbol müsabakası iki takımdan on birer oyuncu ile oynanan spordur. Dikdörtgen şeklindeki sahadan topun uzun kenardan dışarı çıkmasıyla taç atışı kullanılarak oyuna tekrar başlanır. Etkili uzun ve kısa mesafe atış yetenekleri, üst ekstremité kaslarının yanında, atışla uyumlu el bileğinin hız ve kuvvet oluşturabilmesinin sağlanmasını gerektirir. Farklı atış teknikleri elektromiyografik aktiviteyi değiştirip yorgunluğa neden olabilir bu nedenle kas gruplarının yorgunluk seviyeleri hakkında veri toplamak önemli faydalar sağlayabilir.

**Yöntem:** Tanımlayıcı istatistikler, yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi (BMI) ve profesyonel oyun yılları için ortalama ve standart sapmalar (SD) dahil olmak üzere profesyonel futbolcuların demografik özelliklerini özetlemek için kullanıldı. Hakim tarafın oyuncular arasındaki dağılımını tanımlamak için frekanslar ve yüzdeler kullanıldı. Kısa ve uzun taç atışı ölçümleri sırasında aynı anda olarak yüzeysel-Elektromiyografi (y-EMG (Neurocess) ) makinesi non-invazif şekilde omuz çevresi kas grupları değerlendirildi. Verilerin normalliğini test etmek için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Kısa ve uzun dokunma atışları sırasında omuz kas gruplarının maksimum elektriksel aktivite (Vmax) değerlerini karşılaştırmak için eşleştirilmiş örnekler t-testleri kullanıldı. Analiz, her kas grubu için iki atış türü arasında Vmax değerlerinde anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemeyi amaçladı. Bu testlerin 0,05'ten küçük bir p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Eşleştirilmiş örnek t-testi sonuçları, profesyonel futbolcuların kısa ve uzun temas atışları özellikleri arasındaki tüm omuz kas gruplarının Vmax değerlerinde yaş, kilo, boy ve vücut kitle indeksine ilişkin ortalama ve standart sapmalar (SD) dahil olmak üzere anlamlı farklılıklar ortaya çıkardı. Analiz, her kas grubu için iki atış türü arasında Vmax değerlerinde anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemeyi amaçladı. Tüm testler için 0,05'ten küçük bir p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

**Bulgular:** Çalışmaya yaş ortalaması 27,8 (SD = 3,6) olan ve 21 ile 35 arasında değişen 35 profesyonel futbolcu dahil edildi. Oyuncuların ortalama ağırlığı 67,0 kg (SS = 4,1) olup, aralığı 60 ila 75 kg idi. Ortalama boy 173,7 cm (SD = 5,8) olup, 160 ile 185 cm arasında değişmektedir. Ortalama BMI 22,2 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1,5) idi ve 20 ile 26 kg/m<sup>2</sup> arasında değişiyordu. Katılımcıların 27'si (%77,1) sağ baskın, 8'i (%22,9) sol baskındı. Ortalama profesyonel oyun süresi 9,2 yıldır (SS = 3,6), 2 ile 16 yıl arasında değişiyordu. Ortalama kısa dokunma atışı 7,4±1,2 m (aralık, 4,8-9,6), ortalama uzun dokunma atışı 16,2±2,4 m (aralık, 11,8-22,2) idi. Eşleştirilmiş örnek t-testi sonuçları, kısa ve uzun dokunma atışları arasında tüm omuz kas gruplarının Vmax değerlerinde önemli farklılıklar olduğunu ortaya çıkardı.

**Çıkarımlar:** Bu çalışmada fırlatma hareketinin diğer sporlardaki baş üstü atışlardan farklı kas aktivasyon modellerine sahip olması nedeniyle antrenman programlarının ve rehabilitasyon protokollerinin geliştirilmesine, genel performanslarının daha da iyileştirilmesine ve kasla ilgili yaralanma riskinin azaltılmasına amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** yüzeysel emg, omuz kasları, taç atışı

# EVALUATION OF PERFORMANCE ANALYSIS OF SHOULDER MUSCLE GROUPS IN OVERHEAD SHORT AND LONG TOUCH THROWS IN PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS

## SUMMARY

**Purpose:** Football is a sport played by eleven players from two teams. When the ball goes out from the long side of the rectangular field, the game is restarted using a throw-in. Effective long and short distance shooting abilities require the ability of the upper extremity muscles as well as the wrist compatible with shooting to generate speed and strength. Different shooting techniques can alter electromyographic activity and cause fatigue, so collecting data on fatigue levels of muscle groups can provide significant benefits.

**Method:** Descriptive statistics were used to summarize demographic characteristics of professional football players, including age, weight, height, body mass index (BMI), and means and standard deviations (SD) for years of professional playing. Frequencies and percentages were used to describe the distribution of the dominant side among players. During short and long throw-in measurements, muscle groups around the shoulder were simultaneously evaluated non-invasively with a superficial-electromyography (s-EMG (Neurocess)) device. The Kolmogorov-Smirnov test was used to test the normality of the data. Paired samples t-tests were used to compare maximum electrical activity ( $V_{max}$ ) values of shoulder muscle groups during short and long touch pulses. The analysis aimed to determine whether there were significant differences in  $V_{max}$  values between the two shot types for each muscle group. For all tests, a p value of less than 0.05 was considered statistically significant. Paired sample t-test results revealed significant differences in the  $V_{max}$  values of all shoulder muscle groups between short and long contact shooting characteristics of professional football players, including means and standard deviations (SD) for age, weight, height, and body mass index. The analysis aimed to determine whether there were significant differences in  $V_{max}$  values between the two shot types for each muscle group. For all tests, a p value of less than 0.05 was considered statistically significant.

**Results:** 35 professional football players aged between 21 and 35, with an average age of 27.8 (SD= 3.6) were included in the study. The average weight of the players was 67.0 kg (SD = 4.1), with a range of 60 to 75 kg. The average height was 173.7 cm (SD = 5.8), ranging from 160 to 185 cm. The mean BMI was 22.2 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1.5) and ranged from 20 to 26 kg/m<sup>2</sup>. 27 (77.1%) of the participants were right dominant and 8 (22.9%) were left dominant. The average professional playing time was 9.2 years (SD=3.6), ranging from 2 to 16 years. A summary of the patients' demographic characteristics is presented in Table 1. The mean short touch throw was 7.4±1.2 m (range, 4.8-9.6), the mean long touch throw was 16.2±2.4m (range, 11.8-22.2). Paired samples t-test results revealed significant differences in  $V_{max}$  values of all shoulder muscle groups between short and long touch shots.

**Conclusions:** This study aims to develop training programs and rehabilitation protocols, further improve overall performance and reduce the risk of muscle-related injuries, as the throwing movement has different muscle activation patterns than overhead throws in other sports.

**Keywords:** surface emg, shoulder muscle, ball throws

## 1. GİRİŞ

Futbol müsabakası iki rakip takımın karşılıklı oynadığı on birer oyuncu ile oluşan yaklaşık 410-450 gr yuvarlak top ile oynanan spordur. Son yıllarda 200'ün üzerinde ülkede yaklaşık 260 milyonu geçen futbolcu tarafından oynanmaktadır. Futbol oyununda dikdörtgen şeklindeki bir sahada oyuncunun vücut kısmını kullanarak topu karşı kaleye gol atmak amaçlanır. Futbolcuların el ve kol dışında bedeninin herhangi bir yeriyle topa vurabilirler. Kaleciler bunlara ek olarak elleriyle ceza sahası denilen belirli sınırlar içinde topa müdahale edebilir. Saha 90m - 120m uzun kenar taç çizgileri ve 45m -90m olarak kısa kenar kale çizgileri olarak belirlenmiştir. Topun sahanın uzun kenarından dışarı çıkması sonucunda oyun durur ve taç atışı ile oyunun tekrar başlar. (en son oyuncunun ayağından çıkan topa göre atış kullanılır. Taç (Etimoloji: ing. "Touch" Dokunmak), baş arkası ve üstünden top iki elle tutulup, koşarak ve ya durarak ayaklar yerde sabit iken atışı yapılır. [1] Taç atışının yapılırken, atışı yapan oyuncunun vücut cephesi ile oyun alanına doğru döner ve ayaklarıyla taç çizgisi dışına basarak her iki eliyle taç atışını kullanırken, topu, başının arkasından ve üzerinden sahaya atar. Taç atışının yapıldığı noktaya tüm rakip oyuncular için iki metre mesafede durulmalıdır. Top oyun alanına girer girmez oyun başlar. Maç başına ortalama 41 taç atışı kullanılıyor. Bu 41 taç atışında oyuncular tekrar yerleşiyor ve bu rakipler için pozisyon fırsatı oluyor. Böylelikle atışların devamında topa sahip olma oranınız artıyor ya da azalabiliyor. Maç boyunca yaklaşık olarak 2 dakikada 1 taç atışı kullanılırken yarısından fazlasında ise top rakibe kaptırılıyor. Uzun taç atışlarında topa en uzak bölgenin yeni pozisyon üretimine fırsat yarattığı ve hızlı atışın da rakiplerin topu aradan tekrar alma ihtimalini azaltmak amaçlanmaktadır.

Takıma önemli miktarda mali yatırım yapılırken insan yeteneğinin sınırlarının belirlenmesi ve oyuncuların beden ve sağlık performansının sürdürülmesi sorumluluğunu da beraberinde getirir. İleri teknolojiler ve yapılan bilimsel çalışmalar, takımların fiziksel performansı analiz etme ve geliştirme biçiminde gelişmeler yarattı. Biyomekanik değerlendirmeler, performans izleme cihazları ve video analiz araçları,

oyuncu performansını artırmak ve yaralanma riskini azaltmak için kullanılan teknolojilerdendir.

Fiziksel kas kuvveti aktivasyonu değerlendirilmesinde birçok yöntemler geliştirilmiştir. Dinometreler ile dinamik ölçümlerin yapıldığı ve kas gücü kuvveti değerlendirilirken, eklem hareket açıklığı boyunca agonist antagonist izometrik cihazlar ile kas kuvvet ölçümleri yapan cihazlar geliştirilmiştir. [2,3] Yüzeysel elektromiyografi (y-EMG) kas gücü fonksiyonlarını ölçüp analiz ederek tanı, tedavide ve deneklerde sıklıkla kullanılan cihazdır. [4] Y-EMG ölçümleri elektriksel aktivitelerin frekans ve genlik değişimlerini ve kas fibrillerinin membran özelliklerini kaydeder. Y-EMG sinyal genliği değerleri azami mV ile uV aralığında değişir. [5]

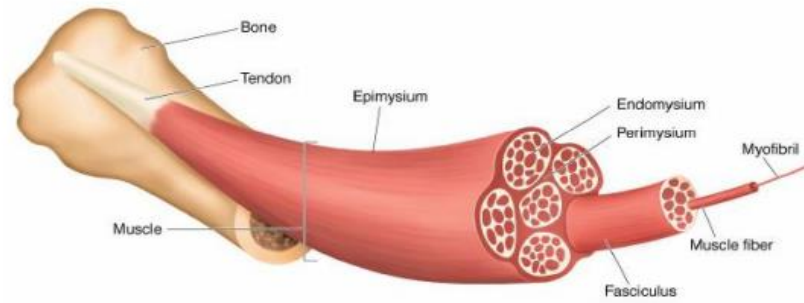
Futbolcularda taç atışında teknik ve dinamik olarak değişiklik gösterdiği fiziksel performansın kas aktivitesinin değerlendirildiği bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmanın hipotezi elit futbolcularda kısa ve uzun mesafe taç atışında omuz ve çevre kas kuvvetlerinin arasındaki farkı analiz etmek ve fonksiyonel olarak çalışmasını ortaya koymaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Kas Sistemi

Vücutta iskelet kasları, düz kaslar, kalp kasları gibi çeşitli türler vardır ve en temel vücut yapısı kaslar oluşturur. Kaslar, iç organların çalışması, iskelet sistemimizin hareket etmesi, duruş postürü ve ısı sağlar. Enerji üretimini sağlayan kaslar vücut için hayati öneme sahiptirler. Toplam vücut kütleminin yarısını oluşturan kasların %40'ı çizgili kaslar, %10 kadarı da düz kasların ve kalbin kasları oluşturmaktadır. Kas tipleri farklı olsa da hepsinde aynı kasılma mekanizması geçerlidir. Bu mekanizmalar; elastiki olması, kasılması, uyarılması ve uzayabilmesidir. Yapılan uyarıya karşılık vermesi uyarılabilirlik denir ve normalde uyarılma merkezleri sayesinde cevaplanır. Gelen sinyalin sonrasında kas halinin değişmesinde kasılabilirlik denir ve kas kasılıp kısalıp kalınlaşır. Kasın normal uzunluğundan daha fazla uzamayıp kısalmasına uzayabilirlik ve kuvvet ortadan kalktığı zaman tekrar eski uzunluğuna dönmesine de elastikiyeti denir. [6,7]

Kasın 3/4'ü sudan, 1/5'i proteinlerden ve 1/20'si inorganik yapılardan oluşan yapıya sahiptir. [8] Kas lifi en küçük kas hücresidir ve genelde uzunlamasına, yuvarlak yapıda ve birden çok çekirdek bulunur. Kas yapı hücre boyları 30 cm ile 0.1 cm arasında olup ortalama uzunluğu 3 cm olarak değişebilir. [9]



Şekil 2.1. İskelet kasının yapısı [6]

Çizgili kaslar kalın bir bağ dokusu kılıfı içerisinde bulunan fasikülüs'lerinden oluşur ve bu fasciculuslar birbirine paralel seyreden kas lifleri demetlerini içerir. Fasciculus bağ zarına fasya denir. Bağ kılıfı etrafını ince yumuşak doku olan perimysium sarar. Perimysiumun içinde uzunlamasına silindirik şekilde çok çekirdekli kas lifleri bulunur. Kas bağ dokusu lifinin stoplazmasına sarkoplazma zarına ise sarkolemma ve endoplazmik retikulumuna ise sarkoplazmik retikulum denir. Sarkolemma; kas lifinin hücre membranıdır ve polisakarit tabakanın içinde kollojen liflerinden oluşmuştur. Hücre içini dolduran matrikse sarkoplasma denir. Matrikste protein enzimleri, potasyum ve magnezyum fosfat içerir. Myofibriller, sarkoplasma içinde birbirine paralel sıralanmış bulunan kas liflerinden oluşurlar. Sarkoplazmik retikulum da bir endoplazmik retikulumdur ve kas kontraksiyonunda rolü büyüktür. Kasın en küçük kontraksiyon ünitesi myofibrildir ve hızlı kasılan kaslarda fazlalıkla bulunur. Her myofibrilde paralel miyozin lifi ve aktin filamentleri olan protein molekülleri bulunur. Bu yapılar kasın kasılıp hareketlenmesinden sorumludur. Miyozinler kalın ve aktinler ince yapılardan oluşur. Kasılan fibrillerde aktinler ve miyozinler, aydınlık ve karanlık bantlarla aydınlık bölgede aktin ve I bantları, karanlık bölgede, A bantları, miyozin ve aktin lifleri içerir. A bant lifi ortasında miyozin lifi içeren H bandı yer alır. M bant lifi de H bant lifi arasında kalır. Z bantları myofibriller arasında uzanarak onları birbirine bağlar ve aktin ve miyozin filamentleri yanısıra farklı liflerden oluşur. Sarkomer iki Z diski arasındaki myofibrille oluşur ve buna kasılma ünitesi denir. Kalp kasında çizgili görünüm sağlayan yapıları aydınlık ve karanlık bantlar oluşturur. [10]

## **2.2 Kasın Uyarılma Mekanizması**

Kas liflerinin kasılması sürecini kas kontraksiyonu belirler. Sinir impulsları kas liflerinin düzgün bir şekilde kasılması için uyarıları kasılan kas liflerine iletilerek kas kontraksiyonunu sağlar. Bu mekanizmada aynı zamanda kalsiyum iyonları kas lifleri üzerindeki kasılırken etkilidir. Aksonun kas içinde dallara ayrılan kılıfsız şekilde içinde bulunan veziküllerde taşıyıcı özelliikteki asetilkolinler yer alır. Hücre zarının kalın kısmı motor son plak denir ve bu plaklarda akson dalları bulunur ve bu sinirin plak birleşimine kas-sinir kavşağı oluşur. [11,12]

Sinir hücresinin kalsiyuma geçirgenliği motor sinirin ucuna gelen uyarı ile hücre içine geçişte artış sağlar. Sinir hücresindeki motor son plak kavşağından asetilkolini geçirir ve asetilkolin reseptörüne bağlanır. Bağlanmadan sonra zar  $Na^+$  ve  $K^+$  geçirgenliğinde değişim olur.  $Na^+$  akışında eşik değerden aşılıp  $-80 mV$  tan  $+30 mV$  a doğru yükselen

zarın depolarizasyonu aksonal uyarıya neden olur. Bu aksonal uyarı akışı ilerletilerek kasılmalar başlatılır. Kas da uyarı deşarjı ile tekrar kasta gevşeme açığa çıkar. [7]

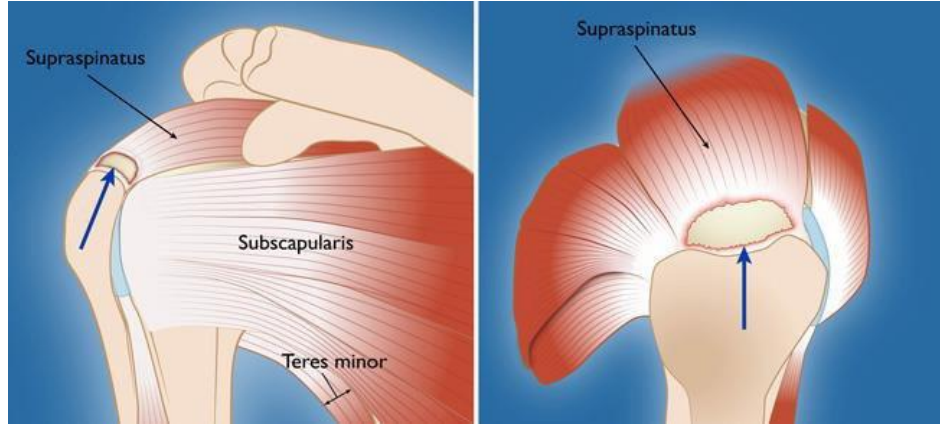
İzometrik tip, izotonik tip ve izokinetik tip olmak üzere kasılma tipleri 3'e ayrılır. [10]

İzometrik tip Kasılma; Sabit kasma şeklinde olur ve kuvvet gerilimi artarken kasın boyu sabit kalarak oluşur. Dıştan güçlerle kaslardaki kuvvet eşittir. [9,11-13] Eklem sabitlenmesi bu kasılma tipi ile gerçekleşir. [14]

İzotonik tip Kasılma; hareketli kasılma şeklinde olur ve uzama ya da kısalma ile kasılmalar kasın boyunda değişiklik yapar. Eksentrik kasılma ile kasın boyunda uzama, konsantrik kasılma ile kasın boyunda kısalma meydana gelir. Dış kuvvetler kasta oluşan kuvvetten büyük ise eksentrik kasılma ile A bantı uzayarak kasın boyunu uzatır ve kuvvet üretilir. Frenleme ve şok emilimi bu tip kasılma ile sağlanır. Dış kuvvetler kasta oluşan kuvvetten küçük olduğunda konsantrik kasılma olur ve ince lifler kayarak A bandına ilerler. İzokinetik kasılma dinamik kasılma tipidir. Konsantrik kasılma ile hızlanma sağlanır. [6,7,9,11,13] Hareketi açıklığı boyunca maksimum fazda gerilir, gerginlik ve boy değişkenlik gösterir. Bu tip te eklem açılarında kasın maksimum güç altında çalışır ve özel cihaz gerektirir. [6,7,12]

### **2.3 Kas Anatomisi**

Rotator Manşet Kasları: 4 kastan oluşan kompleks yapıyı, supraspinatus, infraspinatus, subskapularis ve teres minör kasları oluşturur. Humerusun tüberkulum majus ve minusuna yapışma yerinde kapsül lifleri ile tutunarak biceps-labral kompleks ve humero-glenoal eklem ile birlikte omuzun stabilitesinde ve omuz hareket sisteminde rol oynar. [15]



**Şekil 2.2.** Rotator manşet anatomik yapıları [15]

**Supraspinatus Kası:** Rotator manşetin sıklıkla yaralanmaya maruz kalan en önemli kasıdır ve skapulanın superior kısmında bulunur. [16] Tendon bölümü posteriordan m.infraspinatus ile, anteriordan korakohumeral ligaman ile komşudur. Fossa supraspinatustan başlayarak korakoakromial kanaldan geçerek tüberkülüm majusa tutunur. Kasın altı skapula, glenoidin dudağı ve kapsülün dışından tutunur. Omuz eklem kapsülü ile M.supraspinatusun alt lifleri ile birbirinden ayrılmaz ve supraskapuler sinirle ile uyarılır ve kasılarak kolu abdüksiyona getirir. Omuzun hareketlerinde elevasyonu yaptırır ve 30\* elevasyonda maksimum kasılmayı yapar. [16] Omuz glenohumeral eklemden humerus başını ve glenoide etraflica sarıp stabilitesini sağlar. Humerus başı ile subakromial bursa ve akromion arasında çevrelendiği için tendonu sıkışmaya maruz kalır. İleri yaşta supraspinatus tendonunun yırtılma ihtimali artmaktadır. [17]

**Deltoid Kas:** Ön, orta ve arka liflerden oluşur. Aksiller sinir ile uyarılır. Ön lifleri klavikulanın distal 1/3 dışından, arka lif skapula spinadan ve orta lifi de akromiondan başlar ve humerus proksimaline tutunur. Omuza abduksiyon yaptıran orta deltoid en kuvvetli lifidir. Omuza fleksiyon yaptıran ön deltoid horizontal adduksiyon ve internal rotasyon da yaptıır. Omuza ekstansiyon ve eksternal rotasyon arka deltoid yaptıır. [18]

**Biceps Kası:** Bicepsin uzun başı ve kısa başı şeklinde iki orjinlidir. Dirsek eklemi hareketinde aktif rol oynar. Biceps kasının asıl fonksiyonu omuz ekleminde çok dirsek ekleminde dir. Bicepsin kısa başı korakoid çıkıntından uzun başı glenoidin bisipital tüberkülünden ve labrum üst köşesinden başlar. Biceps distal medialinde ön kol fasya

ve lateralinde tuberositas radiiye uzanır. Biceps disfonksiyonu supinasyonda %20'lik kayıp dirsek fleksiyonunda %8'lik kayıp yapar. [19] Muskulokutanöz sinir ile inerve edilir. Omuz ekleminde biceps uzun başı tendonu geçer ve omuz ile ilgili patolojilerde ve dış rotasyonda humerus başı stabilize olarak görev yapar. [20,19] Humerus başı omuz dış rotasyonda stabilizatör olarak yer alır ve supraspinatusta disfonksiyon tespit edilen hastalarda bicepsin uzun başında hipertrofiye neden olur. [23]

**Pektoralis Majör Kası:** 3 farklı daldan başlar ve tüberkülüm majusa tutunur. Pektoralis lateralis sinir ile inerve edilir. Pektoralis major'un kas hareketiyle klavikula anterioru deltoid ile fleksiyonda yer alır. Omuz ekleminde için major adduktörüdür ve skapulanın indirek stabilizatörüdür. Omuz internal rotasyonu ve skapular depresyonu sternokostal kısmın kaybı nedeniyle etkilenir. [19]

**Triceps Kası:** Dirsek eklemi ve ön kolun en kuvvetli ekstensörü olup kolun arkasındaki kas bölümünün üç dalı vardır. Dirsek ve ön kola karşı ekstansiyona direnç gösterildiğinde aktif hale gelir. Kolun medial yüzünden caput mediale, lateral yüzünden caput laterale, axilla'ya doğru uzanan caput longum ise medial ve lateral taraftan farkedilir. Humerus'un arkasında sulcus nervi radialis'e çok yakın olarak seyreden n.radialis tarafından inerve edilir ve humerus kırıklarında yaralanabilir. M.triceps bu sinir brachii'ye giden dallarının beslenir ve travmada daha az yaralanır. [19]

**Ön kol ekstensör ve fleksörleri:** M. biceps brachii ve m. brachialis kolun anteriorunda bulunur ve dirsek fleksörüdür. Musculocutaneus siniridir. Dirseğin ekstansör kası m. triceps kasıdır ve siniri n. radialis'dir. Ön kolun medial tarafında fleksör kaslar yer alır bu kaslar parmak ve el-bilek fleksörleri ve ön kolun pronatorleridir. N. medianus ve n. ulnaris sinirleridir. Ön kolun lateral tarafındaki kaslar ekstensörlerdir ,parmak ve el bilek ekstensörleri ile ön kolun supinatör kaslarıdır ve n. radialis de sinirlerini oluşturur. [20]

## **2.4 Kasılma Fizyolojisi**

Bir hücrede aksiyon potansiyelini zarda, eşik seviyesine ulaştığında ve geçtiğinde ortaya çıkan, sabit bir depolarizasyon-repolarizasyon sıralaması izler. Aksiyon potansiyeli ya hep ya hiç kuralına göre uyarının ya hep ya hiç kuralına uyarlanmış olur. [21, 22] Kas lifleri aynı aksona ait terminal dallar tarafından inerve edildiğinden küçük gruplar

halinde birlikte kasılırlar. Spinal kanaldan çıkan her motor nöron, kas tipi çeşitine göre kas liflerini inerve eder. Motor ünite bir motor sinir aksonu tarafından inerve edilen kas liflerinin tümüne denir. [23] Her bir motor üniteye hassas ve hızlı reaksiyon veren küçük kaslarda birkaç kas lifi vardır. Büyük kaslarda m. soleus, m. gluteus maximus gibi çok ince kontrol gerektirmeyen, bir motor üniteye birkaç yüz kas lifi bulunabilir. Her motor üniteye ortalama yüzün üzerinde kas lifinden oluşuyor. [21, 22]

## **2.5 Elektromiyografi ve Yüzeyel Elektromiyografi**

Kasılma uyarıları ile verileri fizyolojik olarak değerlendirip voltaja çeviren sisteme elektromiyografi (EMG) denir. [24,25] Kliniksel tip EMG ve kinezyolojiksel tip EMG olmak üzere iki tip EMG vardır. Klinisyenler için aksiyon verileri ve amplitüt ölçümlerinde klinik tip EMG uygulaması ile çalışılır ve daha çok nöromusküler hastalıkların teşhisinde kullanılır. Çalışmalarda daha çok hareket analizlerinde kullanılan ve vücut bölümlerinin hareketiyle kas fonksiyonları arasındaki ilişkide kinezyolojik tip EMG de incelenir. Kinezyolojik elektromiyografi, kasın elektriksel aktivitesinin diğer kaslara göre karşılaştırarak hem boyutunu ve zamanlama paternini gösterebilir. Kasların ürettikleri kuvveti hesaplamak için çoğu araştırmada kullanılır. [26,27]

Kas fonksiyonu ve koordinasyonunu belirlemede kullanılan EMG, kinezyolojik EMG olarak isimlendirilmektedir. [25] Ekstremitte veya eklemdaki kasların hareketini etkileyen kuvvetin belirlenmesi amacıyla kinezyolojik EMG kullanılır.

Farklı hareket ve eklem postürleri kuvvet yönünde, fonksiyonel antrenmanlarda ve beceri gerektiren iş yerlerinde, insan ve hayvanlarda dirençli eklem hareketlerinde, laboratuvar koşullarında ve günlük aktiviteler veya mesleki aktiviteler sırasında kas fonksiyonu ve koordinasyonun, sağlıklı bireylerde olduğu kadar engelli bireylerde analizinde kinezyolojik EMG'nin kullanım amaçları olarak sıralanabilir. [28,29]

Yüzeyel EMG (y-EMG) ekstremitte ve eklemin fonksiyonel hareketlerinde, antrenman ve dengede durma gibi herhangi kassal aktivasyon esnasında nörolojik uyarıların fonksiyonlarının objektif bir şekilde analize edilmesini sağlamaktadır. [30] Statik durumlarda kasa verilen uyarıya karşı nörolojik uyarıların verdiği yanıtı ölçen yöntem de nörolojik EMG'dir.

Yüzeyel elektrotlar deri yüzeyine yerleştirilerek hareketli ekstremitelerde istemli olarak maksimum kasılan kasın sinyallerini tespit eder. Yüzeyel elektrotlar iğne elektrotlara göre daha az ağrılı ve daha kullanışlıdır ve bu elektrotlarla ölçümler kolaylıkla tekrarlanabilir. Cihaz kullanımını uzmanlık gerek değildir. Cihazda verilerin sinyal ile gerilim oranı doğru orantıdadır. [11,26,28,29]

Bu avantajları yanı sıra yüzeyel elektrotlar sadece yüzeyel kaslar için uygulanabilir ve standart bir elektrot yerleşimi henüz belirlenmiş alanları yoktur. Yanseden etkilenme oranı yüksektir. [15,28,29]

Kineziyolojik yöntemlerle (film çekimi, goniometre gibi) hangi kasın tam olarak ne zaman kasıldığıının saptanması birlikte özel bir hareket sırasında, farklı eklem pozisyonların kas fonksiyonlarının cihaz ve makinelerdeki kuvvet etkilerini saptamak, Antrenmanlar ve sportif fiziksel aktiviteler sırasındaki motor performansın araştırılmasında elde edilen bilgiler spor tekniklerinin geliştirilmesinde büyük rol oynamaktadır (sakatlanmaları ve spor yaralanmalarını engelleyecektir). Yaralanmalardan sonra ekstremitte kaslarının rehabilitasyon tekniklerinin ve tedavinin ne kadar etkili olduğunun takibinde kullanılır. Elektrik sinyaliyle uygulanan protez tasarımlarında protez hareketlerini kontrolü amaçlı kineziyolojik EMG'nin kullanım alanları sayılabilir. [30]

Maksimum elektiksel aktivite ( $V_{max}$ ), kasılma normalize edilmesi EMG sinyalleri üzerinde bir genlik analiz yöntemidir. Analiz sonrasında ham datadan çıkan maksimum kayıtları takip eden EMG data verilerinin standardize eder. Sonuç,  $V_{max}$  değeri ekrana çıkar ortak bir değerlendirme verisi olarak kayıt alınan örneklemin kendi içerisinde mükerrer ölçümler veya kayıt alınan farklı kişiler arasındaki dataları kıyaslamasını sağlar. [31,32] Yapılan bu çalışmada, fonksiyonel hareketler esnasında istenilen kaslara y-EMG sinyal değerlerinin değerlendirilmesine imkan tanıyacak bir cihaz kurulumu geliştirilmiştir. Sporcularda kuvvet ve y-EMG ile hareket esnasında kuvvetin maksimum olduğu zaman aralığında kaydedilerek sinyal anormallikleri kaydedilmiştir.

## 2.6 Y-EMG' de Elektrotların Yerleştirilmesi

EMG elektrotlar yerleştirilirken mesafeye dikkat edip çok yaklaşmaması (20'mm den az) gerekmekte ve çapı 10 mm' den daha küçük olması gerekmektedir. [33,30] Elektrotların yerleştirilmesi konusunda net yer tayini henüz bulunmamaktadır. Elektrotlar kas noktalarında belirli alan tespit edilip yerleştirilmelidir. Yüzeysel elektrotlar kasın hareket lifleri doğrultusunda konumlanması ve bağlanma noktaları vardır. Bu noktalar üzerinden maksimum sinyal potansiyeli alındığı görülmüştür. [32] Sensörler yerleştirilirken çizgili kas lifi paralelliğinde yerleştirilmelidir. Paraziti engellemek için sensör arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir.[34] Rainoldi ve arkadaşları 10 erkek denekte alt ekstremitedeki kaslarda yüzeysel uygulamalarında ideal y-EMG sinyallerinin alınabileceği sinyallerin konumlanma haritasını saptamak için çalışma yapmışlar ve elektrotların motor nokta ve kasın tendonu arasına uygulanmasının daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. [35]

## 2.7 Y-EMG ile Kas Fonksiyonu Değerlendirmesi

Y-EMG sistemleri özellikle sportif performans gösteren bireylerde kasın fonksiyonel analizinin verileri ile yaralanmaların önlenmesi, egzersiz ve antrenman programlarının kişisel planlanması ve takiplerde son zamanlarda sıklıkla tercih edilmektedir. Y-EMG uygulamasında cihazın sensörleri ve bu sensörlerden iletilen sinyallerin bilgisayar ortamına aktarılmasıyla veriler elde edilir. Bu sinyaller henüz işlem görmediği için ham sinyal adını alır. [36] Ham sinyaller alındıktan sonra dönüştürücüdeki örneklem hızı seçilerek (ör,1000hz) analog voltajdan dijital voltaja dönüştürülür. Bu sinyallerin negatif ve positif alanlarda kesitler şeklinde verilerine sinyal genliği denilmektedir. Sinyal verilerinin normalizasyonu ile bireyler arasındaki kas fonksiyonlarını karşılaştırarak analiz etme imkanı olur. Bu analiz esnasında normalizasyon yapmak gerekir ve çeşitli yöntemler vardır. Aktivite boyunca gözlenen maksimum veya ortalama aktivasyon seviyesi, maksimum kontraksiyon boyunca maksimum aktivasyon seviyesi, izometrik kasılmalar boyunca aktivasyon seviyesi ve maksimum dalga genliğine göre aktivasyon seviyelerine göre normalizasyon yapılır. [37] Yapılan bu çalışmada da y-EMG sinyal verilerinin hareketin süresi boyunca maksimum kontraksiyon aktivasyon değerine

bakılmıştır. Sporcularda değerlendirilen kasların yapılan eyleme göre maksimum aktivasyon değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışma gerçekleşmiştir.

Futbol müsabakası iki rakip takımdan on birer oyuncu ile oluşan yuvarlak top ile oynanan spordur. Dikdörtgen şeklindeki sahadan topun uzun kenardan dışarı çıkmasıyla taç atışı kullanılarak oyuna tekrar başlanır. Taç (Etimoloji: ing. "Touch" Dokunmak), top iki elle tutulup, baş arkası ve üstünden, ayakların yerden kesilmemesi koşuluyla atış yapılır. [1] Maç başına ortalama 41 taç atışı kullanılıyor. Bu taç atlarında takımlar yerleşimlerini kaybedebiliyorlar ve bu rakipler için fırsat yaratmış oluyor. Uzun taç fırlatma sebebi uzak alanlarda daha rahat pozisyona açık olması ve hızlı atışın istenmesinin nedeni de rakip oyuncuların pas arası yapma ihtimalini en aza indirmek istenmesidir.

Fırlatma atışı, omuz kaslarının yüksek düzeyde nöromusküler koordinasyonunu gerektiren karmaşık mekanizmalardır. Fırlatmadaki bu patlayıcı atış öncelikle vücut salınımlarıyla başlar, bacak ve kalça gücüyle beslenir ve bir sonraki aşamada üretilen bu kuvvetlere omuz kas kuvveti ve hızı da eklenir. Bu bakımdan top atma hareketi için üst vücut kaslarının performans gücünün önemi vurgulanmaktadır.[38] Antrenman programlarında fonksiyonel üst ekstremitenin proksimal kas performansı dengeyi, kas gücünü ve kas kuvveti artırıp bunun yanında üst ekstremitte hareket koordinasyon yeteneğinin ve hareket performans hızının artırılmasında da oldukça etkilidir [39]. Etkili uzun ve kısa mesafe atış yetenekleri, üst ekstremitte kaslarının yanında, atışla uyumlu el bileğinin hız ve kuvvet oluşturabilmesinin sağlanmasını gerektirir.

Beyinden sinirler aracılığı ile iletilen uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu elektriksel potansiyeller sayesinde kas kasılması gerçekleşir. Elektriksel uyarılar önce merkezden ve periferik vücut kas hareketlerinin ortaya çıkması, kolaylaştırılması ve geliştirilmesi fizyolojik açıdan gereksinimleri ortaya koyacaktır. [40] hareketlerde elektriksel cevap, mss'den uyarılar doğrultusunda kaslarda oluşan elektriksel uyarıları içermekte ve kaslardaki bu elektriksel aktiviteyi çeşitli cihazlarla tespit ve yorumlanması yeni yöntemler arasındadır. [41,42] Elektromyografi (EMG) uygulamasında fonksiyonel olarak kasın hareketlerdeki elektriksel aksiyon potansiyellerini, ekstremitte kas

egzersizleri sırasındaki kasılma ve yorgunluk seviyelerini ölçme ve bu kasların kullanımındaki seviyeleri tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bu bilgi kas gruplarının kapasitesini anlamak, tedavi ve antrenman programlarını optimize etmek için çok önemlidir. Son zamanlarda yüzeysel EMG (y-EMG) tanıda, deneysel çalışmalarda, sportif faaliyetlerde, rehabilitasyon takiplerinde kas fonksiyonlarını analiz ederek kullanılmaya başlanmıştır. [43]

Baş üstü aktivite gerektiren spor yapan sporcularda üst ekstremitede akut veya aşırı kullanım yaralanmaları yaygın olup yaralanma sonucunda bazen antrenman kaybı ve müsabakalardan geriye kalmaya neden olabiliyor. [44-46] Uygun atış mekaniği, bir sporcunun minimum yaralanma riskiyle maksimum performans elde etmesini sağlayabilir.

Farklı atış teknikleri elektromiyografik aktiviteyi değiştirip yorgunluğa neden olabilir bu nedenle kas gruplarının yorgunluk seviyeleri hakkında veri toplamak ve ortaya çıkan kas yorgunluğunu analiz etmek, performansı optimize etmek ve yaralanmaları önlemek araştırmacılar, doktorlar ve antrenörler için önemli faydalar sağlayabilir. Birçok çalışmada araştırmacılar baş üstü atış yapılan sporlarda; beyzbol [47-49], tenis [50,51], yüzme [52,53], golf [54] ve softbol [55] ve amerikan futbol atışı [41,56,57] spor aktiviteleri sırasında omuz kası aktivasyonunu aktivasyon potansiyellerini incelemek için dinamik EMG'yi kullanmışlardır. Avrupa Futbolunda taç atışının kinematiğinde iki elle baş üstü futbol atışı sırasında rotator manşet kaslarının ve üst ekstremita kas aktivasyon modelleri hakkında hiçbir rapor bulunmamaktadır. Bu çalışmada fırlatma hareketinin diğer sporlardaki baş üstü atışlardan farklı kas aktivasyon modellerine sahip olması nedeniyle futbol taç atışı sırasında seçilen omuz kuşağı kaslarındaki kas aktivasyonu analiz ederek bireysel sporcuların ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş hedefli antrenman programlarının ve rehabilitasyon protokollerinin geliştirilmesine, genel performanslarının daha da iyileştirilmesine ve kasla ilgili yaralanma riskinin azaltılmasına amaçlanmıştır.

### 3- GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1 Demografik Veriler

Çalışmamıza Türkiye Futbol Federasyonu Süperlig’de bulunan Gaziantep Futbol Kulübü (GFK) takımından en azı iki yıl profesyonel tecrübesi olan 35 elit futbolcu gönüllü olarak çalışmamıza katılmıştır. Tüm oyuncuların erkek olduğu çalışmada yaş aralığı 21-35 yaş olup, oyuncuların boy, kilo, BMI (Body Mass Indeks) değerleri alınmıştır. Daha önce herhangi bir ortopedik problemi ve aktivite kısıtlamasına yol açan omuz yaralanması öyküsü olmayan oyuncuların dominant üst ekstremiteleri değerlendirilmiştir. Saha pozisyonları dikkate alınmadan tüm oyunculara atış yaptırılmış ancak taç atışını genellikle kaleciler kullanmadığı için kaleciler çalışmaya alınmamıştır. Araştırma için etik kurul onayı 10/10/2023 tarihinde Sanko Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır. Çalışma için ayrıca GFK idaresinden de gerekli idari izinler alınmıştır.

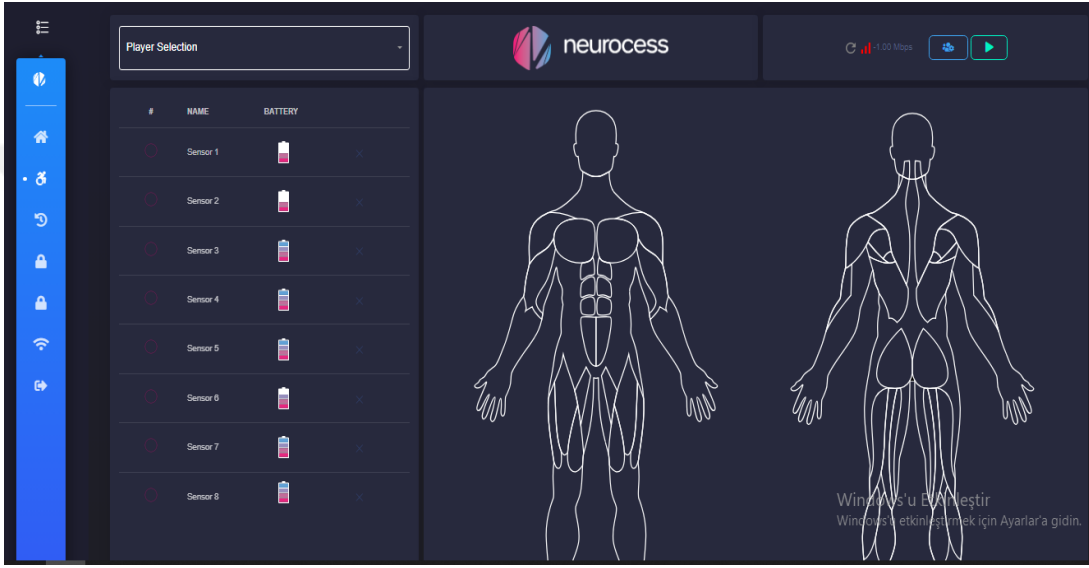
#### 3.2 Yüzeysel Elektromyografi Test Prosedürü

Çalışmamızda y-EMG cihazı olarak 8-kanallı sEMG data sistemi ile kablosuz veri iletimi sağlayan ve bilgisayarda internet web arayüzü üzerinden çalışan *Neurocess* firmasının yazılım sistemi kullanıldı (*@neurocess 8-Chanel sEMG Sensor System*). Neurocess y-EMG cihazına ait sistemde 8 ayrı sensör bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. “neurocess 8-Chanel y-EMG Sensor System”, 8 adet farklı sensör

Sensörler hareket arki boyunca veya aktivite esnasında sekiz farklı kas grubuna yerleştirilebilir ve bu farklı kas gruplarının aktivasyonları aynı anda kayıt altına alınabilmektedir. Bu sayede iskelet kası aktivasyonu, kontraksiyon büyüklüğü, dayanıklılık, denge ve koordinasyon gibi veriler non-invazif olarak değerlendirilebilir (Şekil 3.2).

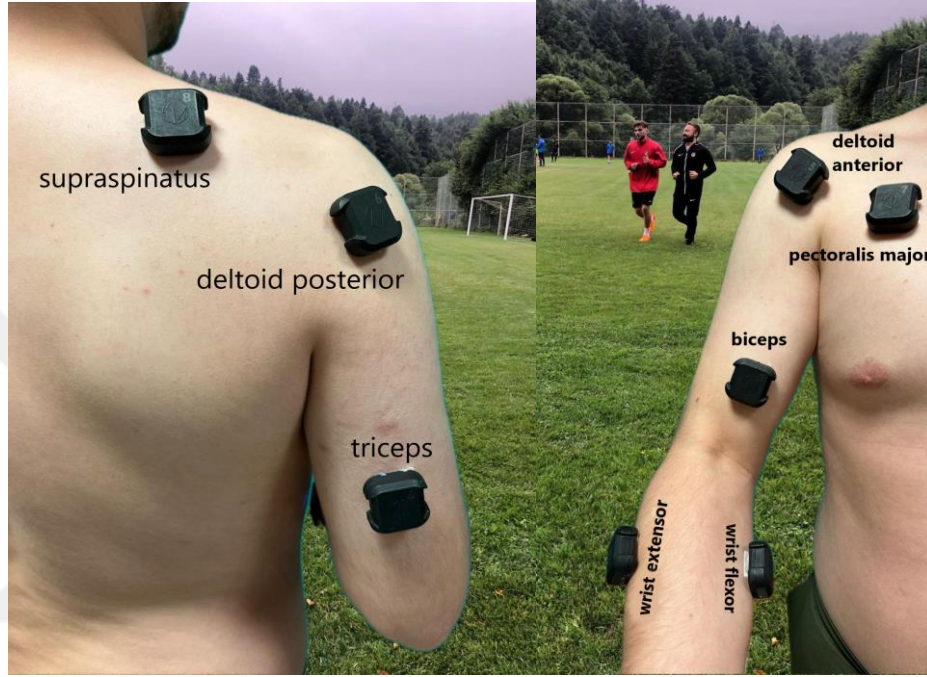


**Şekil 3.2.** Web Arayüz Ekranı; bu ekrandan sinyalin geldiği yer ve iskelet kası anatomik aktivasyon grafiği

Y-emg uygulama öncesi sporcuların ağır antrenman sonrası günde olmamasına ve omuz çevresi kasların semptomsuz dönemde olmasına dikkat edilmiştir. Sporcuların 15 dk genel takım ısınmasından sonra teste alınmıştır. Artefaktların engellenmesi amacıyla uygulama alanlarındaki deri tıraşlanarak pürüzsüz hale getirilmiş ve alkollü solüsyon ile temizlenmiştir. Y-emg sensorleri de alkol ile silindikten sonra Clinical SEMG Electrode Sites'da bulunan vücut kas noktalarına, kaslarının kas fibrillerine paralel olacak şekilde orta bölgelerine yerleştirilmiştir. [58] Sensörlerin atış anında ciltten pozisyon değişikliği olmaması ve parazit sinyal gibi olumsuz bir durum yaratmaması için bant ile sensör altından cilde sabitlenmiştir.

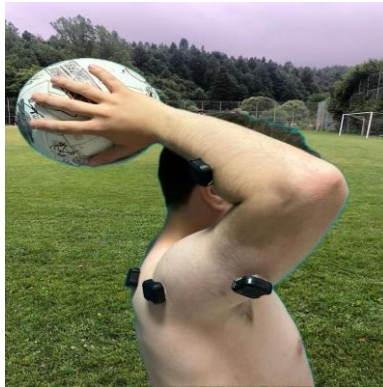
Kas aktivite kaydı için sensörler dominant taraf omuz çevresi kas gruplarından omuz elevasyonu için deltoid anterior, supraspinatus kaslarına, omuz eksternal rotasyon için deltoid posterior kasına, omuz iç rotasyon için pectoralis majör kasına, dirsek fleksiyonu

için biceps, dirsek ekstansiyonu için triceps kaslarına ve el bilek ekstansiyonu için ön kol ekstensör kaslarına ve el bilek fleksiyonu için ön kol fleksörlerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3.** Sensör yerleşimi

Sensör yerleşimi, uygun aktivasyon ve yeterli y-EMG sinyali işleme manevralarının manuel olarak deneme testi ile doğrulandı. Taç atışı içeren omuz bölgesi manevraları; topu kurma, kol kaldırma, kol ivmeleme, kol yavaşlaması ve atış sonrası evrelerini içerir (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** taç atma pozisyonu

Kurma evresi ile önce oyuncu ayakta ta çizgisinin dışında topu iki elle tutma ve kavrama ile bekler. Bu esnada omuz eklemi abdüksiyonda ve i rotasyondadır. Dirsek eklemi fleksiyonda ve el bileği ekstansiyondadır.

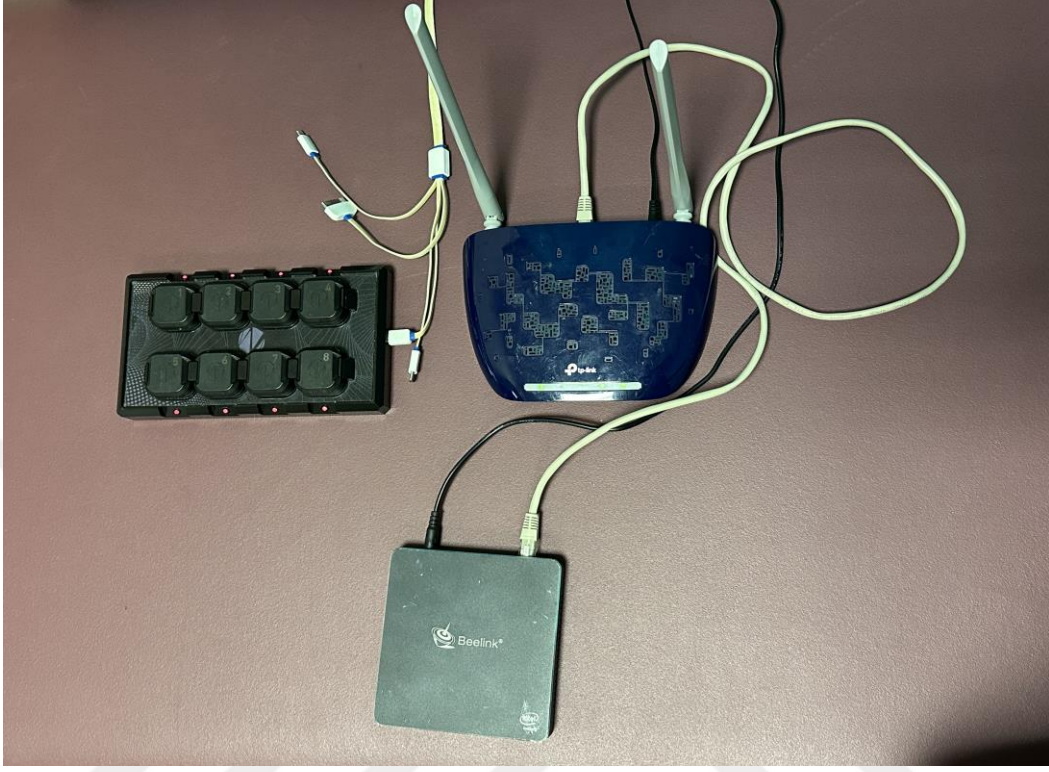
Kol kaldırma evresi takibinde, omuz abdüksiyon ve i rotasyondan omuz maksimum eksternal rotasyona gelir. Dirsek eklemi maksimum fleksiyonda ve el bilek eklemi ekstansiyondadır.

Kolun ivmelenmesi evresinde topun atışı ile maksimum omuz dış rotasyonundan topun serbest bırakılmasına kadar devam eder. Dirsek eklemi maksimum ekstansiyona ve el bilek eklemi maksimum ekstansiyondan fleksiyona gelen hareketi takip eder.

Kolun yavaşlama evresinde top atışının bitmesi ve maksimum omuz yatay addüksiyonu ve i rotasyonuna kadar devam eder.

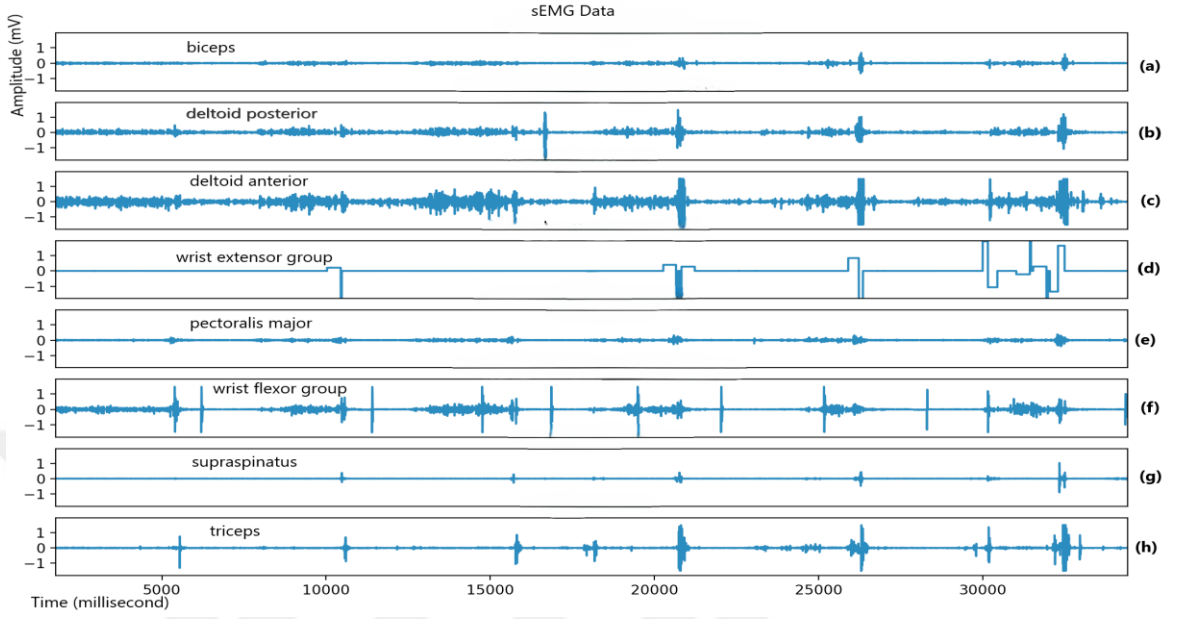
Sensörler yerleştirildikten ve yeterli sinyal işleme açısından test edildikten sonra oyuncular tam önlerindeki saha içerisine üç adet kısa ta atışı hareketinden oluşan bir seri gerçekleştirdi. Her kısa atış arasında bir dakika dinlenme arası verildi. Kısa atışların ardından iki dakika dinlenme arası verildikten sonra üç adet uzun ta atışı hareketinden oluşan ikinci seri gerçekleştirdi. Her uzun atış arasında bir dakika dinlenme arası verildi. Kısa ve uzun atışlardaki topun sahaya dışme mesafesi belirlenerek ta atışının mesafe ölçümü yapıldı. Atışın sahaya dışme mesafesi 10m'den az olanlar kısa ta atışı, 10m'den fazla olanlar ise uzun ta atışı olarak kabul edildi

Sensörlerin her biri ayrı ayrı bluetooth bağlantısı ile wifi-modemle web arayüz ekranına bağlanıp bu ekrandan sinyalin geldiği yer ve iskelet kası anatomik aktivasyon grafiğini gösterir. Sensörlerden alınan veriler de ayrıca wifi-modem üzerinden hardware-data kutusuna aktarılır (şekil 3.5).

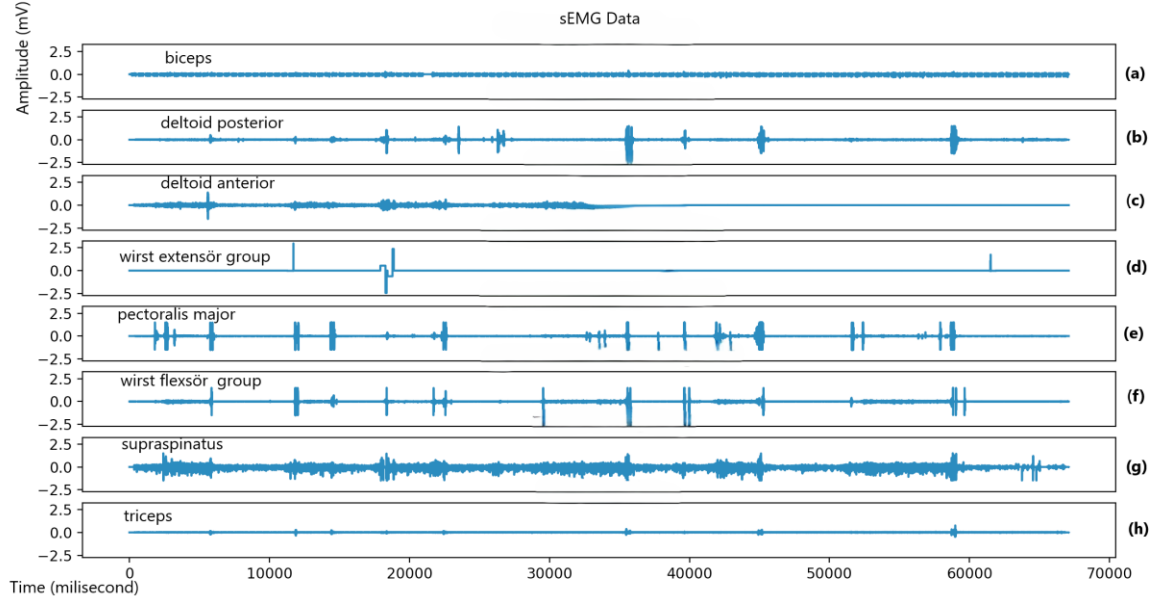


**Şekil 3.5.** Wifi-modem , sensör ve hardware-data kutusu

Y-EMG sinyali veri örneklem hızı 1 kHz olarak ayarlanmıştır. Bu y-EMG dijital sinyalleri kas aktivite amplitütlerini milivolt (mV) cinsinden aktivite boyunca tanımlamış. Toplam aktivite süresindeki en yüksek kas gücü aktivitesinin voltajı ( $V_{max}$ ) değerlendirilmeye alınmıştır (Şekil 3.6, 3.7).



Şekil 3.6. Bir oyuncuda kısa atış amplitüt (mV) değerleri



Şekil 3.7. Bir oyuncuda uzun atış amplitüt (mV) değerleri

### 3.3 İstatiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikler, yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi (BMI) ve profesyonel oyun yılları için ortalamalar ve standart sapmalar (SD) dahil olmak üzere profesyonel futbolcuların demografik özelliklerini özetlemek için kullanıldı. Hakim tarafın oyuncular arasındaki dağılımını tanımlamak için frekanslar ve yüzdeler kullanıldı. Verilerin normalliğini test etmek için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Kısa ve uzun dokunma atışları sırasında omuz kas gruplarının her periyotta maksimum elektriksel aktivite (Vmax) değerlerini karşılaştırmak için eşleştirilmiş örnekler t-testleri kullanıldı. Analiz, her kas grubu için iki atış türü arasında Vmax değerlerinde anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemeyi amaçladı. Tüm testler için 0,05'ten küçük bir p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

#### 4.BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması 27,8 (SD = 3,6) olan ve 21 ile 35 arasında değişen 35 profesyonel futbolcu dahil edildi. Oyuncuların ortalama ağırlığı 67,0 kg (SS = 4,1) olup, aralığı 60 ila 75 kg idi. Ortalama boy 173,7 cm (SS = 5,8) olup, 160 ile 185 cm arasında değişmektedir. Ortalama BMI 22,2 kg/m<sup>2</sup> (SD = 1,5) olup, 20 ile 26 kg/m<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Katılımcıların 27'si (%77,1) sağ baskın, 8'i (%22,9) sol baskındı. Ortalama profesyonel oyun süresi 9,2 yıldır (SS = 3,6), 2 ile 16 yıl arasında değişiyordu. Hastaların demografik özelliklerinin özeti Tablo 4.1'de sunulmaktadır.

**Tablo 4.1.** Futbolcuların demografik özellikleri

Değişkenler	Değer	Aralığı
Futbolcu Sayısı	35	-
Yaş (yıl±SD)	27.8±3.6	21-35
Kilo (kg±SD)	67.0±4.1	60-75
Boy(cm±SD)	173.7±5.8	160-185
BMI (kg/m <sup>2</sup> ±SD)	22.2±1.5	20-26
Dominant Taraf	27 Right / 8 Left	
Profosyonel futbol tecrübe süresi (yıl±SD)	9.2±3.6	2-16

Ortalama kısa taç atışı 7,4±1,2m (aralık, 4,8-9,6), ortalama uzun taç atışı 16,2±2,4m (aralık, 11,8-22,2) idi. Eşleştirilmiş örnek t-testi sonuçları, kısa ve uzun dokunma atışları arasında tüm omuz kas gruplarının Vmax değerlerinde önemli farklılıklar olduğunu ortaya çıkardı (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2.** Kısa ve uzun taç atışları arasındaki her periyottaki maksimum elektriksel aktivite (Vmax) değerlerinin karşılaştırılması.

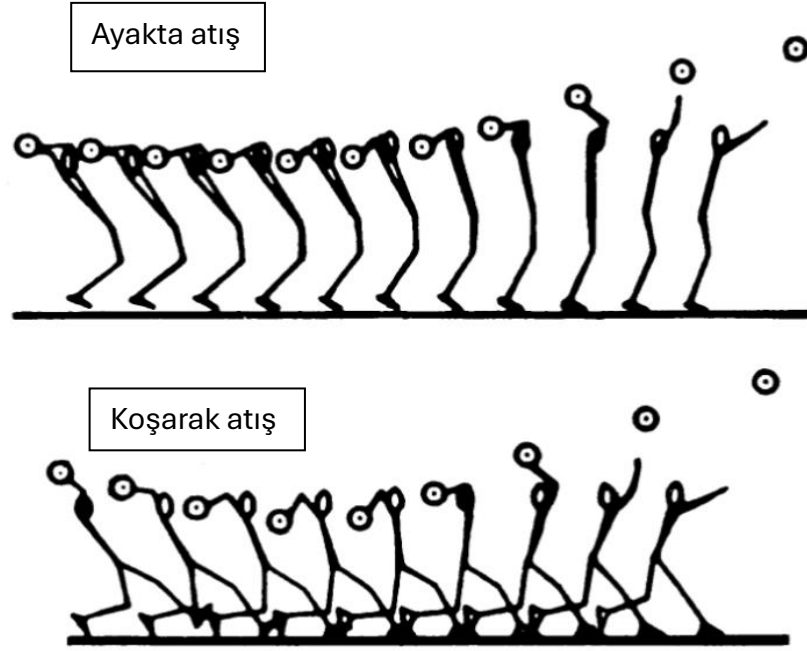
<b>Kaslar</b>	<b>Kısa taç (mV±SD)</b>	<b>Uzun taç (mV±SD)</b>	<b>p-değeri</b>
<b>Biceps</b>	0.58±0.28	0.91±0.37	<0.001
<b>Deltoid Posterior</b>	0.93±0.36	1.42±0.42	<0.001
<b>Deltoid Anterior</b>	0.79±0.27	1.17±0.40	<0.001
<b>Pectoralis Major</b>	0.66±0.31	1.09±0.39	<0.001
<b>Supraspinatus</b>	1.00±0.32	1.38±0.37	<0.001
<b>Triceps</b>	0.70±0.25	1.01±0.30	<0.001
<b>Ön kol fleksörleri</b>	0.76±0.24	1.11±0.30	<0.001
<b>Ön kol ekstensörleri</b>	0.33±0.05	0.63±0.09	<0.001

P değerleri student t-test kullanılarak hesaplanmıştır.

## 5.TARTIŞMA

Futbol, iki takımla oynanan ve her takımda 11 oyuncu bulunan 90 dakika süren müsabakadır. Oyun esnasında topun rakip takıma karşı avantaj elde edilen taç atışında her oyuncuda farklı mesafelerde atışlar görülmektedir. Son yıllarda taç atışı oyunu basit defansif başlatma amacından çıkmış artık sahanın uzak köşelerine fırsat yaratmak için hücum atışına dönüşmüştür. Bu uzun taç atışları aynı köşe vurusu ya da serbest vuruş kadar etkili pozisyon yaratılmasına yardımcı olur. Bu nedenle diğer oyunculara göre daha uzun taç atışı kullanan bir oyuncu diğerlerine göre daha avantaj yaratır. Topun daha uzun atılmasını sağlamak için elle fırlatma dışında koşarak fırlatma da yine sık kullanılan yöntemler arasındadır [59]. Bu fırlatma esnasında atış yapan oyuncu hedef alanı, rakip oyuncuyu ve takım arkadaşını gözlemleyip taç atışı mesafesindeki bu değişkenlik teknik ve taktiksel olduğu kadar vücut aktivitesinin özellikle de üst ekstremiteler omuz çevresinin hareketi ile farklılık gösterir.

Taç atışı tüm vücut hareketinin atış sırasında bir dizi hareketiyle meydana gelen bir eylemdir. Atış öncesinde önce topu iki elle kavrama ve tutma ile başlar. Topu iki elle tutarken parmaklar topla temas ederken avuç içi atış yönünü gösterir ancak topla temas etmez. Atış yapmaya hazırlanırken taç çizgisine doğru gelen ayak son adımını attığında dizler hafif bükülür, dirsekler tam fleksiyonda kollar arkaya doğru gerilir. Kalçalar, başın ve omuzların ileri doğru salınımı için pivot noktasını oluşturur ve ayaklar durduğunda gövdenin öne salınımını sağlar. Atış esnasında kollar arkadan baş üstü pozisyona hızla uzatılır ve dirsekler ekstansiyona gelirken omuzlar içe döner, eller ve bilekler pronasyona gelir (Şekil 5.1).



**Şekil 5.1.** Ayakta ve koşarak topu oyuna sokan bir oyuncunun kinetogramı [60]

Kollath ve Schwirtz çalışmasında oyuncuların topun uzağa fırlatma yeteneğini koşarak ve ayakta atışlarını karşılaştırmış, koşarak yapılan taç atış mesafesinin (ort. 24.1m) ayakta atışa (ort. 20,9m) göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada topu fırlatma hızı da farklılık göstermiş, koşarak yapılan taç atışında (ort. 14,2 milisaniye) ayakta atışa (ort. 15,3 milisaniye) göre daha hızlı olduğunu göstermiş. [60] Bizim çalışmamızda topu fırlatma hızına bakılmamış ve bu parametre limitasyonlarımız arasındadır.

Top fırlatma tekniğinin bir çeşiti de “handspring” atıştır. Bu teknikte top elden çıkarken parmaklardan dönerek fırlatılır böylelikle top elden çıktıktan sonra hızlanarak ilerler. Messier and Brody bir çalışmada konvensiyonel atış yapan 13 üniversite takım oyuncusunu ile handspring atış tekniği yapan 4 oyuncuyu karşılaştırmıştır. Handspring tekniğinde topun hızlanması ve atış mesafesi daha fazla iken fırlatma açısını daha düşük bulmuşlardır. [61]

Nicholas ve David çalışmasında, maksimum atış mesafesine ulaşan uzun taç atışında topun elden serbest kalma esnasında açısını araştırmışlardır. [62] Çalışmada uzun taç atışında serbest bırakma açısının topu fırlatma hızını etkilediği için optimum serbest

birakma açısını yaklaşık 30°'de olduğunu göstermişlerdir. Optimum atış açısı muhtemelen her oyuncu için biraz farklıdır ve oyuncunun vücut büyüklüğüne, kas gücüne ve atış tekniğine bağlı olabilir. Biz çalışmamızda topu fırlatma fazında elden serbest kalma açısına bakılmamıştır.

Birçok baş üstü atış yapılan amerikan futbolu, beyzbol atışı, softbol atışı, voleybol servis ve smaç atışı, teniste servis ve vole atışı ve golf vuruşu gibi üst ekstremite sporlarında omuz çevresi kaslarının ne zaman ve ne kadar aktif olduğunu anlamak hem uygun tedavi, eğitim ve rehabilitasyon protokollerinin sağlanmasında hem de ilgili bölgenin daha da güçlenmesini taktiksel olarak kondisyon protokollerinin geliştirmesine katkı sağlar. [63-65] Futbolda taç atışında fırlatma tekniklerinin yanı sıra omuz eklemi ve üst ekstremite hareketini sağlayan kasların fonksiyonu da taç atışı için önemli farklılık yaratır.

Çalışmamızda da futbolda uzun ve kısa taç atışında omuz çevresi ve üst ekstremite kas aktivitesi araştırılmıştır. Daha önce literatürde futbolda çift elle uzun ve kısa taç atışında kullanılan kasların karşılaştırılması yapılmamış. Çalışmamızın amacı sporcuların uzun ve kısa taç atışlarında bu kas aktivitelerini karşılaştırmaktır. Kas aktivasyonunu incelemek için EMG kullanımı, omuz ve üst ekstremite hareketleri sırasında dinamik kas fonksiyonlarının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır. Bazı araştırmacılar bu hareket fazlarını 6 evreye (kurma, adım atma, kolu kaldırma, kolu hızlandırma ve atış sonrası takip) ayırmışlardır. [41,66,67] Biz çalışmamızda omuz grubu kaslarından deltoid anterior, supraspinatus, deltoid posterior ve pectoralis majör kasının, dirsek bölgesi için biceps ve triceps kaslarının, el bilek eklemi için ön kol ekstensör ve fleksörlerinin taç atışı hareketi boyunca dinamik kas aktivasyonunu y-emg ile inceledik.

Çalışmamızda iki elle taç atışı kullanılırken y-emg sensörleri 8 adet olduğu için sadece dominant ekstremiteye (27 sağ / 8 sol) yerleştirilmiş olup değerlendirme sadece dominant ekstremiteye yapılmıştır. Her iki elle atılan taç atışında non-dominant ekstremitenin kas aktivasyonu ölçülememiştir. Yeterli sensör elde edildiğinde non-dominant tarafın da aktivasyonuna bakılabilir.

Daha önce literatürde uzun taç ve kısa taç atışı karşılaştırması olmadığından taç atış mesafesi 10m'den kısa mesafeye kısa atış, 10'm den uzun mesafeye uzun taç atışı olarak değerlendirdik. Taç atışı yönü olarak oyuncu sadece karşıya fırlatma gerçekleştirmiştir. Oyuncu bulunduğu bölgeden sağına veya soluna taç atışı çalışmamızda değerlendirilmeme nedeni her iki omuzun simetrik kas bölgesinde sensörler olmamasındandır.

Çalışmamızda omuz çevresi, dirsek eklemi ve el bilek ekleminin uzun ve kısa taç atışında y-EMG ile aktivasyonu değerlendirildi.

Omuz çevresi kaslarından deltoid anterior, supraspinatus, deltoid posterior ve pektoralis majör kasları kısa ve uzun taç atışlarda aktivasyon potansiyeli anlamlı oranda farklı çıkmıştır. Kullanılan uzun taç atışında omuz çevresi bu üç kas potansiyel değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Dirsek bölgesi için biceps ve triceps kaslarında kısa ve uzun taç atışlarda aktivasyon potansiyeli anlamlı oranda farklı çıkmıştır. Kullanılan uzun taç atışında dirsek çevresi bu iki kas potansiyel değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

El bilek eklemi için ön kol ekstensör ve fleksör kaslarında kısa ve uzun taç atışlarda aktivasyon potansiyeli anlamlı oranda farklı çıkmıştır. Kullanılan uzun taç atışında dirsek çevresi bu iki kas potansiyel değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Üst ekstremitte her üç bölgenin (omuz çevresi, dirsek ve el bilek) de uzun atışlarda aktivasyon potansiyellerinin anlamlı oranda fazla olması bu kasların uzun taç atışlarında topa uygulanan kuvvetin daha fazla olduğu gösterilmiştir.

Rokito ve arkadaşları voleybolcularda yaptıkları çalışmada servis ve smaç atış esnasındaki hareket fazlarını 6 evreye (kurma, adım atma, kolu kaldırma, kolu hızlandırma ve atış sonrası takip) ayırmışlardır. Anterior deltoid, supraspinatus, infraspinatus, teres majör, teres minör, subskapularis, latissimus dorsi ve pektoralis majör kaslarını her hareket fazında servis ve smaç atışı kas hareketinin aktivasyon potansiyellerini karşılaştırmışlardır. [68] Bizim çalışmamızda taç atışı fazları evrelere ayrılmamış belirlediğimiz kasların atış hareketi boyunca kas aktivasyon potansiyelleri

değerlendirilmiştir. Bu nedenle kasların taç atışında farklı fırlatma evrelerinde kas potansiyelini karşılaştıramamış olduk.

Özgür D'nin yaptığı voleybolcularda yaptığı çalışmada uzun ve kısa servis atışlarında omuz ve kol bölgesinde bulunan m. deltoideus, m. deltoideus anterior, m. biceps brachii, m. triceps brachii, el bilek extensor grup, el bilek flexor grup kasların hareketleri sırasında yEMG verileri ile aktivasyon potansiyelini incelemişlerdir. [69] Kısa ve uzun atılan servislerde, ön kol bölgesinde bulunan fleksör kas grubunun verilerini analiz ettiklerinde anlamlı bir farka rastlamamışlar  $P>0,05$ . Ön kol ekstansör kas grubu verilerini analiz ettiklerinde, uzun ve kısa servis atışları uzun ve kısa servis atışları arasında anlamlı bir farklılık tespit etmişlerdir  $P<0,05$ . El bilek bölgesinde ekstansör kas grubundaki anlamlı farklı değer de voleybolda kısa servis atışında bu kasların harekette daha fazla kullanıldığı ve bununda kas potansiyelinin daha yüksek bir değer çıkmasına neden olması şeklinde açıklamışlardır.

Bizim çalışmamızda uzun taç atışında, el bilek ekstansör ve fleksör kas grubu anlamlı oranda aktivasyon potansiyelleri daha yüksek çıkmıştır. Uzun taç atışındaki bu değerler topu daha uzağa fırlatmak için daha fazla kas aktivasyonu gerçekleştiğini şeklinde açıklayabiliriz.

Özgür D'nin çalışmasında kol bölgesinde bulunan biceps kasının hareketlerdeki potansiyeline bakıldığında kısa servis sırasındaki verilerde anlamlı düzeyde bir farklılığa rastlamışlar  $P<0,05$ . [69] Kısa flot servis tekniğindeki servis atışlarında dirsek ve bilek ekleme hareketinde kuvvet uygulandığı için bu hareket serisinde kısa serviste biceps kas potansiyeli daha fazla çıktığını göstermişler. Triceps kasının aktivasyonuna baktıklarında da kısa ve uzun servis kas hareketi aktivasyon gücü açısından anlamlı bir farklılığa rastlamışlar  $P<0,05$ . Uzun servis esnasında triceps kas hareket veri potansiyel değerinin daha yüksek olması uzun servis atışında daha fazla kuvvet verilerine ulaşmasından olabilir.

Bizim çalışmamızda da dirsek bölgesi triceps ve biceps kasları uzun taç atışlarında aktivasyon potansiyelleri yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni uzun taç atışında dirsek

fleksiyondan ekstansiyona salınım hareketinde fazla kuvvet uygulanması nedeniyle olabilir.

Özgür D'nin çalışmasında omuz ön bölge kas gruplarının eklem hareketlerinde kısa servis atışında kas potansiyel sinyallerinin anlamlı oranda yüksek olduğu ve omuz orta bölge kas gruplarında uzun serviste anlamlı oranda yüksek olduğunu göstermişlerdir. [69]

Bizim çalışmamızda da omuz çevresi kas gruplarında uzun taç atışlarında aktivasyon potansiyelleri yüksek çıkmıştır. Uzun taç atışında omuzun arkaya doğru gerilip gövde salınımıyla omuza güç aktarımı olması nedeniyle kas aktivasyon potansiyeli yüksek çıkmış olabilir.

Sonuç olarak, çalışmamızda kullanılan kısa ve uzun taç atışlarında üst ekstremité kaslarının aktif olarak çalışması kısa ve uzun atılan taç atışlarında etkin bir şekilde rol oynamaktadır. Daha çok atılan uzun taç atışlarında kas potansiyel anlamlı oranda değerleri yüksek çıkmıştır.

## **6. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Çalışmamız taç atma tekniği ve hareketi esnasında omuzda hangi kasın daha etkin kullandığını y-EMG cihazı ile göstermiştir. Kasların aktivasyon oranları incelenerek olası kas ve eklem yaralanmalarının önüne geçilebilir ve daha da güçlendirmek istediğimiz kas gruplarında bireysel antrenman ve programlama yapılabilir. Bu çalışma ile futbolda uzun ve kısa taç atışının y-EMG ile incelemesinin ardından sonraki çalışmalarda yine y-EMG ile atış fazlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi ve bilateral ekstremiteelerin de değerlendirilmeye alındığı daha ileri çalışmaların önünü açacağı görüşündeyiz.

## KAYNAKLAR

- [1] **FIFA** (2014), ss. 48-49
- [2] **Zapparoli, F. Y. ve Riberto, M.** (2017). Isokinetic Evaluation of the Hip Flexor and Extensor Muscles: A Systematic Review. *J Sport Rehabil*, 26(6), 556-566.
- [3] **Croisier, J. L., Malnati, M., Reichard, L. B., Peretz, C. ve Dvir, Z.** (2007). Quadriceps and hamstring isokinetic strength and electromyographic activity measured at different ranges of motion: a reproducibility study. *J Electromyogr Kinesiol*, 17(4), 484-492.
- [4] **Merletti, R. ve Parker, P. J.** (2004). *Electromyography: physiology, engineering, and non-invasive applications*. John Wiley & Sons
- [5] **Day S.** Important Factors in Surface EMG Measurement. [www.andrewsterian.com](http://www.andrewsterian.com)
- [6] **Jonsson, B.:** *Electromyographic Kinesiology: Aims and fields of use in New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology, Volume 1* (Desmedt, J.E., ed.) 498-501, S.Karger, Basel, ( 1973)
- [7] **Koz M.** Kas fizyolojisi-1, 80.251.40.59/sports.ankara.edu.tr/koz/anafiz/kas.pdf.
- [8] **Guyton, A.C.:** *İskelet Kasında Kontraksiyon*, Tıbbi Fizyoloji, Nobel Tıp Kitapevi; 1: 177-197, (1986)
- [9] **Uzun S.** Elit sporcularda kassal dayanıklılığın yüzeyel elektromiyografi güç dağılımı parametreleri ile değerlendirilmesi Doktora Tezi. T.C Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. İstanbul, 2007.
- [10] **Cerrah A. O., Ertan H., & Soylu A.** Spor Bilimlerinde Elektromiyografi Kullanımı. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2010;VIII (2),43-49.
- [11] **Florimond V.** *Basics Of Surface Electromyography Applied To Physical Rehabilitation And Biomechanics*. Montreal, CANADA: Thought Technology Ltd. February 2009 & March 2010.
- [12] **Bozer C.** Genç erişkinlerde, günlük aktivite sırasında yapılan bazı hareketlerin kinetik analizi (Doktora tezi). Edirne: Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı; 2007.11. Tytherleigh-Strong G., Hirahara A. : Rotator cuff disease. *Current Opinion in Rheumatology* 13: 135-145, 2001.
- [13] **Diamond W.:** Upper Extremity:Shoulder. In:Myers R.S. (Ed.), *Manuel of Physical Therapy Practice* .W.B.Saunders Company-Philadelphia. Chap.30: 789-838,1995.
- [14] **Neer,C:S:** İmpingement lesions. *Clin .Orthop*.173 : 70-77,1982.

- [15] **Daniels L., Worthington C.:** Muscle Testing (techniques of manuel examination) p:90-117 W.B.Sounders Company Philadelphia, 1980.
- [16] **Jobe CM:** Gross Anatomy of the Shoulder. In : Rockwood and Matsen. Second Edition.W.B. Saunders Company . Volume 1, Chapter 2, 34-97,1998.
- [17] **GilroyA.M,** Macpherson B, Ross L.M ,Atlas Of Anatomy , 2010;282-288.
- [18] **Kimura, J.:** Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice, Edition 2, 211-219, F.A. Davis Company, Philadelphia , (1989)
- [19] **Shm, J.O.:** Clinical Elektromyography : Nerve Conduction Studies , Second ed. , 1-7, 12-13, 32-33, Williams & Wilkins, Baltimore, (1993)
- [20] **Murphy, R.A.:** Skeletal Muscle Physiology in " physiology ", ( Berne, R.M., Levy, M.N., Koeppe, R.M., Stantaon, B.A., ed. ) , 269, 290- 291, Mosby, St. Louis, (1998)
- [21] **Soylu A R.** Spor bilimleri için yüzey elektromyografi:Olası hata kaynakları ve bazı teknik detaylar. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı. Ankara, 2010.
- [22] **Rash G. S.** Electromyography Fundamentals.
- [23] **Hacıoğlu S.** Osteoartritte İzokinetik Egzersizlerin Kuadriseps Kas Gücüne Etkisinin İzokinetik Dinamometre ve Yüzeysel Emg İle Değerlendirilmesi 80 (Uzmanlık Tezi). T.C Sağlık Bakanlığı Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, 2009;40-70. İstanbul.
- [24] **Kerrigan D. C., Schauffele M., & Wen M. N.** Gait Analysis, Chapter 8. J. A. DELISA, & B. M. GANS, Rehabilitation Medicine: Principles And Practise. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers. 1998;p.165,183.
- [25] **Merlo A., & Campanini I.** Technical Aspects of Surface Electromyography for Clinicians. The Open Rehabilitation Journal 2010;3,98-109.
- [26] **Kasman, G.** (2001). Using surface electromyography. Rehab management, 14(9), 56-59, 76.
- [27] **Simsek, D.** (2017). Different fatigue-resistant leg muscles and EMG response during whole-body vibration. Journal of Electromyography and Kinesiology, 37, 147-154.
- [28] **Clays, J.P., Cabri, J.:** Electromyography and the study of sports movements: a review, J. Sports Sci., 11, 5, 379-448.(1993)
- [29] **Jonsson, B.:** Electromyographic Kinesiology: Aims and fields of use in New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology, Volume 1 ( Desmedt, J.E., ed.) 498-501, S.Karger, Basel, ( 1973)
- [30] **Stegeman D., & Hermens H.** Standards for surface electromyography: the European project "Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)". Department of Clinical Neurophysiology Institute of Neurology, University Medical Centre Nijmegen ,108-111.Nijmegen.

- [31] **Soderberg G. L.** Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: expert perspectives. U.S Department of Health and Human Services, 1992.
- [32] **De Luca C. J.** The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal Of Applied Biomechanics*, 1997;13 (2),135-163.
- [33] **Rainoldi A., Melchiorri G., & Caruso I.** A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *Journal of Neuroscience Methods* 2004;134,37-43.
- [34] **Jamal M. Z.** Signal Acquisition Using Surface EMG and Circuit Design Considerations for Robotic Prosthesis, Chapter 18. *Computational Intelligence in Electromyography Analysis –A Perspective on Current Applications and Future Challenges*, INTECH. 2012;p.434.
- [35] **Rainoldi A., Melchiorri G., & Caruso I.** A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *Journal of Neuroscience Methods* 2004;134,37-43.
- [36] **Gerleman DG., Cook TM,** Instrumentation, In: Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: expert perspectives, GL., Soderberg (Eds). DHHS (NIOSH) Publication, USA, No. 91-100, pp.44-68, 1992.
- [37] **Halaki M., & Ginn K.** Normalization of emg signals: to normalize or not to normalize and what to normalize to? *Intech*. 2012.
- [38] **NL Bragazzi, M Rouissi, S Hermassi-** International journal of 2020 - [mdpi.com](https://doi.org/10.3390/ijerph18052400). Resistance training and handball Players' isokinetic, isometric and maximal strength, muscle power and throwing ball velocity: a systematic review and meta-analysis. [mdpi.com](https://doi.org/10.3390/ijerph18052400)
- [39] **M Mayes, M Salesky, DA Lansdown** - Current reviews in musculoskeletal, 2022 - Springer. Throwing injury prevention strategies with a whole kinetic chain-focused approach.
- [40] **Moynes D.R., Perry J., Antonelli D. J., and Jobe F. W.** (1986) "Electromyography and Motion Analysis
- [41] **Fleisig GS, Escamilla RF, Andrews JR, et al:** Kinematic and kinetic comparison between baseball pitching and football passing. *J Appl Biomech* 12: 207–224, 1996
- [42] **Merletti, R. ve Parker, P. J.** (2004). *Electromyography: physiology,engineering, and non-invasive applications*. John Wiley & Sons.
- [43] **RF Escamilla, JR Andrews** Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports *Sports medicine*, 2009•Springer
- [44] **Jobe FW, Tibone JE, Perry J, et al:** An EMG analysis of the shoulder in Throwing

- [45] **Briner WW Jr, Kacmar L.** Common injuries in volleyball. Mechanisms of injury, prevention and rehabilitation. *Sports Med* 1997;24:65e71.
- [46] **Verhagen EA, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W. A** One season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med* 2004;38: 477e81. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.005785>
- [47] **Gowan ID, Jobe FW, Tibone JE, et al:** A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching: Professional versus amateur pitchers. *Am J Sports Med* 15: 586–590, 1987
- [48] **Jobe FW, Moynes DR, Tibone JE, et al:** An EMG analysis of the shoulder in pitching: A second report. *Am J Sports Med* 12: 218–220, 1984
- [49] **Lajtai G, Pfirrmann CW, Aitzetmüller G, Pirkl C, Gerber C, Jost B.** The shoulders of professional beach volleyball players: high prevalence of infraspinatus muscle atrophy. *Am J Sports Med* 2009;37:1375e83. <https://doi.org/10.1177/0363546509333850>.
- [50] **Adelsberg S:** The tennis stroke: An EMG analysis of selected muscles with rackets of increasing grip size. *Am J Sports Med* 14: 139–142, 1986
- [51] **Morris M, Jobe FW, Perry J, et al:** Electromyographic analysis of elbow function in tennis players. *Am J Sports Med* 17: 241–247, 1989
- [52] **Pink M, Perry J, Browne A, et al:** The normal shoulder during Freestyle swimming: An electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *Am J Sports Med* 19: 569–576, 1991
- [53] **Scovazzo ML, Browne A, Pink M, et al:** The painful shoulder during freestyle swimming: An electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles. *Am J Sports Med* 19: 577–582, 1991
- [54] **Kao JT, Pink M, Jobe FW, et al:** Electromyographic analysis of the scapular muscles during a golf swing. *Am J Sports Med* 23: 19–23, 1995
- [55] **Maffet MW, Jobe FW, Pink MM, et al:** Shoulder muscle firing patterns during the windmill softball pitch. *Am J Sports Med* 25: 369–374, 1997
- [56] **Rash GS, Shapiro R:** A three-dimensional dynamic analysis of the quarterback's throwing motion in American football. *J Appl Biomech* 11: 443–459, 1995
- [57] **Wick H, Dillman CJ, Werner S, et al:** A kinematic comparison between baseball pitching and football passing. *Sports Med Up* 6(2): 13–16, 1991
- [58] **Glenn Kasman, MS, PT Steve Wolf, PhD, PT, FAPTA, Noroxona** Reional applications of SEMG to patients with neuromuscular conditions. Published by Noraxon USA, Inc. Scottsdale, Arizona 2002
- [59] **Kline, L. E., & Samonisky, M.** (1981). The Soccer Throw-In. *Journal of Physical Education and Recreation*, 52(5), 57–59. <https://doi.org/10.1080/07303084.1981.10629171>

- [60] **Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W.J. (eds)** (1988). *Science and Football*. London: E & FN Spon
- [61] **Kollath, E. and Schwartz, A.** (1988). Biomechanics of the soccer throw-in. In *Science and Football* (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), pp. 460-467. London: E & FN Spon
- [62] **Linthorne NP, Everett DJ.** Release angle for attaining maximum distance in the soccer throw-in. *Sports Biomech.* 2006 Jul;5(2):243-60. doi: 10.1080/14763140608522877. PMID: 16939156.
- [63] **Ballantyne BT, O'Hare SJ, Paschall JL, et al:** Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises. *Phys Ther* 73: 668-682, 1993
- [64] **Clarys JP, Cabri J:** Electromyography and the study of sports movements: A review. *J Sports Sci* 11: 379-448, 1993
- [65] **Jobe FW, Moynes DR:** Delineation of diagnostic criteria and a rehabilitation program for rotator cuff injuries. *Am J Sports Med* 10: 336-339, 1982
- [66] **Dillman CJ, Fleisig GS, Andrews JR.** Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993; 18: 402-8
- [67] **Werner SL, Fleisig GS, Dillman CJ, et al.** Biomechanics of the elbow during baseball pitching. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993; 17: 274-8
- [68] **Rokito AS, Jobe FW, Pink MM, Perry J, Brault J.** Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 May-Jun;7(3):256-63. doi: 10.1016/s1058-2746(98)90054-4. PMID: 9658351.
- [69] **Dinçer, Ö.** (2016). Voleybolda Kullanılan Kısa ve Uzun Servis Tekniğini Yüzeysel EMG ile İncelenmesi. *Uluslararası Anadolu Spor Bilimleri Dergisi.* 1(1), 85-90.

## **EKLER**

**EK A. :** Etik kurul onayı

**EK B. :** Gaziantep Futbol Kulübü Çalışma Onayı



EK A

T.C.  
SANKO ÜNİVERSİTESİ  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 89528399-000- 29  
Konu : Başvuru Dosyası Hk.

10/10/2023

İLGİLİ MAKAMA

Prof. Dr. Kerem BİLSEL'in sorumlu araştırmacı olduğu "Elit futbolcularda baş üstü uzun ve kısa top fırlatmada omuz kas gruplarının performans analizinin değerlendirilmesi" başlıklı araştırma 05.10.2023 tarih ve 2023/19 sayılı Klinik Araştırmalar Etik Kurulu toplantısının 1 nolu oturumunda görüşülmüş; araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiştir.

Araştırmanın etik açıdan gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Gereği için bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. Vildan SÜMBÜLOĞLU  
Başkan

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Faruk AYKANAT  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 10/08/1982 Gaziantep  
**E-posta** : [farukaykanat@gmail.com](mailto:farukaykanat@gmail.com)

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2006, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
- **Uzmanlık** : 2012, İstanbul Haydarpaşa Numune E.A.H, Ortopedi ve Travmatoloji A.B.D

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2018 - Halen : Öğretim Görevlisi, Sanko Üniversitesi Özel Sani Konukoğlu Hastanesi Sağlık Uygulama Ve Araştırma Merkezi (Sağlık hizmetleri MYO / İlk ve Acil Yardım Programı)
- 12-16 Ekim 2010 : 10. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahi Kongresi'nde "Dizde Takılma Hissi Şikayetinın Ameliyat Sonrası Klinik Sonuca Etkisi" başlıklı poster en iyi poster sunumu

### DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- 2012-Tıpta Uzmanlık Tezi: Ön Çapraz Bağ Lezyonlarının Otojen Hamstring Tendon Grefti İle Tedavisinde Transtibial Teknik İle Anteromedial Portal Tekniğinin Sonuçlarının Karşılaştırılması

### DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- "Management of Vancouver type B2 and B3 femoral periprosthetic fractures using an uncemented extensively porous-coated long femoral stem prosthesis", Eur J Orthop SurgTraumatol, Volume 23, Issue 5, July 2013. M. DOI: 10.1007/s00590-012-1024-x.ISSN: 1633-8065 (Print) 1432-1068 (Online), (2012).

- "Effects of montelukastsodium on tendon healing", Indian Journal of Orthopaedics, (IJ Ortho). Indian J Orthop. 2013 Sep;47(5):500-4. doi: 10.4103/0019-5413.118207.
- "Drilling through anteromedial portal with a femoral aiming device ensures a sufficient length and a proper graft position, and prevents posterior wall breakage during anterior cruciate ligament reconstruction." Eur J Orthop Surg Traumatol. 2018 Oct;28(7):1403-1409. doi: 10.1007/s00590-018-2211-1. Epub 2018 Apr 28.
- "Lateral foot pain due to os vesalianum pedis in a young football player; a case report and review of the current literature." Skeletal Radiol. 2019 Nov;48(11):1821-1828. doi: 10.1007/s00256-019-03190-4. Epub 2019 Feb 27. Review.
- "Comparison of longitudinal and inverted L-type capsulorrhaphy in hallux valgus correction surgery." Medicine (Baltimore). 2019 Jun;98(24):e15969. doi: 10.1097/MD.00000000000015969.
- "Comparison of four different screw configurations for the fixation of Fulkerson osteotomy: a finite element analysis" J Orthop Traumatol. 2023 Jun 26;24(1):30. doi: 10.1186/s10195-023-00714-6.
- "Comparison of five different fluoroscopic methods for identifying the MPFL femoral footprint" Arch Orthop Trauma Surg. 2024 Apr;144(4):1675-1684. doi: 10.1007/s00402-024-05213-9. Epub 2024 Feb 24.
- "Comparison of two versus three-screw fixation for biplanar chevron medial malleolar osteotomy." Eur J Orthop Surg Traumatol. 2024 Apr 18. doi: 10.1007/s00590-024-03933-7.

- “Prediction Of Palmaris Longus Tendon Length And Thickness Through Simple Anthropometric Measurements” Handchir Mikrochir Plast Chir. 2024 Feb 15. doi: 10.1055/a-2239-6341
- “Periprosthetic Femoral Fractures After Hip Arthroplasty: Risc Analysis of 27 Cases”, Osteosynthese International 2011. Annual Congress of the GerhardKüntschersociety (GKS), Thessaloniki, Greece, 14-17 September 2011, Injuryvol 42 Supplement 3, 18, (2011).
- “Comparison of long-termresults in the treatment of severe pilon fractures”, EfortCongress İstanbul, Turkey, 5-8 June, Official congress programme, (2013).
- “Effects of Montelukastsodium on tendonhealing”, EfortCongress İstanbul, Turkey, 5-8 June, Official congress programme, (2013).
- “Chronic Ankle Pain After An Initial ‘Twisting’ Injury To The Ankle”, Turk J Emerg. Med 2014;14(2):46 [83] doi: 10.5505/1304.7361. 2014.02069
- “Şiddetli pilon kırıklarının (Ruedi Allgower tip III) tedavisinde kullanılan iki farklı eksternal fiksasyon yönteminin eklem redüksiyon kalitesine ve uzun dönem ayak bileği fonksiyonlarına etkisi: Retrospetif analitik çalışma”, Göztepe Tıp Dergisi 29(3):183-189, 2014 doi:10.5222/ J. GOZTEPE TRH.2014.183
- “Gartland Tıp 3 Çocuk HumerusSuprakondiler Kırıkların Cerrahi Tedavisi Sonrası Gözlenen Geç Dönem Radyografik Ve Fonksiyonel Değişiklikler”, XXI. Ulusal Türk Ortopedi Ve Travmatoloji Kongresi 2009, Çeşme İzmir, Sözlü Bildiri-208

- “HalluksRigitus Tedavisinde Uygulanan Çeilektomi Ameliyatının Retrospektif Analizi”, XXI. Ulusal Türk Ortopedi Ve Travmatoloji Kongresi 2009, Çeşme İzmir, Sözlü Bildiri-262
- “Elit Haltercilerdeki Kazanılmış Omuz Ve Dirsek Hareket Açıklıkları Ve Sık Görülen Yaralanmalar”, XXI. Ulusal Türk Ortopedi Ve Travmatoloji Kongresi 2009, Çeşme İzmir, Poster Bildiri-161
- “Dizde Takılma Hissi Şikayetlerinin Ameliyat Sonrası Klinik Sonuca Etkisi”, 10. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Kongresi, 12-16 Ekim 2010 Antalya, Türkiye, Kongre Özet Kitabı, (2010).
- “Are the results of ACL reconstruction performed during the first year better than the ones which were performed one year after the injury? “, 10. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Kongresi, 12-16 Ekim 2010 Antalya, Türkiye, Kongre Özet Kitabı: 36, (2010).
- “Femoral protez çevresi kırıklarda risk faktörleri: 978 kalça artroplastisinin analizi”, 22. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Kasım 2011, Belek Antalya, ActaOrthopTraumatol Turc;45, (Suppl I):104, (2011).
- “Total Diz Protezli Hastalarda Ameliyat Sonrası Memnuniyete Etkili Faktörler”, XXII. Ulusal Türk Ortopedi Ve Travmatoloji Kongresi 2011, Belek Antalya, Poster Bildiri-EP6
- “Parsiyel protez sonrası total kalça protezi uygulanan olgulardaki klinik sonuçların birincil total kalça protezi uygulanan olgularla karşılaştırılması”, 22. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Kasım 2011, Belek Antalya, ActaOrthopTraumatolTurc ;45 (Suppl I):198, (2011).

- “İntertrokanterik kırıklarda kayıcı kalça çivisi ile yapılan tespit yetersizliğinin nedenleri”, XXII. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Kasım 2011, Belek Antalya, Acta OrthopTraumatolTurc ;45, (Suppl I):264, (2011).
- “Bristow ameliyatını takiben tekrarlayan anterior omuz insitabilitesinin cerrahi tedavisi: geniş Hill-Sachs ve glenoid defektin otojen iliak kanat kemik grefti ile rekonstrüksiyonu: olgu sunumu”, 22. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Kasım 2011, Belek Antalya, ActaOrthopTraumatolTurc ;45, (Suppl I):253, (2011).
- “Tibiadistalmetafiz kırıklarının tedavisinde mini-invaziv kilitli plak mı, yoksa kilitli intramedüller çivi mi tercih edelim?”, Ortopedi ve Travmatoloji Buluşması, 30 Mayıs- 2 Haziran 2012, İstanbul, Türkiye,Kongre bildiri kitabı, 31, (2012).
- “Parsiyel Menisektominin Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonuçlarına Etkisi” , 11. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Kongresi, 2-6 Ekim 2012 Ankara, Türkiye, Kongre Özet Kitabı:24,(2012).
- “Total Kalça Artroplastisinde Periprostatik Stem Kırıkları: 5 Olgu Sunumu” 24. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Belek Antalya 2014, Poster Sunumu refno: 3480, Acta Orthop Traumatol Turc 2014;47 (Suppl I):330
- “Erişkinlerde Ortopedi Muayene Yöntemleri Kitabı” – Omuz Muayene Yöntemleri Bölümü- TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) İstanbul, 2015