

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR  
ANABİLİM DALI

**TENİSÇİLERİN TEMEL VURUŞLARINDA KAS  
AKTİVASYONUNUN TOP HIZINA ETKİSİ**

**Doktora Tezi**

**Ercüment ERDOĞAN**

**Samsun  
Kasım-2013**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR  
ANABİLİM DALI

# **TENİSÇİLERİN TEMEL VURUŞLARINDA KAS AKTİVASYONUNUN TOP HIZINA ETKİSİ**

**Doktora Tezi**

**Ercüment ERDOĞAN**


**Danışman: Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU**

**Samsun  
Kasım-2013**

T.C  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Doktora Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Başkan: Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi

  
Üye: Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi

  
Üye: Doç. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL Ondokuz Mayıs Üniversitesi

  
Üye: Doç. Dr. Mehmet EMİRZEOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi

  
Üye: Yrd. Doç. Dr. Özgür DİNÇER Ordu Üniversitesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurul'unca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Süleyman KAPLAN

Enstitü Müdürü

## TEŐEKKÜR

Çalıőmam süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU' na çalıőmam esnasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL'e Doç.Dr. Mehmet EMİRZEOĞLU'na ve Arő. Gör. Hamza KÜÇÜK'e teőekkür ederim.

Emg ölçümlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Özgür DİNÇER, Yrd. Doç. Dr. Hasan SÖZEN, Öğr. Gör. Erdal ARI, Okt. Burkay CEVAHİRCİOĞLU, Öğr. Gör. Elif ŐENGÜL'e ve daima yanımda olan ve destekleyen eőime ve aileme teőekkür ederim.

## ÖZET

### TENİSÇİLERİN TEMEL VURUŞLARINDA KAS AKTİVASYONUNUN TOP HIZINA ETKİSİ

**Amaç:** Tenis sporcularının temel vuruşlarında (El önü, El arkası, Servis) kas aktivasyonlarını EMG yardımıyla tespit etmektir. Vuruşlarda kas aktivasyonunun yanı sıra her vuruştaki top hızı da tespit edilerek kas aktivasyon değerlerinin top hızına etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.

**Materyal ve Metot:** Çalışma 25 rekreasyonel tenis oyuncusu ve tenis antrenörü üzerinde yapılmıştır. Çalışmamızda servis vuruşu için baskın kol bölgesindeki; “*Biceps brachii, Triceps brachii, Pectoralis Major ve Deltoid* El önü vuruşunda *Biceps brachii, Deltoid, Pectoralis Major, Latissimus dorsi* El arkası vuruşunda *External oblique, Erector spinea, Trapezius ve Deltoid* kasları ölçülmüştür. Verilerin değerlendirilmesinde Friedman testi ve Wilcoxon testi kullanılmış ve Korelasyon ve Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

**Bulgular:** El önü, el arkası ve servis vuruşlarında kasların aktivasyon değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. El önü vuruş tekniğinde Bicep brachii ve deltoid, El arkası vuruşta Deltoid, Trapezius, Erector spinea, Servis vuruşunda ise, Triceps brachii ve Deltoid en yüksek aktivasyon ve iş yükü değerlerine sahip kaslar olmuşlardır. Kas aktivasyonu ve top hızı değerleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde el önü ve servis vuruşunda aynı yönlü zayıf bir ilişki El arkası vuruşta ise aynı yönlü orta dereceli bir ilişki bulunmuştur.

**Sonuç:** Tenisteki bu üç vuruş tekniğinde kas aktivasyon değeri arttığında top hızının da arttığı bulunmuştur. Daha fazla Kas grubunun harekete katılımı ve bu kasların aktivasyon değerlerinin artırılması ile teniste vuruş performansının geliştirilmesine katkı sağlanabilir.

**Anahtar kelimeler:** Elektromiyografi; Kas kontraksiyonu; Tenis oyuncuları; Top hızı

## ABSTRACT

### THE EFFECT TO BALL SPEED OF MUSCLE ACTIVATION DURING BASIC STROKES OF TENNIS PLAYERS

**Aim:** The purpose of this study is to detect muscle activation with the help of EMG during basic strokes of tennis players (forehand, backhand, serve). It is aimed to investigate the effect of the ball speed of the muscle activation values, by determining ball speed during the each stroke.

**Material and Method:** This study has been done on 25 recreational tennis player and tennis coach. The research has been measured in muscles of the dominant arm region; "*Biceps brachii, Triceps brachii, Pectoralis Major ve Deltoid* at forehand stroke *Biceps brachii, Deltoid, Pectoralis Major, Latissimus dorsi* at backhand stroke *External oblique, Erector spinea, Trapezius ve Deltoid* for serve stroke.

**Results:** It is utilized Friedman test and the Wilcoxon test in evaluation of the data and calculated Correlation and Pearson's correlation coefficient. According to the results of the study; It is found to be significant difference between the muscle activation values during forehand, backhand and serve strokes. Biceps brachii and deltoid at forehand stroke technique, Deltoid, Trapezius, Erector spinea at backhand stroke technique and Triceps brachii and Deltoid at serve stroke are muscles with the highest activation and workload values. Considering the relationship between muscle activation and ball speed values, a weak relationship with the same direction in forehand and serve stroke, medium relationship with the same direction in backhand stroke are found.

**Conclusion:** As a result; it has also increased ball speed with increasing the muscle activation value at the three strokes technique in tennis. It could contribute to improve the performance of tennis strokes with participation in the movement of the more muscle group and increasing of activation values of the muscles.

**Key Words;** Ball velocity; Electromyography; Muscle contraction; Tennis players

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

ADP: Adenozin Di Fosfat

ATP: Adenozin Tri Fosfat

Ca ++: Kalsiyum iyonu

EMG: Elektromiyografi

kcal: Kilokalori

Muap: Motor ünite aksiyon potansiyeli

NCS: Nerve Conduction Studies (Sinir İleti Çalışmaları)

RMS: Root Mean Square (Karesel ortalama)

sEMG: Yüzeysel Elektromiyografi

TN: Troponin

$\mu\text{m}$  : Mikro metre

$\mu\text{mol}$ : mikro mol

$\mu\text{V}$ : Mikro volt

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	7
2.1. Tenis oyunu .....	7
2.2. Teniste temel vuruşlar.....	8
2.2.1. Servis vuruşu .....	8
2.2.2. El önü (Forehand)vuruş .....	10
2.2.3. El arkası (Backhand) vuruş.....	12
2.3. Kaslar.....	13
2.3.1. Kas Çeşitleri.....	14
2.3.2. Kasların ortak özellikleri .....	15
2.3.3. İskelet kasının Fonksiyonları .....	15
2.3.4. İskelet kasının fizyolojik anatomisi .....	16
2.3.5. Kas kasılması için enerji kaynakları .....	19
2.3.6. Kas kasılmasının genel mekanizması .....	20
2.3.7. Kas kasılma çeşitleri .....	22
2.4. Elektromiyografi.....	24
2.4.1. EMG sinyalinin ölçtüğü kassal aktivasyon.....	25
2.4.2. Yüzeysel elektromiyografi.....	26
2.4.3. Karesel ortalama(Root Mean Square) .....	29
2.4.4. EMG kayıt elektrot çeşitleri.....	30
2.5. Radar tabancası (Hız Ölçer) .....	32
<b>3.MATERYAL VE METOT</b> .....	33
3.1.Araştırma grubu.....	33
3.2. İstatistiksel yöntem .....	33
3.3. Protokol ve ölçümler .....	33
3.4. Ölçüm yapılan kaslar .....	35
<b>4. BULGULAR</b> .....	39
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	43



<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	46
<b>KAYNAKLAR</b> .....	48
<b>EKLER</b> .....	55
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	56

## 1. GİRİŞ

Son yıllardaki bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler sporu da önemli derecede etkilemektedir (Açıkada, 1990). Teknolojik alandaki gelişmelere paralel olarak, bilimsel araştırmalar yardımı ile spordaki başarının yolları aranmaktadır. Burada amaç, yüksek performans düzeyine ulaşmaya etki eden faktörleri saptamak, sportif başarının sınırlarının zorlanmasıdır (Gelen, 1998).

Son yıllarda spor çarpıcı bir şekilde kendine yeni bakış açıları geliştirmiştir. Bir taraftan en popüler boş zaman aktivitelerinden biri ve milyonlarca insanın her gün boş zamanlarını değerlendirdiği bir etkinlik olurken; diğer taraftan, önemli gelir kaynakları sağlayan bir uğraş haline gelmiştir (Unierzyski, 1995).

Son yıllarda sporsal verim önemli bir ilerleme göstermiştir. Birkaç yıl önce hayal edilmesi bile güç olan verim düzeyleri şimdi oldukça yaygın bir biçimde, birçok sporcunun elde ettiği ve sürekli olarak geliştirdiği verim düzeyi şekline dönüşmüştür (Deliceoğlu, 2006). Bütün spor branşlarındaki önemli gelişmeler, sporcuların temel ve spesifik antropometrik ve kinesyolojik karakterlerin değerlendirilmesinin bir ürünüdür (Heimer, 1988).

Performans, sporcunun fiziksel, fizyolojik, biyomotorik ve psikososyal özelliklerinin bileşkesinin sonucu olarak ortaya koyduğu verim düzeyidir. Buna bağlı olarak performansı tek bir kritere dayandırmak oldukça güçtür. Çünkü performansı belirleyen birden çok iç ve dış faktörler vardır (Açıkada, 1990). Performans, sporcunun mevcut kapasitesinin müsabakada ortaya koyabildiği kadardır. Bir sporcunun kondisyonu, teknik kapasitesi ve taktik becerisi ne kadar yüksek olursa olsun, bunları müsabaka içerisinde ortaya koyamazsa hiçbir değeri yoktur (Crocker, 1992).

Özellikle elit düzeyde spor yapanların performanslarını en iyi şekilde ortaya koymaları çok küçük detaylarda kendini göstermektedir. Sporda başarıyı etkileyen fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve teknik-taktik gibi faktörlerin önemi giderek artmaya başlamıştır. Spor yapmak için gelişmiş bir kas ve iskelet yapısı, hareketleri yapabilmek için yüksek koordinasyon, çeşitli ruhsal, bedensel ve fiziksel engellemelere rağmen başarabilme, başarısızlık halinde ise uğraştan kopmamak için bilhassa gerekli kişilik özellikleri ile yarışma ve antrenman için yeterli motivasyona ihtiyaç vardır (Horst, 1976).

İnsanın performans sınırlarının zorlandığı çağımızda her ne kadar sporun özüyle çelişse de performans sporundan vazgeçmek artık çok zordur. Çünkü spor artık ileri ve geri bağlantılarıyla büyük bir sektör haline gelmiştir. Özellikle tıp alanındaki gelişmeler yeteneğin sınırlarını zorlamada etkili olmuştur (Zorba, 2001).

İnsanın teknik, taktik, fizyolojik ve psikolojik yeteneklerini zorlayan bir spor dalı olan tenis, planlı ve programlı yapıldığında fiziksel, zihinsel, duygusal ve sosyal gelişim özelliklerini geliştiren en iyi spor dallarından biridir (Hasıl ve Ataç, 1998).

Tenis, tarih boyunca sürekli bir değişim ve gelişim içerisinde olmuştur. Son 30 yılda raket teknolojisi gibi çok büyük değişiklikler oldu. Raketler geniş tatlı noktası olan sert ve geniş çeşitli materyallerden yapıldı. Bu oyuna muazzam bir etki yaptı. Raketlerdeki geniş tatlı nokta merkez dışı vuruşları daha fazla affeden ve daha güçlü vuruşlara imkân veren materyallerden yapıldı (Roetert ve Kovacks, 2011). Teniste, bilimin katkıları ile teknik ve taktik artan bir öneme sahip olmuştur. Ancak performans gelişimini sağlamak için becerinin öğretilmesi ve antrenmanların etkisi düzenli bir şekilde analiz edilmelidir. Sporcunun kondisyonel, zihinsel, teknik ve taktik olarak belirli kriterlere göre hangi seviyede olduğu, eksiklerinin neler olduğu, başarısızlığın nedenlerinin tespiti ve bu duruma göre antrenman yapılması gerekliliği düzenli bir analiz gerektirmektedir (Kandaz, 2001).

Son yıllarda Türkiye’de tenise olan yoğun ilgi tenis alanındaki bilimsel araştırmaları da zorunlu hale getirmiştir. Ülkemizde tenis, gerek sporcu gerekse izleyici olarak katılımın birçok gelişmiş ülkelere göre daha az olduğu bir spor dalıdır. Tenis sporuna gönül vermiş birkaç özel ve resmi kurumun ve bireyin çalışmaları dışında tenisin gelişimine yönelik çalışmaların yetersiz olduğu gözlenmektedir.

Tenise olan bu yoğun ilgi ve profesyonelleşmenin artması, oyunun prensipleri ile ilgili bilimsel çalışmaların gerekliliğini getirmektedir. Artık tenis yalnızca bir oyun değildir. Profesyonel bir spor haline gelmiştir (Kermen, 2002).

Tenis oyunundaki profesyonelleşmenin artması, oyunun prensipleri ile ilgili bilimsel çalışmaların gerekliliğini göstermektedir (Christmass ve ark., 1995)

Ülkemizde tenis sporunda bir sporcuyu doruk performansa erdirmek için, öncelikle teknik ve taktik anlayış ön planda tutulmakta; ancak psikolojik, fizyolojik ve yapısal faktörler göz önünde bulundurulmamaktadır (Yavuz, 1990). Tenis denildiğinde

yalnızca teknik ve taktik çalışmalar değil, antrenman ve antrenman planlaması, motorsal ve teknik beceri testleri gibi değişik konularında çalışılması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Spor dalının kendine özgü özelliklerin, performansı doruk noktalara çıkarmadaki önemi de ilgi çeken noktalardan biridir (Kandaz, 2001).

Tenis yüksek fiziksel güç gerektiren bir spordur. Branşın gerektirdiklerine ve bireysel sporcunun fiziksel yapısına göre, özellikle genç ve profesyonel yaş gruplarında, özel bir kondisyon programı hazırlanmalıdır. Bu programda fiziksel uygunluk, esneklik, kardiovasküler dayanıklılık, genel kuvvet ve kassal dayanıklılık bulunmalıdır (Chandler, 1995).

Bilindiği gibi teniste anaerobik kapasite ön planda olup, koordinasyon, çabukluk, hız ve güç gibi temel motorik özellikler en önemli bileşenlerdir (Crespo ve Miley, 1998). Özellikle koordinasyon, çabukluk ve hız küçük yaşta geliştirilmelidir (Sevim 1995). Genellikle yetişkinlik öncesi dönemde kız ve erkek çocukların yeterli yoğunluk ve sürede kuvvet çalışmalarına katılımı ile daha kuvvetli olacakları bilinmektedir. Bunun gerekçesi yetişkin ve gençlerde kas hipertrofiyle açıklanabilir. Fakat ergenlik öncesinde hipertrofi yaklaşımı mümkün değildir. Bu durum ergenlik öncesi çocuklarda kas hipertrofini uyaran testosteron hormonunun dolaşımında yeterli olmamasından kaynaklanmaktadır (Ramsay ve ark., 1990).

Teniste her bir vuruşta bacak, gövde ve koldan üretilen kuvvete ihtiyaç vardır. Bir tenis oyuncusu bir maçta yüzlerce vuruş yapmaktadır. Gelişmiş kas kuvvetindeki devamlılığı bir oyuncunun vuruş kalitesini maçın sonuna kadar sürdürmesine imkân sağlar.

Tenis oyunundaki birçok vuruşta yüksek raket hızı ve top hızı ortaya çıkmaktadır. Bu vuruşlarda gövdenin rolü çok önemlidir. Servis, el önü (forehand) ve el arkası (backhand) vuruşunda, bacak, gövde ve kollarda özel kas yapısının etkin hale getirildiği kuvvet ve koordinasyon antrenmanlarının kuvvet ve hız artışına faydalı olduğu düşünülmektedir.

Branşlara ait teknik becerilerin ve farklı egzersiz çeşitlerinin insan organizması tarafından algılanıp, yorumlandığı bölüm MSS (Beyin)'dir. Egzersize veya herhangi bir sportif performansa oluşan cevap, beyinden gönderilen komutlar doğrultusunda kaslarda oluşan tepkileri içermekte ve bunun nasıl oluşturulduğunun incelenmesi büyük önem

taşımaktadır. Sportif uygulamalar sırasında ise kaslarda oluşan elektriksel aktiviteleri ölçerek uygun yöntemlerle analiz edip, yorumlanması yeni yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, kullanılan en yaygın ve pratik yöntem yüzeysel Elektromiyografi (sEMG) uygulamalarıdır.

sEMG, uzun yıllar boyunca laboratuvar araştırmalarında kullanılan bir araç olarak karşımıza çıkmasına rağmen, elektrik, elektronik, bilgisayar ve biyomedikal alanlarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte kinesiyojji, rehabilitasyon, spor tıbbı, spor bilimleri ve birçok spor branşında farklı amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Bu uygulamaların büyük çoğunluğunun temel amacı, kasların aktivasyon zamanlarını ölçmek, kasılma profillerini tanımlamak ve kasılmanın fiziksel yükünü ve yorgunluk oluşumunu saptamak için kullanılmaktadır (Cerrah ve ark., 2010).

Chow ve arkadaşları rekreasyonel 24 tenis oyuncusuyla yaptığı çalışmada tenisteki el önü ve el arkası vuruşta vuruş öncesi ve vuruş sonrası kas aktivasyonunu ve top boyutunun top hızına etkisini karşılaştırmış hem el önü hem de el arkası vuruşta kas aktivasyonu ile top hızı arasında önemli derecede ilişki olduğunu bildirmiştir. Top hızının yüksek olduğu vuruşlardaki kas aktivasyonu düşük vuruşlardaki aktivasyon değerlerinden önemli derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. El önü vuruşlarda deltoid (anterior), El arkası vuruşlarda ise deltoid (posterior) ve trapezius daha fazla aktivasyon göstermiştir (Chow ve ark., 2007). Top hızının kas aktivasyonu ile aynı yönlü ilişki olduğu ve el önü vuruşlarında aktivasyonun el arkasına göre daha yüksek olması top hızının da aynı şekilde el önü vuruşunda daha yüksek olduğu sonucunu göstermektedir. Rota ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada el önü vuruşunda kas aktivasyonu ile top hızını karşılaştırdığı çalışmada deneklerin büyük çoğunluğunda aktivasyon değerleri ile top hızında doğrusal ilişki olduğunu bildirmiştir. External oblique ve Latissimus dorsi, Biceps brachii, deltoid (middle), triceps brachii kaslarının EMG (RMS) aktivasyonu ile top hızı arasındaki farkın önemli olduğunu bildirmiştir (Rota ve ark., 2012). Kibler ve arkadaşlarının yüksek performans tenis servisindeki omuz bölgesindeki bazı kaslardaki aktivasyon sıralamasını incelediği çalışmada başlangıç pozisyonunda deltoid (anterior), trapezius ve serratus anterior kasları en aktif kaslar olurken bitirme safhasındaki kasların ise postürün yeniden kazanılması ve scapulanın stabilizasyonunu sağlayıcı rol oynadığını bildirmiştir. Servis hareketi oynunca tüm kaslar % 50 den fazla etkin olurken Serratus anterior, Trapezius ve teres minör % 70 etkin olduğunu bildirmiştir (Kibler ve

ark., 2007). Seeley ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise kısa ve geleneksel servis vuruşunu karşılaştırmış iki servis tekniği arasında top hızı, kas aktivasyonu ve servis süresi bakımından fark bulunamamıştır. Her iki servis türünde deltoid (anterior), pectoralis majör, trapezius ve infraspinatus'un en fazla aktivasyon gösteren kaslar olduğunu bildirmiştir (Seeley ve ark., 2008). Moysi ve arkadaşları profesyonel tenisçilerde yaptığı araştırmada baskın ve baskın olmayan kolda ki kas volümü ile fibril tipini karşılaştırmış ve baskın koldaki deltoid ve triceps brachii kaslarının baskın olmayan koldan %10–20 daha fazla kas külesine sahip olduğunu bildirmiştir (Moysi ve ark., 2010). Bu hareket sırasında bu kasların daha fazla yüklenmeye maruz kaldığını göstermektedir. Wei ve arkadaşları profesyonel ve Rekreatif tenisçilerde yaptığı EMG çalışmasında el arkası vuruş tekniğinde el bileği flexor ve ekstansörlerindeki kas aktivasyonunu karşılaştırmış ve Rekreatif tenisçilerde daha yüksek olduğunu bildirmiş fakat bunun yanlış teknik uygulama nedenine bağlamıştır (Wei ve ark., 2006). Knudson ve Blackwell yaptığı çalışmada el önü vuruşunda gövde kas aktivasyonlarını incelemiş ve en yüksek değerler baskın taraftaki external oblique ve baskın olmayan taraftaki erector spinae da olduğunu bildirmiştir (Knudson ve Blackwell, 2000). Blackwell ve Knudson başka bir çalışmada ise tip 3 (büyük top) tenis topunun servis performansına ve kas aktivasyonuna etkisini incelemiş, kas aktivasyonu ve servis hızı bakımından fark önemsiz bulunurken, servis isabetinde tip 3 topların normal toplara göre daha yüksek isabet oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Blackwell ve Knudson, 2002)

Tenis dışında farklı sporlarda yapılmış olan emg çalışmalarında ise, İlyes ve Rita omuz kasları aktivitesini, amatör ve profesyonel cirit atıcılarında incelemiş, pectoralismajor, deltoideusun üç parçası (anterior, middle, posterior) supraspinatus, infraspinatus, biceps brachii, Triceps brachii kaslarının EMG aktivasyonlarını karşılaştırmış, Profesyonel ciritçilerde bu kaslar baş üstünden fırlatma hareketinde güçlü aktivasyon gösterirken, itme hareketinde; deltoid (anterior) maksimal aktivite göstermiştir (İlyes ve Rita, 2005). Cirit atma, hareket biyomekaniği bakımından teniste servis hareketiyle büyük bir benzerliğe sahiptir. Özellikle baş üstünden fırlatma hareketi servis atışındaki hızlanma, vuruş ve tamamlama safhaları ile büyük benzerlik göstermektedir. İlyes ve Rita başka bir çalışmasında ise yine cirit atıcılarında baş üstünden atış hareketinin kas aktivasyonunu incelemiş ve posterior deltoid, anterio

rdeltoid ve triceps brachii kaslarında maksimum aktivasyon olduğunu bildirmiştir (İllyes ve Rita, 2003). Jobe ve arkadaşlarının beysbolcularda yaptığı çalışmada ise, fırlatma hareketini emgile kas aktivasyon hareketini incelemiş ve ilk kaldırma safhasında sırasıyla deltoid, rotator cuff ve subscapularis aktive olurken hızlanma safhasında ise kolun öne hareket etmesine rağmen aktivasyon gerçekleşmemiş, tamamlama aşaması ise tüm kasların ateşlendiği en aktif safha olmuştur. Bu safhada ki aktivasyonun kolu yavaşlatmaya yönelik olduğunu bildirmiştir (Jobe ve ark., 1983). Cerrah tarafından 31 profesyonel ve amatör futbolcuda yapılan çalışmada alt bacak kas aktivasyonu ile top hızı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve alt bacak kuvveti ile top hızı arasında pozitif yönlü ilişki olduğunu bildirmiştir (Cerrah, 2009). Çayır tarafından amatör futbolcularda yapılan çalışmada üç farklı vuruş tekniğinde kas aktivasyonu ve top hızı arasındaki ilişki incelenmiş ve tüm vuruş tekniklerinde kas aktivasyonu ile top hızı arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır. Bu sonuca göre kas aktivasyonu arttıkça top hızı da artmaktadır (Çayır, 2012).

Bu çalışmanın amacı; tenis sporcularının temel vuruşlarında (el önü, el arkası, servis) gövde ve koldaki aktif kasların kas aktivasyonlarını yüzeysel emg yardımıyla tespit etmektir. Egzersiz esnasında kassal aktivasyonun yanı sıra her vuruştaki top hızında tespit edilerek kas aktivasyon değerlerinin top hızına etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma sonucunda tenis sporundaki uygun antrenman programlarının hazırlanması, sporcuların fizyolojik gelişimlerinin takibi ve teknik gelişimin değerlendirilmesi gibi önemli konularda fikir edinmeleri planlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Tenis Oyunu

Tenis, düzgün ve sert bir zeminde tokaç biçiminde raket ile keçe kaplanmış bir topa vurularak sahanın tam ortasına yerleştirilmiş 91 cm yüksekliğindeki bir filenin üzerinden direk yanlarından geçirilerek oynanan sportif bir oyundur.

Tenis sahası 8.23m x 23.77 m (tekler kortu) ve 10.97m x 23.77 m (çiftler kortu) olmak üzere dikdörtgen şeklindeki sahada oynanır. File sahayı tam ortadan ikiye ayırmaktadır (Şekil 1). Her yarı sahada sağda ve solda olmak üzere iki servis kutusu bulunmaktadır. Bu servis kutuları fileden 6.40 mesafede bulunmaktadır (Kermen 2002).

Tenis oyunundaki vuruşları temel vuruşlar ve yardımcı vuruşlar olmak üzere iki grupta toplayabiliriz. Temel vuruşlar kendi arasında üç farklı gruba ayrılır. Bunlar;

a) Kaçara vuruşları (Groundstroke) (yerden sekerek gelen toplara yapılan vuruşlardır)

b) Servisler (oyun başlama vuruşlarıdır).

c) Uçara vuruşlar (top yere düşmeden havada yapılan vuruşlardır).

Temel vuruşlar bir maçı oynayabilmek için yapılması gereken vuruşlardır.

Bunlar;

- ✓ Forehand(el önu),
- ✓ Bachand (el arkası) ve
- ✓ Servis vuruşlarıdır.

Yardımcı vuruşlar ise;

- ✓ Damlak vuruş (Dropshot)
- ✓ Aşırtma vuruş (Lobs)
- ✓ Küt inme vuruş ( Smaches)
- ✓ Dalgıç vuruş, (Plundgeshot)
- ✓ Gömülü vuruş (Dink)
- ✓ Yarı uçara (semi vole)
- ✓ Sokulma (Apraochshot) vuruşlar olmak üzere yedi gruba ayrılır.

Yardımcı vuruşlar bir maçı almak için yapılan stratejik vuruşlardır (Kermen, 2002).





kullanılır. Eğer oyuncu ikinci servisini de oyuna sokamazsa çift hata yapmış sayılır ve puan kaybeder, sol taraftan tekrar yeni bir puan için servis atar. Oyun bu şekilde sağdan ve soldan servis atılarak devam eder. Her oyundan sonra servis diğer tenisçiye geçer (Kandaz, 2001).

### **Servis vuruş anatomisi**

Servis tenisteki en önemli vuruşlardan birisidir. Günümüz modern oyunlarda iki farklı tenis servisi (Foot-up ve foot- back) servis görüyoruz. Her iki teknikte geçerli bir servistir. Her oyuncu kişisel tercihine ya da oyun stiline göre birini kullanır. Servis vuruşu üç temel safhadan oluşur bunlar; hazırlık (loading), hızlanma (accelaration) ve tamamlamadır (follow-through). Hazırlık safhasında enerjinin toplanması, hızlanma safhasında topla buluşmanın sonuna kadar enerjinin salınımı, tamamlama aşamasında ise üst ve alt vücudun kontrolü için büyük bir eksantrik kasılmanın gerçekleşmesi şeklindedir. Başarılı bir servis topa vuruşta tüm kinetik zincirin ve özellikle yerden alınan gücün toplamının sonucudur. Diz fleksiyonu ile servis hareketinde yerden etkin reaksiyon gücü ile ilk büyük güç üretiminin oluşturulması sağlanır. Bu diz fleksiyonu genellikle alt vücut yükleme olarak tanımlanır. Gastrocnemius, soleus, guardiceps, gluteal ve kalça rotatörleri ayak ve kalça rotasyonunu başlatmak için eksantrik kasılma gerçekleştirirler. Bu safha boyunca servis hareketinde vuruş boyunca gövde, karın ve üst vücudun counter rotasyonu için depolanan enerjiyi kullanır.

Serviste kolun kaldırılması safhasında baskın omuz yaklaşık 170 derecelik maksimal external rotasyon gerçekleştirir. Sırt ekstansörleri, internal ve external oblique ve abdominal kaslar gövde rotasyonu için eksantrik ve konsantrik kasılma gerçekleştirir. Kolun hareketi için infraspinatus, teres minör, supraspinatus, biceps brachii, serratus anterior, ve bilek ekstansörleri konsantrik kasılırken subscapularis ve pectoralis major eksantrik kasılma gerçekleştirirler. Göğüs ve gövdenin ön bölümündeki kaslar (pectoral, abdominal, quardiceps ve biceps) kolun hızlandırılmasında öncelikli kaslardır. Tamamlama safhasında ise vücudun arkasındaki kaslar (rotator cuff, sırt ekstansörleri, rhomboids ve trapezius) kolun hareketinin yavaşlatılmasını sağlarlar.

Gövdenin eğilmesinde ve rotasyonunda abdominal kaslar ile internal ve external oblique konsantrik, sırt ekstansörleri ise eksantrik kasılırlar. Üst kolun kaldırılması ve öne doğru hareketinde pectoralis major, anterior deltoid, triceps brachii

ve subscapularis konsantrik kasılma gerçekleştirirler. Ön kolun pronasyonu ve omuzun iç rotasyonu için latissimus dorsi, pectoralis major, subscapularis ve ön kol pronatörleri konsantrik kasılırlar. Bilek fleksiyonu için ön kol fleksöelerinin konsantrik kasılması gereklidir (Roetert ve Kovacks, 2011).



Şekil 2. Servis atışı ([http://www.usopen.org/en\\_US/news/galleries](http://www.usopen.org/en_US/news/galleries), Kasım2013)

### 2.2.2.El önü (Forehand) vuruş

El önü vuruşu tenisteki en önemli vuruşlardan birisidir. Bugün modern oyunlarda, baseline (arka çizgi) rallileri sırasında El önü vuruş ileri düzeydeki oyuncular tarafından en çok kullanılan vuruştur (Elliott, 1988; 1989, Tennis Australia, 1993).

El önü vuruşu sağ eliyle oynayan bir oyuncunun sağ tarafından yaptığı vuruşlara denir(Şekil 3). El önü denmesinin nedeni alt kolun ve bileğin iç kısmının vuruş sırasında topa dönük olmasıdır (Jones, 1984). Raketin yanlamasına yere paralel olarak durmasıdır. Sağ vuruşta dikkat edilecek en önemli noktalar ise top gelmeden mümkün olduğu kadar önce raketi geriye açmak, yan dönmek, topa zamanında vurarak raketin topu arkasından takip etmesidir (Urartu, 1994).

## **El önü (Forehand) vuruş anatomisi**

El önü kaçara vuruş açık, kapalı ve kare duruşu olmak üzere üç farklı pozisyonda yapılabilir. Açık duruş el önü vuruşu kare ve kapalı duruş tekniğine göre gövde ve alt ekstremitede daha fazla güç, esneklik ve azami vücut rotasyonun sonucudur. Kapalı ve kare duruş tekniği açık duruş tekniğine kıyasla daha az gövde rotasyonu gerektirir ve topa vuruş noktası oyuncunun önünde ve fileye daha kapalı konumda olur. Açık duruş tekniği günümüz tenis oyununda çok yaygın kullanılmaktadır. Gövde rotasyonu, yatay omuz abduksiyonu ve içe rotasyon el önü vuruşta raketi hızlandıran temel hareketlerdir. Topa vuruştan sonraki safhada eksantirik kuvvet raketi yavaşlatmaya yardımcı olur. Bu sakatlıkları önlemede çok önemlidir.

Geriye alma safhasında gastrocnemius, soleus, quardiceps, Gluteal, ve kalça rotatorleri ekzantrik kasılmalar ile alt bacak ve kalça rotasyonunu başlatırlar. Gövde rotasyonu safhasında ipsilateral internal oblique ve contralateral external oblique konsantrik kasılırken ipsilateral external oblique, contralateral internal oblique ve erector spinea eksantrik kasılma gerçekleştirirler. Transvers düzlemde omuz ve üst kol rotasyonunda middle ve posterior deltoid, latissimus dorsi, infraspinatus ve teres minör konsantrik kasılmalar gerçekleştirir. Anterior deltoid, Pectoralis majör ve subscapularis ise aynı düzlemde eksantrik kasılmalar gerçekleştirir.

Öne salınım safhasında ise gövde rotasyonu eksantrik ve konsantrik kasılmalarla oblik kaslar, sırt ektansörleri ve erector spinea tarafından gerçekleştirilir. Latissimus dorsi, anterior deltoid, subscapularis, Biceps ve Pectoralis majör raketin vuruş için hızlanma safhasını konsantrik kasılma ile gerçekleşmesini sağlar.

Takip safhasında teres minör, infraspinatus, posterior deltoid, rhomboids, serratus anterior, trapezius ve triceps brachii eksantrik kasılma ile üst kolun hareketini yavaşlatır (Roetert ve Kovacks, 2011).



Şekil 3. El önü vuruş ([http://www.usopen.org/en\\_US/news/galleries](http://www.usopen.org/en_US/news/galleries), Kasım2013)

### 2.2.3. El arkası (Backhand)vuruş

Ters tarafa seken topa vurmak için doğru teknik arka el hamlesidir. El arkası vuruşu esnek bir harekettir. Raketi iyice geriye alıp sağ ayak ile bir açı yaparak fileye yan dönüp bilek sabit ve dizler bükülü bir durumda topa vurup, hareket, raketi havada vücudun önüne getirerek tamamlanır (Şekil 4) (Urartu, 1994).

#### El arkası (Backhand) vuruş anatomisi

Özellikle ilk öğrenme aşamasında birçok oyuncu çift el el arkası vuruştan yararlanmışlardır. Vuruşlarda kuvvet üretmek için her iki elde kullanılmaktadır ve daha az vücut bölümü içerdiği için hareket becerisini öğrenmede yardımcı olur. Çift el el arkası vuruşta tek el el arkası vuruşa göre aynı kas grupları daha fazla kullanılır. Aynı zamanda çift el vuruş daha fazla gövde rotasyonu gerektirir. Bu nedenle alt gövde kaslarından internal ve external oblique iyi antrene edilmelidir.

El arkası vuruşta geriye alma safhasında gastrocnemius, soleus, quardiceps, gluteal kaslar ve kalça rotatörleri ayak ve kalça rotasyonunu başlatmak için eksantrik kasılma gerçekleştirirler. Gövde rotasyonunu internal ve external oblique konsantrik kasılarak gerçekleştirir buna eksantrik kasılma ile erector spinea ve abdominal kaslarda yardımcı olur. Baskın taraf omuz ve kolda anterior deltoid, pectoralis majör,

subscapularis transvers düzlemde konsantrik kasılmalar gerçekleştirir. Posterior deltoid, infraspinatus, teres minör, trapezius, rhomboids ve serratus anterior ise eksantrik kasılmalar gerçekleştirir. Baskın olmayan tarafta ise middle ve posterior deltoid, latissimus dorsi ve infraspinatus konsantrik kasılma ile harekete katılır.

Öne salınım safhasında ise gastrocnemius, soleus, quardiceps, gluteal kaslar ve kalça rotatörleri eksantrik ve konsantrik kasılma ile kalça ve alt vücut rotasyonunu başlatırlar. Gövde rotasyonu ise internal ve external obliques, sırt ektansörleri tarafından eksantrik ve konsantrik kasılmalar ile gerçekleştirilir. Baskın tarafta topa doğru vuruş için yapılan harekette infraspinatus, teres minör, posterior deltoid ve trapezius konsantrik kasılarak hareketi gerçekleştirir. Baskın olmayan tarafta ise anterior deltoid, subscapularis, biceps brachii, serratus anterior ve pectoralis major kolun topa doğru hareketinde konsantrik kasılmalar gerçekleştirir.

Takip safhasında ise baskın kolda Subscapularis, pectoralis major ve bilek ekstansörleri ekzantrik kasılarak kolun yavaşlatılmasını sağlarlar (Roetert ve Kovacks, 2011).



Şekil 4. El arkası vuruş ([http://www.usopen.org/en\\_US/news/galleries](http://www.usopen.org/en_US/news/galleries), Kasım 2013)

### 2.3. Kaslar

Uyarılabilen özellikteki kas hücrelerinin bir araya gelmesi ile oluşan kas dokusu beyinden gelen elektriksel uyarıları zar yüzeyleri boyunca iletebilme ve bu

elektriksel değişiklik ile mekanik olarak kasılabilme yeteneğine sahip hücrelerdir. (Bale, 1991; Nikocic ve Ilic,1992).

Kasılma ile, kanın kalpten pompalanması, iskelet sisteminin hareketleri, solunum ve sindirim gibi faaliyetler gerçekleştirilir (Tamer ve ark., 1992). İskelet kasları özellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü her türlü fiziksel iş ve spor aktivitelerindeki hareketler, solunum ve kan dolaşımı kaslar tarafından gerçekleştirilir (Smith ve ark., 1982). Neredeyse tüm organik faaliyetlerin tümü kas kasılmaları sayesinde gerçekleştirilir.

Kasılma ve gevşeme yeteneğine sahip olan iskelet kasları (217 çift civarında) vücut ağırlığının % 40–45 ini oluştururlar (Nikocic ve Ilic, 1992). Organizmada 3 tür kas dokusu vardır. Bunlar (Consolazio ve ark., 1963; Samuel ve Toriola, 1988);

- ✓ Düz kaslar
- ✓ Çizgili (iskelet) kaslar
- ✓ Kalp kası

### **2.3.1.Kas çeşitleri**

#### **Düz kaslar**

Otonom sinir sistemi tarafından uyarılan ve istem dışı kasılan düz kaslar, aktin ve myozin filamentlerinin, rastgele bir dağılım göstermesi nedeniyle, mikroskobik açıdan enine çizgi göstermezler ve bu yüzden düz kaslar adını alırlar. Sinirsel kontrolünden dolayı istem dışı kasılan kaslar olarak nitelendirilirler. Kan damarları, iç organlar, bağırsak gibi organlarda bulunurlar (Günay ve ark, 2010).

Düz kasların kasılma ve gevşemeleri diğer kas çeşitlerindeki göre oldukça yavaştır. Ritmik kasılma gösterirler, kasılma için az enerji harcarlar (Guyton ve Hall, 2001).

#### **Çizgili (iskelet) kaslar:**

İskelet kası, birbirinden bağımsız kas liflerinden oluşmuştur. Bu kas lifleri iskelet sisteminin temel yapı taşlarıdır. İskelet kaslarının çoğu tendonlar aracılığı ile kemiklerde başlayıp yine tendonlar aracılığı ile kemiklerde biterler(Şekil 5). Her kas lifi uzun, silindirik, birden çok çekirdekten oluşan tek bir kas hücrelerinden oluşmuştur (Ganong, 1999). Kas liflerinin değişik kısımlarında kırıcılık indekslerinin farklılıklar

göstermesi iskelet kasının çizgili görünmesini sağlamaktadır (Ganong, 1999; Guyton ve Hall, 2001; Günay ve Cicioğlu, 2001). İskelet kasları, otonom sinir sistemine bağlı düz kaslardan ve çizgili görünümüne rağmen istemli motor ünite aktivasyonu ile çalışması kontrol edilemeyen myocard' tan farklı olmak üzere isteğimiz doğrultusunda çalışabilen bir özelliğe sahiptir (Weineck, 1998). Vücudumuzda 430'dan fazla iskelet kası bulunur ve tamamı fibröz bağ dokusundan oluşan çeşitli kılıflara sahiptir (Solomon, 1999).

### **Kalp Kası**

Yapısal açıdan iskelet kaslarına benzeyen kalp kası çizgili görünür. Fonksiyonel açıdan ise düz kaslara benzer (istem dışı) yani otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir (Günay ve ark., 2010).

### **2.3.2. Kasların ortak özellikleri**

Kasların 5 temel özelliğinden bahsedilebilir. Bunlar uyarılabilme, uyarıları iletebilme, kasılabilme, esneklik (elastik olma) ve vizkozite özellikleridir.

- ✓ Uyarılabilme: Kas doku sinir uyarıları ile uyarılabilir yapıdadır.
- ✓ İletebilme: Kas doku sinir uyarılarını zar yüzeyleri boyunca iletebilir yapıdadır.
- ✓ Kasılabilme: Kasın uyarana cevabı kasılmadır. Kasılma sırasında kasın, boyunda uzama kısılma veya gerilimin de bir değişme meydana gelir. Kasılma eklemin konumuna ve kasın durumuna göre farklı şekillerde gerçekleşebilir (Bullock ve ark., 1994; Ganong, 1999; Guyton ve Hall, 2001; Günay ve ark., 2010).
- ✓ Esneklik: Kas kasılmasından sonra gevşerken orijinal formuna dönebilme özelliğine sahiptir.
- ✓ Vizkozite: Kaslar vizkoz kitle özelliğisayesinde kasılırken şeklini değiştirmek isteyen iç ve dış kuvvetlere karşı iç sürtünme ile direnç gösterirler. Bu özelliğisayesinde kas kasılması sırasında bir frenleme meydana gelirken, bu da kası kopma ve yırtılma gibi sakatlıklardan korur (Tortora, 1983; Günay ve ark., 2010).

### **2.3.3. İskelet Kasının Fonksiyonları**

İskelet kasının şu temel fonksiyonlarından söz edilmektedir.



- ✓ **Hareket:** Organizmanın hareketleri (koşma, sıçrama, atlama, itme, atma..v.b)kas kasılmaları ile sağlanmaktadır.
- ✓ **Koruma:** İç organları dışarıdan gelebilecek tehditlerden korur ( örtmüş oldukları yapılar)
- ✓ **Isı üretimi:** Kaslarda oluşan enerjinin büyük bir kısmı mekanik işe çevrilir. Geriye kalan kısmı ise ısıya dönüşür.
- ✓ **Mekanik iş yapabilme yeteneği:** İskelet kasları kasılma ve gevşemeler sayesinde mekanik bir iş ortaya koyarlar.
- ✓ **Postürü Sağlama:** Organizmanın yer çekimi etkisine bağlı olarak uzaydaki konumunu belirler, yani iskelet sisteminin dik durmasını sağlar (Günay ve ark., 2010).

#### 2.3.4. İskelet Kasının Fizyolojik Anatomisi

Kimyasal bileşimine bakıldığında iskelet kaslarının %75'i su, %20'si protein ve%5'lik kısmı ise inorganik tuzlar, fosfojenler, üre ve laktik asit gibi maddeler, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi minareler, çeşitli enzim ve pigmentler, sodyum, potasyum ve klor gibi iyonlar ile yağ ve karbonhidratlardan oluştuğu görülür (Solomon, 1999).

Kasta, ATP'nin kimyasal enerjisi direkt olarak mekanik enerjiye (ve ısı enerjisi)çevrilir. Bu olayda enzimatik ve strüktürel elemanlar aynı şekilde rol alır. Bütün iskelet kasları, çapı 10 – 80 µm (mikrometre) arasında değişen çok sayıda liften oluşmuştur, çıplak gözle fark edilebilen et lifleri 0,1 – 1 mm çapındaki lif demetleridir. Bir kas lifi 1000 kadar miyofibrilden yapılmıştır. Bunlar da Z diskleriyle 2,5µm'lik sarkomer denen bölümlere ayrılmıştır (Silbernagl ve Despopulos, 1985).

Sarkomerler kasların kontraktıl elemanlarıdır. Bunlar kalın (miyozin) ve ince (aktin) filamentlerinden oluşur(Şekil 6). Filamentler birbiri üstüne doğru kayınca kontraksiyon olur. Bu arada sarkomerler de kasılır. Buna kayan filamentler teorisi adı verilmektedir (Fox, 1988). Miyozin molekülü ikiye bölünmüş bir baş (bunda ATPaz aktivitesi bulunur) buna eklemli gibi bağlı bir boyun ve yine eklemli bir biçimde bağlanan kuyruk bölgesinden (hafif meromyozin) oluşmaktadır. Bir miyozin filamenti yaklaşık 150–360 miyozin molekülünün demet biçiminde bir araya gelişinden oluşur.

Baş-boyun parçasından eklemli gibi hareketli miyozinin aktin ile bağlanmasını kolaylaştırır (Ergen ve ark, 2007).

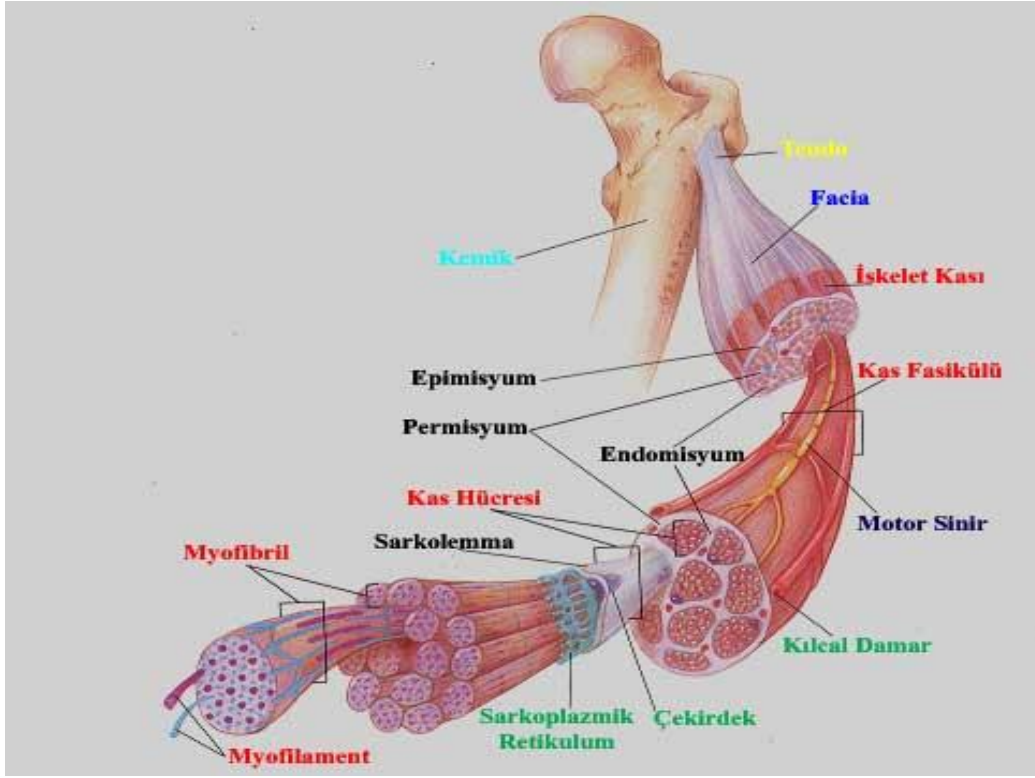
Aktin yuvarlak bir protein molekülüdür ( G-Aktin). Bunlardan 400 kadarı inci dizisi gibi bir zincir oluşturur. Böyle iki dizinin birbiri üstüne bükülmesi aktin filamentini oluşturur (Şekil 5). Lif şeklindeki tropomiyozin aktin lifine dolanır, her 40 nm (nano metre) de bir troponin molekülü ile düğümlenir. Kontraksiyon sırasında tropomiyozin lifleri iki aktin-Fzinciri arasındaki oluğa yerleşir. Bu suretle bunların miyozine bağlanma noktalarını serbesthale getirir. Bunun için  $Ca^{++}$  hassas troponin bir anahtar şalter gibi iş görür (Murray ve ark., 1991).

Troponin (TN) üç alt üiteden oluşur:

- ✓ TN-C  $Ca^{++}$  bağlanması ile ilgili;
- ✓ TN-T, troponin'itropomiyozin ile bağlar;
- ✓ TN-I istirahat sırasında aktinlemiyozin arasında köprü

kurulmasını önler. TN-I nin bu önleme etkisi TN-C,  $Ca^{++}$  ile doyurulunca ortadan kalkar (Silbernagl ve Despopulos, 1985). Kas hücresi fibril adını alır ve endomisyum adı verilen bir bağ doku ile sarılıdır. Fibriller bir araya gelerek fasikülleri oluşturur. Perimisyum adı verilen ve bağ dokudan oluşan bir zarla sarılmış olan fasiküller arasında kan damarları ve sinirler ilerler. Kası en dıştan saran katman ise epimisyumdur ve kasın tamamını saran yine bağ dokudan oluşan fascia'ların hemen üzerinde yine bir katman oluşturur. Bu koruyucu kılıf distal uçlarda incilir ve kas içi doku tabanlarıyla birleşerek kuvvetli konnektif bir yapı olan tendonları oluşturur (Solomon, 1999). Tendonlar kasların sonlanarak kemiklere bağlandıkları dokulardır (Feneis, 1989).

Kas lifinin hücre zarı birçok noktalarda fibrillere dikey olarak tüp biçiminde içeri doğru kıvrıntılar yapar. Bunların ESS ile bağlantısı vardır ve sarkoplazmik retikuluma girerek longitudinal tubilinin iki uç keseciği ile fibrillere paralel bir bağlantı kurarlar. Böylece triadlar oluşur. Longitudinal tubili ESS ile bağlantısı bulunmayan kapalı odacıklardır. Triadlarda  $Ca^{++}$  içe akışı kontrol edilir. Elektiriksel uyarın (AP) T-Sistemi boyunca derine, kas lifine girer ve orada longitudinal tubuli'nin uç keseciklerinden  $Ca^{++}$  serbest bırakılmasına sebep olur. Elektrik uyarının mekanik kontraksiyona çevrildiği yer burasıdır. Aktif  $Ca^{++}$  trasport sistemi kontraksiyondan sonra  $Ca^{++}$ ' u yine longitudinal tüplere pompalar (Silbernagl ve Despopulos, 1985).



Şekil 5. Kas hücresinin fizyolojik yapısı <http://www.istanbul.edu.tr/fen/notlar/1267735359.ppt> 2012

Kasılma sonucu oluşan kuvvetin büyüklüğü kasılmaya katılan motor ünite sayısı ve uyarıların sıklığı ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla uyarılan motor ünite sayısı ve uyarı sıklığının artışı kasılma kuvvetini de artırır.

Kasa tek seferde maksimal uyarılma yapılırsa kas kasılır ve gevşer. Eğer motor ünite tam gevşememişken kasa tekrar uyarı gönderilirse ikinci kasılma birinciye eklenir ve tek kasılmadan daha büyük bir kasılma meydana gelir. Böylece motor ünite de oluşan gerilim ve kuvvet maksimuma ulaşır. Kasılmada oluşan kuvvet kasılmaya katılan motor ünite sayısına, kasın kasılma öncesi boyuna, motor ünitenin sinir uyarı düzeyine, eklem açısına, kasın kasılma hızına ve kasılmaya katılan kas grubunun büyüklüğüne bağlıdır.

İskelet kasları farklı farklı metabolik ve fonksiyonel özellikleri olan liflerden (ST ve FT) oluşurken motor üniteler ise aynı metabolik ve fonksiyonel özelliklere sahip liflerden oluşur. Fakat bir kas grubunda her iki lif tipinden bulunduğu unutulmamalıdır. Bunun nedeni bir kas grubunda farklı motor ünitelerin oluşudur. Genelde ST (slowtwich) motor üniteleri iletimi yavaş ve küçük motor nöronlar tarafından uyarılırken FT (Fasttwich) motor üniteleri iletimi hızlı büyük motor nöronlar tarafından uyarılırlar.

ST motor üniteler kasılma kuvvetleri ve hızı düşük olmakla beraber kasılma süreleri uzundur. Düşük miyozin ATP az aktivitelere sahiptirler. Kılcal damar bakımından zengin olduklarından bol miktarda mitokondri içerirler. St lifleri yavaş kasılma hızı, düşük kasılma kuvveti ve kasılma sürelerinin uzun olması nedeniyle Submaksimal şiddetteki uzun süreli egzersizlere daha yatkındır. FT lifleri ise yüksek kasılma hızı, büyük kuvvet oluşumu, yüksek miyozin ATP az enzimine sahip olmalarına karşın çabuk yorgunluğa sahiptir. Bu kas lifleri kısa zamanda büyük kasılma gücü oluşturmalarından dolayı kısa süreli yüksek şiddetteki egzersizlere uygundur. Özetle ST lifleri aerobik, FT lifleri ise anaerobik performansları daha yüksek liflerdir (Günay ve ark., 2010).

### **2.3.5. Kas Kasılması İçin Enerji Kaynakları**

Enerji; iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanabilir ve biyolojik bir dönüşüm içerisinde yaratılmadan ve yok edilemeden döngüsünü tamamlar. Güneş ışığından alınan enerji, bitkiler tarafından (genel olarak fotosentez adı verilen süreçler yoluyla) işlenerek besin maddeleri yapılandırılır. Tükettiğimiz besin maddeleri ise yapıları aşamasında yükledikleri enerjiyi çeşitli süreçlerde serbest bırakarak organizmada enerjinin kaynağı olarak kullanılan ATP'nin restorasyonu için kullanılır (Yemeneci, 1993).

Kas kontraksiyonunun mekanik enerjisi direkt olarak kimyasal enerjiden kazanılır. Bu başlıca glikojen halinde kasta depo edilmiştir (yaklaşık 100 µ mol glikoz birimi/gr.kas) glikojen parçalanmasından enerjiden zengin Adenozin trifosfat (ATP) açığa çıkar. Bu kas kasılmasının direkt enerji kaynağıdır (Silbernagl ve Despopulos, 1985). Bu enerjinin çoğu çapraz köprülerin aktin filamentlerini çektiği, boyunca yürüme mekanizmasını gerçekleştirmek için gereklidir, fakat az miktarı kasılmadan sonra kalsiyumu sarkoplazmadan sarkoplazmik retikulum pompalamak ve aksiyon potansiyelinin yayılması için uygun iyonik ortamı devam ettirmek üzere kas lifi membranında sodyum ve potasyum iyonlarını pompalamak için kullanılır. Kas lifinde mevcut olan yaklaşık 4 milimolarlık ATP konsantrasyonu, tam kasılmayı ancak 1 – 2 saniye sürdürebilir. ATP, ADP' ye yakıldıktan sonra, ADP saniyenin bölümleri içinde yeniden ATP oluşturmak üzere refosforile edilir. Bu refosforilasyon için birkaç enerji kaynağı vardır. ATP' yi yeniden oluşturmak için kullanılan ilk enerji kaynağı ATP' ye

benzer bir yüksek enerjili fosfat bağı taşıyan fosfokreatindir. Fosfokreatinin yüksek enerjili fosfat bağı ATP' dekinden biraz daha yüksek miktarda serbest enerjiye sahiptir. Fosfokreatinin yıkılması ile açığa çıkan enerji, bir fosfat iyonunun ADP' ye bağlanması ve yeni ATP oluşturmasını sağlar. Bununla birlikte total fosfokreatin miktarı da ATP miktarının ancak 5 katı kadardır. Dolayısıyla kasta depolanmış ATP ve fosfokreatinin toplam enerjisi, maksimal kas kasılmasını sadece 5 – 8 saniye sürdürebilir. ATP ve fosfokreatini yeniden oluşturmak için kullanılan ikinci önemli enerji kaynağı, kas hücrelerinde depolanmış olan glikojendir. Glikojenin pürvik asit ve laktikaside hızlı yıkımı sonucunda açığa çıkan enerji ile ATP yeniden sentezlenir. ATP daha sonra direk olarak kas kasılmasını enerjilendirmek veya fosfokreatin depolarını yeniden oluşturmak için kullanılır. Bu glikoz mekanizması iki açıdan önemlidir. Birincisi; glikolitik reaksiyonlar oksijen olmasa da meydana gelir, dolayısıyla oksijen sağlanmadığı zaman da kas kasılması kısa süre devam ettirilebilir. İkincisi; glikolitik işlemle, hücrel besinlerin oksijenle reaksiyona girmesinden yaklaşık iki buçuk kat daha hızlı ATP oluşur. Ancak, kas hücresinde çok fazla glikoz tek başına maksimum kas kasılmasını ancak 1 dakika kadar sürdürebilir.

Üçüncü ve son enerji kaynağı oksidatif metabolizmadır. Bu oksijenin çeşitli hücrel besin maddeleri ile birleşerek ATP oluşturması demektir. Kas tarafından uzun süreli kasılmada kullanılan enerjinin %95' inden fazlası bu kaynaktan elde edilir. Kullanılan besin maddeleri, karbonhidratlar, yağlar ve proteindir. Birçok saat süren uzun süreli kas aktivitesinde enerjinin büyük kısmı yağlardan elde edilir. Ancak, 2 – 4 saat süren zaman diliminde enerjinin en az yarısı glikojen tükenmeden önce depolanmış glikojenden gelir (Guyton ve Hall, 2001).

### **2.3.6. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması**

Bir motor sinir birden fazla kas fibriline bağlanır ve bağlandığı kas fibrilini sinirle donatır. Bir motor sinir hücresi ve bağlandığı kas fibrilleri motor üniteyi oluşturur. Motor nöron ile kas fibrili arasında bulunan 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 neurotransmitter 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 (Guyton ve Hall, 2001; Wilmore ve Costil, 2004).

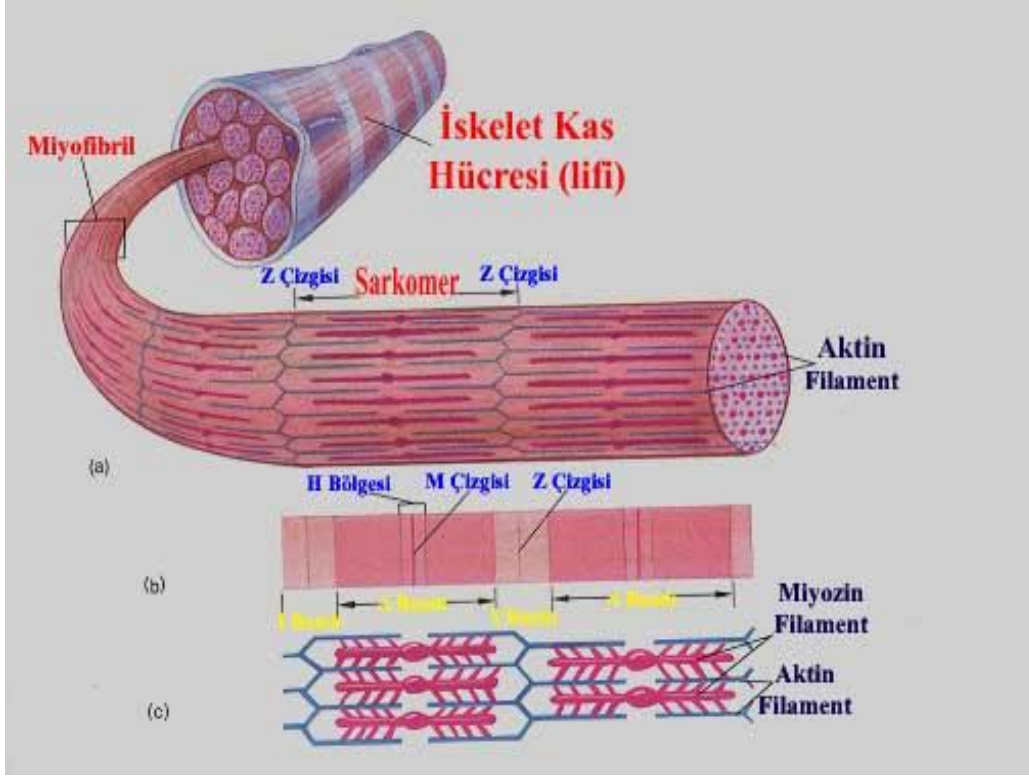
Aksiyon potansiyeli sinir zarında olduğu gibi kas lifi zarı boyunca da yayılır ve fibril zarlarının depolarizasyonu sonucu içeri giren elektriksel iletiler tübüllerin fibril ağları boyunca iletilir. Bu tübüller miyofibrillere paralel olarak yerleşmişlerdir ve sarkoplazmik-retikulum (SR) olarak adlandırılırlar. SR, terminal sistema olarak bilinen büyük bir kesecikte sonlanır. Terminal sistemanın etrafında bir başka tübül olan transvers tübül bulunur. Bu tübüller miyofibrillere dik olarak yerleşmiş ve Z çizgisinin bölgesinde bulunmaktadır(Şekil 6). Sistema ve transvers tübüller arasındaki kombinasyon üç değerli element olarak tanımlanır. Transverstübül, kas fibrili boyunca uzanmakta ve kas hücresinin içine açılmaktadır. Transvers tübül ve 3 değerli element, taşıma ağı görevi yaparak aksiyon potansiyelinin (depolarizasyon) zar dışından fibril içine doğru oluşumunu sağlar. Depolarizasyon süresince kalsiyum iyonları ( $Ca^{2+}$ ), SR'dan salgılanır ve miyofilamentlere doğru hareket eder (Cerny ve Burton, 2001; Wilmore ve Costil, 2004)

Miyozin filamentlerinin aktin filamentleri ile üst üste bindiği noktada çıkıntı şeklinde çapraz köprüler bulunmaktadır. Bu çıkıntılar miyozin başı olarak bilinmektedir ve kalın miyozin filametlerden ince aktin filamentlere doğru dik bir şekilde uzanır.

Aktin filamentlerinin üzerinde kasılma sırasında miyofilamentler arasında ilişkiyi düzenleyen troponin ve tropomiyozin olarak adlandırılan iki tane protein yapı bulunmaktadır. Tropomiyozin aktin molekülü üzerindeki aktif tarafı kapatarak aktin filamentleri ile miyozin çapraz köprüleri arasındaki ilişkiyi engeller. Kas lifi içerisinde yer alan SR'dan  $Ca^{2+}$  salgıladıktan sonra troponine tutunurlar. Troponinin hareket etmesi sonucu tropomiyozin aktif taraftan ayrılır, miyozin başı aktin filament üzerindeki aktif tarafa tutunur ve böylece kas kasılma oluşumu başlar (Wilmore ve Costil, 2004).

Kas kasılması aktif bir süreçtir ve sürekli enerji akışı gerektirmektedir. Kas kasılmasının devam edebilmesi için adanizintrifosfat (ATP) miyozin başı üzerindeki reseptörlere bağlanır. Miyozin başında bulunan miyozinATPase enzimi de, ATP yi

parçalar ve ürün olarak adanizindifosfat (ADP) ve inorganik fosfat (Pİ) ortaya çıkar. Bu işlem miyozin başının aktif taraftan ayrılmasına ve diğer bir döngü için hazır olmasına sebebiyet verir (Wilmore ve Costil, 2004).



Şekil 6. Kas kasılma mekanizması (<http://www.istanbul.edu.tr/fen/notlar/1267735359.ppt> 2012)

### 2.3.7. Kas Kasılma Çeşitleri

Kas kuvveti, bir dirence karşı koyabilme yetisi ya da bir direnç karşısında belirli bir ölçüde dayanabile yetisidir (Fox ve ark, 1988). Kas kasılması, kasılma elementlerinin boylarının kısılmasını gerektirmekte ancak kaslar kasılma elementleri ile seri bağlanmış elastik ve visköz yapılar içerdiği için kasın boyunda önemli bir kısılma olmadan da kas kasılması görülebilmektedir.

#### İzometrik Kasılma

Statik bir kasılmadır. Kasta herhangi bir uzunluk değişikliği olmaksızın, kasın geriliminde artış meydana gelen kasılmalardır (Akgün, 1982). Bu tip kasılmalarda kasın uzunluğu sabit kalırken gerilimi artmaktadır. Sporsal form amaçlı kullanımlarının yanında rehabilitasyon amaçlı kullanımları da vardır. Bu tip bir kasılmanın en büyük

dezavantajı hareket koordinasyonuna olan olumsuz etkileri ve her açıda çalışılmak istenmeleri durumunda o antrenman birimi için oldukça fazla zaman kaybedilmesidir. Kasın boyu miyozin başlarının yaptıkları hamle vuruşları sebebi ile bir miktar kısalsa da sabit olarak kabul edilir ve kasılma dolayısıyla kas tonusu artar (Ergen ve ark, 2007).

### **İzotonik Kasılma**

Bu kasılma şeklinde kasın boyu değişirken, gerilimi sabit kalmaktadır. Bu kas kasılmasına dinamik kas kasılması da denir. Bu kas çalışmasında kas boyu kısalmır (konsantrik) ve uzar (eksantrik). Kas kasılması sırasında hareketin hızı değişebilir. İzotonik kasılmada, tüm hareket genişliği içinde sabit bir hız ve maksimal bir gerilimin sağladığı bir kas çalışması görülür. Bu durumda hız sabit kalır ve kaslara binen yük değişir. İzotonik kasılma konsantrik ve eksantrik kasılma olarak ikiye ayrılır (Fox ve ark, 1988; Ganong, 1999).

### **Konsantrik Kasılma**

Dinamik bir kasılma şeklidir. Kas kasılması sırasında kasın gerilimi sabit kalırken kasın boyu kısalmaktadır. Kasılma ile hareket gerçekleşir ve mekanik bir iş yapılır. Kas boyu değiştiği için konsantrik kasılmada bir izotonik kasılma şeklidir (Ganong, 1999). Bir ağırlığın yerden bir yere kaldırılması bununla sağlanır. Elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemine fleksiyon yaptırırsak Biceps brachii kası konsantrik olarak kasılır. Kas boyu kısalmır, ön kol üst kola doğru mekanik bir hareket (iş) yapmıştır (Günay ve ark, 2010).

Kontrolsüz kasılmalar büyük sorunlar yaratabilir. Bir diğer faktör bazı çalışmalarda belirli açıların yüksüz geçilerek o açılarda kuvvet gelişiminin bu durumdan olumsuz etkilenmesidir. Özellikle patlayıcı kuvvet çalışmaları bu durumdan olumsuz etkilenir. Büyük açılarda uygulanan kuvvet, daha küçük açılara oranla giderek azalır. Ancak uygulanışı esnasında çok maliyetli olmayan yöntemlerin kullanılması ve sportif performansın içinde oldukça fazla kullanılıyor olması sebebi ile sportif açıdan oldukça önemli bir kasılma şeklidir (Akgün, 1994).

### **Eksantrik Kasılma**

Kas kasılması sırasında gerilimi sabit kalırken, konsantrik kasılmanın aksine kasta uzama meydana gelir. Negatif bir mekanik iş yapılır. Bir ağırlıkla dirsek fleksiyon



sonrası ekstansiyon yaparsa Biceps brachii kasının eksantrik olarak boyunda uzama görülür (Günay ve ark, 2010). Kasılma türünün özellikleri incelenecek olursa sakatlık riski en fazla olan kasılma türüdür (Akgün, 1994). Kasların uzayarak kasıldıkları fazlar kas-kemik ve tendon bütünlüğünün en fazla tehdit edildiği alanlardır (Solomon, 1999). Spor sakatlıklarının büyük kısmı kas kasılmalarının eksantrik fazında görülür (Griffit ve Pederson, 2000).

### **İzokinetik Kasılma**

İzokinetik, eş hareket anlamındadır. Hareket eşit hızda sürdürülürken hareketin her açısında o açıda ve hızda ortaya konabilecek en yüksek(maksimal) kuvvet gerçekleştirilebilir.(Croisier ve ark, 1996; Ergen ve ark., 2007).Bunun için özel geliştirilmiş izokinetik cihazlara gereksinim vardır. Bu cihazlarda hareket hızı saniyede 300, 240, 180, 60 vb. derecelerde dairesel hızlarda ayarlanabilir. Böylece kişi o hareketi yaparken maksimal kuvvet uygulasa dahi önceden ayarlanan hızı geçemez yani sabit hızda hareket yapar. (Dündar, 1998; Ergen ve ark., 2007).

### **2.4. Elektromyografi (EMG):**

Kas içine veya yüzeyine elektrot yerleştirerek aksiyon potansiyellerinin oluşmasına bağlı olarak zar potansiyelinde ortaya çıkan elektriksel değişikliklerin yazdırılma işlemine elektromiyografi (EMG) denir (Enoka, 1988).

Elektromyografi, Weddell ve arkadaşları tarafından 1943 yılında iskelet kaslarının iğne elektrotlar ile tanımlanması amacıyla icat edilmiştir. O tarihten beri, periferel sinir çalışmalarında hekimler tarafından kullanılan bu alet ilk olarak ‘EMG’ ya da ‘Klinik EMG’ olarak veya kas içi sinir iletimini değerlendirme çalışmalarında (Nerve Conduction Studies) kullanılmasından dolayı da ‘NCS’ olarak bilimsel adlandırılması referanslarda yerini almıştır (Katirji, 2007).

EMG sinyali kasılan kasa ait kas fibrillerinde ortaya çıkan aktiviteyi yüzeyel elektriksel aktivite olarak temsil etmektedir. Elektrotun kayıt aralığı içerisinde, aktif motor ünite de oluşan aksiyon potansiyelinin sumasyonudur. Bu bağlamda, EMG kaydı kas ve sinir fonksiyonlarının tespiti için değerli bir araçtır (Zhou ve Rymer, 2004).

Genel anlamda EMG sinyali; merkezi kontrol stratejileri, sinir hücreleri boyunca olan sinyalin sinir kas kavşağına transferi, motor ünite de kas hücrelerinin

elektriksel aktivasyonu, karmaşık biyomekaniksel olaylar zinciri, agonist ve antagonist kas tendonları üzerine etki eden ve kemiklere taşınan baskının üretimi hakkında bilgi vermektedir (Merletti ve Parker, 2004).

Bütün elektrodagnostik çalışmaların amacı bir sinir sistemindeki problemin ne olduğu ve problemin nerede bulunduğunu tespit etmeye yardımcı olmaktır. Böylelikle hastalığın kasa mı ait yoksa sinir lezyonuna mı ait olduğunun ayırımında çok değerli bir değerlendirme yöntemidir (Weiss ve ark., 2004). Motor ünite mikro ortam analizleri ışığı altında, motor ünite aksiyon potansiyeli, morfoloji analizi ve kulak-sinir kayıt çalışmalarında da kullanılmaktadır (Katirji, 2007).

EMG kuvvet ölçümü kas kasılmasında devreye giren motor ünitelerin oranı, ortalama sayılarını ve kuvvet üretim miktarını saptamak için kullanılır (Soderberg, 1992).

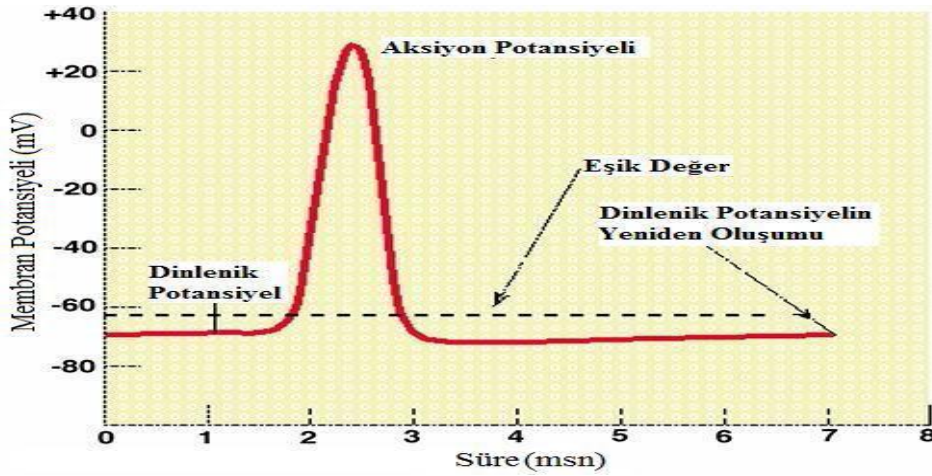
EMG sinyalinin güvenilirliğini arttırmak için bazı faktörler göz önünde bulundurulmalıdır; (1) derinin hazırlanması, (2) elektrot çeşidi ve yerleşimi, (3) amplifikatörün giriş empedansı, (4) maksimal istemli kasılma (MİK) ölçümünün uygun eklem açısında yapılması (Gerleman ve Cook, 1992).

#### **2.4.1. EMG sinyalinin ölçtüğü kassal aktivasyon**

Kasların kasılması, sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu motor ünite aksiyon potansiyeli (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur. Sinir hücresi aksiyon potansiyeli sinir kas kavşağına ulaştığında ACh salınımı oluşur ve kas hücresindeki iyon kapıları açılır. Bunun sonucunda kas kasılmasının oluşumunu sağlayan transvers tübüller aracılığıyla kas fibrillerine sinyaller iletilir. Aksiyon potansiyeli sinir zarlarının hızlı ve güçlü depolarizasyonlarıdır. Depolarizasyon sırasında iyonların hareketleri elektrot aracılığıyla tespit edilebilen elektromanyetik bir alan oluşturur. Şekil 7’de görüldüğü gibi, zar potansiyelindeki değişiklikler,  $-70\text{mV}$ ’luk dinlenim zar potansiyeli değerinden  $+30\text{mV}$  değerine kadar gider ve hızla dinlenim değerine geri döner (Wilmore ve Costil, 2004). Oluşan bu elektriksel akımın bir bölümü de deriye yayılır. MÜAP sonucu deriye yayılan bu elektriksel potansiyeller iki elektrotu deriye uygulayarak veya iğne elektrotları kasın içine batırılarak ölçülebilir (Chusid, 1993).

Bir motor ünitenin innerve ettiği kas lifi sayısı 3-2000 arasında değişir. Bir motor ünitenin kas lifi sayısı yüksek ise daha güçlü bir kasılma gelişir. Fakat ince motor işlevler için daha küçük sayıda kas lifi innervasyonu olan motor üniteler söz konusudur. Örnek olarak; göz kaslarında motor ünite başına düşen kas lifi sayısı 5-7 iken gastrocnemius kasında 2000'lere kadar çıkmaktadır (Bullock ve ark., 1994; Ertekin, 2006).

Birden çok kas lifi eş zamanlı kasılırsa deride elektrik potansiyellerinin summası çok büyük değerlere yükselebilir. Kasılmanın miktarı MÜAP'ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olduğu veya olmadığı durumlarda MÜAP'ların incelenmesi, şeklinin ya da sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde olmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir (Basmajian ve Latif, 1957; Soderberg, 1992).



Şekil 7. Kasılma sırasında zar potansiyelindeki değişiklik (Wilmore, 2004)

#### 2.4.2. Yüzeysel Elektromiyografi(sEMG)

Yüzeysel elektromiyografi (sEMG), kinesiyojoloji, nörofizyoloji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli bir araçtır. Biyomekanik ve kinesiyojoloji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır. (Staudenmann ve ark., 2005; Olliver ve ark., 2005; Rahnama ve ark., 2005)

Yüzeysel EMG, kas üstünde deriye yerleştirilen elektrotlar yardımıyla aktif motor ünitenin toplam elektriksel katılımını göstermektedir ve motor ünite aktivitesinin geniş çaplı bir ölçümü için sıklıkla kullanılmaktadır. Motor ünite aksiyon potansiyelinin ölçümü için gerekli olan yüzeysel EMG' nin genişlik (amplitude) ve güç tayfi (spectrum) gibi değerleri kas lifinin hücre özelliğine bağlıdır. Buda yüzeysel EMG' nin nöromusküler sistemin periferel ve santral özelliklerini yansıttığını göstermektedir (Farina ve ark, 2004).

Yaklaşık olarak 0–10 MV arasında değişen EMG sinyal genişliği, rastgele (stochastic) bir dağılım gösterir ve Gauss dağılım formülüyle gösterilebilir. 0–150 Hz arası ise sinyal genliğinin en büyük olduğu frekans değerleridir. EMG ölçümlerinde kullanılan elektrotların, sinyalin özelliklerini etkileme konusunda önemli rolleri vardır. EMG sinyali kaydedilirken, ölçüm yapılan kasa yakın kaslardaki elektrik aktivasyonu, gerçek sinyale karışabilir ve bundan ötürü sinyalin özelliğini bozabilir. Yan ses olarak adlandırılan bu durumun ortaya çıkmasında, büyük yüzeye sahip elektrotların da etkisi vardır. Dolayısıyla elektrot yüzeyinin olabildiğince küçük tutulması, sağlıklı EMG sinyal ölçümü için uygulanan yöntemlerden biridir. Kasta elektrik sinyalin doğru kaydedilmesi için dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan bir tanesi de, kas yüzeylerine yerleştirilen elektrotların yerleşim yerlerinin doğru belirlenmesidir. Elektrotların, kasta oluşan elektriksel aktivasyonu tam olarak algılayabilmesi için, kasın tam orta noktalarına yerleştirilmeleri gerekir (Arslan, 2005; Seniam. org).

Genel olarak yüzeysel EMG de sinyallerin iki karakteri incelenmektedir. Bunlar amplitüd (amp) ve frekans parametreleridir. sEMG amplitüdü kasın aktivasyon derecesi olarak tanımlanır ve kişinin kas gücünü göstermektedir. sEMG frekansı ise istenen bir aktivite sırasında kasın ateşlenen motor birimlerini göstermektedir. Günümüzde frekans ve güç spektrum analizi tekniği dijital bilgisayarlar kullanılarak kolaylıkla yapılabilmekte ve önemli veriler elde edilebilmektedir. Amplitüd verileri ile Kareler Ortalamasının Karekökü (RMS) değerleri hesaplanarak kas aktivasyonu tanımlanır. Frekans analizi için 'Fourier analizi' olarak ifade edilen yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntem ile Ortalama Frekans (mean), Ortanca Frekans (median) değerleri hesaplanmaktadır. Ortanca Frekans (median) değeri güç spektrumunu iki eşit parçaya ayırır ve kas fibrillerinin iletim hızındaki değişiklikleri gösteren geçerli bir ölçümdür (Pulman ve ark. 2000; Parnianpour 2003).

EMG sinyallerinin özellikleri birçok fizyolojik ve fizyolojik olmayan faktörlere bağlıdır. Bu özelliklerin etkileri araştırılmış, ölçülmüş ve tartışılmıştır (Li ve Sakamoto, 1996). Bu etkilerin bir kısmı deneysel çalışmayı etkilemektedir. Yinede, yüzeysel EMG sonuçları kullanılabilir seviyelerdedir. Özellikle, bu etkilerin en aza indirildiği çalışmalarda EMG sonuçları güvenilirdir. Bu tip faktörlerin etkilerini en aza indirmek için elektrotların kas üzerine yerleştirilmeleri büyük önem taşımaktadır. Çünkü aynı kas grubunda elektrotların farklı yerlere yerleştirilmeleri anlamlı şekilde farklı sonuçlar verebilmektedir (Roy ve ark, 1986).

Yüzeysel EMG Sinyal İçeriğini Etkileyen Faktörler (Farina ve ark, 2004).

### **Fizyolojik Olmayan Etkenler**

#### **Anatomik:**

- İletim şiddetinin biçimi
- Deri altındaki doku tabakasının kalınlığı
- Elektron dağılımı sırasındaki bağımsız dokular
- Kastaki motor ünite bölgelerinin yayılımı
- Motor ünite bölgelerinin büyüklüğü
- Motor ünite bölgelerindeki liflerin dağılımı ve sayısı
- Liflerin uzunluğu
- Motor ünitenin tendon kavşak ve son plakta yayılmaları
- Motor ünitenin uyarı alanlarının yayılma miktarı

#### **Sistem:**

- Elektrotların deriye teması
- Sinyal gücü
- Elektrot uzunluğu
- Elektrotun büyüklüğü ve biçimi
- Sistem bulgularının kas lifi yönelimleri ile olan eğilim ilişkisi
- Kas üzerine yerleştirilen elektrotların yeri

#### **Fiziksel:**

- Dokunun iletkenliği
- Paralel yakınlıkta olan kasların birbirlerini sinyal yönünden etkisi

### **Fizyolojik Etkenler**

#### **Kas Lifi Özelliği:**

- Ortalama kas lifi iletim hızı
- Motor ünite iletim hızı
- Motor üniteadaki liflerin iletim hızının yayılımı
- Hücre içi aksiyon potansiyelinin biçimi

#### **Motor Ünite Özellikleri:**

- Çalışan (aktif) motor ünite sayısı
- Motor ünite dağılım oranları
- Motor ünite senkronizasyonu

#### **2.4.3. Karesel ortalama (Root Mean Square)**

Root mean square (RMS) voltajı alternatif akım miktarının etkili değeridir. Myoelektrik uyarıların gerçek RMS değeri uyarılardaki elektriksel gücü ölçer.. Pozitif veya zaman göstergesi ile kombinasyon içinde, elektriksel uyarıların güç çıkışının anlık ölçümlerini verir. Root mean square (RMS) değerini belirlemek için balistik galvanometre, güçlü bir voltmetre ya da bir bilgisayar yardımı ile Power spectrum analizi kullanılarak ta ölçülebilir. RMS kaç motor ünite uyarıldığına, motor uyarılma hızına, motor ünite alanına, süresine ve elektriksel uyarıların ilerleme hızına, elektrotların konma yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlıdır (Soderberg, 1992).

Myoelektriksel aktivitenin bir göstergesi olarak kullanılan RMS değerleri, elektriksel uyarıların etkisine bağlı olarak, kas dokusunun fonksiyonel durumunun fizyolojik ölçümünü verir. Kuvvet ve RMS değerleri arasında doğrusal ilişki olmasına rağmen farklı kuvvet düzeyindeki deneklerde bu ilişki doğrusal olmayabilir. Lawrence ve De Luca birçok çalışmanın temeli olarak antrenman ve kuvvet üretim oranına bağlı ilişki ile değişen farklı kasların normalize edilmiş kuvvet ilişkisini incelemek için yüzeysel EMG kullanmış ve RMS değerlerini almışlardır. Çünkü RMS kas kasılması sırasında motor ünite davranışlarını daha iyi temsil etmektedir. RMS ortaya konan kuvvetle doğrusal olarak ilişkilidir. Kuvvet uygulamasının azalması durumunda myoelektriksel amplitudelerde de azalma olur (Soderberg, 1992).

Karesel ortalama (RMS) ise değerlerin kareleri toplamının, değer sayısına bölümünün karekökünün alınması ile elde edilir (Serper, 2000). Bir EMG işareti için veriyi oluşturan değerler, işaretin genlik değerleridir. Bu durumda sıfır eksenine göre

simetrik giden işaretlerin aritmetik ortalaması, değerlerin işareti sebebiyle sifıra yakın bir değer alır. Ayrıca genlik sıfır ekseninin iki tarafında birden büyük tepeler yapsa da, bunu ortalama değerden anlayabilmek mümkün değildir. Karesel ortalama ise veriyi oluşturan değerlerin kareleri alındığından, bir nevi tüm işaret pozitif alternansa taşınmış olur. Karesel ortalama bize veriyi oluşturan değerlerin hangi seviyede seyrettiğini vermesi açısından önemlidir (Köksal, 1995; Serper, 2000).

#### **2.4.4. EMG Kayıt Elektrot Çeşitleri**

EMG’de genelde iğne elektrot ve yüzeysel elektrotlar kullanılır. Özellikle kinesiyojik çalışmalarda yüzeysel elektrotlar daha çok tercih edilir. Her iki elektrot tipinde de ifade edilen avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır (Barkhause ve Nandekar, 1994).

#### **Yüzeysel Elektrotlar**

Yüzeysel elektrotlar EMG çalışmalarında rutin olarak kullanılır. Bu elektrotlartipik olarak disk şeklindedirler. Bu elektrotlar hem tek kullanımlık hem de çok kullanımlı olabilir. Çok kullanımlı elektrotlar paslanmaz çelikten, gümüşten nadiren de altından üretilmektedir. Bu elektrotlar yapışkan bir bantla deriye yapıştırılırlar(Şekil 8). Çok kullanımlı elektrotlarda artifaktı azaltmak için iletim jellerinin kullanılması gerekir. Tek kullanımlı elektrotlar yapışkan bir yüzeye sahiptir ve bu tip elektrotlarda bu yüzden yapışkan bantveya jel kullanılmaz (Weiss ve ark., 2004).

EMG’de üç adet yüzeysel elektrot kullanılır. Bunlar; aktif ve referans elektrotlarıve bir toprak elektrotu. EMG çalışmalarında, yüzeysel elektrotlar topraklama ve bazen debir referans-kayıt elektrotu olarak kullanılır (Weiss ve ark., 2004).

#### **İğne Elektrotlar**

Günümüzde neredeyse bütün iğne elektrotları tek kullanımlıdır. İğne elektrotları monopolar, bipolar ve konsantrik olarak sınıflandırılmaktadırlar(Şekil8). Monopolar ve bipolar elektrot kullanıldığında yüzeysel bir referans elektrotu da kullanılmalıdır. Konsantrik elektrot da ise referans işlemi elektrotun içine yerleştirilmiş bir referans ile sağlanır (Weissve ark., 2004).



Şekil 8. Blue sensor yüzeyel emg elektrotu ve Electro-med iğne EMG elektrotu

### **Yüzey ve İğne Elektrotunun Avantaj ve Dezavantajları (Weiss ve ark., 2004)**

Yüzey elektrotun avantajları; Uygulaması çabuk ve basittir. Tıp uzmanı ve sertifikası gerektirmez. Rahatsızlık verme oranı en azdır.

Dezavantajları; Sadece yüzeysel kaslar için kullanılır. Yan sesden etkilenebilir. Standart elektrot yerleşimi yoktur. Deneğin hareket kabiliyetini engelleyebilir. Dinamik kassal aktiviteleri kayıt etmede sınırlılıklar vardır.

İğne elektrotu Avantajları; Aşırı derecede duyarlıdır. Tek bir kasın kasılma sinyallerini kaydeder. Derin kaslara ulaşabilir. Çok az yan ses ihtimali vardır.

Dezavantajları; Aşırı derecede duyarlıdır. Tıbbi personel tıp sertifikası gerekmektedir. Yeniden yerleştirme neredeyse imkânsızdır. Ölçülen bölge tüm kası temsil etmeyebilir.

### **2.5. Radar tabancası ( Hız ölçer)**

Çalışmamızda top hızını ölçmek için kullanacağımız hız tabancası (radar) Bushnell markasının velocity modelidir(Şekil 9). Bu cihaz beyzbol, softbol ve tenis gibi branşlarda top hızını ölçmek için üretilmiştir. Cihazın doğruluğu (mph/kmph) +/- 1 mil/saat +/- 2 km/saat'dır (www.bushnell.com).





Şekil 9. Radar tabancası (Bushnell)



Şekil 10. Çok kanallı emg cihazı (Mega inc)

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Araştırma Grubu:

Araştırma grubu Samsun ve Ordu tenis kulübünde aktif spor yapan ve tenis oyun seviyeleri ITN 7 üzeri olan Rekreatif tenis oyuncularını ve tenis antrenörlerinden oluşmaktadır. Bu çalışmaya  $\alpha = 0,05$   $\beta = 0,20$   $(1-\beta) = 0,80$  olarak alındığında çalışmaya 25 sağlıklı gönüllü alınmasına karar verilmiştir ( $p=0,80029$ ). Araştırmaya katılan gönüllüler araştırma hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Daha sonra çalışmaya katılan sporcu ve antrenörlere gönüllü olduklarını belirten “gönüllüleri bilgilendirme formunu” okuyarak imzalamaları istenmiştir.

#### 3.2. İstatistiksel Yöntem

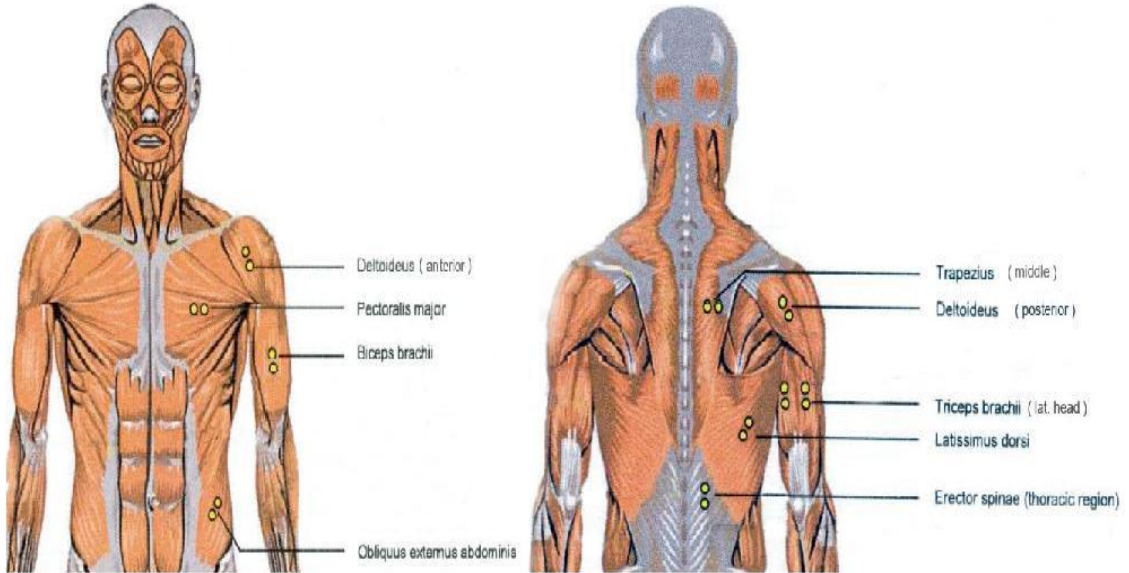
Çalışma verileri spss 14,0 paket programa yüklenmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirilemediğinden ( $n<30$ ) nonparametrik testlerden Friedman testi ve Wilcoxon testi kullanılmış ve Korelasyon ve Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Veriler tablolarda aritmetik ortalama ve  $\pm Sd$  şeklinde belirtilip anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

#### 3.3. Protokol ve Ölçümler

Çalışma protokolü daha önce ITN test sonuçları göz önüne alınarak çalışmaya alınmasına karar verilen 25 rekreatif tenis oyuncusu ve tenis antrenörü üzerinde yapılmıştır. Her gönüllü ölçüm yapılacak korta ve ortama uyum sağlaması amacıyla 15 dakika ısınma antrenmanı yapmışlardır. Gönüllüler ısınmadan sonra, Servis vuruşu için baskın kol bölgesindeki; “*Biceps brachii*, *Triceps brachii (lateral head)*, *Pectoralis Major* ve *Deltoid (anterior)*” El önü vuruşunda *Biceps brachii*, *Deltoid (anterior)*, *Pectoralis Major*, *Latissimus dorsi* Elarkaşı vuruşunda *External oblique*, *Erector spinea*, *Trapezius (middle)* ve *Deltoid (posterior)* kaslarının kas fibrillerine paralel olacak şekilde orta bölgelerine (Şekil 11, 12) gümüş / gümüş klorür (Ag/AgCl) bipolar yüzeysel elektromyografi elektrotları (Blue sensor P-00-S Ambu, Denmark) yerleştirilmiştir (Şekil 8). Elektrotlar arası mesafe 20 mm olarak alınmıştır. Elektrotlar yerleştirilmeden önce artefaktların engellenmesi amacıyla deri alkollü solüsyon ile temizlenmiş, derinin pürüzsüz hale getirilmesi amacıyla tıraşlanmıştır (Konrad 2005; Deluca 2008; Criswell 2011; Isek.org; Seniam. org). Kaslara yerleştirilen elektrotlarda jel mevcut olduğundan ayrıca jel kullanılmamıştır. Ayrıca kablo ve elektrotların vuruş

anında artifakt yaratmaması için bant ile sabitlenmiştir. Kas aktivasyonu ölçümünde ME 6000 (Mega Electronics Ltd. Finland) marka portable emg cihazı kullanılmıştır(Şekil 10). Veri örneklem hızı 1000 Hz olarak ayarlanmıştır. Cihaz kemer yardımıyla deneğin beline bağlanmıştır. Ardından her denek sırasıyla el önü, el arkası ve servis vuruşu yapmıştır. Bu vuruşlardan her teknik için isabetli ve radar tarafından hız ölçümü yapılan 3 vuruştan en yüksek hız değerine sahip vuruşun EMG kayıtları alınarak yazılım programında (Mega Win 3.0) RMS ortalama değerleri hesaplanarak istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Vuruşlar sırasında topun ulaştığı en yüksek hız radar (Bushnell Velocity Speed Gun) yardımıyla ölçülmüştür(Şekil 9). Tüm ölçümlerde radar belirli bir kişi tarafından 27 metre uzaklıkta ve 150 cm yükseklikte kortun karşı saha dip (baseline) çizgisi arkasında tutulmuş ve dijital ekran üzerinde görülen değer radarı tutan kişi tarafından yüksek sesle okunmuştur. Okunan top hız değerleri yardımcı araştırmacı tarafından kaydedilmiştir. Ayrıca her deneğin vuruşu yüksek çözünürlüklü video kamera ile kayıt edilmiştir. Çalışmamızda top hızlarının her denekte standart alınabilmesi için ITF ve TTF tarafından onaylı müsabaka topları (Wilson US open) kullanılmıştır. Raketler ITF tarafından kabul edilen günümüz standartlarına uygun çeşitli markalardır.



Şekil 11. Ölçüm yapılan kaslar ve EMG elektrot yerleştirme noktaları (Knudson 2005)

### **3.4. Ölçüm Yapılan Kaslar**

#### **M. Deltoideus**

Omuz eklemine örten bu kas, kalın ve üçgen biçimindedir. Omuzun yuvarlak görüntüsünü sağlar (Snell, 2000). Ön lifleri klavikulanın 1/3 lateralinden, orta lifleri akromion'un dış kenarından, arka lifleri de spina skapulunun alt kenarından başlar. Ön, orta ve alt parçaları bir araya gelerek humerusun dış yüzünün ortasında bulunan tuberositas deltoidea'da sonlanır. İnnervasyonu axillar sinir (C5-6) ile olur. Orta parçası da supraspinatus kası ile birlikte omuz eklemine abduksiyon yaptırır (15°-90°arası omuz abduksiyonundan sorumludur). Ön parçası kola fleksiyon ve iç rotasyon, arka parçası ise kola ekstansiyon ve dış rotasyon yaptırır (Oatis, 2004; Snell, 2000; Taner, 2009).

#### **M. Pectoralis Major**

M. Pectoralis major kalın ve üçgen biçiminde bir kastır (Snell, 2000). Klavikulanın sternal yarısının ön yüzü, sternumun lateral kenarı ve 2-6. Kostaların kıkırdak parçası ve obliquus externus ve rectus abdominus kaslarının kılıflarından başlar. Klavikular, sternokostal ve abdominal kas lifleri birleşerek humerusun krista tuberculi majorisinde sonlanır. N. pectoralis lateralis (C5-6-7) ve n. pectoralis medialis (C8, T1) tarafından innerve edilir. Kola adduksiyon, fleksiyon ve medial rotasyon yaptırır (Snell, 2000; Taner, 2009).

#### **M. Trapezius**

Boyun ve torakal kafesin arkasında bulunan yassı ve geniş bir kastır. Bu kas fonksiyonel olarak 3 parçada incelenir. Üst parçası linea nuchae superiorun 1/3 iç parçasından başlar; klavikulanın 1/3 dış kısmında sonlanır. Orta parçası 1-6 torakal vertebraların processus spinosuslarından başlar, akromionda sonlanır. Alt parçası ise 6-12. torakal vertebraların spinöz proseslerinden başlayıp, spina skapulada sonlanır. N. accessorius (XI. Kranial sinir) tarafından innerve edilir. M. trapezius, omuz kavşağını craniuma ve columna vertebralis'e bağlar. Üst lifleri baş ve boyun sabit durumda iken skapulayı içe ve yukarıya çeker. Skapula diğer kaslarla tespit edilmiş ise, başa lateral fleksiyon yaptırır. Orta parçası skapulayı omurgaya yaklaştırır. Alt parçası ise skapulayı aşağı ve mediale doğru çeker; glenoid kaviteyi yukarı döndürür.

Trapez kasının tümü kasıldığında, m. serratus anterior ile beraber, glenoid kaviteyi yukarı döndürerek, kolun 90° üzerindeki abduksiyonunu (hiper abduksiyon) sağlar (Snell, 2000; Taner, 2009). Kolun her 3°'lik abduksiyonunda omuz ekleminde 2°'lik abduksiyon ve skapula'nın rotasyonu ile 1°'lik abduksiyon olur. 120°'lik abduksiyonda humerusun tuberculum majusu akromionun dış kenarına dayanır. Kolun baş üzerine kaldırılması, skapulanın rotasyonu ile mümkündür. Bu da trapez ve serratus anterior kaslarının kasılması ile olur (Snell, 2000).

### **M. Latissimus Dorsi**

M. latissimus dorsi, torakal bölgenin arkasında bulunan ve beli saran büyük yassı, üçgen bir kastır. 6-12. torakal vertebralar, bütün lumbal ve bütün sakral vertebraların processus spinosusları, skapulanın angulus inferioru, son 4 kostanın arka yüzü ve crista iliaca'nın medial kısmından başlar; m. teres majorun alt kenarından kıvrılarak humerusun sulcus intertubercularisinde sonlanır. N. thoracodorsalis (C6-7-8) tarafından innerve edilir. Kola adduksiyon, pronasyon ve ekstansiyon yaptırır (Snell, 2000).

### **M. Biceps Brachii**

Uzun başı (caput longum) tuberculum supraglenoidaleden, kısa başı (caput breve) processus korakoideustan başlar. Uzun başının tendonu, eklem kapsülünün içinde caput humeri'yi çaprazlayarak sinovial bir kılıfla sarılmış olarak eklemden çıkar. Tendon humerusta, sulcus intertubercularis'in içinde uzanır. Uzun baş kolun ortalarında kısa baş ile birleşir ve tuberositas radii ve bicipital apenöz vasıtası ile önkolun derin fasciasında sonlanır. N. musculocutaneus (C5-6-7) tarafından innerve edilir. Önkolun en kuvvetli supinatördür. Ayrıca önkola fleksiyon yaptırır. Uzun baş kol fleksiyonuna yardım eder; kol dış rotasyonda iken abduksiyona yardımcı olur (Snell, 2000; Taner, 2009).

### **M. Triceps Brachii**

M. triceps brachii, kolun arka kısmında geniş yer kaplayan büyük bir kastır. 3 başı vardır. Uzun baş tuberculum infraglenoidale'den, lateral baş humerusun sulcus nervi radialis'in lateralinden, caput mediale ise humerusun sulcus nervi radialis'in medialinden başlar. Tüm lifler birleşerek ulna'da olecranon'un üst kısmı ve fascia antebrachii'de sonlanır. N. radialis (C5-6-7-8, T1) tarafından innerve edilir. Bu kas

önkolun en kuvvetli ekstansörüdür. Uzun baş aynı zamanda kola ekstansiyon ve adduksiyon yaptırır (Snell 2000; Taner 2009).

### **M. Erector spinea**

Columna vertabralisin esas extansör kasıdır. İliocostalis, longissimus ve spinalis olmak üzere üç dalı vardır. Sırt bölgesinin orta tabaka kaslarıdır. 9 ve 2 torasik vertebraların processus spinosusundan başlar servikal vertebralar ile 1. ve 2. Torasik vertebraların prosesus spinosusularında sonlanır. Spinal sinirin arka dalı tarafından innerve edilir. İki taraflı aktif olduğunda columna vertebralise ve başa ekstansiyon yaptırır. Tek taraflı çalıştığında ise leteral fleksiyon yaptırır (Ozan 2004; İlgi ve Yıldırım 2006).

### **M. External oblique**

Karın duvarını kapatan kasların en büyüğü ve en yüzeysel olanıdır. Lifleri 5.-12. Kaburgaların dış yüzeylerinden başlar öne ve aşağı doğru uzanarak crista iliaca ve linea alba da sonlanır. Alt 6.intercostal sinirin ventral dalları ve her iki tarafta subcostal sinirin ventral dalları tarafından innerve edilirler. Göğüsü aşağı doğru çeker aynı zamanda vertebraların fleksiyon ve rotasyonunda sınırlı katkısı vardır. Gövdeye contralateral rotasyon yaptırır. Tek taraflı kasılmalarda leteral fleksiyon hareketini gerçekleştirir. Aynı zamanda karın bölgesini sıkıştırmaya katkıda bulunur (Ozan 2004; İlgi ve Yıldırım 2006)



Şekil 12. Çalışmamızdan örnek EMG ölçümü.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya seçim kriterlerine uygun gönüllü sağlıklı bireyler katılmıştır. Sporcular tenisteki temel vuruşlardan el önü, el arkası ve servis vuruşunu sırayla gerçekleştirmiştir. Vuruşların her biri ayrı ayrı yapılmıştır. Her vuruşta o vuruşa özgü kas gruplarının EMG kayıtları ve hız ölçümleri alınmıştır. Emg kayıtlarından elde edilen ham verilerin RMS ortalama değerleri hesaplanarak kas aktivasyon değerleri ve hareketin oluşumunda kaslara ait iş yükü değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmaya katılan sporcuların yaş ortalamaları  $25,32 \pm 7,85$  yıl, ağırlık ortalamaları  $72,68 \pm 11,85$  kg, boy uzunluk ortalamaları  $176,60 \pm 7,49$  cm olarak bulunmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışmaya katılan sporcuların tanımlayıcı istatistikleri

	Minumum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	16	42	25,32	7,85
Vücut ağırlığı (kg)	53	95	72,68	11,85
Boy (cm)	160	190	176,6	7,49

El önü vuruş tekniğinde ölçülen en az top hızı değeri 54 km/s iken en yüksek değer 106 km/s olmuştur. El arkası tekniğinde ise en düşük 42 en yüksek 98 km/s olmuştur. Servis vuruşunda en düşük değer 70 km/s, en yüksek değer ise 122 km/s olmuştur (Tablo 2).

**Tablo 2.** El önü, el arkası ve servis vuruş tekniğinde top hızı değerleri (km/s)

	Minumum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
El Önü	54	106	82,28	11,11
El Arkası	42	98	71,04	15,39
Servis	70	122	95,56	14,73

El önü vuruş tekniğinde EMG (RMS) değerleri karşılaştırıldığında ölçümler arası farklılık önemli bulunmuştur. EMG ölçüm değerleri ikiserli olarak birbirleri ile karşılaştırıldığında Pectoralis Majör (PM) ile Biceps brachii (BB), PM ile Deltoid Anterior (DA), BB ile Latissimus dorsi (LD) ve AD ile LD arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). PM ile LD, BB ile AD arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ) (Tablo 3).



**Tablo 3.** El önü vuruş tekniğinde EMG (RMS) ( $\mu\text{V}$ ) değerleri

Kas Grubu	Ortalama	Standart Sapma
Pectoralis Major	157,8	69,76
Biceps brachii	441,44	212,4
Deltoid (Anterior)	492,88	252,61
Latissimus dorsi	145,8	64,52
$\chi^2=46,58$		$p=0,001$

El arkası vuruş tekniğinde EMG (RMS) değerleri karşılaştırıldığında ölçümler arası farklılık önemli bulunmuştur. EMG ölçüm değerleri ikiserli olarak birbirleri ile karşılaştırıldığında Trapezius ile PD, Trapezius ile EO, PD ile EO, PD ile EO, EO ile ES arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). TM ile ES arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 4).

**Tablo 4.** El arkası vuruş tekniğinde EMG (RMS) ( $\mu\text{V}$ ) değerleri

Kas Grubu	Ortalama	Standart Sapma
Trapezius (Middle)	291,72	137,31
Deltoid (Posterior)	388,64	204,13
External oblique	150,76	64,24
Erector Spinae	283,48	150,72
$\chi^2=41,59$		$p=0,001$

Servis vuruş tekniğinde EMG (RMS) değerleri karşılaştırıldığında tüm kaslar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Servis vuruş tekniğinde EMG (RMS) ( $\mu\text{V}$ ) değerleri

Kas Grubu	Ortalama	Standart Sapma
Biceps brachii	275,64	127,80
Triceps brachii	381,20	135,50
Pectoralis Major	165,44	55,64
Deltoid (Anterior)	534,88	174,56
$\chi^2=63,62$		$p=0,001$

El önü vuruş tekniğinde iş yükü (%) değerleri karşılaştırıldığında kaslar arası farklılık önemli bulunmuştur. İş yükü değerleri ikiserli olarak karşılaştırıldığında PM ile

BB, PM ile AD, BB ile LD, AD ile LD arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). PM ile LD ve BB ile DA arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 6).

**Tablo 6.** El önu vuruş tekniğinde kaslar gruplarına ait iş yükü(%)değerleri

Kas Grubu	Ortalama	Standart Sapma
Pectoralis Major	13,54	5,51
Biceps brachii	34,60	10,77
Deltoid (Anterior)	38,52	10,59
Lattissimusdorsi	13,2	6,72
$\chi^2=44,64$		$p=0,001$

El arkası vuruş tekniğinde iş yükü değerleri karşılaştırıldığında kaslar arası farklılık önemli bulunmuştur. İş yükü değerleri ikiyeşerli olarak karşılaştırıldığında Trapezius ile EO, PD ile EO, DP ile ES, EO ile ES arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Trapezius ile PD ve Trapezius ile ES arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 7).

**Tablo 7.** El arkası vuruş tekniğinde iş yükü değerleri

Kas Grubu	Ortalama	Standart Sapma
Trapezius	26,28	8,49
Deltoid (Posterior)	34,00	11,52
Externaloblique	13,64	4,24
ErectorSpinae	25,96	9,23
$\chi^2=38,04$		$p=0,001$

Servis vuruş tekniğinde iş yükü değerleri karşılaştırıldığında tüm kaslar arası farklılık önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Tablo 8).

**Tablo 8.** Servis vuruş tekniğinde iş yükü değerleri

Kas Grubu	Ortalama	Standart Sapma
Biceps brachii	20,12	5,71
Triceps brachii	28,40	5,78
Pectoralis Major	12,44	3,13
Deltoid (Anterior)	39,16	5,37
$\chi^2=38,04$		$p=0,001$

El önü vuruş tekniğinde top hızı ile ölçüm yapılan kaslar arasında aynı yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Bulunan bu ilişki katsayıları istatistiksel olarak önemsizdir (zayıftır).

El arkası vuruş tekniğinde top hızı ile PD arasında ( $r=0,51$ ), top hızı ile EO arasında ( $r=0,44$ ), top hızı ile ES arasında ( $r=0,40$ ) aynı yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Buna göre kas aktivasyonu arttığında top hızıda artmaktadır. Bu ilişki katsayıları istatistiksel olarak önemlidir. EO ve ES kaslarına ait ilişki katsayıları küçük olup, PD kasına ait ilişki katsayısı ise orta kuvvettedir. Top hızı ile Trapezius kası arasındaki ilişki ise zayıftır.

Servis vuruş tekniğinde top hızı ile TB kasına ait aktivasyon değeri arasında ( $r=0,42$ ), top hızı ile AD kasına ait aktivasyon değeri arasında ( $r=0,45$ ) aynı yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Bu ilişki katsayıları önemli olmasına rağmen zayıftır. Top hızı ile BB ve PM kasına ait aktivasyon değerleri arasındaki ilişki katsayısı ise zayıftır (Tablo 11).

**Tablo 11.** El önü, el arkası ve servis vuruşunda RMS değerleri ile top hızı arasındaki korelasyon

		r	p	n
El Önü	Pectoralis Major	,006	,979	25
	Biceps brachii	,210	,313	25
	Deltoid (Anterior)	,252	,224	25
	Latissimus dorsi	,321	,117	25
El Arkası	Trapezius	,319	,120	25
	Deltoid (Posterior)	,506	,010	25
	External oblique	,444	,026	25
	Erector Spinae	,401	,047	25
Servis	Biceps brachii	,307	,136	25
	Triceps brachii	,417	,038	25
	Pectoralis Major	,015	,945	25
	Deltoid (Anterior)	,446	,026	25

## 5. TARTIŞMA

Teniste kullanılan temel vuruşlarda kas aktivasyonlarını ve top hızlarını karşılaştırılması amacıyla yapılan literatür araştırmaları, bu konu ile ilgili sınırlı sayıda çalışmanın bulunduğunu göstermektedir. Özellikle kas aktivasyon değerleriyle top hızı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Literatür araştırmalarında daha çok vuruşlardaki hareket biyomekaniğini, kas aktivasyon sıralamasını ve hareket safhalarındaki kas aktivasyon değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Chow ve arkadaşları rekreasyonel 24 tenis oyuncusuyla yaptığı çalışmada tenisteki el önü ve el arkası vuruşta vuruş öncesi ve vuruş sonrası kas aktivasyonunu ve top boyutunun ve top hızına etkisini karşılaştırmış hem el önü hem de el arkası vuruşla top hızı arasında önemli derecede ilişki olduğunu bildirmiştir. Top hızının yüksek olduğu vuruşlardaki kas aktivasyonu düşük vuruşlardaki aktivasyon değerlerinden önemli derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. El önü vuruşlarda Deltoid (anterior), El arkası vuruşlarda ise Deltoid (posterior) ve Trapezius daha fazla aktivasyon göstermiştir (Chow ve ark., 2007). Top hızının kas aktivasyonu ile aynı yönlü ilişki olduğu ve el önü vuruşlarında aktivasyonun el arkasına göre daha yüksek olması top hızının da aynı şekilde el önü vuruşunda daha yüksek olduğu sonucunu göstermektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Rota ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada el önü vuruşunda kas aktivasyonu ile top hızını karşılaştırdığı çalışmada deneklerin büyük çoğunluğunda aktivasyon değerleri ile top hızında doğrusal ilişki olduğunu bildirmiştir. External oblique ve Latissimus dorsi, Biceps brachii, Deltoid(middle), Triceps brachii kaslarının EMG (RMS) aktivasyonu ile top hızı arasındaki farkın önemli olduğunu bildirmiştir (Rota ve ark., 2012). Kibler ve arkadaşlarının yüksek performans tenis servisindeki omuz bölgesindeki bazı kaslardaki aktivasyon sıralamasını incelediği çalışmada başlangıç pozisyonunda Deltoid (anterior), Trapezius ve Serratus anterior kasları en aktif kaslar olurken bitirme safhasındaki kasların ise postürün yeniden kazanılması ve scapulanın stabilizasyonunu sağlayıcı rol oynadığını bildirmiştir. Servis hareketi oynunca tüm kaslar % 50 den fazla etkin olurken Serratus anterior, Trapezius ve Teres minör % 70 etkin olduğunu bildirmiştir (Kibler ve ark., 2007). Seeley ve arkadaşları yaptığı çalışmada ise kısa ve geleneksel servis vuruşunu karşılaştırmış iki servis tekniği arasında top hızı, kas aktivasyonu ve servis

süresi bakımından fark bulunamamıştır. Her iki servis türünde deltooid (anterior), Pectoralis majör, trapezius, infraspinatus en fazla aktivasyon gösteren kaslar olduğunu bildirmiştir (Seeley ve ark., 2008). Moysi ve arkadaşları profesyonel tenisçilerde yaptığı araştırmada baskın ve baskın olmayan koldaki kas volümü ve fibril tipini karşılaştırmış ve baskın koldaki Deltooid ve Triceps brachii kaslarının baskın olmayan koldan %10–20 daha fazla kas kütlesine sahip olduğunu bildirmiştir (Moysi ve ark., 2010). Bu hareket sırasında bu kasların daha fazla yüklenmeye maruz kaldığını göstermektedir. Çalışmadaki servis vuruşunda ölçüm yapılan kaslar arasında triceps brachii ve deltooid (anterior) kasları en yüksek aktivasyon ve iş yüküne sahip kaslar olmuşlardır. Wei ve arkadaşları profesyonel ve Rekreatif tenisçilerde yaptığı emg çalışmasında elarkası vuruş tekniğinde el bileği flexor ve ektansörlerindeki kas aktivasyonunu karşılaştırmış ve Rekreatif tenisçilerde daha yüksek olduğunu bildirmiş fakat bunun yanlış teknik uygulama nedenine bağlamıştır (Wei ve ark., 2006). Knudson yaptığı çalışmada el önu vuruşunda gövde kas aktivasyonlarını incelemiş ve en yüksek değerler baskın taraftaki External oblique ve baskın olmayan taraftaki Erector spinea da olduğunu bildirmiştir (Knudson ve Blackwell, 2000). Blackwell ve Knudson başka bir çalışmada ise tip 3 (büyük top) tenis topunun servis performansına ve kas aktivasyonuna etkisini incelemiş, kas aktivasyonu ve servis hızı bakımından fark önemsiz bulunurken, servis isabetinde tip 3 topların normal toplara göre daha yüksek isabet oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Blackwell ve Knudson, 2002).

Tenis dışında farklı sporlarda yapılmış olan emg çalışmalarında ise, İlyes ve Rita omuz kasları aktivitesini, amatör ve profesyonel cirit atıcılarında incelemiş, Pectoralis Major, Deltoideusun üç parçası (anterior, middle, posterior) supraspinatus, İnfraspinatus, Biceps brachii ve Triceps brachii kaslarının EMG aktivasyonlarını karşılaştırmış, profesyonel ciritçilerde bu kaslar baş üstünden fırlatma hareketinde güçlü aktivasyon gösterirken, itme hareketinde; deltooid (anterior) maksimal aktivite göstermiştir (İlyes ve Rita, 2005). Cirit atma, hareket biyomekaniği bakımından teniste servis hareketiyle büyük bir benzerliğe sahiptir. Özellikle baş üstünden fırlatma hareketi servis atışındaki hızlanma, vuruş ve tamamlama safhaları ile büyük benzerlik göstermektedir. İlyes ve Rita başka bir çalışmasında ise yine cirit atıcılarında baş üstünden atış hareketinin kas aktivasyonunu incelemiş ve posterior deltooid, anterior deltooid ve triceps brachii kaslarında maksimum aktivasyon olduğunu bildirmiştir (İlyes

ve Rita., 2003). Jobe ve arkadaşlarının beysbolcularda yaptığı çalışmada ise, fırlatma hareketini emgile kas aktivasyon hareketini incelemiş ve ilk kaldırma safhasında sırasıyla deltoid, rotator cuff ve subscapularis aktive olurken hızlanma safhasında ise kolun öne hareket etmesine rağmen aktivasyon gerçekleşmemiş, tamamlama aşaması ise tüm kasların ateşlendiği en aktif safha olmuştur. Bu safhada ki aktivasyonun kolu yavaşlatmaya yönelik olduğunu bildirmiştir (Jobe ve ark., 1983). Çayır tarafından amatör futbolcularda yapılan çalışmada üç farklı vuruş tekniğinde kas aktivasyonu ve top hızı arasındaki ilişki incelenmiş ve tüm vuruş tekniklerinde kas aktivasyonu ile top hızı arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır. Bu sonuca göre kas aktivasyonu arttıkça top hızı da artmaktadır (Çayır, 2012). Cerrah tarafından 31 profesyonel ve amatör futbolda yapılan çalışmada alt bacak kas aktivasyonu ile top hızı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve alt bacak kuvveti ile top hızı arasında pozitif yönlü ilişki olduğunu bildirmiştir (Cerrah, 2009). Bu sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermekte olup kas aktivasyonunun top hızını arttırdığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonuçlarına göre;

Teniste el önü vuruşunda EMG cihazı ile ölçülen aktivasyon değerleri karşılaştırılan üst ekstremite kaslarından olan BB, PM, AD ve LD kaslarında 0.05 anlamlılık düzeyinde kasların aktivasyon değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. BB ve AD diğer kaslara göre daha yüksek aktivasyon ve iş yükü değerlerine sahip olmuşlardır.

El arkası vuruşunda ölçüm yapılan PD, Trapezius, ES ve EO kaslarına ait aktivasyon değerleri karşılaştırılmış ve aktivasyon değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. PD, Trapezius, ES yüksek aktivasyon ve iş yükü değerine sahip olmuşlardır.

Servis vuruşunda ölçüm yapılan, BB, AD, PM ve TB kaslarına ait aktivasyon değerleri karşılaştırılmış ve tüm kaslar arasındaki fark önemli bulunmuştur. TB ve AD en yüksek aktivasyon ve iş yükü değerine sahip kaslar olmuştur.

El önü, el arkası ve servis vuruşlarında aktivasyon ve top hızı değerleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için korelasyon ve pearson korelasyon testleri uygulanmıştır. El önü vuruş tekniğinde top hızı ile ölçüm yapılan kasların aktivasyon değerleri arasında aynı yönlü (pozitif) ilişki katsayıları bulunmuştur. Bulunan bu ilişki katsayıları istatistiksel olarak önemsizdir (zayıftır).

El arkası vuruş tekniğinde top hızı ile DP arasında, top hızı ile EO arasında, top hızı ile ES arasında aynı yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kas aktivasyonu arttığında top hızı da artmaktadır. Bu ilişki katsayıları istatistiksel olarak önemlidir. EO( $r=444$ ) ve ES ( $r=401$ ) kaslarına ait ilişki katsayıları küçük, PD ( $r=506$ ) kasına ait ilişki katsayısı ise orta kuvvettedir.

Servis vuruş tekniğinde top hızı ile TB ( $r=417$ ) kasına ait aktivasyon değeri arasında, top hızı ile AD ( $r=446$ ) kasına ait aktivasyon değeri arasında aynı yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Bu ilişki katsayıları önemli olmasına rağmen zayıftır. Top hızı ile Biceps brachii ve Pectoralis majör kasına ait aktivasyon değerleri arasındaki ilişki katsayısı ise zayıftır.

Vuruşlardaki ortalama top hızı değerleri ise servis vuruşunda 95,56 km/s, el önü vuruşunda 82,28 km/s el arkası vuruşta 71,04 km/s olarak ölçülmüştür.

Bu sonuçlara göre; el önü, el arkası ve servis vuruşunda kas aktivasyon değerleri ile top hızı arasında aynı yönlü ilişki bulunmuştur. Kas aktivasyonu ile top hızı arasında en yüksek korelasyon el arkası vuruşta posterior deltoid kasında olmuştur fakat bu korelasyon orta kuvvettedir. Vuruş teknikleri arasında en yüksek aktivasyon ve top hızı değerleri servis vuruşunda en düşük aktivasyon ve top hızı değerleri ise el arkası vuruş tekniğinde bulunmuştur. Sonuç olarak; Tenisteki bu üç vuruş tekniğinde kas aktivasyon değeri arttığında top hızının da arttığı bulunmuştur. El önü vuruşta BB ve AD, el arkası vuruşta PD, servis vuruşunda ise AD hareketin oluşumunda yüksek aktivasyona sahip kaslar olduğu bulunmuştur. Bu araştırmadan çıkan sonuçlara göre; Daha fazla kas grubunun harekete katılımı ve bu kasların aktivasyon değerlerinin artırılması ile teniste vuruş performansının geliştirilmesine katkı sağlanabilir. Sporcuların antrenman programları hazırlanırken kuvvet antrenmanlarına yeterince yer verilmesi ve özellikle üst ekstremitede kol ve omuz bölgesindeki deltoid, biceps ve triceps kaslarına yönelik çalışmaların yapılması sporcuların performanslarına olumlu katkısı olacaktır. Küçük yaştaki sporcuların teknik gelişiminin yanı sıra fizyolojik gelişim sürecinde bu kas gruplarının gelişimi ve sakatlıkları önleyici programların uygulanması sağlanmalıdır. Yeni yapılacak çalışmalara öneri olarak ;

Kas aktivasyonlarının karşılaştırılması amacıyla üst ekstremitte kasları ile birlikte gövde ve alt ekstremitte kasları da ölçülebilir. Yapılacak çalışmalarda tek bir vuruş tekniğinde daha fazla gönüllü ile çalışılıp, daha fazla kasın ölçümü ile daha detaylı sonuçlar elde edilebilir. Çalışmaya alınacak gönüllü grubunun profesyonel tenisçilerden oluşturulması tekniğin biyomekaniksel olarak doğru uygulanmasını ve çıkan sonuçların güvenilirliğini arttıracaktır.



## KAYNAKLAR

- Açıkada C, Ergen E. "Bilim ve Spor". Büro-Tek Matbaacılık, Ankara. 1990.
- Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi, Birinci baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Matbaası. 1982.
- Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi, İzmir, Ege Üniversitesi Matbaası. 1994.
- Arslan YZ. "İnsanın iki kolunun ortak hareketi esnasında oluşan eklem momentlerinin elektromyografi sinyalleri yardımıyla analizi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek lisans tezi, 2005; 59–70.
- Aydın SC. Tenise özgü 12 haftalık antrenman programının 11–14 yaş grubu bayantenisçilerin kondisyonel performansları üzerine etkisinin incelenmesi. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 2002.
- Bale P. Anthropometric body composition and performance variables of young elite female basketball players. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*. 1991;31(2):173-177.
- Barkhouse PE, Nandekar S.D. Recording characteristics of the surface electrodes, *Muscle Nerve*. 1994;17(11):1317-1323.
- Basmajian JV, Latif A. Integrated actions and functions of the chief flexors of the elbow, *J. Bone Joint Surg*. 1957;39,1106-1118.
- Blackwell J, Knudson D. Effect of Type 3 (Oversize) Tennis Ball on Serve Performance and Upper Extremity Muscle Activity, *Sports Biomechanics*. 2002;1(2):187–191.
- Bullock J, Boyle J, Wang MB. Fizyoloji, İkinci baskı, Saray Medikal Yayıncılık. 1994.
- Chandler TJ. Exercise Training For Tennis. Kentucky, Lexington Clinic Sports Medicine Center. 1995;14(1):33-36.
- Cerrah AO. futbolda farklı vuruş tekniklerinde kassal aktivasyonların ve top hızı izokinetik kuvvet ilişkisinin değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Yüksek Lisans Tezi, 2009;73–80.
- Cerny F, Burton H. Exercise Physiology for Health Care Professionals, *Human Kinetics*. 2001.
- Cerrah AO, Ertan H, Soylu AR. Spor Bilimlerinde Elektromiyografi Kullanımı. *Sportmetre: Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2010;8(2):43-49.
- Chow JW, Knudson DV, Tillman MD, Andrew DPS. Pre- and post- impact muscle activation in the tennis volley: effects of ball speed, ball size and side of the body, *Br J Sports Med*. 2007;41:754–759.

- Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Hartmann PE A. Metabolic Characteristic of Single Tennis. Science and Racket Sports. London: E & FN Sport. 1995;3-9.
- Chusid JG. Correlative Neuroanatomy ve Functional Neurology, Lange Medical, Californi. 1993; 17-18.
- Consolazio CF, Johnson RE, Pecora LJ. Physiological measurement of metabolic function in man, McGraw- Hill Book Company New york, 1963.
- Criswell E. Cram's Introduction to Surface Electromyography Second Edition , Jones and Bartlett Publishers. 2011.
- Crespo M, Miley D. Advanced Coaches Manual. Bahamas Canada, West Bay Street Nassau. 1998;1:149.
- Crocker PRE. Managing stres by competitive athletes: ways of coping. International Journal of Sport Psychology. 1992;23:161–175.
- Croisier JL, Camus G, Dupont GD, Bertrand F, Lhermerout C, Crielaard JM. Myocellular enzyme leak age, polymorphonuclear neutrophil Activation and delay edonsetmusclesoren essinduced byisokinetic eccentric exercise. Physiology and Biochemistry.1996;104(3):322–329.
- Çayır, H. Futbolcuların farklı vuruş tekniklerindeki kassal aktivasyonu ile top hızı arasındaki ilişkinin incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- Deliceoğlu G, Uca A, Akbaba Kİ. Teniste düz servis atışındaağırlık merkezindeki değişimin servis atış performansına etkisininincelenmesi,9. Uluslararası spor bilimleri kongresi. Nobel yayım dağıtım, Muğla,2006;1134–1137.
- De Luca CJA. Practicum on the Use of sEMG Signals in Movement Sciences. 2008.
- Dündar U. Antrenman teorisi, 4. Baskı, Ankara Bağırhan yayınları. 1998.
- Elliot B, Marsh T, Overheu P. The mechanics of the lendl and conventional tennis Forehands: A Coach's. 1988.
- Elliot B. Marsh T, Overheu P. Biomechanical comparasion of the multisegment and single unit top spin Forehand drives in tennis. International journal of sport Biomechanics. 1989;5,350–364.
- Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zengeroğlu AM, Ülkar B, Hazır T. Egzersiz fizyolojisi.2.basım, Ankara, Nobel yayınları. 2007;4–22.
- Ertekin C. Santral ve Periferik EMG Anotomi, Fizyoloji, Klinik, birinci basım, İzmir, MetaBasım Matbaacılık Hizmetleri. 2006.

- Enoka RM. Neuromechanical Basis of Kinesiology, Human Kinetics, United States of America. 1988;131-133.
- Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG, J Applied Physiology. 2004; 96: 1486-1495.
- Feneis H. Anatomi Sözlüğü, Beşinci basım, İstanbul, İnkılâp Kitapevi. 1989.
- Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The physiological basis of physical education and athletics, Nervous Control of Muscular Movement. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque. Iowa. 1988.
- Ganong WF. Tıbbi Fizyoloji. On dokuzuncu baskı, İstanbul. Barış Kitapevi. 1999.
- Gelen E. Tenis motor beceri öğretiminde çift ve tek taraflı öğretim metodlarının karşılaştırılması, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 1998.
- Gerleman DG, Cook TM. Instrumentation, In: Selected topics in surface electromyography focus in the occupational setting: expert perspectives. 1992.
- Griffit HW, Pederson M. Spor Sakatlıkları Rehberi, İstanbul, Birol Basın yayın ve Dağıtım. 2000.
- Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji, Onuncu Edisyon, İstanbul, Nobel Kitapevleri. 2001;68-73.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü, 2. Baskı, Ankara, Gazi Kitapevi. 2010;91-129.
- Günay M, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi, 1. Baskı, Ankara, Baran Ofset. 2001.
- Haşıl N, Ataç H. Tenis Alıştırma Örnekleri, Bursa. Akmat Akınoğlu Matbaacılık. 1998;10-17.
- Heimer S, Misigoj M, Medved V. Some anthropological characteristics of top volleyball players in SFR Yugoslavia. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 1988;28:200-208.
- Horst M. Sport physiologie, tropon Werke Köln- München. 1976.
- <http://www.bushnell.com/all-product/outdoor-technology/velocity-speed-gun>. 2013.
- <http://www.itftennis.com/technical/equipment/balls/history.asp/2012>.
- <http://www.isek-online.org> (The International Society of Electro physiology and Kinesiology).

<http://www.seniam.org/> (The European Recommendations for Surface emg).

Illye´S A, Rita MK. Comparative Emg analysis of the shoulder between recreational athletes and javelin throwers during elementary arm motions and during pitching, *Physical Education and Sport*. 2003;1(10):43–53.

Illye´s A, Rita MK. Shoulder muscle activity during pushing, pulling, elevation and overhead throw, *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15:282-289.

İlgi S, Yıldırım M. Gray’s Anatomi atlası, Güneş tıp kitabevi, 2006,115-118.

Jobe FW, Tibone JE, Perry J, Moynes D. An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching, *American Journal of Sports Medicine*. 1983;11(1):3-5.

Jones C. Adam Tennis, İstanbul, Adam Yayıncılık. 1984;13–15.

Kabasakal A. Tennis Nasıl Oynanır?, İstanbul, Morpa Kültür Yayınları. 2006; 69–70.

Katirji B. *Electromyography In Clinical Practice A Case Study Approach*, Second Edition, Mosby Elsevier, PA-USA. 2007.

Kandaz N. 2000 Wimbledon tenis turnuvası erkekler yarı final ve final maçlarında atılan servislerin istatistikî analizi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2001.

Kermen O. Tennis Teknik ve Taktikleri, 2. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım. 2002;58–75.

Kibler WB, Chandler TJ, Shapiro R, Conuel M. Muscle activation in coupled scapulohumeral motions in the high performance tennis serve, *Br J Sports Med*. 2007;41:745–749.

Knudson D, Blackwell J. trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands, *Int J Sports Med*. 2000;21:321–324.

Konrad P. *The ABC of EMG – A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. 2005;8–12.

Köksal BA., “İstatistik Analiz Metodları”, Çağlayan Kitabevi, İstanbul. 1995.

Li W, Sakamoto K. The influence of location of electrode on muscle fiber conduction velocity and EMG power spectrum during voluntary isometric contractions measured with surface electrodes, *Appl Human Sci*. 1996;15:25-32.

Merletti R, Parker P. *Electromyography*. Hoboken, NJ: Wiley, Canada. 2004.

- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper's Biochemistry, Twenty second edition, Appleton&Lange, San Mateo, CA/Norwalk,CT. 1991.
- Ng JK, Parnianpour M, Kippers V, Richardson CA. Reliability of electromyographic and torque measures during isometric axial rotation exertions of the trunk. *Clinical Neurophysiology*. 2003;12:114.
- Nikolic Z, Ilic N. Maximal oxygen uptake in trained and un trained 15 year old boys, *British Journal of Sport Medicine*. 1992;26(1):36-38.
- Oatis CA. Chapter 8 and Chapter 9 C.A. Oatis (Ed) *Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement* Lippincott Williams&Wilkins. 2004;112-185.
- Ollivier K, Portero P, Maisetti O, Hogrel JY. Repeatability of surface EMG parameters at various isometric contraction levels and during fatigue using bipolar and laplacian electrode configurations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15:466-473.
- Ozan H. *Ozan Anatomi*, Ankara, Nobel Tıp Kitabevi. 2004;103-143.
- Rahnama N., Lees A., Reilly T. "Electromyography of Selected Lower-Limb Muscles Fatigued By Exercise at The Intensity of Soccer Match-Play", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2005; 1-7.
- Ramsay JA, Bilimkie CJR, Smith K, Garner S, Macdougall JD, Sale DG. Strength training effects in prepubescent boy, *Medical Science in Sports and Exercise*. 1990;22(5):605-614.
- Roetert EP, Kovacs MS. *Tennis Anatomy*, Human Kinetics, Usa. 2011:5-7.
- Rota S, Hautier C, Creveaux T, Champely S, Guillot A, Rogowski I. Relationship between muscle coordination and forehand drive velocity in tennis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012;(22)294-300.
- Roy SH, De Luca CJ, Schneider J. Effects of electrode location on myoelectric conduction velocity and median frequency estimates. *Journal of Applied Physiology*. 1986;61:1510-1571.
- Samuel AA, Toriola AL. Effects of different running programmes on body fat and blood pressure in schoolboys aged 13-17 years. *The Journal of Sport medicine and Physical Fitness*. 1988;28(3),267-273.
- Sanchis-Moysi J, Idoate F, Olmedillas H, Guadalupe-Grau A, Alayon S, Carreras A, Dorado C, Calbet JAL. The upper extremity of the Professional tennis player: muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength, *Scandinavian J. Med. Science Sports*. 2010;20:524-534.

- Serper Ö. Uygulamalı İstatistik I, Ezgi Kitabevi, Bursa. 2000.
- Sevim Y. Antrenman Bilgisi. Ankara, Özkan Matbaacılık. 1995; 48.
- Seeley MK, Uhl TL, Mccrory J, Mcginn P, Kibler WB, Shapiro R. A comparison of muscle activations during traditional and abbreviated tennis serves, Sports Biomechanics. 2008;7(2):248-259.
- Silbernagl S, Despopulos A. Fizyoloji Atlası, Birinci baskı, Sermet Matbaası, İstanbul, 1985;32.
- Smith D, Wagner H, Quinney H, Sexsmith J, Steadvvard R. Physiological profiles of the Canadian Olympic hockey team. Canadian Journal of Applied Sport Science. 1982;7:142-142.
- Snell RS. Klinik Anatomi, Nobel Kitabevi. 2000:389-419.
- Soderberg GL. Recording techniques. In: Selected topics in surface electromyography focuse in the occupational setting: expert perspectives,. DHHS (NIOSH) Publication, USA. 1992;91-100,24-41.
- Solomon EP. İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş, Kas Sistemi, İkinci basım, İstanbul, Birol Basın Yayın ve Dağıtım. 1999.
- Staudenmann D, Kingma I, Stegeman DF, Van Dieen JH. towards optimal multi-channel emg electrode configurations in muscle force estimation: a high density EMG study, J. of Electromyography and Kinesiology. 2005;15:1-11.
- Tamer K, Ziyagil M.A, Yamaner F. Galatasaray ile Konyaspor profesyonel futbol takımlarının antropometrik özelliklerinin ve fizyolojik kapasitelerinin kıyaslanması. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 1992;8(1):161-167.
- Taner D. Fonksiyonel Anatomi: Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. Hekimler Yayın Birliği, 4.baskı, Ankara. 2009.
- Tennis Australia. Biomechanics: The semi western Forehand, Coaches rev. 1993;2,2-3
- Tortora JG. Principles of Human Anatomy, Third edition, Newyork. 1983.
- Unierzyski P. Influence of physical fitness specific tothe game of tennis, morphological and psychological factors on performance level in tennis in different age groups. Science and Racket Sports. London: E & FN Sport. 1995;61-68.
- Urartu Ü. Tenis Teknik, Taktik, Kondisyon, İstanbul, İnkılap Yayınevi. 1994.

- Yavuz B. 12-14 Elit kız ve erkek tenis oyuncularının morfolojik özellikleri ile motor performansları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. Marmara Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 1990.
- Pulman SL, Goodin DS, Marquinez AI, Tabbal S, Rubin M. Clinical Utility Of Surface EMG: Report Of The Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee Of The American Academy Of Neurology. 2000; 55(2), 171-177.
- Wei S-H, Chiang J-Y, Shiang T-Y, Chang H-Y. Comparison of Shock Transmission and Forearm Electromyography Between Experienced and Recreational Tennis Players During Backhand Strokes, Clin J.Sport Med. 2006;16:129–135.
- Weineck J. Sporda İşlevsel Anatomi, Sitoloji, İşlevsel ve Anatomik Açından Kuvvet, Ankara, Bağrgan Yayınevi. 1998;9–11,211–212.
- Weiss L, Silver JK, Weiss J. Easy EMG, First edition, Butterworth Heinemann, London. 2004.
- Wilmore JH, Costil, DL. Physiology of Sportand Exercise, Human Kinetics, Hong Kong. 2004; 45-53, 39-44.
- Yemeneci S. Kimya III, On birinci baskı, Ankara, Başarı yayınları. 1993.
- Zhou P, Rymer WZ. An evaluation of the utility and limitations of counting motor unit action potentials in the surface electromyogram, J. Neural Emg. 2004; 1,238–245.
- Zorba E. “Fiziksel Uygunluk”. Muğla, Gazi Kitabevi. 2001.

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
TIBBİ ARAŞTIRMA ETİK KOMİSYONU

Sayı: 826.

15.11.2011

Sayın Prof.Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU

Etik Komisyonumuza sunmuş olduğunuz **Tenisçilerin Temel Vuruşlarında Vuruş Kuvvetlerinin Top Hızına Etkisibaşlıklı** Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu 2011/392 Karar nolu Elektromiyografi ve fiziksel testler nitelikli araştırma projeniz: amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, OMÜ-TAEK yönergesine göre incelenmiş etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına; çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 29.09.2011 tarihli etik komisyonumuzda oy birliği ile karar verilmiştir

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Ecz. Güler KÖSEDAĞ  
Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu  
Başkan yardımcısı





## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ercüment ERDOĞAN

Doğum Yeri: Sivas

Doğum Tarihi: 1979

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu: Yüksek Lisans, Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2008.

Çalıştığı Kurum ve Yıl: Ordu Üniversitesi, Öğretim Elemanı, 2009- Devam Ediyor

E-posta: ercumenterdogan22@hotmail.com