

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

**FUTBOLCULARIN FARKLI VURUŞ TEKNİKLERİNDEKİ
KASSAL AKTİVASYONU İLE TOP HIZI ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hüseyin ÇAYIR

Samsun

Temmuz-2012

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

**FUTBOLCULARIN FARKLI VURUŞ
TEKNİKLERİNDEKİ KASSAL AKTİVASYONU İLE TOP
HIZI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin ÇAYIR**

**Danışman
Doç. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL**

**Samsun
Temmuz-2012**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
(Ünvanı, Adı Soyadı) (Üniversite)

Üye : Doç. Dr. Mehmet Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
(Ünvanı, Adı Soyadı) (Üniversite)

Üye : Doç. Dr. Mehmet EMİRZEOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)
(Ünvanı, Adı Soyadı) (Üniversite)

Tezin Adı: Futbolcuların Farklı Vuruş Tekniklerindeki Kassal Aktivasyonu İle Top Hızı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Tezi Teslim Eden : Hüseyin ÇAYIR

Tez Savunma Sınav Tarihi: 17/07/2012

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof.Dr.Süleyman KAPLAN
Enstitü Müdürü

TEŐEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca bilgi ve birikimiyle bana rehberlik eden ve yol gösteren tez danıőmanım Doç. Dr. M. Yalçın TAŞMEKTEPLİGİL'e verdiği destekten dolayı teőekkür eder saygılarımı sunarım.

Bu alıőma boyunca bana yardımcı olan değerli dostlarım Dr. Sinem YILMAZ'a ve Hamza KÜÇÜK'e; çalıőmamın her anında yanımda olan; çalıőmama ve bana katkısını göz ardı edemeyeceğim çok değerli dostum Aydın TÜRKOĞLU'na teőekkür ederim. EĞitim hayatıma baőladıĐım günden beri bana güvenen ve destek olan; maddi, manevi her türlü desteği sağlayan aileme teőekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

ÖZET

FUTBOLCULARIN FARKLI VURUŞ TEKNİKLERİNDEKİ KASSAL AKTİVASYONU İLE TOP HIZI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışmanın amacı futbolcuların farklı vuruş tekniklerinde kassal aktivasyonu ile top hızı arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Bölgesel amatör ligde oynayan 60 gönüllü futbolcu üzerinde yapılan çalışmaya yaş ortalaması (\bar{x}) $22,34 \pm 2,9$ boy ortalaması (\bar{x}) $176,3 \pm 4,3$ cm vücut ağırlık ortalaması ise (\bar{x}) $72,89 \pm 2,8$ ve antrenman yaşı $11,3 \pm 2,2$ olan futbolcular katılmıştır. Futbolcuların kassal aktivasyonunu ölçmek için ME6000 marka 16 kanallı Elektromiyografi (EMG) cihazı, vuruş sonrası top hızını tespit etmek için Bushnell Velocity Speed Gun (± 1 mil/s) marka radar özelliğine sahip cihaz kullanılmıştır. Kassal aktivasyon ve top hızı arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyon katsayısından yararlanılmıştır. Ayrıca elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, maksimum ve minimum değerleri) en küçük kareler yöntemine göre tahmin edilmiştir. Futbolcularda EMG ölçümü üç farklı teknikte (iç, iç-üst ve üst vuruş) topa vurdurularak Rectus Femoris (RF), Vastus Lateralis (VL), Vastus Medialis (VM) ve Biceps Femoris (BF) kasları üzerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda iç, iç-üst ve üst vuruş tekniğinde vuruş anında kassal aktivasyon arttıkça top hızının da arttığı görülmüştür. Ancak ayak içi vuruş tekniğinde, kullanılan kasların; vuruş anındaki aktivasyon değerleri incelendiğinde top hızına katkısı dikkate alınmayacak kadar az bulunmuştur. Ayak içi vuruş tipinin diğer iki vuruş tipine göre daha teknik bir vuruş olması ve öncelikli hedefin isabete dayanması nedeniyle topa hız kazandırma düşüncesinin ikinci plana atıldığı düşünülmektedir. Üç vuruş tipinde en yüksek aktivasyon değeri ayak üstü vuruş tekniğinde çıkmıştır. İncelenen kas gruplarının top hızına olan katkısının ayak üstü vuruş tekniğinde iç ve iç-üst vuruşlara oranla daha çok olduğu belirlenmiştir. Konuyla ilgili olarak daha fazla vuruş tekniği üzerinde araştırmalar yapılarak harekete katılan kaslarla top hızı arasındaki ilişki belirlenebilir.

Anahtar kelimeler: Top hızı, kassal aktivasyon, futbol, vuruş teknikleri, EMG

Hüseyin ÇAYIR, Yüksek Lisans Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Temmuz-2012

ABSTRACT

ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN THE BALL SPEED AND SOCCER PLAYERS' MUSCULAR ACTIVATION WITHIN DIFFERENT KICKING TECHNIQUES

The aim of this study is, investigating if there is a relation between the ball speed and soccer players' muscular activation within different kicking techniques. 60 voluntary football players who plays on regional amateur league whose mean ages were, 22.34 ± 2.9 , average height 176.3 ± 4.3 cm, average weight 72.89 ± 2.8 kg and training year was, 11.3 ± 2.2 participated to this study. For measuring the soccer players' muscle activation ME6000 EMG device with 16 channels and detecting the ball speed after the football players' kicking activation Bushnell Velocity Speed Gun, (± 1 mil/s) with radar feature, devices used. Pearson's correlation coefficient was used to determine the relationship between the ball speed and muscle activation. Also, descriptive statistics of the data obtained from the study (average, minimum and maximum values), is estimated according to the method of least squares. EMG measurements were made with 3 different techniques as inside of kick, innerside of instep and instep kicks on rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM) and biceps femoris (BF) muscles. As a result of this study, the speed of the ball seems to have increased when the muscle activation increased at the time of kicking the ball. However, with the inside of foot kick technique, when the activation values of muscles, used in the study was examined, ball speed was found to contribute less to be ignored. Because of the inside foot technique is more technical kick according to other two types of kicking technique and the main aim relies on kicking the target, it is considered that, the idea of gaining speed is relegated. The highest activation values of the three types of kicking technique, was instep foot shooting. It is determined that, examined muscle groups have more influence to the speed of the ball, on instep foot kick technique instead of inside of kick and innerside of instep techniques. On this subject, more extensive researches can make with different kinds of stroke techniques to determine the relationship between ball speed and the muscles involved to the movement.

Key words : ball speed, muscle activation, football, kicking techniques, EMG

Hüseyin ÇAYIR, Master Thesis

Ondokuz Mayıs University, Samsun, July-2012

KISALTMALAR

EMG	Elektromiyografi
BF	Biceps Femoris
VL	Vastus Lateralis
VM	Vastus Medialis
RF	Rectus Femoris
İE	İğne Elektrot
YE	Yüzeyel Elektrot
MİK	Maksimal İstemli Kasılma
AİV	Ayak İçi Vuruş
AİÜV	Ayak İç-üst Vuruş
AÜV	Ayak Üstü Vuruş
SPSS	Statistical Package For The Social Sciences (İstatistik Paket Programı)
RMS	Root Mean Square

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. GİRİŞ	1
Problem	5
Hipotezler	5
Sınırlılıklar	5
Varsayımlar	5
2. GENEL BİLGİLER	6
Elektromiyografi	6
Elektrot	8
Elektrot İmpedansları	10
Elektrot Yerleştirmek İçin Deri Yüzeyinin Hazırlanması	10
Deri Yüzeyinin Temizlenmesi	11
Elektrot Yerleştirirken Dikkat Edilmesi Gerekenler	11
EMG Sinyaline Etki Eden Faktörler	12
EMG İşaretlerinin Oluşumu ve Ölçülmesi	13
EMG Sinyalinin Analizi	15
Kas Sistemi	16
Kas Tipleri	17
Membran Potansiyelleri ve Aksiyon Potansiyelleri	18
Sinirlerde Membran İstirahat Potansiyeli	18
Sinir Aksiyon Potansiyeli	18
Aksiyon Potansiyelinde Reflakter Dönem	20
Aksiyon Potansiyelinde Eşik Değer	20
Aksiyon Potansiyelinde Ya Hep Ya Hiç Yasası	20
Sinir – Kas Kavşağı	20
Kas Kasılması	22

Kasılma Tipleri	23
Kas Hipertrofisi ve Kas Atrofisi	24
Çalışmada Kullanılan Kaslar	24
Çalışmada Kullanılan Vuruş Teknikleri	25
Biomekanik ve Aerodinamik Açından Topun Hızına Etki Eden Faktörler	26
3. MATERYAL ve METOD	28
Elektrotların Yerleşimi	28
EMG Ölçümlerinin Yapılması	29
Top Hızının Ölçümü	30
Topa Vuruş Teknikleri	30
Verilerin Analizi	30
İstatistiksel Analiz	30
4. BULGULAR	32
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	

1. GİRİŞ

Günümüzde de çok önemli bir yere sahip olan futbolun yüzyıllardır dünyadaki en popüler spor olduğu iddia edilmektedir (Masuda ve ark., 2005). Futbol dil, din, ırk ve cinsiyet ayrımı yapmadan her yaştan kitleleri peşinden sürüklemekte olup; insanların yediklerinden içtiklerine, kıyafetlerinden ayakkabılarına, saç şekillerinden kullandıkları parfüme kadar yön vermektedir. Futbol evrensel olarak bakıldığında her ne kadar bir spor branşı gibi görünse de herkes için farklı anlamlar taşıyabilmektedir. Simon KUPER'in "Futbol asla sadece futbol değildir" sözü ve Liverpool'un efsane teknik direktörü Bill SHANKLY'nin " Futbol bir hayat memet meselesi değildir, ondan çok daha önemlidir" sözü bunu açıkça ifade etmektedir. Her geçen gün spora ve sporcu performansına verilen önem arttıkça; futbolda başarı tesadüflere ve şansa bırakılmayacak kadar önemli bir yer edinmiştir. Futbolun dünyada önemli bir potansiyele ulaşmasıyla beraber futbolu daha da ileri seviyeye götürmek için bilimsel alanda yapılan araştırmaların sayısı her geçen gün artmaktadır (İmamoğlu ve ark., 2007). Spor kulüpleri ve teknik adamlar başarıyı arttırmanın yanı sıra sporcuların performanslarını en üst düzeye çıkarmak için gün geçtikçe bilimden daha fazla faydalanmaktadırlar. Özellikle futbola ve futbolculara olan yatırım arttıkça sporcu performansındaki beklentiler de artmaktadır. Futbolda takım performansının yanı sıra bireysel performansın da önemi çok büyüktür. Futbolda bir sporcudan iyi performans elde etmek antropometrik özellikler, kas kuvveti, çeviklik, esneklik, denge, psikolojik özellikler, aerobik uygunluk, koordinasyon, beceri ve oyun zekası (taktik bilgisi) içeren birçok faktöre bağlıdır (Reilly, 1996). Fiziksel uygunluğu yeterli olmayan sporcularda erken ortaya çıkan yorgunluk nöro-muskuler koordinasyonu bozarak teknik kapasiteyi düşürmekte bu da oyun içerisinde arzulanan taktiğin uygulanmasını güçleştirmektedir (Temoçin ve ark., 2004). Bu nedenle son zamanlarda dayanıklılık, kuvvet, kondisyon ve koordinasyon antrenmanlarına toplu çalışmalar dahil edilmektedir.

Her spor branşının kendine özgü kullanılan bir tekniği vardır. Futbolda topun da devreye girmesi ile teknik kapasitenin önemi daha da artmaktadır. Bir futbolcuda futbolun gerektirdiği motorik özelliklerin yanı sıra top tekniği de çok önemli bir yere sahiptir. Rakibin, baskının ve kuralların da devreye girmesi ile sporcuların beklenen performansa cevap verebilmesi için beceri (çalım gibi) seviyeleri de standartların üzerinde olmalıdır. Futbolcuların; baskı altında ve kurallar çerçevesinde topu rakibinden kurtarabilmeleri veya

topu planlanan taktik doğrultusunda hedefe ulaştırabilmeleri için iyi bir top tekniğine sahip olmaları gerekir. Top tekniği yeterli seviyede olmayan futbolcular veya takımlar müsabaka esnasında planlanan hedefe ulaşmada güçlük çekebilirler. Kullanılacak uygun bir pas takımının avantajı için bir gol pozisyonu olabileceği gibi kritik durumda yapılacak bir pas takımını zor durumdan kurtarabilir (Kurban, 2008).

Bir futbol maçı süresi içerisinde atılan tek bir pasla veya Őutla puanlar, Őampiyonluklar veya kupalar kazanılabilir ya da kaybedilebilir. Bu da futbolda topa ayakla vuruşun ne kadar önemli olduğunu bize göstermektedir.

Futbol müsabakası esnasında gözümüze ilk çarpan oyunun üstünlüğünü elde tutmayı sağlayan; pas becerisi ve oyunu kazanmak amacıyla futbolun nihai amacı olan gol atma becerisi için olan; Şut tekniği taktiksel anlamda iki önemli silahtır (Dünder, 1998). Gol atma becerisini gösterebilmek için pas yaparak, çalım atarak, Şut çekerek veya futbol oyun kuralları çerçevesinde vücudumuzun herhangi bir bölgesiyle topa hükmederek topu hedefe ulaştırmak gerekmektedir; bunun için gerekli olan teknik kapasite yeterli seviyede geliştirilmelidir. Top ile yapılan teknik çalışmalara önem verilmeli ve teknik çalışmalar arttırılmalıdır. Fiziksel olarak üst düzey sporcular bile eğer teknik olarak yetersiz ise topa yeteri kadar hükmedemezler ve hedeflenen sonuca ulaşamazlar. Müsabaka esnasında istenilen oyunu sergilemek ve planlanan oyun taktiğini uygulamak için belirli teknik kapasiteye sahip olmak gerekmektedir. Bir futbol maçı kazanmak için dayanıklılık, kuvvet ve çeviklik kadar bir futbol becerisi olan topa vurmada en az onlar kadar önemlidir. Topa vurma sıklıkla kullanılan en temel beceridir (Masuda ve ark., 2005). Futbolda en önemli becerilerden biri sayılan Şut atma veya pas becerisi skor yapmak içinde kullanılmaktadır (Kellis ve Katis, 2007). Kaleye giden iyi bir Őutla veya oyun içerisinde atılan iyi bir pasla gol atabilme becerisini göstermek için her zaman hazır ve gelişme halinde olunmalıdır. Kaleye atılan her Şut bir gol Őansı olarak kabul edilmektedir, bu da topa vuruş tekniğinin önemini göstermektedir. Futbol maçı esnasında rakip takıma oranla kaleye daha fazla Şut atan takım daha fazla gol atma Őansı yakalamaktadır ve bu da müsabaka esnasında daha fazla Şut atan takımın maçı kazanma Őansını arttırmaktadır (Kellis ve Katis, 2007). Bu nedenle gol atmak adına gerçekleştirilen Şut atma becerisi vuruş tekniğinin önemini yansıtmaktadır.

Futbol eğitiminde topa vuruş teknikleri sporcuya kazandırılması ve geliştirilmesi gereken ilk adım olmalıdır (Masuda ve ark., 2005). 5-7 yaş futbola başlama yaşı olarak en

uygun zaman olarak kabul edilmektedir. Gelişimin hızlı görüldüğü 4-6 yaş arasında başlayan vuruş tekniğindeki gelişim evresi 9-10 yaşlarına ulaşıldığında olgunluk düzeyine erişmektedir. Öğrenmenin güçleştiği ilerleyen yaşlarda yanlış öğrenilen vuruş tekniğini düzeltmek çok güçtür. Teknik becerilerin kazanıldığı kritik evrede vuruş tekniği otomatik hale getirilmelidir. Sporcunun yaşı ilerledikçe gelişim sağlamak gittikçe zorlaşmaktadır (Barfield, 1998).

Futbolda performans beklentilerinin artmasıyla yapılan bilimsel araştırmalar son zamanlarda artış göstermektedir. Spor bilimlerinde her geçen gün artarak kullanılmaya başlayan elektromiyografi (EMG) yöntemiyle analiz çalışmaları futbolda da yapılmaktadır. Futbolda bu çalışmaların (Dorge ve ark., 1999), (Cerrah, 2009) yapılmasının yanı sıra; okçuluk (Ertan ve ark., 2003), tenis (Adelsberg, 1986), voleybol (Salcı ve ark., 2004) ve yüzme (Kao ve ark.,1995) gibi branşlarda da yapılmıştır. (Cerrah, 2009).

Son yıllarda spor bilimlerinde giderek artan bu çalışmalar, bireysel sporlarda veya takım sporlarında branşın gerektirdiği veya özel beceri gerektiren tekniklerin uygulanması esnasında çalışan kas grubunda ortaya çıkan kasılma ve gevşeme mekanizmasının tespit edilmesi ile sakatlık oluşumu ve harekete özgü uygun tekniğin belirlenmesi gibi konuları içermektedir. Kas gücü ölçümleri ve futbol performansı arasındaki ilişki özellikle futbol antrenörlerinin ve hekimlerin ilgisini çekmektedir (Kellis ve Katis, 2007). Bu çalışmalardan elde edilen bu veriler;

- ✓ Çalıştırılmak istenen kasın tespiti ve antrene edilmesi,
- ✓ Teknik gelişimin değerlendirilmesi,
- ✓ Uygun antrenman programlarının oluşturulması,
- ✓ Sporcunun gelişiminin takip edilmesi,
- ✓ Yetenek seçimi amaçlarıyla kullanılabilir (Ertan ve ark., 2005).

Topa vurulduktan sonra topun maksimum hıza ulaşması beklenmektedir. Ancak topa vuruş esnasında aynı anda çalışan kaslarda meydana gelen aktivasyon topun hızını etkilemektedir. Vuruş esnasında agonist (hareketi gerçekleştiren) ve antagonist (zıt yönde çalışan) kasların aynı anda çalışması hareketin akışını etkilemektedir. Yani hem agonist hem de antagonist kaslar aynı anda kasılırlarsa eklem çevresinde birbirine zıt çalışan kuvvetler üretir. Antagonist kas gruplarının aynı anda çalışma oranı ne kadar fazla ise eklem çevresinde oluşan zıt kuvvet o kadar çok olmaktadır. Bu durum eklem etrafında

stabilizasyonu arttırabilir fakat üretilen hareketi kısıtlamaktadır ve segmental hareketin daha güçsüz olmasıyla sonuçlanmaktadır (Kellis ve Katis, 2007). Top hızıyla; diz ekstansiyon halindeyken azami konsantrik kuvvetiyle ve diz fleksiyon halindeyken eksantrik momenti arasında yüksek bir bağ bulunmuştur (Kellis ve Katis, 2007). Vuruş esnasında bacağı geriye savurma evresinde diz ekstansiyon kasları gevşemekte, fleksiyon kasları kasılmaktadır. Bacağı ileri savurma evresinde ise diz ekstansiyon kasları kasılmakta ve fleksiyon kasları gevşemektedir. Antagonist kas grubu hareket üretimini etkilemektedir. Antagonist kasların topa vuruş evresinin son bölümünde performansı kısıtladığı ve top hızının maksimum hıza ulaşmasını engellediği belirlenmiştir. De Proft ve ark., (1988) çalışmalarını bu gözlemlerle destekleyerek topa iyi bir vuruş yapmak için yüksek agonist düşük antagonist kas aktivasyonu gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir (Kellis ve Katis 2007).

Daha önce yapılan araştırmalarda elde edilen EMG verilerine göre elit ve amatör futbolcuların topa vuruş anında ortaya çıkan kasılma-gevşeme aktivasyonları arasında pek fark olmadığı görülmüştür. Buna dayanarak, üst düzey sporcularda oluşan vuruş farklılığı kasların düzenli bir sırayla kasılıp gevşemelerinden ziyade kaslar tarafından üretilen aktivasyonun büyüklüğünden kaynaklandığı söylenmektedir (Smith ve ark., 2002). Bu düşünceler göz önüne alındığında futbolcuların duran topa farklı vuruş teknikleri uygulayarak vuruş yaptıkları bacaklarında farklı kassal aktivasyon değerlerine sahip oldukları düşünülmektedir.

Bu çalışmada farklı vuruş teknikleri sırasında, profesyonel ve amatör futbolcuların rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM) ve biceps femoris (BF) kas gruplarında oluşabilecek kassal aktivasyonlarıyla top hızı arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde çalışmanın problem ve hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

Problem

Futbolcuların farklı vuruş tekniklerindeki kassal aktivasyonu ile top hızı arasında ilişki var mıdır ?

Hipotezler

1. Rectus femoris kasının aktivasyonu ile top hızı arasında ilişki vardır.
2. Vastus lateralis kasının aktivasyonu ile top hızı arasında ilişki vardır.
3. Vastus medialis kasının aktivasyonu ile top hızı arasında ilişki vardır.
4. Biceps femoris kasının aktivasyonu ile top hızı arasında ilişki vardır.
5. Top en yüksek hıza ayak üstü vuruş tekniğinde; en düşük hıza ayak içi vuruş tekniğinde ulaşır.

Sınırlılıklar

Bu çalışma 2011-2012 sezonunda Samsun Bölgesel Amatör Liginde oynayan 60 erkek futbolcu üzerinde yapılmıştır.

Varsayımlar

Sporcuların en iyi şekilde ısındığı ve maksimum vuruş performansı gösterdiği varsayılmıştır.

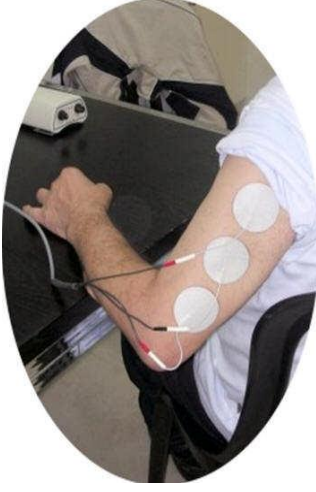
2. GENEL BİLGİLER

Elektromiyografi (EMG)

EMG insan hareketi ve nöromüsküler teşhis alanlarında kullanılmaktadır. Klinik nörofizyoloji ve elektrodiagnostik tıp (elektrik akımından faydalanılarak yapılan hasta tedavileri) alanlarında sık sık görülmektedir (Dick ve ark., 2000). Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. Kas içine veya kas yüzeyine uygun elektrot yerleştirilerek aksiyon potansiyellerinin oluşturduğu, zar potansiyelinde meydana gelen elektriksel değişikliklerin yazdırılmasına elektromiyografi (EMG) denir (Enoka, 1988). Bu işlem sonrasında kasın kasılması sonucu ortaya çıkan biyopotansiyel işaretler elektromiyogram olarak adlandırılır. Aksiyon potansiyelleri oluşurken akımın bir bölümü de deriye yayılır. Kas lifleri aynı anda kasılırsa, deride elektrik potansiyellerinin summasyonu çok büyük değerlere ulaşabilir. İğne elektrotlar istenilen kasın içine batırılarak veya yüzeysel elektrotlar deri yüzeyine uygulanarak (Şekil 1) EMG kaydı elde edilir (Chusid,1982).

Dainty ve Norman, (1987); Adams, (1991); Marshal, (1992)'a göre EMG, kasın fonksiyonu ve koordinasyonu ile ilgili çalışmalarda dinamik ve statik kas aktivitesi araştırılmasında (Clarys ve Cabri, 1993) kasta üretilen aksiyon potansiyellerin büyüklüğü ve tipini ölçmek için kullanılan, kas kasılması sırasında kasta üretilen elektriksel aktivitenin taranması ve kaydedilmesi esasına dayanan bir tekniktir (Zengeroğlu, 1997).

EMG kas kasılmasının başladığı andan itibaren hangi hareket sırasında hangi kuvvetle kasılma meydana geldiği; kasılmanın ne zaman başlayıp ne kadar sürdüğü ve ne zaman bittiği hakkında bilgi sağlar. EMG ile kas membranı boyunca meydana gelen elektriksel akımlar nakledilir. EMG sinyali genel olarak 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 üretimiyle ilgili bilgi içermektedir (Merletti ve Parker, 2004). Kısaca; EMG kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitelerin izlendiği ve yorumlandığı bir çalışma alanıdır. Çeşitli kassal aktivasyonların zamanlaması ve aktivasyon sırası hakkında bilgi vermektedir. Bu çalışma yüzeysel veya kas içi (iğneli) elektrot yardımı ile belirlenmektedir (Kreighbaum, 1990; Latash, 1998; Bartlett, 2008). Uzun yıllardan beri spor alanında çeşitli branşlarda ve çeşitli pozisyonlarda yapılan EMG çalışmaları son zamanlarda daha da artmıştır.



Şekil 1:Çeşitli EMG Ölçüm Düzenleri

EMG kullanımı “kas ne yapıyor?” temel sorusuyla başlamaktadır ve EMG’nin faydalarını şu şekilde sıralanmaktadır:

- ✓ Emg kaslara direk olarak bakmayı sağlar.
- ✓ Kassel performansı ölçmemizi sağlar.
- ✓ Herhangi bir sakatlık veya cerrahi operasyon sonrası karar vermeye yardımcı olur.
- ✓ Antrenman ve tedavi rejimini belirlemeye yardımcı olur.
- ✓ Sporculara kaslarını bulmada yardımcı olur ve gereken kasları antrene etmelerini sağlar.

- ✓ Ergojenik çalışmalarda kasların tepkisini görmemizi sağlar (Konrad, 2005).

Elektrot

Biyolojik işaretlerin vücuttan alınmaları sırasında ve vücut dokularına ölçüm amaçlı elektrik akımı verilirken vücut ile ölçme düzeni arasında iletişimi sağlamak amacıyla kullanılan araçlara elektrot denmektedir. Elektrotlar, iyon akımını elektron akımına veya tersi şekilde elektron akımını iyon akımına dönüştürerek bu işlemi gerçekleştirirler. Dönüştürme işlemi, elektrot metali ile elektrolitin temasta bulunduğu ara yüzeyde gerçekleşir (Bozkurt, 2007).

EMG işaretlerinin alınmasında iğne elektrotlar (İE) ve yüzey elektrotları (YE) olmak üzere iki tip elektrot kullanılır. EMG kayıt uygulamalarında yüzey elektrotlar kullanılmakla birlikte kas içine doğrudan girilmesi gereken durumlarda iğne elektrotlar kullanılır (Carr ve Brown, 2001). Kaslardaki sorunların tanısı için daha çok iğne elektrotlar tercih edilir. Tek bir kas fiberine batırılan iğne elektrot ile sadece o fibere ait potansiyel ve gürültü ölçülebilir iken, yüzey elektrotlarla yapılan ölçümlerde elektrotların yerleştirildiği bölgedeki örtüşmüş kasların gürültüsü ve potansiyellerinin ortalaması ölçülecektir.

Bununla birlikte yüzeydeki kasların faaliyeti alttan gelen bilgiyi maskeleydiğinden yüzey elektrotların sadece yüzeydeki kasların incelenmesinde kullanılması uygundur (Arslan, 2008). Elektrotların görevi iyon akımını elektron akımına çevirerek analiz gerçekleştirmek için bilgisayar monitörüne aktarmaktır (Bolayır, 2004).

a- Yüzeysel Elektrotlar

Yüzeysel elektrot kullanılarak kaslardaki sinyal frekans içeriği ve kas lifi iletim hızı gibi çeşitli değişkenler online olarak invaziv (cilt ya da mukozaya geçmeden tamamlanan tıbbi girişim) bir şekilde izlenebilmektedir (Zwarts ve ark; 2007). Bu elektrotlar EMG ölçümü esnasında deri yüzeyine yapıştırılarak kullanılır (Şekil 2). Altın ve alüminyum gibi maddelerin çok kolay polarize olması nedeniyle en çok kullanılan ve ideal olanı gümüş elektrotlardır. Yüzeysel elektrotların çapları 1 mm ile 20 mm arasında değişmektedir. Elektrotların boyutları iğneli elektroda göre büyüktür. Bu sebeple büyük kasların ölçümünde tercih edilmektedir. Çünkü küçük bir kasın aktivasyonu ölçmek istenirse kas küçük olduğu için elektrot yakınındaki diğer kaslardan da elektriksel sinyal alacaktır (Latash, 1998). Bunun sonucunda hatalı bir ölçüm gerçekleşecektir. İğne elektrotlarının aksine kolay ve acısız uygulanabilirliği nedeniyle EMG çalışmalarında en çok tercih edilen

elektrotlardır. Son yıllarda yapılan yoğun çalışmalar sonucunda, yüzeyel elektrotların kullanıldığı EMG sinyal ölçümlerinde elde edilen sonuçların doğruluğu neredeyse iğne kullanılanların ki kadar iyileştirilmiştir (Arslan, 2005). Herhangi bir tıbbi sertifika gerektirmeden uygulaması çok kolay ve basittir (Cerrah, 2009).



Şekil 2: Yüzeyel Elektrotlar

b- İğne Elektrotları

Ölçüm yapılacak olan kasa ince iğnelerin sokulması ve bu iğnelere bağlı kabloların sinyalleri iletmesiyle yapılmaktadır. İğneli elektrotla ölçüm genelde klinik testlerde kullanılmaktadır. İğneli elektrot yönteminde kas içine sokulan iğnenin çapı 1 mm'den azdır (Şekil 3). İğne elektrotlar tek motor ünitenin aktivitesini kaydedebilmektedir. Her bir motor ünite birçok kas lifinden meydana gelmektedir.

Kas liflerinin tamamı eş zamanlı olarak aksiyon potansiyeli üretmekte ve böylece elektrotlar tüm motor ünitenin aksiyon potansiyellerinin birleşimini toplamaktadırlar (Güngör, 2009). İğne elektrotunun batırılmasının ağırlı olması ve sterilizasyonu dezavantajlarıdır. Yüzeyel elektrota oranla daha derin de ve ulaşılması güç kaslara ulaşılabilir. Yüzeyel elektrot yöntemine oranla daha net ve doğru sonuçlar vermektedir. Son derece hassas ve duyarlıdır. Tıbbi uzmanlık sertifikası gerektirmektedir (Cerrah,2009).



Şekil 3: İğne Elektrotlar

Elektrot İmpedansları

Basit bir şekilde ifade edersek iki elektrot arasındaki impedans, bir elektrottan diğerine gönderilen dalgalı akıma gösterilen direnç olarak tanımlanabilir. Kayıtlar sırasında elektrot impedansları 5000 Ohm'dan düşük 1000 Ohm'den yüksek olmalıdır. Elektrotları yerleştirmeye gösterilen özen (cildin iyi temizlenmesi ve uygun miktar ve kalitede iletken jel kullanılması), ölçülen impedansları doğrudan etkiler. 1000 Ohm veya bunun altında çok düşük bir impedans da tercih edilmemelidir. Kayıt esnasında cildin alkol veya diğer temizleme maddeleriyle çok yoğun olarak silinmesi, cilt tahrişlerine neden olur bu da çok düşük impedanslara yol açar. Bu durumda birbirine yakın iki elektrot, daha yükseltece girmeden kısa devre yapabilir bunun sonucunda da kayıtların kalitesini bozabilir (Yurtsever, 2008).

Elektrot Yerleştirmek İçin Deri Yüzeyinin Hazırlanması

Elektrot yerleştirmek için deri yüzeyinin hazırlanması EMG sinyalinin kalitesini etkileyen çok önemli bir faktördür. EMG ölçümlerinin kalitesi uygun deri yüzeyinin hazırlanması ve elektrotların pozisyonlarına bağlıdır. Elektrotları sabitlemek ve düşük deri impedansını sağlamak için derinin temizlenmesi gerekmektedir (Konrad, 2005).

Deri Yüzeyinin Temizlenmesi

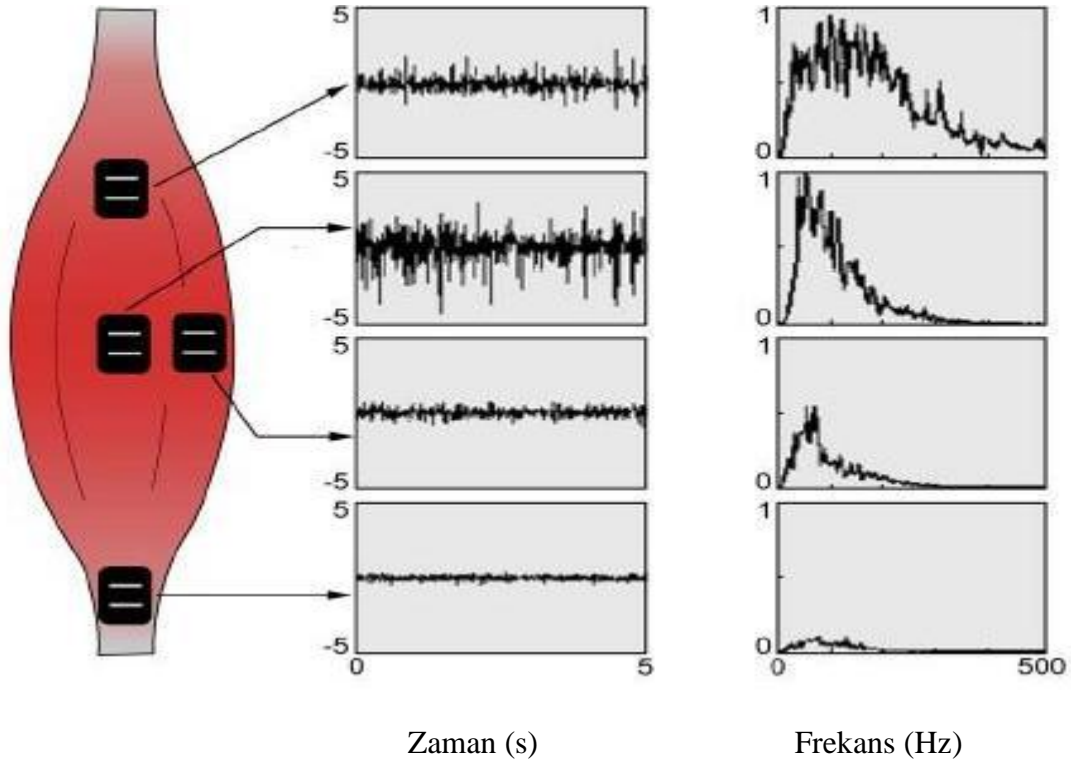
Deri yüzeyi temizlenip kurulandıktan sonra bir jilet yardımıyla kıllar deriden ayrılmalıdır. Kılların temizlenmesiyle elektrotların daha iyi yapışmasını sağlar; nemli ve terli ortamın oluşmasını engellenerek kastan gelen elektriksel aktivite daha iyi şartlarda kaydedilir. Daha sonra deriye zarar vermemeye özen göstererek ölü derinin yüzeyden ayrılmasını sağlamak için kese, zımpara kağıdı, yumuşak havlu ya da özel macunlar kullanılarak ölü deri ortadan kaldırıldıktan sonra deri yüzeyi alkolle temizlenerek kirden ve terden arındırılmalıdır. İletkenliği artırmak amacıyla ilgili bölgeye elektrolit olarak jel uygulanmalıdır. Uygun deri impedansının sağlandığını anlamak için bu işlemler sonrasında deri yüzeyi açık kırmızı renk almalıdır (Konrad, 2005).

Elektrot Yerleştirirken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Kastan gelen iletinin bilgisayar ortamına en iyi şekilde aktarılması için elektrot yerleşimi çok önemlidir. Elektrotların konumları, kaydedilen iletilerin kalitesini ve hatta varlığını doğrudan etkilemektedir. Ölçümler esnasında elektrotlar arasındaki mesafenin 1 cm olması önerilmiştir. Bu mesafe 1 cm'den kısa olursa frekans aralığında yüksek frekanslara doğru kayma meydana gelir, ayrıca sinyal amplitüdü azalır (Bolayır, 2004).

Ölçümler esnasında yerleştirilen elektrotların mümkün olduğunca her denek de aynı nokta üzerinde olması dikkate alınmalıdır. EMG ölçümlerinde kullanılan elektrotlar, sinyalin özelliklerini doğrudan etkilemektedirler. Ölçüm yapılan kasın EMG sinyali kaydedilirken, ölçüm yapılan kasa yakın kaslardaki elektrik aktivasyonu, gerçek sinyale karışabilir ve bunun sonucunda sinyalin özelliği bozulabilir. Bu durum yan ses olarak adlandırılır ve bu durumun ortaya çıkmasında, büyük yüzeye sahip elektrotların da etkisi vardır. Bu nedenle sağlıklı EMG sinyal ölçümü için elektrot yüzeyinin olabildiğince küçük tutulması uygulanan yöntemlerden biridir (Aydın, 2008).

Elektrotlar yerleştirilirken; elektrotların yapısına göre ve kasların üzerindeki deri yüzeyine göre dikkat edilmesi gereken noktalar vardır (Şekil 4): (1) Elektrotların, iki motor nokta arasına veya bir motor nokta ve tendon bağlantılarının ortasına yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. (2) Kasın uzunlamasına çizgisi boyunca da yerleştirilebilir. Elektrotun uzunlamasına olan eksenine ise kas fibrillerinin uzunlamasına eksenine paralel bir şekilde yerleştirilmelidir. (3) Referans elektrotu en uzak noktada bulunan elektriksel olarak nötr doku (kemik prominans) üzerine yerleştirilmelidir (De Luca, 2002).



Şekil 4: Farklı Bölgedeki Elektrotların Sinyal Üzerine Etkisi (De Luca, 1997)

EMG Sinyaline Etki Eden Faktörler

EMG sinyali kaydedilirken, sinyalin doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri, EMG sinyalindeki enerjinin, gürültünün enerjisine oranıdır (De Luca, 2002). Gürültü, EMG sinyalindeki istenmeyen elektriksel sinyal olarak tanımlanır. Gürültü çeşitli kaynaklardan meydana gelebilir. Her elektronik cihaz elektriksel bir gürültü oluşturur.

EMG sinyali kaydedilirken EMG sinyalini etkileyen ve istenmeyen elektriksel sinyal olarak tanımlanan gürültünün frekansı sıfırdan birkaç bin Hertz (Hz)'e kadar ulaşabilir. Bu gürültü tamamıyla engellenemez fakat yüksek kalitede cihazlar, zeki devre ve ileri tasarım teknikleri kullanılarak gürültü kirliliği seviyesi azaltılabilir. Elektrik güç hatları, lambalar, televizyon vb. cihazların her biri elektromanyetik radyasyon kaynaklarıdır. Gürültüyü, gerçek sinyalden ayırtırmak için kullanılacak filtreleme yöntemleri, sinyalin karakteristiğinin tam olarak belirlenmesini önleyici olabilir. Dolayısıyla EMG sinyalinin kaydedilmesi esnasında, sinyalin davranışını bozabilecek her türlü gereksiz filtreleme ve sinyal düzeltme işlemlerinden kaçınılması gerekmektedir (Arslan, 2005). EMG sinyaline etki eden bu gürültüye çeşitli kaynaklar sebep olur;

-Yan ses olarak adlandırılan ve ölçüm yapılan kasa yakın olan kaslarda meydana gelen aksiyon potansiyelleri (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),

-Ölçümler esnasında ortamda bulunan elektronik eşyalar,

-Hareket esnasında kablo ve elektrotun oynamasıyla oluşan istenmeyen sinyaller,

-Ölçüm yapılacak kasa uygun boyutta ve deri yüzeyinde doğru yere elektrot yerleştirilmesi,

-Elektrot-deri arasındaki yüzey ve elektrotları yükselticiye ulaştıran kabloların hepsi elektriksel gürültü oluşturabilirler (De Luca, 1997; Arslan, 2005).

EMG uygulamasından daha doğru ve hatasız sonuçlar almak için ölçümler yapılmadan önce;

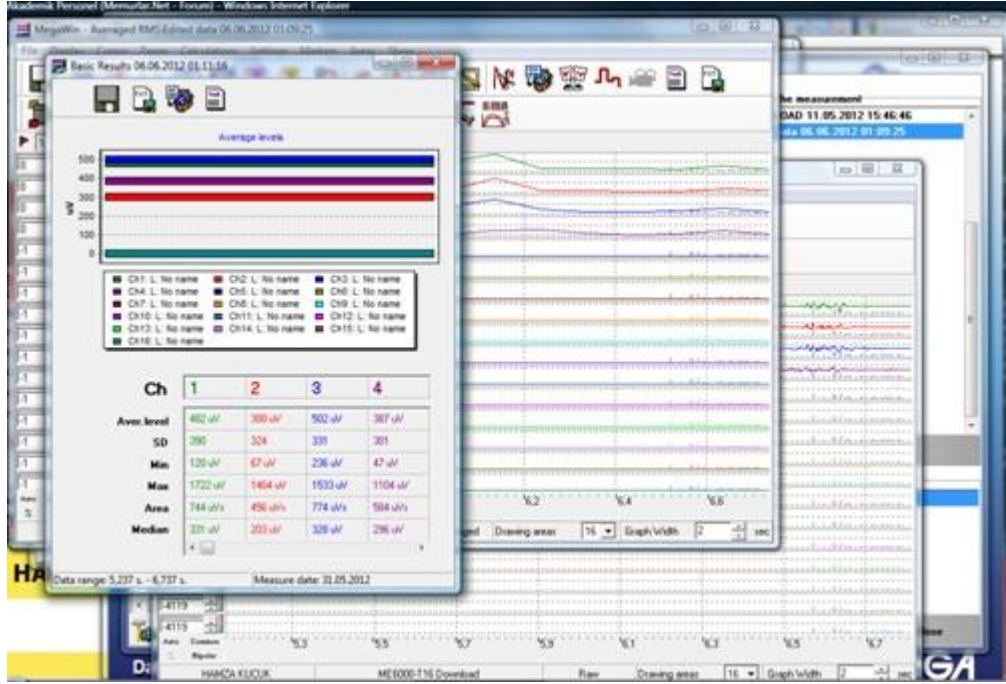
-Deri yüzeyi hazır hale getirilmeli (derinin temiz olması ve düşük deri impedansının sağlanması),

-Ölçüm yapılacak olan ortamın gürültüsüz olmasına dikkat edilmeli,

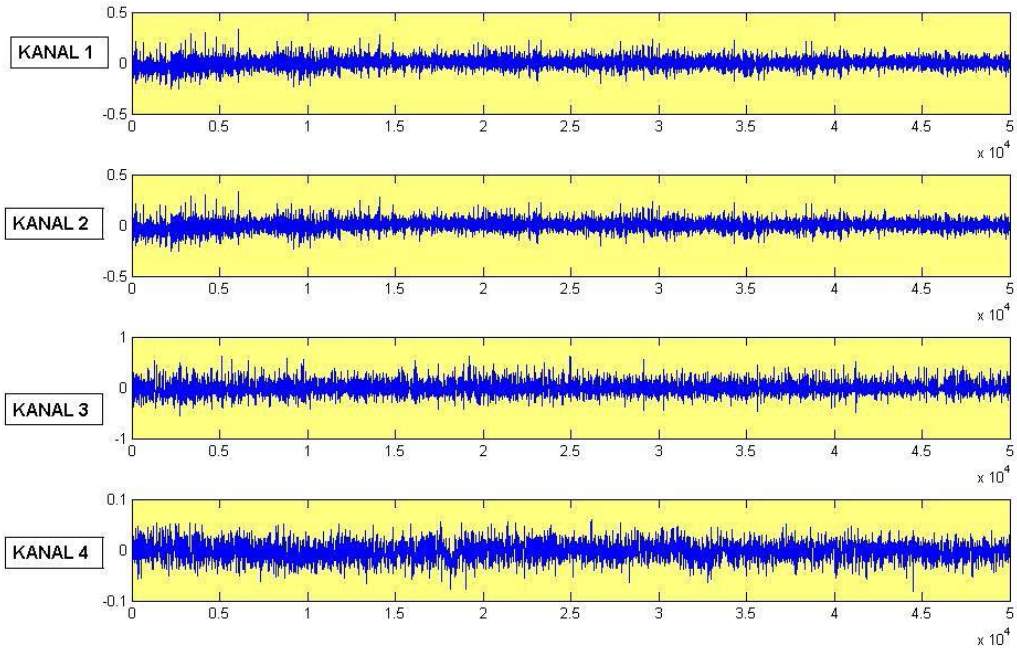
-Yapılacak olan ölçüme uygun elektrot seçilmeli ve deri yüzeyine elektrot yerleştirirken elektrotun doğru kasa yerleştirilmesine dikkat edilmeli (Konrad, 2005).

EMG İşaretlerinin Oluşumu ve Ölçülmesi

Bir kasın kasılmasıyla vücutta meydana gelen çeşitli elektrokimyasal olaylar sonucunda oluşan biyopotansiyel işaretlerin yazdırılması işlemine EMG denilmektedir (Şekil 5) (Bozkurt, 2007). Beyinden gönderilen elektriksel uyarıların sinirler yoluyla kasa iletilmesiyle istemli kas hareketleri ortaya çıkar. Kas liflerinin kasılmaları sinirler tarafından iletilen elektriksel uyarılar yoluyla gerçekleştiği gibi kasılmaları sonucunda da elektriksel işaretler doğmaktadır (Şekil 6). Bu işaretler iğne veya yüzey elektrotları yardımıyla ölçülür (Carr ve Brown, 2001; Webster, 2010).



Şekil 5: EMG İşaretlerinin Yazdırılma İşlemi



Şekil 6: Başparmağın Fleksiyon Hareketine Karşılık Gelen EMG İşaretleri (Yazıcı, 2008)

EMG Sinyalinin Analizi

Üzerinde hiç bir işlem yapılmamış EMG sinyalinin “raw EMG” (ham veri) olarak tanımlanır (Konrad, 2005). Ham verilerin üzerinde herhangi bir işlem yapılmadığı için çevredeki elektriksel cihazlardan kaynaklanan gürültüleri de içermektedir. EMG verilerinde hata oluşmasına sebep olan bu gürültüler nedeniyle veriler üzerinde düzeltme yapılarak analiz edilmektedir (Cerrah, 2009). EMG sinyali, genliği rastgele negatif ve pozitif değerler alarak, zamana ve kuvvete bağlı olan bir sinyaldir (Arslan, 2005). EMG sinyal analizi için yaygın olarak kullanılan yöntemler;

a- Kesit Alma

Analiz yapılacak verinin tüm EMG verisi içerisinde belli bir kısmının alınmasıdır. EMG verilerinin belirli bir anın öncesi ve sonrası olarak ikiye ayrılması gerekebilir. Kesintisiz kaydedilmiş olan bu veriler gerektiğinde belirli bir anın öncesi ve sonrası olarak ayrılabilirler.

b- Rektife Etme

Kesiti alınan veri işleme aşamasına gelmektedir. Rektifikasyon işlemi, sinyalin sadece pozitif kısımlarının değerlendirilmesidir (Konrad, 2005). Bu bölümde önce verinin dalga akımdan doğru akıma dönüştürülmesi yani negatif işaretlerin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu işlemde verinin büyüklüğü değişmemekte sadece yönü değişmektedir. Rektifikasyon yapılmazsa negatif zirve değerler ile pozitif zirve değerlerin toplamı sıfıra eşit olmaktadır. Bu aşamada negatif veriler pozitif hale getirilmektedir (Schwartz ve Andrasik, 2003).

c- İntegrasyon

Rektifikasyonu alınan verilerin işleme sokulup değerlendirilebilmesi için verilerin ortalamalarının alınması anlamına gelmektedir (Güngör, 2009). Farklı amaçlar için kullanılan iki tür integrasyon işlemi bulunmaktadır. Birincisi; eğer EMG verisinin tamamının yerine mikro yapısına bakılmak isteniyorsa “lineer zarf” hesaplaması yapılır. EMG zarf analizi birkaç 10 milisaniye gibi küçük zaman dilimlerinin integrasyonu anlamına gelmektedir. İkincisi; belirli bir zaman dilimi içerisindeki tüm kas aktivitesi miktarı ölçülmek istendiğinde kullanılan integrasyon işlemidir (Latash, 1998).

d- Normalizasyon

EMG verisinin bireyler arasındaki kassal aktivasyon düzeylerini karşılaştırmak için kullanılan bir analiz yöntemidir. En çok kullanılan yöntem izometrik maksimal istemli kasılmayı (MİK) referans olarak kullanmaktır. MİK kalitesi ve miktarı zaman zaman değişebilir olmasına rağmen, Vitaasalo ve Komi, (1975) MİK kullanılmasını standardize etmek için kabul edilebilir olduğunu ifade etmektedir.

MİK ölçümü alınarak kasılan kasın kendisine ait maksimal istemli kasılma değerinin % kaçını ile harekete geçtiği bilinebilmektedir. Yapılan bu işleme normalizasyon denmektedir. EMG sinyalleri elektrotların hafif yer değişikliği, doku özelliklerindeki farklılık, dokunun ısı değişikliği sebebiyle değişebilir. Buna bağlı olarak kasların aksiyon potansiyelleri karşılaştırılırken yanlış mutlak değerlere ulaşılabilir. Bu nedenle normalizasyon prosedürü her özel testte uygulanmalıdır (Le Veau ve Andersson, 1992).

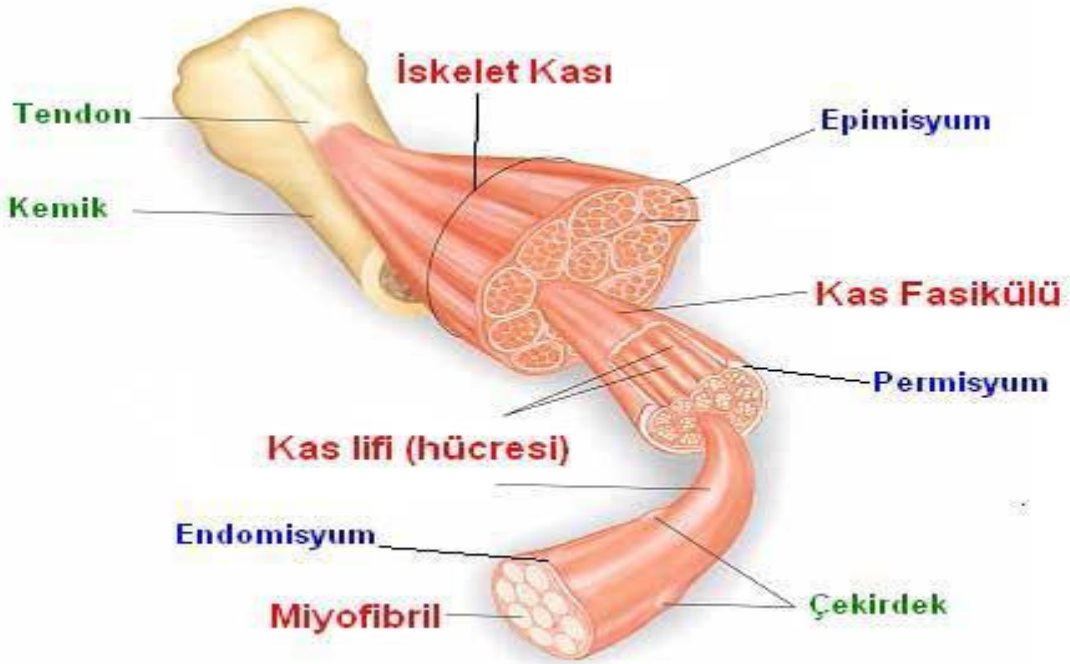
Kas Sistemi

Yetişkin bir insanda altıyüzün üzerinde kas bulunmaktadır (Brooks ve ark. 2000). Bir kas, kas lifi veya fibril adı verilen proteinlerden oluşur (Sönmez, 2002). Kaslar ve kemiklerin bir araya gelmesiyle kas-iskelet sistemi oluşur. Kaslar insan vücudundaki bütün hareketleri sağlayan temel yapılardır. Vücudumuzdaki en çok enerji sarf eden organ olan kaslar; kasılma gücü sayesinde bir hareketin başlaması veya sürmesini sağlayan dokudur. Yaklaşık olarak vücut ağırlığının %45'ini kaslar oluşturmaktadır (Basmajian, 1975).

Her kas lifi endomisyum adı verilen bir bağ doku ile çevrilidir. Kas lifleri, fasikulus ismini alan demetler halinde bir araya gelirler. Her fasikülü yine bağ dokusundan yapılmış çevreleyen zara perimisyum ve kasın tamamını çevreleyen fibröz bağ dokudan oluşan dokuya epimisyum denmektedir. Epimisyum, perimisyum ve endomisyum birbirinin devamı şekindedirler ve bağ dokular birleşerek kası kemiğe bağlayan tendonun bağ dokusu ile devam ederler (Şekil 7). Tendonlar kasların sonlandığı ve kemiklere bağlandığı yerlerdir (Sönmez, 2002).

Kas hücrelerinde, kimyasal enerjinin mekanik işe dönüştürülerek belli bir yönde kılma (kontraksiyon) sağlanması için özel yapı değişiklikleri vardır. Kılmanın yeterli derecede olabilmesi için kas hücrelerinin biçimi ince uzundur. Bu nedenle kas lifi olarak da anılırlar. Liflerin kasılıp şişmesi ile kas kasılması meydana gelir. Besin, kaslara kan damarları ile uyarı ise sinirler aracılığıyla götürülür. Kaslar çizgili, düz ve kalp kası olmak

üzere üçe ayrılır (Webster, 2010). Bu üç kas tipinin ortak özellikleri olmasına karşın farklılık gösterdikleri bazı noktalar da vardır. Örneğin; kasılma olayı her birinde aynı iken kasılma hızı, kasılmanın süresi ve çalışma alanları farklılık gösterir. Her tip kas özellikle yaptığı işe odaklanmıştır. Böylece vücudun her bir özel kası, hem yapı hem de fonksiyon olarak yaptığı işe uyum sağlamıştır (Jonsson, 1973; Guyton, 1996; Murphy, 1998).



Şekil 7: Kas Lifi ve Bağlantıları

Kas Tipleri

a- Çizgili Kaslar

Çizgili kaslar merkezi sinir sistemi tarafından yönetilen istemli hareket kaslarıdır (Taşan, 2008). Düz kasa oranla daha hızlı kasılırlar. İskelet kaslarıdır ve çok enerji harcarlar. Yürüme, koşma, el çırpma gibi becerileri yerine getirmek için gerekli olan boyun, kol, bacak, parmak gibi organlarımızı hareket ettirmemizi sağlarlar ve kasılmaları güçlüdür.

b- Düz Kaslar

Düz kaslar istemsiz hareket kasları olup sindirim sistemi, idrar yolları, kan damarları etrafında özellikle içi boş olmak üzere birçok organda bulunur. Lifleri kısadır. Otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik kolları altındadırlar (Webster, 2010). Kırmızı renklidirler ve kullanılarak yorulmazlar.

c- Kalp Kasları

Kalp kasları çok gelişmiş istemsiz kaslardır. Kalın ve kısa liflerden meydana gelen çok yoğun bir ağ gibidir. Sinirsel uyarı olmadan kasılabilirler. Sinirsel uyarı kasılma zamanını etkiler (Taşan, 2008). Kalp kası yapı bakımından çizgili kasa benzese de çalışması çizgili kas gibi isteğimizle değil, istemsiz çalışır. Kas dokusu, vücudun hareketini sağladığı için diğer dokulara oranla daha fazla oksijene ve enerjiye ihtiyaç duyar. Kalp kasında çekirdekler ortadadır ve kas lifleri iskelet kasındaki gibi düz lifler şeklindedir.

Membran Potansiyelleri ve Aksiyon Potansiyelleri

İnsan vücudunun tüm hücrelerinde membranın iki tarafı arasında elektriksel bir potansiyel bulunmaktadır. Sinir ve kas hücreleri gibi bazı hücreler bu elektriksel potansiyelin yanında ‘uyarılabilir’ yani membranlarında elektrokimyasal impulslar (uyarı) meydana getirebilirler ve bu impulslar membran boyunca sinyallerin iletilmesinde aracı olmaktadır (Guyton ve Hall, 2001).

Sinirlerde Membran İstirahat Potansiyeli

Vücudumuzdaki kalın sinir liflerinin uyarının olmadığı zamanlardaki istirahat potansiyeli yaklaşık -90 milivolttur. Bu lifin içindeki intraselüler potansiyelin lifin dışındaki extraselüler sıvıdaki elektriksel potansiyele göre 90 mv daha negatif olduğu anlamına gelmektedir. Bunun sebebi hücre membranındaki aktif sodyum-potasyum (Na-K) pompasından kaynaklanır. Bu pompa hücre dışına 3 Na^+ , hücre içine 2K^+ atar. Hücre membranının içi negatif yüklenir ve hücre membranındaki kanalların potasyum geçirgenliği Na^+ ’a oranla 100 kat daha fazla olduğu için hücre içine K^+ girişi olmaktadır. Bu durum istirahat halindeki sinir lifinde büyük bir konsantrasyon gradyanı yaratmaktadır (Guyton ve Hall, 2001).

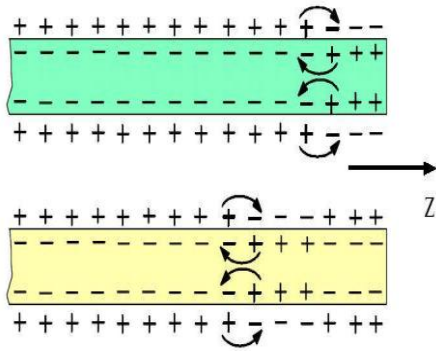
Sinir Aksiyon Potansiyeli

Vücudumuzdaki sinir liflerindeki sinir sinyalleri, membran potansiyelinde saniyenin onbindebiri kadar kısa sürede oluşan aksiyon potansiyelleri ile iletilmektedir.

Her bir aksiyon potansiyeli istirahat negatif potansiyelden pozitif membran potansiyeline ani ve hızlı bir değişme ile başlamaktadır ve neredeyse aynı hızla tekrar negatif potansiyele dönmektedir (Şekil 8). Aksiyon potansiyeli birbirini izleyen 3 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla istirahat dönemi, depolarizasyon dönemi ve repolarizasyon döneminden oluşmaktadır.

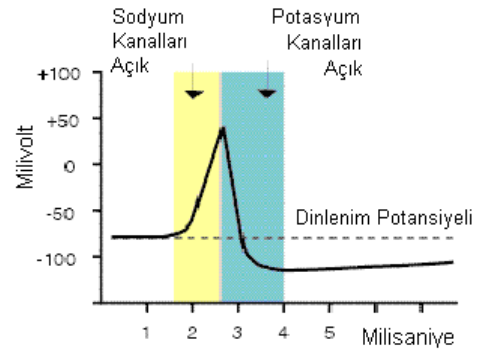
Sinir membranında aksiyon potansiyeli oluşmadan önce istirahat potansiyeli -90 milivolt olan döneme sükun dönemi denmektedir ve bu dönemde membran potansiyelinin negatif olmasından dolayı membran “polarize” durumdadır. Sinir lifi uyarıyla karşılaştığında membran aniden Na’a karşı geçirgen hale gelerek çok büyük miktarda pozitif yüklü Na iyonunu aksonun içine alınmasına neden olmaktadır. İstirahat durumunda olan membrana aniden sodyum iyonu girmesiyle -90 mv’luk polarize olan durum potansiyelin pozitif yönde yükselmesiyle hızla kaybolmaktadır. Bu duruma “depolarizasyon” denmektedir. Membran potansiyeli genellikle -90 mv’tan sıfır düzeyini aşarak pozitif hale gelmektedir.

Membranların Na’a geçirgenliği çok arttıktan sonra saniyenin onbinde biri kadar kısa sürede Na kanalları kapanarak K kanalları normaldeki durumundan daha da fazla açılmaya başlamaktadır (Şekil 9). K iyonunun hızla dışarı çıkmasıyla negatif membran istirahat potansiyelinin yeniden oluşması sağlanmaktadır ve bu olaya repolarizasyon denmektedir (Guyton ve Hall, 2001).



Şekil 8: Aksiyon Potansiyelinin Yayılması

(MEB, 2007)



Şekil 9: Aksiyon Potansiyeli

(<http://docs.google.com>, 2011)

Aksiyon Potansiyelinde Reflakter Dönem

Sinir lifi bir aksiyon potansiyeli ile depolarizeyken başka bir aksiyon potansiyeli gelip depolarizasyon oluşturamamaktadır. Bu döneme reflakter dönem denmektedir (Guyton ve Hall, 2001).

Aksiyon Potansiyelinde Eşik Değer

Aksiyon potansiyelinin oluşması için sinir lifine giren Na^+ iyonlarının sayısı liften çıkan K iyonları sayısından fazla olmalıdır ve aksiyon potansiyelinin gelişmesi için -90 mv olan istirahat membran potansiyeline genellikle 15-30 mv'luk ani bir yükselme gerekmektedir. 15-30 mv'luk yükselmeye -90 mv'dan -65 mv'a ulaşan potansiyel değerleri aksiyon potansiyelinin gelişmesine neden olmaktadır. Bu yükselmenin sonucunda oluşan -65 mv'luk değere uyarının eşik değeri denir (Guyton ve Hall, 2001).

Aksiyon Potansiyelinde Ya Hep Ya Hiç Yasası

Sinir lifinin herhangi bir bölgesinden aksiyon potansiyeli oluşmuşsa bu depolarizasyon tüm membranlara ve tüm uyarılabilen dokulara yayılabilir; eğer koşullar uygun değilse yayılamaz. Aksiyon potansiyeli yeterli voltaj yaratamayan noktaya gelirse depolarizasyon durmaktadır ve bu duruma ya hep ya hiç yasası denmektedir (Guyton ve Hall, 2001).

Sinir – Kas Kavşağı

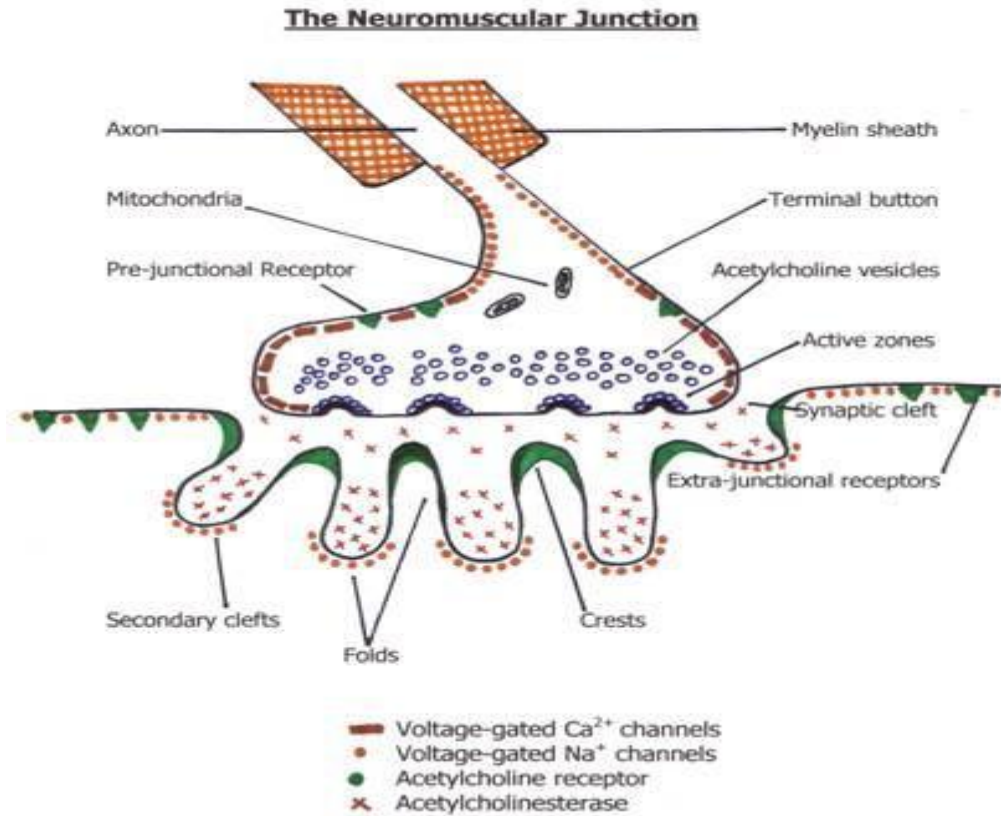
İskelet kasları omuriliğin ön boynuzundan çıkan kalın miyelinli sinir lifleri ile uyarılmaktadır. Sinir ucu, kasın ortasına yakın bir yerde kas lifiyle bağlantı yapmaktadır ve buna sinir-kas kavşağı denmektedir (Şekil 10). Kas liflerinin yaklaşık olarak yüzde ikisi dışında her bir kas lifinde bir sinir kas kavşağı bulunmaktadır. Sinir lifi kas lifinin içine doğru ilerlemektedir fakat lifin plazma membranının dışında kalmaktadır. Bu yapıya motor son plak denmektedir.

Motor son plaktaki membran invajinasyonuna sinaptik oluk (çukur); lif membranı arasındaki boşluğa sinaptik yarık denmektedir. Sinaptik olukta yüzey alanını genişletmek için kas membranının yaptığı çok sayıda kıvrımlar bulunmaktadır. Sinir terminalinde mitokondri denilen çok sayıdaki organel asetilkolin sentezi için gerekli enerjiyi sağlamaktadır.

Sinir aksiyon potansiyeli sinir-kas kavşağına ulaştığında yaklaşık 125 tane asetilkolin vezikülü terminalden sinaptik aralığa boşaltılmaktadır; bu salınma ekzositozla

olmaktadır. Kas membranında bulunan asetilkolin reseptörleri iki adet alfa ve birer adet beta, gama, delta denilen 5 proteinden oluşmaktadır. Bunların yan yana gelmesiyle bir tübüler kanal oluşmaktadır. Asetilkolin reseptörünün alfa ünitesine 2 tane asetilkolin molekülü bağlanır ve bunun sonucunda kanal açılmaktadır. Kanalin açılmasıyla kas içine Na iyonu başta olmak üzere diğer pozitif yükler de girerek kasta aksiyon potansiyelini oluşturmaktadır.

Aksiyon potansiyeli kas membranında yayılarak sarkoplazmik retikulumdaki kalsiyum (Ca) iyonlarının sarkoplazmaya aktarmaktadır. Ca iyonunu troponin algılayarak aktin iplikçığının üzerindeki kasılma için aktif bölgeleri açığa çıkarmasıyla kasılma başlamaktadır. Kasılmanın bitmesi için sarkoplazmdaki Ca iyonunun sarkoplamik retikuluma geri alınması ve depolanması gerekmektedir. Sinaptik aralıkta kaldığı sürece kas kasılmasına neden olan asetilkolin asetilkolinesteraz denilen enzim ile yıkılmaktadır ve kasılma yeni bir uyarıya kadar son bulmaktadır (Guyton ve Hall, 2001).



Şekil 10: Sinir Kas Kavşağı

Kas Kasılması

Kas lifleri normal koşullarda motor sinirlerinden gelen uyarılarla kasılmaktadır ve elektrik akımı gibi bir uyarıya yanıt vermektedir. Kasın kasılması, boyunun sabit kalıp sadece şişmesi şeklinde statik (izometrik) veya hem boyunun uzaması hem de şişmesi şeklinde (izotonik) olabilmektedir. Kasa bir uyarı geldikten sonra bir zaman gecikmesi ile (latent period) önce kasılma sonra gevşeme oluşmaktadır (Webster, 2010). Kasılma çok sayıda aktin ve miyozinin birbiri ile etkileşimleri sonucunda kasta kuvvetin meydana getirilmesini ifade etmektedir. Motor sinirden çıkan bir sinir uyarısı, kas hücresine ulaştığında asetilkolin adı verilen (sinir uçlarından salgılanan ve uyarıların diğer dokuya geçmesini sağlayan kimyasal madde) nörotransmitter serbest bırakılır ve bu uyarı kas lifinin sarkolemmasında depolarizasyon (aksiyon potansiyelleri) meydana gelmesine neden olmaktadır (Sönmez, 2002).

Miyozin filamentlerinin çapraz köprüleriyle aktin filamentlerinin etkileşmesi sonucu gelişen mekanik, kimyasal ya da elektrostatik kuvvetler aktinin miyozin içinde kaymasını sağlayarak kontraksiyon denilen kasılmayı meydana getirmektedir. Kas lifi boyunca uzanan retikülümden lif içine kalsiyum (Ca^{++}) boşalarak sarkoplazmik sıvıya geçen Ca^{++} , miyozini aktive etmektedir ve bu sayede kasın aktin ve miyozin filamanları birbirine yaklaşmaktadır ve gerekli olan enerjiyi ATP sağlamaktadır. ATP'nin ADP ve P'ye ayrışması ile büyük miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Aynı anda kas lifi membranı (sarkolemma), Na^{+} ve K^{+} için geçirgen hale gelmektedir; Na^{+} hücre içine girmektedir ve K^{+} dışarı çıkmaktadır. Ca^{++} un açığa çıkmasıyla da troponin ile birleşir ve filamanlar arasında bir etkileşim meydana gelerek aktin filamanları çapraz köprüler vasıtasıyla miyozin filamanları arasına çekilmektedir; yani filamanlar üzerinde kaymaktadır. Bu nedenle de kayan filamanlar teorisi diye adlandırılmaktadır. Kasılmaya neden olan uyarının kalkmasıyla Ca^{++} , sarkoplazmik retikülüm içine geri pompalanmaya başlamaktadır ve filamanlar eski haline dönmesiyle kasılma ve gevşeme tamamlanmaktadır.

Kasılma sonucunda meydana gelen kuvvet ile bir yük kaldırmak, vücudun dik durmasını sağlamak, organları hareket ettirmek, sabit bir cismi itmek gibi gerçekleştirilen hareketler genellikle dinamik ve statik kas çalışması olarak iki ana grupta toplanmaktadır. Dinamik çalışmalar hareket etmeyi gerektirdiğinden dolayı eklem açıları değişebilmektedir. Eklem açılarında ki bu değişiklikten dolayı kaslar gerilir ve dolayısıyla

kas boyunda bir değişiklik olmaktadır. Statik çalışmada ise eklemlerin eklem aıalarında bir değişiklik meydana gelmediği için kas boyunda da bir değişiklik olmamaktadır.

Dinamik ve statik kuvvetlerin oluşması sonucunda vücutta farklı kasılma türleride meydana gelmektedir. Kasın boyunda; dış yüklenmelere, aktivitenin yönüne ve büyüklüğüne bağlı olarak kısıalma olabilir, aynı uzunluğunda kalabilir, veya kasılma süresince kasın boyunda bir uzama meydana gelebilmektedir (Jones ve ark., 1986).

Kasılma Tipleri

a- İzometrik Kasılma

Kas lifinin uzunluğunda herhangi bir değişiklik olmadan ve bu şekilde kuvvetin ortaya çıkmasıyla görülen statik bir kasılma şeklidir (Sönmez, 2002). İzometrik kas kasılmasında oluşan dış direnç kasın ürettiği i gerilimden fazla olduğu için kas boyunda ve eklem açısında değişiklik olmadan kasın gerilimi artmaktadır. İzometrik kas kasılmasında herhangi bir hareket söz konusu olmamasına rağmen bu kasılma görülmektedir (Sarsılmaz, 2000).

b- İzotonik Kasılma

Kasın boyunda bir değişim olduğu ve gerilimin sabit kaldığı dinamik kasılma şeklidir. İzotonik kasılma ikiye ayrılmaktadır.

-Konsantrik Kasılma

Konsantrik kasılmayı basit bir şekilde ifade edersek, kasılma esnasında kas kısalması olarak tanımlayabiliriz (Akgün, 1992). Konsantrik kasılma esnasında kas kuvvet üretirken eklem açısı küçülür, kasın boyu kısalır. Örneğin; elimize aldığımız bir ağırlıklı dirsek eklemimize fleksiyon hareketini uyguladığımız sırada dirsek bölgesini önden kat eden biceps kasında bir kısalma olmaktadır ve konsantrik kasılma meydana gelmektedir (Ergen, 2007).

-Eksantrik Kasılma

Eksantrik kasılma; kasılma esnasında kaslarda uzama olarak tanımlanmaktadır. Kasılma esnasında eklem açısı büyürken kas boyu uzadıkça gerim artmaktadır. Kuvvet gelişimi diğer kasılma tiplerinden daha fazla olabilir. Eksantrik kasılmanın gerçekleştiği egzersizler arasında daha fazla toparlanma süresi gerekmektedir (Komi, 1993; Powers, 1996). Örneğin; barfiks çekerken vücudun aşağıya salınması evresinde biceps kaslarının (pazı kasları) boyu uzamaktadır ve eksantrik kasılma olmaktadır.

c- İzokinetik Kasılma

İzokinetik kasılmada bütün eklem hareketi boyunca kas, sabit hızla maksimum oranda kasılmaktadır. Üretilen gerim hareket hızı ve eklem açısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kasılma esnasında kas kısaltıldığı zaman harekete karşı direnç ve kastaki gerilim de artmaktadır. Hareketin hızı ve kasta oluşan bu gerilim tüm eklemlerde sabittir (Robertson ve Glover, 1989).

Kas Hipertrofisi ve Kas Atrofisi

Kasın total kütlesinin büyümesine kas hipertrofisi, kasın kütlelenin azalmasına da kas atrofisi denmektedir. Maksimum kas hipertrofi olması için 6-10 hafta her gün birkaç tane güçlü kasılma yeterli olmaktadır. Kas hipertrofisi kasın içinde olan aktin ve miyozin filamentlerinin sayıca artması demektir (Guyton ve Hall, 2001).

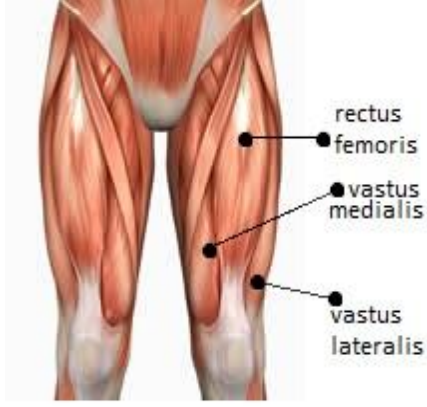
Çalışmada Kullanılan Kaslar

a- Rectus Femoris: Quadriceps grubu kaslarından olan rectus femoris hem kalça hem de diz eklemi üzerinden geçmektedir. Uyluğa fleksiyon, bacağı ekstansiyon yaptırmaktadır (Şekil 11).

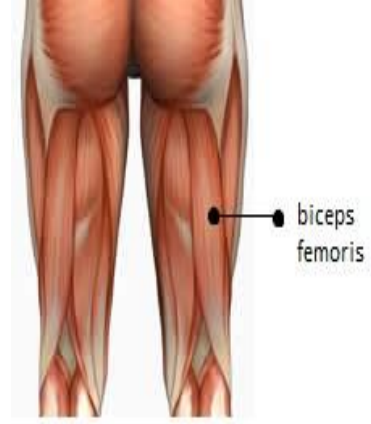
b- Vastus Lateralis: Vücutun en büyük kası olan quadriceps femoris'in en büyük parçasıdır. Bazı parçaları diz eklemi üzerinde bulunmaktadır. Bacığın ekstansiyon yapmasına yardımcı olur (Şekil 11).

c- Vastus Medialis: Quadriceps grubu kaslarının bir diğeri olan vastus medialis'in bazı lifleri patellaya tutunur ve patellayı stabilize eder (Şekil 11). Ekstansiyon sırasında patella'nın laterale doğru çekilmesini önleyen esas faktördür (Ozan, 2005).

d- Biceps Femoris: Hamstring grubu kaslarından biri olan biceps femoris kası fleksiyondaki bacağı dış rotasyonda yardım eder (Şekil 12). Uyluk ekstansiyondayken uyluğun dış rotasyonunda yardımcıdır (Bikem, 2008; Ozan, 2005).



Şekil 11



Şekil 12

Çalışmada Kullanılan Vuruş Teknikleri

a- Ayak İçi Vuruş

Futbolda en çok kullanılan, genellikle kısa paslarda tercih edilen ve isabet oranı en yüksek olan vuruş çeşidi "ayak içi vuruş" tur (AİV). Oyun içerisinde % 70 oranında kullanılmaktadır. Uygulama başarısı en fazla olan vuruş çeşididir. Destek ayağı topun yanına koyularak vuruş ayağının iç kısmıyla (geniş bölgesiyle) topun merkezine vurulur. Topa ayağın geniş kısmıyla vurulduğu için isabet oranı olumlu yönde etkilenmektedir. Orta şiddetli bir koşuyla topa yaklaşarak ayak tabanı yere paralel bir şekilde vuruş yapılmalıdır. Vuruş hareketi ritmik bir salınımla kalça ve dizden doğru yapılmaktadır (Wang, 2006). Vuruş sırasında ayak bileği mümkün olduğunca sabit ve sıkı tutulmakta ve vuruş ayağı, topun gidiş yönüne doğru hareketine devam etmektedir aksi takdirde topun hızı kesilmektedir (Hargreaves ve Bate, 2010).

b- Ayaküstü Vuruş

Topa en yüksek hızı kazandıran vuruş tekniği ayak üstü vuruştur (AÜV). Genellikle şut ve uzun pas atarken kullanılmaktadır. Ayağın üstüyle topun merkez sayılan bölgesine yapılan sert vuruş tarzıdır. Topa giderek artan bir hızla yaklaşarak topa vurduktan sonra top ile ayağın sallanışının aynı doğrultuyu izlemesi gerekmektedir. Vuruş ayağı ekstansiyondayken destek ayağınızı topun yanında (10-15 cm kadar) ve ayakucu topu vuracağınız yöne doğru dönük olmalıdır. Destek ayağı topun ne çok arkasında ne de çok önünde olmamalıdır. Vuruş ayağı mümkün olduğunca hızlı savrulmalıdır. Topa vurmak için yapılan koşunun sonunda atılan adım olabildiğince büyük ve dengeli

olmalıdır. Bu ayağın geriye doğru daha fazla esnetilmesini sağlar (Hargreaves ve Bate, 2010). Topa vuruş için ayağın salınımına geçtiği son fazda ayaktaki hızın topa iletilebilmesi için ayağın kilitli olması ve ekstansiyon pozisyonunda olması gerekmektedir (Davids ve ark., 2002).

c- Ayak İç-Üst Vuruş

Ayak iç – üst vuruş (AIÜV), falsolu vuruşlarda, uzun mesafeli paslaşmalarda ve korner atışları veya serbest atışlar gibi duran top organizasyonlarında yaygın olarak kullanılır. Topa, çapraz veya yay şeklinde 45 derecelik açı ile gelinerek vurulur (Wang, 2006). Destek ayağı topun yanında veya yan arkasında durur. Vücudun belden yukarısı hafifçe topun üzerine eğik durumdadır. Topa ayağın iç-üst tarafı ile vurulur. Hareket kalça ve dizin birlikte ritmik hareketi ile yapılır. Topa vurduktan sonra, vuruş ayağı topun gidiş yönüne doğru hareketine devam etmelidir. Ayak bileği mümkün olduğunca kilitlenmelidir (<http://www.livestrong.com>, 2012). Oyun anında sık kullanılan bir vuruştur.

Biomekanik ve Aerodinamik Açından Topun Hızına Etki Eden Faktörler

Topun istenilen yerine vurulması topun hızını olumlu yönde etkilemektedir. Etkili bir vuruş için tüm vücut koordinasyonu önemli rol oynamaktadır. Sporcunun boy uzunluğu, vücut uzuvlarının uzunluğu, vücut uzuvlarının daha iyi kullanımı, vuruş ayağının salınımı ve dönen kollar top hızını etkilemektedir. Kollar vuruş anında vücudun dengesinin sağlamasında ana unsurlardır. Vuruş ayağının zıt yönündeki kol; vuruş ayağı ve destek ayağı arasındaki dengeyi sağlayarak vuruştan sonra vücudun kendi etrafında dönmesini engellemektedir. Destek ayağının olduğu taraftaki omuz ile vuruş ayağının bağlı bulunduğu kalça arasındaki mesafe vuruş kalitesini etkilemektedir. Üst ekstremitte hareketleri vuruş esnasında daha güçlü kas kasılması ve daha güçlü bir vuruş için son derece önemlidir. Üst ekstremitte hareketleri vuruş ayağının kamçısal hareketini daha etkili kılmaktadır (Shan ve Westerhoff, 2005).

Topa vuruş anında ayağın topa geliş hızı ile top hızı arasında ilişki olduğu; topun ayak hızının ortalama 1,2 katına çıktığı görülmektedir. Vuruş esnasında ayak ne kadar hızlı salınırsa topun hızı o kadar artmaktadır. Zamanlama göz önüne alındığında kalça fleksiyonu, diz ekstensiyonu ve bilek sabitliği top hızını etkilemektedir. Doğru zamanlamayla birlikte kalça fleksörlerindeki ve diz ekstensörlerindeki kasların elastikiyeti top hızını etkilemektedir (<http://www.coachesinfo.com>, 2012).

Topa diagonal bir açı ile yaklaşıldığında vuruş ayağı daha fazla geriye savrulmakta ve yapılan vuruşta top daha fazla hız kazanmaktadır (<http://www.sportsinjurybulletin.com>, 2012).

Isokawa ve Lees' e göre topa 15 , 30 ve 45 derecelik açılarla yaklaşıldığında topun en yüksek hıza 45 derecelik açı ile yaklaşıktan sonra yapılan vuruş ile ulaştığı görülmüştür (Reilly ve Williams, 2003). Amatör oyunculara nazaran daha kaliteli vuruşlar yapan elit oyuncuların topa yaklaşırken daha büyük adımlar attığı görülmektedir (Barfield, 1998). Tüm vuruş çeşitlerinde topla daha uzun süreli temas topla transfer olan momentumu maksimuma yaklaştırmaktadır ve top hızını arttırmaktadır(<http://www.sportsinjurybulletin.com>, 2012).

Aerodinamik prensipleri topun havada kalış süresini, uçuş mesafesini ve top hızını etkilemektedir. Golf topu üzerindeki delikler, tenis topu, kriket ve beyzbol topu üzerindeki kanallı çizgiler ve eğik çizgiler, futbol topu üzerindeki dikişler aerodinamik etkenlerdir. Bunlar toplara değişik aerodinamik etkiler kazandırır. Bunlar topun gidiş yönünü, havada kalma süresini ve hızını etkilerler (Mehta ve Pallis 2001).

3. MATERYAL VE METOD

Çalışma öncesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) etik kurul başkanlığından etik kurul izin belgesi alınmıştır. Çalışmaya 2011-2012 sezonunda Samsun ilinde Bölgesel Amatör Ligde oynayan ve yaş aralığı 18-35 olan 60 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmışlardır. EMG ölçümleri OMÜ spor salonunda gerçekleştirilmiştir.

Elektrotların Yerleşimi

Elektrotların yapıştırılacağı kas yüzeyinin tespitinde literatür araştırmaları yapılmış ve nöroloji bölümünde görevli öğretim üyelerinin de görüşü alınarak, onlardan alınan bilgiler doğrultusunda elektrotlar deri yüzeyine yapıştırılmıştır. Elektrot yerleşimi yapılırken bütün elektrotların yönü kas ekseninde olacak şekilde kasın üçte birlik kısmına yapıştırılmıştır (Barlett, 2008). Kasın üçte birlik kısmının üst bölümüne (+)elektrot, üçte birlik kısmının alt bölümüne (-)elektrot yapıştırılmıştır. Nötr elektrot ise kasın ters tarafındaki bir yere yapıştırılmıştır. EMG elektrotları yerleştirilirken 1.elektrot rectus femoris kasına (Şekil 13), 2.elektrot vastus lateralis kasına (Şekil 14), 3.elektrot vastus medialis kasına (Şekil 15), 4.elektrot biceps femoris kasına (Şekil 16) yerleştirilmiştir.



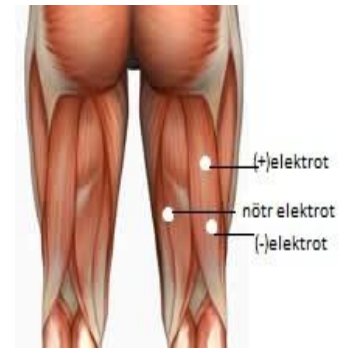
Şekil 13: Rectus Femoris



Şekil 14: Vastus Lateralis



Şekil 15: Vastus Medialis



Şekil 16: Biceps Femoris

EMG Ölçümlerinin Yapılması

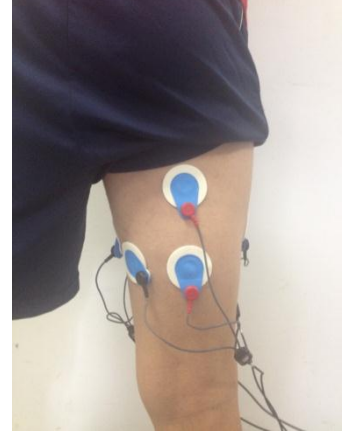
Çalışmada kullanılan ME6000 (Şekil 17) marka 16 kanallı emg cihazı spor hekimliğinde pek çok alanda kullanılmaktadır. Cihaz verileri Ham / Ortalama / RMS / Entegre formatında kayıt etme özelliğine sahiptir. Cihazın örnekleme hızı 1,000 / 2,000 / 10,000 / 250 / 100 Hz aralığındadır. Cihaz antrenman optimizasyonu için ideal bir seçimdir.

EMG ölçümlerinden 1 gün önce katılımcılara bacaklarındaki tüyleri traşlama yöntemiyle temizlemeleri söylenmiştir. Çalışma öncesinde elektrot yapıştırılacak yüzey alkol ile temizlenmiştir. Çalışma öncesi futbolcuların sakatlıklarının olup olmadığı, sözlü olarak sorulmuş, sakatlıkları bulunan futbolcular çalışmaya dâhil edilmemiştir. Katılımcılar çalışma öncesi 15 dakika ısınma hareketleri yapmış ve kendilerini hazır hissettiklerinde çalışmaya katılmışlardır. EMG ölçümleri esnasında yüzeyel elektrot kullanılmıştır (Şekil 18).

Topa vuruş anındaki aktivasyonun tespiti için görevli tarafından, futbolcunun topa vuruş yaptığı esnada EMG cihazıyla işaret koyulmuştur ve ölçüm hareket tamamlanmaya kadar devam etmiştir. Her sporcu üç metre gerilerek duran topa üç teknikte de ikişer vuruş yapmıştır ve en iyi vuruş dikkate alınmıştır. Elde edilen data Megawin Software, Version 3,0 programı yardımıyla yorumlanmıştır. Çalışmada EMG sinyallerinin Root Mean Square (RMS) değerleri kullanılmıştır. Örneklem frekansı 1000 Hz alınmıştır.



Şekil 17: ME 6000 EMG Cihazı



Şekil 18

Top Hızının Ölçümü

Top hızını tespit edebilmek amacıyla Bushnell Velocity Speed Gun(± 1 mil/s) marka cihaz kullanılmıştır (Şekil 19). Hız ölçüm aleti 16-177 km/sa. ölçüm yapabilen radar özelliğine sahip bir alettir. Bushnell Velocity Speed Gun bir beyzbol topunu 90 feet (27,43m) veya bir arabayı 1300 feet (396,24m) mesafeden ölçebilmektedir. Topa vuruş anında kale arkasında bir görevli cihazı topa tutarak top hızını tespit etmiştir. Topa vuruş mesafesi ile Bushnell Velocity Speed Gun cihazının bulunduğu mesafe arası 27 metredir. Çalışmada kullanılan futbol topları, Uluslararası Futbol Topu Standart'ına (IMS) uygun, ağırlığı 410-450 gram, çevresi 69-70 santimetre, basıncı 0,6-1,1 atmosfer basınç özelliklerine sahip toplardır.



Şekil 19: Top Hızı Ölçüm Aleti

Topa Vuruş Teknikleri

Katılımcılar futbol topuna 3 farklı teknikte vuruş yapmışlardır. Bu teknikler; iç, iç üst ve üst vuruş teknikleridir.

Verilerin Analizi

EMG verilerinin yorumlanmasında Root Mean Square (RMS) değerleri kullanılmıştır. RMS değerleri megaawin yazılımı tarafından bilgisayar ortamında verilerin analizi sonucunda elde edilen bir değerdir.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler analiz öncesi normallik testlerine tabi tutuldu. Yapılan Kolmogrov–Smirnov Testi neticesinde normallik varsayımını sağladığı gerekçesiyle parametrik analiz tekniklerinin kullanılması kararlaştırıldı. Kassaal aktivasyon ve top hızı arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyon katsayısından yararlanılmıştır. Ayrıca çalışmada elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, maksimum ve minimum değerleri) en küçük kareler yöntemine göre tahmin edilmiştir. Bütün hesaplamalar SPSS 15,0 paket programıyla yapılmıştır.

4. BULGULAR

Tablo 1. Futbolcuların tanımlayıcı istatistikleri

Futbolcular (n)	Yaş $\bar{x} \pm ss$	Boy $\bar{x} \pm ss$	Ağırlık $\bar{x} \pm ss$	Antrenman Yaşı $\bar{x} \pm ss$
60	22,34± 2,9	176,3± 4,3	72,89 ± 2,8	11,3 ± 2,2

Çalışmaya yaş ortalaması (\bar{x}) 22,34± 2,9 boy ortalaması (\bar{x}) 176,3 ± 4,3 cm, vücut ağırlıkları ortalaması (\bar{x}) 72,89 ± 2,8 kg ve antrenman yaşı 11,3 ± 2,2 olan 60 futbolcu katılmıştır.

Tablo 2. İç Vuruş Tekniğinde RF, VL, VM, BF Kaslarının RMS Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri (μV)

	Minimum	Maksimum	\bar{x}	$\pm SS$
R.Femoris-EDKP	17	112	57,23	18,76
R.Femoris-EYKP	978	1896	1352,72	182,89
R.Femoris-OKP	148	736	394,79	106,61
V.Lateralis-EDKP	14	109	40,20	14,22
V.Lateralis-EYKP	667	2856	1667,85	337,26
V.Lateralis-OKP	82	702	486,26	121,29
V.Medialis-EDKP	21	148	50,85	26,65
V.Medialis-EYKP	747	2370	1874,15	266,83
V.Medialis-OKP	163	963	659,07	152,59
B.Femoris-EDKP	19	129	55,39	20,46
B.Femoris-EYKP	103	2935	1063,18	467,45
B.Femoris-OKP	224	647	431,03	106,19

En Düşük Kasılma Potansiyeli (EDKP), En Yüksek Kasılma Potansiyeli (EYKP), Ortalama Kasılma Potansiyeli (OKP)

İç vuruş tekniğinde RF, VL, VM ve BF kaslarının En Düşük Kasılma Potansiyeli, En Yüksek Kasılma Potansiyeli ve Ortalama Kasılma Potansiyeli RMS değerlerinin minimum, maksimum ve ortalamaları verilmiştir.

Tablo 3. İüst Vuruş Tekniğinde RF, VL, VM, BF Kaslarının RMS Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri (μV)

	Minimum	Maksimum	\bar{x}	$\pm\text{SS}$
R.Femoris-EDKP	29	123	61,67	19,71
R.Femoris-EYKP	903	2915	1799,88	329,95
R.Femoris-OKP	166	706	481,85	137,36
V.Lateralis-EDKP	32	265	94,37	47,68
V.Lateralis-EYKP	1091	3307	2312,12	395,92
V.Lateralis-OKP	139	865	522,92	164,94
V.Medialis-EDKP	19	238	69,18	40,59
V.Medialis-EYKP	1012	2722	2067,83	442,96
V.Medialis-OKP	148	898	417,43	124,78
B.Femoris-EDKP	19	132	55,67	18,61
B.Femoris-EYKP	745	1458	1074,45	141,11
B.Femoris-OKP	201	658	413,68	101,46

İüst vuruş tekniğinde RF, VL, VM ve BF kaslarının En Düşük Kasılma Potansiyeli, En Yüksek Kasılma Potansiyeli ve Ortalama Kasılma Potansiyeli RMS değerlerinin minimum, maksimum ve ortalamaları verilmiştir.

Tablo 4. Üst Vuruş Tekniğinde RF, VL, VM, BF Kaslarının RMS Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri (μV)

	Minimum	Maksimum	\bar{x}	$\pm\text{SS}$
R.Femoris-EDKP	41	265	98,75	42,48
R.Femoris-EYKP	1000	2895	1784,26	466,92
R.Femoris-OKP	272	1190	627,16	181,67
V.Lateralis-EDKP	19	183	57,49	28,99
V.Lateralis-EYKP	934	2656	1782,77	394,21
V.Lateralis-OKP	205	991	625,33	183,93
V.Medialis-EDKP	25	245	130,11	36,26
V.Medialis-EYKP	965	2760	1834,34	428,39
V.Medialis-OKP	477	1493	927,52	181,56
B.Femoris-EDKP	29	163	68,43	25,12
B.Femoris-EYKP	778	2410	1153,33	255,94
B.Femoris-OKP	321	695	533,48	83,53

Üst vuruş tekniğinde RF, VL, VM ve BF kaslarının En Düşük Kasılma Potansiyeli, En Yüksek Kasılma Potansiyeli ve Ortalama Kasılma Potansiyeli RMS değerlerinin minimum, maksimum ve ortalamaları verilmiştir.

Tablo 5. İç, İçüst ve Üst Vuruş Tekniklerinde Top Hızlarının Ortalamaları (km/sa)

Vuruş Şekli	\bar{x}	$\pm SS$
İç	71,12	10,17
İç üst	75,66	12,10
Üst	81,09	9,68

Tablo 6. Ayak içi vuruş tekniğinde kassal aktivasyon ve top hızı değerlerinin ilişkisi (r)

İlgili Kaslar	Minimum	Medyan	Maksimum
Rectus Femoris	0,28*	0,11*	0,11
Vastus Lateralis	0,08	0,21	-0,45**
Vastus Medialis	-0,44**	0,22	-0,55**
Biceps Femoris	0,17	0,55**	-0,17

p* <0,05, p <0,01**

Ayak içi vuruş tekniğinde vuruş anındaki kassal aktivasyon incelendiğinde top hızı ile Rectus Femoris (RF) minimum ve medyan değerleri arasında ve top hızı ile Biceps Femoris (BF) medyan değerleri arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Vastus Lateralis (VL) maksimum değeri ve Vastus Medialis (VM) minimum ve maksimum değeri ile top hızı arasında negatif ilişki görülmüştür.

Tablo 7. Ayak iç-üst vuruş tekniğinde kassal aktivasyon ve top hızı değerlerinin ilişkisi (r)

İlgili Kaslar	Minimum	Medyan	Maksimum
Rectus Femoris	0,61**	0,39**	0,21
Vastus Lateralis	0,37**	0,16	0,28*
Vastus Medialis	0,52**	0,11	0,06
Biceps Femoris	0,00	0,33**	0,09

p* <0,05, p** <0,01

Ayak iç-üst vuruş tekniğinde vuruş anındaki kassal aktivasyon incelendiğinde RF minimum ve medyan değerleri, VL minimum ve maksimum değerleri, VM minimum değeri ve BF medyan değeri ile top hızı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Tablo 8. Ayak üst vuruş tekniğinde kassal aktivasyon ve top hızı değerlerinin ilişkisi (r)

İlgili Kaslar	Minimum	Medyan	Maksimum
Rectus Femoris	0,03	0,03	0,89**
Vastus Lateralis	0,83**	0,27*	0,94**
Vastus Medialis	-0,53**	-0,84**	0,76**
Biceps Femoris	-0,27*	-0,28*	0,79**

p* <0,05, p** <0,01

Ayak üst vuruş tekniğinde vuruş anındaki kassal aktivasyon incelendiğinde RF maksimum değeri, VL minimum, medyan, maksimum değerleri, VM medyan, maksimum değerleri ve BF maksimum değeri ile top hızı arasında pozitif bir ilişki ve VM minimum, medyan değerleri ve BF minimum, medyan değerleri ile top hızı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada futbolda farklı vuruş tekniklerinde kassal aktivasyon ile top hızı arasındaki ilişki incelenmiştir. Topa vuruş tekniğine göre kasılma aktivasyonlarında benzerlik vardır; ancak vuruş tekniğine göre minimum, medyan ve maksimum aktivasyon değerlerinde farklılıklar görölmüştür. Yapılan alışma sonucunda ayak içi, ayak i-üst ve üst vuruş tekniklerinde kassal aktivasyon ile top hızı arasında ilişki bulunmuştur. Vuruş tekniği tipine göre kassal aktivasyon ve top hızı farklılıkları görölmüştür. Yapılan ölçümler sonrasında en yüksek top hızına üst vuruş tekniğinde; en düşük top hızına ise ayak içi vuruş tekniğinde rastlanmıştır. Top hızı vuruş tekniğine göre 65km/sa 85km/sa arasında değişiklik göstermiştir. Yapılan ölçümler sonrasında en yüksek top hızına üst vuruş tekniğinde; en düşük top hızına ise ayak içi vuruş tekniğinde rastlanmıştır. Lees ve Nolan, (1998) farklı vuruş tekniklerine ait top hızlarının 72-108 km/sa arasında değiştiğini belirtmiştir. Lees ve ark; (2003) yaptıkları çalışmada 8 amatör futbolcuya üst vuruş yaptırmışlar ve ortalama hızı 88,2 km/sa olarak tespit etmişlerdir. Apriantono ve ark; (2006) 7 futbolcuya üst vuruş yaptırmışlar ve top hızı sonucunu 88,82 km/sa ile 107,64 km/sa olarak bulmuşlardır. Konuyla ilgili üst vuruş tekniği ile yapılan top hızı ölçüm çalışmalarına bakıldığında elde ettiğimiz veriler literatür verileriyle benzerlik göstermektedir.

Farklı vuruş tekniklerinde topa vuruş anında oluşan minimum, medyan ve maksimum aktivasyon değerleri ile vuruştan sonra topun ulaştığı maksimum hız arasında ilişki görölmüştür. Rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve biceps femoris kasları üzerinde yapılan araştırmada aktivasyon değerleri üç vuruş tipinde de farklılık göstermiştir.

AİV tekniğinde vuruş anında RF kasında oluşan minimum ($p<0,05$), medyan ($p<0,05$) aktivasyon değerleri ve BF kasında oluşan medyan ($p<0,01$) aktivasyon değerleri ile AİV'tan sonra topun ulaştığı maksimum hız arasında pozitif ilişki kurulmuştur ($p<0,05$). RF kasında minimum, medyan ve BF kasında medyan değerleri incelendiğinde top hızına katkıda bulunduğu görölmüştür. AİV tekniğinde VL kasında oluşan maksimum, VM kasında oluşan minimum ve maksimum ve BF kasında maksimum aktivasyon değerleri ile top hızı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur ve top hızını olumsuz yönde etkiledikleri görölmüştür. AİV tekniğinde RF kasında maksimum, VL kasında minimum

ve medyan, VM kasında medyan, BF kasında minimum ve maksimum aktivasyon değerleri ile top hızı arasında ilişki kurulamamıştır. AİV tekniğinde vuruş anında RF, VL, VM ve BF kaslarında oluşan aktivasyon değerleri incelendiğinde top hızına katkıları AİV ve AÜV tekniğine oranla daha az rastlanmıştır. AİÜV ve AÜV tekniğinde VL maksimum ve BF maksimum aktivasyon değerlerinin top hızı ile pozitif ilişkisi bulunmuşken AİV tekniğinde VL maksimum ve BF maksimum aktivasyon değerleri ve top hızı arasında negatif ilişki bulunmuştur. Bu iki kasın AİÜV ve AÜV tekniğinde top hızını olumlu yönde etkilemesine rağmen AİV tekniğinde top hızını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Üç vuruş tekniğinde ortaya çıkan en düşük aktivasyon değerleri ve top hızı AİV tekniğinde ortaya çıkmıştır. AİV tekniğinin daha teknik ve koordineli bir vuruş olması ve vuruştaki öncelikli hedefin isabete dayanması topa hız kazandırma düşüncesini arka plana atmaktadır. AİV genellikle pas atarken ve isabet gerektiren kısa mesafelerde kullanıldığı için AİÜV ve AÜV tekniğine göre top hızı daha düşüktür. Bunun da aktivasyon değerleri ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir.

AİÜV tekniğinde vuruş anında RF kasında meydana gelen minimum ($p<0,01$) ve medyan ($p<0,01$), VL kasında minimum ($p<0,01$) ve maksimum ($p<0,05$), VM minimum ($p<0,01$), BF maksimum ($p<0,01$) aktivasyon değerleri ile top hızı arasında pozitif bir ilişki kurulmuştur. AİV tekniğinde top hızını olumsuz yönde etkileyen kassal aktivasyon değerleri bulunmuşken AİÜV tekniğinde top hızını olumsuz yönde etkileyen aktivasyon değerleri ile karşılaşılmamıştır. RF maksimum, VL medyan, VM maksimum ve medyan, BF minimum ve medyan değerleri ile top hızı arasında bir ilişki kurulamamıştır. AİÜV tekniğinde meydana gelen kassal aktivasyon değerleri ve top hızı AİV' tan yüksek, AÜV'dan ise düşüktür. AİÜV isabetli top atmanın yanı sıra topa hız kazandırmanın da gerekli olduğu durumlarda kullanılmaktadır. İsbet oranı AİV'tan düşük top hızı daha yüksektir. Burada da görülmektedir ki AİÜV ile yapılan bir vuruşta AİV' tan daha sert bir top atıldığında top hızıyla birlikte aktivasyon değerleri de artmıştır ve top hızı ile doğru orantılıdır.

AÜV tekniğinde vuruş anında RF kasında ortaya çıkan maksimum($p<0,01$), VL minimum ($p<0,01$), medyan ($p<0,05$) ve maksimum ($p<0,01$), VM maksimum ($p<0,01$) ve BF maksimum ($p<0,01$) aktivasyon değerleri ile top hızı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yapılan ölçümler sonrası RF, VL, VM, VL kaslarının top hızı ile olan pozitif ilişkisi AÜV tekniğinde AİV ve AİÜV tekniğine göre daha fazla bulunmuştur ve top

hızının artmasında etkili oldukları düşünülmektedir. De Profit ve ark., (1988) AÜV tekniğinde topa değiş anında vastus medialis ve vastus lateralis kaslarındaki aktivasyonun biceps femoris kasına oranla daha fazla olduğunu bulmuştur (Kellis ve Katis 2007) ve çıkan sonuçla bizim araştırmamız benzerlik göstermektedir. VM minimum ve medyan, BF minimum aktivasyon değerleri ile top hızı arasında negatif bir ilişki görülmüştür. RF minimum ve medyan değerleri ile top hızı arasında herhangi bir ilişki kurulamamıştır.

AÜV tekniğinin RF, VL, VM, VL kaslarıyla olan pozitif ilişkisi AİV ve AİÜV tekniğinden fazla, negatif ilişkisi ise daha az bulunmuştur. Bu kasların AÜV tekniğinde top hızına katkısı AİV ve AİÜV tekniğine göre daha fazla olduğu görülmüştür. AÜ vuruş tekniğinde top hızının en yüksek değerlere ulaşması ve AİV tekniğinde top hızının en düşük seviyede seyretmesi yapılan istatistikleri desteklemektedir. Cerrah, (2009) yaptığı çalışmada en yüksek top hızına AÜV tekniğinde ulaşmıştır ve onu takiben AİÜV sonrasında ise en düşük hızı AİV olarak tespit etmiştir ve yaptığı çalışma ile bizim çalışmamız arasındaki bu sonuçlar benzerlik göstermektedir.

VL kası AÜV ve AİÜV tekniğinde top hızına katkıda bulunmaktayken AİV tekniğinde top hızına olumsuz etkide bulunmuştur. VM minimum ve BF maksimum değerleri AÜV ve AİÜV tekniğinde benzerlik göstermiştir. AİÜV ve AÜV tekniğinde ortaya çıkan aktivasyon değerleri arasındaki bu benzerliği iki vuruşunda topa hız kazandırmak amacıyla kullanılması düşüncesiyle destekleyebiliriz. AÜV tekniğinin öncelikli hedefin topa daha fazla hız kazandırmak olduğu zamanlarda kullanılması ve diğer vuruşlara göre daha fazla kuvvet uygulanması; ortaya çıkan aktivasyon değerleri ile top hızı arasındaki pozitif ilişkiyi ($p < 0,01$) desteklemektedir.

Literatürde kassal aktivasyon ve top hızının ilişkisinin incelenmesine benzer çalışmalara çok az sayıda rastlanmıştır. Daha önce yapılan araştırmalarda elde edilen EMG verilerine göre elit ve amatör futbolcuların topa vuruş anında ortaya çıkan kasılma-gevşeme aktivasyonları sıralaması arasında pek fark olmadığı görülmüştür.

De Profit ve ark., (1988) topa iyi bir vuruş yapmak için yüksek agonist düşük antagonist kas aktivasyonu gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir (Kellis ve Katis 2007).

De Proft ve ark., (1988), Isokawa ve Lees, (1988); Lees ve Nolan, (1998); Dorge ve ark., (1999) yaptıkları çalışmalarda agonist ve antagonist kasları arasındaki koordinasyonun top hızını etkilediğini belirtmişlerdir (Reilly, 1996).

Cerrah (2009) yaptığı çalışmada futbolda farklı vuruş tekniklerinde topa vuruş evresinde antagonistik kasılımın çok fazla meydana gelmediğini belirtmiştir.

De Proft ve ark., (1988) futbolcu olan ve futbolcu olmayan grup üzerinde yaptıkları çalışmada elde edilen sonuçlara göre, topa değiş anında vastus medialis ve vastus lateralis kaslarındaki aktivasyonun biceps femoris kasına oranla daha fazla olduğunu bulmuştur. Elit futbolcuların amatörlere göre daha az kas aktivasyonu ve salınım esnasında daha fazla kas gevşemesi ama daha fazla eksantrik antogonist kas aktivitesi ile vurduklarını ifade etmiştir (Kellis ve Katis 2007).

Merletti ve Parker, (2004) üst düzey sporcularda oluşan vuruş farklılığı kasların düzenli bir sırayla kasılıp gevşemelerinden ziyade kaslar tarafından üretilen aktivasyonun büyüklüğünden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Isokawa ve Lees, (1988); Lees ve Nolan, (1998); Dorge ve ark., (1999) futbolda topa vurmak gibi çoklu eklem hareketleri gerektiren eylemlerin maksimum güç ve kuvvete bağlı olduğunu ve bununda top hızını etkilediğini ifade etmişlerdir (Reilly, 1996).

Literatürde daha önce çalışmamıza benzer kısıtlı sayıda araştırmaya rastlanıldığından pek fazla karşılaştırma yapılamamıştır. Yapılan çalışmamızda örneklem gurubu 60 olarak alınmıştır. Bu çalışmanın bundan sonraki benzer çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre üç vuruş tipinde de kasılma aktivasyonlarında benzerlik görülmüş; ancak vuruşun tekniğine göre minimum, medyan ve maksimum aktivasyon değerlerinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Vuruş tekniğine ve aktivasyon değerlerine bağlı olarak top hızları değişkenlik göstermiştir. Top en yüksek hıza ayak üstü vuruşta ulaşmışken; ayak içi vuruşta en düşük hıza ulaşmıştır ve 5.hipotez kabul edilmiştir. Topun en yüksek hıza ulaştığı ayak üstü vuruşta çalışmamızda kullandığımız RF, VL, VM, BF kasları en yüksek aktivasyon değerlerine ulaşmıştır. RF, VL, VM, BF kasları en büyük aktivasyon değerlerine ve top hızına AÜV tekniğinde ulaşırken bu vuruşu takiben AİÜV izlemiştir. RF, VL, VM, BF kasları en düşük aktivasyonu ve top hızını AİV tekniğinde göstermiştir. AİV, AİÜV, AÜV tekniğinde RF, VL, VM, BF kaslarında oluşan aktivasyon değerleri ile top hızları doğru orantılı olarak yükselmiştir. RF, VL, VM, BF kaslarının top hızı ile ilişkisi bulunmuştur ve 1.2.3.4. no'lu hipotezler kabul edilmiştir. Bu çalışmayla ilgili öneriler;

- ✓ Futbolcuları mevkilerine göre ayırarak vuruş tekniklerine göre kassal aktivasyonları ve top hızları ilişkisi araştırılabilir. Futbolcu yetenekleri göz önünde tutularak oyuncunun mevkisinin gerektirdiği vuruş tekniği üzerinde çalışılabilir. Uzun top atması gereken bir savunma oyuncusu, orta yapması gereken bir kenar oyuncusu ve şut atması gereken bir forvet veya orta saha oyuncusunun çalıştırması gereken kas tespit edilebilir.
- ✓ Antrenman içeriğine yön vermesi düşünülerek sert ve isabetli vuruşlar yapan oyuncuların kassal aktivasyonlarının incelenebilir. Antrenörler ve futbolcular tarafından vuruş teknikleri dikkate alınarak top hızına etki eden kasların özel antrenman yöntemiyle kuvvetlendirilebileceği dikkate alınmalıdır.
- ✓ Daha fazla vuruş tekniği üzerinde araştırma yapılarak top hızına etki eden kaslar belirlenebilir ve bu konuda futbolcular bilinçlendirilebilir. Bu çalışmaların futbolcuların bireysel antrenmanlarına yön vermesi tavsiye edilebilir.
- ✓ Gerilerek ve gerilmeden yapılan vuruşlar üzerinde kassal aktivasyon incelemesi yapılarak aradaki fark tespit edilebilir.
- ✓ Vuruş esnasında üst vücut hareketleri ile top isabeti arasındaki ilişki incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi 4. Baskı. İzmir. Ege Üniversitesi Basımevi.1992; 13-18.
- Apriantono T, Nunome H, Ikegami Y, Sano S. The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. J. Sports. Sci. 2006; 24(9): 951-960
- Arslan E. EMG İşaretlerinin İncelenmesi ve Veri Madenciliği Uygulaması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya. 2008; Yüksek Lisans Tezi.
- Arslan YZ. İnsanın İki Kolunun Ortak Hareketi Esnasında Oluşan Eklem Momentlerinin Elektromyografi Sinyalleri Yardımıyla Analizi.İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 2005; Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın K. Futbolcular Üzerinde Uygulanan İki Farklı Germe Tekniğinin Dikey Sıçrama Performansı ve EMG Değerleri Üzerine Akut Etkileri.Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Bolu. 2008; Yüksek Lisans Tezi.
- Barfield B. The biomechanics of kicking in soccer. Clin. Sports Med.1998; 17(4): 711-728.
- Bartlett R. Introduction to Sports Biomechanics. Analysing Human Movement Patterns. 2nd edition. New York. Routledge. 2008; 258.
- Basmajian J. Computers in Electromyograph. London. Butterworth. 1975; 8-138.
- Bikem LS. İnsan Anatomisine Giriş. İstanbul. Bendray Yayınevi. 2008.
- Bolayır G. Hareketli Bölümlü Protez Kullananlarda Kennedy Sınıflamasına ve Protez Kullanım Sürelerine Bağlı Olarak Massater ve Temporalis Anterior Kaslarının Aktivitelerinin Elektromyografi ile Değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı. Sivas. 2004. Doktora Tezi.
- Bozkurt MR. EMG İşaretlerinin Modern Yöntemlerle Önişlenmesi ve Sınıflandırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi. Sakarya. 2007; Doktora Tezi.
- Brooks GA, Fahey TD, White TP, Baldwin KM. Exercise Physiology: Human Bioenergetics And Its Applications. United States of America. Mayfield Pub. 2000; 851.
- Carr JJ, Brown JM. Introduction to Biomedical Equipment Technology. 4thEd. New Jersey. Prentice Hall. 2001; 4-743.

- Cerrah AO. Futbolda Farklı Vuruş Tekniklerinde Kasal Aktivasyonların ve Top Hızı İzokinetik Kuvvet İlişkisinin Değerlendirilmesi. Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Eskişehir. 2009; Yüksek Lisans Tezi.
- Chusid JG. Corelative Neuroanatomy & Funtional Neurology 18th ed. California. Lange Medical Pub. 1982; 17-18.
- Clarys JP, Cabri J. Electromyography and the Study of Sports Movement: A review. Journal of Sport Sciences. 1993; (11): 379-448.
- Davids K, Savelsbergh G, Bennett SJ, Kamp JV. Interceptive Actions in Sport: Information and Movement. USA. Routledge. 2002; 1-352.
- De Luca CJ. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. Journal of Applied Biomechanics. 1997; 13(2): 135-163.
- De Luca CJ. Surface Electromyography: Detection and Recording; by Delsys Incorporated. 2002; 1-10.
- De Proft E, Clarys J, Bollens E, Cabri J, Dufour W. 1988b In: Science and Football. Eds: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy W. London: E & FN Spon. 2003; 434-440.
- Dündar U. Antrenman Teorisi. 4. Baskı. Ankara. Bağırçan Yayın. 1998.
- Enoka RM. Neuromechanical Basis of Kinesiology. Illionis. Human Kinetics Books. 1988; 131-133
- Ergen E. Egzersiz Fiziyojisi. 1. Baskı. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım. 2002; 1-19
- Ertan H, Soylu AR, Korkusuz F. Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. J. Electromyogr. Kinesiol. 2005; (15): 222-227.
- Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. Ninth ed. Philadelphia. W.B. Saunders Company. 1996.
- Guyton AD, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. 10ed. United State of America. W.B. Saunders Company. 2001; 11-1024.

- Güngör EO. Voleybolcularda Farklı Sıçrama ve Konma Tekniklerinde Alt Ekstremitte Kasal Aktivasyonunun Değerlendirilmesi. Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Eskişehir. 2009; Yüksek Lisans Tezi.
- Hargreaves A, Bate R. Skills and Strategies for Coaching Soccer. United Graphics. USA. 2ed. 2010; 3-374
- <http://www.livestrong.com/article/464483-types-of-kicking-in-soccer/>, 2012.
- Isokawa M, Lees A. A biomechanical analysis of the instep kick motion in soccer. In: Science and Football. Eds: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ. London: E & FN Spon. 1988; 449-455.
- İmamoğlu O, Çebi M, Kılıcıgil E. 2006 FIFA Dünya Futbol Kupasındaki Gollerin Teknik ve Taktik Kriterlere Göre Analizi. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2007; 5(4): 157-165.
- Jones NL, Mc Cartney N, Mc Comas AJ. Human Muscle Power. Human Kinetics. United States of America. 1986; 1-379
- Jonsson B. Electromyographic Kinesiology: Aims and fields of use in New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology. Basel. 1973; 498-501.
- Kellis E, Katis A. The relationship between isokinetic knee extension and flexion strength with soccer kick kinematics: an electromyographic evaluation. J. Sports Med. Phys. Fitness. 2007; 47(4): 385-394 .
- Kellis E, Katis A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. J. Sports. Sci. Med. 2007; 6(2): 154-165
- Komi PV. Strength and Power in Sport. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1993
- Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, New York, Macmillian Publishing Company. 1990; 690.
- Kurban M. Futbol Antrenmanının 10- 13 Yaş Gurubu Çocukların Teknik Gelişimlerine Etkisinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Konya. 2008 Yüksek Lisans Tezi

- Latash ML. Neurophysiological Basis of Movement. United States of America. Human Kinetics. 1998; 43- 49
- LeVeau B, Andersson G, Output Forms: Data Analysis and Applications. Interpretation of the Electromyographic Signal. 1992.
- Lees A, Nolan L. The biomechanics of soccer; a review. *Journal of sport science*.1998;16(3): 211-234.
- Masuda K, Nikuhara N, Demura S, Katsuta S, Yamanaka K, Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*. 2005; 45(1): 44-52.
- Mehta RD, Pallis JM. Sports Ball Aerodynamics: Effects of Velocity. Spin and Surface Roughness. Froes FH, Haake SJ. In *Materials and Science in Sports 2001*; 185-197.
- Merletti R, Parker PA. *Electromyography: Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications*. John Wiley & Sons. Canada. 2004; 7-494.
- Murphy RA. *Skeletal Muscle Physiology in " physiology "*. Mosby. St. Louis. 1998; 269-290- 291.
- Ozan H. *Anatomi.2.Baskı*. Ankara. *Klinisyen Tıp Kitabevleri*. 2005; 126-138.
- Powers SK, Howley ET. *Exercise Physiology*. 3th Edition. USA. Mc Graw Hill Pub. 1996; 109-115, 141,142.
- Robertson T, Glover S. *Senior Physical Education*. Australia. Coghill Publishing. 1989; 48-56.
- Reilly T. *Science of Soccer*. 1st Ed. London. E & FN Spon. 1996; 25 -47.
- Reilly T, Williams M. *Science and Soccer*. 2nd ed. Routledge. London. 2003; 449-455.
- Sarsılmaz M. *Anatomi. 1. Baskı* Ankara. Nobel Yayın Dağıtım. 2000; 44-53.
- Schwartz MH, Andrasik F. *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. 3 ed. Guilford Press. New York. 2003; 3-930 .
- Shan G, Westerhoff P. Full-body Kinematic Characteristics of the Maximal Instep Soccer Kick by Male Soccer Players and Parameters Related to Kick Quality. *Journal of the International Society of Biomechanics in Sports*. 2005; (4) 59-72 .

- Smith N, Dyson R, Hale T. The effects of sole configuration on ground reaction force measured on natural turf during soccer specific actions. 44-52 Science and Football IV. Spinks W, Reilly T, Murphy A. Fourth World Congress of Science and Football. Sydney. 2002.
- Sönmez TG.Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. 1. Baskı. Bolu. Ata Ofset Matbacılık. 2002; 100-122.
- Stegeman DF, Blok JH, Hermens HJ, Roeleveld K. Surface EMG Models: Properties and Applications Electromyogr. Kinesiol, 2000; (10); 313–326
- Taşan D. Protez Denetimi için Elektromiyografi (EMG) de Örüntü Tanıma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 2008 Yüksek Lisans Tezi
- T.C.Milli Eğitim Bakanlığı MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Elektrotları, Ankara 2007
- Temoçin S, Ek RO, Tekin TA.Futbolcularda Sürat ve Dayanıklılığın Solunumsal Kapasite Üzerine Etkisi.Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2004; 2 (1) 31-35
- The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography Peter Konrad. Version 1.0 April 2005.
- Viitasalo JHT, Komi PV. Acta Physiologica. Signal Characteristics of EMG with Special Reference to Reproducibility of Measurements.1975; (93) 531-539.
- Webster JG. Medical Instrumentation, Application and Design. 4rd Ed. John Wiley & Sons. 2010; 3-675.
- Wang J. Soccer Made Easy: From Fundamental Skills to Championship Play. USA. Ameriscientific. 2006; 13-240
- http://www.coachesinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=366:kicking-article&catid=101:general-articles&Itemid=188#4, 2012.
- <http://www.sportsinjurybulletin.com/archive/biomechanics-soccer.htm>, 2012.
- Yazıcı İ. EMG İşaretlerinin İşlenmesi ve Sınıflandırılması.Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Sakarya. 2008 Yüksek Lisans Tezi.
- Yurtsever S. Multipl Sklerozisli Hastalarda ABR Sonuçları. T.C. Sağlık Bakanlığı Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi. İstanbul. 2008 Uzmanlık Tezi.

Zengeroğlu AM. Farklı Diz Açıları ve Tibia Pozisyonlarında Yapılan İzometrik Egzersizin Vastus Medialis ve Rectus Femoris Kasları Üzerine Etkisinin Emg Çalışması ile İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara. 1997Doktora Tezi; 15-16.

Zwarts MJ, Bleijenberg G, Engelen BGM. Clinical Neurophysiology Clinical Neurophysiology of Fatigue. 2007; 3-4.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Amasya’da doğdu. İlk beş yıllık eğitimini Samsun Atatürk İlköğretim Okulunda tamamladı. Orta ve lise öğrenimini Huriye Süer Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2003 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi’nde Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulunda okudu. 2007 yılında üniversite öğrenimini tamamladı ve aynı yıl Kamu Personeli Seçme Sınavını kazandı. 2007 yılında Samsun Lütfiye-Dr. Kenan Yılmaz İlköğretim okulunda atandı ve halen burada görev yapmaktadır. 2009 Yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.