

T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOMİ ANABİLİM DALI

**ÜST EXTREMİTE EGZERSİZLERİ SIRASINDA OMUZ  
KASSAL AKTİVİTESİ'NİN EMG İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**H. Ersin ŞENER**

**DANIŞMAN  
Prof.Dr. Orhan CEYHAN**

**ŞANLIURFA  
2005**

**H. Ersin ŞENER**

**ANATOMİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**ŞANLIURFA - 2005**

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOMİ ANABİLİM DALI**

**ÜST EXTREMİTE EGZERSİZLERİ SIRASINDA  
OMUZ KASSAL AKTİVİTESİ'NİN EMG İLE  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**H. Ersin ŞENER**

**DANIŞMAN  
Prof.Dr. Orhan CEYHAN**

**ŞANLIURFA  
2005**

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

**Hüseyin Ersin ŞENER'** in hazırladığı “Üst extremitte egzersizleri sırasında omuz kassal aktivitesi'nin EMG ile incelenmesi.” , konulu çalışma, **16/09/2005** tarihinde jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **ANATOMİ** Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Orhan CEYHAN (Danışman)

**BAŞKAN**

Yrd.Doç.Dr.Mustafa DENİZ

**ÜYE**

Yrd.Doç.Dr.Fuat DİLMEÇ

**ÜYE**

---

**O N A Y**

...../...../2005

.....  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

### Üst extremitte egzersizleri sırasında omuz kassal aktivitesi'nin elektromiyografi ile incelenmesi

H. Ersin ŞENER

Anatomi, Yüksek Lisans Tezi

Bu çalışmada, yaşları 28 – 42 arasında değişen, 100 gönüllü erkek denekte sağ omuz hareketleri sırasında EMG metod yöntemiyle (hepsi sağ elini kullanan kişilerdi) araştırma yapıldı. Deneklerde; m. pectoralis major (pars sternocostalis), m. infraspinatus, m. deltoideus'un pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis kısımları olmak üzere toplam 5 kasın, üç ayrı hareket sırasındaki EMG aktivasyonları kaydedildi. Birinci hareket; kol 90° abduksiyon'da iken omuz nötral rotasyonda ve dirsek 90° fleksiyon'da olduğu halde kola dış rotasyon hareketi. İkinci hareket; kol 90° abduksiyon'da, kol eksternal rotasyonda ve dirsek 90° fleksiyon'da iken kola horizontal adduksiyon hareketi. Üçüncü hareket; anatomik pozisyonda, dirsek düz, kol yanda vücuda bitişikken 90° abduksiyon pozisyonuna getirme hareketi.

Birinci harekette; M.infraspinatus ve M.deltoideus'un pars acromialis parçalarının EMG aktivasyonlarının daha yüksek olduğu görüldü.

İkinci harekette; sadece M. pectoralis major kasının EMG aktivasyonunun yüksek olduğu görüldü.

Üçüncü harekette ise; M. deltoideus'un sadece pars acromialis parçasının EMG aktivasyonu yüksek bulunmuştur.

Sonuçta; dış rotasyon hareketinde; m. infraspinatus'un daha fazla aktivasyon gösterdiği, kolun abduksiyon hareketinde; m. deltoideus'un pars acromialis parçasının yüksek aktivasyon gösterdiği, horizontal adduksiyon hareketi sırasında da; m. pectoralis major kasının yüksek aktivasyon gösterdiği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** m.deltoideus, m.infraspinatus, m. Pectoralis major, elektromiyografi, kas aktivitesi

## ABSTRACT

### Electromyography analysis of the shoulder muscles activity during upper extremity exercises

H.Ersin ŞENER

Anatomy, Master Thesis

This research investigated 100 subjects, which contains of 100 men between 28 and 42 years old. The subjects are during the movements of the right shoulder (all the subjects are right-handed) examined by using the EMG method. The EMG activations of their m. pectoralis major (pars sternocostalis), m. infraspinatus, m. deltoideus' pars clavicularis, pars acromialis and the pars spinalis segments', in total 5 muscles', are registered during the 3 different movements. The first movement; the arm in 90° abduction whereas the shoulder in normal rotation with the elbow in 90° flexion stand and the arm in exterior rotation movement. The second movement; the arm in 90° abduction position, the shoulder (arm) in external rotation position with the elbow in 90° flexion stand whereas the arm in horizontal movement. The third movement, in anatomic position, the elbow in flat stand, the arm 90° next to the body and putting the arm into abduction position.

According to the results of the first movement; the EMG activations of the M.infraspinatus, pars acromialis and spinalis segments of M.deltoideus are much higher. In the second movement is it just only the M. pectoralis major muscle's EMG activation high. The third movement' s results; only the EMG activation of the M. deltoideus' pars acromialis piece was found high.

To conclude; during the exterior rotation movement; the m. infraspinatus came much more in activation position. In the abduction movement of the arm; the m.deltoideus' pars acromialis piece was much more activated. And in the horizontal abduction position; it is registered that the m. pectoralis major muscle is much stronger activated.

**Key words:** m.deltoideus, m.infraspinatus, m.pectoralis major, electromyography, muscle activity

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince, yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgilerinden faydalandığım ilgi ve desteğini esirgemeyen, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Başkanı, danışmanım Prof. Dr. Orhan Ceyhan'a Anatomi Anabilim Dalı Öğretim üyesi Yard. Doç. Dr. Mustafa Deniz'e ve Uzm. Dr. Erkan Yıldız'a yaptıkları yardımları ve destekleri için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında bana araştırmalarım ve çalışmalarım da yardımcı olan eşim Fzt. Firdevs Şener'e ve meslektaşım olan Fzt. Ebru Çelen'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eğitimim boyunca ve tez konusunda katkılarından dolayı meslektaşım Uzm. Fzt. Ali Süslü'ye de teşekkür ederim.

H. Ersin ŞENER

## İÇİNDEKİLER

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. ÖZET .....                     | i  |
| 2. ABSTRACT .....                 | ii |
| 3. TEŞEKKÜR.....                  | iV |
| 4. GİRİŞ .....                    | 1  |
| 5. GENEL BİLGİLER .....           | 3  |
| 5.1. Kas Sistemi .....            | 3  |
| 5.2. Kasların Anatomisi .....     | 3  |
| 5.3. Çizgili Kasın Yapısı.....    | 5  |
| 5.4. Kasılma Fizyolojisi .....    | 6  |
| 5.5. Aksiyon potansiyeli.....     | 7  |
| 5.6. EMG'nin tarihçesi.....       | 7  |
| 5.7. Elektromyografi .....        | 8  |
| 5.8. EMG'nin Sınıflandırması..... | 10 |
| 5.8.1. Klinik EMG .....           | 10 |
| 5.8.2. Kinezyolojik EMG .....     | 10 |
| 6. GEREÇ VE YÖNTEM .....          | 13 |
| 7. BULGULAR .....                 | 16 |
| 8. TARTIŞMA .....                 | 23 |
| 9. SONUÇ .....                    | 31 |
| 10. KAYNAKLAR .....               | 32 |

## GİRİŞ

Canlıların hareket etme özelliği yüzyıllar boyunca araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Hareket sistemini oluşturan kaslar ve bu kaslara yapmaları gereken görevi bildiren sinir sistemi karmaşık bir yapıdadır. Hareket sisteminde kemik ve eklemler pasif unsurlar, kaslar ise aktif unsurları oluştururlar (21).

Rönesans dönemiyle birlikte bilimde meydana gelen ilerlemeler, her alanda olduğu gibi tıp alanında kaslara olan ilgiyi de arttırmıştır. Anatominin modern kurucularından olan Leonardo da Vinci'nin yapmış olduğu çalışmaların büyük çoğunluğu kasların şekil ve fonksiyonları üzerinedir. Günümüzde bile hala hareket sistemi hakkında bazı bilinmeyen eksiklikler bulunmaktadır. Kasların fonksiyonlarının saptanmasında kadavralar üzerinde yapılan çalışmalar, kasların hangi hareketi yapacağına dair mekanik çalışmalar, canlılar üzerinde elektriksel uyarılarla yapılan çalışmalar, felçli hastalarda ortaya çıkan fonksiyon kayıplarının gözlenip değerlendirilmesi gibi pek çok yöntem kullanılmıştır ve kullanılmaktadır (4). Ancak bu yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlar ortaya çıkmaktadır. Elektromyografi (EMG) uygulamasıyla bir kasın çeşitli hareketlerdeki aksiyon potansiyellerini kaydederek değerlendirmek mümkün olabilmektedir. EMG'nin en büyük avantajlarından birisi de derin kaslar hakkında daha net bilgilere ulaşılmasını sağlamaktır (3).

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda EMG yöntemi kullanılarak omuz rehabilitasyon protokolü esnasında belirlenen kasların aktiviteleri ölçülerek omuz kaslarının, sportif aktivitelerdeki koordinasyonu ve gün boyunca yapılan rutin işler sırasındaki kas aktiviteleri analiz edilmiştir. Bu çalışmalar rehabilitasyon protokollerinin temelini oluşturmuş, bunların neticesinde de glenohumeral ve scapulothoracal kaslarının rehabilitasyon programları belirlenebilmiştir (8).

Yaptığımız bu çalışmada; m. pectoralis major, m. infraspinatus, m. deltoideus(pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis parçaları) seçilmiştir. Daha önceki çalışmalarda fonksiyonel analizleri yeterince



incelenmemiş üç değişik hareket sırasında, bu kasların EMG aktivasyonları ayrı ayrı değerlendirilmiştir, hangi hareket sırasında hangi kasın daha fazla aktivite gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

## GENEL BİLGİLER

### Kas Sistemi

Kas dokusu insan vücut ağırlığının yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Bunun %40 kadarını çizgili kaslar (iskelet kası), %10 kadarını da düz kas ve kalp kası oluşturmaktadır. Bütün bu farklı kas tiplerinde aynı kasılma prensipleri geçerlidir. Bu prensipler; uyarılabilirlik, kasılabilirlik, uzayabilirlik ve elastikiyettir. Uyarılabilirlik; yapılan uyarıya karşılık vermesidir. Normal koşullarda uyarı sinir sistemi tarafında karşılanır. Kasılabilirlik; uyarı sonucunda kasın şeklinin değişmesi, genellikle kasılıp kısalıp kalınlaşmasıdır. Uzayabilirlik; kasın normal uzunluğundan daha fazla gerilip uzamasıdır. Elastikiyet ise kasın uzamasını sağlayan kuvvet ortadan kalktığı zaman tekrar eski haline dönebilmesidir(16,23).

İnsan vücudundaki bütün hareketleri kas sistemi sağlar. Bu hareketler; motor hareketleri, kalp, damar duvarı kasılmasını, barsaklardaki kasılmayı ve vücuttaki bir çok diğer özel hareketi içerir(39).

Vücut hareketlerinden üç farklı tip kas dokusu sorumludur (iskelet kası, düz kas ve kalp kası). 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 (16, 23, 31).

### Kasların Anatomisi

M.deltoideus; kalın üçgen şeklinde multipennate tipte bir kastır. Pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis kısımlarından oluşur. Pars clavicularis, clavícula'nın dış yan üçte birinin üst yüzü ve ön kenarından, pars acromialis, acromion'un dış yan kenarından, pars spinalis, spina scapula'nın alt kenarından başlar. Bir araya gelen kas lifleri bir kiriş ile humerus'un dış yüzü üzerindeki tuberositas deltoidea'da sonlanırlar.

M.deltoideus art.humeri'nin alt ve iç yanı dışında her yanını sarmıştır. Omuzun kendine özgü şeklini ve kabarıklığını veren bu kastır. Kasın inervasyonu'nu n.axillaris yapar. M.deltoideus'un görevleri; pars clavicularis, m. pectoralis majör ile kola fleksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Pars spinalis, m.infraspinatus ve m. teres minor ile birlikte kola ekstansiyon ve dış rotasyon yaptırır. pars acromialis, kasın en kuvvetli parçasını oluşturur kola abduksiyon yaptırır, horizontale kadar (90°) kaldırır. 120 derecelik abduksiyonda da tuberculum majus acromiona dayanır, bundan sonraki abduksiyonda m.trapezius ve m.seratus anterior'un yardımıyla scapula'nın rotasyonu ile olur(42).

M. infraspinatus; fossa infraspinatus'dan başlar. Kirişi spina scapula'nın dış yan kenarı üzerinden geçerek art.humerinin vertical eksenini arkadan çaprazlar. Tuberculum majus'un orta bölümünde sonlanır. Kasın siniri n. suprascapularis'tir. Görevi ise kola dış rotasyon ve adduksiyon yaptırır(42).

M. pectoralis major; üç kısımdan oluşmuştur. Pars clavicularis; clavicula'nın sternal yarısının ön yüzünden başlar. Pars sternocostalis; manibrium sterni corpus sterni'nin ön yüzünden, 2-6 kıkırdak costalar'dan başlar. Pars abdominalis; m. obliquus externus abdominus ve vagina recti abdominis'in aponövrosus'undan başlar. Kasın tendonu sulcus intertubercularis'in dış kenarında crista tuberculi majoris'e yapışır. Alttan gelen pars abdominalis lifleri crista tuberculi majoris'in en üst bölümüne, pars clavicularis lifleri crista tuberculi majoris'in alt bölümüne yapışır. Ayrıca m. pectoralis major axilla'nın ön duvarını yapar. Kasın siniri n. Pectoralis lateralis, n.pectoralis medialis'tir. Fonksiyonu ise, kola flexion adduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Kollar baş üstünde tespit edildiğinde, örneğin; bir yere tırmanırken gövdenin yukarıya veya öne doğru çekilmesinde m. pectoralis major'e m. latissimus dorsi ve m. trapezius yardım eder. Ayrıca derin insprasyonda yardımcı insprator kastır(42).

## Çizgili Kasın Yapısı

Her bir çizgili kas kalın bir bağ dokusu kılıfı içerisinde birbirine paralel seyreden kas lifleri demeti ve fasikülus'larından oluşur. Bağ dokusu kılıfına epimisyum(fascia) denir.

Kas lifleri demetlerinin çevresini ise ince bir bağ dokusu olan perimisyum çevreler. Perimisyumun içinde uzun silindirik şekilde bol çekirdekli kas lifleri bulunur. Kas lifinin zarına sarkolemma, stoplazmasına ise sarkoplazma denir. Endoplazmik retikulumuna ise sarkoplazmik retikulum denir. Sarkolemma; kas lifinin hücre membranıdır. Gerçek bir hücre membranı ile çok sayıda kollajen lifi içeren ince polisakkarit tabakadan oluşmuştur.

Sarkoplasma intrasellüler maddelerden oluşan bir matrikstir. Bu sıvı çok büyük miktarda potasyum, magnezyum fosfat ve protein enzimleri içerir. Sarkoplasma içinde birbirine paralel olarak yerleşmiş bulunan myofibriller kas lifini oluştururlar.

Sarkoplazmik retikulum ise zengin bir endoplazmik retikulumdur. Kas kontraksiyonunda rolü büyüktür. Hızlı kasılan(phasic) kaslarda daha fazla bulunur.

Kasın en küçük kontraksiyon ünitesi myofibrildir. Her myofibrilde yan yana dizilmiş yaklaşık 1500 myosin filamentleri ile 3000 actin filamentleri bulunur. Bunlar protein molekülleridir. Kas kasılmasından sorumludurlar. Kalın filamentler myosin, ince filamentler actindir. Birbiri arasına giren aktin ve myozin filamentleri aydınlık ve karanlık bantlar yaparlar. Elektron mikroskopunda şu görüntüyü verirler;

Aydınlık bölge → I bandı → actin filamentleri içerir

Karanlık bölge → A bandı → myosin ve actin filamentleri içerir

H bandı → myosin filamentleri içerir → A bandı ortasında yer alır

M bandı → H bandı ortasında yer alır

Z diskleri ise actin ve myosin filamentleri dışında farklı bir çok filamentten oluşur. Myofibriller arasında uzanarak onları birbirine bağlarlar.

İki Z diski arasındaki myofibrile sarkomer denir. Bu bir kasılma ünitidir. Aydınlik ve karanlık bantlar iskelet kasında ve kalp kasında çizgili görünüm sağlarlar (15).

### **Kasılma Fizyolojisi**

Beyinden medulla spinalis'e inen uyarı, motor nöronları uyarır. Motor nöronun gövdesinde ortaya çıkan aksiyon potansiyelleri sinir ucuna doğru iletilir. Aksiyon potansiyeli, presinaptik akson terminallerine ulaştığında burada depolarizasyona neden olur. Akson terminalinin plazma zarını depolarizasyonu voltaja yöneltili  $Ca^{+2}$  kanallarının açılmasına neden olur. İnterstisyel sıvıdaki  $Ca^{+2}$ , elektrokimyasal potansiyel farkını akson terminaline doğru yönlendirir. Akson terminalindeki artmış  $Ca^{+2}$  konsantrasyonu sinaptik veziküllerin plazma zarı ile birleşmesine ve asetilkolinin sinaptik aralığa eksitos ile boşatılmasına neden olur. Asetilkolin, motor son plak zarındaki spesifik asetilkolin reseptör proteinine bağlanır, sodyum ve kalsiyumun kas hücresinin içeri girmesini, potasyum ve klorürün dışarı çıkmasını sağlayan iyonik kanalları açar. İyonik akım, motor son plak bölgesine komşu kas lifi zarında depolarizasyona neden olur. Bu depolarizasyon geçicidir. Çünkü asetilkolin kas lifi zarında yüksek miktarda bulunan asetilkolinesteraz ile hızla asetil ve koline hidrolize edilir. Bu da kas lifi zarında aksiyon potansiyelinin ortaya çıkmasına neden olur. Aksiyon potansiyeli, kas lifi zarı boyunca hareket eder. Ayrıca kas lifi içinde derinlere doğru hareket ederek sarkoplazmik retikulumda büyük miktarlarda depolanmış olan kalsiyumun salınmasına neden olur. Kalsiyum iyonları, actin ve miyosin arasında bir çekim gücü başlatarak bunların birlikte kaymasına neden olur, bu da kasılma işlemi olarak adlandırılır. Ardından saniyeden daha kısa bir süre içinde, kalsiyum iyonları yeni bir kas aksiyon potansiyeli gelinceye kadar depolanacakları sarkoplazmik retikulum'a geri pompalanır. Kalsiyum iyonlarının miyofibrillerden uzaklaşması, kas kasılmasının sona ermesine neden olur (16, 24, 26, 27).

### **Aksiyon Potansiyeli;**

Bir çok hücrede, hücrenin içi ve dışı arasında bir potansiyel fark vardır. Hücre istirahat durumundayken saptanan zar potansiyeli, istirahat potansiyeli diye adlandırılır. Kas ve sinirde istirahat potansiyeli daima negatiftir. İstirahat potansiyeli sinir hücresinde -70mV ve kas hücresinde -80mV'dur. Kas kasıldığında zar potansiyelinde, aksiyon potansiyeli olarak adlandırılan, kısa süreli pozitif değişiklikler oluşur (26, 35).

Bir hücrede aksiyon potansiyeli zarda, eşik seviyesine ulaştığında veya geçtiğinde ortaya çıkan, sabit bir depolarizasyon - repolarizasyon sıralaması izler. Aksiyon potansiyeli ya hep ya hiç karakterindedir ve uyarının ya hep ya hiç kuralına uyar (26, 35).

Kas lifleri tek başlarına kasılmazlar. Onun yerine küçük gruplar halinde aynı anda kasılırlar, çünkü aynı aksona ait terminal dallar tarafından inerve edilirler. Spinal iliği terk eden her motor nöron, sayısı kasın tipine bağlı olmak üzere, bir çok kas lifini inerve eder. Bir motor sinir aksonu tarafından inerve edilen kas liflerinin tümüne 'motor ünite' denir(16). Genelde, kontrolün hassas yapılması gereken ve hızlı reaksiyon veren küçük kaslarda, her bir motor ünite'de birkaç kas lifi (bazı laringeal ve extraocular kaslarda) vardır. Diğer taraftan, m.soleus, m.gluteus maximus gibi çok ince kontrol gerektirmeyen büyük kaslarda, bir motor üniteye birkaç yüz kas lifi bulunabilir. Vücuttaki bütün kaslar için yaklaşık bir sayı söylemek güç olsa da, bir motor üniteye ortalama 100 kas lifi düştüğü tahmin edilmektedir (8, 16, 24, 31).

### **EMG'nin Tarihçesi**

Kas fonksiyonları saptamaya yönelik çalışmalar, araştırmacıların dikkatini rönesans ile birlikte daha yoğun bir şekilde çekmeye başlamıştır. Kaslar ve fonksiyonları hakkındaki çalışmaları ile Leonardo da Vinci çığır açmıştır. Andreas Versalius'un kasların fonksiyonlarından ziyade görünüm ve yerleşimlerini vurguladığı Fabrica isimli anıtsal çalışmasının etkisi günümüze kadar gelmektedir. 18.yüzyılın sonlarında kas-sinir preparatları ve hayvanlardaki elektriksel aktivite ile ilgili deneyleri ile çığır açan,

kasların fonksiyonları ile ilgilenen diğerk bir bilim adamı Galvani'dir. Francesko Redi 1666 da ilk kez kasların elektriksel aktivite ürettiğini göstermiştir; Redi'yi 1700'de Guichard Duverney, 1750'de Jallabert, 1786,1791 ve 1792'de Galvani izlemiştir. Galvani'nin bulguları her ne kadar nörofizyoloji'nin ve kas kasılmasının temelini oluşturmuş olsa da, sağlam iskelet kaslarının dinamiğinin sistematik olarak saptanmasında elektrik akımını Duchenne kullanmıştır. Duchenne'nin geçen yüzyılın ortasında ortaya koyduğu 'Physiologie des mouvements' adlı ölümsüz eseri, deri üzerinden uygulanan elektrik akımları ile uyarılan kaslar tarafından meydana getirilen hareketlerin incelenmesine dayanmaktadır(3).

EMG, İngiliz, Amerikalı, İskandinav fizyologlar tarafından 20. yüzyılın birinci yarısında ortaya konmuştur(3).

Anatomistler, kineziyologlar ve ortopedistler tarafından EMG, İkinci dünya savaşının sonuna doğru, elektronik cihazlardaki ilerleme ve bu tip cihazların daha kolay elde edilebilir olmasıyla, daha sık kullanılmaya başlanmıştır.1940 yılında yayınlanan ve kabul edilen ilk çalışma, Inman, Saunders ve Abbot tarafından yapılmıştı ve omuz bölgesi hareketleri ile ilgili olan çalışmadır(3,20). 1950'li yıllar boyunca, EMG'nin anatomik çalışmalardaki kullanımı artmıştır.1960'lara kadar elektromyografik çalışmaların çoğu fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, rotasyon, inversiyon, eversiyon gibi basit hareketler sırasında yada bu hareketlerin birkaç kombinasyonu sırasındaki kas kasılmaları ile ilgili olmuştur(8).

### **Elektromyografi (EMG)**

Kas içine veya yüzeyine elektrot yerleştirerek aksiyon potansiyellerinin oluşmasına bağlı olarak zar potansiyelinde ortaya çıkan elektriksel değişikliklerin yazdırılma işlemine elektromyografi EMG denir (12).

Kas liflerinden aksiyon potansiyelleri oluşurken akımın bir bölümü de deriye yayılır.Birden çok kas lifi eş zamanlı kasılırsa, deride elektrik potansiyelleri'nin summasyonu çok büyük değerlere yükselebilir. EMG

kaydı; iki elektrotu deriye uygulayarak veya iğne elektrotları kasın içine batırarak elde edilir(7). EMG ile kas membranı boyunca oluşan elektriksel akımlar kaydedilir.

Kas kasılması beyinden sinirler aracılığı ile iletilen uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde gerçekleşir. Kasılmanın miktarı MÜAP'ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olduğu veya olmadığı durumlarda MÜAP'ların şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması, kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir. Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir.

Aksiyon potansiyellerinin oluşması sırasında ortaya çıkan voltaj alanları, elektrotlar aracılığı ile ölçülür. EMG'de kullanılan elektrotlar değişik tip ve yapıdadırlar. Uygulamadaki ilk prensip elektrotların mümkün olduğunca kasa zarar vermemesi ve çalışılacak kastaki elektriksel değişiklikleri algılayacak kadar kasa yakın olmasıdır(4). EMG kaydedici elektrotların hepsi ekstraselüler olup bu elektrotlar, normal koşullar altında tek sinir yada kas liflerinin aktivitesinden çok; bir çok aktif lifin elektriksel aktivitesini toplayıp osiloskopa verirler. EMG'de kullanılan elektrotlar farklı şekillerde bulunurlar. Bunlar yüzeysel elektrotlar, konsantrik iğne elektrotlar, bipolar iğne elektrotlar, monopolar iğne elektrotlar, multilead elektrotlar, teflon kaplı iğne elektrotlar, uyarıcı elektrotlar, ince tel elektrotlar, yarı tam ve tam mikro elektrotlar şeklindedir(13). EMG'de genelde iğne elektrot, tel elektrot ve yüzeysel elektrotlar kullanılır. Özellikle kinezyolojik çalışmalarda yüzeysel elektrotlar daha çok tercih edilir. Bu yüzeysel elektrotların en büyük avantajı uygulamanın rahat ve ağrısız olmasıdır. İğne elektrotlar, yüzeysel elektrotla uygun kayıtların elde edilemeyeceği durumlarda (derin kaslarda), kas liflerine veya tek bir motor üniteye yönelik uygulamalarda tercih edilirler (2).



Elektrotun fonksiyonu iyonik biyoelektronik akımı elektron akımına çevirerek EMG sinyalini monitöre aktarmaktadır. Bu değişim elektrotta meydana gelir. EMG analizinde kullanılacak elektrot sisteminin temel ihtiyacı, elektrot sisteminin reversible yada nonpolarize olmasıdır. Alüminyum ve altın gibi maddeler çok kolay polarize olur ve çok yüksek elektrik potansiyelleri sergilerler. Bu yüzden ideal olanı yüzeyel elektrotlarda oldukça yaygın kullanılan gümüş – gümüş klorür'dür (36).

## **EMG Sınıflandırması**

### **a. Klinik EMG**

Klinik EMG, iskelet kaslarındaki elektriksel aktivitenin tanısai amaçlı olarak kaydedilmesidir(18).

EMG'nin temel klinik kullanımı, sinir-kas sistemini etkileyen çeşitli tipteki durumların ayırt edilmesidir. Motor ünite patolojilerinde nörolojik lezyonların myojenik olanlardan ayırt edilmesi, kas kuvvetsizliği, yorgunluğu, parezisi, paralizisi, iletim hızı çalışmaları klinik EMG'nin kullanım alanlarıdır. Klinisyen, istemli hareketlere olan EMG cevabının objektif olarak belirlenmesi ile ilgilenir. Bunu yaparken de istemli motor ünite potansiyelleri (amplitüd, süre, şekil özellikleri) ve istirahatdaki spontan potansiyeller (fibrilasyonlar, fasikülasyonlar ve diğerleri) ile ilgilenir. Klinisyen EMG tekniklerini hem motor hem de duysal sinir ileti hızlarını ölçmekte kullanarak bir tanısai araç olarak uygulamakla birlikte fonksiyonel elektriksel uyarıları (FEU) rehabilitasyon amaçlı kullanmakla da ilgilenebilir. Böylece iğne ve tel elektrotlar, sıklıkla tek motor ünite potansiyelleri örneklerini gözden geçirmek amacıyla kullanılır(18).

EMG'nin İkinci Dünya Savaşı'nda bir tanısai araç olarak sunulması, klinik kullanımı dışındaki diğer kullanımları ile sonuçlanmıştır(18).

### **b.Kinezyolojik EMG**

Hem statik, hem de dinamik kas kuvvetleri sırasında ortaya çıkan elektriksel potansiyellerin saptanmasında kullanılan elektromyografik kayıt

teknolojilerindeki ilerleme ve elde edilmiş olan verilerin bilgisayarla analizindeki metodolojik ilerlemeler, EMG'nin bir çok alandaki kullanımının artışından sorumludur. Biyomühendislik, rehabilitasyon, ortopedi, spor ve mesleki biyomekanik, nöroloji, nörofizyoloji, zooloji ve bir dereceye kadar ergonomi bu uygulama alanlarına girmektedir(8, 9, 36).

Ergonomik araştırmanın genel amacı çalışma ve spor ortamını analiz etmek veya ortaya çıkan problemlere dayanarak çalışma ve spor ortamını geliştirmektir. Ergonomist, insanın temel fizyolojik araştırmalarla elde edilebilecek olan çalışma koşullarına verdiği cevaplar hakkında bilgiye ihtiyaç duyabilir. Spor hareket teknikleri ve becerileri, antrenman girişimleri ve yöntemleri, insan-makine etkileşimi, diğerlerine göre genellikle daha özelleşmiş kas aktivitesine sahiptir. Bu tip kas aktivitesinin bütün yönleriyle bilinmesi, değerlendirilmesi ve feedback'i hareketin, spor malzemelerinin, antrenman imkanlarının ve sonuçta spor performansının optimizasyonunu sağlar(8).

EMG bilimsel bir yöntem olarak sunulduğundan beri kas fonksiyonu ve koordinasyonunu saptamak için kullanılmıştır. Bu araştırma alanı kineziyolojik EMG olarak isimlendirilmektedir(21).

Kineziyolojik EMG daha çok bir vücut parçasındaki bir hareketin tam olarak ortaya konmasında veya bir vücut segmenti üzerine etkiyen kuvvetin belirlenmesinde kullanılır.

Kineziyolojik EMG'nin genel amaçları şu şekilde sıralanabilir(8,23)

- 1.Farklı hareket ve postürlerde
2. Beceri gerektiren hareketlerde, antrenmanlarda
3. İnsan ve hayvanlarda
4. Dirençli ve dirençsiz hareketlerde
- 5.Laboratuar koşullarında olduğu kadar günlük aktiviteler veya mesleki aktiviteler sırasında kas fonksiyonu ve koordinasyonun, sağlıklı bireylerde olduğu kadar engelli bireylerde analizi.

Kineziyolojik EMG'nin kullanım alanları da şu şekilde sıralanabilir(21)

1. Fonksiyonel anatomi: Kineziyolojik yöntemlerle (film çekimi, goniometre gibi) birlikte özel bir hareket sırasında hangi kasın tam olarak ne zaman kasıldığının saptanması.
2. Mesleki tıp: İş ortamında kullanılan değişik dizaynlardaki alet ve makinelerin yada farklı pozisyonların kas fonksiyonlarına etkilerini saptamak.
3. Spor hekimliği: Çeşitli fiziksel aktiviteler, antrenmanlar sırasındaki motor performansın araştırılması. Bu şekilde elde edilen bilgiler spor tekniklerinin geliştirilmesinde büyük rol oynamaktadır (spor yaralanmalarını ve sakatlanmaları engelleyecektir).
4. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon: Kullanılan rehabilitasyon tekniklerinin, hareket ve egzersizlerin ne kadar etkili olduğunun ortaya konmasında, tedavi edilen bir hastadaki ilerlemenin saptanmasında.
5. Myo-elektrik sinyalin protez hareketlerini kontrolü: Eklem hareketlerinin bir yada daha fazla kastan gelen EMG sinyalleri ile kontrol edildiği protezlerin yapımında

## GEREÇ VE YÖNTEM

Yaptığımız bu çalışmada, yaşları 28–42 arasında değişen, geçmişlerinde herhangi bir omuz patolojisi olmayan ortalama 76.2 kg. vücut ağırlığında ve ortalama 1.72 m. boyunda, sağ elini kullanan gönüllü 100 erkek deneğin sağ omuz hareketlerinde araştırma yapıldı. Çalışmadan önce her deneğe hareketler hakkında bilgi verildi. M. pectoralis major (pars sternocostalis), m. infraspinatus, m. deltoideus (pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis) olmak üzere 5 kas üzerinde çalışıldı. Deneklere yaptırılan aşağıdaki üç hareket sırasında EMG aktivasyonları ölçüldü.

1. **hareket;** kol 90° abduksiyon'da omuz nötral rotasyonda ve dirsek 90° fleksiyon'da iken kola dış rotasyon hareketi(resim1).
2. **hareket;** kol 90° abduksiyon'da, omuz eksternal rotasyonda ve dirsek 90° flexiyon'da iken kola horizontal adduksiyon hareketi(resim2).
3. **hareket;** ayakta durma pozisyonunda(anatomik pozisyonda) dirsek düz, kol yanda vücuda bitişikken 90° abduksiyon pozisyonuna getirme hareketi(resim3).

Çalışmada standart yüzeysel elektrotlar kullanıldı. Elektrotlar kasın lifleri doğrultusunda ve kasın karnına gelecek şekilde deriye yerleştirildi. Uygulamada kaydedici elektrot motor noktanın üzerine, referans elektrot ise 30mm. üzerine konuldu. İletkenliği sağlamak için ise deriye ve elektrota jel sürüldü(35). Kaslara yerleştirilen elektrotlar dışında birde toprak elektrotu, sağ ön kolda bilek seviyesinde hareketleri ve elektrot pozisyonlarını engellemeyecek biçimde yerleştirildi(18, 41). Her kas için ilk dinlenme aşamasında elektriksel aktivite kaydedildi. Sonrasında her kas için 3 deneme ile elektriksel aktivite yapıldı. Sonra denekler her egzersizi 3'er kez yaptı. Deneklere her bir egzersiz sırasında 2'şer dakikalık dinlenme süreleri tanınmıştır. Seçilen üç kasın her birinden kaydedilen üç adet aktiviteden en iyi olan (parazit içermeyen) EMG kayıtları inceleme için seçildi. Elde edilen düz EMG traseleri tam dalga rektifikasyonu ile rektifiye edilmiştir(9,12). Bulunan sayısal verilerin ortalaması hesaplanarak

değerlendirildi. Sayısal veriler elde edilirken, rektifiye elde edilmiş olan EMG trasesinde izoelektrik hattan olan ilk sapma aktivitenin başlangıcı, trasenin izoelektrik hatta döndüğü noktada aktivitenin sonlanması olarak kabul edildi. Bu iki nokta işaretlenerek EMG cihazının sayısal verilerinin hesaplaması sağlandı.

Sayısal veriler, SPSS (statistical package for social sciences) 8.0 for Windows istatistik programı kullanılarak hesaplandı. Egzersizler sırasında elde edilen kayıtların karşılaştırılmasında paired samples t-test uygulandı.

**Resim 1.** Kol 90° Abduksiyon'da Omuz Nötral Rotasyonda Ve Dirsek 90° Fleksiyon'da İken Kola Dış Rotasyon Hareketi



**Resim 2.** Kol 90° Abduksiyon'da, Omuz Eksternal Rotasyonda Ve Dirsek 90° Fleksiyon'da İken Kola Horizontal Adduksiyon Hareketi



**Resim 3.** Ayakta Durma Pozisyonunda Dirsek Düz Kol Yanda Vücuda Bitişikken 90° Abduksiyon Pozisyonuna Getirme Hareketi.



## BULGULAR

Çalışmamıza yaşları 28-42 yaş arası arasında değişen, herhangi bir omuz patolojisi geçirmemiş olan ortalama 76.2 kg. vücut ağırlığında, 1.72 m. boyunda 100 erkek denek katıldı (tablo1). Deneklerin hepsinde sağ omuzlarında (hepsi sağ elini kullanan) çalışma yapıldı.

**Tablo 1.** Çalışmaya Katılan Deneklerin Özellikleri.

| Birey sayısı (n) | Yaş (yıl)<br>ortalama | Vücut ağırlığı ( kg )<br>ortalama | Boy(m)<br>ortalama |      |
|------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|------|
| Erkek            | 100                   | 33.47                             | 76.2               | 1.72 |

Yapılan çalışmalarda beş kastan elde edilen EMG kayıtları farklılıkları (tablo7 - grafik6) ve düz EMG traseleri(şekil1,2) de gösterilmiştir.

M. pectoralis major (pars sternocostalis);

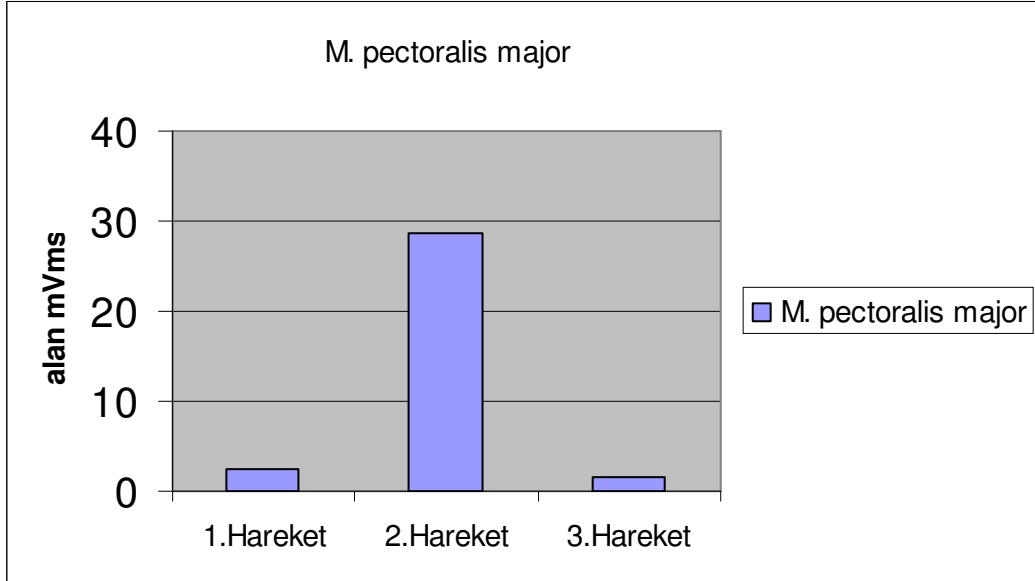
Bu kastan elde edilen EMG aktivasyonları incelendiğinde, ikinci hareket sırasında çıkan aktivasyon sonucu, birinci ve üçüncü harekete oranla daha yüksek bulundu( $p < 0.05$ ) (tablo2,grafik1).

**Tablo 2.** M.Pectoralis Major (Pars sternocostalis) Kasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri.( n= 100, mVms )

| Kasın adı                                    | 1.Hareket | 2.Hareket   | 3.Hareket |
|--|-----------|-------------|-----------|
| M. Pectoralis major<br>(pars sternocostalis) | 2.4 ± 0.4 | 28.7 ± 4.5* | 1.5 ± 0.8 |

\* ( $p < 0.05$ ).

**Grafik 1.** M. Pectoralis Major Kasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100, mVms )



M. infraspinatus;

Yapılan hareketler sırasında bu kasta elde edilen EMG aktivasyonları incelendiğinde; birinci hareket sırasında elde edilen EMG aktivasyon sonuçları, ikinci üçüncü hareketlere oranla daha yüksek bulundu(tablo3, grafik2). Birinci hareketteki bu artış istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu( $p<0.05$ ). ikinci ve üçüncü hareketler arası farkın ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir( $p>0.05$ ).

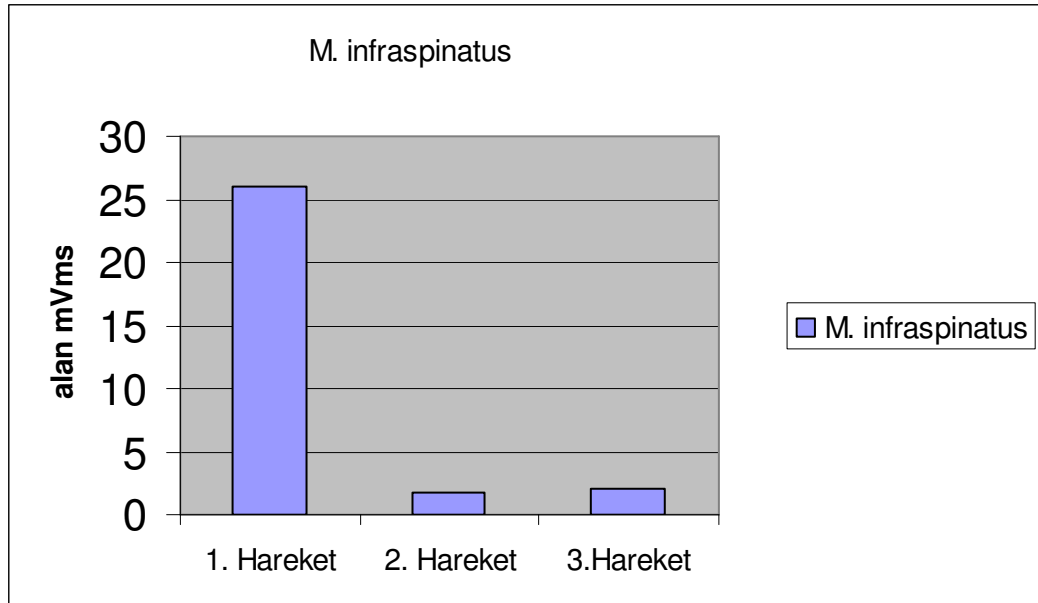
**Tablo 3.** M. infraspinatus Kasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100,mVms ).

| Kasın adı        | 1.Hareket   | 2.Hareket | 3.Hareket |
|------------------|-------------|-----------|-----------|
| M. İnfraspinatus | 26.1 ± 3.2* | 1.7 ± 0.6 | 2.1 ± 1.2 |

\* ( $p<0.05$ ).



**Grafik 2.** M.infraspinatus Kasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100, mVms )



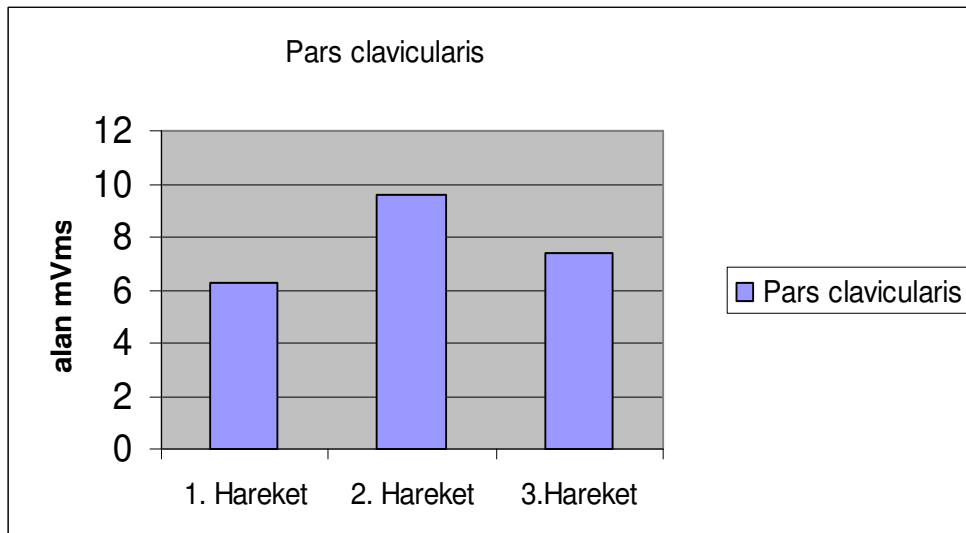
M.Deltoideus'un pars clavicularis parçası;

Bu kastan elde edilen EMG aktivasyonları karşılaştırıldığında her üç hareket içinde çıkan sonuçlar düşüktür( $p>0.05$ ) (tablo 4,grafik 3).

**Tablo 4.** M.Deltoideus'un Pars Clavicularis Parçasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100, mVms ).

| Kasın adı         | 1.Hareket | 2.Hareket | 3.Hareket |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Pars clavicularis | 6.3 ± 2.8 | 9,6 ± 2.4 | 7.4 ± 2.2 |

**Grafik 3.** M.Deltoideus'un Pars Clavicularis Parçasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100, mVms ).



M.Deltoideus'un pars acromialis parçası;

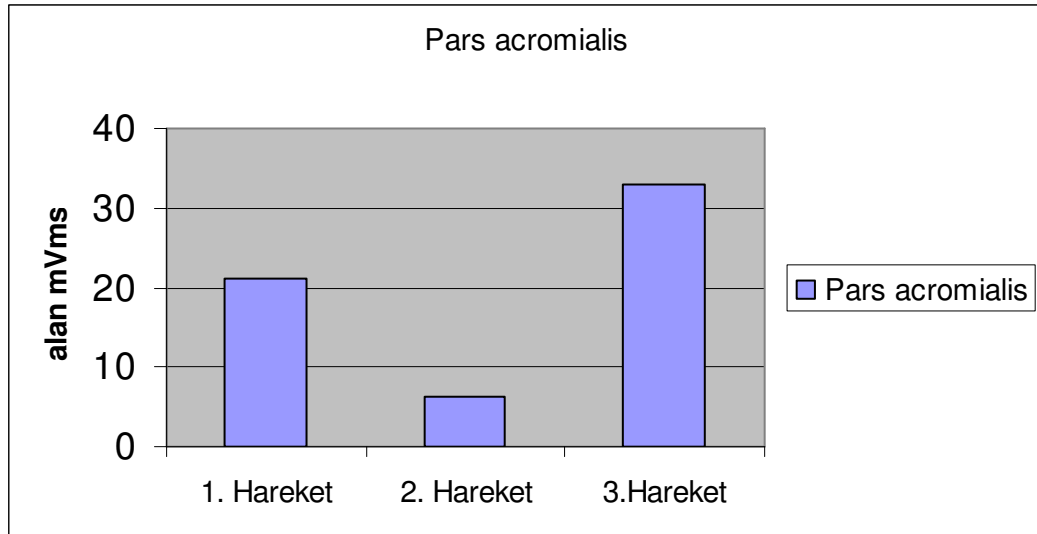
Elde edilen EMG aktivasyon sonuçları incelendiğinde de, birinci ve üçüncü hareketlerde elde edilen sonucun yüksek ikinci harekette ise sonucun diğer sonuçlara oranla düşük olduğu bulunmuştur (tablo5, grafik4). Bu verilere göre birinci ve üçüncü hareketlerdeki artış istatistiksel olarak da anlamlıdır ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 5.** M.Deltoideus'un Pars Acromialis Parçasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri ( n= 100, mVms ).

| Kasın adı       | 1.Hareket   | 2.Hareket | 3.Hareket   |
|-----------------|-------------|-----------|-------------|
| Pars acromialis | 21.1 ± 5.8* | 6.2 ± 2.7 | 32.9 ± 5.4* |

\* ( $p < 0.05$ ).

**Grafik 4.** M.Deltoideus'un Pars Acromialis Parçasının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri ( n= 100, mVms ).



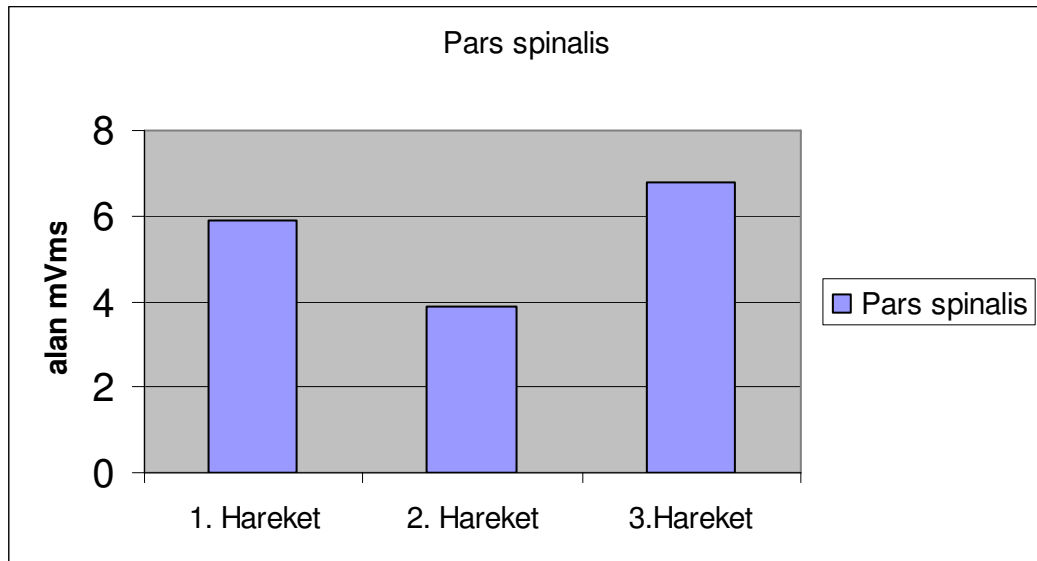
M.Deltoideus'un pars spinalis parçası;

Çalışmada pars spinalis için elde edilen sonuçlar her üç hareket sırasında da düşük bulunmuştur (tablo6, grafik5). Elde edilen EMG aktivasyonlarında istatistiksel bir anlamlılık tespit edilmedi ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 6.** M.Deltoideus'un Pars spinalis Parçasının Üç Değişik Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri.( n= 100, mVms )

| Kasın adı     | 1.Hareket | 2.Hareket | 3.Hareket |
|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Pars spinalis | 5.9 ± 2.5 | 3.9 ± 1.6 | 6.8 ± 1.7 |

**Grafik 5.** M.Deltoideus'un Pars Spinalis Parçasının Üç Değişik Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100, mVms )



M. pectoralis major(pars sternocostalis), M. infraspinatus, M. deltoideus'un pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis parçaları EMG aktivasyonlarını üç hareket için değerlendirdiğimizde (tablo7,grafik6);

Birinci harekette; M.infraspinatus ve M.deltoideus'un pars acromialis parçalarının EMG aktivasyonlarının daha yüksek olduğunu görmekteyiz(grafik-7). Çıkan bu yüksek değer in istatistiksel olarak da anlamlı olduğu tespit edilmiştir( $p<0.05$ ). M. pectoralis major(pars sternocostalis), m.deltoideus'un pars clavicularis ve pars spinalis parçası'nın değerleri ise düşük bulunmuştur.

İkinci harekette; Sadece m. pectoralis major(pars sternocostalis) kasının EMG aktivasyonunun yüksek olduğunu görmekteyiz(grafik7). Bu hareketteki m. pectoralis major'den(pars sternocostalis) elde edilen değer istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur( $p<0.05$ ). M. infraspinatus ve m.

deltoideus'un her üç parçası için de EMG aktivasyonu düşük bulunmuştur.

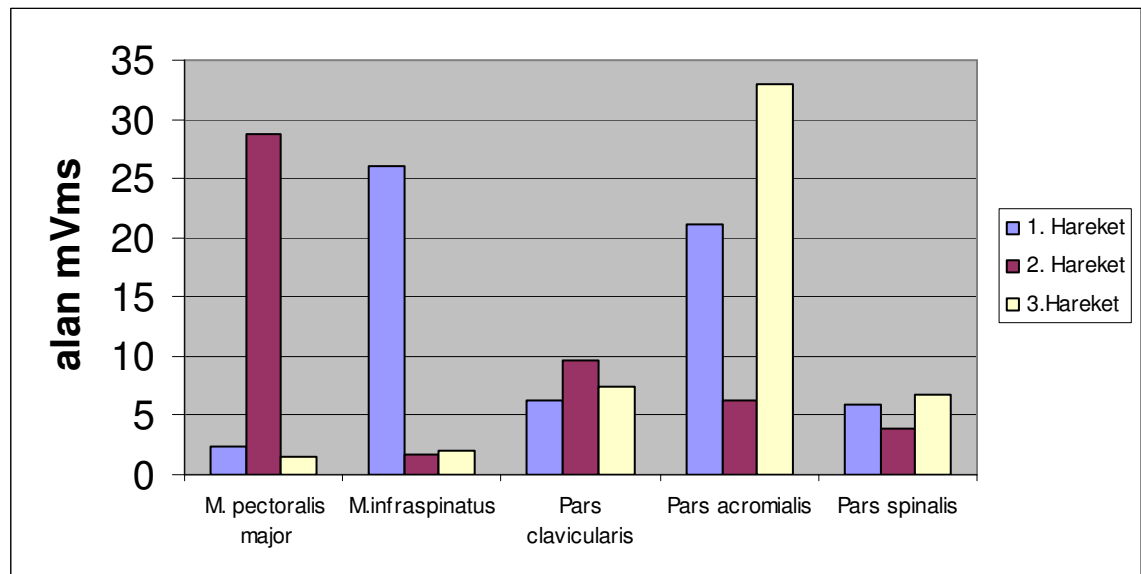
Üçüncü harekette ise; M. deltoideus'un pars acromialis parçasının EMG aktivasyonu yüksek bulunmuştur(grafik7). Pars acromialis'in bu yüksek değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur( $p<0.05$ ). M. pectoralis major, m. infraspinatus, m. deltoideus'un pars clavicularis ve pars spinalis parçalarının EMG aktivasyonu ise düşük bulunmuştur.

**Tablo 7.** M. Pectoralis major(pars sternocostalis), M. İnfraspinatus, M. Deltoideus'un Pars Clavicularis, Pars Acromialis, Pars Spinalis Parçalarının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100,mVms ).

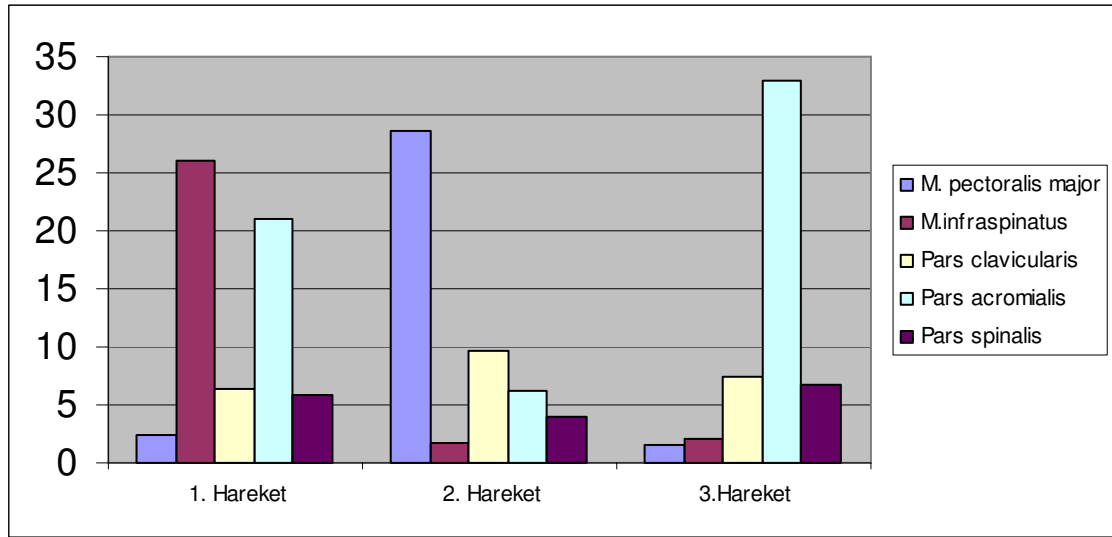
| Kasların adı                             | 1. Hareket  | 2.Hareket   | 3.Hareket   |
|--|-------------|-------------|-------------|
| M. Pectoralis major(pars sternocostalis) | 2.4 ± 0.4   | 28.7 ± 4.5* | 1.5 ± 0.8   |
| M. infraspinatus                         | 26.1 ± 3.2* | 1.7 ± 0.6   | 2.1 ± 1.2   |
| M. deltoideus (pars clavicularis)        | 6.3 ± 2.8   | 9.6 ± 2.4   | 7.4 ± 2.2   |
| M.deltoideus (pars acromialis)           | 21.1 ± 5.8* | 6.2 ± 2.7   | 32.9 ± 5.4* |
| M.deltoideus (pars spinalis)             | 5.9 ± 2.5   | 3.9 ± 1.6   | 6.8 ± 1.7   |

\* ( $p<0.05$ ).

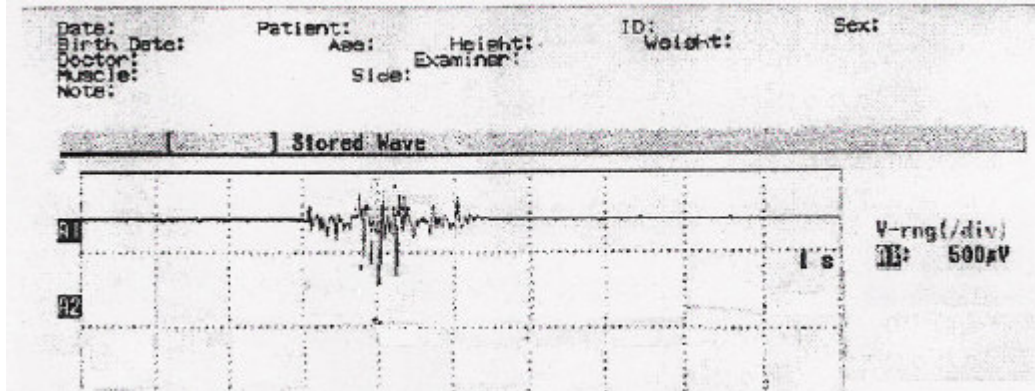
**Grafik 6.** M. Pectoralis major, M. İnfraspinatus, M. Deltoideus'un Pars Clavicularis, Pars Acromialis, Pars Spinalis Parçalarının Üç Farklı Hareketteki Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri( n= 100,mVms ).



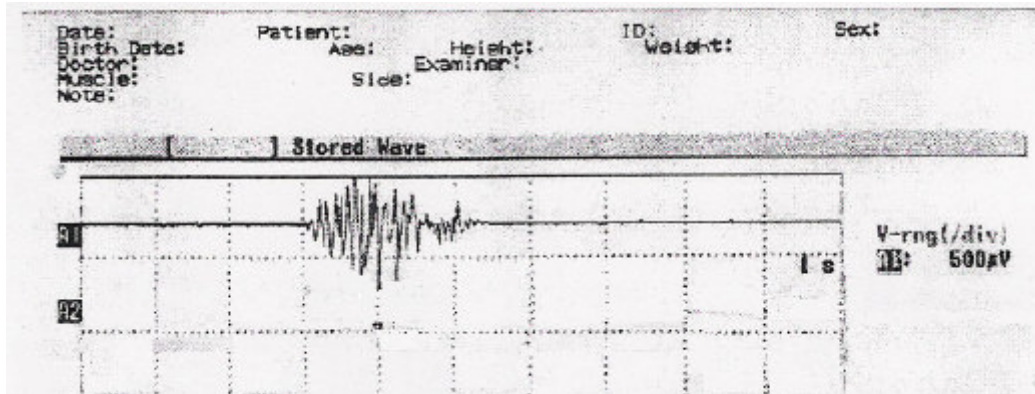
**Grafik 7.** Hareketlere Göre Beş Kasın Elde Edilen Elektromyografik Alan Kayıtları Değerleri ( n= 100, mVms ).



**Şekil 1.** Birinci Hareket Sırasında M. İnfraspinatus Kasından Elde Edilen Düz EMG Trasesi



**Şekil 2.** Üçüncü Hareket Sırasında M. Deltoideusun Pars Acromialis Parçasından Elde Edilen Düz EMG Trasesi



## TARTIŞMA

Elektromyografi ile kasların fonksiyonu üzerine yapılan çalışmalar 1950 li yıllarda başlamış ve daha sonraları çok kanallı kaydedicilerin gelişmesiyle ilerleme göstermiştir. Bu konuda kabul edilen ilk çalışma Inman ve arkadaşları(20) tarafından 1940 yılında yapılan omuz hareketlerinin incelendiği çalışmadır. İlk başlarda basit hareketlerin analizine yönelik çalışmalar yapılmaktayken teknolojiadaki ilerlemeler sayesinde artık daha karmaşık hareketlerde incelenebilmektedir(6,29, 32, 34, 41).

EMG kullanılarak omuz rehabilitasyon protokolü esnasında belirlenen kasların EMG aktivasyonları synchronic(eş zamanlı) ölçülerek omuz kaslarının aktivitesi, sportif aktivitelerdeki koordinasyonu ve gün boyunca yapılan iş sırasındaki kas aktiviteleri analiz edilmiştir(10,17,23).

Daha yeterli veri elde etmek için intramusculer elektrotlarla omuz kaslarına yönelik çok sayıda çalışmalar yapılmıştır(14,22).

Omuz kaslarının değişik pozisyonlardaki fonksiyonlarını belirlemek için geniş çaplı EMG çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalar rehabilitasyon protokollerinin temelini oluşturmuş, bunların neticesinde de glenohumeral ve scapulothoracal kasların rehabilitasyon programları belirlenebilmiştir(5, 25, 30, 38).

Bu çalışmada; üç farklı omuz hareketi sırasında m. pectoralis major, m. infraspinatus, m. deltoideus'un pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis kaslarının aktiviteleri incelenmiştir. literatürlerde bu üç kası da içeren çalışmalara rastlanılmış, fakat yapılan hareketler bakımından aynı çalışmada bu üç hareketin eş zamanlı değerlendirilmesine rastlanılmamıştır.

Pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis olmak üzere üç parçadan oluşan m. deltoideus, kolun bütün hareketlerinde aktif durumdadır(1). Pars clavicularis kolun fleksiyon ve iç rotasyonunda daha fazla aktivasyon gösterirken, pars acromialis kolun abduksiyon hareketinde önemli rol oynar. Pars spinalis ise kolun ekstansiyonu ve dış rotasyonunda görev alır(1, 28).

EMG verileri değerlendirildiğinde; M. deltoideus'un pars acromialis parçasının, birinci ve üçüncü hareketlerde ikinci harekete oranla yüksek aktivasyon gösterdiği görülmektedir. Buna benzer hareket içeren bir çalışmayı Suenaga ve arkadaşları(37) yapmışlardır. Kolun çeşitli pozisyonlarında omuz iç rotasyon hareketinin elektromyografik incelemesini yapmışlar, rotator cuff ile omuz kuşağının dokuz kasının EMG ölçümleri dört farklı pozisyonda izometrik ve aktif olarak değerlendirilmiş, kol 90° de abduksiyonda iken internal rotasyon hareketinde m.pectoralis major aktivasyonu düşük bulunurken, m.supscapularis ve m.deltoideus'un pars acromialis parçasının aktivasyonları artış gösterdiğini bulmuşlardır.

Reinold ve arkadaşları(33) da yaptıkları çalışmada; çeşitli omuz hareketlerinde(yüzükoyun100° abduksiyon ve full eksternal rotasyon, yüzüstü 90° abduksiyon da devamlı eksternal rotasyon, scapular düzlemde (45 derece abduksiyon, 30 derece horizontal adduksiyon), sürekli eksternal rotasyon da 0° abduksiyon pozisyonlarında) m.infraspinatus, m. teres minör, m. supraspinatus, m. deltoideus'un pars acromialis'i ve pars spinalis kaslarına maksimum istemli isometric kontraksiyon (M.İ.İ.K.) yaptırılmış. Bu çalışmanın tüm hareketleri kapsayan EMG aktivitesinde, m. infraspinatus 62% m.i.i.k., m. teres minor 67% m.i.i.k., m. supraspinatus 88% m.i.i.k., m.deltoideus'un pars acromialis parçası 87% m.i.i.k., m. deltoideus'un pars spinalis parçası 88% m.i.i.k. göstermiştir. Çalışmamızda, pars acromialis'in kol abduksiyonu içeren üçüncü hareket sırasında aktivasyonunun yüksek çıktığını bulmuştuk. Reinold ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada da kol abduksiyonu içeren hareketler olduğu için m. deltoideus'un pars acromialis'in EMG aktivasyonunu yüksek bulmuşlardır(33).

Bu çalışmada; m. deltoideus'un pars clavicularis parçasının üç hareket sırasındaki EMG aktivasyonları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Pars clavicularis'i içeren farklı hareketlerin yapıldığı çalışmalarda (özellikle itme hareketinde) EMG aktivasyonunun yüksek çıktığı bulunmuştur. Böyle bir çalışmayı Illye's ve arkadaşları(19) yapmışlardır. İtme, çekme kol elevasyonu, baş üstünden cirit atma

pozisyonlarında omuz kasları aktivitesini,9 profesyonel cirit atıcısı ve 16 amatör atlet üzerinde çalışılmış, m. pectoralis major, m. deltoideusun üç parçası supraspinatus, m. infraspinatus, m.biceps brachii, m. triceps brachii kaslarının EMG aktivasyonlarını karşılaştırmışlar. Amatör atletlerde m. deltoideus , rotator cuff kasları (itme , çekme, elevasyon) hareketlerinde güçlü aktivasyon göstermiştir. Profesyonel ciritçilerde bu kaslar baş üstünden fırlatma hareketinde güçlü aktivasyon gösterirken, itme hareketinde; pars clavicularis maksimal aktivite göstermiştir. M. pectoralis major, m. deltoideusun pars acromialis parçası, m. infraspinatus, m. biceps brachii, m. triceps brachii kasları orta derecede aktivasyon göstermiştir. Çekme hareketinde, m. deltoideus'un pars spinalis parçası hareketlerde maksimal aktivasyon göstermiştir. M. deltoideus'un pars clavicularis ve pars acromialis parçaları, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. biceps brachii, m. triceps brachii kasları orta derecede aktivasyon göstermişlerdir. Elevasyon hareketinde; m. deltoideus'un üç parçası ve m. supraspinatus maksimal aktivasyon göstermiştir. M. infraspinatus, m. biceps brachii, m. triceps brachii kasları ise orta derecede aktivasyon göstermiştir. Baş üstünden hızlı fırlatma hareketinde bütün kaslar maksimal aktivasyon göstermiştir. Farklı olarak m. deltoideus'un pars spinalis parçasında biraz daha yüksek değer bulunmuştur.

M.deltoideus'un pars spinalis parçasının EMG aktivasyonları; üç hareket içinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır( $p>0.05$ ). Çalışmada pars spinalis'in fonksiyonel olduğu hareketler olmadığı için bu beklenen bir sonuçtu. Bu araştırmada pars spinalis önemli bir aktivasyon göstermemiş olsa da, farklı omuz hareketlerinin EMG incelemesinde yüksek aktivasyon gösterdiği belirtilmiştir.Reinold ve arkadaşları(33) çeşitli omuz hareketlerinde pars spinalis'in maksimum istemli isometrik kontraksiyonda, araştırılan kaslar arasında en yüksek orana sahip kaslardan biri olduğunu bulmuşlardır. Illye's ve arkadaşlarının(19) yaptığı çalışmada da baş üstünden hızlı fırlatma hareketinde ve çekme hareketinde pars spinalis'in maksimal aktivite gösteren kas olduğunu saptamışlardır.



M. pectoralis major ; kola iç rotasyon, flesiyon ve adduksiyon hareketleri yaptırır. Ayrıca bir yere tırmanırken gövdenin yukarıya veya öne doğru çekilmesinde aktif rol oynar. Bu çalışmada m. pectoralis'ten elde edilen EMG aktivasyonları incelendiğinde ikinci hareket sırasında, birinci ve üçüncü harekete oranla yüksek aktivasyon gösterdiği bulunmuştur. İkinci hareket sırasında EMG aktivasyonunun yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur.Yapılan çalışmaların çoğunda diğer omuz kaslarının EMG aktivasyonunun m. pectoralis major'e oranla daha önemli olduğu bulunmuştur(40,43).Kol vücuda yapışık durumda iç rotasyon hareketinde m. pectoralis major en yüksek aktive gösteren kaslardandır. David ve arkadaşlarının(11) yaptığı çalışmada m. deltoideus'un üç parçası, rotator cuff kasları, m. teres major, ve thoracohumeral kas grubunun, 4 belirli glenohumeral rotasyonda EMG aktivasyonları ölçülmüştür. Bu hareketler; humerusun 90° coronal, scapular, sagital düzlemdeki elevasyonu, ile axial rotasyon hareketleri olup, sonuçta; humerus'un nötral ve elevasyon pozisyonunda iken m. infraspinatus'un eksternal rotasyonda güçlü etkisi olduğu bulunmuştur. M. subscapularis ve m. pectoralis major ise internal rotasyon pozisyonlarında etkili bulunmuştur. Suenaga ve arkadaşlarının(37) yaptığı çalışma da; kolun çeşitli pozisyonlarında kolun iç rotasyon hareketinin elektromyografik incelemesi yapılmış, rotator cuff ile omuz kuşağının dokuz kasının EMG ölçümleri dört farklı pozisyonda izometrik ve aktif olarak değerlendirilmiş, kol yanda iken dirençli internal rotasyon hareketinde m. pectoralis major kası en yüksek aktiviteyi göstermiştir. Omuz 90° de iken internal rotasyon hareketinde ise m.pectoralis major aktivasyonu düşük çıkarken m.supscapularis ve m.deltoideus'un pars acromialis parçasının aktivasyonları artış göstermiştir.

M. pectoralis major omuz hareketlerinde önemli rol oynayan kaslardan birisidir. Kolun adduksiyon ve iç rotasyon hareketinin de en önemli görevini üstlenen kaslardandır(14). Gowan ve arkadaşlarının(14) yaptığı çalışmada; beysbol atletleri ile daha az deneyimli beysbol atıcıları arasında atma hareketinin EMG aktivasyonlarındaki değişiklikleri

karşılaştırmış, kuvvet ve endurans açısından m. supscapularis kası için bir oyuncunun tutma kabiliyetini artırmak ve yaralanma olasılığını azaltmak için gerekli koşulları önermiş, m. supscapularis, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi'nin omuz internal rotasyonunda etkin kaslar olduğunu saptamıştır.

M. infraspinatus; fonksiyonu kola dış rotasyon ve hafifçe adduksiyon yaptırır. Rotator cuff grubu kaslarından ve özellikle dış rotasyon ilgili omuz ve kol hareketlerinde önemli rolü vardır. Bu çalışmada; m. infraspinatus'un EMG aktivasyonu birinci harekette ikinci ve üçüncü harekete oranla yüksek çıkmıştır. Bu sonuç istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Uhl ve arkadaşlarının(40) yaptıkları çalışmada üst ekstremitenin ağırlık taşıma egzersizleri sırasında omuz kaslarının aktivitesi incelenmiş, birçok değişik statik omuz ağırlık taşıma egzersizlerinin ölçümlerinin karşılaştırılması değerlendirilmiştir. Yaptıkları çalışmada EMG ile omuz kuşağındaki m. deltoideus'un pars clavicularis, pars acromialis, pars spinalis, m.infraspinatus, m.pectoralis major kaslarının EMG aktivasyonları ölçülmüştür. Sonuç olarak; artan ağırlık taşıma duruşu ile kas aktivitesi arasında yüksek ( $r=0,97$  ,  $p < 0.01$  ) bir bağlantı olduğu saptanmıştır. Test edilen birçok egzersiz programında süresince m. infraspinatus'un EMG aktivasyonunun diğer omuz kuşağı kaslarından çok daha fazla olduğu bulunmuştur. Ayrıca bütün bu sonuçlar göstermiştir ki değişken miktarda kol desteği ve gücüyle değiştirilen ağırlık taşıma egzersizleri çok farklı omuz kas güçleri ihtiyacı ile sonuçlanmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada ise; Wise ve arkadaşları(43); omuz egzersizleri esnasında kolun destekli durumunda kasların EMG aktivasyonlarının sonuçlarını incelemişlerdir. Bu çalışmadaki ağırlıklı ve ağırlıksız egzersizlerde omuz kaslarının farklılığının belirlenmesi amaçlanmıştır. M.deltoideus 'un pars clavicularis ve pars spinalis parçaları, m.pectoralis major, m. supraspinatus, m.infraspinatus kaslarının EMG aktivasyonları ile incelenmiştir. Metod olarak kolun duvarda kaydırılarak; destekli ve duvar desteği olmadan kasların vertical ve

diagonal ( 45 derece açı ile ) EMG aktivasyonları karşılaştırılmıştır. Önemli değişiklik m. infraspinatus kasında saptanmış ve destekli egzersize karşı desteksiz egzersizde daha fazla EMG aktivasyonu gösterdiği ortaya çıkmıştır( $F(4.76) = 4.38; p = 0.003$ ). Ayrıca 45 derecelik diagonal egzersizin vertical egzersize oranla daha fazla çaba gerektirdiği ortaya çıkmıştır ( $F(1.19) = 19.3 ; p < 0.001$ ). Bu yapılan çalışma da m. infraspinatus' un omuz hareketlerinde önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir.

Bir başka araştırmada ise; David ve arkadaşları(10); İsokinetik internal ve eksternal rotasyon sırasında omuz eklemindeki birkaç kasın aktivasyonunu belirlemek için çalışmada bulunmuşlardır. Araştırmalarında; her iki tip rotasyon hareketinde de bulunan belirti; rotator cuff ve m. bicepsbrachii'nin aktivasyonunun ( $0.092 \pm 0.0380 - 0.215 \pm 0.045s$ ) gerçek hareketlerle karşılaştırıldığında m. deltoideus ve m. pectoralis major 'e göre ( $0.112 - 0.034$ ) daha önemli olduğu bulunmuştur. Bu sonuç; yaptıkları yedi farklı hareket durumunda da anlamlı bulunmuştur( $p < 0.05$ ).

David ve arkadaşlarının(11) yaptıkları çalışmada humerus'un nötral ve elevasyon pozisyonunda m. infraspinatus'un kolun eksternal rotasyonunda güçlü etkisi olduğunu göstermişlerdir.

Ballantyne ve arkadaşlarının(1) yaptığı bir çalışmada m. supraspinatus m.infraspinatus, m. teres minor, m. trapeziusun alt kısmı,terapatik egzersizlerde EMG ölçümü yapılmış, eksternal rotasyonda, yan hatta lateral rotasyon ve scapular düzlemde kol elevasyonu'na bakılmış, sonuçta; m. infraspinatus'un EMG aktivasyonunun bu hareketler sırasında yüksek olduğu, m. supraspinatusun ise daha düşük bir aktivasyon gösterdiği bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmada da m. infraspinatus dış rotasyon içeren birinci harekette diğer kaslara oranla en fazla aktivasyon gösteren kas olmuştur. Literatürlerdeki diğer çalışmalar da bu görüşü desteklemektedir (1,10,19,40,43).

Bu çalışmada seçilen beş kastan kaydedilen EMG aktivasyon verileri göz önüne alındığında; birinci harekette m. infraspinatus 'ta aktivitenin

yüksek çıkması beklenen bir durumdur, çünkü m. infraspinatus kolun rotator cuff olarak da adlandırılan en önemli dış rotasyon yaptıran kaslarından. Bu durum literatürle uyumludur(1,10,19,40,43).

M. deltoideus'un pars acromialis parçasının EMG aktivasyonu; birinci harekette yüksek çıkmıştır. Bu durum araştırılan literatürlerle de uyumludur (19,33,37).

M. pectoralis major ve m.deltoideus'un pars clavicularis , pars spinalis parçalarında birinci hareket sırasında düşük değerde aktivasyona rastlanılmıştır. Bu kaslardaki aktivasyon düşüklüğü çalışmada beklenen bir sonuçtu. Çünkü, birinci hareket sırasında kol abduksiyonu ve dış rotasyonu olduğu için bu kasların aktivasyonları düşük çıkmıştır.

Çalışılan ikinci harekette; m.pectoralis major kasının EMG aktivasyonu yüksek çıkmıştır. Bu kasın fonksiyonlarının kolun adduksiyonu ve iç rotasyonu olduğunu belirtmiştik. Özellikle horizontal adduksiyon'da m.pectoralis kasının yüksek aktivite göstermesi beklenen bir sonuçtu. Çünkü bu kasın kuvvetlendirilmesi egzersizlerinde horizontal adduksiyon en çok tercih edilen pozisyonlardandır. Ayrıca m. pectoralis kısıklık germelerinde de tam tersi hareket olan horizontal abduksiyon hareketi yaptırılır. Araştırılan literatürler de bu sonucu desteklemektedir (14,37,40,43).

İkinci hareket sırasında; m. infraspinatus'un EMG aktivasyonu düşük çıkmıştır. Bu da kasın fonksiyonları göz önüne alındığında beklenen bir sonuçtur. Çünkü m. infraspinatus'un fonksiyonlarında horizontal adduksiyon hareketi yoktur(42). M. deltoideus'un pars clavicularis parçasının EMG aktivasyonu bu harekette bir miktar yüksek bulunmaktadır ama bu önemli bir yükseklik değildir. Buradaki sonucun m. infraspinatus'a ve m. deltoideus'un diğer iki parçasına (pars acromialis, pars spinalis) göre yüksek olması kolun bu hareketi omuz fleksiyon'u pozisyonunda tamamlaması ile açıklanabilir.

M. deltoideus'un diğer iki parçası (pars acromialis, pars spinalis) EMG aktivasyonları ise bu harekette düşük bulunmuştur. Bu da kasların fonksiyonları düşünülecek olursa beklenen bir sonuçtur.

Üçüncü hareket sırasında; m. pectoralis major kası EMG aktivasyonu düşük bulunmuştur. Bu durumda kasın fonksiyonları göz önüne alındığında beklenen bir durumdu(42). M. infraspinatus kası EMG aktivasyonu da aynı şekilde bu hareket sırasında düşük bulunmuştur. Bu da kasın fonksiyonuna bakıldığında(42) beklenen bir durumdur.

M. deltoideus'un pars acromialis parçası; üçüncü hareket sırasında bu kasın EMG aktivasyonu yüksek bulundu. Fonksiyon olarak da pars acromialis kola abduksiyon hareketi yaptırdığı için bu harekette sonucun yüksek çıkması beklenen bir durumdu. Bu durum da literatürle uyumludur (19,33,37). M.deltoideus' un diğer parçalarının ( pars clavicularis , pars acromialis ) üçüncü hareket sırasında ki EMG aktivasyonu diğer kaslar kadar olmasa da düşük bulunmuştur. Bu sonuçlardan da; m. deltoideus'un kolun asıl abduksiyon hareketinde pars acromialis parçasının daha büyük bir görev üstlendiği anlaşılmaktadır(19,33,37).

## SONUÇ

Yapılan omuz hareketlerinde; M.pectoralis major kası için ölçülen EMG aktivasyonu, ikinci harekette daha yüksek, birinci ve üçüncü hareketlerde düşük bulunmuş, değerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir( $p<0.05$ ).

M. İnfraspinatus kası için ölçülen EMG aktivasyonu; birinci hareket sırasında daha yüksek, ikinci ve üçüncü hareketlerde ise düşük bulunmuş, bu değer istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur( $p<0.05$ ).

M. deltoides'un pars clavicularis parçasının her üç hareket sırasındaki EMG aktivasyonlarına değerlendirildiğinde; her üç hareket içinde düşük olduğu görülmektedir.

M. Deltoides'un pars acromialis parçasının EMG aktivasyonları; birinci ve üçüncü hareket sırasında yüksek bulunmuştur. İkinci harekette ise diğer hareketlere göre düşük bulunmuştur. Çıkan yüksek sonuçlar istatistiksel olarak da anlamlıdır( $p<0.05$ ).

M. Deltoides'un pars spinalis parçasının EMG aktivasyonları; her üç hareket içinde düşük bulunmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır( $p>0.05$ ).

Bu çalışmada deneklere yaptırılan hareketler sırasında hangi kasın daha aktif olduğu gösterilmeye çalışılmıştır. Bulunan sonuçlar bu kaslara yönelik rehabilitasyon programının çizilmesinde bize yardımcı olacaktır. Uygulama yapacağımız kasın hangi pozisyonda daha çok aktivasyon göstereceğini bilmek hem bizim hem de programın uygulanacağı kişi için daha faydalı sonuç almamızı sağlayacaktır. Hastalar için egzersiz programı çizmede, sağlam kişilerde ise (özellikle sporcularda) oluşabilecek sakatlıkları önlemede yararlı olacaktır. Ayrıca yapılan bu ve benzer çalışmalar rehabilitasyon programlarının temelini oluşturmakta son derece yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Ballantyne BT, O'Hare SJ, Paschall JL, Pavia-Smith MM, Pitz AM, Gillon JF, Soderberg GL.: Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises. *Phys Ther.*;73(10):668-77; discussion 677-82. 1993
2. Barkhause, P.E., Nandekar, S.D.: Recording characteristics of the surface electrodes , *Muscle Nerve* , 17,11,1317-1323. (1994)
3. Basmajian, J.V.: *Muscles Alive: Their functions revealed by electromyography*, Third ed., 1-6, 2429, 196- 211, 223-228, The Williams & Wilkins Company, Baltimore, (1974)
4. Basmajian, J.V., Latif, A.: Integrated actions and functions of the chief flexors of the elbow , *J. Bone Joint Surg*, 39 – A, 1106-18. (1957)
5. Bradley , J.P.,Tibone, J.E.: Electromyographic analysis of muscles action about the shoulder, *Clin. Sports Med.* 10. 789–805. (1991)
6. Buckley, .P., Kerwin, D.G.: The role of biceps and triceps brachii during tennis serving , *Ergonomics*, 31, 11, 1621-9.(1988)
7. Chusid, J.G.: *Corelative Neuroanatomy & Funtional Neurology* 18th ed. Chapter 17-18. California: Lange Medical Pub. (1982)
8. Clrays, J.P., Cabri, J.: Electromyography and the study of sports movements: a review, *J. Sports Sci.*, 11, 5, 379-448.(1993)
9. Clrays, J.P., Cabri, B. , De Witte, B. Toussaint, H., De Groot, G., Huying, P., Hollander, P.: Electromyography applied to sport ergonomics, *Ergonomics*, 31, 11, 1605-1620. ( 1988)
10. David,G., Magarey, M.E., M.A. Jones, M.A. , Dvir, Z., Türker, K.S., Sharpe, M.: EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. *Clinical biomechanics* 15.95-102 .(2000)
11. David K. Kuechle, Stephen R. Newman, Eiji Itoi, Glen L. Niebur, Bernard F. Morrey, Kai-Nan An \*: The relevance of the moment arm of shoulder muscles with respect to axial rotation of the glenohumeral joint in four positions *Clinical Biomechanics* 15. 322-329. (2000)

12. Enoka, R.M.: Neuromechanical Basis of kinesiology, 131-133, Human Kinetics Books, Illionis, (1988)
13. Ertekin C.: Klinik Elektromyografi. İzmir : Ege Üniversitesi matbaası. (1977)
14. Gowan, I.D., Jobe, F.W., Tibone, J.E., Perry, J., Moynes, D.R.: A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching, Am. J. Sports Med. 15:586–590. (1987)
15. Guyton, A.C.: İskelet Kasında Kontraksiyon , Tıbbi Fizyoloji , Nobel Tıp Kitapevi ; 1: 177-197, (1986)
16. Guyton, A.C. , Hall, J.E.: Textbook of Medical Physiology, Ninth ed., 73-76, 81-82, 87-89, W.B. Saunders Company, Philadelphia, (1996)
17. Heise G.D.: EMG changes in agonist muscles during practice of a multijoint throwing skill, J. Electromyogr. Kinesiol. 5:81–94. (1995)
18. Hirschberg, G.G., Abramson, A.S.: Clinical electromyography. Physiologic basis , instrumentatiton , diognastic value , Arch. Phys. Med. , 31, 576-87. (1950)
19. Illye´s A, Rita M.: Shoulder muscle activity during pushing, pulling, elevation and overhead throw , Journal of Electromyography and Kinesiology 15 282–289. (2005)
20. Inman, V.T., Saunders, M., Abbot. L.C.: Observations on the functions of the shoulder joint , J. Bone Joint Surg., 26, 1-30.(1940)
21. Jensen, C.R., Schultz, G.W., Bangerter, B.L.: Applied kinesiology and Biomechanics , Third ed., 5-9, McGraw-Hill Book Company, New York, (1984)
22. Jobe, F.V., Moynes, Tibone, D.R., Perry, J.: An EMG analysis of the shoulder in pitching. A second report, Am. J. Sports Med. 12:218–220. (1984)
23. Jonsson, B.: Electromyographic Kinesiology: Aims and fields of use in New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology, Volume 1 ( Desmedt, J.E., ed.) 498-501, S.Karger, Basel, ( 1973)
24. Kimura, J.: Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice, Edition 2, 211-219, F.A. Davis Company, Philadelphia , (1989)



25. Kronberg, M., Nemeth G., Brostrom, L.A.: Muscle activity and coordination in the normal shoulder, *Clin. Orthop. Rel. Res.* 25:776–85. (1990)
26. Kutchai, H.C.: Synaptic transmission in " physiology ", (Berne, R.M., Levy, M.N., Koeppen, R.M., Stanton, B.A., ed. ) 30-33, 43-44, Mosby, St. Louis, (1998)
27. Misulis, K.E.: *Essentials of Clinical Neurophysiology*, Second ed., 189-194, Butterworth-Heinemann, Boston, (1997)
28. Moore, K.L., Dalley, A.F.: *Clinical oriented anatomy*, fourth ed., 695-771, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, (1999)
29. Morris, M., Jobe, F.W., Perry, J., Pink, M., Healy, B.S.: Elektromyographic analysis of elbow functions in tennis players, *Am. J. Sports Med.*, 17,2,241-7. (1989)
30. Moseley, J.B., Jobe Jr., F.W., Pink, M., Perry, J., Tibone, J.: EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program, *Am. J. Sports Med.* 20:128– 134. (1992)
31. Murphy, R.A.: Skeletal Muscle Physiology in " physiology ", ( Berne, R.M., Levy, M.N., Koeppen, R.M., Stanton, B.A., ed. ) , 269, 290-291, Mosby, St. Louis, (1998)
32. Pearl, M.L., Perry, J. Torburn, L. Gordon, L.H.: An elektromyographic analysis of the shoulder during cones and planes of arm motions, *Clin. Orthop.*, 284, 116-127. (1992)
33. Reinold, M.M., Wilk, K.E., Fleisig, G.S., Zheng, N., Barrentine, S.W., Chmielewski, T., Cody, R.C., Jameson, G.G., Andrews, J.R.: Elektromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.*;34(7):385-94. 2004
34. Sakurai, G., Ozaki, J., Tomita, Y., Nishimoto, K., Tamai, S.: Elektromyographic analysis of shoulder joint function of biceps brachii muscle during isometric contraction, *Clin. Orthop.* , 354, 123-131.(1998)
35. Shin, J.O.: *Clinical Elektromyography : Nerve Conduction Studies* , Second ed. , 1-7, 12-13, 32-33, Williams & Wilkins, Baltimore, (1993)
36. Soderberg, G.L., Cook, T.M.: *Elektromyography in biomechanics*, *Phys. Ther.* , 64,12,1813-20 . (1984)

37. Suenaga N, Minami A, Fujisawa H.: Electromyographic analysis of internal rotational motion of the shoulder in various arm positions J Shoulder Elbow Surg.;12(5):501-5. (2003)
38. Townsend, H., Jobe F.W., Pink M., Perry, J.: Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program, Am. J. Sports Med. 19:264–272. (1991)
39. Türker, K.S. : Electromyography: some methodologic problems and issues , Phys. Ther., 73 , 10 , 698-710.(1993)
40. Uhl, T.L., Carver, T.J., Mattacola, C.G., Mair, S.D.: Nitz AJ Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. J Orthop Sports Phys Ther.;33(3):109-17. 2003
41. Williams , P.L., Dyson, M.: Gray's anatomy thirty-seventh ed., 613-632, Churchill Livingstone , London, (1989)
42. Williams, P.L., Warwick R.: Grays anatomy 36th. Ed. Churchill Livingstone Edinburgh London Melbourne and New York 1980
43. Wise, M.B., Uhl, T.L., Mattacola, C.G., Nitz, A.J., Kibler, W.B.: The effect of limb support on muscle activation during shoulder exercises. J Shoulder Elbow Surg.;13(6):614-20. 2004