



Sağlıklı Bireylerde Ağırılık Kaldırmanın Omuz Kas Aktivasyonlarına Etkisi / Effect of Weight-Lifting on Shoulder Muscle Activation in Healthy Individuals

Tamer ÇANKAYA¹, Ece ACAR²

1. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, tamercankaya@hotmail.com, 

2. Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Programı, eceacar@karabuk.edu.tr, 

Gönderim Tarihi: | Received: 03.11.2019, Kabul Tarihi: | Accepted: 16.06.2020, Yayım Tarihi: | Date of Issue: 01.04.2022, DOI:10.25279/sak. 641945.

Atıf | Reference: "ÇANKAYA, T.; ACAR, E. (2022). Sağlıklı Bireylerde Ağırılık Kaldırmanın Omuz Kas Aktivasyonlarına Etkisi. Sağlık Akademisi Kastamonu (SAK), 7(1), s.112-126

Öz

Giriş: Günlük yaşam sırasında ağırılık kaldırmak sıklıkla kullanılmakta olup, omuz eklemi de üst ekstremitenin hareket serbestliğinin çoğundan sorumludur. **Amaç:** Bu çalışmada, sağlıklı bireylerde omuz ekleminin fleksiyon ve abdüksiyon hareketleri sırasında ağırılık kaldırmanın kas aktivasyonlarına farklı açıdeğerlerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. **Yöntem:** Çalışma, yaş ortalaması 22.60 ± 0.44 olan 28 sağlıklı erkek bireyin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bireyler ağırılıksız ve 3 kilogramlık bir ağırılık ile omuz fleksiyon ve abdüksiyon hareketi yaptığı sırada kas aktivasyonları trapezius kası üst orta ve alt parçaları ile deltoid kasının ön ve orta parçalarından yüzeysel elektromiyografi cihazı ile kaydedilmiştir. Hareketler 0-30, 0-60, 0-90, 0-120, 0-150 ve 0-180 dereceler arasında ve metronom eşliğinde yapılmıştır. **Bulgular:** Ağırılıksız olarak gerçekleştirilen fleksiyon ölçümlerinde tüm hareket açıklıklarında aktivitesi en fazla olan kas ön deltoid kası iken ağırılık ile gerçekleştirilen fleksiyon ölçümlerinde ise hareketin erken açılarında en aktif kasın üst trapezius, diğer açılarda ise ön deltoid kası olduğu görülmüştür. Ağırılıksız olarak gerçekleştirilen abdüksiyon ölçümlerinde ise yine erken derecelerde en aktif kas ön deltoid iken ağırılık ile gerçekleştirilen ölçümlerde ise üst trapezius kasının aktif olduğu belirlenmiştir. **Sonuç ve Öneriler:** Ağırılık ile veya ağırılıksız yapılan fleksiyon ve abdüksiyon hareketlerinde çalışma grubumuzda yer alan bireylerde en fazla aktivasyon gösteren kaslar, üst trapezius ve ön deltoid kasları olmaktadır. Bu kasların aktivasyonunu düzenlemeyi hedefleyen tedavilerde omuzun dirençli fleksiyon veya abdüksiyon hareketlerinin kullanımı göz önünde bulundurulabilir.

Anahtar Kelimeler: Elektromiyografi, Deltoid kas, Omuz

Abstract

Introduction: Weight lifting is frequently used in daily life, and the shoulder joint is responsible for most of the upper extremity's freedom of movement. **Aim:** The aim of the study is to determine the effect of weight-lifting on muscle activations at different angle values during flexion and abduction movements of the shoulder joint in healthy individuals. **Methods:** The study was carried out with the participation of 28 healthy male individuals with an average age of 22.60 ± 0.44 . Muscle activations were recorded with superficial electromyography from the upper, middle and lower parts of the trapezius, anterior and middle parts of the deltoid while the



individuals were making the movement of shoulder flexion and abduction with and without 3 kilograms. Movements were made between 0-30, 0-60, 0-90, 0-120, 0-150 and 0-180 degrees and accompanied by metronome. Results: In the flexion measurements performed without weight, the muscle with the highest activity in all range of motion was the frontal deltoid muscle, whereas in the flexion measurements carried out by weight, the most active muscle in the early angles of movement was the upper trapezius, and in other angles, the frontal deltoid muscle. In the weightless abduction measurements, the most active muscle in the early degrees was the anterior deltoid, while in the measurements performed by weight, the upper trapezius muscle was active. Conclusion and Suggestions: The upper trapezius and anterior deltoid are the most active in flexion and abduction movements with or without weight bearing in our study group. The usage of resistive flexion or abduction movements of the shoulder may be considered in therapies which aimed regulating the activations of these muscles.

Keywords: Electromyography, Deltoid muscle, Shoulder

1. Giriş

Omuz eklemi; glenohumoral eklem, akromioklavikular eklem, sternoklavikular eklem ve skapulotorasik eklem bir araya gelmesi ile oluşan karma bir yapıdır. Sagittal ve frontal düzlemde 180 derece hareket açıklığı bulunan eklem, çoklu eksene sahip olup farklı düzlemlerde hareket bileşkeleri oluşturur (Schüldt ve Harms-Ringdahl, 1988; Lippitt ve Matsen, 1993). Üst ekstremitenin hareket serbestliğinin çoğundan sorumlu olan omuz eklemi; hareketin hız, kuvvet, ivme gibi farklı bileşenlerinden de etkilenebilmektedir. Özellikle trapezius ve deltoid kas grupları hareketin başlaması, hızın ayarlanması, hareketin yönünün değiştirilmesi gibi aktiviteler sırasında oldukça etkin görev almaktadır (Park ve diğerleri, 2012). Deltoid kası büyük trianguler bir yapıda olup omuz kas gruplarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır (Bassett ve diğerleri, 1990). Farklı başlangıç lokalizasyonları olan üç farklı parçadan oluşan deltoid kası, primer olarak abdüksiyon hareketinden sorumlu kas olarak kabul edilir (Kido ve diğerleri, 2003). Yapılan elektromiyografik çalışmalar, primer olan hareket fonksiyonun yanı sıra bu kasın omuz stabilizasyonunda da etkin görev aldığını göstermektedir (Kido ve diğerleri 2003; McMahon ve diğerleri, 1996). Trapezius kas grubu da benzer şekilde üç parçadan meydana gelmekte ve temel görev olarak ise skapulanın stabilizasyonunu üstlenmektedir. Ancak trapezius kasının üst liflerinin omuz elevasyonu, orta ve alt liflerinin ise abdüksiyon sırasında oldukça aktif olduğu gösterilmiştir (Ekstrom ve diğerleri, 2003; Johnson ve Pandyan, 2005). Bunun yanı sıra trapezius kas grubu postural bir kas grubu olarak da kabul edilmekte ve vücut düzgünlüğünün sağlanmasından sorumludur (Mork ve Westgaard, 2007). Değişen vücut pozisyonlarında omuz elevasyonu ile omuz kas aktivasyonu arasındaki ilişki incelendiğinde ayakta durma veya oturma pozisyonunda anterior deltoid kasının aktivasyonunun omuz elevasyonu ile arttığı trapezius kasının aktivitesinin ise azaldığı belirtilmektedir (Suprak ve diğerleri, 2016; Uga ve diğerleri, 2016). Hareketin hangi derecesinde hangi kasın daha fazla aktive olduğunu bilmek, hedefe yönelik ve optimal tedaviyi planlayabilmek açısından yol gösterici olabilir. Bu nedenle omuz hareketleri detaylı olarak incelenmeye ihtiyaç duymaktadır. Normal aktivasyon miktarını açıklayabilmek patolojik durumların tanımlanabilmesine veya önlenbilmesine yardımcı olabilir. Çoklu ve karmaşık fonksiyonlarından dolayı omuz ve omuz kuşağı kasları pek çok gereke ile rehabilitasyon programlarına dahil edilebilmektedir.

Üst ekstremitte kuvvetlendirme egzersizleri yalnızca omuz eklemine ilgilendiren durumlarda değil aynı zamanda pulmoner, geriatik, onkolojik veya nörolojik rehabilitasyon gibi farklı uygulama



alanlarında da pratik olarak kullanılmaktadır (Calik ve diğerleri, 2017; Haraldstad ve diğerleri, 2017; Hidding, ve diğerleri 2014; Folkerts ve diğerleri, 2017). Kas kuvvetini artırmak amacı ile pek çok yöntem kullanılmakla birlikte bu protokollerden birisi de değişik şekillerde uygulanabilen ağırılık kaldırma egzersizleridir (de Araújo Farias ve diğerleri, 2017). Buna ek olarak ağırılık kaldırmak günlük yaşam sırasında da sıklıkla ihtiyaç duyulan bir aktivitedir. Ancak farklı vücut pozisyonlarında ve farklı kol açılarında yapılan bu ağırılık kaldırma hareketleri, omuz kuşağında yer alan kasların değişen aktivasyonlarına yol açabilir. Kas aktivasyonlarında ve kasların yüklenme derecelerindeki bu değişimler mikrotravmalara, aşırı veya yanlış kullanım yaralanmalarına neden olabilmektedir (Akuthota ve diğerleri, 2004).

Çalışmanın amacı, sağlıklı bireylerde kolun farklı açısız değerlerinde dirençli fleksiyon ve abdüksiyon hareketlerinin trapezius ve deltoid kas aktivasyonlarında meydana getirdiği değişimi açıklamaktır. Böylece bu kasların hedeflendiği rehabilitasyon çalışmalarında kullanılabilen optimum açısız değerleri belirlemektir.

2. Gereç ve Yöntemler

Omuz eklemine farklı açılarında ağırılık kaldırmanın omuz kuşağı kas aktivasyonuna etkisini araştırmayı amaçladığımız çalışma, 2017 (Mart-Ekim) tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. İlgili literatürün taranması ile bağımlı gruplarda kas aktivasyonundaki yüzde 50 artışın anlamlı olduğu kabule alınarak, yüzde 95 güç ve yüzde 5 yanılma olasılığı ile güç analizi yapıldığında gerekli örneklem sayısının 27 olduğu belirlenmiştir. Çalışma başlangıcında 18-30 yaş arasında 35 erkek birey ile görüşülmüştür. Bireylerin meslekleri, düzenli spor yapma veya bir spor salonuna devam etme durumu ve dominant olarak kullandıkları üst ekstremiteleri, yazı yazmayı tercih ettikleri el, belirlenerek kaydedilmiştir. Omuz eklemine etkileyen ortopedik veya nörolojik problemi bulunmayan, sağlıklı ve gönüllü erkek bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Beden kütle indeksi 30 üzerinde olan, skapular diskinezi bulunan ve hareketler sırasında omuz ağrısı oluştuğunu ifade eden bireyler çalışma dışı bırakılmıştır. Skapular diskinezi lateral skapular kayma testi, skapular retraksiyon testi ve skapular assistans testi kullanılarak belirlenmiştir. Dahil edilme kriterlerini karşılayan 30 birey ile çalışmaya başlanmıştır. Ölçümleri tamamlamadan ayrılan 1 kişi ve verileri analize uygun olmayan 1 kişinin çıkarılmasıyla çalışma 28 birey ile tamamlanmıştır.

Kas aktivasyonları üst trapezius (ÜT), orta trapezius (OT), alt trapezius (AT), ön deltoid (ÖD) ve orta deltoid (OD) kaslarından Megawin ME800 yüzeysel elektromiyografi (yEMG) cihazı ile mikrovolt olarak belirlenmiştir. Uygun cilt temizliği yapıldıktan sonra yüzeysel gümüş- gümüş klorür (Ag-AgCl) elektrotlar kas liflerine paralel olarak SENIAM kriterlerine ve ilgili literatüre uygun şekilde yerleştirilmiştir. Teste başlamadan önce, hareketler sırasında kaydedilen verilerin normalize edilebilmesi için, kasların maksimum istemli kontraksiyonu sırasındaki aktivasyonları kaydedilmiştir. Elektrotlar ÜT için acromioklavikular eklem ile 7. servikal vertebra çıkıntısı arasındaki çizginin orta noktasına, OT için spina skapula ile 3. torakal vertebra arasındaki horizontal çizgi orta noktası, AT için Spina skapula ile 8. Torakal vertebra arasındaki çizginin posteromedialine, ÖD için Akromion'un 1 santimetre anterior distali, OD için akromiondan lateral epikondile çizilen hat üzerinde kasın şişkin noktasının belirlenmesi ile yerleştirilmiştir (Szucs ve Molnar, 2017; Kiss, ve diğerleri, 2010; Herrington ve diğerleri, 2015). Toprak elektrotlar kemik çıkıntılara veya yakın bölgelere yerleştirilmiştir. Elektrotlar arası 2 santimetre mesafe bırakılmıştır. Maksimum istemli kontraksiyon aktivasyonlarının belirlenmesi amacıyla oturma pozisyonunda ÜT için kol skapular planda 90 derece elevasyondaiken aşağı yönlü



direnç, OT için kol 90 derece abdüksiyon, eksternal rotasyondaiken aşağı yönlü direnç, AT için 120 derece abdüksiyondaiken anterior yönlü direnç, ÖD için 90 derece fleksiyon omuz 75 derece abdüksiyon hafif fleksiyon eksternal rotasyon pozisyonundaiken anteromedialden addüksiyon hafif ekstansiyon yönünde direnç ve OD için ise kol 90 derece abdüksiyon internal rotasyonda (avuç içi aşağı dönük) iken dirsek eklemının üzerinden inferior yönlü direnç uygulanmıştır. Tüm aktivasyon ölçümleri bireylerin dominant taraflarından gerçekleştirilmiştir.

Eklem hareketinin açısal değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla üzerinde 30, 45, 60, 90, 120, 150 ve 180 derecelik açıların işaretlenmiş olduğu dairesel bir karton levha, bireylerin omuz eklem eksenine uygun olacak biçimde duvara monte edilmiştir. Kişiden bu levha önünde ayakta durması istenmiştir. Kas aktivasyonları, omuz eklemının fleksiyon ve abdüksiyon hareketi sırasında full-can pozisyonunda 6 farklı açısal aralıkta (0-30°, 0-60°, 0-90°, 0-120°, 0-150°, 0-180°) kaydedilmiştir. Ölçümler ayakta durma sırasında gerçekleştirilmiştir. Bireylere test öncesinde kompensatuar hareketler (baş rotasyon ve fleksiyonu, omuz elevasyonu, gövde fleksiyonu) konusunda eğitim verilmiştir. Ölçümler kinezyolojik yEMG konusunda eğitim almış uzman bir fizyoterapist tarafından gerçekleştirilmiştir. yEMG kaydı sırasında bireyler gözlenerek kompanse edici hareketler oluştuğunda teste son verilmiştir. Hareket hızının sabit tutulabilmesi amacıyla kullanılan metronom 30 vuruş/dakika olarak ayarlanarak kişiden bu ritme uyması istenmiştir. Ağırılık kullanmadan gerçekleştirilen bu ölçümlerin ardından 3 kilogram ağırlığında bir kum torbası bireyin ön koluna bağlanarak ölçümler tekrarlanmıştır. Kavrama hareketinin karıştırıcı faktör olabileceği göz önüne alınarak dumbell kullanımından kaçınılmıştır. Tüm ölçümler arasında 5 dk dinlenme süresi bırakılmıştır.

yEMG verileri 20-500 Hertz arasında band-pass filtreden geçirildi. 100 milisaniye aralıklarla kareler ortalamasının karekökü hesaplanmıştır. Bu değer maksimum istemli kontraksiyonlar için 2 ve 4. saniyelerdeki en büyük değeri, omuz eklemının değişen açılardaki fleksiyon ve abdüksiyon hareketleri için ise hareket süresince alınan kaydın ortalaması kullanılmıştır. Hareket sırasında elde edilen değer, maksimum istemli kontraksiyon sırasında elde edilen en büyük aktivasyon değerine oranlanarak yüzde maksimum istemli kontraksiyon (%MİK) olarak normalize edilmiştir.

2.1. Araştırmanın Etik Boyutu

Araştırma için Karabük Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (29.03.2017- 3/26). Çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireyler ile yazılı onam formu imzalanmıştır.

2.2. İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for Social Science for Windows) versiyon 20.0. yazılımı aracılığı ile yapılmıştır (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığı, Shapiro-Wilk testi ve basıklık ve çarpıklık değerlendirilerek belirlenmiştir. Tanımlayıcı analizler ortalama ve standart sapma kullanılarak verilmiştir. Ağırlıklı veya ağırlıksız yapılan fleksiyon ve abdüksiyon ölçümlerinde aynı açısal değerlerde ölçülen kas aktivasyonları arasında fark olup olmadığı Friedmann testi ile değerlendirilmiştir. Kas aktivasyonları arasında fark bulunduğu post-hoc analizler Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir. Bu test sırasında beş farklı kas bulunduğundan ve on farklı durum meydana geldiğinden istatistiksel anlamlılık düzeyi Bonferonni düzeltilmesine göre 0.005 kabul edilmiştir. Aynı kasların aynı açısal yön ve değerlerde ağırlıklı ve ağırlıksız elde edilen aktivasyonları arasında fark olup olmadığı ve ağırlıksız veya



ağırıklı yapılan ölçümlerde aynı kasta fleksiyon veya abdüksiyon aktivasyonları arasında fark olup olmadığı örneklem sayısının azlığı da göz önüne alınarak Wilcoxon testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel anlamlılık için tip-1 hata düzeyi %5 olarak kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araştırmaya yaş ortalaması 22.60 ± 0.44 yıl ve beden kütle indeksi 28.85 ± 3.56 kg/cm² olan 28 birey katılmıştır. Bireylerin hiçbirinin aktif olarak bir işte çalışmadığı, düzenli olarak spor yapmadığı belirlenmiştir. Bireylerin tamamı dominant olarak sağ üst ekstremitelerini kullanmaktadır. Ağırılıksız olarak gerçekleştirilen fleksiyon ölçümlerinde tüm hareket açıklıklarında aktivitesi en fazla olan kas ÖD kası olarak belirlenmiştir. Ağırılıksız olarak gerçekleştirilen abdüksiyon ölçümlerinde ise 0-30 ve 0-60 derece aralıklarında en aktif kasın ÖD (5.60 ± 5.35 ; 5.53 ± 4.83), 0-90 ve 0-120 derece aralıklarında ÜT (6.67 ± 3.78 ; 8.13 ± 4.98), 0-150 ve 0-180 derecede OD (11.27 ± 5.35 ; 16.40 ± 6.03) kasları olduğu belirlenmiştir. Ağırılık ile gerçekleştirilen fleksiyon ölçümlerinde 0-30 ve 0-60 derecelik aralıkta en aktif kasın ÜT (12.93 ± 6.17 ; 16.39 ± 6.21), diğer açılarda ise ÖD kası olduğu belirlenmiştir. Ağırılık ile gerçekleştirilen abdüksiyon ölçümlerinde ise 0-30, 0-60, 0-90 derecelik aralıkta en aktif kasın ÜT (8.22 ± 4.44 ; 9.81 ± 5.31 , 13.02 ± 5.49), 0-120 derecede OT (50.41 ± 12.31), 0-150 ve 0-180 derecede ÖD (55.88 ± 16.64 ; 65.70 ± 22.00) kasları olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Eşit ölçüm pozisyonlarında (ağırılıksız veya ağırılık ile eşit açılarda) kas aktivasyonları arası farklılık incelendiğinde, 0-180 derecelik fleksiyon hareket aralığı dışında tüm hareket açılarında kas aktivasyonları arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Yüzde Maksimum İstemli Kontraksiyon Değerleri (Ortalama \pm Standart Sapma)

n*:28		0-30	p**	0-60	P**	0-90	P**	0-120	P**	0-150	p**	0-180	P**
Fleksiyon (Ağırılıksız)	Üst trapezius	7.14 \pm 4.44	0.00 1**	9.23 \pm 4.13	0.00 0**	13.56 \pm 5.31	0.00 0**	16.27 \pm 5.72	0.00 0**	18.63 \pm 5.59	0.00 0**	21.75 \pm 6.77	0.47 6
	Orta trapezius	5.34 \pm 3.66		6.36 \pm 3.85		9.02 \pm 4.41		11.15 \pm 4.65		14.79 \pm 6.09		18.86 \pm 8.46	
	Alt trapezius	4.06 \pm 3.33		4.21 \pm 2.71		6.23 \pm 4.14		9.48 \pm 6.07		12.67 \pm 6.56		20.10 \pm 13.00	
	Orta deltooid	4.85 \pm 3.09		7.11 \pm 3.81		11.50 \pm 5.04		15.89 \pm 6.96		17.12 \pm 16.34		24.98 \pm 11.57	
	Ön deltooid	9.27 \pm 7.94		11.33 \pm 8.76		14.89 \pm 10.78		18.66 \pm 11.77		20.16 \pm 10.48		27.25 \pm 18.40	
Abdüksiyon (Ağırılıksız)	Üst trapezius	4.26 \pm 2.80	0.00 8**	5.38 \pm 3.32	0.01 5**	6.67 \pm 3.78	0.01 7**	8.13 \pm 4.98	0.01 6**	11.09 \pm 6.08	0.00 1**	14.40 \pm 6.05	0.00 0**
	Orta trapezius	3.15 \pm 2.28		4.18 \pm 3.80		4.48 \pm 3.21		5.95 \pm 6.80		7.43 \pm 8.61		9.01 \pm 7.31	
	Alt trapezius	2.88 \pm 1.86		3.99 \pm 3.40		4.77 \pm 2.87		5.98 \pm 3.70		8.32 \pm 6.70		12.66 \pm 8.96	



Atf | Reference: "ÇANKAYA, T.; ACAR, E. (2022). Sağlıklı Bireylerde Ağırılık Kaldırmanın Omuz Kas Aktivasyonlarına Etkisi. Sağlık Akademisi Kastamonu (SAK), 7(1), s.112-126

	Orta deltoid	2.23 ± 1.15		3.13 ± 1.55		4.74 ± 2.39		7.21 ± 3.81		11.27 ± 5.35		16.40 ± 6.03	
	Ön deltoid	5.61 ± 5.39		5.53 ± 4.84		6.00 ± 4.13		7.70 ± 5.98		10.47 ± 6.96		15.39 ± 10.40	
Fleksiyon (Ağırılık ile)	Üst trapezius	12.93 ± 6.17		16.39 ± 6.22		22.07 ± 7.54		26.77 ± 7.16		30.47 ± 8.20		30.70 ± 7.15	
	Orta trapezius	7.41 ± 4.66		9.37 ± 5.40		16.25 ± 7.87		21.30 ± 8.94		24.87 ± 9.75		26.55 ± 13.72	
	Alt trapezius	5.91 ± 4.04	0.00	6.60 ± 3.37	0.00	11.60 ± 7.52	0.00	17.73 ± 11.19	0.00	22.77 ± 14.00	0.00	25.59 ± 16.93	0.07
	Orta deltoid	7.06 ± 3.98	0**	10.82 ± 5.17	0**	18.68 ± 7.70	0**	25.43 ± 9.80	0**	30.38 ± 12.18	0**	33.28 ± 12.35	0
	Ön deltoid	12.28 ± 12.53		15.63 ± 13.78		23.29 ± 16.60		28.61 ± 17.00		31.68 ± 18.60		35.44 ± 24.82	
Abdüksiyon (Ağırılık ile)	Üst trapezius	8.22 ± 4.44		9.81 ± 5.31		13.02 ± 5.48		16.56 ± 6.65		19.12 ± 6.78		22.63 ± 7.44	
	Orta trapezius	5.46 ± 3.80		6.82 ± 4.46		9.90 ± 8.06		12.31 ± 10.87		12.65 ± 9.56		14.35 ± 9.91	
	Alt trapezius	6.35 ± 4.96	0.00	8.21 ± 4.67	0.00	10.44 ± 5.07	0.01	13.83 ± 7.31	0.01	14.57 ± 7.63	0.02	19.23 ± 11.33	0.00
	Orta deltoid	4.11 ± 2.70	2**	5.74 ± 3.31	3**	9.73 ± 4.89	5**	13.49 ± 5.77	7**	17.21 ± 8.00	4**	23.88 ± 8.97	1**
	Ön deltoid	6.88 ± 6.21		7.11 ± 5.64		10.08 ± 7.57		14.27 ± 11.91		16.64 ± 13.82		22.00 ± 15.98	

*n: Kişi sayısı, **p: İstatistiksel anlamlılık değeri, **: Friedman testine göre anlamlı bulunan değer



Aktivasyon farkına neden olan kaslar ikili karşılaştırma ile belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Yüzde Maksimum İstemli Kontraksiyon Değerinin Kaslar Arası Post-Hoc Analiz İstatistiksel Anlamlılık Değerleri (Friedman Testine Göre Anlamlı Bulunan Gruplar Değerlendirilmiştir.) (Güven Aralığı %95)

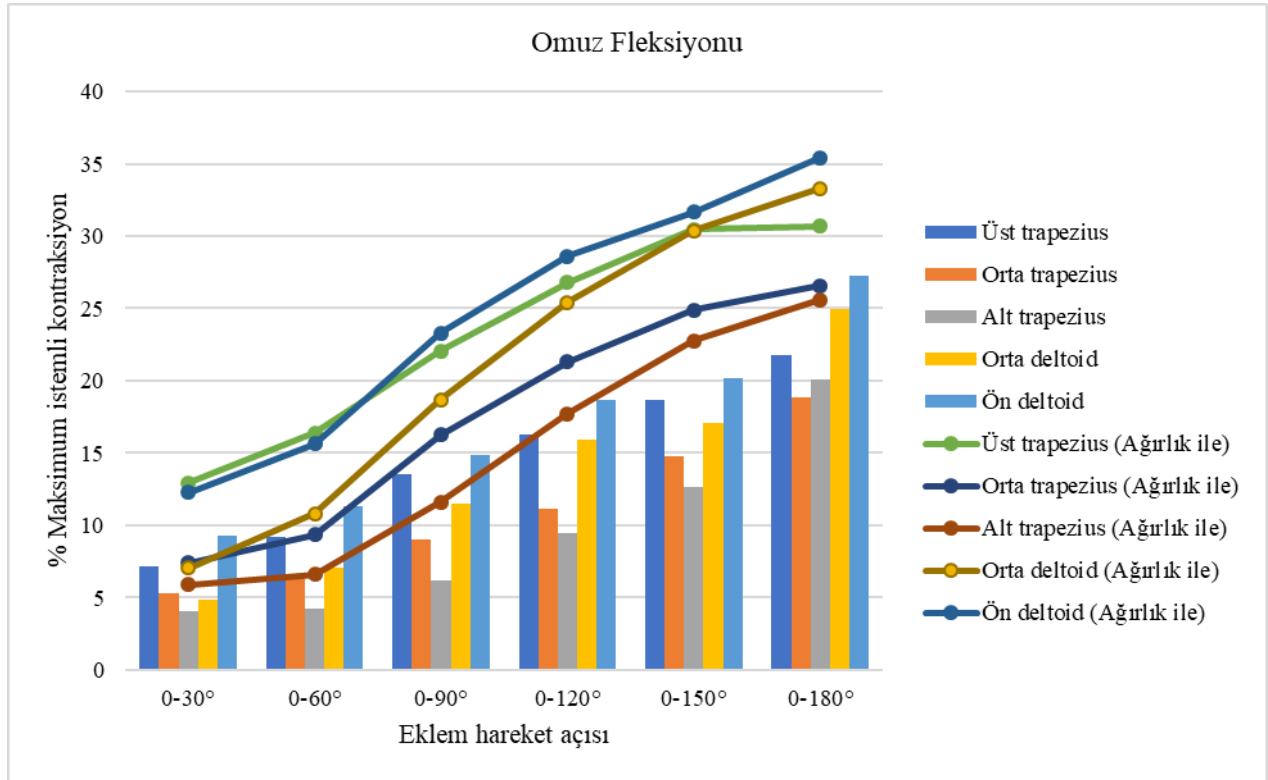
n*:28	Eklem Açısı	Üst trapezius	Üst trapezius	Üst trapezius	Üst trapezius	Orta trapezius	Alt trapezius	Orta trapezius	Alt trapezius	Alt trapezius	Orta deltoid
		Orta trapezius	Alt trapezius	Orta deltoid	Ön deltoid	Alt trapezius	Orta deltoid	Ön deltoid	Orta deltoid	Ön deltoid	Ön deltoid
Fleksiyon (Ağırlıksız)	0-30°	0.056	0.000**	0.003**	0.439	0.088	0.524	0.013	0.172	0.006	0.020
	0-60°	0.004**	0.000**	0.016	0.487	0.003**	0.452	0.010	0.001**	0.001**	0.045
	0-90°	0.002**	0.000**	0.023	0.909	0.005**	0.111	0.008	0.000**	0.001**	0.116
	0-120°	0.000**	0.000**	0.387	0.665	0.043	0.011	0.018	0.000**	0.000**	0.000**
	0-150°	0.007	0.002**	0.000**	0.682	0.062	0.000**	0.048	0.000**	0.036	0.838
Abdüksiyon (Ağırlıksız)	0-30°	0.050	0.026	0.001**	0.593	0.838	0.074	0.013	0.148	0.039	0.001**
	0-60°	0.017	0.023	0.000**	0.716	0.982	0.236	0.206	0.265	0.210	0.014
	0-90°	0.004**	0.033	0.006	0.531	0.459	0.516	0.111	0.855	0.232	0.239
	0-120°	0.006	0.043	0.454	0.665	0.210	0.005**	0.053	0.274	0.322	0.909
	0-150°	0.001**	0.026	0.733	0.649	0.202	0.000**	0.014	0.043	0.202	0.305
	0-180°	0.001**	0.133	0.179	1.000	0.016	0.000**	0.011	0.026	0.285	0.374
Fleksiyon (Ağırlık ile)	0-30	0.000**	0.000**	0.000**	0.374	0.048	0.982	0.106	0.086	0.021	0.040
	0-60	0.000**	0.000**	0.000**	0.236	0.006	0.139	0.056	0.001**	0.001**	0.183
	0-90	0.005**	0.000**	0.011	0.665	0.006	0.187	0.062	0.000**	0.001**	0.264
	0-120	0.003**	0.000**	0.387	0.733	0.043	0.151	0.101	0.001**	0.019	0.387
	0-150	0.007	0.005**	0.633	0.873	0.116	0.111	0.210	0.006	0.036	0.838
Abdüksiyon (Ağırlık ile)	0-30	0.004**	0.045	0.000**	0.187	0.399	0.088	0.750	0.019	0.891	0.013
	0-60	0.007	0.255	0.001**	0.040	0.139	0.305	0.707	0.018	0.339	0.316
	0-90	0.009	0.036	0.003**	0.059	0.088	0.616	0.838	0.649	0.495	0.829
	0-120	0.006	0.043	0.454	0.665	0.210	0.005**	0.053	0.274	0.322	0.909



	0-150	0.001**	0.015	0.139	0.246	0.043	0.021	0.284	0.265	0.873	0.350
	0-180	0.001**	0.111	0.495	0.616	0.006	0.002**	0.053	0.065	0.495	0.316

*n: Kişi sayısı, **: Wilcoxon testi Bonferonni düzeltmesine göre anlamlı bulunan sonu

Fleksiyon hareketi sırasında elde edilen kas aktivasyon oranlarının ağırlık ile değişimi incelendiğinde ağırlık kaldırma ile kas aktivasyonlarında meydana gelen artışın anlamlı olduğu belirlenirken ($p \leq 0,001$), fleksiyon sırasında ölçülen kas aktivasyonlarının ağırlık ile değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir.



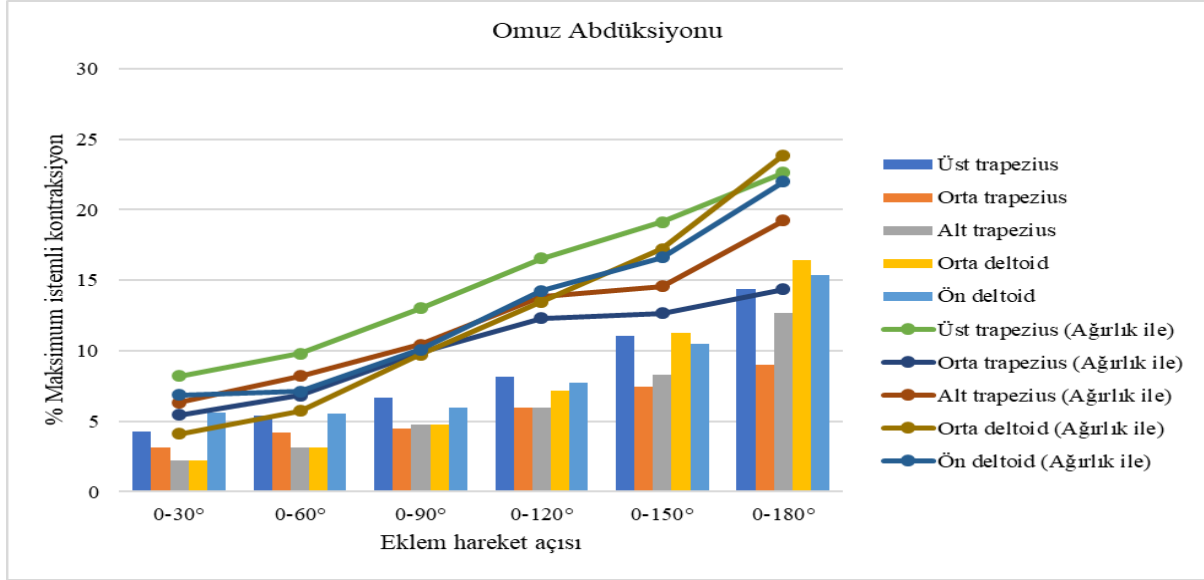
Şekil 1. Ağırlıksız ve Ağırlık ile Yapılan Fleksiyon Ölçümlerine Ait Yüzde Maksimum İstemli Kontraksiyon Değişimi

Abdüksiyon hareketi sırasında elde edilen kas aktivasyon oranlarının ağırlık ile değişimi incelendiğinde tüm kas gruplarında ve tüm hareket açıklıklarında ağırlık kaldırma ile kas aktivasyonlarında meydana gelen artışın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$). Abdüksiyon sırasında ölçülen kas aktivasyonlarının ağırlık ile değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir.

Kas aktivasyon oranlarının, hareketin yönü ile olan değişimi incelendiğinde ağırlıksız gerçekleştirilen ölçümlerde tüm kaslarda fleksiyon hareketi sırasında abdüksiyon hareketine göre anlamlı oranda daha fazla kas aktivasyonu elde edilirken ($p = 0.000-0.040$) yalnızca 0-60 derece aralığında AT kasında kaydedilen aktivasyonun fleksiyon lehine fazla olsa da değerler istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p = 0.341$). Ağırlık ile yapılan ölçümlerde yine fleksiyon lehine anlamlı bir fark gözlenirken 0-30 derecede AT kasının abdüksiyon sırasında fazla aktivasyon gösterdiği ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p = 0.633$). 0-90 derecelik aralıkta AT kasında kaydedilen değerler de fleksiyon lehine fazla olmasına rağmen



bu farkın anlamlı olmadığı görülmüştür ($p=0.170$). 0-60 derecelik abdüksiyon hareketi sırasında ise OD kas aktivasyon değerinin abdüksiyon sırasında anlamlı olarak daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p= 0.000$).



Şekil 2. Ağırksız ve Ağırlık ile Yapılan Abdüksiyon Ölçümlerine Ait Yüzde Maksimum İstemli Kontraksiyon Değişimi

4. Tartışma

Sağlıklı bireylerde omuz ekleminin fleksiyon ve abdüksiyonu sırasında ağırlık kaldırma ile üst trapezius, orta trapezius, alt trapezius, orta deltoid ve ön deltoid kas aktivasyonlarının değişimini farklı açısal aralıklarda incelemeyi amaçladığımız çalışmada örneklem grubumuz için ağırlık kaldırmanın, özellikle üst trapezius, ön deltoid ve orta deltoid kas aktivasyonu üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Ağırlıksız yapılan aktivitelerin düşük açısal aralığında ön deltoid kası diğer kaslara göre daha fazla aktivasyon değerine sahip olmaktadır. Hareket açısının artması ile abdüksiyon hareketinde orta hareket açıklığında üst trapezius kasının ileri hareket açıklığında ise orta deltoid kasının aktivasyonunun öne çıktığı görülmektedir. Aktivitenin ağırlık ile yapılması tüm kaslarda aktivasyon değerini artırmakla birlikte fleksiyon hareketinin üçte birlik başlangıç kısmında üst trapezius kası, abdüksiyon hareketinde ise hareket aralığının yarısına kadar üst trapezius kası, üçte ikilik hareket açıklığında ön deltoid kası, tam hareket açıklığına doğru ise orta deltoid kası aktivasyonu en fazla olan kas olmaktadır. Abdüksiyon hareketine ağırlık eklendiğinde ise 90 dereceye kadar olan aralıkta üst trapezius, 120 dereceye kadar olan harekette orta trapezius kası, ileri eklem hareket açıklığında ise ön deltoid kasının en aktif olduğu belirlendi. Fleksiyon hareketi, abdüksiyon hareketine göre tüm kaslarda daha fazla aktivasyon oluşturmakta, sadece 60 dereceye kadar olan abdüksiyon hareketinde orta deltoid kası, aynı açısal değerdeki fleksiyon hareketine göre aktif olmaktadır.

Omuz eklemi; yapısal olarak ağırlık taşımaya uygun bir eklem olmamakla birlikte, patolojik bir durumun önlenmesi veya tedavisi amacıyla sıklıkla dirençli egzersizler kullanılabilir (Uhl ve diğerleri, 2003). Bunun yanı sıra ağırlık kaldırmayı içeren egzersizler düzenli olarak spor salonlarına devam eden bireyler tarafından da kullanılabilir (Paoli ve diğerleri, 2015;



Kol ve diğerleri, 2009). Omuz ekleminin tüm açısal aralıklarında ağırılık kaldırma hareketine günlük yaşam aktiviteleri sırasında da sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada elde ettiğimiz bulgular - kas fonksiyonları göz önüne alındığında beklenen durumlar olmakla birlikte ağırılık kaldırma sırasında kas aktivasyonlarında meydana gelen değişimler- üzerinde durulması gereken bir konudur.

Tüm hareketlerde özellikle üst trapezius kası ile ön ve orta deltoid kaslarının aktivasyonları, diğer kaslarla kıyaslandığında fazla oluşları ile dikkat çekmekteydi. Yapılan çalışmalar da bu kasların üst ekstremitenin tüm hareketlerinde önemli bir yeri olduğunu belirtmektedir (Escamilla ve diğerleri, 2009). Nakamura ve arkadaşları da omuz eklemine yüklenmenin arttığı durumlarda özellikle üst trapezius ve ön deltoid kaslarında belirgin aktivasyon artışının açığa çıktığını belirtmişlerdir (Nakamura ve diğerleri, 2016:200). Çalışmamız bu aktivasyon artışlarının özellikle hangi açısal aralıklarda belirgin olduğunu dar bir örneklem grubu içerisinde ortaya koymaktadır.

Ağırlıksız yapılan fleksiyon aktivitesinin tüm açısal aralığında, abdüksiyon aktivitesinin ise 60 dereceye kadar olan hareket açıklığında ön deltoid kası en aktif kas olmaktadır. Ağırılık eklendiğinde ise fleksiyonda ilk 60 dereceye kadar ve abdüksiyonda ilk 90 dereceye kadar olan hareket açıklığında üst trapezius kas aktivasyonunun artması ve bu değerlerin ön deltoid kas aktivasyonundan fazla hale gelmesi ilginçtir. Bu durum kaldırılan ağırılık miktarı göz önüne alındığında (3kg) kompensasyona bağlı artış olma ihtimalini düşündürülebilir. Çalışmamızda kompensasyon yalnızca gözlem yoluyla ancak dikkatli bir şekilde önlenmiştir. Bu durum statik ve dinamik kuvvet dengeleri ile ilişkili olarak da birkaç şekilde açıklanabilir. Bireyin elinde ağırılık taşınması glenohumeral ekleminde inferior yönde deprese edici bir kuvvet oluşturmaktadır. Glenohumeral eklemin statik pozisyonunu koruyabilmek amacıyla bu kuvvete karşı yönde eleve edici üst trapezius kası aktive oluyor olabilir. Dinamik açıdan bakıldığında ise hareketin başlangıç dönemlerinde (40-60 derecelere kadar) ön ve orta deltoid kasının kuvvet kolunun kısa kaldığı ve bu nedenle etkili bir kasılma yapamadığı bilinmekte, ön ve orta deltoid kasındaki bu eksikliğin supraspinatus, infraspinatus ve subskapularis kasları ile dengelendiği belirtilmektedir (Escamilla ve diğerleri, 2009; Liu ve diğerleri, 1997; Otis ve diğerleri, 1994). Harekete ağırılık eklenmesi, özellikle düşük açılarda bu kasların daha fazla yüklenmesine neden olmuş olabilir. Söz konusu kasların oluşturduğu kuvvetin aksiyal bileşenine zıt yönde bulunan üst trapezius kası, bu kasların artan depresyon etkisini dengeleme çabasında olabilir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmaya göre üst trapezius kasının özellikle ağırılık taşınması gereken aktivitelerdeki önemi belirgin olmakla birlikte alt ve orta trapezius kasları genel olarak aktivasyonu en az olan kaslardı. Orta trapezius kası yalnızca ağırılık ile gerçekleştirilen 0-120 derecelik abdüksiyon hareketinde aktivasyonu en yüksek kas olurken, alt trapezius kası herhangi bir aktivitede diğer kaslardan daha yüksek aktivasyon değerine sahip değildi. Ağırılık ile orta trapezius kasındaki bu belirgin aktivasyon ağırlığın etkisini nötrlemeye çalışan üst trapeziusun görevini 0-120 derecelerde değişen moment hattının da etkisi ile orta trapeziusun devralması ile açıklanabilir. Abdüksiyon hareketinin 60-120 dereceleri arasında üst trapezius kas aktivasyonunun azaldığı Hardwick ve ark tarafından gösterilmiştir (Hardwick ve diğerleri, 2006). Orta trapezius aktivasyonunun 90-120 derecelik abdüksiyon sırasında artış gösterdiğini belirten çalışmalar da bulunmakla birlikte bu artışın skapular planda prone pozisyonda yapılan abdüksiyonda gerçekleştiği belirtilmektedir (Ekstrom ve diğerleri, 2003; Bagg ve Forrest, 1986). Çalışmamız skapular planda yapılan hareketleri içermemekteydi; ancak skapular planda hareketi yapmanın mümkün olmadığı durumlarda ağırılık ile abdüksiyon hareketi ile de orta trapezius kas aktivasyonunda artış elde edilebileceği söylenebilir. Çalışmada elde ettiğimiz bir



diğer bulgu, ağırlıksız olarak yapılan abdüksiyon hareketinde eklem hareketinin 150 derece ve yukarısında orta deltoid kas aktivasyonunun diğer kaslara göre daha belirgin hale gelmesidir. Orta deltoid kasında meydana gelen kuvvetin eklem hareket açısındaki artış ile arttığına dair çalışmalar mevcuttur (Yanagawa ve diğerleri, 2008; Ingram, ve diğerleri, 2016). Çalışmamızda kuvvet ölçümü gerçekleştirmedik; ancak aktivasyondaki artışın kuvvet ile doğrusal olarak ilişkisi olduğu bilinmektedir. Bu durum, özellikle orta deltoid kasının çalıştırılmasının planlandığı egzersiz programlarında dikkate alınarak programlar, eklem hareket açısı 150 derece ve daha fazla olacak şekilde planlanabilir.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmada kas aktivasyonları %MİK değerleri hesaplanarak analiz edildi. Bu yöntemi tercih etmemizdeki amaç, öncelikle omuz egzersizi planlayacak olan uygulayıcılara daha anlaşılır ve sade bir analiz sunabilmektir. Ancak bu yöntem bize üzerinde durulması gereken sekonder bir konu oluşturdu. Tüm kaslarda elde edilen %MİK değerleri en fazla %36 olarak (ağırlık ile fleksiyon ön deltoid kası) kaydedildi. Oysa push up- pull up, shoulder press, plyometrik egzersizlerinin kullanıldığı çalışmalarda %50'nin üzerinde %MİK değerleri rapor edilmiştir (Freeman ve diğerleri, 2006; Andersen ve diğerleri, 2012; Calé-Benzoor ve diğerleri, 2017). Biz çalışmamızda yalnızca fleksiyon ve abdüksiyon hareketlerini kullandık. Dolayısıyla kas aktivasyonunu artırmanın hedeflendiği programlarda ağırlık ile yapılan normal eklem hareket egzersizlerinin diğer seçeneklere göre yetersiz kaldığı düşünülebilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Sağlıklı bireylerde omuz fleksiyon ve abdüksiyon hareketlerinde üst trapezius ve deltoid kaslarının aktivasyonlarının baskın olduğu görülmektedir. Ağırılık kaldırma hareketi üst trapezius kasının aktivasyonunu artırıcı olduğundan rehabilitasyon amaçlı aktiviteler hazırlanırken dikkatli olunmalıdır. Özellikle fleksiyon hareketinin ilk 60 derecelik kısmı ve abdüksiyon hareketinin ilk 90 derecelik kısmında üst trapezius aktivasyonunun diğer kasların aktivasyonuna göre daha fazla olduğunun mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ön deltoid kasının dirençsiz aktivitelerin düşük açılarda değerlerinde daha fazla olduğu ancak direnç uygulanmasının bu aktivasyonu orta deltoid lehine artırdığına dikkat edilmelidir. Rekreatif olarak spor programlarına devam eden bireyler için ayarlanacak egzersiz programını omuz anatomisi ve biyomekaniği konusunda deneyimli meslek gruplarının hazırlaması, olası yanlış yüklenme ve aşırı kullanım yaralanmalarının önlenmesi açısından daha uygun olabilir. Patolojik durumlarda uygulanan egzersizler sırasında yEMG biyofeedback kullanımı doğru kas aktivasyonunu ayarlamaya yardımcı olabilir.

Çalışmanın ölçme, değerlendirme ve analiz süreçlerinde karşılaştığımız bazı kısıtlılıklar da araştırma sonucu üzerinde etkili olmuş olabilir. Omuz eklem hareketine katkı sağlayan serratus anterior, supraspinatus, rhomboid grubu ve diğer skapular kasların aktivasyonlarının değerlendirilmemiş olması en önemli limitasyonumuzdur. Çalışmanın aynı oranda önemli bir diğer limitasyonu ise kas kuvvetlerinin değerlendirilmemiş olmasıdır. Her bireyin hareketleri düşük açılı olandan yüksek açılı olan harekete doğru aynı sıra ile gerçekleştirmesi, son hareketler sırasında yorgunluk oluşturmuş olabilir. Ancak hareketler arasında beş dakika kadar geniş dinlenme aralığı bırakarak bu durumun etkisini en aza indirmeye çalıştık. Bunların yanı sıra eklem hareket açılarının hareket analiz sistemi yardımıyla belirlenmemesinin ve hareketler sırasında video kaydının alınmamasının yEMG analizi sırasında zorluklar oluşturduğu görüldü. Bu zorluklar metronom kullanımı ile giderilmeye çalışıldı. Hareket analiz sistemlerinin kullanımı bu konuda daha objektif veri sunabileceği gibi skapula ve kalvikula hareketliliğinin de



belirlenmesine olanak sağlayabilirdi. Ek olarak kompensasyonların daha etkili fark edilmesine yardımcı olabilirdi. Çalışmamızda kompanse edici hareketler yalnızca gözlem yoluyla belirlendi. Çalışmaya katılan bireylerin tamamının erkek olması ve her bireyin aynı ağırlık ile hareketleri yapması bir kısıtlılık olarak belirtilmelidir. Ek olarak her ne kadar güç analizi yapılmış olsa da örneklem sayısının azlığı bir limitasyon oluşturmaktadır. Bireyin vücut ağırlığına göre standardize edilen ağırlık ölçüleri ile farklı bir çalışma da gerçekleştirilebilir. Ancak biz çalışmamızda ağırlığı sabit tutarak aynı oranda uygulanan direncin etkisini ortaya koymayı, böylece klinik uygulamacılar için yol gösterici olmayı amaçladık.

Kaynaklar

- Akuthota, V., Chou, L.H., Drake, D.F., Nadler, S.F., Toledo, S.D. (2004). Sports and performing arts medicine. 2. Shoulder and elbow overuse injuries in sports. *Arch Phys Med Rehabil*, 85, 52-8.
- Andersen, C.H., Zebis, M.K., Saervoll, C., Sundstrup E., Jakobsen, M.D., Sjøgaard, G. (2012). Scapular muscle activity from selected strengthening exercises performed at low and high intensities. *J Strength Cond Res*, 26(9), 2408-16.
- Bagg, S.D., Forrest, W.J. (1986). Electromyographic study of the scapular rotators during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med*, 65(3), 111-24.
- Bassett, R., Browne, A., Morrey, B., An, K. (1990). Glenohumeral muscle force and moment mechanics in a position of shoulder instability. *J Biomech*, 23(5), 405-15.
- Calé-Benzoor, M., Maenhout, A., Arnon, M., Tenenbaum, G., Werrin, M., Cools, A. (2017). Quality assessment of shoulder plyometric exercises: Examining the relationship to scapular muscle activity. *Phys Ther Sport*, 26, 27-34.
- Calik, Kutukcu, E., Arıkan, H., Sağlam, M., Vardar, Yaglı, N., Oksuz, C., Inal, Ince, D., Coplu, L. (2017). Arm strength training improves activities of daily living and occupational performance in patients with COPD. *Clin Respir J*, 11(6), 820-32.
- de Araújo, Farias, D., Willardson, J.M., Paz, G.A., Bezerra, EdS., Miranda, H. (2017). Maximal Strength Performance and Muscle Activation for the Bench Press and Triceps Extension Exercises Adopting Dumbbell, Barbell, and Machine Modalities Over Multiple Sets. *J Strength Cond Res*, 31(7), 1879-87.
- Ekstrom, R.A., Donatelli, R.A., Soderberg, G.L. (2003). Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(5), 247-58.
- Escamilla, R.F., Yamashiro, K., Paulos, L., Andrews, J.R. (2009). Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med*, 39(8), 663-85.
- Folkerts, M.A., Hijmans, J.M., Elsinghorst, A.L., Mulderij, Y., Murgia, A., Dekker, R. (2017). Effectiveness and feasibility of eccentric and task-oriented strength training in individuals with stroke. *NeuroRehabilitation*, 40(4), 459-71.



- Freeman, S., Karpowicz, A., Gray, J., McGill, S. (2006). Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Med Sci Sports Exerc*, 38(3), 570.
- Haraldstad, K., Rohde, G., Stea, T.H., Lohne-Seiler, H., Hetlelid, K., Paulsen, G., Berntsen, S. (2017). Changes in health-related quality of life in elderly men after 12 weeks of strength training. *Eur Rev Aging Phys Act*, 14(1), 8.
- Hardwick, D.H., Beebe, J.A., McDonnell, M.K., Lang, C.E. (2006). A comparison of serratus anterior muscle activation during a wall slide exercise and other traditional exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36(12), 903-10. Herrington, L., Waterman, R., Smith, L. (2015). Electromyographic analysis of shoulder muscles during press-up variations and progressions. *J Electromyogr Kinesiol*, 25(1), 100-6.
- Hidding, J.T., Beurskens, C.H., van der Wees, P.J., van Laarhoven, H.W., Nijhuis-van der Sanden, M.W. (2014). Treatment related impairments in arm and shoulder in patients with breast cancer: a systematic review. *PLoS One*, 9(5), e96748.
- IBM SPSS Statistics,(2020). SPSS statistics products. 09.06.2020 tarihinde <https://www.ibm.com/tr-tr/analytics/spss-statistics-software> adresinden erişildi.
- Ingram, D., Engelhardt, C., Farron, A., Terrier, A., Müllhaupt, P. (2016). Improving anterior deltoid activity in a musculoskeletal shoulder model—an analysis of the torque-feasible space at the sternoclavicular joint. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 19(4), 450-63.
- Johnson, G.R., Pandyan, A.D. (2005). The activity in the three regions of the trapezius under controlled loading conditions an experimental and modelling study. *Clin Biomech*, 20(2), 155-61.
- Kido, T., Itoi, E., Lee, S.B., Neale, P.G., An, K.N. (2003). Dynamic stabilizing function of the deltoid muscle in shoulders with anterior instability. *Am J Sports Med*, 31(3), 399-403.
- Kiss, R. M., Illyés, Á., Kiss, J. (2010). Physiotherapy vs. capsular shift and physiotherapy in multidirectional shoulder joint instability. *J Electromyogr Kinesiol*, 20(3), 489-501.
- Kolber, M.J., Beekhuizen, K.S., Cheng, M.S.S., Hellman, M.A. (2009). Shoulder joint and muscle characteristics in the recreational weight training population. *J Strength Cond Res*, 23(1), 148-57.
- Lippitt, S., Matsen, F. (1993). Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin. Orthop. Relat. Res*, (291), 20-8.
- Liu, J., Hughes, R., Smutz, W., Niebur, G., Nan-An, K. (1997). Roles of deltoid and rotator cuff muscles in shoulder elevation. *Clin. Biomech*, 12(1), 32-8.
- McMahon, P.J., Jobe, F.W., Pink, M.M., Brault, J.R., Perry, J. (1996). Comparative electromyographic analysis of shoulder muscles during planar motions: anterior glenohumeral instability versus normal. *J Shoulder Elbow Surg*, 5(2), 118-23.



- Mork, P.J., Westgaard, R.H. (2007). The influence of body posture, arm movement, and work stress on trapezius activity during computer work. *Eur. J. Appl. Physiol*, 101(4), 445-56.
- Nakamura, Y., Tsuruike, M., Ellenbecker, T.S. (2016). Electromyographic activity of scapular muscle control in free-motion exercise. *J Athl Train*, 51(3), 195-204.
- Otis, J.C., Jiang, C.C., Wickiewicz, T.L., Peterson, M.G., Warren, R.F., Santner, T.J. (1994). Changes in the moment arms of the rotator cuff and deltoid muscles with abduction and rotation. *JBJS*, 76(5), 667-76.
- Paoli, A., Moro, T., Bianco, A. (2015). Lift weights to fight overweight. *Clin Physiol Funct Imaging*, 35(1), 1-6.
- Park, S., Nho, H., Chang, M.J., Kim, J. K. (2012). Electromyography activities for shoulder muscles over various movements on different torque changes. *Eur J Sport Sci*, 12(5), 408-17.
- Schüldt, K., Harms-Ringdahl, K. (1988). Activity levels during isometric test contractions of neck and shoulder muscles. *Scand J Rehabil Med*, 20(3), 117-27.
- Suprak, D.N., Sahlberg, J.D., Chalmers, G.R., Cunningham, W. (2016). Shoulder elevation affects joint position sense and muscle activation differently in upright and supine body orientations. *Hum Mov Sci*, 46, 148-58.
- Szucs, K.A., Molnar, M. (2017). Differences in the activation and co-activation ratios of the four subdivisions of trapezius between genders following a computer typing task. *Hum Mov Sci*, 52, 181-90.
- Uga, D., Endo, Y., Nakazawa, R., Sakamoto, M. (2016). Electromyographic analysis of the infraspinatus and scapular stabilizing muscles during isometric shoulder external rotation at various shoulder elevation angles. *J Phys Ther Sci*, 28(1), 154-8.
- Uhl, T.L., Carver, T.J., Mattacola, C.G., Mair, S.D., Nitz, A.J. (2003). Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(3), 109-17.
- Yanagawa, T., Goodwin, C.J., Shelburne, K.B., Giphart, J.E., Torry, M.R., Pandy, M.G. (2008). Contributions of the individual muscles of the shoulder to glenohumeral joint stability during abduction. *J Biomech Eng*, 130(2), 021024.

Beyanlar

Çalışma için Araştırma için Karabük Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 29.03.2017 tarih ve 3/26 sayılı izin alınmıştır. Araştırma sırasında Helsinki Bildirgesi'ne uygun hareket edilmiştir. Yazarlar ve birinci derece yakınları arasında herhangi bir maddi-manevi çıkar ilişkisi bulunmamaktadır. Çalışmada izin alınmasını gerektiren herhangi bir ölçek veya şekil kullanılmamıştır. Herhangi bir toplantıda sözlü/poster bildiri olarak sunulmamıştır. Herhangi bir kurum/kuruluş/şahıstan destek alınmamıştır. Yazar katkıları; Fikir: TÇ, EA, Tasarım: TÇ, EA, Denetleme: TÇ, Kaynaklar: TÇ, EA, Veri Toplama ve/veya İşleme: EA, Analiz ve/veya Yorum: TÇ, EA, Literatür Taraması: TÇ, EA, Yazı Yazan: EA, Eleştirel İnceleme: TÇ



Extended Abstract

Introduction: Weight lifting is frequently used in daily life, and the shoulder joint, which is responsible for most of the freedom of upper limb movements, can also be affected by different components of the movement, such as speed, force, and acceleration. Especially trapezius and deltoid muscle groups take a very effective role in activities such as starting the movement, adjusting the speed, changing the direction of the movement. Knowing which muscle is more activated at which degree of movement can be a guide for targeted and optimal treatment planning. For this reason, shoulder movements need to be examined in detail. **Aim:** The aim of study was to determine the effect of weight-lifting on muscle activation at different angle values of shoulder flexion and abduction movements in healthy individuals. **Methods:** The study was performed with 28 healthy male individuals, average age of 22.60 ± 0.44 years. Muscle activations were recorded with superficial electromyography from the upper, middle and lower parts of the trapezius, anterior and middle parts of the deltoid while flexed and abducted shoulder with and without 3 kilograms. The movements were repeated between 0-30, 0-60, 0-90, 0-120, 0-150 and 0-180 degrees using a metronome. **Results:** While the non-weight bearing flexion measurements, anterior deltoid which has most activation at all movement degrees, the weight lifting flexion measurements upper trapezius had high activation in 0-30 and 0-60 degree range of motion and anterior deltoid had high activity in other ranges. In the weightless bearing abduction measurements, the most active muscles in the range 0-30 and 0-60 degrees was anterior deltoid, 0-90 and 0-120 degrees in upper trapezius, 0-150 and 0-180 degrees in middle deltoid. In the weight bearing abduction measurements, in the range of 0-30, 0-60, 0-90 degrees upper trapezius had more activity, while 0-120 degrees range of motion middle trapezius, and the anterior deltoid in 0-150 and 0-180 degrees. **Conclusion and Suggestions:** We determined that lifting weights was particularly effective on upper trapezius, anterior deltoid and middle deltoid muscle activation during flexion and abduction of the shoulder joint in healthy individuals. The anterior deltoid muscle had more activation than other muscles in the early ranges of weightless activities. It was observed that the activation of the upper trapezius muscle in the middle ranges of abduction and the activation of the middle deltoid muscle in the late ranges of abduction is prominent. Although doing the activity with weight increases the activation value in all muscles, the upper trapezius muscle in the initial part of the flexion movement, the anterior deltoid and the middle deltoid muscle had more activation in abduction movement. The flexion movement created more activation in all muscles than the abduction movement, only up to 60 degrees of abduction movement, the middle deltoid muscle was more active compared to same angular value of the flexion movement. The upper trapezius and anterior deltoid were the most active in flexion and abduction movements with or without weight bearing. The usage of resistive flexion or abduction movements of the shoulder may be considered in therapies which aimed regulating the activations of these muscles.