

## PAPER DETAILS

TITLE: Sedanter Kadinlarda Tm Beden Elektromyostimlasyonla Kombine Dinamik Kuvvet Alistirmalarinin Bazi Motorik zellikler zerine Etkisinin Incelenmesi

AUTHORS: Ibrahim Ethem HINDISTAN,Ilkay ORHAN,Gkhan ANAKCI

PAGES: 83-96

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/897358>

## Sedanter Kadınlarda Tüm Beden Elektromyostimülasyonla Kombine Dinamik Kuvvet Alıştırmalarının Bazı Motorik Özellikler Üzerine Etkisinin İncelenmesi

### Investigation of the Effect of 6 Weeks Whole-Body Electromyostimulation and with Body Weight Strength Training on some Motoric Properties in Sedantary Women

İbrahim Ethem HİNDİSTAN\* 

İlkay ORHAN\*\* 

Gökhan ÇANAKCI\*\*\* 

#### Öz

Bu çalışmanın amacı, sedanter kadınlarda 6 hafta süreyle EMS yöntemi ve vücut ağırlığı ile yapılan dinamik kuvvet alıştırmalarının bazı motorik özellikler üzerine etkisinin incelenmesidir.

Çalışmaya yaş ortalaması 38,11±5.32 yıl olan toplam 18 sedanter kadın gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar rast gele yöntemle 9 çalışma ve 9 kontrol grubu olarak ikiye ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubuna Miha Bodytech cihazı kullanılarak tüm beden EMS ile kombine vücut ağırlığıyla dinamik kuvvet alıştırmaları ile antrenman yaptırmadan önce Leg Press (LP), Leg Extension (LE), Leg Curl (LC), Dikey sıçrama (DS) yüksekliği ve anaerobik güçteki (AnG) maksimal değerleri belirlendi. EMS yöntemi ile yapılan antrenmanlar 6 hafta süre ile haftada 2 gün, günde 25dk süre ile uygulanmıştır. Her bir 25dk'lık antrenman 10 dakikası *Advanced*, 10 dakikası *Cellülit Cardio Metabolizm* ve 5 dakikası da *body relax* modunda uygulanmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir çalışma uygulanmamıştır. Elde edilen verilerin gruplar arası karşılaştırmasında Mann Whitney-U, grup içi karşılaştırmasında ise Wilcoxon istatistik yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma sonunda katılan grupların karşılaştırması sonucu tüm parametrelerde çalışma grubu lehinde istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Grup içi karşılaştırmada kontrol grubunda tüm parametrelerde fark bulunmaz iken, çalışma grubunda iki ölçüm arasında AnG parametresi hariç tüm parametrelerde istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur.

\* Dr. Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, ehindistan@akdeniz.edu.tr.

\*\* Dr. Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, ilkayorhan@akdeniz.edu.tr.

\*\*\* Bed. Eğt. Öğr., gokhancanakci@hotmail.com.

Çalışmanın sonucunda, yetişkin sedanter kadınlarda tüm beden EMS uygulamasıyla vücut ağırlığı ile yapılan alıştırmaların kombine edilmesi neticesinde kuvvet gelişimi ve buna bağlı patlayıcı kuvvette istatistiksel olarak önemli ölçüde gelişim sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Tüm beden elektromyostimülasyon, Kuvvet antrenmanı, Anaerobik güç, Dikey sıçrama

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of dynamic force exercises with body weight and EMS method on some motoric properties in sedentary women for 6 weeks.

A total of 18 sedentary women with a mean age of  $38.11 \pm 5.32$  years participated in this study voluntarily. The study; participants were divided into two groups with randomized method as 9 study and 9 control group and experimental group. The study groups' before execution training using Miha Bodytech device with whole body EMS method, Leg press (LP), leg extension (LE), leg curl (LC), vertical jump height (DS) and anaerobic power (AnG) maximal values were determined. EMS trainings were conducted for 2 days a week for 6 weeks and 25 minutes a day. Each 25 minutes training was applied in 10 minutes *Advanced*, 10 minutes *Cellulit Cardio Metabolism* and 5 minutes *Body Relax* mode. The control group did not made any study. The Mann Whitney-U statistical method was used to compare the data between intergroups and the Wilcoxon statistical method was used to compare the group's own measurements.

At the end of the study, a statistically significant difference was found in favor of the study group in all parameters as a result of the comparison of the participating groups. There was no difference in all parameters in the control group in the intra-group comparison. There was no difference in all parameters in the control group in the intra-group comparison. In the study group, statistically significant difference was found between the two measurements in all parameters except the Ang parameter.

As a result of the study, it was observed that in adult sedentary women, all body EMS applications combined with body weight exercises resulted in a statistically significant improvement in force development and related explosive force.

**Keywords:** Whole body electromyostimulation, Strength training, Anaerobic power, Vertical jump

## GİRİŞ

Elektriksel akımların etkisiyle kasta kasılma meydana geldiğini ilk defa Luigi Galvani tarafından 1790 yılında ifade edilmiş ve sonrasında elektrik stimülasyonu gündemde kalarak gittikçe artan bir şekilde ilgi odağı haline gelmiştir. Sonraki süreçte hastalıkların tedavisinde farklı akım tipleri kullanılmaya başlanmıştır (Kırdı; aktaran, Kale ve diğ., 2014). Elektromyostimülasyon (EMS), ilk defa 1960'larda fizik tedavi uygulamasında, bir yaralanma veya ameliyat sonrası kasları rehabilite eden bir yöntem olarak kullanılmıştır. Bu özelliğinden dolayı ortopedik cerrahi geçiren hastaların ekstremitelerini güçlendirmek (Yong-Seok, 2018) ve aynı zamanda nöro-rehabilitasyonda klinik uygulamada kas fonksiyonunu iyileştirme özelliğine sahip olduğu (ör. omurilik yaralanmasına bağlı paraplejikler) (Bajd ve diğ. 1989; Hjeltnes ve Lannem, 1990; Sharma ve diğ., 2011) için yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. EMS teknolojisindeki ilerlemeler ve kullanımının olumlu sonuçları, beyin hasarına bağlı merkezi sinir sistemi bozukluğu olan hastaların tedavisinde de giderek daha çok kullanılan popüler bir yöntem haline gelmiştir. 1980'lerden beri, araştırmacılar, çeşitli elektriksel dalga formlarını modüle etme olanağına sahip üniteler geliştirmişlerdir ve bu da, elektrik akımı yolu ile kas uyarımı kullanımını yaygınlaştırmıştır (Porcari ve diğ., 2002).

EMS, en basit tanımıyla; elektriksel uyarılar yoluyla kas kasılmalarının sağlanmasıdır. Belirli aralıklarla (frekans) verilen elektriksel uyarılar, fizyolojik olarak 3 temel etki mekanizmasına sahiptir. Bunlar; elektro termal, elektrokimyasal ve elektro fiziksel etkilerdir (Başar, 2006). Elektro fiziksel mekanizma adı altında kullanılan akımlar 4 ana sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar;

Doğru Akım ( galvanik); sıfır frekans

Alçak frekanslı Akım; 1-1000 Hz

Orta frekanslı Akım; 1000-10000 Hz

Yüksek frekanslı Akım; 300 KHz – 24500 MHz

EMS uygulamalarında genellikle alçak frekanslı akımlar kullanılmaktadır. Alçak frekanslı akımlar; Frekansları 1-1000 Hz arasında değişen, sürekli yön değiştiren akımlardır (Başar, 2006). Uygulamada kullanılan dört farklı tipte elektriksel kas uyarımı vardır. Bunlar düzenli EMS, transdermal elektriksel nöral stimülasyon (TENS), interferential (IFT) ve Rus kas stimülasyonudur (Dolan ve Mendel, 2004).

Tüm beden EMS teknolojisi oldukça yeni sayılabilecek bir teknolojidir. Günümüzde farklı tüm beden EMS ekipmanları olmakla birlikte genel olarak 14–18 bölge ya da 8-12 kas grubuna (üst bacak, üst kol, alt, karın, göğüs, alt sırt, üst sırt, latissimus dorsi ve 4 seçime bağlı bölge) yönelik ve değişik yoğunlukları seçebilme teknolojisine sahip olanlar kullanılmaktadır (Kemmler ve diğ., 2016). Başlangıçta rehabilitasyon ve tedavi amaçlı olarak uygulanan bu yöntem son yıllarda spor bilimciler antrenör ve sporcuların ilgisini çekerek büyük ilgi görmeye başlamıştır (Banerjee, 2010; Kale ve diğ., 2014). Bu durum EMS'nin kas kütlesini ve kuvvetini iyileştirmek ya da bir ağrının semptomlarını azaltmak için kullanılan iyi bir araç haline gelmesini sağlamıştır (Zupan, 1992; Veldman ve diğ., 2016). EMS uygulamalarının artması sonucu çalışmalar lokal kas uyarımından tüm beden EMS (elektrot kemeri ve yeleği ile) aracılığıyla aynı anda hedeflenen vücut bölümü ya da birkaç kas grubunun uyarımı yöntemine ilerlemiştir.

Üst düzey sporcular ve günlük spor yapan kişiler için bir güç geliştirme hizmeti sunması, hareket kabiliyetini kısmen veya tamamen kaybetmiş olan hastalar için rehabilitasyon ve sakatlığı engelleyici bir destek sağlaması, organizmanın kassal ve sinirsel hareketlerini belirlemek, bu belirlemelere göre vücudunu test etmek isteyenler için bir değerlendirme aracı olması, sporcular için antrenman sonrası toparlanma süresini hızlandırmaya yarayan destek aracı olması vb. sebepler EMS uygulamalarının yaygınlaşmasının nedenlerinden sayılmaktadır (Kaya ve Erzeybek, 2016).

Spor bilimciler, EMS'nin dinamik alıştırmalarla kombine bir şekilde kullanılması tekniğinden övgüyle bahsedilmektedir. Bu kullanım tekniği teknoloji ile fiziksel aktivitenin bulunduğu son nokta olarak görülmektedir. EMS ve dinamik alıştırmaların eş zamanlı uygulanması tekniği, çok detaylı hareket ve farklı kas gruplarına ulaşılmasını sağlayarak, kişilerin maksimum verime ulaşmasını sağlamaktadır. EMS'nin en önemli etkilerinden bir tanesi günlük yapılan antrenmanları destekleyip, kassal ve sinirsel uyumları sağlamasıdır (Paillard, 2008; Yong-Seok, 2018).

Spor performansını optimize etmek için elektriksel uyarımın iki ana uygulaması: dayanıklılık antrenmanı yapan sporcularda toparlanma sürecini kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan düşük frekans yöntemi ve özellikle anaerobik olaylarda kas kuvveti ve gücünü artırmak için kullanılan yüksek frekans modüldür (Maffiuletti, 2007).

EMS uygulamaları sonucu elde edilen gelişmeler iskelet kası antrenman yöntemi olarak EMS kullanımı üzerine araştırmaların artmış olduğu göstermektedir (Hainaut ve Duchateau, 1992; Maffiuletti ve diğ., 2000; Malatesta ve diğ., 2003; Caulfield ve diğ., 2004; Babault ve diğ., 2007; Djokic ve Mededovic, 2013). Araştırmalarda kas kuvvetini arttırmak için 50-120Hz arasında değişen frekanslar (Duchateau ve Hainaut, 1988; Siff, 1990) ve antrenman yöntemleri kullanıldığı görülmektedir (Romero ve diğ., 1982; Hortobagyi ve diğ., 1999). Maffiuletti ve diğ., (2000) antrenmandaki uygulama açısına (Babault ve diğ., 2007) yakın eklem açıları için izometrik hareket ve daha geniş açılı izokinetik hareket sırasında (eksantrik ve konsantrik) açısal hızlar için istemli maksimum kasılmalarda artışlar bildirmektedir (Maffiuletti ve diğ., 2000). Bununla birlikte, tek eklemli çalışmalarda performans artışları iyi kurgulanabilirken, çok eklemli karmaşık ve özel hareketler sırasında EMS antrenmanının etkileri konusunun hala belirsiz olduğu savunulmaktadır (Babault ve diğ., 2007).

Kuvvet özelliğinde gelişim kaydettiklerini bildiren yazarlar dışında dikey sıçrama yüksekliğinde de gelişim kaydettiklerini bildiren yazarlar bulunmaktadır (Maffiuletti ve ark., 2002b; Benito-Martínez ve diğ., 2011). Örneğin; Malatesta ve diğ. EMS antrenmanının bitiminden 10 gün sonra sadece dikey sıçramada gelişmeler kaydettiklerini bildirmektedir (Malatesta ve diğ., 2003; Herrero ve diğ., 2006). Brocherie ve diğ. (2005) yaptığı çalışmada gelişim olmadığını bildirmesine karşılık Malatesta ve diğ. ve Herrero ve diğ. gibi araştırmacıların çalışmaları sonucunda gelişim bildirmeleri bu konuyu tartışılmaya devam edeceğini göstermektedir (Malatesta ve diğ., 2003; Brocherie ve diğ., 2005; Herrero ve diğ., 2006).

EMS uygulamaları sonucunda ortaya çıkan performanstaki iyileşmelerin, nöral faktörlerden (Enoka, 1988; Maffiuletti ve diğ., 2002a; Hortobagyi ve Maffiuletti, 2011) ve kasta meydana gelen yapısal değişikliklerden kaynaklandığı savunulmaktadır (Selkowitz, 1985; Godin ve diğ., 2005). Yine bu etkenlerin çalışmalarda uygulanan antrenman süreleriyle yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Hem kas aktivasyonu hem de nöral adaptasyonlar ile ortaya çıkan gelişimlerin temel olarak en az 4 haftalık kısa, kas hipertrofisinin ise 8 hafta gibi daha uzun süreli uygulamalar sonucunda elde edildiği bildirilmektedir (Ruther ve diğ., 1995; Maffiuletti ve diğ., 2002b; Godin ve diğ., 2005).

Bu çalışma; yetişkin kadınlarda uygulanan 6 haftalık tüm beden EMS yöntemiyle kombine olarak vücut ağırlığı ile yapılan dinamik alıştırma söz konusu grupta bacak kuvveti, dikey sıçrama ve anaerobik güç parametreleri üzerinde olumlu etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Katılımcılar

Araştırma yaşları;  $38,11 \pm 5.32$  yıl, boyları;  $165,85 \pm 5,99$ cm ve ağırlıkları;  $67,22 \pm 7,15$ kg olan toplam 18 sedanter kadının gönüllü katılımı ile gerçekleştirildi. Çalışmaya katılan 18 sedanter kadın katılımcı rastgele yöntem ile çalışma ( $n=9$ ) ve kontrol grubu ( $n=9$ ) olarak iki gruba ayrılarak çalışma gerçekleştirildi.

Çalışmadan dışlanma kriterleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Kalp-dolaşım ve solunum sistemi problemleri olanlar,

Çalışmanın dışında düzenli spor yapanlar,

Çalışmadaki dinamik hareketleri uygulama konusunda ortopedik rahatsızlıkları olanlar,

Çalışma süresince belirlenen çalışma programına uyamayacak olanlar

### Ölçümler

Çalışmada uygulanan ölçümlerden boy uzunlukları Holtain marka HLT107 model (UK) stadiometre ile Vücut ağırlıkları Tanita TBF 300 BIA (USA) ile ölçüldü.

Çalışmanın başında ve sonunda katılımcıların Leg Press (LP), Leg Extension (LE) ve Leg Curl (LC) parametrelerinde 1 tekrar maksimal (TM) değerleri Matrix Fitness System marka ağırlık makineleri kullanılarak 1TM tahmin tablosu (Muratlı ve ark., 2011) yardımı ile belirlendi.

Katılımcıların dikey sıçrama yüksekliği Digital Jump metre aracılığı ile ölçüldü ve bu testten elde edilen veri aşağıda belirtilen formül (Lewis protokolü) kullanılarak (Fox ve ark., 1999) anaerobik güç verileri belirlendi.

$$P = \sqrt{4.9 \times \text{Ağırlık}(kg) \times \sqrt{\text{Sıçrama Yüksekliği}(cm)} \times 9.81$$

### Antrenman Yöntemi

Çalışmaya başlamadan önce katılımcılara çalışma hakkında bilgi verilmiş ve böyle bir çalışmaya katılabilecekleri konusunda doktor raporu almaları istendi. Daha sonra aydınlatılmış onam formu okutulup imzalatılarak gönüllü katılımcı olmaları sağlandı.

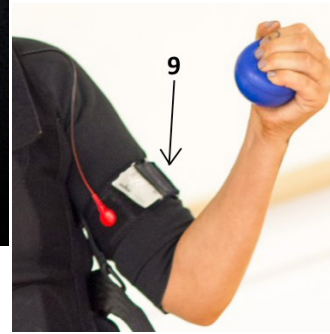
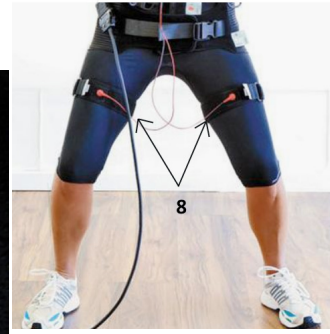
Çalışmada tüm beden EMS için Miha Bodytech (Ausborg, Germany) cihazı (şekil 1) kullanılmış ve çalışma 6 hafta süreyle haftada 2 gün ve günde 25dk'lık antrenmanlar şeklinde uygulandı.

Çalışma grubuna yaptırılan uygulamalar bir uzman kontrolünde bire bir olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara EMS uygulamasıyla kombine olarak kendi vücut ağırlıkları ile dinamik hareketleri içeren kuvvet alıştırma uygulamaları uygulandı.



Şekil 1. EMS verilmesinde kullanılan Miha BodyTech aleti ve yeleği

Çalışmaya başlamadan önce katılımcılara cihaz tanıtılarak içerik hakkında bilgi verildi. Özel olarak hazırlanmış akımı kolaylıkla ileten ince ve rahat giysiler (Şekil 2) giydirildikten sonra gelen akımı kasa daha iyi iletebilmek için cihazın ana kas grupları üzerine gelen bölgelerine spreyle su püskürtüldü. Daha sonra Kol, Bacak, ve Kalça pedlerinin (şekil 2) takılı olduğu yelek giydirilerek kabloları bağlantıları yapıldı. Kol, bacak ve kalça pedlerinin tümü giydirildikten sonra yelekle cihaz bağlantısı yapıldı.





- 1 Numaralı bölge: Pectoral kasları uyaran pedler,
- 2 Numaralı bölge: Abdominal kasları uyaran pedler,
- 3 Numaralı bölge: Latissimus Dorsi kaslarını uyaran pedler,
- 4 Numaralı bölge: Thorakal sırt kaslarını uyaran pedler,
- 5 Numaralı bölge: Askı aparatı yeğün tam oturması ve kaymaması içindir
- 6 Numaralı bölge: Pedlerin vücuda tam oturması için kullanılan kayışlar
- 7 Numaralı bölge: Lumbal bölge pedlerin kaslarını uyaran pedler.
- 8 Numaralı bölge: Uyluk ön ve arka grup kaslarını uyaran bantlar,
- 9 Numaralı bölge: Üst kol ön ve arka grup kaslarını uyaran bantlar,

Şekil 2. Miha Bodytech yeğü, aparatları ve vücut üzerinde uyardıkları kas grupları.

Kullanılan Miha Bodytech cihazında **Basic, Advanced, Cellülit Cardio Metabolizm ve Body Relax** modları bulunmaktadır. Katılımcılara toplam 25dk'lık antrenmanlar yaptırılmıştır. Her bir 25dk'lık antrenman 10dk Advanced, 10dk Cellülit Cardio Metabolizm ve 5dk'sı da body relax modunda uygulandı.

*Advanced modunda;* başlangıçta 1dk boyunca ayakta dizler hafif bükülü kollar yanda, eller göğsün yanında ve yumruklar sıkılı şekilde akım geldiğinde kaslarını sıkarak ve nefes verdirilerek akıma alışmaları sağlandı. Tüm beden akımı her bölge için 1 ile 99 Hz arasında uyarılar verilerek belirlendi. Üst sınır belirlemede sırasıyla uyluk ön ve arka grup, gluteuslar, lumbal bölge, thorakal bölge, latissimus dorsiler, Abdominal bölge, Pectoraller ve son olarak üst kol ön ve arka grup kaslarına giderek artan uyarımlar gönderilerek belirleme yapıldı. Belirlemede etken faktör olarak katılımcıların uyarısı dikkate alındı. Daha sonra 10dk süre (4sn akım 4sn dinlenme) tamamlandı ve tüm tekrarlar 4sn akımın geldiği anda yaptırıldı.

Çalışma sırasında katılımcılara tüm beden EMS'ye ek olarak 12 x 2 squat, 12 x 2 yana squat, 16x2 sağ ve sol bacak öne tek adım hamle ve squat sıçramaları şeklinde dinamik hareketler uygulatıldı. Ayrıca bu hareketlerin sonunda hamle ve squat pozisyonlarında 2x30sn statik olarak akım verilmiş ve katılımcıların bu akıma karşı direnmeleri ve pozisyonlarını bozmamaları istendi.

*Cellülit Cardio Metabolizm modunda;* katılımcılara verilen akımlar kesintisiz bir şekilde verildi. Akımların şiddeti yine katılımcıların uyarıları dikkate alınarak yapıldı. EMS uyarımının verildiği 10dk'lık süre içinde nabzını yükseltmek amacı ile kişilere yerinde koşu, yanlara adımlamalar, sıçramalar, çeşitli tempolu hareketler uygulatılarak kasların ekstra stres altında bırakılması sağlandı.

*Body Relax modunda;* kişi ayak tabanları yerde, dizler bükülü, eller karın üzerinde olacak şekilde sırt üstü pozisyonda iken akımlar ayarlandı. Sonra 5dk'lık bölümde cihazdan 1sn aralıklarla gelen 1sn'lik akımlar ile uygulama yapıldı. Bu bölümde amaç; masaj niteliği taşıyıp dokularda biriken laktik asitin dağıtılmasına yöneliktir.



## Verilerin Analizi

Ölçümlerden elde edilen veriler SPSS Statistics Base v23 sürümü istatistik programı kullanılarak analiz edildi. Elde edilen verilerin Shapiro-Wilk normalite testi kullanılarak normallik dağılımına bakıldı ve verilerin normal dağılım göstermediği görüldü. Grupların 1. ve 2. ölçüm verilerinin karşılaştırılmasında tekrarlı ölçülerde uygulanan nonparametrik testlerden Wilcoxon testi kullanıldı. Grupların verilerinin karşılaştırılmasında ise yine nonparametrik testlerden Mann Whitney-U testi kullanıldı. Çalışmada istatistiksel anlamlılık düzeyi olarak  $p<0.05$  değeri alındı.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan katılımcıların demografik özellikleri tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Katılımcıların demografik özelliklerini gösteren tablo

| Grup    | n | Yaş (yıl)  | Boy (cm)    | Ağırlık (kg) |
|---------|---|------------|-------------|--------------|
| Çalışma | 9 | 37.11±4.98 | 165.33±6.63 | 68.83±8.35   |
| Kontrol | 9 | 39.11±5.66 | 166.44±5.34 | 65.6±5.94    |

6 haftalık Miha Bodytech cihazı kullanılarak tüm beden EMS yöntemiyle kombine olarak vücut ağırlığı ile yapılan dinamik kuvvet antrenmanı öncesi ve sonrası bacak kuvvet gelişimi ile ilgili gurupların kendi içlerindeki 1. ve 2. Ölçüm verilerinin karşılaştırılması tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde 1. ve 2. ölçümlerinin karşılaştırılması

|         | n | Çalışma    |            |       |        | n | Kontrol   |           |      |      |
|---------|---|------------|------------|-------|--------|---|-----------|-----------|------|------|
|         |   | 1.Ölçüm    | 2.Ölçüm    | %     | P      |   | 1.Ölçüm   | 2.Ölçüm   | %    | P    |
| LP (kg) | 9 | 59.44±12.0 | 80.56±21.0 | 35.53 | .004** | 9 | 62.22±6.3 | 63.05±8.3 | 0.85 | .059 |
| LE (kg) | 9 | 63.89±13.5 | 72.44±13.6 | 13.38 | .008** | 9 | 55.11±5.9 | 55.67±5.6 | 1.02 | .062 |
| LC (kg) | 9 | 50.44±11.1 | 63.89±8.7  | 26.67 | .015*  | 9 | 48.44±4.6 | 49.21±4.4 | 1.59 | .102 |

\*\*= $P<0.01$ , \*= $P<0.05$  LP: Leg Press, LE: Leg Extension, LC: Leg Curl

Grupların dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik güce ilişkin kendi içlerindeki 1. ve 2. ölçüm verilerinin karşılaştırılması tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Dikey Sıçrama ve Anaerobik Güçteki grupların kendi içlerinde 1. ve 2. ölçümlerinin karşılaştırılması

|            | n | Çalışma      |              |      |        | n | Kontrol       |              |      |      |
|------------|---|--------------|--------------|------|--------|---|---------------|--------------|------|------|
|            |   | 1.Ölçüm      | 2.Ölçüm      | %    | P      |   | 1.Ölçüm       | 2.Ölçüm      | %    | P    |
| DS (cm)    | 9 | 25.89±2.2    | 28.44±3.21   | 9.85 | .006** | 9 | 24.99±2.15    | 25.04±2.56   | 0.20 | .655 |
| AnG (watt) | 9 | 759.78 ±71.9 | 795.82±82.63 | 4.74 | .110   | 9 | 725.11.±65.82 | 726.44±68.43 | 0.18 | .261 |

\*\*= $P<0.01$  DS: Dikey Sıçrama AnG: Anaerobik Güç

Çalışma sonunda grupların 1. Ve 2. tekrarlı ölçümleri kendi içlerinde karşılaştırıldığında çalışma grubunda LE, LP ve DS parametrelerinde  $p<0.01$  düzeyinde, LC parametresinde de  $p<0.05$  düzeyinde önemli fark bulunmuştur. AnG parametresinde fark bulunmamıştır. Kontrol grubunda hiçbir parametrede herhangi bir fark bulunmamıştır.

Çalışma sonunda elde edilen verilerin gruplar arası 1. ve 2. ölçümlerinin karşılaştırması tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Grupların tüm parametrelerde 1. ve 2. ölçümlerin karşılaştırılması

|            | 1.Ölçümler    |               |       | 2.Ölçüm       |               |        |
|------------|---------------|---------------|-------|---------------|---------------|--------|
|            | Çalışma (n=9) | Kontrol (n=9) | P     | Çalışma (n=9) | Kontrol (n=9) | P      |
| LP (kg)    | 59,44±12.04   | 62.22±6.38    | .436  | 80,56±21,07   | 63.05±8.36    | .003** |
| LE (kg)    | 63.89±13.58   | 55.11±5.90    | .297  | 72.44±13.64   | 55.67±5.61    | .026*  |
| LC (kg)    | 50.44±11.19   | 48.44±4.69    | .011* | 63.89±8.71    | 49.21±4.42    | .000** |
| DS(cm)     | 25.89±2.20    | 24,99±2.15    | .340  | 28.44±3.21    | 25,04±2.56    | .008** |
| AnG (watt) | 759.78 ±71,93 | 725.11.±65.82 | .258  | 795.82±82.63  | 726.44±68.43  | .014*  |

\*\*=P<0.01, \*=P<0.05, LP: Leg Press, LE: Leg Extension, LC: Leg Curl, DS: Dikey Sıçrama AnG: Anaerobik Güç

İki gruptan elde edilen veriler karşılaştırıldığında birinci ölçümlerde her iki grubun değerleri arasında LC parametresi hariç ( $P<0.05$ ) diğer parametrelerde önemli fark bulunmamıştır. Grupların ikinci ölçümleri değerlendirildiğinde bacak kuvveti gelişimi, buna bağlı olarak patlayıcı kuvvet ve anaerobik gücü ölçen tüm parametrelerde çalışma grubu lehinde bir fark olduğu görülmüştür. Bu farkların istatistiksel olarak LP, LC ve DS'de  $p<0.01$  düzeyinde iken LE ve AnG'de ise  $p<0.05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

## TARTIŞMA

Bu sonuçlar doğrultusunda sedanter kadınlarda uygulanan 6 haftalık tüm beden EMS uygulamasına ilave vücut ağırlığı ile yapılan dinamik kuvvet antrenmanlarının kuvvet gelişimi sağladığı görülmüştür. Buna bağlı olarak patlayıcı kuvvetin göstergesi olan dikey sıçrama üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu görülmüştür. AnG parametresinde istatistiksel olarak önemli bir gelişme görülmemesine karşın gelişim yönünden bakıldığında ortaya çıkan %4.74'lük gelişimin dikkate alınması gereken bir gelişim olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçların karşılaştırılması için literatüre bakıldığında EMS yönteminin daha önceki uygulamalarında uzun yıllar izometrik kasılmalar şeklinde ve çoğunlukla tedavi amaçlı görülmektedir. Son yıllarda hem izometrik şekilde (Muratlı ve Hindistan, 2018) hem de dinamik alıştırmalarla kombine edilerek sağlık için spor ve sportif performansını geliştirmek amaçlı kullanıldığı görülmektedir (Venable ve diğ., 1991; Willoughby ve Simpson, 1996; Benito-Martínez ve diğ., 2011; Özdal ve Bostancı, 2016; Mick ve diğ., 2018). EMS antrenman modelinin sportif antrenman için tamamlayıcı bir teknik olarak olumlu etkileri hakkında birçok yayınlanmış araştırma bulunmaktadır

(Divieti ve diğ., 1993; Willoughby ve diğ., 1996; Malatesta ve diğ., 2003; Babault ve diğ., 2007;). Bazı araştırmacılar, EMS antrenman modelini çeşitli takım sporlarından sporcuların spesifik performansları üzerindeki etkisini araştırmaya çalışmıştır. Örneğin; Maffiuletti (2000) ve Malatesta (2003) kısa süreli EMS antrenman modelini basketbol ve voleybol oyuncularının dikey sıçrama performansı üzerindeki olumlu etkilerini gösteren çalışmalar yaparken (Maffiuletti ve diğ., 2000; Malatesta ve diğ., 2003), Zink-Rückel ve diğ., (2019) golfte tüm beden EMS ile desteklenen ısınmanın vuruş hızı ve isabetliliği üzerine etkisini incelemişlerdir (Zink-Rückel ve diğ., 2019).

EMS antrenman modeli kullanılarak yapılan bir çok çalışmanın, % 0-44 arasında çeşitlilik gösteren kuvvet kazanımlarını rapor etmekte olduğu ve bu yöntemin maksimum kuvvet gelişimini mümkün kıldığının bildirildiği görülmektedir (Kramer ve Mendryk, 1982; Selkowitz, 1985; Balogun ve diğ., 1993; Andersen ve Aagaard, 2006). Öte yandan bazı yazarlar EMS'nin maksimal kasılmalara neden olmadığını vurgulayarak EMS'ye dayalı kasılmaların maksimal istemli kasılmaların şiddetine ulaşmadığını, kasılma şiddetinin maksimal istemli kasılmaların %25-90'ı arasında olduğunu savunmaktadırlar (Vanderthommen ve Duchateau; aktaran, Kale ve diğ., 2014). Bununla birlikte, kazanımların spor ve günlük aktiviteler için özellikle önemli olan fonksiyonel performansa dönüşümü için iskelet kasındaki uyumların, çalışmaya katılan popülasyonların özellikleri, kullanılan EMS parametreleri ve sonuçlardaki heterojenlik nedeniyle her zaman belli olmadığı savunulmaktadır (Veldman ve diğ., 2016). Bu düşüncenin aksine EMS yöntemi kullanılarak yapılan çalışmaların kuvvet, dikey sıçrama, dayanıklılık ve beden kompozisyonu gibi motor performans ve beden kompozisyonu parametrelerine yönelik katkılarını ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Martin ve diğ., 1994; Hortobagyi ve diğ., 1999; Maffiuletti ve diğ., 2000; Babault ve diğ., 2007; Banerjee ve diğ., 2009; Billot ve diğ., 2010; Banerjee 2011; Martinez-Lopez ve diğ., 2012; Karatzanos ve diğ., 2012; Veldman ve diğ., 2016; Filipovic ve diğ., 2016; Kemmler ve diğ., 2016, Çetin ve diğ., 2017). Çalışmalar sonucunda görülen bu geniş gelişim aralığının kaynağını; kullanılan farklı uyartım modları (frekans, nabız süresi vb.), test prosedürleri, antrenman protokolleri (seansların sayısı ve süresi), ön antrenman durumu ve bireyler arası farklılıklar ile açıklamak mümkün olabilmektedir (Enoka, 1988; Hainaut ve Duchateau, 1992).

Yapılan bu araştırma sonunda elde edilen kuvvet kazanım oranlarını karşılaştırmak için çalışmaya katılan grubun yaş aralığındaki sağlıklı sedanter kadın bireyler üzerinde yapılmış literatür bilgisi bulunamamıştır. Bu nedenle elde edilen verilerin literatürle bire bir karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Ancak çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bulunan LP'de %35.53, LE'de %13.38 ve LC'deki %26.67 (Laughman ve diğ., 1983; Selkowitz, 1985; Brocherie ve diğ., 2005; Babault ve diğ., 2007; Billot ve diğ., 2010) gelişmeler tüm beden ve izole kas EMS yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmaların sonuçları ile tutarlılık göstermektedir. DS'de %9.85'lik

İzometrik ve dinamik kas kasılmasını içeren EMS çalışmaları sonucunda izometrik EMS çalışmaları sonrası dikey sıçrama performansında %2.3 ile %19.2 arasında, dinamik EMS ile yapılan çalışmalarda ise %6.5 ile %14'lük artış (Maffiuletti ve diğ., 2000; Malatesta ve diğ., 2003; Babault ve diğ., 2007) ve diğer çalışmalarla kombine edilmiş EMS çalışmalarında ise %3 ile %21.4'lük gelişmelerin olduğu rapor edilmektedir (Venable ve diğ., 1991; Maffiuletti ve diğ., 2002b; Herrero ve diğ., 2006). Çalışma

sonunda sedanter kadınların DS performanslarından elde edilen %9.85'lik sonucun literatürde belirtilen gelişim değerleri ile uygunluk gösterdiği görülmüştür.

EMS antrenmanının anaerobik güç üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar konusunda literatüre bilgisinin çok sınırlı olduğu görülmektedir (Herrero ve diğ., 2010). Bu sebepten anaerobik güçte elde edilen gelişimi karşılaştırmak ve yorumlamak benzer çalışma dizaynı çerçevesinde mümkün olmamıştır.

Yapılan çalışmada 6 haftalık tüm beden EMS + vücut ağırlığı ile yapılan dinamik kuvvet antrenmanları sonucu oluşması ortaya çıkan kuvvet gelişimi ve buna bağlı olarak patlayıcı güçte meydana gelen gelişimin kuvvet antrenmanlarına nöral adaptasyon ile açıklanması mümkündür (Kale ve diğ., 2014).

## SONUÇ

Çalışmanın sonucu; yetişkin sedanter kadınlarda tüm beden EMS uygulamasının vücut ağırlığı ile yapılan dinamik kuvvet alıştırma ile kombine edilmesi neticesinde bacak kuvveti ve buna bağlı olarak patlayıcı kuvvet gelişimi üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir. Bunun yanında istatistiksel olarak önemli olmasa da anaerobik güçte de %4.74 oranında gelişim sağladığı görülmüştür. Bu gelişim, farklı özelliklere sahip gönüllü katılımcılarla benzer çalışmaların yapılması konusunda cesaret verici bir etken olarak ortaya çıkarmaktadır.

Çalışmada kullanılan ekipmanın maliyetinin ve hizmet alım değerlerinin yüksek olması çalışmaların bireysel olarak yapılması zorunluluğunu doğurmaktadır. Bu durumda katılımcılarla günün değişik saatlerinde çalışma yapılması sorununu ortaya çıkarmaktadır. Performansı etkileyen sebeplerden biri olan günlük biyoriitm (Zareian ve diğ., 2014) sebebi ile bireysel farklılıkların ortaya çıkması gelecekte grup halinde çalışmaların yapılması ihtiyacını doğurmaktadır. Grup halinde eş zamanlı EMS destekli kombine antrenmanların yapılması bu konudaki kesin sonuçlara ulaşmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Yine benzer protokoller kullanılarak farklı yaş grupları ve farklı özelliklere sahip gruplarla çalışmaların yapılması da değişen şartlarda ortaya çıkan sonuçların karşılaştırılmasına olanak sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Andersen L.L., Aagaard P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol*, 96 46–52.
- Babault N, Cometti G, Bernardin M, Pousson M., Chatard J.C. (2007). Effects of electromyostimulation training on muscle strength and power of elite rugby players. *J Strength Cond Res*, 21(2), 431–437.
- Bajd, T., Kralj, A., Turk, R., Benko, H., Šega, J. (1989). Use of functional electrical stimulation in the rehabilitation of patients with incomplete spinal cord injuries. *J Biomed Eng*, 11(2), 96-102.
- Balogun JA., Onilari O.O., Akeju O.A. (1993). High voltage electrical stimulation in the augmentation muscle strength: effects of pulse frequency. *Arch Phys Yed Rehebil* 74, 910-916.

- Banerjee P, Caulfield B, Crowe L (2009). Prolonged Electrical Muscle Stimulation Exercise Improves Strength, Peak VO<sub>2</sub>, and Exercise Capacity in Patients With Stable Chronic Heart Failure, *J Cardiac Fail* 15, 319-326.
- Banerjee P. (2010). Electrical Muscle Stimulation for Chronic Heart Failure: An Alternative Tool for Exercise Training? *Curr Heart Fail Rep* 7, 52-58.
- Banerjee P. (2011). Can Electrical Muscle Stimulation of the Legs Produce Cardiovascular exercise? *J Clinic Experiment Cardiol*, 2(5), 1-3.
- Başar G. (2006). *Hemiplejiye bağlı gelişen üst ekstremitelerde fleksör spastisitesinde elektrik stimülasyonun etkinliği*. T.C Sağlık Bakanlığı İstanbul 70. yıl fizik tedavi ve rehabilitasyon 1. klinik (Uzmanlık tezi), 42-43.
- Benito-Martínez E., Lara-Sánchez A.J., Berdejo-Del-Fresno D., Martínez-López E.J. (2011). Effects of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump and speed tests. *Journal of human sport & exercise*, 6(4), 603-615.
- Billot M., Martin A., Paizis C., Cometti C., Babault N. (2010). Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. *J Strength Cond Res* 24(5), 1407-1413.
- Brocherie F., Babault N., Cometti G., Maffiuletti N., Chatard J.C. (2005). Electrostimulation Training Effects on the Physical Performance of Ice Hockey Players. *J Am Coll Sports Med*, 37(3), 455-60.
- Caulfield B., Crowe L., Minogue C., Banerjee P., Clark A. (2004). The use of electrical muscle stimulation to elicit a cardiovascular exercise response without joint loading: A case study, *J Exerc Physiol Online*, 7(3), 84-87.
- Çetin E., Özdöl-Pınar Y., Deniz S. (2017). Tüm beden elektromiyostimülasyon uygulamasının farklı yaş gruplarındaki kadınlarda beden kompozisyonu üzerine etkisi. *Sportmetre*, 15 (4), 173-178.
- Divieti L., Borniquez C., Crivellini M., Galli M., Mancarella M. (1993). Electrical stimulation of the triceps surae for muscular strength improvement in volleyball players. 11 International Symposium on Biomechanics in Sports: Conference Proceedings Archive, Amherst, Massachusetts – USA, 243-247.
- Djokic Z., Mededovic B. (2013). Electrical muscle stimulation (ems) implementation in explosive strength development. Crnogorska Sportska Akademija, "Sport Mont", *časopis br.* 37,38,39, 207-211.
- Dolan M.G., Mendel F.C. (2004). Clinical Application of Electrotherapy. Human Kineticks – *Athletic Training Today* 9(5), 11-16.
- Duchateau J., Hainaut K. (1988). Training effects of sub-maximal electrostimulation in human muscle. *Med Sci Sports Exerc*, 20(1), 99-104.
- Enoka R.M. (1988). Muscle strength and its development new perspectives. *Sports medicine* 6, 146-168.
- Filipovic A., Grau M., Kleinöder H. (2016). Effects of a whole-body electrostimulation program on strength, sprinting, jumping, and kicking capacity in elite soccer players. *J Sports Sci Med*, 15, 639-648.
- Fox E.L., Bowers R.W., Foss M.L. (1999). *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Çeviri; Mesut Cerit; Editör: Dr Hakan Yaman, (ss501-502). Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Gondin J., Guette M., Ballay Y., Martin A. (2005). Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37 (8), pp. 1291-1299.
- Hainaut K., Duchateau J. (1992). Neuromuscular Electrical Stimulation and Voluntary Exercise. *Sports Medicine* 14 (2). 100-113, 1.
- Herrero A.J., Izquierdo M., Maffiuletti N.A., García-López J.. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int J Sports Med*, 27(7), 533-539.
- Herrero A.J., Martin J., Martin T. (2010). Short-term effect of plyometrics and strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and anaerobic performance: a randomized controlled trial, part II. *J Strength Cond Res*, 24(6), 616-622.

- Hjeltnes N., Lannem A. (1990). Functional Neuromuscular Stimulation in 4 Patients with Complete *Paraplegia*. *Paraplegia* 28 235-243.
- Hortoba'gyi T., Scott K., Lambert J., Hamilton G., Tracy J. (1999). Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. *Human Kinetics*, 3, 205-219.
- Hortoba'gyi T., Maffiuletti N.A. (2011). Neural adaptations to electrical stimulation strength training. *Eur J Appl Physiol* 111, 2439-2449.
- Kale M., Kaçoğlu C., Gürol B. (2014). Elektromyostimülasyon Antrenmanlarının Nöral Adaptasyon ve Sportif Performans Üzerine Etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe Journal of Sport Sciences*, 25 (3), 142-158.
- Karatzanos E., Gerovasili V., Zervakis D. (2012). Electrical muscle stimulation: an effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients. *Critical Care Research and Practice*, Volume 5, 1-8.
- Kaya F., Erzeybek M.S. (2016). Electrical Muscle Stimulation and Its Use for Sports Training Programs: A review. Recent Advances in Health Sciences Publisher: St. Kliment Ohridski University Press, Sofia, Chapter: 64, 711-733.
- Kemmler W., Teschler M., Weißenfels A., Bebenek M., Fröhlich M., Kohl M., Von Stengel S. (2016). Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: a randomized controlled study. *Evid Based Complement Alternat Med*, Volume, Article ID 9236809, 1-9.
- Kramer J.F., Mendryk S.W. (1982). Electrical stimulation as a strength improvement technique: A review. *J Orthop Sports Phys Ther*, 4(2), 91-98.
- Maffiuletti N.A., Cometti G., Amiridis I.G., Martin A., Pousson M., Chatard J.C. (2000). The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J Sports Med*, 21(6), 437-443.
- Maffiuletti N.A., Pensini M., ve Martin A. (2002a). Activation of human plantar flexor muscles increases after electromyostimulation training. *J Appl Physiol* 92, 1383-1392.
- Maffiuletti, N.A., Dugnani S., Folz M., Di Pierno E., Mauro F. (2002b). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc*, 34(10), 1638-1644.
- Maffiuletti N.A. (2007). The Use of Electrostimulation Exercise in Competitive Sport. *Int J Sports Physiol Perform* 1(4), 406-7.
- Malatesta D., Cattaneo F., Dugnani S., Maffiuletti N.A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *J Strength Cond Res*, 17 (3), 573-579.
- Martin L., Cometti G., Pousson M., Morlon B. (1994). The influence of electrostimulation on mechanical and morphological characteristics of the triceps surae. *J Sports Sci*, 12(4), 377-381.
- Martínez-López E.J., Benito-Martínez E., Hita-Contreras F. (2012). Effects of electrostimulation and plyometric training program combination on jump height in teenage athletes. *J Sports Sci Med*, 11, 727-735.
- Micke F., Kleinöder H., Dörmann U. (2018). Effects of an Eight-Week Superimposed Submaximal Dynamic Whole-Body Electromyostimulation Training on Strength and Power Parameters of the Leg Muscles: A Randomized Controlled Intervention Study. *Front. Physiol.* 9 (1719), 1-9.
- Muratlı S., Hindistan İ.E. (2018). *Sporla Kuvvet Antrenmanı* (1. Basım), Ankara: Spor yayın ve Kitabevi, ISBN: 978-9944-379-94-6.
- Muratlı, S.; Kalyoncu, O.; Şahin, G. (2011). *Antrenman ve Müsabaka* (2. Baskı İstanbul), Kalyoncu Spor Danışmanlık San. Tc. Ltd. Şti. Düzeltilmiş ve Geliştirilmiş.
- Özdağ M. ve Bostancı Ö. (2016). Effects of whole-body electromyostimulation with and without voluntary muscular contractions on total and regional fat mass of women. *Arch Appl Sci Res*, 8(3), 75-79.

- Paillard T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Med*, 38(2), 161-177.
- Porcari J.P., McLean K.P., Foster C., Kernozek T., Crenshaw B., Swenson C. (2002). Effects of Electrical Muscle Stimulation on Body Composition, Muscle Strength, and Physical Appearance. *J Strength Cond Res*, 16(2), 165-172.
- Romero J.A., Sanford T.L., Schroeder R.V., Fahey T.D. (1982) The effect of electrical stimulation of normal quadriceps on strength and growth. *Med Sci Sports Exerc*, 14(3), 194-197.
- Ruther C.L., Golden C.L., Harris R.T., Dudley G.A. (1995). Hypertrophy, resistance training, and nature of skeletal muscle activation. *J Strength Cond Res*, 9(3), 155-159.
- Selkowitz D.M. (1985). Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Phys Ther*, 65 (2), 186-196.
- Sharma P., Lehari, A., Verma, S.K. (2011). Effect of Electrical Muscle Stimulation on Reducing Fat from the Body. *JESP*, 7(1), 24-28.
- Siff M. (1990). Application of electrostimulation in physical conditioning: A review. *J Strength Cond Res*, 4(1), 20-2.
- Veldman MP, Gondin J, Place N. Maffiuletti N.A. (2016). Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation Training on Endurance Performance. *Front. Physiol.* 7 (544), 1-5.
- Venable M.P., Collins M.A., O'Bryant H.S., Denegar C.R., Sedivec M.J., Alon G. (1991). Effect of supplemental electrical stimulation of development strength, vertical jump performance and power. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5(3), 139-14.
- Willoughby D.S., Simpson S. (1996). The effects of combined electromyostimulation and dynamic muscular contractions on the strength of the college basketball players. *J Strength Cond Res*, 10(1), 40-44.
- Yong-Seok J (2018). The efficacy and safety of whole-body electromyostimulation in applying to human body: based from graded exercise test. *J Exerc Rehabi*, 14(1), 49-57.
- Zareian E., Rabbani. V., Saeedi F. (2014). The Effect of Physical Biorhythm Cycle on Some Physical Fitness Factors of Adolescent Volleyball Players. *Annals of Applied Sport Science*, 2(1), 11-20.
- Zink-Rückel C., Rückel F., Von Stengel S., Kemmler W. (2019). The Use of Whole Body Electromyostimulation (WB-EMS) as a Golf Warm-Up – A Randomized Controlled Cross-Over Study. *Archives of Physical Health and Sports Medicine*. 2(1), 04-12
- Zupan A. (1992). Long-term electrical stimulation of muscles in children with duchenne and becker muscular dystrophy. *Muscle & Nerve*, 15(3), 362-367.