T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI

SEDANTER KADINLARDA ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI EGZERSİZİNİN ALT, ÜST EKSTREMİTE VE CORE BÖLGESİ KUVVETLERİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Esra KORKMAZ

Danışman

Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Esra KORKMAZ tarafından, **Doç.Dr. Ali Kerim YILMAZ** danışmanlığında hazırlanan **"SEDANTER KADINLARDA ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI EGZERSİZİNİN ALT, ÜST EKSTREMİTE VE CORE BÖLGESİ KUVVETLERİNE ETKİSİ"** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 3.1.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı **Üniversitesi** **Ana Bilim/Ana Sanat Dalı**	**Sonuç**
Başkan	Doç. Dr. Levent BAYRAM Ondokuz Mayıs Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rekreasyon Anabilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Kürşat Acar Ondokuz Mayıs Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☒ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☐

03/01/ 2023
Esra KORKMAZ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : SEDANTER KADINLARDA ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI EGZERSİZİNİN ALT, ÜST EKSTREMİTE VE CORE BÖLGESİ KUVVETLERİNE ETKİSİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 03.01.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 16

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

03 /01 / 2023
Doç.Dr. Ali Kerim YILMAZ

ÖZET

SEDANTER KADINLARDA ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI EGZERSİZİNİN ALT, ÜST EKSTREMİTE VE CORE BÖLGESİ KUVVETLERİNE ETKİSİ

Esra KORKMAZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Beden Eğitimi Ve Spor Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans, Ocak/2023
Danışman: Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ

Amaç: Bu araştırmanın amacı, 8 haftalık Elektriksel Kas Uyarımı antrenmanının alt, üst ekstremite ve core bölgesi kuvvetlerine etkisinin olup olmayacağının incelenmesidir.

Metaryal ve metot: Araştırmanın denek grubunu 18-30 yaş aralığında 10 deney grubu ve 10 kontrol grubu olmak üzere toplamda 20 sedanter kadın oluşturmaktadır. Denekler rastgele 10'ar kişi olacak şekilde 2 gruba ayrılmış ve deney grubu 8 hafta boyunca haftada 2 gün EMS ile egzersize tabi tutulmuştur, kontrol grubu da aynı şekilde 8 hafta boyunca haftada 2 gün aynı egzersizi EMS uygulamadan yapmışlardır. 8 haftalık egzersiz sonrası yapılan diğer 3 ziyarette denekler uygulama kartlarından çektikleri test türüne göre tekrar antropometrik ölçümler, alt (TAA,ÜAA,ÇA,MTÜA,MRA ve squat), üst (MPU, el kavrama, bükülü kol) ve core (V-sit, mekik, biering–sorenson) testlerine tabi tutulmuşlardır.

Bulgular: Gruplar arası antropometrik ölçümler karşılaştırıldığında göğüs, göbek, alt göbek, basen çevresi ölçümlerinde EMS grubunda anlamlılık görülmüştür ($p<0.05$). Kontrol grubunda ise hiçbir değişkende anlamlı azalış görülmemiştir. Üst ekstremite testlerinde EMS grubunda bütün ölçümlerde anlamlı düzeyde artış görülürken kontrol grubunda sadece MPU ve bükülü kol testleri ön test ile son test arasında artış görülmüştür ($p<0.05$). EMS grubu alt ekstremite testlerinde TAA, sağ ÜAA, sağ MRA ve squat testlerinde bütün ölçümler arasında anlamlı artış tespit edilirken sol ÜAA, ÇŞT ve MÜAA testlerinde sadece ilk test ile son testin farkında anlamlı derecede artış göürülmüştür ($p<0.05$). Core testleri değerlendirildiğinde ise EMS grubunda V-sit, bie.sor. ve mekik testinde bütün ölçümlerde anlamlı düzeyde artış görülürken kontrol grubunda V-sit ve biering sorenson testinde artış görülmüş mekik testindeki artış anlamlı düzeyde görülmemiştir ($p<0.05$).

Sonuç: Araştırmamız sonucunda EMS egzersizinin antropometrik ölçümlerde kontrol grubuna kıyasla daha etkili sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Üst ekstremite, alt ekstremite ve core bölgesi bazı kuvvet testlerinde EMS grubunda bütün ölçümlerde kuvvetin arttığını fakat kontrol grubundaki kuvvet artışının sadece ön test ve son test arasında olduğunu ve EMS grubu kadar artış olmadığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Elektriksel kas uyarımı, kuvvet testleri, antropometrik ölçümler

ABSTRACT

THE EFFECT OF ELECTRIC MUSCLE STİMULATION EXERCISE ON LOWER, UPPER EXTREMITY AND CORE REGION FORCES IN SEDENTARY WOMEN

Esra KORKMAZ
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Physical Education and Sports
Master, January/2023
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Kerim YILMAZ

Aim: The aim of this research is to examine whether the 8-week Electrical Muscle Stimulation training will have an effect on the lower, upper extremity and core strengths.

Material and Method: The subject group of the study consists of 20 sedentary women, 10 in the experimental group and 10 in the control group, between the ages of 18-30. The subjects were randomly divided into 2 groups, each of 10 people, and the experimental group was subjected to exercise 2 days a week for 8 weeks, while the control group also did the same exercise 2 days a week for 8 weeks without applying EXE. In the other 3 visits after 8 weeks of exercise, the subjects repeated anthropometric measurements according to the type of test they took from the application cards, lower (TAA, TAA, MPA, MTA, MRA and squat), upper (MPU, hand grip, bent arm) and core (V-sit). , shuttle, biering – sorenson).

Results: When the anthropometric measurements between the groups were compared, there was a significant difference in the chest, belly, lower belly and hip circumference measurements in the EMS group ($p<0.05$). In the control group, there was no significant decrease in any of the variables. In the upper extremity tests, while a significant increase was observed in all measurements in the EMS group, only the MPU and bent arm tests increased between the pretest and the posttest in the control group ($p<0.05$). In the lower extremity tests of the EMS group, there was a significant increase in TAA, right UAA, right MRA and squat tests among all measurements, while a significant increase was observed in the difference between only the first test and the last test in the left UAA, CCT and MMU tests ($p<0.05$). When the core tests were evaluated, V-sit in the EMS group, bie.sor. In the control group, an increase was observed in V-sit and biering sorenson tests, while an increase in the shuttle test was not observed at a significant level ($p<0.05$).

Conclusion: As a result of our research, it was observed that EMS exercise gave more effective results in anthropometric measurements compared to the control group. In some strength tests of the upper extremity, lower extremity and core region, it was observed that the strength increased in all measurements in the EMS group, but the increase in strength in the control group was only between the pretest and the posttest and it was not as much as the EMS group.

Keywords: electrical muscle stimulation, strength tests, anthropometric measurements

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Tanıdığım ilk günden beri istersem her şeyi yapabileceğimi söyleyen, bir gün bile bu sözünün aksini hissettirmeden çalışmamın ve hayatımın ilham kaynağı olan akıl danışmanım Doç. Dr. Ali Kerim YILMAZ' a;

Bu süreçte desteğini eksik etmeyen çalışma arkadaşım Berna AHLATCIK'a;

Yürüdüğüm yolu verdiğim tüm kararlarda yanımda olup ihtiyacım olanın bende olduğunu göstererek, desteğini her zaman ve her koşulda hissettiğim arkadaşım Elif KURUDERE' ye;

Bana yaşamım boyunca elde edebileceğim en büyük başarının mutlu olmak olduğunu hatırlatan, tanıdığım ilk günden beri varlığına güvendiğim ve ne zaman kafamı çevirsem orada bir yerde olduğunu bildiğim arkadaşım Oğuzhan BERTİZ' e;

Hayatıma girdiği günden beri beni ben olduğum halimle, değiştirmeden, eğip bükmeden yanımda olmayı tercih eden, hayatıma renk katan ve her ne olmuşsa iyi ki olmuş dedirten yol arkadaşım Baran SALKILIÇ' a;

Çocukluğumdan itibaren yapmak istediğim her şey için bana fırsat veren ve varlığının bana sağladığı dik duruş için babama;

Bana kendinden başka birini kendin gibi düşünmenin ve ablalığın mükemmel bir his olduğunu yaşatan kardeşlerim Esin, Ertuğrul ve Erkan'a;

Onları gördüğüm ayrı ayrı zaman diliminde beni seçtikleri ve kendime kurduğum hayatın en güzel detaylarından olduğu için kızlarım Karamel ve Yosun'a;

Evi sevgiyle, kitaplarla ve müzikle dolduran, ne istersem yapabileceğimi, nasıl biri olmak istersem olabileceğimi söyleyen, hayatımın en büyük motivasyon kaynağı olan ve her konuda yol göstericim olan canım anneme;

çok teşekkür ederim, varlığınız ışık; daim olun..

Esra KORKMAZ

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI ii
ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
SİMGELER VE KISALTMALAR vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
TABLOLAR DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Vücut Kompozisyonu 3
2.1.1. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri 4
2.1.2. Beden Kitle İndeksi ve Antropometrik Ölçümler 5
2.2. Kaslar 5
2.2.1. Kasın Kasılma İşleyişi 6
2.2.2. Kas Kasılma Tipleri 6
2.3. Kuvvet 7
2.3.1. Kuvvet Türleri 8
2.3.2. EMS Antrenmanı ile Kuvvet Gelişimi 9
2.4. Antrenman 9
2.4.1. Antrenman Prensipleri 9
2.4.2. Antrenman Planlaması 10
2.5. EMS 10
2.5.1. EMS'nin Kullanım Alanları 11
2.5.2. EMS'nin Kullanılamaz Olduğu Durumlar 13
2.5.3. EMS'nin Etki Mekanizması 13
2.5.4. Elektriksel Akımların Şiddet-Süre Eğrisi 14
2.5.5. EMS'nin Akım Parametreleri 14
2.5.6. Frekans 15
2.5.7. Atım Süresi 15
2.5.8. Elektrotlar 15
2.5.9. EMS'nin Spor Bilimleri Alanında Kullanımı ve Literatür Bilgileri 16
3. MATERYAL METOT 18
3.1. Katılımcılar 18
3.2. Deneysel Dizayn 18
3.3. Egzersiz Protokolü 19

3.4. Test Protokolleri 20
3.4.1. Üst Ekstremite Kuvvet Testleri 20
3.4.2. Alt Ekstremite Kuvvet Testleri 21
3.4.3. Core Bölgesi Kuvvet Testleri 22
4. BULGULAR 23
5. TARTIŞMA 33
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 39
KAYNAKLAR 41
EKLER 50
ÖZ GEÇMİŞ 51

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°	: Derece
°/SN.	: Derece/Saniye
CM	: Santimetre
ÇA	: Çapraz Atlama Testi
DS	: Dikey Sıçrama Testi
EX	: Ekstansiyon
FLX	: Fleksiyon
FPT	: Fonksiyonel Performans Testleri
KG	: Kilogram
M	: Metre
MRA	: Medial Rotasyon Atlama Testi
MTÜA	: Medial Taraf Üç Adım Atlama Testi
TAA	: Tek Adım Atlama Testi
ÜAA	: Üç Adım Atlama Testi
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
EMS	: Elektriksel Kas Uyarımı
BKI	: Beden Kitle İndeksi
1RM	: Maksimum Bir Tekrar
Hz	: Frekans Birimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri 4
Şekil 3.1. Ems cihazı ve yeleği 19
Şekil 3.2. Squat 20
Şekil 3.3. Sumo squat....20
Şekil 3.4. Overhead lunge....20
Şekil 3.5. Mekik....20
Şekil 3.6. Plank 20
Şekil 4.1. Grupların antropometrik ölçümlerinin kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 25
Şekil 4.2. Üst ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 28
Şekil 4.3. Alt ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 30
Şekil 4.4. Core kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 32

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Egzersiz Protokolü 19

Tablo 4.1. Deneklerin tanımlayıcı verileri 20

Tablo 4.2. Grupların antropometrik ölçümlerinin kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 21

Tablo 4.3. Üst ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 24

Tablo 4.4. Alt ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 26

Tablo 4.5. Core kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması 29

1. GİRİŞ

Elektriksel akımla kas kasılması meydana getirilebildiği Lugi Galvani tarafından ifade edilmiştir ve ilk medikal çalışmaların tarihi 18. yüzyıla dayanmaktadır (Beaudreau ve Finger, 2006; Gondin vd., 2011; Vanderthommen ve Duchateau, 2007). Kullanımın spor alanına uyarlanabildiğini ise Yakov Kots elektriksel akımla gerçekleşen kasılmaların maksimum istemli kontraksiyonlara göre %10 -%30 arasında çok fazla izometrik kuvvet ürettiğini ve profesyonel sporcularda %30 -40 kuvvet artışı olduğunu iddia ettiği çalışması ile göstermiştir (Vanderthommen ve Duchateau, 2007. Elektriksel Kas Uyarımı (EMS), derinin üzerine sinir veya kaslara verilen akımlarla kasları etkinleştirebildiğimiz yenilikçi, modern ve zamandan tasarruf ettirmesiyle insanların ilgisini çeken bir antrenman yöntemidir. Bu yöntem sağlıklı olan kaslarda performans artışı sağlama amaçlı kullanıldığı gibi normal çalışma fonksiyonunu yitirmiş kaslarda da rehabilitasyon amaçlı da kullanılmaktadır (Gregory ve Bickel, 2005). EMS çalışmasına bağlı olmakla birlikte antrenman sonrası performansın yenilenmesi için artan kan akışıyla kas metabolitlerinin giderilmesinde hızlanma ve stimülasyonundan kaynaklı kas ağrısının azalması gibi etkiler görülebilir (Babault vd., 2011). Dıştan herhangi bir kuvvet olmaksızın statik kas kasılması esnasında uygulanan EMS'nin maksimal istemli kasılma kuvvetinde ve kasın kesit alanında anlamlı artışlar sağladığını gösteren çalışmaların olmasına dayalı olarak cerrahi müdahale sonrası kuvvet kayıplarının geri kazanılması, sağlıklı bireylerde ise mevcut kas kuvvetini arttırmaya yönelik kuvvet antrenmanlarının bir parçası olarak sportif performansı geliştirme amacıyla kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Holcomb, 2006). Elektrik akımına karşı tolerans, kas kasılması sırasında bireye uygulanan maksimum elektrik akımının şiddetine dayanabilme gücü olarak tanımlanır (Alon ve Smith, 2005). Sporda kullanılan EMS, performansın artması için kas dokularına ve motor noktalara deri üzerinden elektriksel akımdan mümkün olduğunca az rahatsız olunacak şekilde tasarlanan bir yöntemdir. Bu uygulamayla birlikte antrenmandan sonra performans yenilenmesi için artan kas kan akışıyla kas metabolitlerinin giderilmesinde hızlanma beklenmektedir (Babault vd., 2011). Günümüzde spor bilimciler tarafından da yoğun şekilde kullanılan EMS ile yapılan antrenman sırasında bireyin güvenliğini sağlamak, yapılan uygulamalardan maksimum verim almak, az zamanda çok iş yapabilmek, oluşacak olan yorgunluğu en aza indirmek, en uygun kuvvet çıktısına sahip olabilmek adına önemlidir. Elektrik akımının temel değişenlerinden olan frekans, akım şiddeti ve

süre gibi farklı değişkenleri vardır. Bunlara ek olarak kullanılan elektrotların boyut, malzeme ve konumlandırma açısından özellikleri, verilen akım saniyesi, dinlenme süresi, akımın dalga cinsi, antrenman kapsamı ve süresi gibi özellikler EMS antrenmanının değişkenleri içerisindedir (Kemmler vd., 2016). EMS ile bir kasa veya kas grubuna akım uygulamak ve böylece kasılmalarına neden olmak için özel olarak tasarlanmış kıyafetlerin içerisine iletken bir ped veya elektrot yerleştirerek kullanır. Tüm beden EMS antrenman ekipmanı 14-18 bölge ya da 8-12 kas grubu seçebilme ve uygulayabilme teknolojisine sahiptir (Kemmler vd., 2016). Bölgesel olarak uygulanan EMS'nin pozitif etkileri olduğunu gösteren çalışmaların yanında birden fazla eklemi içeren tüm vücut araştırmalarına literatürde ihtiyaç duyulmaktadır ve bu yeni antrenman yönteminin uygulanabilirliğe etkileri de önemlidir (Kemmler vd., 2010). Tüm bu yönleriyle değerlendirildiğinde bu çalışmanın amacı sedanter kadınlarda EMS egzersizi ile normal egzersizin alt, üst ekstremite ve core bölgesi üzerine etkisinin vücut çap ölçümleri ve geleneksel FPT' lere ek olarak, yan atlama ve medial rotasyon gibi birden fazla yönlü testler ile tüm vücuda etkisinin karşılaştırılarak incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonunun analizi insan organizmasında yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddelerin ve hücre dışı sıvıların bir araya gelmesine dayanmaktadır (Stewart ve Sutton, 2012). Bir araya gelen bu yapıların hepsinin değerlendirilmesi bireysel farklılıkları oluşturan fiziki aktiviteler, yaş, beslenme, cinsiyet ve sağlık problemleri göz önünde bulundurularak ortaya çıkmaktadır. Bu bileşimlerinin dağılımıyla bireylerin genel sağlığı ile ilgili yorum yapılabildiği bilinmektedir. Bireylerin sağlık unsurları dikkate alındığında yağ yüzdesinin yüksek veya düşük olması obezite, metabolik riskler, belirli yaş üzeri kemik erimeleri gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır (Işık vd., 2018).

Günümüzde her yaş grubundan insanın sosyal baskılarla kabul ettiği tek tip fiziksel olarak uygun ve zayıf olma algısı çoğu zaman bireyin düşünce, davranış ve başarılarının önüne geçebilmektedir (Cusumano ve Thompson, 1997). Kimler tarafından oluşturulduğu belli olmayan ideal fizik yapısına sahip olma isteği bireyde, yapılan araştırmalara göre her konuda kusursuz olması beklenen kadınlarda daha fazla kaygıya sebep olduğu, bu kaygının da davranışlara yansıdığı görülmüştür (Davison ve McCabe, 2005). Sosyal baskının özellikle de medyanın etkisi ile kadınların kendini sadece fiziksel algılaması spora katılım ile ilişkilendirilen bir konudur (Tiggemann, 2001). Sadece dış görünüş için yapılan sporun sağlıklı olmak için yapılan spordan daha önemli bir hal alması insanların kendine güven duygusunun sadece fiziksel görünüşten ibaret olduğunu göstermektedir (Richman ve Shaffer, 2000). Kendine güven insanın yaşamını denetimde tutmasını kolaylaştırır ve bu duygunun belirleyicisi sağlıklı olmak dışında herhangi bir unsur olmamalıdır (Altıntaş ve Aşçı, 2005). İnsanlar bedenlerini forma sokmak ve sağlıklı olmak için düzenli egzersiz yaptıklarında vücut kompozisyonlarının olumlu yönde değiştiği bilinmektedir (Osei-Tutu ve Campagna, 2005).

2.1.1. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri

Şekil 2.1. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri

2.1.2. Beden Kitle İndeksi ve Antropometrik Ölçümler

İdeal kilonun belirlenmesinde en temel parametre olarak kullanılan Beden Kitle İndeksi (BKI), boy ve vücut ağırlığı, antropometrik ölçümlerin sonuçlarından elde edilmektedir. Bu yöntem en yaygın ve en geçerli olarak kullanılan bir sistemdir (Booth vd., 2000; Brown ve Miller, 1998). Beden kitle indeksi toplam vücut ağırlığını yağsız ağırlık ve vücut yağı olarak ikiye ayırmaktadır. Yağsız vücut ağırlığını; iskelet, kas, organlar, konnektif doku ve su oluşturur (Siders vd., 1991). Vücut yağı ise beden kitle indeksi olarak gösterilen kısımdır (Rosner vd., 1998). Sürdürülebilir, sağlıklı bir yaşam için her yaştan insan için sık sık ölçülmesi ve kontrol altında tutulması önemlidir (Nething vd., 2007).

Vücut kompozisyonun doğru değerlendirilebilmesi için gerçeğe yakın yağlı ve yağsız dokuların ölçümlerinin alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Doğrudan yöntem ile ölçülemeyeceğinden endirekt yöntem çalışmaları ile ölçülebilir. Bu çalışmalar arasında en yaygın olarak kullanılanı antropometrik ölçümlerdir. Hedeflenen başarının karşılaştırılması için bu ölçüm değerleri (metre, kütle ve açı) kullanılabilmektedir. Bireyin antropometrik ölçümleri, fiziksel ölçümlerin sağlamasını yapar ve yüzde şeklinde bilgi verir (Ergün ve Baltacı, 1997). Vücudun kompozisyon ölçümleri boy, kilo, deri altı yağ kalınlığı, çap, çevre ve uzunluk ölçümlerini içermektedir (Çınarlı, 2016; Zorba, 2009).

2.2. Kaslar

Fiziksel aktiviteler esnasında güç göstergesi olan kasların iş yapabilme kapasitesidir. Dolayısıyla güç bileşenlerinin tümü bireyin sportif performans kapasitelerinin de belirleyicisi olduğu için sağlam bir kemik ve kas dokusundan oluşması gerekmektedir (Guyton ve Hall, 2001).

İnsanın organizmasında üç farklı kas sistemi vardır. Bunlar; düz, kalp ve iskelet kaslarıdır. Düz kasların mikroskapla incelenmesinde çizgili görünmemeleri nedeniyle bu ismi almışlardır. Bilinç ile müdahale edilemedikleri için istem dışı kasılan kaslar da denilebilir. İskelete bağlı değillerdir ve sindirim kanallarında, damarlarda, iç organların yapısında bulunurlar (Aktümsek., 2010).

Vücudumuzun %10'unu oluşturan kalp kası hücrelerinde olan mitokondri sayesinde kalbin sürekli olarak çalışmasını sağlar ve istemsiz olarak kasılır. İstemsiz olarak kasılması yönünden düz kaslara benzer (Aktümsek., 2010).

İskelet kasları vücudumuzun yaklaşık %40'ını oluşturur ve eni 10-80 mikron arasında çeşitlilik olan çok fazla sayıda liflerden oluşan kaslardır. İskelet kasları

tendonlar aracılığı ile kemik dokusuna bağlanmıştır ve insan vücudunda ekstremitelerin hareketini sağlayan temel organ sistemlerinden biridir. Bu vücut sistemi kas kasılması ile meydana gelen iş enerjisinin kemiklere aktararak hareketi başlatır (Guyton ve Hall 2001; Astrand ve ark 2003; Kraemer ve Spiering 2006; Berne ve ark 2008). İskelet kaslarının görevleri ise şöyle sıralanabilir; üzerinde bulundukları iç organları koruma, kasılma ve gevşeme sayesinde mekanik iş yapabilme, kas spazmı ile birlikte fiziksel aktiviteleri yapabilme, kaslarda ortaya çıkan enerjinin bir miktarını da ısıya dönüştürme yaparlar (Günay, Tamer ve Cicioğlu, 2013).

2.2.1. Kasın Kasılma İşleyişi

İnsan beyninde oluşan elektriksel uyarım motor nöronları boyunca hareket ederek kas dokusuna ulaşır. Dokulardaki sinir uçlarından asetilkolin salgılanır. Kas lifleri asetilkolin zardaki kapı kanallarını açar ve çok fazla miktarda sodyum iyonu içeri geçerek kas liflerinde aksiyon potansiyelini başlatmış olurlar. Tüm sarkolemma boyunca ilerleyen aksiyon potansiyeli sarkoplazmik retikulumda depo halinde bulunan kalsiyum iyonlarının serbest kalmasını sağlar. Bu kalsiyum iyonları miyozinin aktin üzerinde kaymasını sağlar ve sarkoplazmik retikuluma geri gönderilir. Burada depolanan kalsiyum iyonları yeni bir aksiyon potansiyeli miyofibrillere ulaşana kadar bekler. Kasılmanın sonlanması ise kalsiyum iyonlarının sonlanması ile oluşur (Guyton, 2007).

2.2.2. Kas Kasılma Tipleri

İzometrik kasılma statik bir kasılmadır ve miyofibrillerin birbiri arasında fazla kaymasını gerektirmediğinden anatomik yapının çok fazla zarar görmesini engelleyen egzersiz türüdür. Kas boyunda değişiklik meydana gelmezken gerilimi artar. İskelet sisteminin derin noktalarındaki kaslarda oluşur ve bir nesneyi sabit pozisyonda tutarken kullanılır (Ergen vd., 2002). Araştırmacılar tarafından sakatlığın önüne geçilmesinde ve iyileştirilmesinde kullanmak için en uygun egzersiz yöntemlerinin izometrik ve izokinetik olduğu söylenmektedir. İzometrik egzersizler doğal kasılmların meydana gelmesine sebep olur (Akgün, 1996).

Eksantrik kasılma sırasında kas boyu uzarken geriliminde artış meydana gelir. Konsantrik kasılmadan çok daha kuvvetli kasılmalar ortaya koyması kuvvet gelişimini önemli ölçüde arttırır. Bu kasılma tipinde diğerlerine kıyasla kasta meydana gelen hasar daha fazladır. Kas yaralanmalarının genellikle uzun ve yoğun antrenman esnasında ve kasların eksantrik kasılarak durma eylemini yaptıkları antrenmanlarda ortaya çıkar (Akdeniz 2014 ve Ergen 2002).

Konsantrik kasılma sırasında kasın boyu eklem açısı küçülerek kısalır. Bir kuvvete karşı gelirken ya da hareket esnasında kasın boyu kısalır ve bir ağırlığı yerden yukarı kaldırmak buna örnektir. Kasılma sırasında bir yaralanma olma ihtimalinde istemli olarak kasılma sona erdiğinde dahi pasif kasılma devam ettiğinden hasar büyümeye yol açar. Kasılma pozitiftir çünkü yer çekimine karşı devam eder (Akman ve Karataş, 2003).

İzokinetik kasılma bireyin istemli olarak gerçekleştirebileceği bir kasılma değildir ve cihazlar yardımı ile yapılır. Bu kasılma çeşidi fiziksel verimde kullanılan kasılma çeşididir. Sabit hızda ve eylem boyunca maksimal kasılır. En yaygın olarak kulanılan cihazlar cybex, biodex, minigym adlı cihazlardır (Tuncer, 2000). İzokinetik antrenman kas dayanıklılığı ve kuvveti geliştirmede etkili olduğundan dolayı çok sık kullanılır. Bu yöntemde çalışma hızı önceden belirlenerek çalışmak mümkündür. Tüm vücut bir bütün olarak harekete katıldığı için çok eklemli hareketlere izin vermez ve yaralanma riski, yaralanmanın büyümesi riski düşüktür (Dündar, 2003).

2.3. Kuvvet

Fizik alanında kuvvet tanımı olarak itme, çekme, döndürme gibi hareketlerle nesnelerin konumunu değiştirip hareket ettirme işlemidir. Newton birimi cinsinden ifade edilir ve değişim oranı nesnenin durumuna bağlıdır (Harbili, 1999; Hather vd., 1991; Hazar, 1998).

Fizyolojik olarak ele alındığında ise kuvvet kas sisteminin tek başına ortaya çıkarabileceği en fazla güç oranı, kasın kasılma sırasında ortaya çıkan gerilim, nesneyi hareket ettirme, kuvvete karşı koyabilme yeteneği olarak tanımlanır. Kas kuvvetinin fazla olmasıyla spor verimi arasında doğru orantı vardır. Sporda kuvvet, vücuttaki kasların tümünün oluşturduğu direnci karşılamaya veya yenmeye yöneliktir ve iki gruba ayrılır; dışsal kuvvet, yerçekimi kuvveti, kullanılan malzemenin kuvveti, rakip kuvveti gibi unsurlardır. İç kuvvet ise hareketi oluştururken vücutta kasılan kasların ürettiği kuvvettir (Henwood, Riek ve Taaffe 2008). Bütün bunlar sonucunda sporsal etkinliklerde kas kuvvetinin önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Williams, 1985; Muratlı vd., 2011). Hayatta olduğumuz süre boyunca vücudumuz hep kuvvet üretir ve bu kuvvet sadece hareket etmeyi değil dengeyi sağlamaya ve korumayı da sağlar (McGinnis, 2013). Kas kuvveti; sinir sistemi, endokrin sistem, yaş ve cinsiyet gibi faktörlerle de bağlantılıdır ve bu sebeple kuvvet, kesin bir değer değildir ve değişen bir öznedir (Kale, 1993).

2.3.1. Kuvvet Türleri

Kuvvet tanımlarına bakıldığında farklı bakış açılarından farklı tanımlara sahiptir. Bu nedenden dolayı karmaşıklığı daha iyi kavrayabilmek farklı sınıflandırmalar yapılmıştır (Higbie vd., 1996).

Maksimal kuvvet sinir kas sisteminin istemli kasılması sonucunda ortaya çıkan en büyük kuvvettir. Maksimal kuvvet sporlardaki performansı belirlemede önemli bir etkendir (Türker, 2018). İzometrik kuvvet, dış dirence karşı uygulanan kuvvetin dış direnç ile aynı olması olarak adlandırılır. Dinamik maksimum kuvvet ise konsantrik kasılmanın yer çekimine karşı ortaya koyulan en yüksek kuvvettir (Karbek, 1990). Bu kuvveti geliştirmek için en yaygın olan yöntem serbest ağırlık ve diğer araçlar kullanılarak yapılan çalışmalar da olsa statik, dinamik ve elektriksel uyarım yöntemleriyle de geliştirilmektedir (Weineck, 2011).

Çabuk kuvvet kas sinir sisteminin olabilecek maksimum şekilde kasılarak mevcut direnci yenip hareketi gerçekleştirebilmedir (Reid vd., 1989). Kas sinir sistemi kasların elastikiyet ve kasılabilme özelliğinin refleks ile beraber çalışması ile yüklenmeleri uygular. Çabuk kuvvet yüksek kasılma çabukluğu ile kasların direnci yenme yetisinin gerekli olduğu branşlarda verimi belirleyen en büyük etkendir (Koşar ve Hazır, 1994).

Kuvvette devamlılık ise bütün organizmanın iş birliği halinde yorgunluğa karşı koyabilme yeteneği ve kapasitesidir. Her türlü engel ve zorluğa rağmen oldukça yüksek bir kuvvetin uygulanmasını ve devamlılığının sağlanmasını mümkün kılan bir yetenektir. Kuvvette süreklilik, antrenman boyunca sağlanan dayanıklılığın kuvvet oluştırma boyutunu belirlemek olarak da tanımlanabilir (Heyward ve Stolarczyk 1996). Dinamik direnç çalışmalarının temel hedeflerinden biri de istemli hareketler ise kas hipertrofisini arttırmaktır (Hamzaoğulları, 2009).

Kas kasılma türlerine bakılarak sınıflandırma ise 2'ye ayrılır. Bunlardan dinamik kuvvet, bir direnci aktif olarak yenen ve kas boyunda oluşan konsantrik kasılma kas kuvvetinden büyük olursa eksantrik kasılmayla gerçekleşir. İki türün birlikte çalışması dinamik kuvveti oluşturur. Antrenmanlarda en sık kullanılan kuvvet türüdür (Henwood, Riek ve Taaffe 2008). Statik kuvvet kas gruplarının kas boyunu korurken dirence dayanarak izometrik kasılma gerçekleştirir. Kas boyunda gözle görülür bir değişiklik olmaz ve iç ve dış kuvvetler birbirine eşittir (Henwood, Riek ve Taaffe 2008).

2.3.2. EMS Antrenmanı ile Kuvvet Gelişimi

Kuvvet antrenmanlarında performansı en üst seviyeye çıkarmak için uzun süreli antrenmanlara tercihen EMS antrenmanları eklenmiştir. EMS, Elektriksel Kas Stimülasyonu anlamına gelir ve kas dokusu ya da motor bölgeler üzerine uygulanan elektriksel akımlar olarak tanımlanabilir. EMS ile yapılan egzersizlerde kasılmak ve hareket etmek için kaslara klasik egzersize oranla çok daha yoğun uyaranlar gönderilir. Beyin tarafından gönderilen sinyallere ek olan uyarımlar kas kasılmalarına neden olur. Kasılmaya neden olan uyarımlar bütün ana kas gruplarının yanında erişilmesi en zor olan, en derin kasları bile harekete geçirir. Bu sistemle kaslar, hiçbir ağırlık kullanmadan ve eklemlere en ufak bir yüklenme olmadan geleneksel yöntemlere göre çok kısa bir sürede harici iş performansı gerektirmeden çok daha yoğun bir şekilde çalıştırılabilir (Kaçoğlu ve Kale, 2019). Belirli hareketler belirli kas grupları ile bilinçli olarak tetiklenir, koordineli çalışma sağlanır (Delitto vd., 1990).

Elektrik akımının sebep olduğu uyarılardan en fazla iskelet kasları, doku ve sinirler etkilendiği için akımlarla yapılan egzersizlerde gelişim görüldüğünden EMS alışılmış kuvvet egzersizine ek bir yöntem olarak kabul görüp müsabakalarda az zamanda kasınmaksimal kuvvetine ulaşmasında önemli bir etkendir (Lombardi, 2013). Yapılan çalışmalar sonucunda sağlıklı bireylerde EMS yoluyla kazanılan kas kuvvet artışının tek başına egzersizden daha çok olduğu görülmüştür. (Kaçoğlu vd., 2014).

2.4. Antrenman

2.4.1. Antrenman Prensipleri

Etkili bir antrenman programı oluşturmak için dikkat edilmesi gereken prensipler vardır. Antrenman programları bu prensipler dahilinde oluşturulmadığı sürece; istenilen hedefe ulaşma, egzersizde devamlılık ve oluşması muhtemel sakatlıkların önüne geçilememesi kaçınılmazdır. Bu prensiplerden ilki özgülük prensibidir. Özgüllük prensibi programın en temel yönüdür. Bir diğeri ise progresif aşırı yükleme prensibidir; aşırı yüklenme vücudun fizyolojik olarak gelişmesini sağlamak amacı ile bir uyarıcıya ihtiyaç olduğunu belirtir. Progresyon kademeli olarak sürekli daha fazla tetikleyici vermek gerektiğini belirtir. Diğer bir prensip ise antrenman değişimi uyarıcının en üst seviyede sabit durması amacı ile antrenmanın değişkenleri üzerinde değişiklik yapılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu prensibin uygulamada başarılı olmasının en iyi yolu kazanılmak istenen kondisyonel verimin programlanmasıdır. Antrenman programındaki değişkenler antrenman faktörlerinin sıralanması uygun

olmalıdır. Son antrenman prensibi progresyon prensibi antrenman şiddetini hedeflenen seviyeye ulaşmak için kademeli olarak arttırılması gerektiğini ifade eder. Bu prensip birey uyum sağladıkça antrenmanın şiddeti de kademeli olarak arttırıldığında uzun süreçli kazanımlar elde edilebilir

2.4.2. Antrenman Planlaması

Etkili ve sonuca ulaştıran bir antrenman programı için uygulanması gereken belirli aşamalar vardır:

Gerekli olan kuvvet biçiminin kişinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde evrelere bölünerek hazırlanması gerekmektedir. Geliştirilmesi planlanan kuvvetin türü ve düzeyine göre, mesela kuvvet kazanma ve kas hipertrofisi arttırma amaçlı set ve tekrar sayıları belirlenmelidir (Bompa, 2014). Egzersizlerin seçilmesi; bireysel ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak geliştirilmesi hedeflenen kas ya da kas grubunun gelişimini etkili biçimde geliştirecek egzersiz seçimi yapılmalıdır. Bu egzersizlerin çeşidi antrenmanın evrelerine göre değişip çeşitlendirilebilmektedir. Maksimal kuvvet testi; etkili bir periyotlama için her egzersizin 1RM yüzdeleri kullanılarak yapılmalıdır. Her harekete 1RM belirlemek mümkün olmasa da temel kaslar için önemli olan hareketlerde belirlenmelidir. Mevcut antrenman planının geliştirilmesi; daha önceki aşamaların bilinmesi ve analiz edilecek verilerden yola çıkarak, eklenmesi veya çıkarılması gereken herhangi bir değişiklik varsa yapılmalı ve güncel antrenman programı hazırlanmalıdır. Kuvveti ve kas kütlesini arttırmak için her antrenman evresinde geliştirilecek programın farklı olması ve kendini güncellemesi gerekmektedir (Bompa, 2014). 1RM yeniden oluşturma; son aşama ise 1RM verisini güncellemek için test tekrarlanır. İlerlemenin göstergesi olarak 1RM üzerinde gerçekleşen gelişmelere bakıldığı için her antrenman evresine başlamadan önce 1RM belirlenmesi önemlidir (Bompa, 2014).

2.5. EMS

Sinir sistemi üzerine yapılan çalışmalar çok uzun zamandır devam ettiği gibi sinirler üzerine yapılan elektro terapi de milattan öncelere dayanmaktadır (Bahşi vd., 2017; Çetkin vd., 2017). Antik Mısırlılar, Yunanlar ve Romalılar elektrik üreten balıkları ağrıyı tedavi etmede tercih etmişlerdir. 17.yy sonlarında Jan Swammerdam ve Giovanni Borelli kurbağanın kas sistemini uyaran sinirlere sabit elektriksel akım vererek kas kasılmalarını dışsal bir faktörle harekete geçirmeyi başarmışlardır (Gondin vd., 2011; Smith, 2007).

Tıp alanında elektrik akımını Petrus van Musschenbroek'in 1746 yılında Leyden Kavanozu diye tanıına basit sığaç düzeneğini geliştirmesi medikal olarak kullanılmasını kolaylaştırmıştır (Beaudreau ve Finger, 2006). İtalyan fizikçi Jean Jallabert 1747' de bir hastanın felçli olan eline Leyden kavanozuyla elektriksel akım verip uyararak ve gelişme görmüştür. Bu çalışma elektrik stimülasyonu ile tedaviyi başlatmıştır (Singh, 2005). Luigi Galvani 1789 yılında yaptığı deneyde tesadüfen kurbağanın bacağında güçlü bir kasılma bulmuştur. Galvani bu kasılmayla elektrik akımının kas kasılmalarına neden olabileceğini ve sinir sisteminin iyi bir iletken yapıya sahip olduğunu keşfetmiştir (Loeb, 2005).

EMS, Elektriksel Kas Stimülasyonu anlamına gelir ve kas dokusu ya da motor bölgeler üzerine uygulanan elektriksel akımlar olarak tanımlanabilir. EMS tıp alanında ve fizik tedavi alanında da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknoloji, bir kasa veya kas grubuna akım uygulamak ve böylece kasılmalarına neden olmak için özel olarak tasarlanmış kıyafetlerin içerisine iletken bir ped veya elektrot yerleştirerek kullanır.

EMS ile yapılan egzersizlerde kasılmak ve hareket etmek için kaslara klasik egzersize oranla çok daha yoğun uyaranlar gönderilir. Beyin tarafından gönderilen sinyallere ek olan uyarımlar kas kasılmalarına neden olur. Kasılmaya neden olan uyarımlar bütün ana kas gruplarının yanında erişilmesi en zor olan, en derin kasları bile harekete geçirir. Bu sistemle kaslar, hiçbir ağırlık kullanmadan ve eklemlere en ufak bir yüklenme olmadan geleneksel yöntemlere göre çok kısa bir sürede harici iş performansı gerektirmeden çok daha yoğun bir şekilde çalıştırılabilir (Kaçoğlu ve Kale, 2019). Belirli hareketler belirli kas grupları ile bilinçli olarak tetiklenir, koordineli çalışma sağlanır (Delitto vd., 1990).

2.5.1. EMS'nin Kullanım Alanları

EMS'nin bilinirliğinin artması ile doğru orantılı olarak güncel kullanım alanı da artmıştır. Elektrik akımının rehabilite ve tedavi için kullanılması ile ilgili yapılmış çalışmalar 20.yüzyılda ilerlemeye başlamıştır. EMS'nin kullanım amacı elektrotlar ile beyine gönderilen akımlar sayesinde istemli kasılmada kullanılan motor üniteden daha fazla motor üniteyi işleme sokmasıdır (Paillard, 2008).

EMS'nin tıp alanında atrofik kasları ve felçli uzuvları güçlendirme, kas ve nörolojik bozuklukların tedavisi, yaralanma, ameliyat veya hastalıktan kaynaklanan uzun süreli yatak istirahati sonucunda güç ve tonunu kaybetmiş kaslara ortopedik ve

nörolojik rehabilitasyon etkisi yapma, kozmetik iyileştirmeler sağlama, kas tonusunu ve gücünü iyileştirmek için kullanılır (Boyacı, 2015). Akım titremeyi taklit eden bir dizi hızlı, ritmik EMS ile indüklenen kas kasılmaları, büyük alt ekstremite kas gruplarında oksijen talebine neden olur ve böylece fiziksel egzersizle tutarlı bir fizyolojik tepki ile sonuçlanır (Banerjee vd., 2005). EMS'nin tedavi için tercih edilen akım türü; kişi ve tedavi nedenine de değişkenlik gösterecek unsur olmakla birlikte düşük frekanslı akımlardır.

İskelet kası hastalıklarına, kasılma yeteneği olmayan tendon ve ligamentlerin gücünün artmasına, kemik mineral yoğunluğunun artmasına, kemik kırıklarının iyileşmesinde, geleneksel kondisyon antrenmanına ek olarak kas yaralanmalarını tedavi etme ve ağrıların en aza indirilmesi, eklem açısı arttırma, kasın tonusunu arttırma ve kas kaybıının önüne geçilmesinde kullanılır (Boyacı, 2015).

Sportif amaçlı kullanımı ile ilgili olan merakın artması ise Rus bilim insanı Yakov Kots 1977 yılında Concardia Üniversitesinde yaptığı konuşmada kısa süreli yüksek frekanslı EMS yöntemi ile sporcularda daha hızlı ve anlamlı ölçüde kuvvetin arttırabileceğini söylemesi iddiasından kaynaklanmıştır (Delitto, Snyder ve Mackler, 1990; Llyod vd., 1986).

EMS spor alanında kullanımı; fonksiyonel kasların genel egzersizi, kas kütlesinin atması, kas liflerinin adaptasyonuna yani eğitilmesi, kasın dayanıklılığı ve maksimal kuvvetini de geliştirebilmektedir (Johnston, 2004). EMS'nin genel amacı, tekrarlayan kasılmalar yoluyla temel antrenmanla ilgili kas özelliklerini kas içi kan akışı, maksimum kuvvet çıkışı, kuvvet dayanıklılığını geliştirmektir. Bu açıdan EMS, sadece çeşitli rehabilitasyon ortamlarında değil, aynı zamanda atletik veya önleyici kuvvet antrenmanlarında da uygulanmaktadır (Bax vd., 2005).

EMS'nin kullanım alanlarından biri de duyu sinirlerini uyardığı için doğal yolla ağrı kesici etki sağlamasıdır. Kas içi kan dolaşımını geliştirir ve vücutta ödem azaltıcı, vazodilatasyon ve kanlanmada artış sağlayıcı etkileri vardır (Bax vd., 2005). EMS doğum sonrası oluşan kilo verme sürecinin sağlıklı biçimde ilerlemesine ve oluşan çatlakların giderilmesine yardımcı olur. Aynı zamanda vücut şekillendirme ve selülit giderici etkisi de vardır. EMS, kan akışını ve endorfin salınımını artırarak masaja benzemesinin yanı sıra spazmları azaltmak ve gevşemeyi artırmak için de kullanılır (Lattier vd., 2004; Maffiuletti vd., 2000; Pournezam vd., 1988). Görüldüğü üzere yaklaşık 30 yıldır sporcularda ve sedanter bireylerde yapılan EMS ile ilgili

çalışmalarında olumlu yönde artma olmuş, çeşitli cihaz ve uygulamalar geliştirilerek güncel bir kuvvet antrenman yöntemi olarak ilgi görmeye başlamış olup güncelliğini halen korumaktadır (Malatesta vd., 2003; Zatsiorksy ve Kramer, 2006).

2.5.2. EMS'nin Kullanılamaz Olduğu Durumlar

EMS akımı organ kasına ulaşmayan bir akım da olsa bu egzersiz yöntemini yapması önerilmeyen risk grubu içerisinde: hamile ve emziren kadınlar, 16 yaşından küçükler, epilepsi, kardiyovasküler bozukluklar veya kalp atış hızını ayarlayan aygıtlar, kalp pili, defibrilatör (kalp ritmi düzenleyici) veya başka yerleştirilmiş metalik veya elektronik cihazları olan kişiler, cilt hastalıkları, dermatit, iltihaplanma, tahriş, elektrotlarla temas eden bölgelerde açık yara bulunmaması, alt ekstremiterde kritik iskemi (kan azlığı), kanserli lezyonlar, karın bölgesi veya kasık fıtığı, alt ekstremitelerde ciddi arteriyel dolaşım problemleri, aort anevrizması olanlar, sinir sistemi hastalığı olanlar vardır.

2.5.3. EMS'nin Etki Mekanizması

EMS ile dıştan verilen düşük elektrik akımının büyük motor ünitelerinin büyük çaplı aksonlarındaki ranvier boğumlarının, küçük aksonlara göre daha geniş aralıklarla sıralanmasından dolayı hücre zarında voltaj değişimi artması sebebiyle büyük motor üniteler daha düşük akson direncine sahip olup ve dıştan uygulanan akımlarla daha kolay depolarize olurlar (Bergquist vd., 2011; Peckham ve Knutson, 2005).

Böylelikle elektrik akımla kasın motor üniteleri seçici olmayan katılımla aktive olurlar ve EMS süresi boyunca refleks yolla büyük motor üniteler aktif olmaktadır. Elektriksel akımla uyarılan karta motor ünite etkinleştirme şekli ve enerjetiği ile ilgili olan çalışmalara ve duyusal sinir sistemine uyarıyı ileten nöronlar ile yayılan EMS'nin büzüşme oluşması için boyut ilkesinin izlediği spinal ve supraspinal yöntemlerden birini takip etmesine dayanarak elektriksel uyarımı büzüşmelerin yapılarında seçici olduğu iddia edilmektedir (Aagaard vd., 2002; Bergquist vd., 2011; Duchateau ve Haınaut, 1988; Hainaut ve Duchateau, 1992; Vanderthommen ve Duchateau, 2007). Hızlı kasılan kasların çoğu, kas lifi bağlamlarının dış yüzeylerine yakın bölgelerde bulunmasına rağmen elektriksel akımlarla aktif hale getirildiğinde kasın tamamı aktif olmaktadır. Bütün bunlardan yola çıkarak EMS ile hızlı motor ünitelerinin aktivasyonunu kolaylaştırmak hedeflenir (Fuentes vd., 1998; Gregory ve Bickel, 2005; Knaflitz vd., 1990; Strauss ve De Domenıco, 1986).

2.5.4. Elektriksel Akımların Şiddet-Süre Eğrisi

Sinir fibrili yeterli şekilde güç ve zamanda uyarıya maruz kalırsa bir akım gücünü ortaya çıkarır. Belirli bir süre minimum şiddette uyarı uygulanan fibriller bir aksiyon potansiyeli oluşturur ve bu değer eşik şiddeti olarak tanımlanır. Şiddet-süre eğrisi, bir dokunun uyarılabilirliğinin uyarının şiddeti ve süresi tarafından belirlenmesidir (Merrill vd., 2005). Uyarıda her süre için farklı eşik şiddeti değeri ortaya çıkması uyarının farklı sürelerde uygulanmasıyla ilişkilidir (Khurana, 2005). Şiddet-süre eğrisi sinir fibrili boyunca ilerleyen akıma, elektrot boyuna, ısısına, kutuplanmaya ve elektrotların birbiri arasındaki mesafeye göre değişiklik gösterir (Tasaki, 1939).

2.5.5. EMS'nin Akım Parametreleri

Belirlenen hedefler doğrultusunda bir EMS antrenmanında farklı EMS parametreleri kullanılabilir. EMS antrenmanı sırasında kişinin güvenliği için gerekli şartları hazırlamak, antrenmanın başarısını arttırmak, kişiye en uygun kuvvet çıktısı sağlamak ve yorgunluğunu azaltmak için uygulanan parametrelerin anlaşılması ve bunların ayarlanması çok önemlidir. Bu ayarlamalara ek olarak diğer EMS antrenmanı parametreleri içerisinde elektrotların özellikleri (boyut, malzeme, vücut üzerinde denk geldikleri konum) akımın gelme süresi, dinlenme süresi, akımın dalga formu, yapılan antrenman sıklığı ve süresi gibi nitelikler de vardır (Knaflitz vd., 1990; Lake, 1992; Peckham ve Knutson, 2005; Singh, 2005) .

EMS çalışmalarında düzenli aralıklarla uygulanan elektriksel uyaranlar (akım), işlevsel olarak üç ana etki mekanizması vardır. Bunlar; elektro termal, elektrokimyasal ve elektro fiziksel etkilerdir (Başar, 2020). Elektro fiziksel akımlar 4 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; doğru akım; sıfır frekans, alçak frekanslı akım; 1-1000 Hz, orta frekanslı akım; 1000-10000 Hz, yüksek frekanslı akım; 300 KHz- 24500 MHz 'dir. EMS antrenmanında kullanılan akım alçak frekanslı akımdır ve miliamperle (mA) ölçülür Alçak frekanslı akımlar; frekansları 1-1000 Hz arasında değişen, sürekli yön değiştiren akımlardır (Başar, 2020).

2.5.6. Frekans

Frekans, 1 saniyedeki elektrik atım sayısını ifade eder. EMS antrenmanı sırasında verilen frekans ve şiddet kas kasılmasının kalitesini belirler (Bergquist vd., 2011). Antrenman sırasında verilen elektriksel akımın frekansı amaca göre farklılık gösterir. Fizyolojik süreçte kasın kasılmasını gevşemesi takip eder. Frekansı 20 Hz'e kadar olan akımların kasın kasılma ve gevşemesi için yeterli süre tanıdığını ama 20 Hz' i geçtiğinde kasın yeterli gevşeme yapamadığından kasın sürekli kasılmayı devam ettirdiğini söylenmiştir (Lloyd vd., 1986; Singh, 2011). EMS antrenmanı sırasında verilen akımın frekansı amaca göre farklılık gösterir. Yüksek frekanslı akımların yüksek kuvvetler üretmesi aynı zamanda kısa sürede kas yorgunluğuna ve kasılma kuvvetinde düşüş demektir. Yüksek frekanslar elektrot ve deri arası düşük dirence sahip olduğu için daha rahat tolere edilebilirken düşük frekanslı akımlar gözle görülebilen atım yaratabildiğinden daha az tolere edilebilir (Doucet vd., 2012; Dudley ve Stevenson, 2016 ; Sheffler ve Chae, 2007; Singh, 2011). Bunların yanı sıra elektrik akımlarına tolerans antrenmanın şiddetinin belirlenmesinde oldukça önemlidir ve maksimal tolere edilebilen akım şiddeti, konforlu tolere edilebilen akım şiddetinden daha fazla kuvvet ortaya çıkarır (Hartsell ve Kramer, 1992). Tolere edilebilen maksimal akım şiddeti ilk birkaç günden sonra yüksek şiddetlere de tolere gösterileceğinden EMS antrenmanı boyunca giderek arttırılır ve sonrasında sabit duruma gelir gösterir (Balogun vd., 1993; Delitto vd., 1992; Dudley ve Stevenson 2016 ; Kaçoğlu ve Kale, 2019; Siff, 1990).

2.5.7. Atım Süresi

Tek bir elektrik atımının kapsadığı zamana atım süresi ya da atım genişliği denir (Doucet vd., 2012)Akımlara çeşitli zaman dilimlerinde aralıklar verilebilir. Verilen aralıklar dinlenme süresi olarak tanımlanır (Singh, 2011). Atım ve dinlenme süreleri, deri tahrişi ve yaralanmalarının önüne geçme ve en aza indirme konusunda önemlidir (Siff, 1990). EMS antrenmanı sırasında uygulanan akım süresi motor ve duyusal sinir uçlarının katılımında da farklılıklar yaratır (Bergquist vd., 2011). Verilen kısa süreli akımlar motor sinir uçlarını aktive ederken en az yorgunluk oluşturması ve daha konforlu tolere edilebilirken uzun süreli akımlar ise duyusal sinir uçlarını aktif hale getirir (Bergquist vd., 2011).

2.5.8. Elektrotlar

EMS kıyafetlerinin içerisinde bulunan elektrotların tipleri, sayıları, boyutu ve bulundukları konumlar antrenmanı yapan kişinin konforunu, kasılmanın kuvvetini,

akımın miktarını etkileyen en önemli faktörlerindendir (Enoka, 2002; Gondin vd., 2011; Siff, 1990). Her antrenman çeşidi için farklı boyut ve türde elektrotlar kullanılabilir (Keller ve Kuhn, 2008). En düşük akım da verimli kasılmalar ortaya koymak, kas gerilimini maksimuma çıkarmak için elektrotlar motor noktalar üzerine yerleştirilmelidir (Botter vd., 2011; Gobbo vd., 2011; Lake, 1992). Kasın şekline bağlı olmakla birlikte dikey yerleştirilen elektrotlara göre yatay yerleştirilen elektrotlar daha fazla uyarı üretmektedir ve daha konforludur (Brooks vd., 1990; Lyons vd., 2004). Kasın şekline uygun olmayan, olması gerekenden daha büyük veya küçük elektrot yerleştirmek akımın yoğunluğunu arttırır, akıma olan toleransı düşürür ve ağrı hissi yaratır. Büyük elektrotlar daha az ağrı hissi verdiği ve kasın büyük miktarına yayılmasına neden olduğu için güçlü kasılmalar meydana getirmekte daha etkilidirler (Alon vd., 1994; Dudley ve Stevenson, 1992 ; Gondin vd., 2011; Keller ve Kuhn, 2008; Lake, 1992; Lyons vd., 2004).

2.5.9. EMS'nin Spor Bilimleri Alanında Kullanımı ve Literatür Bilgileri

EMS başlangıçta tedavi etme amacı ile kullanılan bir yöntemdir ve günümüzde spor alanında, spor bilimciler tarafından antrenör ve sporcuların dikkatini çekmesiyle kullanılmaya başlamıştır (Banerjee, 2010; Kaçoğlu ve Kale, 2019). Vücudun kas kuvvetini arttırmak için farklı antrenman metotları uygulanmaktadır. Metotlar içerisinde en sık kullanılan EMS antrenman yönteminin kas kütlesini ve kuvvetini iyileştirmesi, tekrarlayan kasılmalar yoluyla kas içi kan akışı, maksimum kuvvet çıkışı, kuvvet dayanıklılığı, ağrı semptomlarını azaltmak için kullanılması, aynı anda tüm vücut kas uyarımı yapması, üst düzey sporcular için toparlanma süresini hızlandırması uygulamanın yaygınlaşmasının sebeplerindendir (Kaya ve Erzeybek, 2016). EMS tekniği teknoloji ve fiziksel aktivitenin buluştuğu, birbirinden farklı kas gruplarına ulaşılmasını sağlayıp kişinin maksimum verim almasını sağlamaktadır (Jee, 2018; Paillard, 2008).

Belirlenen amaç ve antrenman planı doğrultusunda farklı EMS değişkenleri kullanılabilir. Yapılması planlanan EMS antrenmanı sırasında bireyin güvenliğini sağlamak, yapılan uygulamalardan maksimum verim almak, az zamanda çok iş yapabilmek, oluşacak olan yorgunluğu en aza indirmek, en uygun kuvvet çıktısına sahip olabilmek için elektriksel uyarı değişkenlerinin anlaşılması ve uygun hale getirilmesi büyük ölçüde önemlidir. Elektrik akımının frekans, akım şiddeti ve süre gibi farklı değişenleri vardır. Bunlara ek olarak kullanılan elektrotların boyut, malzeme ve konumlandırma açısından özellikleri, verilen akım saniyesi, dinlenme süresi,

akımın dalga cinsi, antrenman kapsamı ve süresi gibi özellikler EMS antrenmanının değişkenleri içerisindedir (Lake, 1992; Peckham ve Knutson, 2005).

Yapılan bir çalışmada iki gruptan birine EMS diğerine maksimal istemli izometrik kasılma uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda EMS'nin kuvveti, kas dayanıklılığı ve kasın hipertrofisinde artışa neden olduğu ifade edilmiştir (Başkan, 2009).

EMS'nin fiziksel performansa olan etkisini incelemek için katılımcılara 3-6 haftalık antrenman yaptırmıştır. Antrenman süreci sonunda katılımcıların maksimal kuvvet, dinamik ve izokinetik kuvvetlerinde önemli derecede artış görülmüştür. Bunların yanı sıra sporcularda, sürat, dikey sıçrama gibi becerilerin gelişmesini de sağladığını söylemektedir (Filipovic vd., 2012).

Ön çarpraz bağ zedelenmesi geçiren sporcuların uyluk kaslarına haftada üç gün her gün üç seans EMS akımı verilmiştir. Bir ay devam eden sporcuların uyluk kaslarının kuvvetinde ve kas kütlesinde artışlar yaşandığını söylemişlerdir (Taradaj vd., 2013).

Yapılan başka bir çalışmada EMS antrenmanının kreatin kinaz değerine olan etkisi incelenmiş ve önemli artışlar bulmuşlardır. Bulunan sonuca ek olarak EMS antrenmanının kuvvet antrenmanı ile desteklenmesi gerektiğini söylemişlerdir (Kästner vd., 2015).

Karın bölgesinde yağlanma olanlarda EMS'nin iskelet kası ve yağ oranına etkisinin araştırmışlardır ve sonuç olarak sarcopenia ve karın bölgesi yağ kütlelerinde azalmalar meydana geldiğini gözlemlemişlerdir (Kemmler ve Von Stengel, 2013).

3. MATERYAL METOT

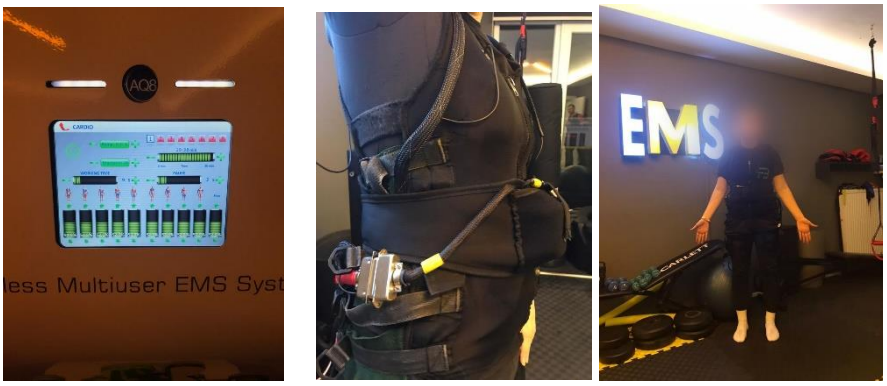
3.1. Katılımcılar

Araştırmanın denek grubunu 18-30 yaş aralığında 12 deney grubu ve 15 kontrol grubu olmak üzere toplamda 27 sedanter bayan oluşturmuştur. Çalışmaya katılacak optimal denek sayısı, GPower 3.1.3. programı aracılığıyla belirlenmiştir. Çalışma öncesi denekler ayrıntılı olarak bilgilendirilmiş ve "Gönüllü Olur Formu" alınarak çalışmaya dahil edilmişlerdir. Çalışmaya kabul edilmeme kriterleri; kalp dolaşım problemi olanlar, nörolojik rahatsızlığı olanlar, çalışmanın hareketlerini yapamayacak kadar ortopedik rahatsızlığı olanlar, hamile olanlar ve yakın zamanda hamile kalmayı planlayanlar olarak belirlenmiştir.

3.2. Deneysel Dizayn

Mevcut araştırma sedanter kadınlarda 8 haftalık EMS egzersizinin alt, üst ekstremite ve core bölgesi kuvvetlerine olan etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda denekler yapılacak olan testler için 8 haftalık egzersiz öncesinde 4 ve 8 haftalık egzersiz sonrasında 3 olmak üzere toplamda 7 laboratuvar ziyareti gerçekleştirmişlerdir. Birinci ziyarette deneklere yapılacak testler hakkında bilgi verilmiştir ve yaş, boy, kilo ve vücut kütle indeksi ölçümleri alınmıştır. Egzersize başlamadan önce yapılacak olan diğer 3 ziyarette ise denekler uygulama kartlarından çektikleri test türüne göre randomize edilerek alt, üst ve core bölgesi kuvvet testlerine tabi tutulmuşlardır. Daha sonra denekler rastgele 15'er kişi olacak şekilde 2 gruba ayrılarak ve deney grubu 8 hafta boyunca haftada 2 gün EMS ile egzersize tabi tutulmuştur, egzersiz grubu da aynı şekilde 8 hafta boyunca haftada 2 gün aynı egzersizi EMS uygulamadan yapmışlardır. EMS uygulayacak olan gruba kullanılacak olan cihaz tanıtılarak içreik hakkında bilgi verilmiştir. Özel olarak hazırlanan yelekler giydirilmeden önce yeleklerin içerisindeki akımı iletecek olan aparatların denk geldiği ana kas gruplarının üzerine su püskürtülerek ıslatılmıştır. Yelek giydirildikten sonra cihazla kablo bağlantıları yapılmıştır. 8 haftalık egzersiz sonrası yapılan diğer 3 ziyarette denekler uygulama kartlarından çektikleri test türüne göre tekrar alt, üst ve core bölgesi testlerine tabi tutulmuşlardır. Testler arası 48 saat olacak şekilde ayarlanmıştır ve tüm ölçümler ve 8 hafta boyunca haftada 2 gün uygulanmış olup testler de günün aynı saatinde (14:00-16:00) yapılmışlardır. Yapılacak olan egzersizin

içeriği ve kapsamı alt, üst ve core bölgesi kuvvetlerine etki edecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 3.1. Ems cihazı ve yeleği

3.3. Egzersiz Protokolü

Tablo 3.1. Egzersiz Protokolü

Egzersiz	Ara Dinlenme
İp atlama – 30 sn×2	10 sn
Overhead stand crunch – 30 sn×2	10 sn
Overhead side bends – 30 sn×2	10 sn
Squat 30 sn×2	10 sn
Sumo squat 30 sn×2	10 sn
Overhead lunge - 30 sn×2	10 sn
Side lunge - 30 sn×2	10 sn
Sit-up (Mekik) -30 sn×2	10 sn
Reverse shuttle (Ters mekik) -30 sn×2	10 sn
Single leg drop – 30 sn×2	10 sn
Flutter kicks – 30 sn×2	10 sn
V-sit – 30 sn×2	10 sn
Leg hold – 30 sn×2	10 sn
Reverse leg lift – 30 sn×2	10 sn
Heel touch – 30 sn×2	10 sn
Point single leg bridge drop – 20 sn×2	10 sn
Plank – 30 sn×2	10 sn

Şekil 3.2. Squat

Şekil 3.3. Sumo squat

Şekil 3.4. Overhead lunge

Şekil 3.5. Mekik

Şekil 3.6. Plank

3.4. Test Protokolleri

3.4.1. Üst Ekstremite Kuvvet Testleri

3.4.1.1. Modifiye Push Up (Şınav) Testi

Modifiye push-up (şınav) testi için denekler genel ısınma yaptıktan hemen sonra bir mat üzerinde dizler ve dirsekler fleksiyonda iken başlayan pozisyonda dizlerin fleksiyonu bozulmadan dirsekleri ekstansiyona getirerek gövdeyi geriye doğru iterek modifiye push up pozisyonuna getirildi 30 saniyelik süre içerisinde doğru yapılan hareket sayısı kaydedildi (Baltacı, 2006).

3.4.1.2. El Kavrama Kuvveti Testi

El kavrama testi için önerilen standart pozisyon olan; oturma pozisyonunda, omuz adduksiyon ve nötral rotasyonda, dirsek fleksiyon hareketinde olacak şekilde ayarlandı. El ve parmak kavrma kuvvetleri için her biten ölçüm arasına birer dakika dinlenme ekleyerek 3 ölçüm yapıldı ve ortalamaları kaydedildi (Haidar vd., 2004).

3.4.1.3. Bükülü Kol Asılı Kalma Testi

Bükülü kol tutunma testinde deneğin zıplamadan uzanabileceği şekilde ayarlandı, 2,5 cm çapındaki demir aracalığı ile barı ön tarafından kavramış şekilde, başparmak altta diğer parmaklar üstte olacak şekilde barın altında durdu. Deneğin çenesi bar demirinin üzerine çıkıncaya kadar yardım edildi. Bu şeklin olabildiğince korumaları istendi. Test, deneğin gözleri bar demirinin altına indiği zaman sona erdi ve asılı kalma süresi kaydedildi (Eurofit, 1993).

3.4.2. Alt Ekstremite Kuvvet Testleri

3.4.2.1. Tek Adım Atlama Testi

Tüm atlama testlerinde başlangıç olarak kullanmak için çekilen 0,3 m.'lik şerit ve şeritin ortasından uzanan 6m. uzunluğu ve 15 cm genişliği olan bir şerit dikey olacak şekilde yerleştirildi. Deneklere TAA testinin nasıl uygulanacağı sözlü ve uygulamalı olarak gösterildi. TAA testinde, denekler işaretlenmiş olan başlangıç noktasında tek ayak üzerinde durduktan sonra hazır olduklarında yatay olarak ve aynı bacağın üzerine düşecek şekilde sıçrayabildikleri kadar ileri sıçradılar. Skor olarak deneğin topuk hizası ile başlangıç noktası arasındaki mesafe alındı (Plisky vd., 2009).

3.4.2.2. Üç Adım Atlama Testi

Üç adım atlama testinde ise denek başlangıç noktasında tek ayak durmaya başladı. Hazır olduğunda hiç ara vermeden üst üste olacak şekilde yatay yönde 3 defa sıçrayabileceği en uzak mesafeye sıçrama gerçekleştirdiler. Başlangıç çizgisinden deneğin atladığı yerdeki topuk hizası arasındaki mesafe ölçüldü ve cm olarak yazıldı. Denemelerin ardından test 3 defa uygulandı ve testte başarı sayılabilmesi için deneklerin bir bacağının üzerine değişim göstermeyecek ya da bozulmayacak şekilde inerek üç saniye dengede kalması olarak belirlendi. Hareketi yaparken kol salınımı yapılarak kuvvet alınmasına müsaade edildi (Munro vd., 2011).

3.4.2.3. Çapraz Sıçrama Testi

Deneklere TAA testinin nasıl uygulanacağı sözlü ve uygulamalı olarak gösterildi. Denek başlangıç noktasında tek ayak üzerinde durarrak ileriye doğru 3 defa atladılar ve atlanılan mesafe cm olarak kaydedildi. İlk adım günlük hayatta kullanılan ayağın tersine çarpraz başlayarak sıçranan tarafa yan olacak şekilde devam etti. Testin geçerli olması için deneklerin bacaklarının üzerine değişim göstermeyecek ya da bozulmayacak şekilde inerek üç saniye dengede kalmasıydı. Sıçradıkları mesafe cm olarak kaydedildi (Peebles vd., 2019).

3.4.2.4. Derin Squat

Derin squat testinde bacaklar omuz genişliğinde iken parmak uçları tam karşıyı göstermelidir. Denekler komut ile topukları yerde olacak şekilde yapabileceği en alçak squat pozisyonunda durdu. Her ne kadar üç tekrar yapma hakkı olsa da ilk hareketi tam yapabilirse, sonraki tekrarları yapmasına kalmayacaktır (Peetshnig vd., 1998).

3.4.3. Core Bölgesi Kuvvet Testleri

3.4.3.1. V-Sit Fleksör (Gövde Fleksör) Testi

V-sit fleksör dayanıklılık testi için ise fleksör kasların dayanıklılığının test edilmesi, kişinin oturma pozisyonuna getirildi ve sırt yerden 55 derece açıyla bir jig'e dayanmasıyla başladı. Dizler ve kalçalar 90 derece fleksiyona getirildi, kollar göğüste katlandı ve ayaklar kayışın altına sabitlendi. Başlamak için, jig 10 cm (4 inç) geri çekildi ve kişi vücudun duruş şeklini bozmadan mümkün olduğunca uzunsüre tutmaya çalıştı. Testte başarısız olma deneğin sırtı dokunduğunda veya deneğin durma isteği olduğunda ortaya çıkacak şekilde belirlendi (Tarara vd., 2014).

3.4.3.2. Mekik Testi

Mekik testi ise denek cimnastik minderi üzerine sırt üstü pozisyonda uzanarak elleri ensede kilitledi. Ayak tabanını mindere sabit dizler (90°) açıda sabitledi. Ayak tabanının sabitlenmesi için yardımcı kullanıldı. Deneğin 30 saniye boyunca yapacağı mekik sayısı kaydedildi (Reiman vd., 2009).

3.4.3.3. Biering Sorensen (Arka Ekstansör) Testi

Biering sorensen-arka ekstansör testi için ise üst gövde bir sedyenin ucundan dışarıya çıkacak şekilde uzanıldıktan sonra pelvis, dizler ve kalça sabitlendi. Eller çarpraz şekilde göğüs üzerinde sabitlendikten sonra test başladı. Testte başarısız olma üst gövde yatay pozisyonunu bozduğunda, bir sözlü uyarı yapıldıktan sonra pozisyonunu koruyamadığında ve denek durma talebinde bulunduğunda gerçekleşti (Reiman vd., 2009).

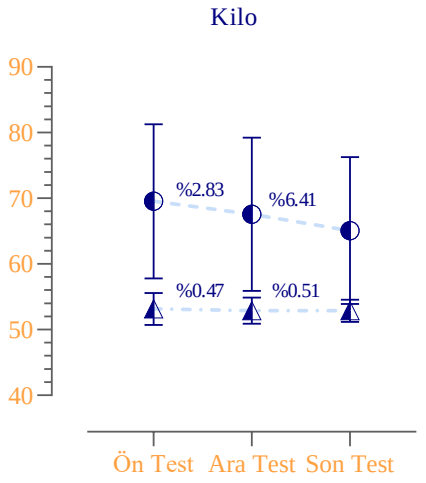
4. BULGULAR

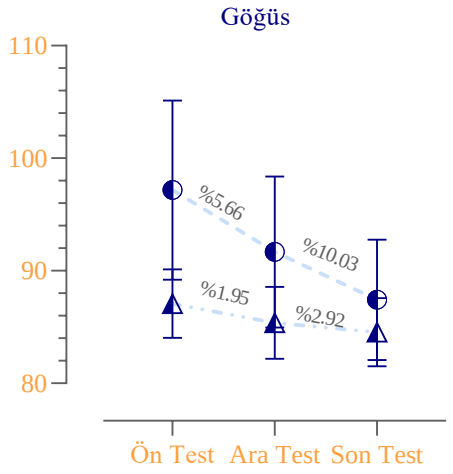
Tablo 4.1: Deneklerin tanımlayıcı verileri (n=25)

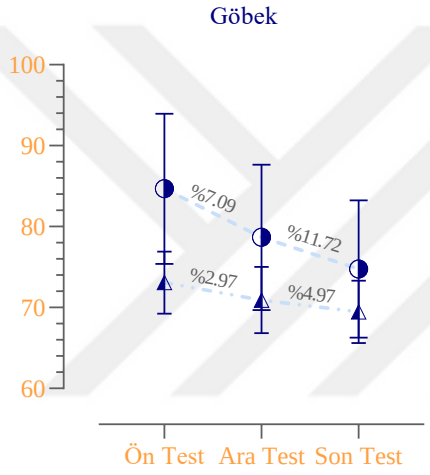
	Mean	**S.D**	**Min**	**Maks.**
Yaş (yıl)	25.00	3.86	20.0	34.0
Boy (cm)	155.0	4.55	155.0	172.0
Kilo (kg)	60.58	11.50	49.0	90.0
VKİ (kg/m^2)	21.15	5.79	.00	32.32
	R (n=25)	**L (n=25)**		
Dominant Taraf (%)				

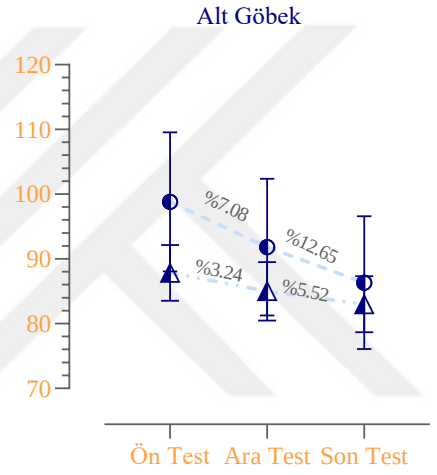
Tablo 4.2. Grupların antropometrik ölçümlerinin kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

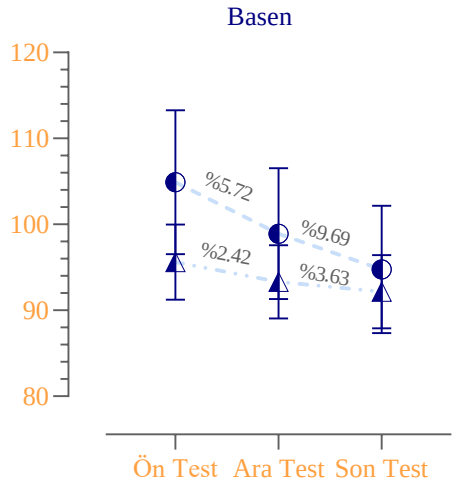
Değişkenler	Grup	Ön Test	Ara Test	Son Test	Genel	Grup	Zaman	Grup*Zaman
Vki	1							
	2							
	Genel							
Kilo	1	69.54 ± 11.75^{a}	67.57 ± 11.67^{a}	65.8 ± 11.19^{a}	67.64 ± 11.31	<0.001	<0.001	<0.001
	2	53.15 ± 2.44^{b}	52.90 ± 1.98^{b}	52.88 ± 1.68^{b}	52.98 ± 2.01			
	Genel	61.02 ± 11.70^{A}	59.94 ± 10.97^{B}	59.08 ± 10.11^{C}	60.01 ± 10.81			
Göğüs Ç.	1	97.17 ± 7.95^{a}	91.67 ± 6.71^{b}	87.42 ± 5.35^{c}	92.08 ± 7.71	0.004	<0.001	<0.001
	2	87.08 ± 3.04^{c}	85.38 ± 3.2^{c}	84.54 ± 3.02^{c}	85.67 ± 3.19			
	Genel	91.92 ± 7.75^{A}	88.40 ± 6.00^{B}	85.92 ± 4.45^{C}	88.75 ± 6.61			
Göbek Ç.	1	84.67 ± 9.28^{a}	78.67 ± 8.98^{b}	74.75 ± 8.49^{bc}	79.36 ± 9.60	0.006	<0.001	<0.001
	2	73.08 ± 3.84^{bc}	70.92 ± 4.09^{c}	69.46 ± 3.84^{c}	71.15 ± 4.11			
	Genel	78.64 ± 9.04^{A}	74.64 ± 7.8^{B}	72.00 ± 6.90^{C}	75.09 ± 8.32			
Alt Göb. Ç.	1	98.83 ± 10.74^{a}	91.83 ± 10.57^{b}	86.33 ± 10.25bc	92.33 ± 11.46	0.033	<0.001	<0.001
	2	87.85 ± 4.32^{bc}	85.00 ± 4.53^{bc}	83.00 ± 4.34^{c}	85.28 ± 4.73			
	Genel	93.12 ± 9.68^{A}	88.28 ± 8.58^{B}	84.60 ± 7.78^{C}	88.67 ± 9.28			
Basen Ç.	1	104.92 ± 8.37^{a}	98.92 ± 7.62^{b}	94.75 ± 7.40^{bc}	99.53 ± 8.68	0.026	<0.001	<0.001
	2	95.62 ± 4.37^{bc}	93.31 ± 4.27^{c}	92.15 ± 4.26^{c}	93.69 ± 4.43			
	Genel	100.08 ± 8.01^{A}	96.00 ± 6.63^{B}	93.4 ± 5.99^{C}	94.49 ± 7.37			
Sağ Bac. Ç.	1	61.75 ± 5.38^{a}	58.83 ± 5.59^{ab}	56.67 ± 4.94^{bc}	59.08 ± 5.57	0.013	<0.001	0.001
	2	55.31 ± 3.45^{c}	54.77 ± 2.45^{c}	54.15 ± 1.99^{c}	54.74 ± 2.67			
	Genel	58.4 ± 5.48^{A}	56.72 ± 4.65^{B}	55.36 ± 3.85^{C}	56.83 ± 4.81			
Sol Bac. Ç.	1	61.08 ± 5.9^{a}	58.25 ± 5.69^{ab}	56.08 ± 5.32^{bc}	58.47 ± 5.86	0.025	<0.001	0.002
	2	54.54 ± 4.14^{bc}	54.46 ± 3.13^{bc}	53.62 ± 2.47^{c}	54.21 ± 3.25			
	Genel	57.68 ± 5.97^{A}	56.28 ± 4.84^{B}	54.8 ± 4.19^{C}	56.25 ± 5.13			
Sağ Kol Ç.	1	30.25 ± 2.9^{a}	29.00 ± 2.09^{a}	28.58 ± 1.93^{ab}	29.28 ± 2.39	0.003	0.322	0.040
	2	26.54 ± 1.98^{c}	26.85 ± 1.82^{bc}	27.00 ± 1.63^{bc}	26.79 ± 1.78			
	Genel	28.32 ± 3.06	27.88 ± 2.2	27.76 ± 1.92	27.99 ± 2.42			
Sol Kol Ç.	1	30.92 ± 3.26^{a}	29.08 ± 2.75^{ab}	28.33 ± 2.10^{bc}	29.44 ± 2.88	0.006	0.061	0.003
	2	26.54 ± 1.81^{c}	26.92 ± 2.02^{c}	27.15 ± 1.77^{bc}	26.87 ± 1.84			
	Genel	28.64 ± 3.39	27.96 ± 2.59	27.72 ± 1.99	28.11 ± 2.71			

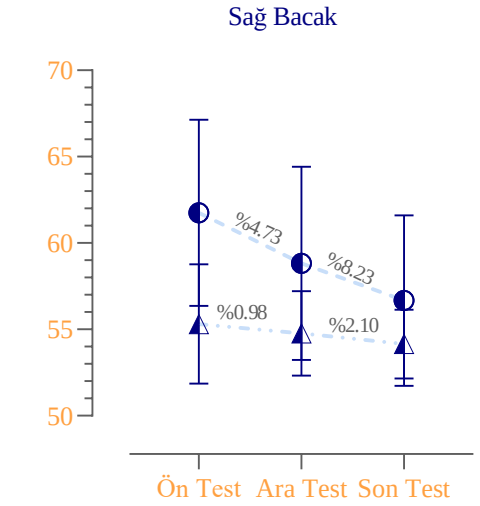

Kilo
90
80
70
60
50
40
%2.83
%6.41
%0.47
%0.51
Ön Test
Ara Test
Son Test

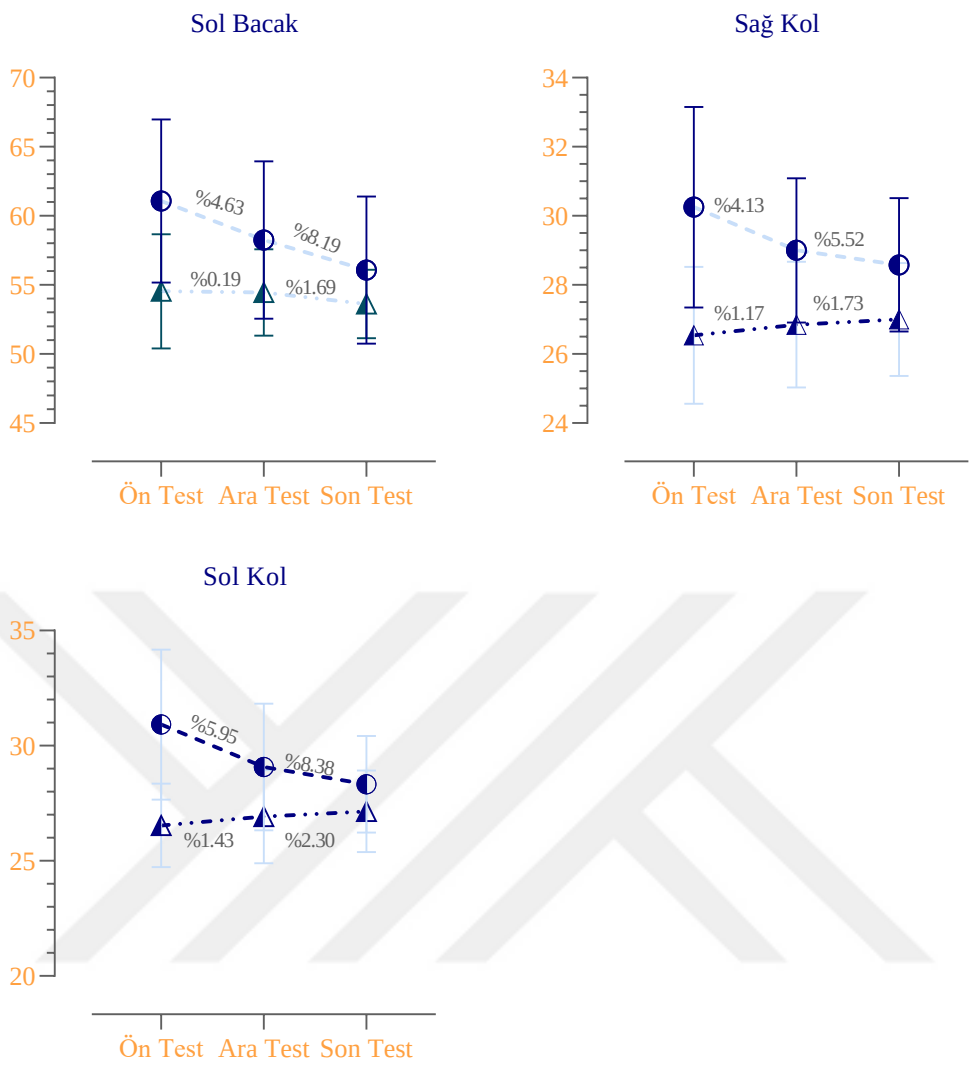

Göğüs
110
100
90
80
%5.66
%10.03
%1.95
%2.92
Ön Test
Ara Test
Son Test


Göbek
100
90
80
70
60
%7.09
%11.72
%2.97
%4.97
Ön Test
Ara Test
Son Test


Alt Göbek
120
110
100
90
80
70
%7.08
%12.65
%3.24
%5.52
Ön Test
Ara Test
Son Test


Basen
120
110
100
90
80
%5.72
%9.69
%2.42
%3.63
Ön Test
Ara Test
Son Test


Sağ Bacak
70
65
60
55
50
%4.73
%8.23
%0.98
%2.10
Ön Test
Ara Test
Son Test

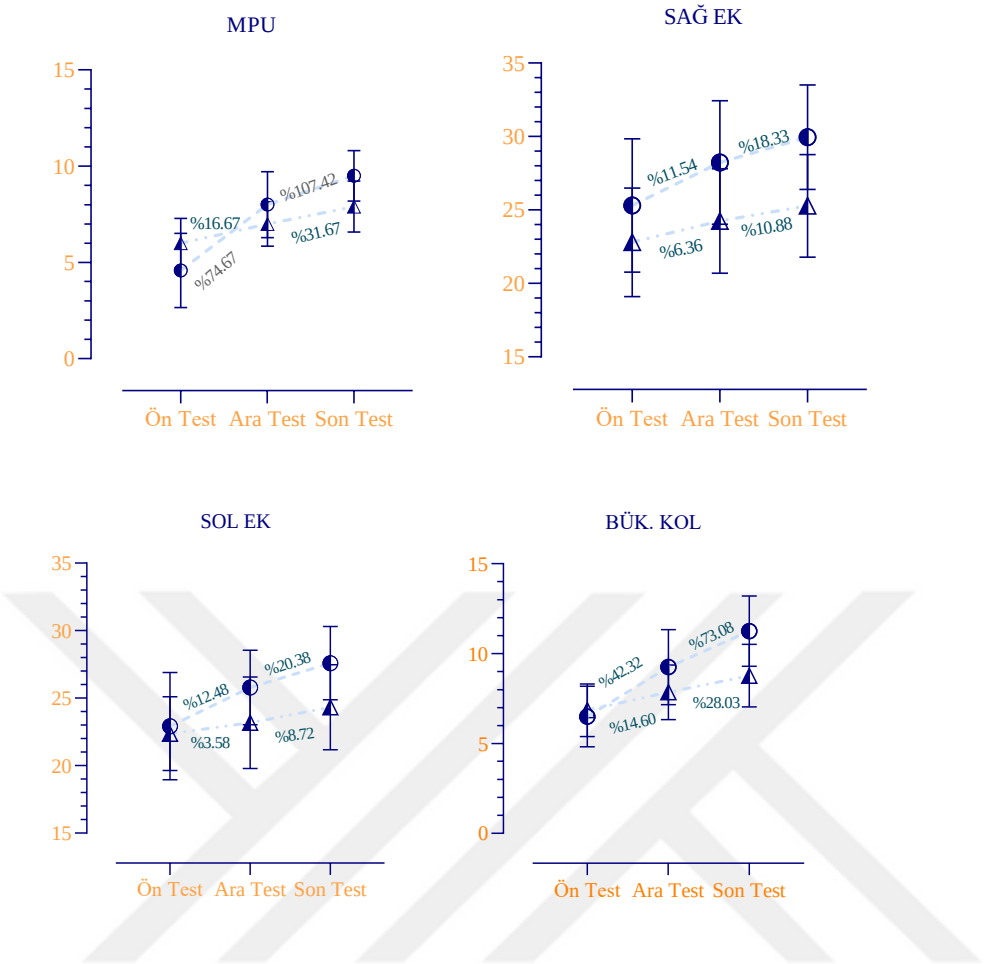


Şekil 4.1. Grupların antropometrik ölçümlerinin kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

Vücut kitle indeksi, kilo, göğüs, göbek, alt göbek, basen, sağ bacak, sol bacak, sağ kol ve sol kol çevre ölçümleri ön test, ara test ve son test olarak her iki grup için karşılaştırıldı. Gruplar arasında kilo, göğüs, göbek, alt göbek, basen, sağ bacak, sol bacak, sağ kol, sol kol çevre ölçümünde ön test, ara test ve son test arasında anlamlılık görülmüştür ($p<0.05$). Ems grubu göğüs, göbek, alt göbek, basen çevresi ölçümleri ön test ile ara test ve ön test ile son test arasında anlamlı azalmalar görülürken; kilo, sağ bacak, sol bacak, sağ kol ve sol kol ölçümlerinde anlamlı azalış görülmemiştir. Kontrol grubunda ise hiçbir değişkende anlamlı azalış görülmemiştir. Tüm parametreler arasındaki yüzdesel farklar şekil 1' de verilmiştir.

Tablo 4.3. Üst ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Ara Test	Son Test	Genel	Grup	Zaman	Grup*Zaman
MPU	Ems	4.58 ± 1.93^{d}	8.00 ± 1.71^{b}	9.5 ± 1.31^{a}	7.36 ± 2.64	0.458	<0.001	<0.001
	Kontrol	6.00 ± 1.29^{c}	7.00 ± 1.15^{bc}	7.9 ± 1.32^{b}	6.97 ± 1.46			
	Genel	5.32 ± 1.75^{C}	7.48 ± 1.50^{B}	8.68 ± 1.52^{A}	7.16 ± 2.11			
Sağ El Kav	1	25.31 ± 4.54^{bc}	28.23 ± 4.21^{ab}	29.95 ± 3.56^{a}	27.83 ± 4.45	0.021	<0.001	0.003
	2	22.8 ± 3.69^{c}	24.25 ± 3.56^{c}	25.28 ± 3.49^{bc}	24.11 ± 3.64			
	Genel	24.00 ± 4.23^{C}	26.16 ± 4.31^{B}	27.52 ± 4.19^{A}	25.89 ± 4.43			
Sol El Kav	1	22.92 ± 3.97^{c}	25.78 ± 2.76^{ab}	27.59 ± 2.71^{a}	25.43 ± 3.67	0.091	<0.001	<0.001
	2	22.37 ± 2.74^{c}	23.17 ± 3.39^{bc}	24.32 ± 3.15^{bc}	23.28 ± 3.12			
	Genel	22.63 ± 3.33^{C}	24.42 ± 3.32^{B}	25.89 ± 3.33^{A}	24.31 ± 3.54			
Bük. Kol	1	6.50 ± 1.68^{c}	9.25 ± 2.09^{b}	11.25 ± 1.96^{a}	9.00 ± 2.72	0.078	<0.001	<0.001
	2	6.85 ± 1.46^{c}	7.85 ± 1.52^{bc}	8.77 ± 1.74^{b}	7.82 ± 1.73			
	Genel	6.68 ± 1.55^{C}	8.52 ± 1.92^{B}	9.96 ± 2.21^{A}	8.39 ± 2.32			

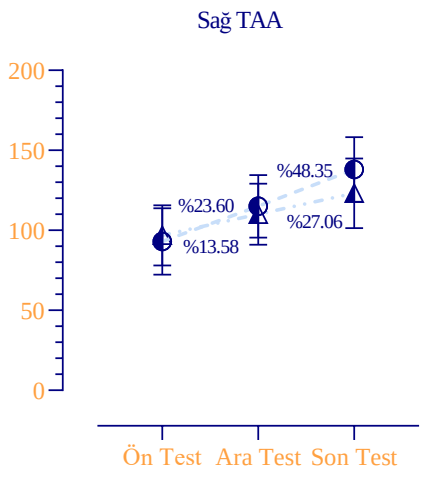


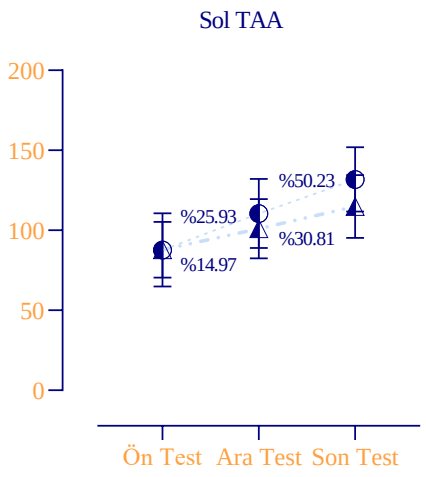
Şekil 4.2. Üst ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

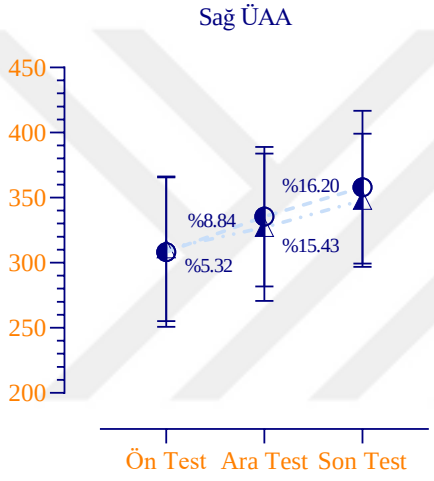
MPU, sağ el kavrama, sol el kavrama ve bükülü kol testleri ön test, ara test ve son test olarak her iki grup için karşılaştırıldı. Gruplar arasında sadece sağ el kavrama arasında anlamlılık görülürken; MPU, sol el kavrama ve bükülü kol testlerinde anlamlılık görülmemiştir ($p<0.05$). EMS grubu MPU, sol el kavrama ve bükülü kol ölçümleri ön test, ara test ve son test arasında anlamlı artış görülmüş, sağ el kavrama ön test ile ara test arasında artma görülmezken ön test ile son test arasında anlamlı derecede artış görülmüştür. Kontrol grubunda mpu ve bükülü kol testinde ön test ve ara test arasında anlamlı artış görülmezken, ön test ile son test arasında artış görülmüştür. Sağ el kavrama ve sol el kavrama testinde ise anlamlı düzeyde bir artış görülmemiştir. Tüm parametreler arasındaki yüzdesel farklar şekil 2' de verilmiştir.

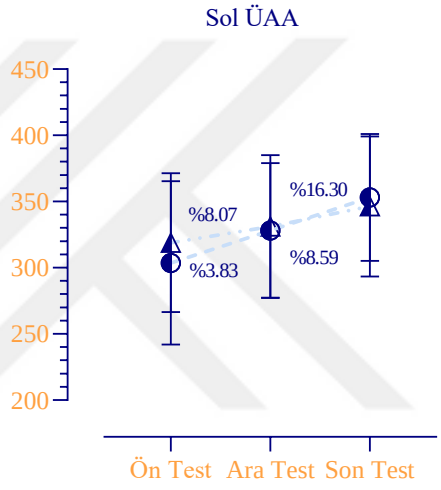
Tablo 4.4. Alt ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

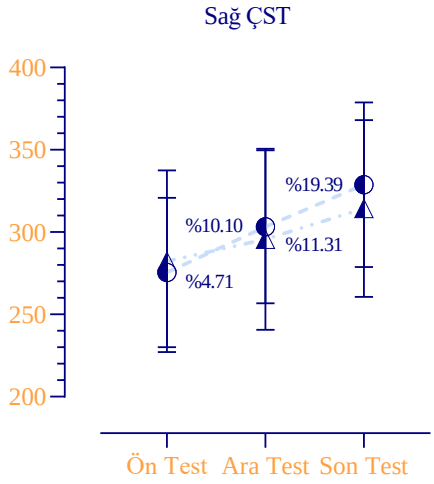
Değişkenler	Grup	Ön Test	Ara Test	Son Test	Genel	Grup	Zaman	Grup*Zaman
Sağ TAA	1	93.08 ± 20.78^{d}	115.5 ± 19.54^{b}	138.08 ± 20.17^{a}	115.56 ± 27.03	0.476	<0.001	0.002
	2	96.92 ± 18.17^{cd}	110.08 ± 19.12^{bc}	123.15 ± 21.84^{ab}	110.05 ± 22.09			
	Genel	95.08 ± 19.15^{C}	112.68 ± 19.12^{B}	130.32 ± 21.98^{A}	112.69 ± 24.58			
Sol TAA	1	87.75 ± 22.90^{c}	110.50 ± 21.56^{b}	131.83 ± 20.09^{a}	110.03 ± 27.76	0.259	<0.001	0.007
	2	87.85 ± 17.43^{c}	101.00 ± 18.46^{bc}	114.92 ± 19.65^{b}	101.26 ± 21.24			
	Genel	87.80 ± 19.80^{C}	105.56 ± 20.17^{B}	123.04 ± 21.27^{A}	105.47 ± 24.81			
Sağ ÜAA	1	308.17 ± 57.46	335.42 ± 53.65	358.08 ± 58.71	333.89 ± 58.77	0.812	<0.001	0.283
	2	310.77 ± 55.57	327.31 ± 56.63	347.92 ± 51.16	328.67 ± 55.24			
	Genel	309.52 ± 55.31^{C}	331.2 ± 54.22^{B}	352.8 ± 53.99^{A}	331.17 ± 56.64			
Sol ÜAA	1	303.67 ± 61.72^{b}	328.17 ± 50.9^{ab}	353.17 ± 47.86^{a}	328.33 ± 56.14	0.859	<0.001	0.014
	2	318.92 ± 52.47^{ab}	331.15 ± 53.81^{ab}	346.31 ± 52.86^{ab}	332.13 ± 52.87			
	Genel	311.6 ± 56.42^{C}	329.72 ± 51.36^{B}	349.6 ± 49.59^{A}	330.31 ± 54.13			
Sağ ÇŞT	1	275.42 ± 45.34^{b}	303.25 ± 46.5^{ab}	328.83 ± 49.96^{a}	302.50 ± 50.99	0.805	<0.001	0.011
	2	282.38 ± 55.19^{b}	295.69 ± 54.96^{ab}	314.31 ± 53.70^{ab}	297.46 ± 54.79			
	Genel	279.04 ± 49.78^{C}	299.32 ± 50.16^{B}	321.28 ± 51.39^{A}	299.88 ± 52.70			
Sol ÇŞT	1	276.00 ± 47.05^{b}	307.00 ± 45.98^{ab}	334.58 ± 43.44^{a}	305.86 ± 50.42	0.782	<0.001	0.013
	2	298.31 ± 73.33^{ab}	312.00 ± 70.81^{ab}	327.15 ± 69.57^{ab}	312.49 ± 70.38			
	Genel	287.6 ± 61.91^{C}	309.60 ± 59.02^{B}	330.72 ± 57.44^{A}	309.31 ± 61.29			
Sağ MÜAA	1	244.50 ± 46.63^{b}	280.67 ± 46.96^{ab}	308.58 ± 48.09^{a}	277.92 ± 53.02	0.329	<0.001	0.001
	2	241.08 ± 54.70^{b}	258.23 ± 54.63^{b}	273.77 ± 56.20^{ab}	257.69 ± 55.39			
	Genel	242.72 ± 49.96^{C}	269.00 ± 51.32^{B}	290.48 ± 54.36^{A}	267.40 ± 54.85			
Sol MÜAA	1	236.58 ± 43.64^{b}	263.58 ± 42.43^{ab}	291.50 ± 46.53^{a}	263.89 ± 48.60	0.757	<0.001	0.006
	2	238.92 ± 54.79^{b}	257.08 ± 60.28^{ab}	276.00 ± 62.99^{ab}	257.33 ± 59.86			
	Genel	237.80 ± 48.73^{C}	260.20 ± 51.51^{B}	283.44 ± 55.12^{A}	260.48 ± 54.48			
Derin Squat	1	14.00 ± 2.76^{d}	17.92 ± 2.27^{b}	20.17 ± 2.12^{a}	17.36 ± 3.48	0.014	<0.001	0.001
	2	14.08 ± 2.25^{d}	15.15 ± 1.99^{cd}	16.69 ± 1.84^{bc}	15.31 ± 2.26			
	Genel	14.04 ± 2.46^{C}	16.48 ± 2.52^{B}	18.36 ± 2.63^{A}	16.29 ± 3.07			
SAĞ MRA	1	103.42 ± 22.95^{c}	123.33 ± 23.74^{b}	143.08 ± 28.40^{a}	123.28 ± 29.43	0.154	<0.001	0.049
	2	95.85 ± 16.82^{c}	111.92 ± 19.72^{bc}	123.54 ± 23.45^{b}	110.44 ± 22.76			
	Genel	99.48 ± 19.94^{C}	117.4 ± 22.06^{B}	132.92 ± 27.27^{A}	116.60 ± 26.78			
SOL MRA	1							
	2							
	Genel							

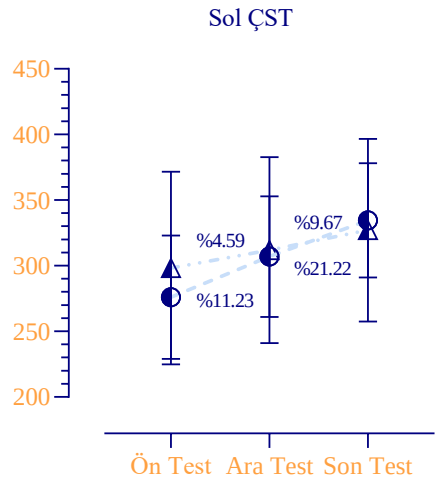

Sağ TAA
200
150
100
50
0
%23.60
%13.58
%48.35
%27.06
Ön Test
Ara Test
Son Test

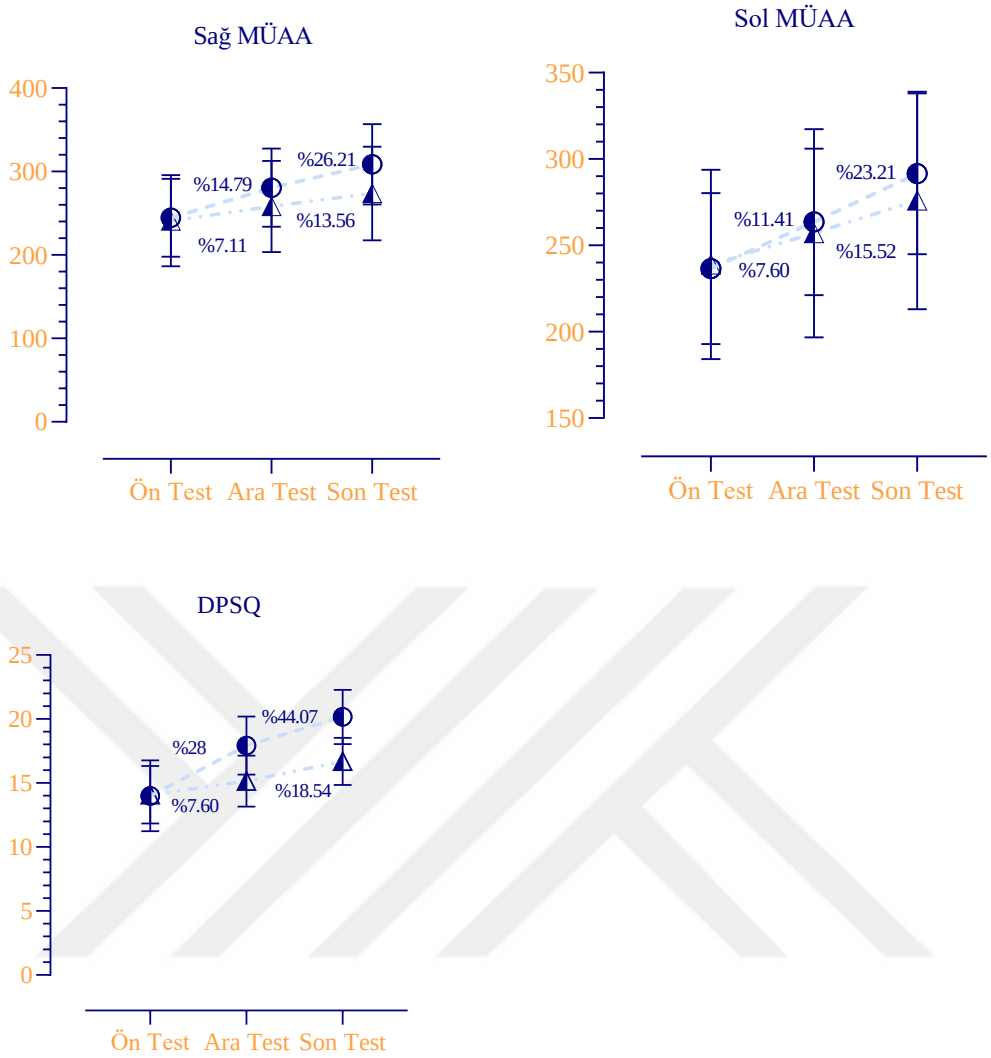

Sol TAA
200
150
100
50
0
%25.93
%14.97
%50.23
%30.81
Ön Test
Ara Test
Son Test


Sağ ÜAA
450
400
350
300
250
200
%8.84
%5.32
%16.20
%15.43
Ön Test
Ara Test
Son Test


Sol ÜAA
450
400
350
300
250
200
%8.07
%3.83
%16.30
%8.59
Ön Test
Ara Test
Son Test


Sağ ÇST
400
350
300
250
200
%10.10
%4.71
%19.39
%11.31
Ön Test
Ara Test
Son Test


Sol ÇST
450
400
350
300
250
200
%4.59
%11.23
%9.67
%21.22
Ön Test
Ara Test
Son Test

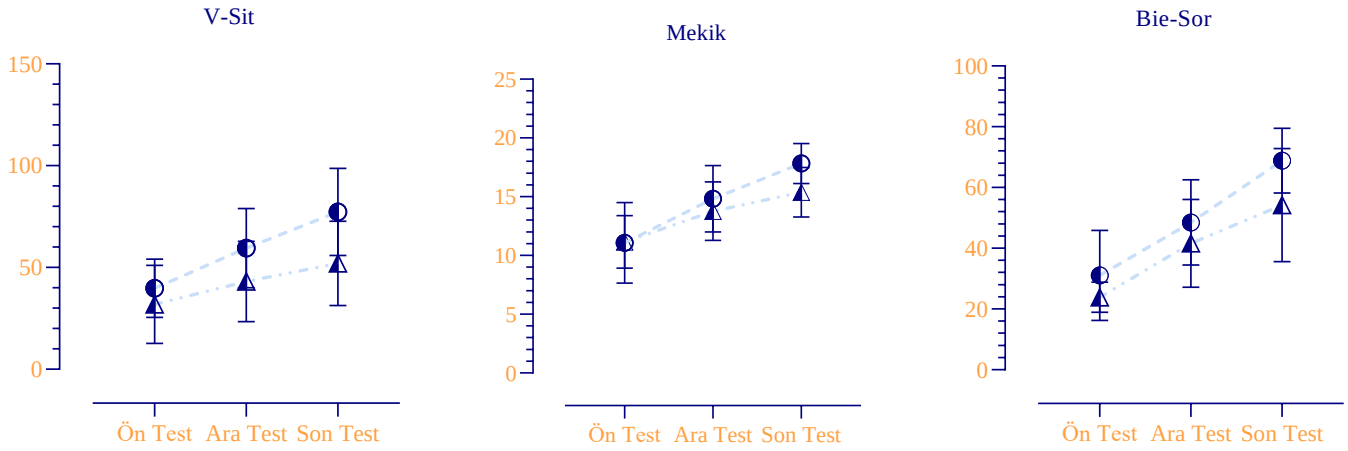


Şekil 4.3. Alt ekstremite kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

TAA, ÜAA, ÇST, MÜAA ve derin squat testleri ön test, ara test ve son test olarak her iki grup için karşılaştırıldı. Gruplar arası sadece derin squat testinde anlamlılık görülürken; diğer testlerde anlamlılığa rastlanmamıştır ($p<0.05$). Ems grubu sağ taa, sol taa, sağ üaa, derin squat, sağ mra testlerinde anlamlı artış görülmüştür. Sol üaa, sol üaa, sağ çst, sol çst, sağ müaa, sol müaa testinde ise ön test ile ara test arasında anlamlı artış görülmezken, ön test ile son test arasında anlamlı düzeyde artış görülmüştür. Kontrol grubu sağ taa, sol taa, derin squat ve sağ mra arasında ön test ile ara test arasında anlamlı artış görülmezken, ön test ile son test arasında anlamlı düzeyde artış görülmüştür. Diğer parametrelerde anlamlı düzeyde artma görülmemiştir. Tüm parametreler arasındaki yüzdesel farklar şekil 3' de verilmiştir.

Tablo 5. Core kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	Ön Test	Ara Test	Son Test	Genel	Grup	Zaman	Grup*Zaman
V-SIT	1	39.83 ± 14.33^{cd}	59.50 ± 19.5^{b}	77.25 ± 21.41^{a}	58.86 ± 23.84	0.032	<0.001	0.007
	2	31.85 ± 19.17^{d}	43.15 ± 19.73^{cd}	52.00 ± 20.74^{bc}	42.33 ± 21.09			
	Genel	35.68 ± 17.16^{C}	51 ± 20.94^{B}	64.12 ± 24.31^{A}	50.27 ± 23.80			
MEKIK	1	11.08 ± 3.42^{c}	14.83 ± 2.82^{b}	17.83 ± 1.70^{a}	14.58 ± 3.86	0.219	<0.001	0.008
	2	11.15 ± 2.23^{c}	13.77 ± 2.49^{b}	15.38 ± 2.10^{b}	13.44 ± 2.84			
	Genel	11.12 ± 2.80^{C}	14.28 ± 2.65^{B}	16.56 ± 2.26^{A}	13.99 ± 3.40			
BIE-SOR	1	31.08 ± 14.82	48.5 ± 14.05	68.83 ± 10.63	49.47 ± 20.28	0.037	<0.001	0.308
	2	23.85 ± 4.95	41.62 ± 14.44	54.23 ± 18.6	39.90 ± 18.50			
	Genel	27.32 ± 11.25^{C}	44.92 ± 14.39^{B}	61.24 ± 16.74^{A}	44.49 ± 19.84			



Şekil 4.4. Core kuvvet ölçümlerinde grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son testleri karşılaştırılması

5. TARTIŞMA

EMS ile yapılan kuvvet çalışmalarının kasın fonksiyonlarına olan etkileri araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Boyacı 2015; Taşpınar 2007). Mathews ve arkadaşları düzenli ve belirli bir egzersiz programı sonrasında sinir-kas ve kalp-dolaşım sisteminde iyileşmeler görüldüğü belirtilmiştir (Mathews 1973). Zorba (2001) egzersizle birlikte yağ oranlarında düşüşle karşılaşmıştır. Kraemer (1994) kuvvet antrenmanlarının, kas hipertrofisine ve yağ dokularının azalmasına sebep olduğunu söylemiştir. Zizic vd. (1995) elektriksel akımla birlikte kas ağrılarını azaltmayı sağlayabileceğini ve kassal kuvveti arttırma çalışmaları oldukça yaygın olduğunu ifade etmektedirler. EMS'nin son yıllarda hem izometrik şekilde hem de dinamik çalışmalarla birleştirilerek sağlık ve sportif performansı geliştirmek amaçlı kullanıldığı görülmektedir (Venable vd., 1991; Willoughby ve Simpson, 1996; Benito-Martínez vd., 2011; Özdal ve Bostancı, 2016; Mick vd., 2018). Yapılan yeni çalışmalarla da EMS'nin antrenman ile kullanımı güncel olarak devam etmektedir (Boyacı 2015; Stackhouse vd. 2007; Petterson and Snyder-Mackler 2006; Baskan 2004).

Bu çalışmada, EMS ile mat pilatesin sedanter kadınlarda antropometrik değerler, çevre ölçümleri, üst, alt ve core bölgesi kuvvet değerleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi, çalışma kapsamında elde edilen bulguların benzer çalışmalar ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın denek grubunu 18-30 yaş aralığında (yaş 25,00±3,86 yıl, boy 155,0±4,55 cm, kilo 60,58±11,50 kg ve VKİ 21,15±5,79 kg/m^2) 12 deney grubu ve 15 kontrol grubu olarak toplamda 27 sedanter kadın oluşturmuştur. Araştırmaya dahil olan denekler 8 hafta haftada 2 defa aynı kuvvet antrenamnını yapmışlardır. Kontrol grubu kuvvet antrenmanını, deney grubu EMS kullanarak kuvvet antrenmanını yapmışlardır. Deneklerin antropometrik ölçümleri, üst ekstremite testleri (MPU, el kavrama, bükülü kol), alt ekstremite testleri (TAA, ÜAA, ÇA, MTÜA, MRA), core kuvvet testleri (v-sit, mekik, bie-sorenson) testleri toplamda üç defa olacak şekilde (başlangıç, 4 hafta sonra, 8 hafta sonra) alınmıştır. Grupların kendi içlerinde ön test, ara test ve son test ölçümleri karşılaştırılarak istatiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Bizim çalışmamızın 8 hafta olan süre faktörünün yeterli olduğunu destekleyen bir literatürde direnç eğitimi çalışmalarının sürelerini 6 hafta tutmuşlardır (Filipovic 2012). Taaffe vd. (2000) derleme çalışmasında haftada bir kez yapılan yüksek yoğunluktaki kuvvet çalışmasının kas

kuvvetini arttırdığını belirtmişlerdir. Kuvvet antrenmanlarını sonuçları antrenman metodunun içindeki haftalık seans sayısından etkilenebilmektedir. Feigenbaum ve Pollock (1999) haftada iki kez yapılan kuvvet antrenmanının bir kez yapılan antrenmandan daha iyi sonuçlar verdiğini fakat iki veya üç antrenmanın birbirinden farklı olmadığını belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise şiddetli bir egzersizden sonra yeni bir çalışma için vücuda gerekli olan dinlenme süresinin 48 saat olduğunu belirtmesi ile çalışmamızda deneklere haftada iki defa yapılan egzersizin tutarlı bir yöntem olduğunu göstermektedir (Kramer 1987). EMS ile yapılan kuvvet antrenmanlarının etkileri 3. ve 4. haftalarda ortaya çıkmaktadır. Parker vd. (2003) sağlıklı katılımcıların Quadriceps kaslarına EMS ile antrenman yaptıkları çalışmada her hafta maksimal istemli kontraksiyonunu değerlendirmişlerdir ve 4.haftadan itibaren kas kuvvetinin arttığını gözlemlemişlerdir. Bu çalışma, çalışmamızda ara ölçüm diye nitelendirdiğimiz 4.hafta ölçüm sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çalışmamızda, EMS kullanarak antrenman yapan grup ile mat pilates yapan grupların antropometrik ölçümleri karşılaştırıldığında ems grubu göğüs, göbek, alt göbek, basen çevresi ölçümleri ön test ile ara test ve ön test ile son test arasında anlamlı azalmalar görülürken; kilo, sağ bacak, sol bacak, sağ kol ve sol kol ölçümlerinde anlamlı azalış görülmemiştir. Kontrol grubunda ise hiçbir değişkende anlamlı azalış görülmemiştir ($p<0.05$). Çalışma bulgularına benzer şekilde EMS antrenmanlarının antropometrik ölçümler üzerine etkili olduğunu ifade eden Kemmler ve Von Stengel (2013) yaptıkları çalışmada sarkopeni riski taşıyan, obezitesi olan ve egzersiz yapmak için yetersiz ya da isteksiz olan deneklerde EMS'nin yağ azaltıcı etkisi üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızı destekler nitelikte olan Adkins (2020) EMS ve egzersiz grubunun ön test-son test verilerini karşılaştırdığında katılımcıların kalça ve bel çevrelerinde azalmalar görüldüğünü belirtmiştir.

Kyselovicova ve Brcak (2013) yaptıkları çalışmada sedanter kadınların antropometrik değerlerinden olan bel ve kalça çevrelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar görüldüğünü tespit etmişlerdir. Porcari vd. (2002) sekiz haftada, haftada beş gün antrenman yapan deneklerin bel çevre ölçümlerinde 3,5 cm'lik azalma görmüşlerdir. Çalışmamızda EMS antrenmanının vücudun yağ oranını azalttığı yönünde pozitif bir gelişme gördük. Bu bağlamda çalışmamız Porcari ve arkadaşları (2002) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Galliven vd. (1997) yaptıkları bilimsel çalışmada bizim çalışmamızın aksi olarak düzenli egzersiz programlarının vücut

ağırlığını etkilediğini belirtmişlerdir. Çetin vd. (2017) haftada 2 gün olarak 8 hafta yaptıkları antrenmanın vücut ağırlığını azalttığı sonucuna varmışlardır. Yapılan başka bir çalışmada Özdal ve Bostancı (2016) 8 haftalık EMS egzersizi ile çalıştıkları kadınlarda vücut ağırlıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ifade etmişlerdir. Parjee vd. (2005) göre sedanterlerde 6 hafta boyunca uygulanan EMS antrenmanının ve egzersiz programının fiziksel uygunluğu geliştirmesi sebebiyle sedanter yetişkinler için uygun bir egzersiz yöntemi olduğunu söylemişlerdir. Kaçoğlu ve Kale (2014) çalışmalarında dinamik egzersizler ile 6 hafta haftada 2 gün uyguladıkları EMS'nin kano sporu yapan kadınların vücut yağlarının %2,6 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir. Katılımcı sayısının azlığına rağmen anlamlılık çıkarması EMS'nin etkili bir yöntem olduğunu gösterir niteliktedir. Kirişçioğlu (2019) sedanter kadınlara 8 hafta boyunca EMS uyguladığı çalışma sonucunda ön test - son test vücudun yağ oranında istatistiksel olarak fark bulmuştur. Çalışmamızdan farklı olarak Sandve (2010) EMS grubu ve kontrol grubu oluşturarak yaptığı çalışmada kalça çevresi ölçmüş ve altı hafta sonunda grupların ön test- son testlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmiştir.

Araştırmamızda EMS ile antrenman yapan grup ile mat pilates yapan grupların üst ekstremite test sonuçları karşılaştırıldığında EMS grubu MPU, sol el kavrama ve bükülü kol ölçümleri ön test ile ara test ve ön test ile son test arasında anlamlı artış görülürken, sağ el kavrama ölçümünde ön test ile ara test arasında artma görülmezken ön test ile son test arasında anlamlı derecede artış görülmüştür. Kontrol grubunda MPU ve bükülü kol testinde ön test ve ara test arasında anlamlı artış görülmezken, ön test ile son test arasında artış görülmüştür. Sağ el kavrama ve sol el kavrama testinde ise anlamlı düzeyde bir artış görülmemiştir. EMS antrenmanının üst ekstremiteye olan etkisi konusunda literatürde Taş (2022) EMS ile kuvvet antrenmanı kullanıldığında kasın kuvveti, kas oranında artış, skinfold ölçümü ve kolun çevre ölçümü üzerine olumlu etkileri bulduğunu fakat EMS kullanılarak yapılan kuvvet antrenmanlarının daha iyi sonuçlar vermediğini ifade etmiştir. Calson vd. (2009) aynı egzersiz programını EMS kullanılarak izometrik kasılma yapan grup ile sadece izometrik kasılma yapan gruba uyguladıkları çalışmada deneklerin dirsek fleksörlerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucu EMS ile çalışma yapan grubun diğer gruba göre daha verimli ve istenilen sonuç aldığını belirtmişlerdir. Halcomb (2006) sağlıklı deneklerin dirsek fleksör kaslarına EMS antrenmanıyla maksimal istemli kasılmanın %20.4

arttığını ve dinamik antrenmanın etkisinden düşük olduğunu ifade etmiştir. Bigard vd. (1993) bizim bulgularımızı da destekleyen çalışmasında 3 hafta boyunca triceps kasına EMS uygulaması sonucunda kasa biyopsi yapmıştır. Çıkan sonuçta kasın çapraz kesit alanının arttığını gözlemlemiştir ve EMS'in tüm kas fibrillerini etkilediğini ve sağlıklı bireylerde hipertrofi elde etmenin mümkün olduğunu söylemişlerdir. Yanesa vd. (2018) 6 hafta ve haftada 3 seans yaptıkları EMS antrenmanının katılımcıların infrasupitanus kaslarında hipertrofi görüldüğünü ifade etmişlerdir. Miyamoto vd. (2016) deney ve kontrol grubu olarak ayırdıkları 19 sağlıklı bireyin 4 haftalık bir çalışmadan sonra kuvvet ve kardiyorespiratuar dayanıklıklarını ölçmüşlerdir. EMS uyguladıkları deney grubunun kuvvet ölçümlerinde önemli derecede artış görmüşlerdir. Yaptığımız çalışma sonucunda EMS uyguladığımız grubun üst ekstremite kas kuvvetlerinde artış gördüğümüz için bu araştırma çalışmamızı destekler niteliktedir.

Çalışmamızda EMS ile antrenman yapan grup ile mat pilates yapan grupların alt ekstremite test sonuçları karşılaştırıldığında EMS grubu sağ TAA, sol TAA, sağ ÜAA, derin squat, sağ MRA testlerinde anlamlı artış görülmüştür. Sol ÜAA, sol ÜAA, sağ ÇST, sol ÇST, sağ MÜAA, sol MÜAA testinde ise ön test ile ara test arasında anlamlı artış görülmezken, ön test ile son test arasında anlamlı düzeyde artış görülmüştür. Kontrol grubu sağ TAA, sol TAA, derin squat ve sağ MRA arasında ön test ile ara test arasında anlamlı artış görülmezken, ön test ile son test arasında anlamlı düzeyde artış görülmüştür. Diğer parametrelerde anlamlı düzeyde artış görülmemiştir. EMS kullanılarak yapılan çalışmalar, kuvvette ortalama %44 oranda artış olduğunu ve maksimum kuvveti geliştirdiğini ifade etmektedir (Andersen ve Aagaard, 2006; Balogun ve diğ., 1993; Kramer ve Mendryk, 1982; Selkowitz, 1985). Bu çalışmaları destekler nitelikte olan diğer çalışmalarda ise dikey sıçrama, dayanıklılık ve beden kompozisyonu parametrelerde olan gelişimini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmaların geniş aralığı olmasının sebebi olarak; antrenman metodları, sedanter veya sporcu olma durumu, test prosedürleri ve kullanılan akım metodu gösterilmiştir (Banerjee 2011; Martinez-Lopez vd., 2012; Karatzanos vd., 2012; ; Filipovic vd., 2016; Kemmler vd., 2016, Martin vd,. 1994; Hortobagyi vd., 1999; Maffiuletti vd., 2000; Babault vd., 2007; Banerjee vd., 2009; Veldman vd., 2016; Çetin vd., 2017; Billot ve diğ., 2010;). Başkan (2004) 6 hafta boyunca EMS uyguladıkları deneklerde kuvvet ve performansın arttığını belirtmişlerdir. Filipovic vd. (2012) sporcularla

yaptıkları 3-6 haftalık çalışmada katılımcıların maksimal kuvveti, dinamik ve izokinetik kuvvetlerinin önemli derecede arttığını bu artışın ise dikey sıçrama ve sürat gibi parametrelerinde artış sağladığını belirtmişlerdir. EMS'nin bu etkilerinin vücut şekillendirme ve geliştirme konusunda gözle görülebilir önemini vurgulayarak bizim çalışmamızın da sonuçlarını destekler niteliktedir. Pailard vd. (2008) ise 5 hafta boyunca haftada 3 kez yaptıkları EMS antrenmanının dikey sıçrama ölçülerini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Bezerra vd. (2009) 30 erkek ile 6 hafta haftada 3 kez maksimal tolere edilen akım ile yaptıkları antrenman sonucu EMS'nin uygulanan bölgenin çapraz kesit alanında artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmamızın aksini niteleyen bir çalışmada ise Başkan (2009) EMS uyguladığı ve izometrik kasılma uyguladığı iki ayrı grubun kas kuvveti, kas hipertrofisi ve kas dayanıklılığında artış görüldüğünü ama grupların birbiriyle anlamlı derecede fark olmadığını ifade etmiştir. Wirtz vd. (2015) ise 20 kişiyi iki eşit gruba ayırarak, bir gruba direnç egzersizlerini diğer gruba ise aynı direnç egzersizlerini EMS ile uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçta EMS'nin direnç egzersizlerinin üzerine bir şey katmadığını 10RM'lik bir çalışmanın kasları aktif etmek için yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızın aksini niteleyen başka bir çalışmada Venable vd. (1991) 5 hafta boyunca haftada 3 kez EMS antrenmanı uygulayarak yaptıkları çalışmada kas kuvvetini tek başına geliştirmediğini belirtmişlerdir. Hindistan vd. (2019) sedanter kadınlarla yaptıkları çalışmalarında leg press, leg curl ve leg extansiyon hareketlerinin kuvvet oranlarında artış bulduklarını ifade etmişlerdir. Malatesta vd. (2003) 4 hafta boyunca EMS antrenmanı yaptırarak voleybol sporcuları üzerinde etkilerini inceledikleri çalışmada öncesi ve sonrası olarak sıçrama yeteneklerini değerlendirmişlerdir. Sporcuların sıçrama yeteneklerinin arttığını tespit ederek bizim çalışmamızın sıçrama testi sonuçlarının verilerini destekler niteliktedir. Ayrıca son ölçümden 10 gün sonra sporculara tekrar test yaptıklarında sonuçları anlamlı bularak EMS ile elde edilen fonksiyonel kabiliyetin devam ettiğini vurgulamışlardır. Taşpınar (2007) yaptığı çalışmada EMS ile yaptığı antrenmanın kas kuvvetini ve bireyin fonksiyonel kapasitesini artırdığını ifade etmiştir. John vd. (2005) 16 kontrol grubu, 24 denek grubu ile yaptıkları EMS'nin kas kuvvetine etkisini inceledikleri çalışmalarında %58 oranında kuvvette artış gördüklerini ifade etmişlerdir. Bilot vd. (2010) futbolculardan oluşan EMS ve kontrol grubuna 5 hafta boyunca yaptıkları çalışmada 1.hafta, 3.hafta ve 5.hafta olmak üzere üç ölçüm yapmışlardır ve kuvvetin önemli ölçüde iyileştiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda EMS ile antrenman yapan grup ile mat pilates yapan grubun core kuvveti karşılaştırıldığında EMS grubu v-sit ve bie sor. testinde anlamlılık görülürken mekik testinde anlamlılığa rastlanmamıştır. Kontrol grubunda ise v-sit ve bie sorenson testinde artış görülürken mekik testindeki artış anlamlı düzeyde görülmemiştir. Ludwig vd. 10 hafta süren çalışmalarında EMS ile yapılan egzersizin gövde kas kuvvetini arttırmada kontrol grubuna oranla daha etkili olduğunu bildirerek bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Eşrefoğlu (2021) yaptıkları çalışmada EMS uygulayan grup ile sadece egzersiz yapan grup arasındaki farkı incelediklerinde gövde kas kuvvetini arttırdığını belirtmişlerdir. Literatürde EMS antrenmanının core bölgesi kuvvetine etkisini inceleyen ve EMS antrenmanının tüm ekstremitelere olan etkisini inceleyen yeterli çalışma olmadığından çalışmamızın mevcut literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz. Bahsedilen sebepten dolayı mevcut çalışmanın antropometrik ölçümler ile kuvvet gelişimini karşılaştırmak ve yorumlamak benzer çalışma dizaynı çerçevesinde mümkün olmamıştır.

Yukarıda literatürdeki yapılmış olan çalışmalara bakıldığında EMS antrenman uygulamalarının antropometrik ölçümler ve kas kuvveti üzerinde genel olarak pozitif etkilerinin olduğu bildirilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

8 haftalık Elektriksel Kas Uyarımı antrenmanının alt, üst ekstremite ve core bölgesi kuvvetlerine etkisinin olup olmayacağını incelediğimiz bu çalışmada EMS'nin etkilerine bakıldı. Çalışmanın sonucunda;

EMS ve egzersiz grubunun antropometrik ölçümleri karşılaştırıldığında EMS grubunun egzersiz grubuna oranla aynı sürede daha anlamlı sonuçlar ortaya çıkardığı gözlemlendi. Literatürdeki diğer çalışmalar bu sonuçları destekler niteliktedir.

Üst ekstremite testlerinde EMS grubunda MPU, sol el kavrama ve bükülü kol ölçümleri ön test ile ara test ve ön test ile son test arasında anlamlı artış görüldüğü fakat sağ el kavrama ölçümünde ön test ile ara test arasında değil ön test ile son test arasında anlamlı derecede artışa rastlanıldı. Kontrol grubunda MPU ve bükülü kol testinde sadece ön test ile son test arasında anlamlılık olduğu el kavrama testinde ise artışın anlamlı düzeyde olmadığı görüldü.

Alt ekstremite testlerinde EMS grubu üaa, sağ üaa, derin squat, sağ mra testlerinde anlamlı artış görüldüğü ortaya çıkmıştır. Sol üaa, sol üaa, sağ çst, sol çst, sağ müaa, sol müaa testinde ise ön test ile ara test arasında değil ön test ile son test arasında anlamlı düzeyde artış olduğu görülmüştür. Kontrol grubu sağ taa, sol taa, derin squat ve sağ mra arasında sadece ön test ile son test arasında anlamlı düzeyde artış görülmüştür. Diğer parametrelerde anlamlı düzeyde artma görülmemiştir.

Core bölgesi testlerinde EMS grubu V-sit., Bie-sor. ve mekik testlerinde hem ara ölçüm hem de son ölçümde anlamlı sonuç görüldü. Kontrol grubunda ise V-sit. ve bie.sor testlerindeki artışın anlamlı düzeyde olduğu mekik testinin ise olmadığı görüldü.

Öneriler:

EMS sistemi ile yapılan antrenmanların vücut kompozisyonuna daha fazla olumlu etkisini görmek için bu antrenmanlara uzun süreli devam etmek yararlı olabilir.

EMS sistemi ile yapılan antrenmanların sedanter bayanlar üzerinde faydalı olduğu belirlenmiş olup aktif sporcuların antrenman protokollerinde yer alması, EMS uygulamalarından faydalanılması hem spor bilimcilerine hem de antrenörlere faydalı olabilir.

EMS sistemi ile yapılan antrenmanların faydalarının daha iyi anlaşılması için uygulanan akım şiddetlerinin değiştirilmesi ve bu parametrelerin farklı kombinasyonlarını içeren yeni çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Benzer protokoller kullanılarak farklı yaş grupları ve farklı özelliklere sahip gruplarla çalışmaların yapılması da değişen şartlarda ortaya çıkan sonuçların karşılaştırılmasına olanak sağlayacaktır.

EMS ile ilgili akım parametrelerinin özellikleri ve metodolojisini yeterli şekilde bilgi sahibi olarak uygulamak verilen akım ile egzersizi rahatlıkla yapabilmesi için önemlidir.

KAYNAKLAR

Aagaard, P., vd., (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, *93*(4), 1318-1326.

Aagaard, T., Hughes, M., Møller-Sørensen, R., & Andersen, S. (2006). Hydrodynamics and sediment fluxes across an onshore migrating intertidal bar. *Journal of Coastal Research*, *22*(2), 247-259.

Akgün, N. (1992). Egzersiz fizyoloji, (2. Baskı). İzmir: Eü matbaası, *s*, *281*.

Aktümsek A. (2010). Anatomi ve fizyoloji insan biyolojisi, (5. Baskı). Ankara: Nobel s.43-52.

Alon, G., Kantor, G., & Ho, H. S. (1994). Effects of electrode size on basic excitatory responses and on selected stimulus parameters. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *20*(1), 29-35.

Alpaydin, G., Balkır, S., & Dündar, G. (2003). Yüksek performanslı analog entegre devrelerin otomatik sentezine evrimsel bir yaklaşım. *Evrimsel hesaplamada işlemleri*, *7* (3), 240-252.

Altıntaş, A., Aşçı, F. H., İşler, A. B., Kelecek, s., Özkan, a., & Kara, F.M. (2014). The role of physical activity, body mass index and maturity status in body-related perceptions and self-esteem of adolescents. *Annals of Human Biology*, *41*(5), 395-402.

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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(2), 431-437.

Bahşi, İ., Orhan, M., Çetkin, M., Turhan, B., & Sayın, S. (2017). Anatomy of cranial nerves in the first turkish illustrated anatomy manuscript. *Child's Nervous System*, *33*(11), 1855-1862.

Balogun, J. A., Onilari, O. O., Akeju, O. A., & Marzouk, D. K. (1993). High voltage electrical stimulation in the augmentation of muscle strength: effects of pulse frequency. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, *74*(9), 910-916.

Balogun, J. A., Onilari, O. O., Akeju, O. A., & Marzouk, D. K. (1993). High voltage electrical stimulation in the augmentation of muscle strength: effects of pulse frequency. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *74*(9), 910-916.

Baltacı, G., Bayrakçı Tunay, V., Beşler, A., & Ergun, N. (2006). Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi, ALP Yayınevi, 2. *Basım, Ankara*.

Banerjee, vd., (2010). Pitfalls of participatory programs: evidence from a randomized evaluation in education in ındia. *American economic journal: Economic Policy*, *2*(1), 1-30.

Barkana, R., & Joeb, A. (2005). A method for separating the physics from the astrophysics of high-redshift 21 centimeter fluctuations. *The Astrophysical Journal*, *624*(2), l65.

Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., ... & Okely, A. D. (2016). Correlates of gross motor competence in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, *46*(11), 1663-1688.

Barut, A., Tolga, T., E. K., Koçak, M. S., & Şenel, Ö., (2021). Spor bilimlerinde vücut kompozisyonunu değerlendirmek için kullanılan yöntemler. *Rol Spor Bilimleri Dergisi*, *2*(3), 80-89.

Basar, E. (2020). Reconfigurable intelligent surface-based index modulation: A new beyond MIMO paradigm for 6G. *IEEE Transactions on Communications*, *68*(5), 3187-3196.

Baskan, E. (2004). *Sağlıklı quadriceps femoris kasının kuvvetlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Baskan, M. B., & Pala, A. (2009). Determination of arsenic removal efficiency by ferric ions using response surface methodology. *Journal of Hazardous Materials*, *166*(2-3), 796-801.

Bax, l., Staes, F., & Verhagen, A. (2005). Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris?. *Sports Medicine*, *35*(3), 191-212.

Beaudreau, S. A., & Finger, S. (2006). Medical electricity and madness in the 18th century: the legacies of benjamin franklin and jan ıngenhousz. *Perspectives in Biology and Medicine*, *49*(3), 330-345.

Beaudreau, S. A., Finger, S., Finger, S., & Beaudreau, S. A. (2006). Medical electricity and madness in the 18th century: the legacies of Benjamin Franklin and Jan Ingenhousz. *Perspectives in Biology and Medicine*, *49*(3), 330-345.

Bergquist, A. J., vd., (2011). Neuromuscular electrical stimulation: implications of the electrically evoked sensory volley. *European Journal of Applied Physiology*, *111*(10), 2409-2426.

Bezerra, P., Zhou, S., Crowley, Z., Brooks, L., & Hooper, A. (2009). Effects of unilateral electromyostimulation superimposed on voluntary training on strength and cross-sectional area. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, *40*(3), 430-437.

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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(5), 1407-1413.

Booth, M. L., Hunter, C., Gore, C. J., Bauman, A., & Owen, N. (2000). The relationship between body mass index and waist circumference: implications for estimates of the population prevalence of overweight. *International journal of obesity*, *24*(8), 1058-1061.

Botter, A., vd.,. (2011). Atlas of the muscle motor points for the lower limb: implications for electrical stimulation procedures and electrode positioning. *European Journal of Applied Physiology*, *111*(10), 2461-2471.

Brooks, M. E., smith, E. M., & Currier, D. P. (1990). Effect of longitudinal versus transverse electrode placement on torque production by the quadriceps femoris muscle during neuromuscular electrical stimulation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *11*(11), 530-534.

Brown, D. A., & Miller, W.C. (1998). Normative data for strength and flexibility of women throughout life. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *78*(1), 77-82.

Coburn, J. W., Housh, D. J., Housh, T. J., Malek, M. H., Beck, T. W., Cramer, J. T., ... & Donlin, P. E. (2006). Effects of leucine and whey protein supplementation during eight weeks of

unilateral resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *20*(2), 284-291.

Coleri, S., Ergen, M., Puri, A., & Bahai, A. (2002). Channel estimation techniques based on pilot arrangement in ofdm systems. *Ieee Transactions on Broadcasting*, *48*(3), 223-229.

Cuissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1988). Muscle stretching and motoneuron excitability. *European journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *58*(1), 47-52.

Cusumano, D. L., & Thompson, J. K. (1997). Body image and body shape ideals in magazines: exposure, awareness, and internalization. *Sex Roles*, *37*(9), 701-721.

Çetin, E., Özdöl, P. Y., & Deniz, S. (2017). Tüm beden elektromiyostimülasyon uygulamasının farklı yaş gruplarındaki kadınlarda beden kompozisyonu üzerine etkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *15*(4), 173-178.

Çınarlı, F. S. (2016). *Somatotip özellikler açısından bazı motorik parametrelerin incelenmesi*, Master's thesis, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Davison, T.E., & Mccabe, M. P. (2005). Relationships between men's and women's body image and their psychological, social, and sexual functioning. *Sex Roles*, *52*(7), 463-475.

Delitto, A., & Snyder-mackler. (1990). Two theories of muscle strength augmentation using percutaneous electrical stimulation. *Physical Therapy*, *70*(3), 158-164.

Delitto, A., Strube, M. J., Shulman, A.D., & Minor, S. D. (1992). A study of discomfort with electrical stimulation. *Physical Therapy*, *72*(6), 410-421.

Doucet, B. M., lam, a., & Griffin, l. (2012). Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, *85*(2), 201.

Dudley, G. A., & Stevenson, S. W. (1992). *Use of electrical stimulation in strength and power training* (pp. 329-337). Boston: Blackwell Scientific.

Dudley, I., & Stevenson, R. J. (2016). Interoceptive awareness and its relationship to hippocampal dependent processes. *Brain and Cognition*, *109*, 26-33.

Enoka, R. M. (2002). Activation order of motor axons in electrically evoked contractions. *Muscle & Nerve*, *25*(6), 763-764.

Ergün, N., & Baltacı, G. (1997). Sportif Yaralanmalarda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri, 1. *Baskı. Ankara Ofset Fotomat*, *28*.

Eşrefoğlu, A. (2021). *Lumbar Disk Hernisi Olan Bireylerde Tüm Vücut Elektro Kas Uyarı Eğitiminin Denge, Ağrı, Fiziksel Uygunluk Parametreleri ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi: Karşılaştırmalı Çalışma* (Master's thesis, Eastern Mediterranean University (EMU)-Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ)).

Eurofit, C. O. E. (1993). handbook for the Eurofit test on physical fitness. *Strasbourg: Council of Europe*.

Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U., & Mester, J. (2011). Electromyostimulation—a systematic

review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(11), 3218-3238.

Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U., & Mester, J. (2012). Electromyostimulation—a systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(9), 2600-2614.

Fuentes, I, Cobos, A. R., & Segade, A. G. (1998). Muscle fibre types and their distribution in the biceps and triceps brachii of the rat and rabbit. *The Journal of Anatomy*, *192*(2), 203-210.

Galliven, E. A., Singh, A., Michelson, D., Bina, S., Gold, P. W., & Deuster, P. A. (1997). Hormonal and metabolic responses to exercise across time of day and menstrual cycle phase. *Journal of Applied Physiology*, *83*(6), 1822-1831.

Ghosh, M., & Singh, S. P. (2005). A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of it's by products. *Asian Energy Environ*, *6*(4), 18.

Gobbo, m., vd., (2011). Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation: influence of electrode positioning and stimulus amplitude settings on muscle response. *European Journal of Applied Physiology*, *111*(10), 2451-2459.

Gomez, l., Paillard, M., Thibault, H., Derumeaux, G., & Ovize, M. (2008). Inhibition of by postconditioning is required to prevent opening of the mitochondrial permeability transition pore during reperfusion. *Circulation*, *117*(21), 2761-2768.

Gondin, J., Cozzone, P.J., & Bendahan, D. (2011). Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes?. *European Journal of Applied Physiology*, *111*(10), 2473-2487.

Gondin, J., vd., (2011). Neuromuscular electrical stimulation training induces atypical adaptations of the human skeletal muscle phenotype: a functional and proteomic analysis. *Journal of Applied Physiology*, *110*(2), 433-450.

Gregory, C. M., & Bickel, C. S. (2005). Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical Therapy*, *85*(4), 358-364.

Guyton, A.C., Hall, J.E. (2005). Tıbbi fizyoloji. (13. baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi.

Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ.,(2013). Spor Fizyolojisi ve Performans Ölcümü, (3 baskı). Ankara: Gazi kitabevi

Haidar, S. G., Kumar, D., Bassi, R. S., & Deshmukh, S. C. (2004). Average versus maximum grip strength: which is more consistent?. *Journal of Hand Surgery*, *29*(1), 82-84.

Hainaut, K., & Duchateau, J. (1992). Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. *Sports Medicine*, *14*(2), 100-113.

Hamzaoğullari, A. (2009). *Çabuk kuvvet ve aerobik çalışmaların amatör futbolcuların kan lipidleri üzerine etkileri* (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Harbili, S. (1999). Kuvvet antrenmanın vücut kompozisyonu ve bazı hormonlar üzerine etkisi (Yüksek

Lisans Tezi). *Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Konya*.

Hartsell, H. D., & Kramer, J. F. (1992). A comparison of the effects of electrode placement, muscle tension, and isometric torque of the knee extensors. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *15*(4), 168-174.

Hather, B. M., Tesch, P. A., Buchanan, P., & Dudley, G. A. (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, *143*(2), 177-185.

Hazar, M. (8). *Haftalık Kuvvet Antrenmanlarının Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Erkek Öğrencilerinin Bazı Kan Hormon Düzeyleri Üzerine Etkisi* (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Ankara,(Doç. Dr. Kemal Tamer).

Henwood, T. R., Riek, S., & Taaffe, D. R. (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *63*(1), 83-91.

Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). Anthropometric method: applied body composition assessment. *Champaign: Human Kinetics*, 76-85.

Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren III, G. L., & Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of applied physiology*, *81*(5), 2173-2181.

Hindistan, İ. E., Orhan, İ., & Çanakcı, G. Sedanter Kadınlarda Tüm Beden Elektromyostimülasyonla Kombine Dinamik Kuvvet Alıştırmalarının Bazı Motorik Özellikler Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Eurasian Research in Sport Science*, *4*(2), 83-96.

Hortobágyi, T., Scott, K., Lambert, J., Hamilton, G., & Tracy, J. (1999). Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. *Motor control*, *3*(2), 205-219.

Jagmohan, S. (2011). *Manual of practical electrotherapy*. Jaypee Brothers Publıshers.

Kaçoğlu, C., & Kale, M. (2014). Elektriksel kas uyarılarına karşı tolerans gelişimi. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, *4*(1-2), 23-26.

Kaçoğlu, C., & Mehmet, K. (2019). Elektriksel kas uyarımlarının biyokimyasal, fizyolojik ve nöral mekanizması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *17*(1), 1-19.

Kale, R., (1993) *Sporda dayanıklılık sağlık, antrenman ve biyofizyolojik temelleri*, Alaş Ofset.

Karbek, K. (1990). Biyoloji. *Ant Yayınları, Ankara*, 69.

Kaya, F., & Erzeybek, M. S. (2016). Electrical muscle stimulation and its use for sports training programs: a review. *Recent Advances in Health Sciences*, 711.

Keller, T., & Kuhn, A. (2008). Electrodes for transcutaneous (surface) electrical stimulation. *Journal of Automatic Control*, *18*(2), 35-45.

Keller, T., & Kuhn, A. (2008). Electrodes for transcutaneous (surface) electrical stimulation. *Journal of Automatic Control*, *18*(2), 35-45.

Kemmler, W., Häberle, L., & Yon Stengel, S. (2013). Egzersizin yaşlı erişkinlerde kırık redüksiyonu üzerindeki etkileri. *Osteoporoz Uluslararası* , *24* (7), 1937-1950.

Kim, B., vd., (2018). Relationships between social support and student burnout: a meta-analytic approach. *Stress and Health*, *34*(1), 127-134.

Knaflitz, M., Merletti, R., & Deluca, C. J. (1990). Inference of motor unit recruitment order in voluntary and electrically elicited contractions. *Journal of Applied Physiology*, *68*(4), 1657-1667.

Knaflitz, M., Merletti, R., & Deluca, C. J. (1990). Inference of motor unit recruitment order in voluntary and electrically elicited contractions. *Journal of Applied Physiology*, *68*(4), 1657-1667.

Koşar, ş. N., & hazır, t. (1994). Wıngate anaerobık güç testinin güvenirliği. *Spor bilimleri dergisi*, *7*(4), 21-30.

Kraemer, W. J., & Spiering, b. A. (2006). Skeletal muscle physiology: plasticity and responses to exercise. *Hormone Research in Paediatrics*, *66*(1), 2-16.

Kraemer, W. J., Soylu, B. J., Clark, M. J., & Culver, B. W. (1987). Çok Kısa Dinlenme Periyotları ile Ağır Direnç Egzersizine Fizyolojik Tepkiler. *Int J Spor Med*, *8*(4), 247-52.

Kramer, J. F., & Mendryk, S. W. (1982). Electrical stimulation as a strength improvement technique: a review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *4*(2), 91-98.

Lake, D. A. (1992). Neuromuscular electrical stimulation. *Sports Medicine*, *13*(5), 320-336.

Lattier, G., Millet, G. Y., Martin, A., & Martin, V. (2004). Fatigue and recovery after high-intensity exercise Part II: recovery interventions. *International journal of sports medicine*, *25*(07), 509-515.

Lloyd, T., Domenıco, G., strauss, G. R., & Sınger, K. (1986). A review of the use of electro-motor stimulation in human muscles. *Australian journal of physiotherapy*, *32*(1), 18-30.

Ludwig, O., Berger, J., Becker, S., Kemmler, W., & Fröhlich, M. (2019). The impact of whole-body electromyostimulation on body posture and trunk muscle strength in untrained persons. *Frontiers in physiology*, *10*, 1020.

Lyons, G. M., vd., (2004). An investigation of the effect of electrode size and electrode location on comfort during stimulation of the gastrocnemius muscle. *Medical Engineering & Physics*, *26*(10), 873-878.

Maffiuletti, N. A., Gometti, C., 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. *International journal of sports medicine*, *21*(06), 437-443.

Malatesta, D. A. V. I. D. E., Cattaneo, F. A. B. I. O., Dugnani, S. E. R. G. I. O., & Maffiuletti, N. A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *The journal of strength & conditioning research*, *17*(3), 573-579.

Martinez-Lopez , EJ , Benito-Martinez , E. , Hita-Contreras , F. , Lara-Sanchez , A. ve Martinez-Amat , A. (2012). Genç atletlerde elektrostimülasyon ve plyometrik eğitim programının bir

kombinasyonunun atlama yüksekliği üzerindeki etkileri. *Spor Bilimi ve Tıbbı Dergisi* , *11* (4), 727.

McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of sport and exercise*. Human Kinetics

Miyamoto, A., Wake, H., Ishikawa, A. W., Eto, K., Shibata, K., Murakoshi, H., ... & Nabekura, J. (2016). Microglia contact induces synapse formation in developing somatosensory cortex. *Nature communications*, *7*(1), 1-12.

Munro, A. G., & Herrington, L. C. (2011). Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(5), 1470-1477.

Muratlı S, Kalyoncu O, Şahin G (2011). Antrenman ve müsabaka. Kalyoncu Spor Danışmanlık San.Tic.Ltd.Şti. (3.baskı) 429-459.

Muratlı, S. (2007). Antrenman bilimi yaklaşımıyla çocuk ve spor. *Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım*, 1-274.

Nething, J., Ringwald-Smith, K., Williams, R., Hancock, M. L., & Hale, G. A. (2007). Establishing the use of body mass index as an indicator of nutrition risk in children with cancer. *Journal Of Parenteral And Enteral Nutrition*, *31*(1), 53-57.

Osei-tutu, K.B., & Campagna, P. D. (2005). The effects of short-vs. Long-bout exercise on mood, vo2max., and percent body fat. *Preventive Medicine*, *40*(1), 92-98.

Paillard, T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports medicine*, *38*(2), 161-177.

Paillard, T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Medicine*, *38*(2), 161-177.

Parati, G., Ochoa, J. E., lombardi, C., & Bilo, G. (2013). Assessment and management of blood-pressure variability. *Nature Reiews Cardiology*, *10*(3), 143-155.

Peckham, P. H., & kKutson, J. S. (2005). Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. *Annual Review of biomedical Engineering*, *7*(1), 327-360.

Peckham, P. H., & Knutson, J. S. (2005). Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. *Annual Review of Biomedical Engineering*, *7*(1), 327-360.

Peebles, A. T., Renner, K. E., Miller, T. K., Moskal, J. T., & Queen, R. M. (2019). Associations between Distance and Loading Symmetry during Return to Sport Hop Testing. *Medicine and science in sports and exercise*, *51*(4), 624-629.

Petschnig, R., Baron, R., & Albrecht, M. (1998). The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *28*(1), 23-31.

Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, *4*(2), 92.

Pournezam, M., Andrews, B. J., Baxendale, R. H., Phillips, G. F., & Paul, J. P. (1988). Reduction of muscle fatigue in man by cyclical stimulation. *Journal of biomedical engineering*, *10*(2), 196-200.

Reid, D. C., Oedekoven, G., Kramer, J. F., & Saboe, L. A. (1989). Isokinetic muscle strength parameters for shoulder movements. *Clinical Biomechanics*, *4*(2), 97-104.

Reiman Micheal P, Manske Robert C. Functional testing in human performance,139 tests for sports, fıtness, and occupational settings. Human Kinetics. 2009;108-116

Richman, E. L., & Shaffer, D.R. (2000). "If you let me play sports" how might sport participation ınfluence the self-esteem of adolescent females?. *Psychology of Women Quarterly*, *24*(2), 189-199.

Rosner, B., Prineas, R., Loggie, J., & Daniels, S. R. (1998). Percentiles for body mass index in us children 5 to 17 years of age. *The Journal of Pediatrics*, *132*(2), 211-222.

Routsi, C., Gerovasili, V., Vasileiadis, I., Karatzanos, E., Pitsolis, T., Tripodaki, E., ... & Nanas, S. (2010). Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Critical care*, *14*(2), 1-11.

Schmitt, D., Bigard, O., Bresler, F., Molé, D., & Bernard, P. (1993). Résultats à long terme de deux composants cotyloïdiens non cimentés dans les prothèses totales de hanche. *International orthopaedics*, *17*(6), 357-364.

Selkowitz, D. M. (1985). Improvement in isometric strength of the quadriceps femoris muscle after training with electrical stimulation. *Physical therapy*, *65*(2), 186-196.

Seyfang, G., & Smith, a. (2007). Grassroots innovations for sustainable development: towards a new research and policy agenda. *Environmental Politics*, *16*(4), 584-603.

Sheffler, R., & Chae, J. (2007). Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation. *Muscle & nerve: Official Journal of The American Association of Electrodiagnostic Medicine*, *35*(5), 562-590.

Siders, W.A., Bolonchuk, W.W., & Jukaski, H. C. (1991). Effects of participation in a collegiate sport season on body composition. *The Journal Of Sports Medicine and Physical Fitness*, *31*(4), 571-576.

Siff, M. (1990). Applications of electrostimulation in physical conditioning: a review. *The Journal Of Strength & Conditioning Research*, *4*(1), 20-26.

Singh, J. (2005). Text book of electrotherapy. Jaypee Brothers.

Strauss, G. R., & Domenıco, G. (1986). Torque production in human upper and lower limb muscles with voluntary and electrically stimulated contractions. *Australian Journal of Physiotherapy*, *32*(1), 38-49.

Taradaj, J., vd., (2013). The effect of neuromuscular electrical stimulation on quadriceps strength and knee function in professional soccer players: return to sport after acl reconstruction. *Biomed Research İnternational*, *2013*.

Tarara, D. T., Hegedus, E. J., & Taylor, J. B. (2014). Real-time test-retest and interrater reliability of

select physical performance measures in physically active college-aged students. *International journal of sports physical therapy*, *9*(7), 874.

Taş, B. (2020). *Elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremite kasları üzerine olan etkileri* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Taşpınar, F. (2007). *Süperempoze elektrik stimulasyon tekniğinin sağlıklı kuadriseps femoris kasının fiziksel fonksiyonlarına etkisinin incelenmesi* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Tuncer, H., & Platzer, M. F. (2000). Computational study of flapping airfoil aerodynamics. *Journal of Aircraft*, *37*(3), 514-520.

Türker, A. (2018). Klasik antrenman ve super slow antrenman yöntemlerinin bazı fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisinin incelenmesi.

Vanderthommen, M., & Duchateau, j. (2007). Electrical stimulation as a modality to improve performance of the neuromuscular system. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *35*(4), 180-185.

Venable, M. P., Collins, M. A., O'Bryant, H. S., Denegar, C. R., Sedivec, M. J., & Alons, G. (1991). Effect of supplemental electrical stimulation on the development of strength, vertical jump performance and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *5*(3), 139-143.

Weineck, J., & Bağırgan, T. (2011). Futbolda kondisyon antrenmanı. *Çeviren: Bağırgan T. Spor Yayin evi ve Kitap evi. Spor kuramı*, *5*, 194-195.

Williams, J. G. P. (1985). Principles of Sports Medicine. *British Journal of Sports Medicine*, *19*(1), 33.

Wirtz, N., Wahl, P., Kleinöder, H., Wechsler, K., Achtzehn, S., & Mester, J. (2015). Acute metabolic, hormonal, and psychological responses to strength training with superimposed EMS at the beginning and the end of a 6 week training period. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, *15*(4), 325.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). Basic concepts of training theory. *Science and Practice of Strength Training*, 5.

Zeeshan, M., Nozari, V., Yagci, M. B., Isık, T., Unal, U., Ortalan, V., & Uzun, A. (2018). Core– shell type ionic liquid/metal organic framework composite: an exceptionally high co2/ch4 selectivity. *Journal of the american chemical society*, *140*(32), 10113-10116.

Zorba,E.(2009). Fiziksel aktivite ve fiziksel uygunluk.

EKLER

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/245-341 27.05.2021

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Kerim Yılmaz

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Sedanter Kadınlarda Elektriksel Kas Uyarımı Egzersizinin Alt, Üst Ekstremite ve Core Bölgesi Kuvvetlerine Etkisi** başlıklı OMÜ KAEK 2021/ 204 Karar nolu **Performans ölçüm testleri** nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 15.04.2021 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof.Dr.Ramis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ondokuz mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel:(0362)3121919/2782 -4576007 Omutaek@gmail.com
Eski Diş Hekimliği Fakültesi 2.Kat Atakum/SAMSUN

ÖZ GEÇMİŞ

Esra KORKMAZ, Kahramanmaraş Ticaret Meslek Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği bölümünden 28.06.2019 tarihinde mezun oldu. 2020 yılında OMÜ Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi. Esra KORKMAZ orta derecede İngilizce bilmektedir. (30.01.2023). Diğer Sertifikalar ;

Atletizm Antrenörlüğü

Basketbol İl Hakemi

Kurumsal Kimlik

Spor Etiği

Madde Bağımlılığı Ve Gençler

Çocuklarda Hareket Gelişimi

Sürat Koşularında Adım Frekansı Çalışmaları

Uzun Sprint Koşularında Antrenman Parametreleri

Medya ve İletişim

Fair Play

Müsabaka Öncesi Sıvı Tüketimi

Sürat Koşularında Postür

Atletizm de Beslenme Önerileri

Uzun Sprint Koşularında kuvvet Antrenmanı

Etkili Öğretmenlik Semineri

İletişim Bilgileri

ORCID ID : *https://orcid.org/0000-0003-4545-210X*

Yayınlar:

1- Korkmaz E., Ahlatcık, B., & Güzel N. 2022. Sedanter Kadınlarda Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası İzokinetik Kuvvet ve İpsilateral Kuvvet Oranlarının Değerlendirilmesi. 10. Uluslararası Hipokrat Tıp ve Sağlık Bilimleri Kongresi. 15-16 Aralık 2021 Sayfa: 170. Online – İstanbul (Özet-Sözlü Sunum)

2- Ahlatcık, B., Korkmaz E., & Güzel N. 2022. Kadınlarda Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Patella Femoral Açı ve Ayak Postür İndeksinin

Değerlendirilmesi. 10. Uluslararası Hipokrat Tıp ve Sağlık Bilimleri Kongresi. 16-17 Aralık 2021 Sayfa: 178 (Özet-Sözlü Sunum)

3- Akdemir, E., Yılmaz, A. K., Korkmaz, E., Yanık, B., Ahlatcık, B., & Topaloğlu, N. N. (2022). Do You Have Any Correlations Between Multidirectional Single Leg Hop Tests And Isokinetic Knee Strength In Athletes: A Control Study On Dominant And Nondominant Sides. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 760-769.