

**T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ BİLİM DALI**

**ELEKTRİK STİMÜLASYONU İLE DİNAMİK
KAS EGZERSİZLERİNİN ÜST EKSTREMİTE
KASLARI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Burak TAŞ

Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet BEYAZ

İSTANBUL, 2020

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ BİLİM DALI

ELEKTRİK STİMÜLASYONU İLE DİNAMİK
KAS EGZERSİZLERİNİN ÜST EKSTREMİTE
KASLARI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Burak TAŞ

Tez Danışmanı: Dr.Öğr. Üyesi MEHMET BEYAZ

İSTANBUL, 2020

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR YÖNETİMİ BİLİM DALI

Tezin Adı: **Elektrik Stimülasyonu İle Dinamik Kas Egzersizlerinin Üst Ekstremiteler Kasları Üzerine Olan Etkileri**

Öğrencinin Adı Soyadı: Burak TAŞ

Tez Teslim Tarihi:

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fehim COŞAN
Enstitü Müdürü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet BEYAZ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SOYAL

Üye

Doç. Dr. Osman ATEŞ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazıma kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi ve tez çalışması sırasında faydalandığım diğer tüm bilgi ve yorumlara da kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Burak TAŞ

TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK ONAYI

“Elektrik stimölasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremite kasları üzerine olan etkileri” adlı Yüksek Lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Burak TAŞ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet BEYAZ

Enstitü Yetkilisi

TEŐEKKÖR

Eğitim ve kariyerimde desteğini esirgemeyen Uğur CABA hocama, bana bilgi ve tecrübelerini sıkılmadan aktaran hocam Dr. Hakan AKDENİZ' e, tezimin danışmanlığını yürüten hocam Dr. Mehmet BEYAZ' a, çalışmalarımnda bana yardımcı olan iş arkadaşlarımdan başta Burak İÇLİ' ye, ardından Bilal DUGAL, Mesut BÖLÜKBAŐI ve Uğur KAYA' ya teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, 2019

Burak TAŞ



ÖZET

ELEKTRİK STİMÜLASYONU İLE DİNAMİK KAS EGZERSİZLERİNİN ÜST EKSTREMİTE KASLARI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Burak Taş

Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Beyaz

Ocak 2020, 49 sayfa

Bu araştırmada, elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma grubunu 6 ay antrenman geçmişı olan ve gönüllülük usulüne göre seçilen toplam 12 kişı oluşturmaktadır. Katılımcılara kişisel bilgi ve ölçüm formu ve yorgunluk şiddet ölçeği doldurtulmuştur. Kol çevre ölçümü, biceps ve triceps deri kıvrımı ve 1RM curl testi uygulanmıştır. Katılımcılar 6 kişilik olmak üzere kontrol ve deney gruplarına ayrılmışlardır. Kontrol grubundaki denekler sadece direnç egzersizleri uygulamıştır. Deney grubundaki denekler ise EMS ile direnç egzersizlerini bir arada uygulamıştır. 6 hafta boyunca haftada 3 seans olmak üzere aynı antrenman metodunu uygulamışlardır. 6 hafta sonunda testler ve ölçümler tekrarlanmıştır. Verilerin analizi SPSS sürüm 25.0 programı ile yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, grupların ilk ölçümleri ile son ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar arasındaki son ölçümlerin karşılaştırılmasında ise gelişim yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Ems, Direnç egzersizleri, Hipertrofi, Kuvvet.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF ELECTRICAL STIMULATION AND DYNAMIC MUSCLE EXERCISES ON UPPER EXTREMITY MUSCLES

Burak Taş

Department of Coaching Education
Science of Movement and Training

Thesis Supervisor: Research Associate Dr. Mehmet Beyaz

January 2020, 49 pages

In this research it was aimed to examine the effects of electrical stimulation and dynamic muscle exercises on the upper extremity muscles. The research group consists of 12 people with a 6-month training history and selected according to the volunteering method. The participants filled in the personal information and measurement form and the fatigue severity scale. Arm circumference measurement, biceps and triceps skin-fold and 1RM curl tests were made. The participants were divided into two groups of 6 people each. Control group had resistance exercises. Test group had resistance exercises with EMS. The participants continued the same way of exercising 3 times a week for 6 weeks. After 6 weeks, the tests and measurements were repeated. Data analysis were made by SPSS version, 25.0 programme. Research results show that there are significant differences between the tests and measurements made before and after the training period for both groups ($p<0,05$). Besides, there were no findings for a significant difference between the last measurements and tests of the two groups ($p>0,05$).

Keywords: EMS, Resistance Exercises, Hypertrophy, Strength

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK.....	
ONAY SAYFASI.....	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	iii
TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK ONAYI.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 İSKELET KASLARI.....	2
2.1.1 İskelet Kasının Yapısı.....	2
2.1.2İskelet Kası Tipleri.....	3
2.1.2.1 Tip 1 lifler.....	3
2.1.2.2 Tip 2A lifler.....	3
2.1.2.3Tip 2B lifler.....	3
2.1.3 Kas Çalışma Sistemi.....	4
2.1.4 Kas Kasılma Mekanizması.....	5
2.1.5 Kas Kasılma Tipleri.....	5
2.1.5.1 İzometrik kasılma.....	5
2.1.5.2 Konsantrik kasılma.....	5
2.1.5.3 Eksantrik kasılma.....	5
2.1.5.4 İzokinetik kasılma.....	6

2.1.6 Motor Birim.....	6
2.2 KOL KASLARI.....	7
2.2.1 Biceps Brachii.....	7
2.2.2 Coracobrachialis.....	7
2.2.3 Triceps Brachii.....	7
2.3 KASSAL KUVVET.....	7
2.3.1 Kuvveti Etkileyen Etmenler.....	8
2.3.2 Kassal Direnç Egzersizi.....	9
2.3.3 Kassal Hipertofi.....	10
2.3.3 Kas Lifinin Biyokimyasal ve Kompozisyonel Değişiklikleri.....	11
2.4 SİNİR SİSTEMİ.....	11
2.4.1 Merkezi Sinir Sistemi.....	12
2.4.2 Periferik Sinir Sistemi.....	12
2.5 ELEKTRİK STİMÜLASYONU.....	12
2.6 KASLARDA YORGUNLUK.....	13
2.6.1 Kas Yorgunluk Mekanizması.....	13
2.7 ENERJİ SİSTEMLERİ.....	14
2.7.1 Fosfojen Sistem.....	15
2.7.2 Glikolitik Sistem.....	15
2.7.3 Oksidatif Sistem.....	15
2.8 ANTRENMAN PROGRAMI TASARLAMA.....	16
2.8.1 Antrenman Programının Değişkenleri.....	17
2.8.2 Antrenman Prensipleri.....	18
2.8.3 Direnç Antrenmanlarında Program Dizaynı.....	19
2.9 FAZLA TAMLAMA.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1 ARAŞTIRMANIN AMACI.....	22
3.2 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	22
3.3 PROBLEM DURUMU VE ALT PROBLEMLER.....	22
3.4 EVREN VE ÖRNEKLEM.....	23
3.5 VERİ TOPLAMA ARACI.....	23
3.6 VERİLERİN TOPLANMASI.....	24

3.6.1 Boy ve Ağırlık Ölçümü.....	24
3.6.2 Kaliper ve Mezura Ölçümü.....	25
3.6.3 Kuvvet Testi.....	26
3.6.4 Antrenman Prosedürleri.....	26
3.6.4.1 Ağırlık çubuğuyla curl.....	27
3.6.4.2 DB curl.....	28
3.6.4.3 DB hammer curl.....	28
3.6.4.4 Cable curl.....	29
3.6.4.5 Cable push down.....	29
3.6.4.6 DB kick back.....	30
3.6.4.7 DB overhead triceps ekstansiyon.....	30
3.7 VERİLERİN ANALİZİ.....	30
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKÇA.....	41
EKLER.....	47
Ek A.1 Kişisel Bilgi ve Ölçüm Formu.....	47
Ek A.2 Yorgunluk Şiddet Ölçeği.....	48
Ek A.3 Maksimum Ağırlık Belirleme Çizelgesi.....	49

TABLÖLAR

Tablo 2. 1. Yorgunluğun Muhtemel Mekanizması.....	14
Tablo 3. 1. Antrenman Programı.....	27
Tablo 4. 1. Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri.....	32
Tablo 4. 2. Gruplar Arası İlk Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	32
Tablo 4. 3. Direnç Antrenmanı Yapan Gruptaki Katılımcıların İlk Ölçümleri ile Son Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	33
Tablo 4. 4. EMS ile Direnç Antrenmanı Yapan Gruptaki Katılımcıların İlk Ölçümleri ile Son Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	34
Tablo 4. 5. Gruplar Arası Son Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	35

ŞEKİLLER

Şekil 2. 1. Fazla Tamlama Döngüsü.....	20
Şekil 3. 1. Veri Toplama Araçları.....	23
Şekil 3. 2. Miha Bodytec Markalı 3.22 Versiyon Cihaz.....	24
Şekil 3. 3. Boy ve Ağırlık Ölçümü.....	24
Şekil 3. 4. Kaliper ve Mezura Ölçümü.....	25
Şekil 3. 5. Kuvvet Testi.....	26
Şekil 3.6. Ağırlık Çubuğuyla Curl.....	27
Şekil 3.7. DB Curl.....	28
Şekil 3.8. DB Hammer Curl.....	28
Şekil 3.9. Cable Curl.....	29
Şekil 3.10. Cable Push Down.....	29
Şekil 3.11. DB Kick Back.....	30
Şekil 3.12. DB Overhead Triceps Ekstansiyon.....	30

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ATP	: Adenozin Trifosfat
BIA	: Biyoimpedance Analizi
CP	: Kreatin Fosfat
DB	: Dambıl
EMS	: Electro Muscle Stimulation
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
NMES	: Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon
RM	: Repetition Maksimum
s.	: Sayfa no.
S	: Sayı
X	: Ortalama

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları üzerine olan etkilerinde bir farklılığının bulunup bulunmadığını ortaya koymaktır. Fitness; fiziksel uygunluk, zindelik anlamına gelmekle birlikte farklı araştırmacılar tarafından çeşitli tanımlamalarda bulunulmuştur. Mell Stiff fitness için verilen bir ödevi en güvenli ve en etkili şekilde yapabilme yetisi olarak tanımlamıştır (Stiff 2002). Mathews ise fiziksel uygunluğu kassal gayret harcayarak bireyin üzerine düşen görevi yapabilme kapasitesi olarak tanımlamaktadır (Mathews 1973). İlk fiziksel uygunluk programları “sağlıklı olmak için fiziksel aktivite gereklidir” ilkesiyle ABD’ de oluşturulmuştur. Fiziksel aktivenin sağlık için elzem olduğu fikriyle eğitimciler ve doktorlar, okul müfredatlarında fiziksel eğitimin yer almasını sağlamışlardır. Blair 1989 yılındaki incelemesinde fiziksel uygunluk seviyesi ile ölüm oranları arasında bir ilişki tespit etmiştir. Araştırmasında fiziksel uygunluk seviyesi yükseldikçe ölüm oranlarının azalmakta, fiziksel uygunluk seviyesi düştükçe ise ölüm oranlarının arttığını göstermiştir (Zorba 2001, s.47). Fiziksel uygunluk seviyesini arttırabilmek adına aerobik ve anaerobik çalışmalar yapılabilir. Uygulanan direnç egzersizleri anaerobik egzersiz çeşitlerinden birisi olarak gösterilebilir (Kraemer 1994).

Direnç egzersizleri kişinin vücut fonksiyonlarını geliştirmesine, yüksek kuvvet üretebilmesine ve beden görseiliğinin düzelmesine yardımcı olabilmektedir (Kraemer 1994). Direnç egzersiz eğitimleri kum torbaları, hidrolik veya kablolu makinalar, halter, sağlık topları, direnç lastikleri, elektrik stimülasyonu ya da izokinetik yöntemler gibi çok çeşitli yollarla gerçekleştirilebilir.

Elektrik stimülasyonu da kas kuvvetlendirme çalışmalarında sıklıkla kullanılabilen bir yöntemdir (Stackhouse 2007; Petterson 2006). Nöromüsküler dokuya elektriksel uyarı verilerek kasta kontraksiyon oluşturulması 18. Yüzyıldan beri uygulanmaktadır. Kasa uygulanan elektrik stimülasyonu, direnç egzersizlerinin etkilerine benzer bir şekilde kaslarda kan dolaşımını, maksimal kuvveti ve kassal dayanıklılığı geliştirmektedir (Bax vd. 2005).

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İSKELET KASLARI

İskelet kaslarının temel görevi, iskelet sisteminde meydana gelecek pozisyon değişikliklerinden sorumlu olmasıdır. İskelet kasları vücudun hareket etmesinden ve vücudun duruşunu kontrol etmekten sorumludur. Vücudun hareket etmesi, ayakta durması ve vücut birimlerinin birbirleri arasındaki eşgüdümlü çalışma iskelet kasları sayesinde meydana gelir. İnsan vücudunda 600' den fazla iskelet kası bulunmaktadır. İskelet kasları, tendonlar ile kemiklere sıkı bir biçimde bağlıdır. Tendon, kemik ile kas arasındaki bağlantıyı sağlar. Tendonlar kasılabilme özelliğine sahip fibröz dokulardan oluşmaktadır. Kasların aksine, tendonların kapillenme oranları azdır. Kasın kemiğe yapıştığı başlangıç noktası, bir de sonlanma noktası vardır. Başlangıç noktasına origin, bitiş noktasına ise insersiyon denir. Kas kasıldığı sırada kasın origin ve insersiyon noktaları birbirine yaklaşır ve bu esnada kasılma gerçekleşir. Bir kas birden fazla kemiğe yapışabilir. Birden fazla kemiğe yapışabilen kaslar, vücutta farklı eksen ve farklı düzlemlerde hareket gerçekleştirebilir. İskelet kaslarının isimlendirilmesi farklı özelliklere göre gerçekleşir. Kaslar bulundukları bölgeye göre isimlendirilebilir. Gluteal bölgede bulunan gluteus maximus kası buna örnektir. Fonksiyonlarına göre de isimlendirilebilmektedir. Kalçaya adduksiyon yaptırmasıyla bilinen adduktör longus kası buna örnektir. Kaslar şekillerine göre de isimlendirilir. Omuzdaki deltoideus kası omuzu örten bir delta şeklindedir. Fibrillerin yönüne göre isim alan kaslara da rectus abdominis örnek olabilir. Rectus kelimesi düz anlamına gelmektedir. Abdominal bölgede düz uzanan kas anlamından isimi gelmektedir. Kasın bölüm ya da baş sayısına göre isimlendirilmesine örnek olarak biceps femoris veya biceps brachii örnek verilebilir. Biceps iki anlamındadır ve uyluk ya da kolda bulunan çift başlı kası ifade eder. Bunların dışında kaslar bağlantı noktalarına, derinde ya da yüzeyde bulunuşuna, uzun ya da kısa oluşuna, hangi bölgeye ne yaptırdığına göre de isimlendirilmektedir.

2.1.1 İskelet Kasının Yapısı

İskelet kası silindirik bir yapıdadır. 50 ile 100 µm çapında ve uzunluğu 1 mm'den 41 cm ye kadar değişebilen dokulardır. Kas lifleri çok sayıda miyofibrilden oluşur. Miyofibriller

sarkolemma adı verilen bir zarın içinde yer alır. Miyofibriller aktin, miyozin, titin ve nebulin filamanlar içeren sarkomerden oluşur. Lifler endomisyum denilen bir zarla kaplanarak lif demetlerini oluşturur. Lif demetleri bir araya gelerek epimisyum denilen zarla çevrilerek kasları oluştururlar. Kasın çevresi fasya adı verilen dokuyla sarılıdır. Tüm bu biçimlenme kasın kendisini oluşturur. (Nordin and Frankel 2012).

2.1.2 İskelet Kası Tipleri

2.1.2.1 Tip 1 lifler

Kırmızı lifler olarak bilinir. Kırmızı lifler olarak bilinmesinin sebebi içeriğindeki kapillenme oranının ve miyoglobin seviyesinin yüksek olmasıdır. Yavaş kasılabilen oksidatif liflerdir. Mitokondri sayıları fazladır ve miyoglobin içerir. İçerdiği miyofilaman sayısı azdır ve kasıldıkları esnada ürettikleri kuvvet düşüktür. ATP sentezini oksijen yardımı ile aerobik yolla mitokondri içerisinde gerçekleştirir. Bu kas tipleri kasılma sırasında yorulmaya karşı dayanıklı kaslar oldukları için uzun süre kasılabilme özelliğine sahiptir. Uzun süre kasılabilmelerine rağmen üretilen kuvvet azdır. Düşük uyarım eşiğine sahiptir. Dayanıklılık isteyen hareket ve egzersizlerde, vücut bu kas tipini kullanılır. İskelet sisteminin ayakta durması ve günlük hareketlerinden sorumlu olan kaslar çoğunlukla tip 1 liflerden oluşmaktadır. Bu lif tipleri, dayanıklılık içeren mesafe koşularında, uzun mesafe yüzme ve bisiklet aktivitelerinde yoğunlukla kullanılmaktadır (Taşpınar 2007).

2.1.2.2 Tip 2A lifler

Hızlı kasılabilen oksidatif liflerdir. Bu kas lifleri mekanizma olarak hızlı çalışmasına rağmen, enerjiyi aerobik olarak elde eder. Bu tip liflerin içerdikleri mitokondri ve miyoglobin seviyeleri yüksektir. Tip 2a liflerinin çevresi çok sayıda kılcal damar ile sarılmıştır. Tip 1 liflerle kıyaslandığında, yorulmanın gerçekleşmesi daha hızlı meydana gelir (Akdeniz 2014; Guyton 2007).

2.1.2.3 Tip 2B lifler

Hızlı kasılabilen glikolitik liflerdir. Bu kas lifleri hacimce büyüktür ve bu lifler kasıldıklarında yüksek kuvvet oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Bu lifler hızlı kasılıp yüksek kuvvet üretmelerine rağmen kasılabilme süreleri kısadır. Enerjiyi anaerobik yolla sağlarlar. Glikojen depolarının seviyeleri yüksektir. Oksijene ihtiyaç duymadıkları için

liflerin çevrelerindeki kılcal damar sayısı azdır. Düşük mitokondri ve miyoglobin seviyelerine sahiptirler. Yüksek uyarım eşliğine sahiptir. Yüksek miktarda kuvvet üretir (Guyton 2007).

Tip 2 lifler beyaz lifler olarak bilinir. Bunun nedeni ise çok fazla kapillenme ve miyoglobin içermemeleridir. Vücutta hareketi ve yüksek kuvveti üreten kaslar büyük çoğunlukla tip 2 liflerdir (Hale 2003).

2.1.3 Kas Çalışma Sistemi

İskelet kasları bağ dokudan oluşan tendonlar ile kemiklere tutunurlar. Kemiklere tutunan kaslar kasılarak hareketi oluşturur. İskelet kasları birbirinden bağımsız olarak kasılmaktadırlar. Eklem çevresinde gerçekleşen birbirinden farklı işlevi olan çeşitli kaslar aracılığı ile hareket gerçekleştirilmektedir. Ağıştırma sırasındaki uygulanan süre ve sinerjist kaslar birbirleri ile koordineli olarak çalışırlar. Agonist kaslar hareket sırasında birincil kas olarak görev alırken, sinerjist olarak adlandırılan kaslar ise yardımcı işlevini görmektedirler. Antagonist kaslar ise oluşan hareket esnasında, agonist kaslara karşı hareket eden kaslar olarak bilinir. Agonist ve antagonist kaslar arasında gerçekleşen karşılıklı etkileşim direkt olarak hareketin niteliğine etki etmektedir. Sıradan görünen bir hareket dahi iki farklı türdeki kasların koordineli biçimde çalışmasıyla oluşur. Birincil görev alan kaslar, hareketin ortaya çıkmasını sağlayan öncelikli sorumlu olan kaslardır. Biceps curl hareketi uygulanırken birincil kas grubu biceps brachii iken antagonist olarak triceps kası da hareketin uygulanabilmesi için hareket esnasında gevşer ve denetleyici olarak rol oynar.

Çekiş çizgisi; kasın üzerinden uzunlamasına geçerek kasın başlangıç ve bitiş noktasını birbirine bağlayan hayali bir çizgiyi ifade eder. İlgili kas grubunda fizyolojik ve mekanik olarak en yüksek verimliliğe ulaşmak isteniyorsa, hareket bu hayali çizgi üstünde gerçekleştirilmelidir.

Dengeleyici ya da sabitleyici kaslar genellikle küçük boyutlu kaslardır. İzometrik kasılma sağlayarak kemiklere tutunmuş halde ya da sabitlenerek, birincil görev alan kaslar hareketi oluştururken sağlam hareket temelini oluştururlar. Dengeleyici bir kas, aynı vücut bölümünün ya da başka bir bölümün kasları da olabilmektedir. Bu sayede vücudun diğer bölümlerindeki kaslarında sabitleyicileri olarak görev yapabilmektedirler (Bompa 2014, s.18).

2.1.4 Kas Kasılma Mekanizması

Beyinde oluşturularak gelen elektriksel uyarım ile oluşan aksiyon potansiyeli, motor nöron boyunca hareket ederek kas dokusuna ulaşır. Kas dokusunda var olan her sinir ucundan asetilkolin salgılanır. Kas lifi zarında bölgesel bir etki gösteren asetilkolin, zardaki asetilkolin kapılı kanalları açar. Asetilkolin kanallarının açılmasıyla birlikte kas lifi zarından çok miktarda sodyum iyonunu içeri geçer. Bunun birlikte kas lifinde aksiyon potansiyeli başlamış olur. Bu süreçle aksiyon potansiyeli tüm sarkolemma boyunca ilerler. Kas lifine yayılan aksiyon potansiyeli, sarkoplazmik retikulumda depolanan kalsiyum iyonlarının miyofibrillerde serbest kalmasına neden olur. Serbest kalan kalsiyum iyonları miyozinin aktin üzerinde kaymasını sağlar. Devamında kalsiyum iyonları sarkoplazmik retikuluma geri gönderilir. Yeni bir aksiyon potansiyeli miyofibrile ulaşana kadar burada depolanır. Kalsiyum iyonlarının uzaklaştırılması ile kasılma sonlanır (Guyton 2007).

2.1.5 Kas Kasılma Tipleri

Miyofibril kasılması ya da aktivasyonu ile kaslarda 4 çeşit kasılma meydana gelir.

2.1.5.1 İzometrik kasılma

Kasın boyu kasılma esnasında değişmez. Statik bir kasılmadır. Kas boyunda değişim meydana gelmezken geriliminde ise artış yaşanır. Bir nesneyi sabit pozisyonunda tutarken ve iskelet sisteminin derin noktalarındaki kaslarda meydana gelen kasılma şekli izometrik kasılma olarak adlandırılır. Bütün doğal kasılmaların başlangıcını izometrik kasılmalar meydana getirir (Ergen vd. 2002).

2.1.5.2 Konsantrik kasılma

Kasın boyu hareket esnasında kısalır. Kasılma esnasında eklem açısı küçülür. Kas bir yüke karşı koyarken ya da hareket ettirirken kas boyu kısalır. Mekanik bir iş yapılmış olur. Bir cismi bir yerden bir yere kaldırmak bu kasılma türüyle gerçekleştirilir. Bu kasılma tipinde iş, yer çekimine karşı yapıldığından, kasılma pozitifdir (Akman ve Karataş 2003).

2.1.5.3 Eksantrik kasılma

Kasın boyu hareket esnasında uzar. Kas boyu hareket sırasında uzarken geriliminde ise artış meydana gelir. Kasılma esnasında eklem açısı büyür. Diğer kasılma tiplerine kıyasla

daha fazla kuvvet üretilir ve kuvvet kazanımı daha çoktur. Bu kasılma tipinden sonra kasta meydana gelen hasar, diğer kasılma tiplerine göre daha fazla oluşur. Merdiven inme, yokuş aşağı inme hareketlerinde quadriceps femoris kasının uzayarak hareket etmesi bu kasılma tipiyle gerçekleşir. Bu kasılma tipinde iş, yer çekimine doğru yapıldığından, kasılma negatiftir (Akdeniz 2014; Ergen 2002).

2.1.5.4 İzokinetik kasılma

İzokinetik kasılma özel cihazlar yardımı ile uygulanır. Bireyin istemli olarak gerçekleştirebileceği bir kasılma değildir. Bu kasımda hareket boyunca yüksek gerilim sabit şekilde devam ettirilir. Tüm hareket açıklığı boyunca sabit bir hızla yapılan kasımdır. Cybex, biodex, minigym adlı cihazlar bu kasılma tipinde kullanılan en tanınmış cihazlardandır (Tuncer 2000).

2.1.6 Motor Birim

İskelet kaslarının fonksiyonel unsuru motor birimdir. Motor birim tekil motor nöronları ve sinir sisteminin dahil olduğu tüm diğer kas liflerini içerir. Motor birim kasta bağımsız olarak kasılma özelliği olan en küçük birimdir. Beyinden nöronlar aracılığı gelen uyarım kasa ulaştığında tüm kas lifleri bu uyarıma tepki verir. Motor birimde yer alan liflere ileti gittiğinde bu lifler ya kasılır ya da kasılmazlar. Kasılan lif ya en yüksek seviyede kasılır ya da hiçbir kasılma gerçekleşmez. Buna karar veren duysal sinirlerdir. Motor birimde yer alan kas liflerinin sayısını kasın ihtiyaç seviyesiyle ilgilidir. Hareket edecek kaslar küçük olduğunda buna bağlı olarak motor biriminde karşıladığı lif sayısı azalır. Hareketi oluşturacak kas ne kadar büyük olursa devreye girecek lif sayısı da o derecede artar. Çok hassas hareketler oluşturan göz kasları bir düzineden çok daha az lif sayısı içerirken kaba bir hareket içeren uyluk kası bin ile iki bin arasında kas lifi içerebilir. Motor birimler içerisindeki lifler birleşik olmamasına rağmen diğer liflerle birlikte kas içerisinde düzensiz şekilde bulunurlar. Bu sayede bir motor birime uyarı geldiğinde uyarılan – kasılan kasın miktarı da büyük olur. Sinir sisteminde var olan motor birimler uyarıldığında, kasın kasılma gerçekleştirmesiyle de daha büyük kuvvet oluşturulur. Motor sinirlerin olduğundan fazla uyarılması amacıyla harekete geçen bu ilave motor birimler işlevsel olarak takviye olarak adlandırılır (Nordin and Frankel 2012)

2.2 KOL KASLARI

2.2.1 M. Biceps Brachii

Kol bölgesinin öz yüzünde bulunan bir kastır. Bu kas pazı kası olarak da bilinir. Biceps brachii kası 2 adet baştan oluşur. Bu başlar long head ve short head olarak adlandırılır. Kasın başlangıç (origin) noktası scapula kemiğinde bulunur. Bitiş (insersiyon) noktası ise ön kol kemiğine tutunarak konumlanır. Ön kolun en kuvvetli supinatör görevini biceps brachii kası üstlenir. Biceps brachii kola ve ön kol bölgesine fleksiyon yaptırmakla görevlidir. Bunun yanında ön kola dışa rotasyon (supinasyon) yaptırır.

2.2.2 M. Coracobrachialis

Kol bölgesinin iç tarafında bulunan bir kastır. Coracobrachialis kasının başlangıç (origin) noktası scapulanın coracoid bölümünde bulunur. Bitiş noktası ise humerus kemiğinin medial yüzeyinde bulunur. Küçük bir kastır. Kola fleksiyon (bükülme) yaptırmakla görevlidir. Ayrıca kolun adduksiyonuna da yardımcı olmaktadır.

2.2.3 Triceps Brachii

Kolun arka bölgesinde yer alır. Bu kasın üç başlı yapısı vardır. Bu başlar long head, medial head, lateral head olarak adlandırılır. Triceps kasının başlangıç noktası her parçada farklı konumlanmıştır. Long head başlangıcı scapulanın infraglenoid tubercle yerinden, lateral head başlangıcı humerusta radyal oluğun üstünde, medial head başlangıcı ise humerusta radyal oluğun altında bulunmaktadır. Bu üç baş tendonlaşıp olecranonunda son bularak kasın bitiş noktasını oluşturur. Triceps brachii kola ve ön kola ekstansiyon yaptırır.

2.3 KASSAL KUVVET

Kassal kuvvet, sinir kas sisteminin dışarıdan gelen bir dirence karşılık, kas içinde bir gerilim yaratabilme yeteneğidir. Bir başka tanımlamayla ise, kasın bir dirence karşı kasılması ya da dirence karşı oluşturulan kasılmanın ölçüsünün korumasını ifade eden bedensel bir kabiliyettir (Sevim 2002). Kaslar merkezi sinir sisteminin kontrolü altında faaliyete geçtiklerinden kuvveti yalnızca kasın bir fonksiyonu olarak değil, sinir-kas ilişkisinin bir sonucu olarak değerlendirmek gerekir. Kassal kuvveti geliştirmek için belli bir antrenman prensipleri bulunmaktadır. Bu beceriyi geliştirmek amaçlı yapılan direnç egzersizlerinde yapılan tekrar sayıları bireyin 1RM' si üzerinden hesaplanarak

oluşturulur. 1RM bireyin kuvvetinin yüzde 100'ünü kullanarak maksimum kaldıracabildiği 1 tekrar sayısını ifade eder. Bireyin 1 tekrarda kaldıracabildiği maksimum ağırlığı artırabilmek için yapılan maksimal kuvvet antrenmanlarında 1RM' nin yüzde 85' i ile yüzde 100' ü şiddetinde 1-6 aralığında tekrar sayıları kullanmak en iyi sonucu verecektir.

2.3.1 Kuvveti Etkileyen Etmenler ve Kassal Uygunluk

Kuvveti etkileyen etmenler arasında en önemli olan unsur harcanan enerjidir. Kasılma esnasında devreye giren fibrillerin sayısı, fibrillerin uzunluk ve yorgunluk durumu, iskelet sisteminin mekanik yapısı kasılmayı etkiler. Fibrilin çokluğu kuvvetin göstergesidir. Esneyen kasta harcanan kuvvet daha fazladır. Kuvvetli kas daha geç yorulacaktır. Kas uygunluğunda dikkat edilmesi gereken unsurlar vardır. Bunlar yaş, cinsiyet, yağların yakımı ve fibril yapısıdır.

Cinsiyet; 12 ile 14 yaşlarına kadar cinsiyete göre karşılaştırıldığında, erkek çocuklar kız çocuklarından daha az kuvvetlidir. Sonraki yaşlarda erkekler kuvvetlenerek devamlı bir artış göstereceklerdir. Bu, ergenlikteki erkeklerin cinsiyet hormonu olan testosteron seviyesinin kızlara göre 10 kat daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Testosteron kasların daha hızlı gelişimini sağlayan anabolik bir hormondur. Aynı zamanda yüksek testosteron daha saldırgan tutumlu antrenman yapmayı da sağlayabilir.

Vücut yağlarının yakımı; genç kadınlar erkeklerle karşılaştırıldığında iki kat daha yağlı bir vücuda sahiptir. Yağsız vücut ağırlıklarına bakıldığında erkeklere oranla bacak kuvvetlerindeki eksiklik az iken kol kaslarındaki eksiklik yüzde 30 civarındadır. Bacak kuvveti söz konusu olduğunda benzerlik vardır. Kas çevresinin her santimetre karesine 4 ile 6 kilogramlık bir kuvvet etki eder. Ancak kas kütlesini hesaplamak için kas çevresiyle birlikte deri altı yağını ve kemik yoğunluğunu da hesaplamak gerekmektedir.

Yaş; kuvvet 20 yaşlarında en üst seviyeye erişir ve 55 yaşlarından sonra gittikçe azalan bir yönelim izler. Bu süreç; kötü ve yetersiz beslenme alışkanlıkları, sedanter yaşam şekli, düzensiz hayat tarzı gibi faktörlere bağlı olarak hızlanabilir. Ergenlik öncesi antrenman sinir sistemindeki değişikliklere bağlı olarak gelişme gösterir. Ergenlik sonrası ise antrenmanda kas dokusu ile sinir sistemindeki değişiklikler iç içedir. Bu yüzden testosteron seviyesinde yaşla beraber azalma meydana gelir. Yaşça büyük olan kişilerde sinirsel değişikliklerde meydana gelmektedir. Beslenme şekli ve egzersiz ile kuvvet her yaşta geliştirilip, korunabilir.

Kas fibrillerinin yapısı; yavaş ve hızlı kasılan kas lifleri kuvveti etkileyen etmenlerden birisidir. Büyük ve hızlı kasılmalarda fast twitch fibriller önemli bir rol oynarken, yavaş ve uzun süreli kasılmalarda slow twitch fibriller rol alır. Antrenmana katılım ile kas hacmi artırılabilir.

Teknik; fizyolojik olarak normal bir kaldırma eyleminde kas kasılırken, potansiyelinin yüzde 30' unu kullanır. Antrenmanla geliştirilen kas potansiyeli vücudun kasları daha doğru kullanmasını sağlar. İyi bir teknik kullanarak potansiyelin yüzde 80' inin kullanımı öğrenilebilir (Zorba 2001, s.148)

2.3.2 Kassal Direnç Egzersizi

Direnç egzersizleri, sıklıkla kassal kuvvet ve dayanıklılığı geliştirmede kullanılır. Kullanılan enerji sistemi açısından değerlendirildiğinde, anaerobik egzersiz çeşitlerinden birisi olarak gösterilebilir. Uygulamada kullanılan eğitim programları, bireyin aktivitesi ile birlikte bedensel işlevleri geliştirmekte, yüksek kuvvet üretebilmekte ve bedensel görüntünün düzenlenmesinde yardımcı olmaktadır. Direnç egzersizi eğitimi izokinetik, izometrik ve izotonik gibi çeşitli kasılma yöntemleriyle gerçekleştirilebilir. Hidrolik sistemler, egzersiz istasyonları, kum torbası, dambıl, halter, sağlık topu, direnç lastiği ekipmanları direnç egzersizlerinde kullanılmaktadır.

Sağlıklı bireylerde direnç egzersizi programlarının neticelerinde gerçekleşen değişiklikler şu şekilde sıralanmıştır:

- Kas kuvveti ve dayanıklılığı artar.
- Kemik yoğunluğunda artar.
- Kan basıncında artış meydana gelir.
- Kandaki kötü kolesterol seviyesinin düşmesine ve iyi kolesterol seviyesinin artmasına yardımcı olur.
- Vücut imajını düzenler.
- Kardiyopulmoner fonksiyonlar gelişir (Coll and Stewart 1996).

Direnç egzersizleri, kas-protein dengesinde önemli bir etkiye sahiptir. Kaslar mekanik olarak aşırı yüklendiğinde ve gerekli besin maddeleriyle yenilenme gerçekleştiğinde kas proteinlerinde artış meydana gelir. Direnç egzersizleri neticesinde kasta belli bir travma,

hasar yaratılır. Bu hasarı gidermek için vücudun ihtiyaç duyduğu besinler sağlanır ve dinlenme gerçekleştirilir. Bunun neticesinde kuvvetlenme ve kassal hipertrofi sağlanır (Schoenfeld 2016).

2.3.3 Kassal Hipertrofi

Giderek artan yüklerle yapılan egzersizler sonucu kas gelişir ve enine kesit yüzeyi büyür. Bu büyümeye kassal hipertrofi denir (Akgün 1992). Kassal hipertrofi çalışmaları yağsız kas kütlesi artışını sağlayarak atletik bir görünüm sağlar. Kuvvet ve güç gibi yüksek şiddet içeren antrenmanlar için de büyük önem arz eder.

Kassal hipertrofi çoğunlukla az ve orta sayıda tekrarlar ile oluşturulan ve şiddetinde kademeli olarak artış yapılan direnç egzersiz programları ile gerçekleştirilir. Kas hasarı yapılan direnç egzersizinde gerçekleşen konsantrik, eksantrik ve izometrik kasılma çeşitlerinden en çok eksantrik kasılma sırasında gerçekleşir. Düşük tekrar sayıları ile yüksek ağırlıklar kullanılarak yapılan çalışmalar, kassal hipertrofi çalışmalarında sıklıkla kullanılsa da kas hacmini arttırmak için en verimli sonucu verememektedir. Bu çalışmalar kassal hipertrofiden ziyade daha çok kas kuvvetini ve gücünü arttırmayı sağlar (Baechle 2008).

Hipertrofi amaçlı yapılan direnç egzersizlerinde, hem tip-1 hem de tip-2 kaslar aktif olarak çalışmaktadır. Yapılan çalışmalar, en yüksek seviyede kassal hipertrofinin gerçekleşebilmesi için iki tip kas lifinin de gelişmesi gerektiğini göstermiştir (Tesch vd. 1984). Bu direnç egzersizlerinde 1RM'nin yüzde 67'si ile yüzde 85'i arasında bir şiddet kullanılmaktadır. Kas kütlesinin artması için uygulanan 6-12 aralığındaki tekrar sayıları tip1 ve tip2 kas liflerini aktif etmekte ve kassal hipertrofi için en verimli sonucu vermektedir (Tesch and Larsson 1982). Yapılan çalışmalarda, kas hipertrofisi antrenmanlarında setler arası dinlenme süresinin 1-2 dakika aralığında olması gerektiğini ifade edilmiştir (Kraemer 1994). Bunun sebebi olarak, harcanan enerjinin yenilenme süresiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Kaslar içerisinde depolanmış olan ATP + CP antrenman sırasında harcanır. Harcanan bu ATP + CP' nin 1-2 dakika içinde bu yüzde 70' i yenilenir (Fox 1988, s. 34).

Fleck ve Kraemer araştırmalarının sonucunda, her kas grubu için hafta içerisinde 3 seanslık çalışma yapılarak en yüksek verime ulaşabileceğini ifade etmiştir. Araştırmalar göstermiştir ki antrenmanlar arasında gerekli toparlanma ve yenilenmenin sağlanabilmesi

için 48 saate kadar bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır (Zorba 2001, s. 156; Kraemer 1994; Fleck 1983). Yapılan kassal hipertrofi antrenmanları sonucunda vücutta birçok değişiklik ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler şu şekilde sıralanabilir;

Kasın enine kesit yüzeyi artar.

Kas içi mitokondri sayısı artar.

Kas içi glikojen rezervleri artar.

Trigliserid deposu artar.

Kas içi gerçekleşen metabolik sistemlerin hızı ve etkinliği yükselir (Kayserilioğlu 1996).

2.3.4 Kas Lifinin Biyokimyasal ve Kompozisyonel Değişiklikleri

-Kasta bulunan CP (kreatin fosfat), ATP ve glikojen kontrasyonlarında artış meydana gelir.

-Glikolitik enzimlerin aktivitelerinde artış meydana gelir veya değişiklik olmaz.

-ATP dönüşümünde değişiklik olmaz ya da çok az olur.

-Aerobik sistemde yer alan krebs döngüsünde küçük ama önemli değişiklikler meydana gelir.

-Hızlı ve yavaş kasılan fibrillerde değişiklik oluşmaz.

-Hücre içindeki mitokondri yoğunluğunda, miyofibrillerin ve sarkoplazmik hacmin artışından dolayı azalma görülür.

-Süratli kasılan hipertrofi liflerin, süratli kasılan liflerin ve yavaş kasılan liflerinin alanının arttığının delilidir (Fox 1988, s.127)

2.4 SİNİR SİSTEMİ

Sinir sistemi çevremizle olan bağlantımızı sağlar. Aynı zamanda organlarımızın ve iskelet sistemimizin fonksiyonlarını koordine eder. Alınan farklı uyarılar karşısında motor bir hareketle ya da kimyasal salgılama yoluyla organizmanın ortak yanıtını düzenler. Endokrin sistemle birlikte hareket ederek vücut homeostazını korur. Sinir sistemi temelde merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi olarak iki bölüme ayrılır.

2.4.1 Merkezi Sinir Sistemi

Beyin ve omurilikten oluşur. Bu iki bölüm beynin dorsal boşlukları olan kafatası boşluğu ile omurga kanalı içinde yer alır. Merkezi sinir sistemi, vücut içinden ya da dışından alınarak duyuusal sinirlerle getirilen uyarıları alan, değerlendiren ve gerekli emirleri ilgili dokulara veya organlara motor sinirlerle gönderen sinir sistemi bölümüdür.

2.4.2 Periferik Sinir Sistemi

Uyarıları periferden merkezi sinir sistemine veya merkezi sinir sisteminden periferiye taşır. Beyinle bağlantılı olan 12 çift kafa siniri ve omurilik ile bağlantılı olan 31 çift spinal sinir, duyu organları ve diğer organlarla olan bağlantıyı sağlar.

Periferik sinir sistemi, somatik ve otonom sistemi olmak üzere ikiye ayrılır. Somatik sinir sistemi spinal ve kranial; otonom sinir sistemi ise sempatik ve parasempatik sinir lifleri tarafından oluşturulur. Somatik sinir sistemini, isteğimiz doğrultusunda çalışan iskelet kasları ile ilgili yapılar oluşturur. Otonom sinir sistemini düz kaslar, kalp kası ve salgı bezleri gibi isteğimiz dışında fonksiyon gören yapılar meydana getirir.

2.5 ELEKTRİK STİMÜLASYONU

Günümüzde kassal kuvveti arttırmak için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en temeli direnç egzersizleri olmasına rağmen, elektrik stimülasyonu da çok yaygın şekilde kullanılmaktadır (Taşpınar 2007). Kaslara elektriksel akım uygulanarak kasta kontraksiyon alınmasıyla yapılan kassal eğitime Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon denilir. Kas dokusu üzerinde bulunan motor sinir aksonlarına dışardan iletilen uyaran ile aksiyon potansiyeli oluşumu sağlanır ve kas kontraksiyonu elde edilir (Boyacı 2015).

Elektriksel etki ile çalışmalar çok eskiye dayanmaktadır. Luigi Galvani ve Alessandro Volta elektriğin etkisini 1700'li yılların sonlarında hayvanların kas ve sinirleri üzerinde incelemişlerdir. Daha sonrasında da hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar devam etmiştir (Cajavilca 2009).

Elektrik Stimülasyonu (ES) iskelet kaslarında oluşan hastalıklarda, kas kuvvetlendirmede, kemik kırıklarının iyileşmesinde, ağrıları azaltmada, eklem hareket açıklığını arttırma, kas atrofisi ve kas dejenerasyonunun önlenmesinde kullanılmaktadır. NMES ortopedik ve nörolojik olarak rehabilitasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır

(Boyacı 2015). NMES' in asıl kullanım amaçlarından biri, maksimal istemli kontraksiyonda devreye giren motor ünite sayısından daha fazla motor ünite sayısını devreye sokmaktır. Paillard ve arkadaşları elektrik stimülasyonu kullanılarak elde edilen kontraksiyonda istemli kas kontraksiyonuna kıyasla çok daha fazla motor ünitenin aktif olabileceğini söylemektedirler (Paillard vd. 2005).

ES kasta direnç egzersizlerinin etkilerine benzer olarak kas içi kan dolaşımını, kasın maksimal kuvvetini ve kassal dayanıklılığı geliştirebilmektedir. Elektrik stimülasyonu cihazları günümüzde çok sayıda bulunmaktadır (Bax vd. 2005). Bu cihazlar taşınması kolay, fazla yer kaplamayan, konforlu ve güvenilir olmaları sonucunda geniş bir kullanıcı kitlesi vardır.

2.6 KASLARDA YORGUNLUK

Yorgunluk; ihtiyaç duyulan kuvvet ve enerji çıkışını sürdürmede, yetersizlik sonucu düşük iş niteliği ortaya çıkartan durum olarak tanımlanmıştır (Maassen and Schneider 1997). Temelde kas yorgunluğunun fizyolojik sebebi, kas içerisindeki ATP – CP depolarının azalması, kas glikojen rezervlerinin azalması olarak gösterilebilir. Bunlarla birlikte kas liflerine yetersiz kan akışı ve buna bağlı olarak oksijen eksikliği de sebep olabilir (Fox 1988, s. 98).

2.6.1 Kas Yorgunluk Mekanizması

MSS (Merkezi sinir sistemi) ve bölgesel kas yorgunluğunun mekanizması net olarak bilinmese de kas yoruldukça, kasta bölgesel aksaklıklar sensör sinirler yardımı ile beyine aktarılır. Beyin motor sistemdeki sinir hücrelerine kısıtlayıcı sinyaller gönderir. Bu da kasların iş yapabilme seviyesini azaltır. Bu iş yapabilme seviyesi dinlenme ile artar ve yorgunluk azalır (Fox 1988, s. 100).

Tablo 2. 1. Yorgunluğun Muhtemel Mekanizması

Yorgunluğun Bölgesi	Muhtemel Mekanizma
1. Kas – Sinir Sistemi	a) Sinir uçlarındaki asetilkolin salgısının azalması b) Laktik asit yığılmasından dolayı sarkoplazmik retikulumun kalsiyum iyonlarının gönderiminin azalması
2. Kasılma Mekanizması	c) ATP ve CP kaynaklarının azalması d) Kas glikojen rezervlerinin azalması e) Kandaki oksijen miktarının azalması
3. Merkezi Sinir Sistemi	f) Beynin motor sistemlerini durdurmak için gönderdiği inhibitör sinyaller kasların iş fonksiyon kapasitelerini azaltır. (Kas yorgunluğu başladığı zaman)

(Fox 1988, s. 100).

2.7 ENERJİ SİSTEMLERİ

İnsan vücudu, hareket etmek, vücudunun sıcaklığını korumak ve vücuttaki biyolojik ve kimyasal aktiviteleri yerine getirmek için enerjiye gereksinim duyar. Enerjinin ortaya çıkabilmesi için tüketilen protein, karbonhidrat, yağların metabolize olması gereklidir. Bunun sonucunda ATP denilen yüksek enerjili birleşik oluşturulur. İnsan vücudunda istemli ya da istemsiz üretilen tüm mekanik işler için ATP gereklidir. Üretilen ATP, kaslarda depo edilerek, kaslara verilen bir uyarı sırasında hareketin üretilmesi için enerjiyi sağlar.

Egzersiz söz konusu olduğunda aerobik ve anaerobik metabolizma terimleri sıklıkla kullanılır. Oksijensiz olarak gerçekleştirilebilen enerji mekanizmasına anaerobik enerji sistemi denir. Oksijene dayalı olarak gerçekleştirilen enerji mekanizmasına aerobik enerji sistemi denir. Fosfojen ve glikolitik sistemler anaerobik sisteme dahildir. Krebs döngüsü, elektron transfer sistemi ve oksidatif sistem aerobik enerji sistemine dahildir.

Karbonhidrat, yağlar ve proteinlerden sadece karbonhidratlar oksijensiz olarak enerji vermede kullanılabilir. Vücut proteinleri enerji elde etmede değil, yapım süreçlerinde kullanmayı tercih eder. Ancak gerekli durumlarda proteinlerden de enerji elde edilir.

Kaslar içerisinde ATP yenilenmesi için 3 tane temel enerji sistemi bulunmaktadır. Bunlar fosfojen sistem, glikolitik ve oksidatif sistemdir.

2.7.1 Fosfojen Sistem

ATP ve kreatin fosfat (CP) denilen yüksek enerjili fosfat molekülünün parçalanmasıyla enerji edilen sistemdir. Fosfojen sistemde enerji üretebilmek için oksijen gerekmez ve laktik asit üretilmez. Kısa süreli ve yüksek şiddetli aktivitelerde kullanılır. Az tekrarlı direnç egzersizleri veya 100 metre koşularında kullanılan enerji sistemi fosfojen sistemdir. Bu sistem şiddeti düşük ya da yüksek olmasına bakmadan her egzersizin başlangıcında aktif olur.

2.7.2 Glikolitik Sistem

Anaerobik laktik sistem adıyla da bilinir. Bu sistemde oksijen kullanılmadan glikojenlerin hızlı bir şekilde anaerobik glikoliz ile parçalanarak enerji elde edilir. Fosfojen sisteme göre üretilen enerjinin kapasitesi daha yüksektir. Direnç egzersizlerinde orta tekrar sayılı yüklenmelerde veya 400 metre koşularında bu sistem kullanılır. Anaerobik glikolizle elde edilen enerjinin yan ürünü olarak laktik asit elde edilir. Üretilen bu laktik asit daha sonrasında Cori döngüsüyle tekrar enerji vermede kullanılır. Laktik asit yoğun egzersizlerin başlangıcında üretilerek, kas içinde birikmeye başlar ve yorgunluğa sebep olur. Biriken laktik asit, oksijenli ortamda düşük şiddetli egzersizler ile kaslardan uzaklaştırılabilirler. Laktik asit yeterli düzeyde oksijenlendiğinde, kaslarda ve karaciğerde ATP üretimi için kullanılır. Yoğun egzersiz sonrasında oluşan ağrı laktik asitten kaynaklandığı zannedilse de çoğunlukla karıştırılan bir durumdur. Egzersizin yoğunluğundan kaynaklı olan bu ağrılar gecikmiş kas ağrısı diye bilinmektedir.

2.7.3 Oksidatif Sistem

Oksidatif enerji sistemi en kompleks olan enerji sistemidir. Bu sistemin oksijen yardımı ile kullanılır. Proteinler, karbonhidratlar ve yağlar oksidatif sistem ile kullanılabilir. Yakıtın parçalanması için vücudun enerjiyi oksijen kullanarak dönüştürme sürecine hücresel solunum denilmektedir. Bu sistemde ATP üretimi mitokondri içerisinde

gerçekleşir. Aerobik enerji sistemi sayesinde uzun süre boyunca kassal enerji için ATP üretimi sağlanabilir. Enerji sistemleri sıralı bir biçimde çalışır. Hiçbiri bağımsız olarak hareket çalışmaz. Proteinler, aerobik egzersizler için yakıt görevinde kullanılabilmesine rağmen, iyi beslenen bireylerde birincil enerji kaynağı karbonhidratlar ve yağlardır. Bununla birlikte egzersizlerde karbonhidratların ve yağların kullanılması, gerçekleştirilen egzersizin şiddetine göre değişebilmektedir.

2.8 ANTRENMAN PROGRAMI TASARLAMA

Kassal hipertrofi ya da kuvvet antrenmanı yapan bireylerin hedeflerine en verimli şekilde ulaşabilmeleri için belli kavramlar gereklidir. Etkili bir program tasarımı için şu aşamalar uygulanmalıdır:

Gerekli kuvvet biçiminin saptanması; kuvvetin gelişimi, evrelere bölünerek kişinin ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde hazırlanmalıdır. Geliştirilmesi amaçlanan kuvvetin türüne ve 1RM düzeyine göre hareketlerin tekrar ve set sayılarının ne olacağına karar verilmelidir. Kuvvet kazanma amacıyla hareket eden sporcular ve kassal hipertrofi gerçekleştirmek isteyen sporcular için gerekli tekrar – set sayıları uygulanmalıdır.

Alıştırmaların seçilmesi; ilk olarak amaçlanan agonist kas ya da kaslar belirlenmelidir. Ardından bireysel ihtiyaçlara uygun olarak, bu kasın ya da kasların gelişimini en etkili biçimde sağlayabilecek egzersizlerin seçimi yapılmalıdır. Bireyin ihtiyaçları farklı etkenlere göre değişebilmektedir. Kişinin antrenman geçmişi, mevcut vücut şekli ana unsurlardandır. Bireyin kuvvetli ya da kuvvetsiz yönleri veya kas grupları arasındaki şekil ya da kuvvet oranları bu etkenlerdendir. Egzersizlerin seçilmesi, antrenman evrelerine göre değişebilmektedir. Uygulanacak hareketler, bulunulan evreye göre çeşitlenebilmektedir.

Maksimal kuvvet testi; her egzersizin, 1RM yüzdeleri kullanılarak düzenlenmesi gerekir. Egzersizlerde 1RM kullanarak şiddetlerin belirlenmesi etkili bir periyotlama için gereklidir. Her egzersiz için 1RM belirlemesi mümkün olmasa dahi temel birincil kaslar için önem taşıyan egzersizlerde belirlenmesi gerekmektedir. Egzersizlerde bireyin yüzde 100 şiddetindeki kaldırabilecek ağırlığı bulmak için bir başka seçenek ise 3RM ya da 5RM değeri bulunarak maksimum ağırlık belirleme çizelgesinden 1RM değerini bulmaktır.

Güncel antrenman programının geliştirilmesi; bu aşamadayken bir önceki aşamalarda bilinmesi ve uygulanması gereken verilerden yola çıkarak, güncel antrenman programı

geliştirilmelidir. Her antrenman evresinde geliştirilecek programlar farklı olması gerekmektedir. Kuvvet, kas kütlesi arttırmak için antrenmanların yükü kademeli olarak arttırılmalıdır. Antrenmanların zorluğu şu yöntemlerle arttırılabilir; yüklenmeyi arttırma, dinlenme süresini azaltma, tekrar sayısını arttırma veya set sayısını arttırma.

1RM yeniden belirleme; son olarak 1RM yeniden belirlemek için tekrar bir test yapılır. 1RM üzerinde gerçekleşecek her gelişme, bir anlamda da ilerlemenin göstergesi sayıldığından, kuvvet düzeyini değiştirmek ya da yeni yüklenmelerin şiddetlerini belirleyebilmek için her evrenin başlangıcında 1RM belirlenmesi gerekmektedir (Bompa 2014, s.49).

2.8.1 Antrenman Programının Değişkenleri

Bir uzman tarafından antrenman programı, egzersizin değişkenleri dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Bu değişkenler şunlar:

Antrenman sıklığı; antrenmanın birim sürede hangi sıklıkla yapılacağını belirtir. Antrenman sıklığı, antrenmanın hacmi ve şiddeti ile ters orantılıdır. Az zorlayıcı antrenmanlar, kaslarda daha az mikro travma üretir, dokuların yenilenmesi için daha az zaman gerekir. Uygulanma sıklığı arttırılabilir. Zorlayıcı antrenmanlar, kaslarda daha fazla travma oluşturur. Dokuların yenilenme süresi daha uzundur. Optimum sonuç alınmak istendiğinde daha az sıklıkla antrenman yapılmalıdır.

Egzersiz seçimi; bireyin deneyimini ve egzersiz tekniğini, aktivite veya fizyolojik taleplerini ve hareket paternlerini, ekipmanların ulaşılabilirliğini ve zamanın uygunluğunu söz önüne almayı gerektiren karmaşık bir süreçtir. Çok sayıda direnç egzersizi seçilimi yapılırken en sık başvurular metotlar, vücudun bölgelerine, işlevine ve ilgili branşa uygun egzersiz seçimleridir.

Antrenman kapsamı; her birim antrenmanda belli miktar çalışma gerçekleştirilir. Antrenman süresi içinde yapılan çalışmaların tamamı antrenman kapsamı olarak isimlendirilmektedir.

Egzersiz şiddeti; egzersizde kullanılan maksimum direncin yüzdesidir. Egzersizin şiddetiyle antrenmanın kapsamı ters orantılıdır. Şiddeti yüksek olan antrenmanların kapsamı düşük, şiddeti düşük olan antrenmanların kapsamı yüksektir.

Egzersizizin temposu; gerçekleştirilen hareketin hızı olarak tanımlanabilir. Set boyunca yapılan tekrarların hızıdır.

Dinlenme aralığı; iki egzersiz arasında ya da aynı egzersizin setleri arasındaki yenilenme periyotunu ifade etmektedir. Dinlenme aralığının uzunluğu bireyin antrenman hedefine, kondisyon durumuna ve gerçekleştirdiği iş yüküne bağlıdır. Şiddet arttıkça kaslardaki enerjiyi yenilemek için daha uzun dinlenme aralığına gereksinim duyulur.

2.8.2 Antrenman Prensipleri

Etkin bir direnç antrenman programı oluşturabilmek için bir takım prensipler göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Programlar, prensipler doğrultusunda oluşturulmadığı takdirde; bireyi hedefine ulaştırma, egzersiz yapma istikrarı ve sakatlıkların önlenmesi durumlarında olumsuz sonuçlar oluşabilmektedir. Bu prensipler şu şekilde sıralanmaktadır:

Özgüllük prensibi; etkin bir direnç antrenmanı programının temel yönüdür. Antrenmanın özgüllüğü, bireyi antrenman ile hedeflerine ulaştırmak amacıyla kendisine özgü olarak oluşturulan bir program ile antrene olmasını ifade etmektedir.

Progresif aşırı yükleme prensibi; progresyon ve aşırı yükleme prensiplerinin bir arada kullanılmasıyla ortaya çıkmış bir kavramdır. Aşırı yük prensibi, vücutta fizyolojik gelişme sağlamak amacıyla yeni bir uyarana gereksinim duyulduğunu ifade eder. Progresyon prensibi, devamlı fizyolojik gelişme sağlamak amacıyla kademeli olarak sürekli daha fazla uyaran verme ihtiyacını ifade eder. Progresif aşırı yükleme prensibi genel olarak; antrenman sırasında insan vücudunun karşılaştığı zorlanmanın kademeli olarak arttırılması anlamına gelerek bu antrenman prensibi ile plato evrelerinden kaçınılabılır.

Antrenman değişimi prensibi; uyaranların optimum seviyede kalmasını sağlamak amacıyla zaman içerisinde antrenman değişkenlerinde değişiklik yapılmasını ifade etmektedir. İnsan vücudu streslere çabuk bir şekilde uyum sağlar. Bu nedenle uzun süreli adaptasyonlar elde etmek için uygun antrenman programları önem taşımaktadır. Bu ilkenin uygulanabilmesinin en iyi yolu, belirli zamanlarda kazanılmak istenen kondisyonel kazançları optimize etmek için antrenman programlarının dönemlenmesidir. Antrenman programındaki değişiklikler geliş güzel olmamalı ve antrenman faktörlerinin sıralaması uygun olmalıdır.

Progresyon prensibi; hedeflenen performans seviyesine ulaşabilmek için antrenman şiddetini kademeli olarak arttırmak gerekmektedir. Birey uygulanan antrenmana uyum sağladığında, antrenmanın şiddeti kademeli olarak arttırılmalıdır. Kademeli artış doğru şekilde uygulanırsa, uzun süreçli kazanımlar elde edilebilir.

2.8.3 Direnç Antrenmanlarında Program Dizaynı

Etkin ve güvenli bir direnç antrenman programı tasarlarken özel hedefler dikkate alınarak antrenman değişkenleri düzenlenmelidir. Bireylerin ön hazır bulunmuşlukları, teknik ve kuvvet yeterlilikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Değerlendirmeler sonucunda bireyin ne sıklıkla antrene edileceği, egzersiz türleri, yük, set, tekrar ve dinlenme unsurları hakkında karar verilerek direnç antrenman programı tasarlanabilir.

İlk tanışma ve direnç antrenman program seviyesinin belirlenmesi; bireyin mevcut durumu ve antrenman geçmişini belirlemek, geliştirilecek antrenman programında önemli bir yere sahip olacaktır.

Temel direnç antrenman hedefi; program tasarlanmasından önce bireyin antrenman hedeflerini belirlemek oldukça önemlidir. Bireysellik ilkesine uygun olarak bireyin hedeflerine ulaşabilmesi için belirli yollar ile antrene edilmesi gerekir. 4 adet temel direnç antrenman hedefi vardır. Kassal dayanıklılık, hipertrofi, kassal kuvvet ve kassal güç bu 4 temel hedefi oluşturur.

Kassal dayanıklılık; belli zaman diliminde submaksimal bir dirence karşı, tekrarlayan bir şekilde kasların kasılabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Kassal dayanıklılık programlarında kullanılan yük az olurken tekrar sayıları yüksektir. Dayanıklılık antrenmanlarında tip 1 kas liflerinin gelişimi hedeflenir. Bunun sonucunda daha geç yorgunluk ve daha hızlı toparlanma olur. Kassal dayanıklılık aynı zamanda hipertrofi, kuvvet ve güç gibi şiddeti yüksek çalışmalar için temel niteliğindedir.

Hipertrofi; kas fibrillerinin enine kesit alanındaki artışı ifade eder. Bu artış, aktin ve miyozin filamentlerin hem sayısında hem de boyutundaki artış ile gerçekleşir. Bununla beraber kaslardaki büyüme ile kuvvet arasında pozitif bir ilişki vardır. Kassal hipertrofi, düşük ve orta düzey sayılabilecek tekrarlar ile hazırlanmış kademeli olarak arttırılan direnç egzersiz programı ile elde edilir. Kaslarda oluşan hasar, dinlenme - yenilenme ile onarılır. Kasılma tipleri arasından en çok eksantrik kasılma esnasında meydana gelir. Tip 2 kas lifleri tip 1 kas liflerine göre daha fazla hipertrofi olur. Gerçekleştirilen direnç

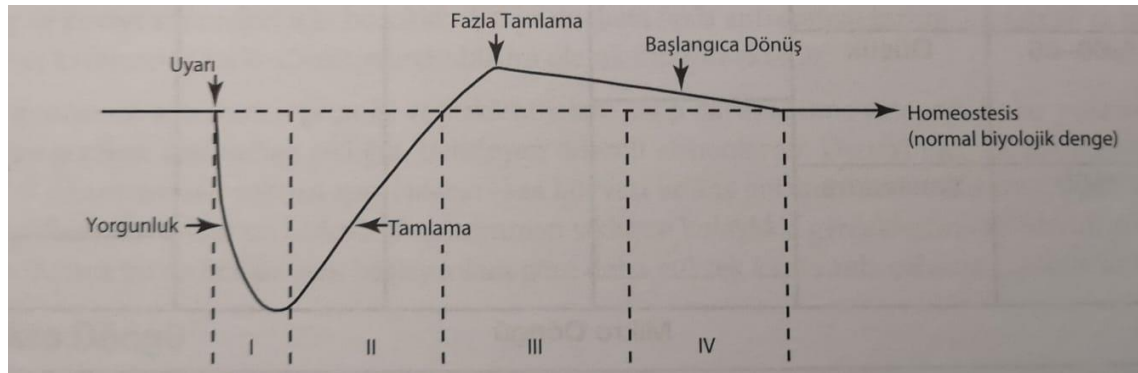
egzersizinden sonra 24 saat ile 48 saat arasında bir sürede toparlanma gerçekleşir. Kassal hipertrofi kuvvet ve güç gibi yüksek şiddet içeren çalışmalar için alt birim niteliğindedir.

Kassal kuvvet; kuvveti bir kas fonksiyonu olarak değil, kas - sinir ilişkisinin bir sonucu olarak düşünmek gerekir. Kademeli olarak arttırılan bir direnç programı ile kuvvet arttırılabilir. Direnç egzersizlerinde, yük arttıkça devreye giren motor ünite sayısı da artar. Ayrıca kademeli olarak arttırılan direnç programı, kassal büyümeyi sağlayarak kuvvetin artmasına katkı sağlar. Kuvvet programları, dayanıklılık ve hipertrofi çalışmalarına kıyaslandığında daha ağır yükler kullanılarak yapılır. Uygulanan tekrar sayıları düşüktür. Bu nedenden dolayı kuvvet çalışmalarından önce, dayanıklılık ve hipertrofi çalışmaları yapılmış olması gerekir.

Kassal güç; sportif performansı arttırmak isteyen bireyler veya sporcular için hazırlanır. Sportif performansın arttırılmasında önemli bir yere sahiptir. Kassal güç, kuvvet ve hızın bir ürünüdür. Kassal güç hedefi için öncelikle kuvvet çalışmaları yapılmış olması gereklidir.

2.9 FAZLA TAMLAMA

Fazla tamlama psikolojik ve fizyolojik olarak gerçekleşen uyarılma seviyesinin en yüksekte olduğu ve ideal olarak yüksek şiddetteki bir antrenmandan 1 gün önce oluşan durumdur. Bu durum, yüklenme ve dinlenme arasındaki üst düzeyde bir zamanlama ile elde edilir. Zamanlamada meydana gelecek hatalar, elde edilmiş olan üst düzeydeki kazanımların kayıp edilmesine ve dolayısıyla da günlük antrenman birimlerinin yetersiz olarak uygulanmasına sebep olmaktadır.



Şekil 2. 1. Fazla Tamlama Döngüsü

Normal koşullarda uygun dinlenme ve beslenme, bireyin dengeli (homeostaz) durumda olması sağlanmaktadır. şekilde gösterildiği gibi belirgin olarak yorgunluk, antrenman sırasında ve antrenmanın bitiminin hemen sonrasında ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu yorgunluk, yakıt rezervlerinin boşalmasına, aktif olarak kaslarda laktik asit birikimine ve psikolojik sorunlara neden olmaktadır. st düzeyde bir antrenman gerçekleştirme düzeyinde de düşmeler homeostaz durumunda değişimlere sebep olmaktadır. Bunun sonucunda da, yağ asitlerinin tükenmesi ile kas katabolizmasının ortaya çıkmaktadır. Aktif olan kaslara glikoz taşıma hızını yükselten insülinin kandaki değeri azalmaktadır. Antrenmanın sonu ile bir sonraki antrenmanın başlangıcı arasındaki süreçte enerji kaynaklarının tamamlanması gerçekleşir. Eğrinin homeostaza gelişi, boşaltılan rezervlerin dolması saatler sürdüğünden, yavaş ve aşamalı olarak gerçekleşmektedir. 2 yüksek şiddetteki antrenman arasında kalan sürede dinlenme doğru planlanırsa, enerji kaynakları tam olarak doldurulabilir, oluşan hasarlar tamir edilebilir. Bu süreç fazla tamlamayı oluşurmaktadır (Bompa 2014, s.59).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 ARAŞTIRMANIN AMACI

Direnç egzersizleri günümüzde profesyonel sporcularda hem de sedanter kişiler için önemli bir ihtiyaçtır. İnsanlar fizyolojik ve görsel özelliklerini geliştirmek amacıyla direnç egzersizine yönelmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte egzersizlerde alternatifler de artmıştır. Elektrik stimülasyonu da bu alternatiflerden biridir. Yaygın kullanılan elektrik stimülasyonu yönteminin giderek daha da geniş kitlelere ulaşmasından dolayı araştırmamızın konusu olmuştur. Bu araştırmada, elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

3.2 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Elektrik stimülasyon kullanımının yaygınlaşması, rehabilitasyon ve performans arttırmak için uygulamaların artması bu alandaki araştırmaları gerekli kılmıştır. Direnç egzersizlerinin; kas kuvveti ve kütlelerinde artış, deri altı yağ dokusunda azalma gibi etkileri bilinmektedir. EMS'nin direnç egzersizleri ile birlikte kullanımının, yalın direnç egzersizlerine kıyasla ne derece katkı sağlayacağı merak konusudur. Araştırmada kassal hipertrofi, kuvvet, deri altı yağı ve yorgunluk parametreleri ölçüldüğünden, bu alanda yapılmış ve yapılacak olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda kassal hipertrofi çalışan sporculara da yön verecektir.

3.3 PROBLEM DURUMU VE ALT PROBLEMLER

Araştırmada verilen probleme cevap aranacaktır:

“Elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları üzerine olan etkileri nelerdir?”

Bununla birlikte araştırmada, aşağıda verilen alt problemlere yanıt aranacaktır:

- **S1:** EMS ile yapılan dinamik kas egzersizlerinin kol çevre ölçüsüne etkileri ne düzeydedir?

- **S2:** EMS ile yapılan dinamik kas egzersizleri kol bölgesinin maksimal curl kuvvetine ne derecede etki etmektedir?
- **S3:** EMS ile birlikte yapılan direnç egzersizlerinin deri altı yağı kaybına ek bir etkisi var mıdır?
- **S4:** EMS ile birlikte yapılan dinamik kas egzersizlerin yorgunluk seviyesine etkisi nedir?
- **S5:** EMS ile yapılan direnç egzersizleri ile yalın direnç egzersizlerinin üst ekstremitte kasları üzerine olan etkileri arasında istatistiksel olarak fark var mıdır?

3.4 EVREN VE ÖRNEKLEM

Araştırmamızın grubunu Pendik Kurtköy Spor Kompleksi Bay fitness üyeleri ve Yeşilköy FitLab stüdyosunun üyeleri oluşturmaktadır. 6 ay antrenman geçmişi olan ve gönüllülük usulüne göre seçilen toplam 12 katılımcı araştırma grubunu oluşturmaktadır. Katılımcılar her grupta 6 katılımcı olacak şekilde 2 gruba ayrılmıştır.

3.5 VERİ TOPLAMA ARACI

Araştırmamızda veri toplamak için kişisel bilgi ve ölçüm formu, yorgunluk şiddet ölçeği, vücut ağırlığı için baskül, kol çevresi ölçme amacıyla cm cinsinden elastik olmayan mezura, maksimal kuvvet testi içi dambıl ve deri kıvrımını ölçmek için skinfold kaliper kullanılmıştır. Katılımcılar 6 kişilik olmak üzere deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Kontrol grubuna direnç egzersizleri, deney grubuna ise EMS ile birlikte direnç egzersizleri yaptırılmıştır. Her iki gruba da aynı antrenman modeli uygulanmıştır. Gruplara haftada 3 seans olmak üzere 6 haftalık egzersiz uygulatılmıştır.



Şekil 3. 2. Veri Toplama Araçları

3.6 VERİLERİN TOPLANMASI

Araştırma verileri, araştırmacının kendisi tarafından toplanmıştır. İlk olarak katılımcılara konuyla ilgili genel bilgiler verildikten sonra, antrenman geçmişi olan kişilerden gönüllülük esasına göre seçilmiştir. Araştırmaya dahil olan katılımcılar ön test – son test şeklinde karşılaştırılmıştır. Katılımcılara kişisel bilgi ve ölçüm formu ve 7’li likert tipi yorgunluk şiddet ölçeği doldurtulmuştur. EMS ile direnç egzersizi yapan katılımcıların olduğu grupta Miha Bodytec markalı 3.22 sürümlü elektrik stimülasyon cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3. 2. Miha Bodytec markalı 3.22 sürüm cihaz

3.6.1 Boy ve Ağırlık Ölçümü

Araştırmada katılımcıların boyları çıplak ayakla, duvara monte edilmiş ADE marka MZ10023 model teleskopik boy ölçerle ölçülmüştür. Katılımcıların ağırlıkları POLAR marka 1G modelli baskülle ölçülmüştür.



Şekil 3. 3. Boy ve Ağırlık Ölçümü

3.6.2 Kaliper ve Mezura Ölçümü

Deri altı yağını ön test ve son test karşılaştırmasında body impedance analyzer (BIA) kullanılmamıştır. Yapılan çalışmalar sonrasında BIA ölçümlerinin her zaman tutarlılık göstermediği ve birçok faktöre göre değişebildiği ifade edilmiştir (Radley vd. 2009; Lichtenbelt vd. 2004; Stiff 2002). Deri altı dokunun ölçümü için Carevas markalı skinfold kaliper kullanılmıştır. Kol bölgesinin orta hizasından biceps ve triceps bölümlerinden deri kıvrım kalınlıkları ölçülmüştür. Ölçüm 3 kez alınıp ortalaması alınarak mm. cinsinden kaydedilmiştir. Ardından elastik olmayan bir mezura ile kolun orta hizasından çevre ölçümü yapılmıştır (Otman vd. 1995).



Şekil 3. 4. Kaliper ve Mezura Ölçümü

3.6.3 Kuvvet Testi

Test öncesi bireylere 10 dakika ısınma koşusu uygulatılmış, kendi ısınma hareketlerini uygulamaları istenmiştir. Katılımcılardan, ayakta dambıl curl hareketiyle en az 3 en çok 5 tekrar yapabilecekleri bir ağırlıkla curl yapmaları istenmiştir. Tekrar sayısı takip edilirken, hareketin ideal yapılma şekli yorulmaya bağlı olarak bozulduğu anda kötü uygulanan tekrar sayısı geçersiz kılınmıştır. Kaldırılan ağırlık ve uygulanan tekrar sayısı maksimum ağırlık belirleme çizelgesi ile hesaplanarak katılımcıların 1RM kilosu bulunmuştur (Bompa 2014, s. 348).



Şekil 3. 5. Kuvvet Testi

3.6.4 Antrenman Prosedürleri

Araştırma katılımcılarının hepsinin ön testleri tamamlandıktan sonra yapılacak egzersizler hakkında bilgi verilmiş ve doğru hareket teknikleri öğretilmiştir. Bütün katılımcılara 6 hafta boyunca haftada 3 seans olmak üzere direnç egzersizleri yaptırılmıştır. Her katılımcı 1RM ağırlığının yüzde 70' i ile yüzde 85 şiddeti arasında çalışma gerçekleştirmiştir. 6 haftalık çalışma boyunca her hafta, antrenman şiddetleri düşükten yükseğe, yüksekte düşüğe olacak şekilde tek zirveli yüklenme yapılmıştır. Antrenmanlarda her hareket 3er set ve planlanan şiddete göre 6-12 tekrar aralığında uygulanmıştır. Hareketlerde setler arası dinlenme süreleri 60-120 sn. olarak belirlenmiştir. 2. Grupta katılımcılarda elektrik akımının kasa güvenli ve rahat ulaşabilmesi için, elektrotlara su sıkılarak kol bölgesine yerleştirilmiştir. Hareketlere başlarken katılımcıların tolere edebildiği düzeyde (25 ile 35 arası akım şiddeti) elektrik akımı kaslara uygulanmıştır (Lake 1992; Doucet vd. 2012). Antrenmanlardan önce 10 dakika ısınma ve ağırlık çubuğu ile 20 tekrar curl hareketi uygulanmıştır. Antrenmanlardan sonra statik germe uygulanmıştır.

Tablo 3. 1. Antrenman Programı

	KONTROL GRUBU		DENEY GRUBU		
	Set Sayısı	Tekrar Sayısı/ Süresi	Set Sayısı	Tekrar Sayısı/ Süresi	Akım Şiddeti
Isınma koşusu	1	10dk	1	10dk	-
Ağırlık çubuğuyla curl(4kg)	1	15	1	15	-
DB curl	4	6-12	4	6-12	25-35
Cable curl	4	6-12	4	6-12	25-35
DB hammer curl	4	6-12	4	6-12	25-35
V-Bar cable push down	4	6-12	4	6-12	25-35
DB kick back	4	6-12	4	6-12	25-35
DB overhead triceps ekstansiyon	4	6-12	4	6-12	25-35
Statik germe	1	5dk	1	5dk	-

3.6.4.1 Ağırlık çubuğuyla curl

Ayakta dik biçimde durulur. Eller vücudun yanlarında olacak şekilde ağırlık çubuğu tutulur. Ön kola dirsek bükme (fleksiyon) yapılır ve ön kol aşağı indirilir. Hareket esnasında kol ve gövde sallanmaz.



Şekil 3.6. Ağırlık Çubuğuyla Curl

3.6.4.2 DB curl

Ayakta dik biçimde durulur. Kollar gövde yanında durur. Avuç içleri karşıya bakacak şekilde (supinasyonda) durur. Ön kola dirsek bükme (fleksiyon) hareketi yaptırılır ve bu esnada eller supinasyonda kalmaya devam eder. Ön kol aşağı indirilir. Hareket esnasında kol ve gövde sallanmaz.



Şekil 3.7. DB Curl

3.6.4.3 DB hammer curl

Ayakta dik biçimde durulur. Kollar gövde yanında durur. Avuç içleri birbirine bakacak şekilde (neutral grip) durur. Ön kola dirsek bükme (fleksiyon) hareketi yaptırılır ve bu esnada eller birbirine dönük kalmaya devam eder. Ön kol aşağı indirilir. Hareket esnasında kol ve gövde sallanmaz.



Şekil 3.8. DB Hammer Curl

3.6.4.4 Cable curl

Ayakta dik biçimde durulur. Kollar gövde yanında durur. Avuç içleri karşıya bakacak şekilde (supinasyon) bar kavranır. Ön kola dirsek bükme (fleksiyon) hareketi yaptırılır. Ön kol aşağı indirilir. Hareket esnasında kol ve gövde sallanmaz.



Şekil 3.9. Cable Curl

3.6.4.5 V-Bar cable push down

Ayakta dik biçimde durulur. V biçimli bar tutulduktan sonra dirsekler gövde yanında sabitlenir. Kol hareket etmez. Ön kol bükülür ve bar aşağı doğru itilir. Hareket esnasında gövdenin torakal bölümü kifotik duruş sergilemez.



Şekil 3.10. Cable Push Down

3.6.4.6 Dambıl kick back

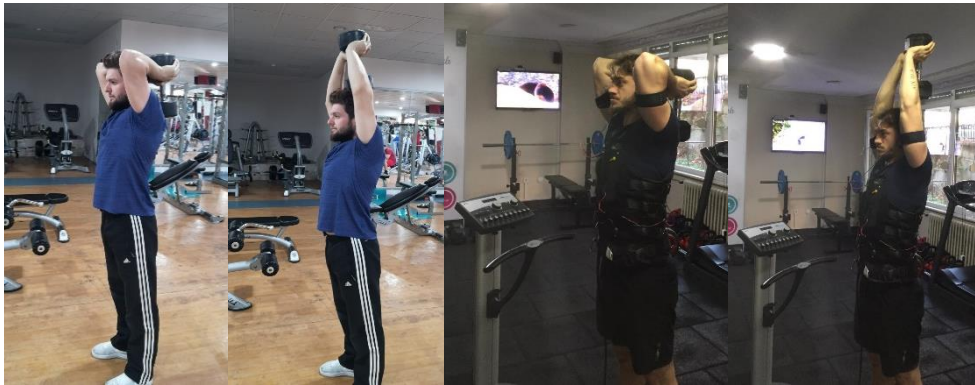
Gövde öne eğilerek bir elle zeminden destek alır. Hareketi uygulayacak kol ekstansiyonda dururken ön kol aşağı doğru salınır. Ardından ön kol ekstansiyona getirilir. Hareket esnasında gövdenin doğrusal duruşu korunur.



Şekil 3.11. DB Kick Back

3.6.4.7 DB overhead triceps extension

Ayakta dik biçimde durulur. Tek dambıl iki el ile kavranır ve baş üstüne kaldırılır. Ön kol bükülerek dambıl baş arkasına indirilir ve tekrar yukarı itilir. Hareket sırasında gövdenin dik duruşu bozulmaz ve baş öne doğru eğilmez.



Şekil 3.12. DB Overhead Triceps Extension

3.7 VERİLERİN ANALİZİ

İstatistiksel analiz için, SPSS sürüm 25 paket program kullanılmıştır. (İstatistical Packape Chicago, II for the Social Science) kullanılmıştır. Sporcuların yaş, boy ve kilo değerleri ortalamaları ve standart sapmaları SPSS sürüm 25 programında Tanımlayıcı istatistik yapılmıştır. Direnç antrenmanı yapan katılımcılarla EMS ile birlikte direnç antrenmanı yapan katılımcıların gruplar arası ön test ve son testlerin karşılaştırılmasında Bağımsız

Gruplarda T Testi (Independent Sample T Test), grup içi n ve son test sonuçlarının karşılaştırmasında Bağımlı Gruplarda T Testi (Paired T Testi) kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi, $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Tablo 4. 2. Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri

		N	Min.	Max.	Ortalama	Std. Sapma
Kontrol Grubu	Yaş	6	21,00	32,00	24,0000	4,09878
	Boy	6	175,00	183,00	179,5000	3,08221
	Kilo(kg)	6	62,00	92,00	80,8333	10,57198
Deney Grubu	Yaş	6	26,00	39,00	31,8333	4,62241
	Boy	6	180,00	186,00	182,6667	2,33809
	Kilo(kg)	6	72,00	93,00	80,8333	8,08497

Tablo 4.1’de Kontrol grubu yaş ortalamaları $24,00 \pm 4,09$ yaş, boy ortalamaları $179,50 \pm 3,08$ cm., kilo ortalamaları $80,83 \pm 10,57$ kg. olarak bulunmuştur. Deney grubu yaş ortalamaları $31,83 \pm 4,62$ yaş, boy ortalamaları $182,66 \pm 2,33$ cm., kilo ortalamaları $80,83 \pm 8,08$ kg. olarak bulunmuştur.

Tablo 4. 2. Gruplar Arası İlk Ölçümlerin Karşılaştırılması

	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	t	p
Sağ Kol Çevresi (cm)	Kontrol Grubu	6	38,5833	3,23136	1,562	,150
	Deney Grubu	6	35,9167	2,65361		
Sol Kol Çevresi (cm)	Kontrol Grubu	6	38,1667	2,78687	1,577	,147
	Deney Grubu	6	35,8333	2,31661		
Biceps Deri Kıvrımı(mm)	Kontrol Grubu	6	7,5000	4,23084	1,031	,327
	Deney Grubu	6	5,6667	1,03280		
Triceps Deri Kıvrımı(mm)	Kontrol Grubu	6	12,5000	4,59347	1,619	,345
	Deney Grubu	6	9,3333	1,36626		
DB Curl 1RM	Kontrol Grubu	6	21,8833	4,99817	1,125	,289
	Deney Grubu	6	19,0000	3,79473		
Yorgunluk Testi Puanı	Kontrol Grubu	6	2,4400	,58323	-2,353	,044
	Deney Grubu	6	3,4417	,86442		

Tablo 4.2’de iki grubunda ön testleri karşılaştırıldığında tüm ölçümlerde ilk ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. 3. Direnç Antrenmanı Yapan Gruptaki Katılımcıların (Kontrol Grubu) İlk Ölçümleri ile Son Ölçümlerinin Karşılaştırılması

	N	Ortalama	Std. Sapma	t	p
Sağ Kol Çevresi İlk Ölçüm (cm)	6	38,5833	3,23136	-7,906	,001*
Sağ Kol Çevresi Son Ölçüm (cm)	6	40,2500	3,09435		
Sol Kol Çevresi İlk Ölçüm (cm)	6	38,1667	2,78687	-5,398	,003*
Sol Kol Çevresi Son Ölçüm (cm)	6	39,2500	2,91119		
Biceps Deri Kıvrımı(mm) İlk Ölçüm	6	7,5000	4,23084	2,087	,091
Biceps Deri Kıvrımı(mm) Son Ölçüm	6	4,5000	1,37840		
Triceps Deri Kıvrımı(mm) İlk Ölçüm	6	12,5000	4,59347	3,479	,018*
Triceps Deri Kıvrımı(mm) Son Ölçüm	6	8,8333	2,63944		
DB Curl 1RM İlk Ölçüm	6	21,8833	4,99817	-2,896	,034*
DB Curl 1RM Son Ölçüm	6	23,4333	5,37649		
Yorgunluk Testi Puanı İlk Ölçüm	6	2,4400	,58323	3,918	,011*
Yorgunluk Testi Puanı Son Ölçüm	6	1,7917	,50791		

$p<0,05^*$

Tablo 4.3’de Direnç antrenmanı yapan katılımcıların(Kontrol Grubu) ilk ölçümleri ile son ölçümleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda katılımcıların biceps deri kıvrımı ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Diğer tüm parametrelerde ilk ölçüm ve son ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 4. 4. EMS ile Direnç Antrenmanı Yapan Gruptaki Katılımcıların (Deney Grubu) İlk Ölçümleri ile Son Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Değişken	N	Ortalama	Std. Sapma	t	p
Sağ Kol Çevresi İlk Ölçüm (cm)	6	35,9167	2,65361	-8,741	,000**
Sağ Kol Çevresi Son Ölçüm (cm)	6	37,2833	2,51031		
Sol Kol Çevresi İlk Ölçüm	6	35,8333	2,31661	-8,000	,000**
Sol Kol Çevresi Son Ölçüm (cm)	6	37,1667	2,42212		
Biceps Deri Kıvrımı(mm) İlk Ölçüm (cm)	6	5,6667	1,03280	6,325	,001*
Biceps Deri Kıvrımı(mm) Son Ölçüm	6	4,3333	1,03280		
Triceps Deri Kıvrımı(mm) İlk Ölçüm	6	9,3333	1,36626	5,477	,003*
Triceps Deri Kıvrımı(mm) Son Ölçüm	6	7,3333	1,21106		
DB Curl 1RM İlk Ölçüm	6	19,0000	3,79473	-2,179	,081
DB Curl 1RM Son Ölçüm	6	20,2500	4,55796		
Yorgunluk Testi Puanı İlk Ölçüm	6	3,4417	,86442	5,642	,002*
Yorgunluk Testi Puanı Son Ölçüm	6	2,1983	,63218		

P<0,001** p<0,05*

Tablo 4.4’de EMS ile direnç antrenmanı yapan katılımcıların(Deney grubu) ilk ölçümleri ile son ölçümleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda DB Curl ilk ölçümleri ile son ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Sağ ve sol kol çevresi ilk ve son ölçümlerinde $p<0,001$ düzeyinde, biceps deri kıvrımı, triceps deri kıvrımı, yorgunluk testi ilk ve son ölçümlerinde $p<0,05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Tablo 4. 5. Gruplar Arası Son Ölçümlerin Karşılaştırılması

	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	t	p
Sağ Kol Çevresi Son Ölçüm (cm)	Kontrol Grubu	6	40,2500	3,09435	1,824	,099
	Deney Grubu	6	37,2833	2,51031		
Sol Kol Çevresi Son Ölçüm (cm)	Kontrol Grubu	6	39,2500	2,91119	1,348	,209
	Deney Grubu	6	37,1667	2,42212		
Biceps Deri Kıvrımı(mm) Son Ölçüm	Kontrol Grubu	6	4,5000	1,37840	,237	,818
	Deney Grubu	6	4,3333	1,03280		
Triceps Deri Kıvrımı(mm) Son Ölçüm	Kontrol Grubu	6	8,8333	2,63944	1,265	,246
	Deney Grubu	6	7,3333	1,21106		
DB Curl 1RM Son Ölçüm	Kontrol Grubu	6	23,4333	5,37649	1,106	,295
	Deney Grubu	6	20,2500	4,55796		
Yorgunluk Testi Puanı Son Ölçüm	Kontrol Grubu	6	1,7917	,50791	-1,228	,249
	Deney Grubu	6	2,1983	,63218		

$p>0,05$

Tablo 4.5’de 1. Grup ile 2. Grup arasındaki son ölçümler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda gruplardaki katılımcıların son ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır($p>0,05$).

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Direnç egzersizlerinin vücutta birçok değişimler yaratmaktadır (Mathews and Fox 1971). Mathews ve arkadaşları düzenli bir egzersiz programı sonrasında sinir-kas, kalp-dolaşım sisteminde olumlu değişimler meydana geldiğini ifade etmektedir (Mathews 1973). Coll and Steward (1996) de direnç egzersizi sonrasında kas kuvvet ve dayanıklılığında, kemik yoğunluğunda, kandaki HDL seviyesinde artışın meydana geldiğini, kardiyak pulmoner özelliklerin geliştiğini, vücut imajının düzenlendiğini söylemektedir. Kayserilioğlu (1996)' da direnç egzersizleri neticesinde gerçekleşen kassal hipertrofiyle birlikte, kas içi miyofibril ve mitokondri sayısının arttığını, kas içi glikojen depo kapasitesinin yükseldiğini, aerobik ve anaerobik sistemlerin geliştiğini ifade etmektedir. Zorba (2001) egzersizle birlikte adipoz dokuda azalma meydana geldiğini ifade etmiştir. Kraemer (1994) direnç egzersizlerinin, kas kütlelerinde artış ve vücut yağ oranında azalma gibi etkilerinden bahsetmiştir.

EMS ile birlikte kuvvet eğitimlerinin kassal fonksiyonlara olan etkileri bu zamana kadar araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Boyacı 2015; Taşpınar 2007). Zizic vd. (1995) elektrik stimülasyonu kullanarak kassal ağrıyı gidermenin mümkün olduğunu ifade etmektedirler. Bununla birlikte, elektrik stimülasyonu kullanarak kassal kuvveti artırma çalışmaları oldukça yaygındır. Yapılan yeni çalışmalarla da EMS'nin etkileri güncelliğini korumaktadır (Boyacı 2015; Stackhouse vd. 2007; Petterson and Snyder-Mackler 2006; Baskan 2004).

Strojnuk araştırmalarında, elektrik stimülasyonunun birden fazla kas grubunun dahil olduğu çalışmalarda yetersiz kaldığını, özel kaslara yönelik uygulanan direnç egzersizlerinin daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmektedir (Strojnuk1995).

Çalışmamızda, elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları üzerinde nasıl etkisi olduğu araştırılmıştır. Katılımcılara kişisel bilgi ve ölçüm formu ve yorgunluk şiddet ölçeği doldurtulmuştur. Katılımcıların boy, kilo, kol çevresi, biceps ve triceps deri kıvrımları, dambıl curl 1RM ölçümleri alınmıştır. Araştırmaya katılan 12 kişi iki eşit gruba bölünerek 6 hafta boyunca haftada 3 seans olmak üzere aynı direnç egzersizlerini uygulamışlardır. Kontrol grubu direnç egzersizlerini, deney grubu

ise EMS ile birlikte direnç egzersizlerini uygulamıştır. 6 hafta sonra ölçümler tekrar edilmiştir. Gruplar arası ilk ölçümleri karşılaştırılmış, tüm katılımcıların ilk ölçümleri ile son ölçümleri karşılaştırılmış ve gruplar arasında son ölçümleri karşılaştırılarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Filipovic vd. (2012), Vatter (2010) direnç eğitimi çalışmalarının sürelerini 6 hafta tutmuşlardır. Bu da çalışmamızın gerçekleştirilen süresinin uygunluğunu destekler niteliktedir. Flack and Kramer'in (1987) vardıkları sonuca göre, şiddetli bir direnç egzersizinden sonra, bir sonraki antrenmana uyum ve gerekli toparlanmanın sağlanabilmesi için 48 saat dinlenilmesi gerekmektedir. Varılan bu sonuç, antrenman yöntemlerimizde 48 saat dinlenerek haftada 3 seanslık yapılan çalışmamızı destekler niteliktedir. Araştırmamızda kullanılan egzersizlerde 6-12 tekrar aralığı kullanılmıştır. Kaiser (1984), Larsson (1982), Baechle (1994) ve Bompa (2014) kas kütlelerinin arttırmak için yapılan antrenmanlarda 6-12 tekrar aralığının etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bu da çalışmamızda kullanılan hareket tekrar sayılarını desteklemektedir. Bompa (2014) yüzde 60 ile yüzde 80 şiddet içeren hipertrofi çalışmalarında setler arası dinlenme süresinin 1-2 dk. aralığında olması gerektiğini ifade etmiştir. NSCA hipertrofi idmanlarında setler arası dinlenme süresinin 30-90 sn. aralığında olmasını gerektiğini söylemektedir. Bu çalışmalar, araştırmamızda uygulanan dinlenme süresini desteklemektedir.

Araştırmamızda, direnç antrenmanı yapan grup ile EMS kullanarak direnç antrenmanı yapan grupların ilk ölçümleri ile son ölçümleri karşılaştırılmıştır. Katılımcıların db curl 1RM ve sağ-sol kol çevre ölçümleri artmış olup istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Direnç egzersizleri uygulayan grubun biceps deri kıvrımı ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Direnç antrenmanı yapan katılımcıların triceps deri kıvrımlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). EMS ile birlikte direnç egzersizi yapan grubun db curl 1RM ilk ölçümü ile son ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). EMS ile birlikte direnç antrenmanı yapan grubun biceps ve triceps deri kıvrımlarında anlamlı şekilde farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm katılımcıların yorgunluk test puanları azalmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). İki gruptaki gelişim anlamlı şekilde olumlu sonuçlanmıştır. Buna rağmen iki grup arasındaki son ölçümler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Keller and Katch (1998), elektrik stimölasyon eğitiminin bölgeye özgü yağ azaltma iddiasından yola çıkarak yaptıkları EMS çalışmasının sonrasında deri kıvrımında(mm) azalma olmadığı ifade etmişlerdir.

Yanase vd. (2018) 6 hafta boyunca haftada 3 seans olmak üzere katılımcılarına EMS eğitimi vermişlerdir. Çalışma sonrasında katılımcıların infrapitaneus kaslarında hipertrofi meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Taradaj vd. (2013) ön çapraz bağ zedelenmesi yaşayan futbolcuların uyluklarına günde 3 seans olmak üzere haftada 3 kez elektrik stimölasyonu eğitimi vermiştir. 1 aylık eğitimden sonra uyluk kaslarının kütlelerinde ve kuvvetinde olumlu sonuçlar aldıklarını ifade etmişlerdir.

Başkan (2009) yaptığı çalışmada bir gruba elektrik stimölasyonu, bir gruba da maksimum istemli izometrik kasılma uygulatmıştır. Çalışmasının sonucunda elektrik stimölasyonunun kas kuvveti, kas hipertrofisi ve kas dayanıklılığında artışa sebep olduğunu ancak grupların birbirlerine üstünlüğü olmadığını ifade etmiştir.

Filipovic vd. (2012) EMS eğitiminin fiziksel performansı geliştirmesinde ne derece etkili olduğunu incelemek için katılımcılarına 3-6 haftalık bir eğitim vermiştir. Eğitim sonunda katılımcıların maksimal kuvvet, dinamik ve izokinetik kuvvetlerinde önemli artış görmüştür. Bu kuvvetlerin gelişmesinin sporcularda, dikey sıçrama, sürat gibi motorik becerilerin gelişime pozitif katkı sağladığını ifade etmiştir. EMS'nin bu etkilerinin vücut geliştirme eğitimine umut verici katkılar sağlayabileceğini söylemektedir.

Colson vd. (2009) 7 hafta boyunca standartlaştırılmış aynı set ve tekrar sayılarından oluşan çalışmayı elektrik stimölasyonla birlikte izometrik kasılma kullanan grup ile gönüllü izometrik kasılma sağlayan gruba uygulamışlardır. Katılımcıların dirsek fleksörlerini hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda EMS ile birlikte izometrik çalışma gerçekleştiren grup, gönüllü izometrik kasılma sağlayan gruba göre daha verimli sonuçlar aldığını ifade etmişlerdir.

Cabric and Appel (1987) katılımcılarını 3 gruba ayırarak, 1. Gruba düşük yoğunluklu EMS, ikinci gruba yüksek yoğunluklu EMS uygulatmıştır. 3. Grup ise kontrol grubu olarak kullanılmıştır. 3 haftalık çalışmanın ardından, EMS kullanarak egzersizlerini uygulayan grupların bacaklar deri kalınlıkları yüzde 21,6 oranında azalmıştır. Kuvvet ve

çevre ölçümlerinde de önemli artışlar tespit edilmiştir. Deri kıvrımının azalması, kuvvet ve çevre ölçümünün artması bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Miyamoto vd. (2016) 19 sağlıklı bireyi deney ve kontrol grubuna ayırarak katılımcıların kuvvet ve kardiyorespiratuar dayanıklılıklarını ölçmüşlerdir. Her iki grupta direnç egzersizleri uygularken deney gruba buna ek olarak EMS uygulandı. Katılımcılara 4 haftalık çalışma yaptırıldıktan sonra deney grubundaki bireylerin kuvvet ve kardiyorespiratuar seviyelerinde önemli bir artış bulmuşlardır. Yaptığımız araştırma sonucunda elektrik stimülasyon grubunun curl kuvvetleri arttığından bu araştırma çalışmamızı destekler niteliktedir.

Speicher vd. (2008) çalışmasında, hipertofi ve EMS grubu olmak üzere iki gruba 4 hafta boyunca haftada 2 seans olmak üzere antrenman yaptırmıştır. Çalışmasının sonucunda maksimal kuvvet hipertrofi grubunda yüzde 16, EMS grubu yüzde 9-10 artış sağlamıştır. Gerçekleştirilen hız testleri neticesinde EMS grubu önemli ölçüde olumlu sonuçlar almıştır. Speicher hipertrofi ve EMS çalışmalarıyla benzer neticeler alınabildiğini ve bu sayede yeni antrenman metotları oluşturulabileceğini ifade etmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda katılımcıların hepsi gelişim sağlamış ve gelişimlerinde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmamıştır. Bu da Speicher'ın araştırması ile paralellik göstermektedir.

Wirtz vd. (2015) 20 kişilik katılımcıyı 2 gruba ayırıp, ilk gruba direnç egzersizleri, ikinci gruba ise aynı direnç egzersizlerine ilave olarak elektrik stimülasyon uygulatmıştır. Çalışmalarının sonucunda EMS'nin direnç egzersizleri üstüne ek bir etki katmadığını, 10RM şiddetli bir çalışma sırasında kasların yeterince aktif olduğunu ve elektrik stimülasyonunun ek bir etkisi olmadığı ifade etmiştir. Bizim araştırmamızda da Wirtz ve arkadaşlarının (2015) çalışmasıyla benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Bu araştırmada, elektrik stimülasyonu ile dinamik kas egzersizlerinin üst ekstremité kasları olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmamızın grubunu Spor İstanbul Pendik Kurtköy Spor Kompleksi Bay fitness üyeleri ve Yeşilköy FitLab stüdyosunun üyeleri oluşturmaktadır. Katılımcılar, 6 ay antrenman geçmişi olan ve gönüllülük usulüne göre seçilen toplam 12 kişiden oluşmaktadır. Araştırmamızda veri toplamak amacıyla kişisel bilgi ve ölçüm içeren form, yorgunluk şiddet ölçeği, vücut ağırlığı için baskül, kol çevresi ölçme amacıyla cm cinsinden elastik olmayan mezura, maksimal kuvvet testi içi dambıl ve deri kıvrımını ölçmek için skinfold kaliper kullanılmıştır. Katılımcılar 6 kişilik

olarak kontrol ve deney grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna direnç egzersizleri, deney grubuna ise EMS ile birlikte direnç egzersizleri yaptırılmıştır. Her iki gruba da aynı antrenman modeli uygulanmıştır. Gruplara haftada 3 seans olmak üzere 6 haftalık egzersiz uygulanmıştır. Araştırmada;

- Gruplar arası katılımcıların boy, vücut ağırlığı ve yaş değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).
- İki grubunda ön testleri karşılaştırıldığında, tüm ölçümlerde ilk ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).
- Direnç antrenmanı yapan katılımcıların (kontrol grubu) ilk ölçümleri ile son ölçümlerinin karşılaştırılması sonucunda biceps deri kıvrımı ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Diğer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).
- EMS ile birlikte direnç antrenmanı yapan katılımcıların (deney grubu) ilk ölçümleri ile son ölçümleri karşılaştırılmıştır. DB Curl 1RM ilk ölçüm ve son ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Kol çevre ölçümü, deri kıvrımı ve yorgunluk şiddeti puanının ilk ölçümleri ve son ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).
- Kontrol grubu ile deney grubu arasındaki son ölçümler karşılaştırılmıştır. Gruplar arasındaki son ölçümlerin karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

EMS uygulaması kuvvet ve güç unsurlarının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Elektrik stimülasyonu direnç egzersizleri ile birleştirilerek kullanıldığında kas kuvveti, kas hipertrofisi, deri kalınlığı, kol çevresi üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Ancak EMS ile birlikte yapılan direnç egzersizlerinin, direnç egzersizlerine karşı bir üstünlüğü bulunmamaktadır. EMS kullanılarak yapılan direnç egzersizleri ile standart direnç egzersizleri arasında yorgunluk oluşturma seviyeleri, kuvvet - kütle gelişimi ve deri kıvrımı azalımında anlamlı farklılık olmadığından, EMS egzersizleri kuvvet, hipertrofi ve yağ oranı azaltmak için yapılan egzersizlere alternatif olabilir. Teknolojik gelişmelerin artmasıyla birlikte standart direnç egzersizlerine alternatif bir antrenman metodu olarak uygulanabilir.

KAYNAKÇA

- Akdeniz, H. (2014). Süper Ligde Oynayan Buz Hokeycilerde Uygulanan Pliometrik Antrenmanların Çabuk Kuvvet ve Maksimal Kuvvetlerine Etkisinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Akgün, N. (1992). *Egzersiz fizyolojisi*. 4üncü Baskı. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Akman, N. ve Karataş, M. (2003). *Temel ve uygulanan kinezyoloji*. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı, ss.226-243.
- American Collage of Sports Medicine. (2014). *ASCM' s resources fort he personal trainer*. 4th ed. Philadelphia (PA): Lippincott Williams and Wilkins.
- Baechle, T, R. and Earle, R. W. (2008). *Essential of strength training and conditioning*. Nebraska: Human Kinetics.
- Başkan, E. (2004). Sağlıklı Quadriceps Femoris Kasının Kuvvetlendirilmesinde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, Denizli, s.122.
- Başkan, E. (2009). Elektrik Stimülasyonu ve İzometrik Egzersizin Sağlıklı Quadriceps Femoris Kasının İzokinetik Kuvvetine Etkilerinin Karşılaştırılması. *Doktora Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Bax, L., Staes, F. and Verhagen, A. (2005). Does Neuromuscular Electrical Stimulation Strengthen The Quadriceps Femoris?. *A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. Sports Medicine*. 35(3), 191-212.
- Beyazova, M. ve Gökçekutsal, Y. (Ed.). *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon*. Cilt 1. Ankara: Güneş Kitapevi, ss. 657-664.
- Blair, S.N., Kohl, H.W., Paffenbarger, R.S. J., Clark, D.G., Cooper, K.H. and Gibbons, L.W.(1989). Fiziksel Uygunluk ve Tüm Nedenlere Bağlı Ölüm, Sağlıklı Erkek ve Kadınların Prospektif Bir Çalışması. *JAMA*. 262 (17), 395-401.

- Boeckh-Behrens, W.U., Farms, N. And Tim, W. (2003). *Kombine Eğitim, Geleneksel Güç Eğitimi ve EMS Eğitiminin Eğitim Etkileri. Yayınlanmamış Diploma Tezi*, Beyrut Üniversitesi, Almanya.
- Bompa, T.(2014). *Nitelikli kuvvet antrenmanı*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitapevi.
- Boyacı, A. (2015). Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon Neuromuscular Electrical Stimulation. *J PM&R-Special Topics*. 8(1), 44-50.
- Cabric, M. and Appell, H.J.(1987). Effect of Electrical Stimulation of High and Low Frequency on Maximum İometric Force and Some Morphological Characteristics in Men. *Int J Sports Med*. 8(4),256-260.
- Cajavilca, C., Varon. J. and Sternbach, G. L. (2009). Luigi Galvani ve Elektrofizyolojinin temelleri. *Diriltme*. 80(2), 159-162.
- Cerit, M.(2012). *Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitapevi.
- Clark, M. A., Lucett, S.C. and Corn, R.J. (Ed.). (2012). *Nasm essential of personal fitness trainer*. 4th ed. Philadephia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Coburn, W.J. and Malek, M.H. (2012). *National strenght and conditioning association, nsca' s essentials of personal training*. 2th ed. Champaing, IL: Human Kinetics.
- Coll, B. B. and Stewart, G. W. (1996). *Strenght basics*. Amerika: Human Kinetics, ss.1-2.
- Colson, S.S., Martin, A. and Hoecke, J. W. (2009). Effects of Electromyostimulation Versus Voluntary İometric Training on Elbow Flexor Muscle Strength. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 19(5), 311-319.
- Doucet, B.M., Lamb, A. and Griffinb, L. (2012). Neuromuscular Electrical Stimulation For Skeletal Muscle Function. *Yale J. Biol. Medicine*. 85(2), 201-15.
- Ergen, E. (2002). *Egzersiz fizyolojisi*. 1. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U. and Mester, J. (2012). Electromyostimulation--A Systematic Review of the Effects of Different Electromyostimulation Methods on Selected Strength Parameters in Trained and Elite Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(9), 2600–2614.

- Fleck ,S.J. (1983). Body Composition of Elite American Athletes. *The American Journal Of Sports Medicine*. 11(6), 398-403.
- Guyton, A.C. and Hall, J.E. (2005). *Tıbbi Fizyoloji*. 13ncü Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi.
- Hale, T. (2003). *Exercise physiology- athematic approach*. 1.edition England: JohnWiley & Sons Ltd.
- Kayserilioğlu, A. (1996). *Spor fizyolojisi, tıbbi fizyoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, ss.1059-1071
- Keller, B.A. and Katch, F.I. (1998). Transcutaneous Electrical Muscle Stimulation Does Not Alter Regional Arm Adiposity and Muscularity. *American Journal of Human Biology*. 10(3), 317-326.
- Kraemer, J. W. (1994). *General adaptations to resistance and endurance training programs, essentials of strength training and conditioning*. R.W., Beachle (Çev.), United States: Human Kinetics, ss. 127-150
- Kraemer, W.J., Soylu, B.J., Clark, M.J. and Culver, B.W.(1987). Çok Kısa Dinlenme Periyotları ile Ağır Direnç Egzersizine Fizyolojik Tepkiler. *Int J Spor Med*.8(4), 247-52.
- Lake, D.A. (1992). Neuromuscular Electrical Stimulation. an Overview and its Application in The Treatment of Sports İnjuries. *Sport Medicine*. 13(5), 320-336.
- Lichtenbelt, V.M., Hartgens. F., Vollaard, N. B., Ebbing, S. and Kuipers, H. (2004). Body Composition Changes in Bodybuilders: a Method Comparison. *Med Sci Sports Exerc*. 36(3),490.
- Lipperti L.S. (2006). *Clinical kinesiology and anatomy*. 4th Ed. Philadephia: F.A. Davis Company.
- Maassen, N. and Schneider, G. (1997). Mechanism of Fatigue in Small Muscle Groups. *Int J sports Med* 18(4), 320-321.
- Mathews, D. and Fox, E. (1971). *The physiological basis of physical education and athletics*. Philadephia: Saunders.

- Mathews, D.K. (1973). *Measurement in physical education*. 4th edition. Toronto: W.B. Saunders Company. ss.233-235.
- Miyamoto, T., Kamada, H., Tamaki, A. and Moritani. T. (2016) Low-Intensity Electrical Muscle Stimulation Induces Significant Increases in Muscle Strength and Cardiorespiratory Fitness. *Avrupa Spor Bilimleri Dergisi*. 16(8), 1104-10
- Nordin, M. and Frankel, V. H. (2012). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 4th Edition. ABD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Otman, S. ve Demirel, H. ve Sade, A. (1995). *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yayınları, ss. 49-57.
- Paillard, T., Noe, F., Passelergue, P. and Dupui, P. (2005). Electrical Stimulation Superimposed onto Voluntary Muscular Contraction. *Sports Medicine*. 35(11), 951-966.
- Petterson, S. and Snyder-Mackler, L. (2006). The Use of Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Activation Deficits in A Patient With Chronic Quadriceps Strength Impairments Following Total Knee Arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther*. 36(9), 678-685.
- Radley, D., Cooke, C.B., Fuller, N.J., Oldroyd, B., Truscott, J.G., Coward, W.A., Wright, A, and Gately, P.J.(2009). Validity of Foot-To-Foot Bio-Electrical Impedance Analysis Body Composition Estimates in Overweight and Obese Children. *Int J Body Compos Res*. 7(1),15-20.
- Radley, D.I., Cooke, C.B., Fuller, N.J., Oldroyd, B., Truscott, J.G., Coward, W.A., Wright, A, and Gately, P.J.(2009). Validity of Foot-To-Foot Bio-Electrical Impedance Analysis Body Composition Estimates in Overweight And Obese Children. *J Body Compos Res*. 7(1),15-20.
- Ratamess, N. (2012). *Acsm's foundations of strenght training and conditionin*. Philadelphia (PA): Lippincott Williams and Wilkins.
- Schoenfeld, B. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy*. 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Sevim, Y.(2002). *Antrenman bilgisi*. Ankara: Nobel Yayın
- Speicher, U., Nowak, S., Schmithusen, J.,Kleinoder, H. and Mester, J.(2008). *Medical sports*. Almanya: Köln Spor Üniversitesi Yayınları Stackhouse, S.K., Binder Macleod, S.A.,
- Stackhouse, C.A., McCarthy, J.J., Prosser, L.A. and Lee, S.C. (2007). Neuromuscular Electrical Stimulation Versus Volitional Isometric Strength Training in Children With Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Preliminary Study. *Neurorehabil Neural Repair*. 21(6),475-85.
- Stiff, M.C. (2002). *Facts and falaceies of fitness*. Amazon: Unspecified Vendor.
- Strojnik, V.(1995). Maksimum Gönüllü Çaba Sırasında Kas Aktivasyon Seviyesi. *European Journal*. 72, 144-149.
- Taradaj, J., Halski, T., Kucharzewski, M., Walewicz, K., Smykla, A., Ozon, M., Slupska, L., Dymarek, R., Ptazkowski, K., Rajfur, J. and Pasternok, M. (2013). The Effect of NeuroMuscular Electrical Stimulation on Quadriceps Strength and Knee Function in Professional Soccer Players: Return to Sport after ACL Reconstruction. *Biomed Res Int*. 19(5), 9.
- Taşpınar, F. (2007). Süperempoze Elektrik Stimülasyon Tekniğinin Sağlıklı Kuadriseps Femoris Kasının Fiziksel Fonksiyonlarına Etkisinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Denizli.
- Tesch, P.A. and Larsson, L. (1982). Muscle Hypertrophy in Bodybuilders. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 49(3),301-6.
- Tesch, P.A., Thorsson, A. and Kaiser, P.(1984). Muscle Capillary Supply and Fiber Type Characteristics in Weight and Power Lifters. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 56(1),35-8.
- Wathen, D. (1994). *Essentials of strength training and conditioning*. T. R. Baechle (Çev), United States: Human Kinetics, ss.516-522.
- Wirtz, N., Wahl, P., Kleinöder, H., Wechsler, K., Achtzehn, S. and 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. *J Musculoskelet Neuronal Interact* . 15(4), 325-332.

Yanase, K., Hasegawa, S., Nakamura, M., Yamauchi, T., Nishishita S., Araki, K., Umehara, J., Fujita, K., Sato, I., Ibuki, S. and Ichihashi, N. (2018). Electrical Stimulation to the Infraspinatus on Hypertrophy and Strength of the Shoulder. *Int J Sports Medicine*. 39(11), 828-834.

Zizic, T. M., Hoffman, K. C., Holt, P. A., Hungerford, D. S. and O'Dell, J.R. (1995). The Treatment of Osteoarthritis of The Knee with Pulsed Electrical Stimulation. *Journal of Rheumatology*. 22(9), 1757-1761.

Zorba, E. (2001). *Fiziksel uygunluk*. Muğla: Gazi Kitapevi.

EKLER

Ek A.1. Kişisel Bilgi ve Ölçüm Formu

Elektrik Stimülasyonu ile Dinamik Kas Egzersizlerinin Üst Ekstremité Kasları Üzerine Olan Etkileri

Ad Soyad:

Yaş:

Cinsiyet:

Boy:

Kilo:

Antrenman Geçmişi:

Başlangıç Tarih:

Kol çevresi ilk ölçüm:

Biceps deri kıvrımı ilk ölçüm:

Triceps deri kıvrımı ilk ölçüm:

Db curl 1rm ilk ölçüm:

Yorgunluk testi ilk puan:

Bitiş Tarih:

Kol çevresi son ölçüm:

Biceps deri kıvrımı son ölçüm:

Triceps deri kıvrımı son ölçüm:

Db curl 1rm son ölçüm:

Yorgunluk testi son puan:

Ek A.2. Yorgunluk Şiddet Ölçeği

Yorgunluk Şiddet Ölçeği The Fatigue Severity Scale (FSS)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Bugün de dahil olmak üzere son bir hafta içinde ne derecede yorgun olduğunuzu öğrenmek istiyoruz. Lütfen tüm ifadeleri dikkatlice okuyunuz. Size en uygun rakamın olduğu bölgeyi işaretleyiniz

Puanlamaya Ait İfadeler

1. Kesinlikle katılmıyorum

3. Katılmama eğilimindeyim

5. Katılma eğilimindeyim

2. Katılmıyorum

4. Kararsızım

6. Katılıyorum

7. Kesinlikle katılıyorum

1 Yorgun olduğum zaman motivasyonum azalır.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

2 Egzersiz yapmak beni yoruyor.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

3 Kolayyorlurum.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

4 Yorgunluk fiziksel fonksiyonumu etkiler.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

5 Yorgunluk benim için sıklıkla problemlere neden olur.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

6 Yorgunluğum fiziksel fonksiyonumu sürdürmeme engel olur.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

7 Yorgunluk belirli görev ve sorumluluklarımı yerine getirmemi etkiler.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

8 Yorgunluk beni yetersiz bırakan en önemli 3(üç) şikâyetten biridir.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

9 Yorgunluk işimi, aile veya sosyal yaşantıma etkiler.

Hiç Katılmıyorum

0

1

2

3

4

5

6

7

Katılıyorum

Krupa LB1, LaRocca NG, Mair-Meash J, Steinberg AD (1989) Arch Neurol. 1989 Oct;46(10):1121-3

<2,8; Yorgunluk yok | >6,1; kronik yorgunluk sendromu

Skor (ham toplam/9): _____

Ek A.3. Maksimal Ağırlık Belirleme Çizelgesi

Kilo	10	9	8	7	6	5	4	3	2
2,268	3,175	2,722	2,722	2,722	2,722	2,722	2,722	2,268	2,268
4,536	5,897	5,897	5,897	5,443	5,443	4,990	4,990	4,990	4,990
6,804	9,072	8,618	8,618	8,165	8,165	7,711	7,711	7,257	7,257
9,072	12,247	11,793	11,340	10,886	10,886	10,433	9,979	9,979	9,525
11,340	14,969	14,515	14,061	13,608	13,154	13,154	12,701	12,247	11,793
13,608	18,144	17,690	17,237	16,329	15,876	15,422	14,969	14,515	14,515
15,876	21,319	20,412	19,958	19,051	18,597	18,144	17,690	17,237	16,783
18,144	24,040	23,587	22,680	21,772	21,319	20,865	19,958	19,504	19,051
20,412	27,216	26,308	25,401	24,948	24,040	23,133	22,680	22,226	21,319
22,680	30,391	29,484	28,576	27,669	26,762	25,855	25,401	24,494	24,040
24,948	33,112	32,205	31,298	30,391	29,484	28,576	27,669	26,762	26,308
27,216	36,287	34,927	34,019	33,112	32,205	31,298	30,391	29,484	28,576
29,484	39,463	38,102	36,741	35,834	34,473	33,566	32,659	31,751	30,844
31,751	42,184	40,823	39,916	38,555	37,195	36,287	35,380	34,473	33,566
34,019	45,359	43,998	42,638	41,277	39,916	39,009	37,648	36,741	35,834
36,287	48,534	46,720	45,359	43,998	42,638	41,277	40,370	39,009	38,102
38,555	51,256	49,895	48,081	46,720	45,359	43,998	42,638	41,730	40,370
40,823	54,431	52,617	51,256	49,442	48,081	46,720	45,359	43,998	43,091
43,091	57,606	55,792	53,977	52,163	50,802	49,442	48,081	46,720	45,359
45,359	60,328	58,513	56,699	54,885	53,524	51,710	50,349	48,988	47,627
47,627	63,503	61,235	59,421	57,606	56,245	54,431	53,070	51,710	50,349
49,895	66,678	64,410	62,596	60,328	58,513	57,153	55,338	53,977	52,617
52,163	69,400	67,132	65,317	63,049	61,235	59,421	58,060	56,245	54,885
54,431	72,575	70,307	68,039	65,771	63,957	62,142	60,328	58,967	57,153
56,699	75,750	73,028	70,760	68,946	66,678	64,864	63,049	61,235	59,874
58,967	78,471	76,204	73,936	71,668	69,400	67,585	65,317	63,957	62,142
61,235	81,647	78,925	76,657	74,389	72,121	69,853	68,039	66,224	64,410
63,503	84,822	82,100	79,379	77,111	74,843	72,575	70,760	68,492	66,678
65,771	87,543	84,822	82,100	79,832	77,564	75,296	73,028	71,214	69,400
68,039	90,718	87,997	85,275	82,554	79,832	77,564	75,750	73,482	71,668
70,307	93,894	90,718	87,997	85,275	82,554	80,286	78,018	76,204	73,936
72,575	96,615	93,440	90,718	87,997	85,275	83,007	80,739	78,471	76,204
74,843	99,790	96,615	93,440	90,718	87,997	85,729	83,007	80,739	78,925
77,111	102,965	99,337	96,615	93,440	90,718	87,997	85,729	83,461	81,193
79,379	105,687	102,512	99,337	96,162	93,440	90,718	87,997	85,729	83,461
81,647	108,862	105,233	102,058	98,883	96,162	93,440	90,718	88,451	85,729
83,915	112,037	108,409	104,780	101,605	98,883	95,708	93,440	90,718	88,451