



**FARKLI EKİPMANLARLA YAPILAN BULGARIAN
SPLİT SQUAT HAREKETİNİN KAS AKTİVASYON
DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ**

Süleyman MERCAN

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. M.Emin KAFKAS**

Yüksek Lisans Tezi – 2022

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI EKİPMANLARLA YAPILAN BULGARİAN SPLIT SQUAT
HAREKETİNİN KAS AKTİVASYON DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ**

Süleyman MERCAN

**Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Muhammed Emin KAFKAS**

**MALATYA
2022**

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kuvvetlendirme Egzersizlerinin Önemi	4
2.2. Kuvvetlendirme Egzersizlerinin Sağlık Üzerine Etkileri	7
2.3. Kuvvetlendirme Egzersizlerinin Performans Üzerine Etkileri	9
2.4. Hareket Kalitesinin Önemi	12
2.5. Nitelik ve Nicelik Paradoksu	18
2.6. Kuvvet Çalışmalarında Ekipman Farklılığının Önemi	19
2.7. Bulgarian Split Squat Hareketinin Biyomekaniği	24
2.8. Bulgarian Spit Squat Hareketinin Farklı Ekipman Tercihleri	26
2.9. Kuvvetlendirme Egzersiz Tercihlerinde yEMG Aktivitesinin Kullanımı	28
2.10. yEMG Aktivitesinin Yorumlanması ve Kullanım Yerleri.....	33
3. MATERYAL VE METOT	37
3.1. Araştırmanın Dizaynı.....	37
3.2. Katılımcılar	37
3.3. Ölçüm Parametreleri	38
3.3.1. Antropometrik Ölçümler.....	38
3.3.2. Yüzeysel Elektromiyografi Ölçümleri	38

3.3.3. Bulgarian Split Squat Egzersiz Prosedürü	43
3.4. İstatistiksel Analiz.....	47
4. BULGULAR.....	48
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	62
EKLER.....	77
Ek-1. FAKÜLTE İZİN YAZISI	77
Ek-2. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU	78
Ek-3. KATILIMCI BİLGİLENDİRME FORMU	82
Ek-4. ÖLÇÜM KONTROL FORMU	83

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, lisans eğitimimden beri bilim felsefesini benimsememi sağlayan, teşvik eden ve destekleyerek gelişimime katkıda bulunan kıymetli danışmanım Prof. Dr. M. Emin KAFKAS' a,

Elektromiyografi kullanımı ve analizi konusunda bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan, ayrıca ölçümlerin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi F. Safa ÇINARLI' ya,

Ölçüm prosedürleri ve veri toplama aşamasında yardımlarını esirgemeyen İlgin Ali COŞKUN' a ve araştırmaya gönüllü olarak katılan kıymetli arkadaşlarıma,

Araştırmada kullanılan sarf ve demirbaş malzemelerin teminini sağlayan Prof. Dr. M. Emin KAFKAS' a,

Sevgi, ilgi ve destekleri ile yanımda olan değerli aileme teşekkür ederim.

Süleyman MERCAN

Malatya, 2022

ÖZET

Farklı Ekipmanlarla Yapılan Bulgarian Split Squat Hareketinin Kas Aktivasyon Değerlerinin İncelenmesi

Amaç: Bulgarian split squat egzersizi son yıllarda kasal aktivasyon üzerine etkileri açısından birçok çalışmaya konu olmasına rağmen, farklı ekipman kullanımının bazı kas aktivasyon kalıplarında neden olacağı farklılıklar hala araştırmaya muhtaç konudur. Bu nedenle araştırmanın amacı; farklı ekipmanlarla yapılan bulgarian split squat hareketinin kas aktivasyon değerlerinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Araştırmaya en az 2 yıl boyunca aktif egzersiz yapan 12 kişi dahil edildi. Araştırmada antropometrik ve elektromiyografi ölçümleri yapıldı. Antropometrik ölçümlerde boy, vücut ağırlığı, BKİ (kg/m^2) ve SİAS-medial malleol uzunluk (%75) değerleri alındı. Elektromiyografi ölçümlerinde ise box, swisball ve suspension ekipmanları ile uygulanan bulgarian split squat hareketi sırasında VL, VM, BF, ST, TA, PL, SO ve GM kaslarının aktivasyon değerleri alındı. Farklı ekipman uygulamaları sırasında meydana gelen kas aktivasyon değerlerindeki farklılıkları ölçmek için tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi (measures ANOVA) kullanıldı. Ekipmanlar arasında anlamlı fark olduğunda, çoklu karşılaştırma için Bonferroni testi uygulandı.

Bulgular: İniş fazında ekipman farklılığının aktivasyon değerleri açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak çıkış fazında stabilite topu VM, VL, ve BF kaslarında diğer ekipmanlara kıyasla anlamlı olarak daha yüksek aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde çıkış fazında askı sistemi ST kasında diğer ekipmanlara oranla anlamlı olarak daha yüksek aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Bunlara karşın TA, PL, SO ve GM kaslarında çıkış fazında aktivasyon düzeyleri açısından anlamlı fark görülmemiştir.

Sonuç: VM, VL ve BF kaslarında yüksek aktivasyon alımı için stabilite topu kullanılabileceği; ST kasında yüksek aktivasyon alımı için ise askı sisteminin kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulgarian split squat, elektromiyografi, aktivasyon, ekipman

ABSTRACT

Investigation of Muscle Activation Values of Bulgarian Split Squat Movement Made with Different Equipments

Aim: Although the Bulgarian split squat exercise has been the subject of many studies in terms of its effects on muscular activation in recent years, the differences that the use of different equipment will cause in some muscle activation patterns is still an issue that needs research. Therefore, the aim of the research is; The aim of this study is to examine the muscle activation values of the Bulgarian split squat movement performed with different equipment.

Material and Method: Twelve people who exercised actively for at least 2 years were included in the study. Anthropometric and electromyographic measurements were made in the study. In anthropometric measurements, height, body weight, BMI (kg/m²) and SIAS-medial malleolus length (75%) were taken. In electromyography measurements, activation values of VL, VM, BF, ST, TA, PL, SO and GM muscles were taken during the Bulgarian split squat movement applied with box, swisball and suspension equipment. Repeated measurements analysis of variance (measures ANOVA) was used to measure the differences in muscle activation values occurring during different equipment applications. Bonferroni test was applied for multiple comparison when there was significant difference between equipment.

Results: There was no significant difference in the activation values of the equipment difference in the descent phase. However, it was determined that the swissball had significantly higher activity in the VM, VL, and BF muscles in the ascent phase compared to other equipment. Similarly, it was observed that the suspension system had a significantly higher activity in the ST muscle in the ascent phase compared to the other equipment. On the other hand, no significant difference was observed in terms of activation levels in the exit phase in TA, PL, SO and GM muscles.

Conclusion: Swissball can be used for high activation uptake in VM, VL and BF muscles; It is thought that the suspension system can be used for high activation uptake in the ST muscle.

Key Words: Bulgarian split squat, electromyography, activation, equipment

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACSM	: Amerikan Spor Hekimliği Koleji
AHA	: Amerikan Kalp Derneği
BF	: Biceps Femoris
BSS	: Bulgarian Split Squat
Ca²⁺	: Kalsiyum
EMG	: Elektromiyografi
EPP	: Son Plak Potansiyeli
GM	: Gastrocnemius Medialis
Hz	: Hertz
MİK	: Maksimal İstemli Kasılma
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
MVC	: Maksimal İstemli Kasılma (Maximal Voluntary Contraction)
Na⁺	: Sodyum
NSCA	: Ulusal Kuvvet ve Kondisyon Derneği
PL	: Peroneus Longus
SENIAM	: Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle
SIAS	: Spina Iliaca Anterior Superior
SO	: Soleus
ST	: Semitendinosus
TA	: Tibialis Anterior
VL	: Vastus Lateralis
VM	: Vastus Medialis
yEMG	: Yüzey Elektromiyografi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Sinyal işleme süreci.....	31
Şekil 3.1. Yüzeysel elektromiyografi ölçümlerinde kullanılan ekipmanlar.....	39
Şekil 3.2. Egzersiz sırasında kullanılan ekipmanlar	44
Şekil 3.3. Bulgarian split squat kutu egzersizi iniş ve çıkış fazı	46
Şekil 3.4. Bulgarian split squat askı sistemi egzersizi iniş ve çıkış fazı.....	46
Şekil 3.5. Bulgarian split squat stabilite topu egzersizi iniş ve çıkış fazı.....	47
Şekil 4.1. BSS egzersizi VM kası için yEMG değerleri.....	50
Şekil 4.2. BSS egzersizi VL kası için yEMG değerleri.....	51
Şekil 4.3. BSS egzersizi ST kası için yEMG değerleri	51
Şekil 4.4. BSS egzersizi BF kası için yEMG değerleri	52
Şekil 4.5. BSS egzersizi TA kası için yEMG değerleri.....	53
Şekil 4.6. BSS egzersizi PL kası için yEMG değerleri	53
Şekil 4.7. BSS egzersizi GM kası için yEMG değerleri.....	54
Şekil 4.8. BSS egzersizi SO kası için yEMG değerleri	54

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 2.1. Kuvvetlendirme egzersizleri ekipmanları	20
Tablo 2.2. Ağırlık makineleri ve serbest ağırlıkların kullanımı	23
Tablo 2.3. Bulgarian split squat egzersizi hedef kasları.....	26
Tablo 2.4. Bulgarian split squat egzersizi ekipman tercihleri	27
Tablo 2.5. Yüzey EMG ve iğne EMG avantaj ile dezavantajları.....	29
Tablo 2.6. yEMG kullanım alanları	34
Tablo 3.1. Elektrot yerleşim yerleri	40
Tablo 3.2. Maksimal istemli kasılma uygulamaları	42
Tablo 4.1. Gönüllülerin demografik bilgileri	48
Tablo 4.2. Gönüllülerin farklı ekipmanlarla yapılan BSS egzersizinde kas aktivasyon değerleri	49

1. GİRİŞ

Kuvvet çalışmaları uzun yıllardan beri spor bilimciler ve sağlık uzmanlarının ilgi alanı olmaktadır. Kuvvet çalışmalarını birçok kitle yaygın olarak koruma, tedavi ve atletik performans amacıyla gerçekleştirmektedir (1). Sportif verim düzeyinde artış elde etmek için biyomotor yetenekleri geliştirmek antrenör ve sporcular için oldukça önemlidir. Bu yeteneklerden biri olan kuvvet çalışmaları güç, kuvvet, sürat, dayanıklılık, denge ve koordinasyon gibi biyomotor yeteneklerin geliştirmek amacıyla antrenman programlarının vazgeçilmezi olmaktadır (2). Bununla birlikte toplum sağlığı, hastalıklardan korunma, nitelikli yaşantı ve sağlık kazanımı elde etmek amacıyla sıklıkla bireylerin yaşamında yer almaktadır (3).

Tüm sporsal etkinliklerde olduğu gibi kuvvet temelli sporsal etkinliklerde gelişim elde etmek amacıyla antrenman içeriğinde tercih edilen çok sayıda direnç egzersizi bulunmaktadır. Bu egzersizlerin başında gelen ve köklü bir tarihe sahip olan squat, literatürde bizlere öğretilmeyen ve ilk yaptığımız hareket olarak bilinmektedir (4). Sadece sportif performans ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda birçok kas ile bütüncül çalışarak gündelik aktivitelerimizi yerine getirmemizi sağlamaktadır. Bu nedenle tüm alt ekstremiteyi geliştirici programlarda temel alıştırmaya olarak kullanılmaktadır (5).

Literatürde birçok squat türü bulunmaktadır. Bunlar unilateral (tek taraflı) ve bilateral (iki taraflı) olarak sınıflandırılabilir. Unilateral sınıfında olan bulgarian split squat son yıllarda oldukça popüler olmuştur. Bunun temel nedeni, split squatlar günlük hayatımızda sürekli kullandığımız yürüme, koşma gibi aktivitelerde ve çoğu spor branşının hareket paternine benzerliğinden dolayı programlarda sıklıkla kullanılan ve son zamanlarda yapılan araştırmalarda üzerinde durulan egzersiz haline gelmiştir (6–8). Bu bağlamda yapılan araştırmalarda uygulanan egzersizin iki bacak kuvveti arasındaki asimetri farklılıklarını ortadan kaldırdığı; sakatlık ve yaralanma risklerini en aza indirdiği ve kalça fleksör kaslarında dinamik esneklik gelişimi sağladığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda ligament lezyonlarında, patellofemoral disfonksiyonlarında, ayak bileği mobilite gelişiminde rehabilite etmek amacıyla kullanılmaktadır (8–11).

Bireylerin kişisel hedeflerine uygun egzersiz seçimi ve ekipman tercihi yapmak spor ve sağlık uzmanları için önemlidir. Egzersizin aktif olan kas grupları ve aktivite

düzeyleri egzersiz ile birlikte ekipman seçimini belirleyen bazı unsurlardır. Yüzey Elektromiyografi (yEMG), kas aktivasyonu ile ilişkili kas liflerinin zarlarında oluşan elektrik sinyallerini deri yüzeyinde ölçer. yEMG ile motor ünitelerdeki tüm elektriksel etkinlikler ve her kas için ateşleme oranı sıklığı belirlenebilmektedir. Böylece spor ve sağlık uzmanları tarafından uygulanan özel hareketler sırasında kasların harekete katılım düzeyi ile birlikte; bireye uygun egzersiz seçimini etkileyen bir dizi önemli faktörleri belirlemek için kullanılan bir ölçüm aracı olmaktadır (5,12).

Araştırmanın Önemi

Antrenman planlamalarının en önemli parçalarından bir tanesinin egzersiz seçimi olduğu bilinmektedir. Doğru egzersiz seçimi ise bireyin gelişimini belirleyen en önemli etmenlerden bir tanesidir. Dolayısıyla herhangi bir egzersizin özelliklerinin bilinmesi, sporsal etkinliklerin bulunduğu tüm alanlarda doğru egzersiz seçiminin yapılabilmesi için önem arz etmektedir. Egzersiz özelliklerini belirleyen önemli parametreler ise; hareketin ortaya çıktığı eklem, eklem hareket açıklığı, aktive olan kas grupları, kasların aktivite düzeyleri, kasılma türü, egzersizin zorluk derecesi, egzersizin kullanım amacı ve egzersizin birey üzerinde ne tür değişkenlere yol açacağı şeklinde sıralanabilir. Bununla birlikte; egzersizin ekipman tercihleri antrenman planlamalarının bir diğer önemli parçasını oluşturmaktadır. Ancak ekipman tercihleri egzersizin özelliklerini değiştirmektedir. Dolayısıyla ekipman türlerinin egzersiz özellikleri üzerinde yaptığı değişikliklerin bilinmesi oldukça önemli olmaktadır. Tüm bu gerekçeler ışığında, farklı ekipmanlarla yapılan bulgarian split squat hareketinin alt ekstremité kas aktivasyon değerleri üzerine etkisinin tespit edilmesi ve bazı aktivasyon kalıplarının karşılaştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Özgün Değeri

Bulgarian split squat egzersizi son yıllarda kassal aktivasyon üzerine etkileri açısından çalışmalara konu olmuştur. Ulusal kaynaklar incelendiğinde, bu konuda bugüne kadar araştırmalara rastlanılmamıştır. Aynı zamanda literatürde, bulgarian split squat egzersizleri açısından farklı ekipman kullanımının bazı kas aktivasyon kalıplarını nasıl değiştireceği merak konusudur. Ayrıca literatür incelendiğinde, yapılan araştırmalarda egzersiz sırasında zemin üzerinde bulunan uzuv için değiştirilen ekipmanların aktivasyon değerlerinin ölçüldüğü görülmektedir. Buna istinaden, zemin üzerinde bulunmayan uzuv için ekipman farklılığının değerlendirildiğini inceleyen kısıtlı sayıda bilimsel çalışmaya

rastlanılmıştır. Bundan dolayı zemin üzerinde bulunmayan askı sistemi (suspension), stabilite topu (swissball) ve kutu (box) ekipmanlarının kullanımının bulgarian split squat egzersizinin kas aktivasyonunda neden olacağı farklılıklar araştırılmaya muhtaç olduğu kanısına varılmıştır. Dolayısıyla araştırma ile farklı ekipman türlerinin bulgarian split squat egzersizi sırasında kas aktivasyonuna etkisinin belirlenmesi literatüre değerli katkılar sunacağı düşünölmektedir. Araştırma bu yönüyle elde edeceği teorik bilgilerle literatüre önemli katkılar sunarken; aynı zamanda da pratikte egzersiz planlayıcılarının sporsal verim düzeyini arttırmak amacıyla antrenman içeriklerini düzenlemelerine yardımcı olacaktır. Bu bağlamda, farklı ekipmanlarla yapılan bulgarian split squat hareketinin kas aktivasyon değerlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın Soruları

1. Ekipman farklılığının iniş fazında aktivasyon değerleri nelerdir?
2. Ekipman farklılığının çıkış fazında aktivasyon değerleri nelerdir?

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kuvvetlendirme Egzersizlerinin Önemi

Kuvvetlendirme egzersizleri spor ve sağlık alanında yıllardır birçok amaç için kullanılmaktadır. Spor bilimleri uzmanları sporcuların sporsal verim düzeyini arttırmak amacıyla kullanırken; sağlık uzmanları ise toplum sağlığı, tedavi, hastalıklardan korunma vb. amaçlar için kuvvetlendirme egzersizlerini kullanmaktadır. Kuvvetlendirme egzersizlerinin önemini anlayabilmek için kuvvet kavramını irdelemek oldukça yararlı olacaktır. Kuvvet kavramı birçok alanda bilim insanları tarafından çeşitli biçimlerde tanımlandığı görülmektedir. Spor bilimleri alanında basit ve anlaşılır haliyle kuvvet bir kasın gerilme ve gevşeme yoluyla bir dirence karşı koyma özelliği olarak tanımlanmaktadır (13). Fizyoloji alanında kas kasılması esnasında kaslarda oluşan gerilim olarak ifade edilmektedir (14,15). Benzer şekilde bir direnç ile karşı karşıya kalan kasların kasılabilme ya da belirli bir ölçüde dayanabilme yeteneği olarak tanımlanır (13,16). Kuvvet fizikte cisimlerin hareketlerini, şekillerini ve konumlarını değiştiren etki olarak ifade edilmektedir (15,17). Buna göre kuvvetlendirme egzersizlerini uygularken bir ağırlık veya herhangi bir spor ekipmanının hareket ettirilmesi fizik alanında yapılan tanımlamalara örnek olabilir (13). Bu konuyu daha da detaylandıracak olursak; kuvvet ve cisimlerin hareketi üzerine çalışmalar yapan Isaac Newton eylemsizlik yasası, hareketin temel yasası ve etki tepki yasası olmak üzere üç temel hareket yasası ortaya koymuştur. Eylemsizlik yasasına göre tüm cisimlerin değişimine yönelik net bir kuvvet uygulanmıyorsa o cisim mevcut durumunu korumaya devam edecektir. Hareketin temel yasasında ise bir cisme etki edecek net kuvvetin uygulanması ile o cisimde değişim meydana gelecektir. Son yasa olan etki tepki yasasına göre bir cismi kuvvet etkilerse, cisimde o kuvvet üzerinde eşit büyüklükte tepki verecektir. Bu bağlamda hareketin temel yasası oldukça önem kazanmaktadır. Kuvvet (F), kütle (m) ve ivmelenmenin (a) çarpımına eşit olduğundan dolayı ($F=m*a$) kütle ile ivmelenmede birlikte gelişim kaydedilirse kuvvetin düzeyinde bir çeşit etki bırakacaktır. Yukarıda verilen formül incelendiğinde, kuvvetlendirme egzersizlerinde eğer ivmenin artması isteniyorsa yüksek düzeyde kuvvet uygulanması gerekmektedir. İvmenin artmasına bağlı olarak sürat yetisinde artış meydana gelmektedir. Bununla beraber kasa dışarıdan uygulanan yük arttıkça hareket hızı azalır ancak kasın ürettiği kuvvet artar. Örneğin bir sporcunun doğrudan maksimal ağırlıkta bench press yaparken hareketin hızı oldukça yavaş olacaktır.

Ancak aynı sporcunun bir maksimal tekrarın yarısı ile bench press yaptığında daha hızlı bir şekilde hareketi gerçekleştirecektir. Bu sürat ve kas kuvveti arasında paralel bir ilişki olduğunun göstergesidir. Bu durumda güç yetisi de oldukça önem kazanmaktadır. Güç birim zamanda yapılan iş ve geçen süreye bağlıdır. Egzersiz sırasında dışarıdaki yükün ne kadar hızlı hareket ettiği hızlanma ile ilgili ne kadar güçlü olduğunun göstergesidir. Örneğin; aynı maksimal kuvvete sahip iki sporcu maksimal ağırlıkta bench press yaptıklarında hareketi diğerinden daha hızlı gerçekleştiren sporcunun güç yetisinin diğerine göre daha çok geliştiği söylenebilir. Dolayısıyla hız artışı ve birim zamanda ortaya konan kuvvet, güç yetisinin gelişimini oluşturmaktadır. Sonuç olarak sporsal verimin temel özellikleri olan kuvvet, hız ve güç birbiri ile entegre bir şekilde çalışmaktadır. Bununla beraber kuvvetin tanımlamaları incelendiğinde aslında her alanda yapılan tanımlamaların birbiriyle bağlantılı olduğu ve totalde kuvvet yetisinin bireyler için oldukça önemli olduğu görülmektedir (2,14,17-21).

Kuvvet antrenmanı, direnci kullanarak kas inşa eden egzersizler için oldukça popüler bir terimdir. Kuvvet antrenmanı bazen direnç antrenmanı, kuvvetlendirme egzersizleri, ağırlık antrenmanı veya progresif direnç antrenmanı olarak adlandırılabilir (22). Bunun temel nedeni ise egzersizler sırasında kaslarımızın dirençler ile karşılaşmasıdır. Bu durumda fizyolojik olarak kaslar dirençlere karşı koyabilmek için kuvvet üretirler. Diğer bir deyişle iskelet kasları dirençlerle veya dış yükler ile uyarıldıklarında fizyolojik olarak bu uyarıya tepki verme çabasına girerler. Bu süreçte eğer uyarı (direnç) kasların normal sınırının üzerindeyse neromüsküler adaptasyon geliştirerek uyarı ile ne isteniyorsa fizyolojik olarak tepki (kuvvet artışı) alınmaktadır (1,2,22,23).

Kuvvetlendirme egzersizlerinin önemini anlayabilmek için kas kuvvetinin gelişimini kavramak oldukça önemlidir. İnsanlarda doğumdan itibaren büyüme ve gelişme süreci kas kuvveti ile ilişkilidir. Doğumda bir çocuğun vücut ağırlığının %25'i kas kütlesidir ve yetişkinlik döneminde bu oran yaklaşık %40'a yükselir. Bununla beraber büyüme ve gelişme oranlarında önemli farklılıklar vardır. Öyle ki kronolojik olarak aynı yaşa sahip olan çocuklar sabit bir hızda büyümezler ve büyüme, olgunlaşma, gelişme aşamalarında bireysel farklılıklar oluşur. Dahası ergenlik döneminde cinsiyet önemli fiziksel farklılıkları beraberinde getirir. Örneğin 11 yaşındaki bir kız, aynı yaştaki erkekten fiziksel olarak daha uzun ve daha yetenekli olabilir. Bireyler arasındaki farklılıkların bilinmesi aynı zamanda kuvvet antrenmanları uygulanacak çocuklar için

önemlidir. Örnek olarak; erken olgunlaşan 14 yaşındaki bir kız halter gibi bir sporu yapmaya hazır olabilirken, geç olgunlaşan bir erkek yüksek direnç egzersiz taleplerine yanıt veremeyebilir. Ergenlik döneminde erkeklerde testosteron, büyüme hormonu ve insülin benzeri büyüme hormonu gibi hormonal konsantrasyonlarda net artışın olması kas kütlelerinin artışına ve omuzların genişlemesine neden olurken, kızlarda östrojen artışı yağ birikimine ve kalçanın genişlemesine neden olur. En yüksek kas kütlesi direnç egzersizleri ve beslenmeden etkilenmeyen kadınlarda 16 ile 20 yaşları arasında olurken, erkeklerde 18 ile 25 yaşında oluşur (24,25).

Yukarıda belirtildiği gibi doğumdan itibaren büyüme ve gelişme ile birlikte kas kuvvetinde de artışlar meydana gelmektedir. Doğum sonrasında büyüme sürecinde beslenme ve hareketlilik düzeyi kuvvetin gelişimini etkiler. Bununla birlikte 7 yaşından itibaren yetişkinlik dönemine kadar her yıl kas kuvvetinde artış meydana geldiği bilinmektedir. 7 ile 17 yaş arasında kas kütlelerinin yaklaşık %300-500 oranında arttığı tespit edilmiştir. Ek olarak ergenlik döneminde hormonal değişimlere bağlı olarak kas kütlesi ve buna paralel olarak kas kuvvetinde artış meydana geldiği bilinmektedir. Öyle ki ergenlerin çocuklardan %50 daha fazla kas kuvvetine sahip olduğu ve bunun da boy ve kas kütlelerinin artışından sonraki zamanlarda (erkeklerde en yüksek boy hızından 1.2 yıl sonra, kızlarda en yüksek boy hızından 0.8 yıl sonra) gerçekleştiği görülmüştür. Ek olarak kas kuvvetinin gelişimini etkileyen bir diğer önemli faktör sinir sisteminin gelişimidir. Sadece kuvvet değil aynı zamanda denge, çeviklik ve güç gibi yetiler de sinir sisteminin gelişimine paralel olarak gelişmektedir. Miyelinizasyon sinir sisteminin fonksiyonlarının düzgün çalışmasını sağlar ve sinir sisteminin gelişiminde önemli bir rol alır. Motor sinirlerin miyelinizasyonu yetersiz veya yoksa, hızlı reaksiyon ve hareket becerileri başarıyla gerçekleştirilemeyebilir. Bununla beraber kuvvet ve güç çıktıları yüksek seviyelere ulaşamaz. Çoğu motor sinirin miyelinizasyonu cinsel olgunlaşma kadar tamamlanmadığı için çocuklarda birçok kuvvet ve diğer motorik yetiler yüksek seviyelerde değildir. Bu durumda çocuklarda antrenman çıktılarının yetişkinler gibi yüksek düzeyde beklenmemesi önemli bir husustur. Son olarak, spor yapmayan kadınların en yüksek kuvvet oranına ortalama 20 yaşında ulaştığı, spor yapmayan erkeklerin ise 20-30 yaşında ulaştığı bilinmektedir. Sonuç olarak; doğumdan itibaren ortalama 30 yaşına kadar kas kuvvetinin geliştiği söylenebilir. Ancak yaş, fiziksel inaktivite, nörolojik değişimler, hormonal değişimler ve çeşitli kas hastalıkları gibi birçok faktörle birlikte hem kas kütleimizde düşüş oluşur hem de kuvvet gelişimi durur. Bu

durumdan sonra her geçen yıl obezite, kas hastalıkları, kemik hastalıkları gibi birçok hastalığa açık hale gelme ihtimalimiz artmaktadır. Ancak tüm bunların oluşması kuvvetlendirme egzersizleri, sağlıklı beslenme ve nitelikli bir yaşam tarzı ile ertelenebilir. Bu bağlamda kuvvetlendirme egzersizlerinin hem genel sağlık hem de sportif performans üzerine önemi daha da çok artmaktadır (1,24,25).

2.2. Kuvvetlendirme Egzersizlerinin Sağlık Üzerine Etkileri

Teknoloji çağı, ofis yaşantısı, kentleşme, eğitim hayatı ve son yıllarda ağırlaşan çalışma koşulları günlük aktivite düzeyinin düşüşüne yol açmaktadır (26). Modern teknoloji hem iş hayatında hem de günlük yaşamımızda kullandığımız hareketler için aşırı kuvvet üretimi ihtiyacını en aza indirmektedir (27). Gelişen teknoloji makineleşmenin artmasını sağlarken, en ağır işler insan kuvvetine ihtiyaç olmadan çeşitli makine ve robotlar ile yapılmaktadır. Öyle ki sadece iş hayatına değil aynı zamanda günlük işlerimize, ihtiyaçlarımıza kadar her şey makineleşme ile insan kuvvetine artan ihtiyacı azaltmaktadır. Diş fırçaları bile artık otomatik olarak insan kuvvetine bağlı kalmadan çalışıyor, akıllı evler ile evlerimizde bulunan birçok aygıt sadece bir komut ile kontrol edilebiliyor. Örneğin ışığı açmak için elektrik anahtarına kadar yürümeye gerek olmadan sadece bir komut ile bu mümkün olabilir. Bu örnekler yüzlerce kez çoğaltılabilir. Dolayısıyla devam eden teknolojik ilerlemeler ile insan kuvveti ve hareketi gittikçe azalma eğilimindedir.

Bununla birlikte, her geçen yıl artan dünya nüfusunun yanında 85 yaş üstü bireylerin oldukça yüksek olduğu günümüz dünyasında (28) günlük aktivite düzeyindeki düşüklüğe bağlı olarak; fiziksel, fizyolojik, morfolojik, metabolik olmak üzere birçok rahatsızlık gelişmektedir. Bu rahatsızlıklar yaşa, cinsiyete, beslenme düzenine ve yaşam kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Sonuç olarak olumsuz birçok faktör insan sağlığını tehlikeye atmaktadır.

Bunlara karşılık, kuvvetlendirme egzersizleri 1950'lerin başından beridir bilimsel, tıbbi ve atletik popülasyonun ilgi alanı olmuştur (29). Son 30 yıldan beridir gelişen teknoloji ile paralel olarak artan çalışmaların niteliği neticesinde kuvvet eğitim programlarının sağlıklı, sağlıksız, genç, yaşlı ve çocuk olmak üzere her popülasyonda faydalarını destekleyen ikna edici kanıtlar üretmiştir (28).

Birçok kuruluş geçmişten günümüze insan sağlığı için çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Tıp alanında fiziksel aktivitenin vücut sağlığı için hayati öneme sahip olduğu gerçeği 1990'lı yıllarda kabul edildi. İlk olarak 1992 yılında Amerikan Kalp Derneği fiziksel hareketsizliğin koroner arter hastalığı için önemli bir risk faktörü olduğunu ilan etmesi ile birlikte sigaranın etkilerine değindi (30). Bu kuruluşlardan bir diğeri olan Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM) 1954'te kurulduğundan beridir spor tıbbı ve egzersiz bilimleri alanlarında fiziksel performans, sağlıklı ve zinde bir yaşam kalitesi için bir taraftan kendine özgü yayınlar yaparken, diğer taraftan devlet kurumları ve meslek kuruluşları tarafından klavuz oluşturmaya başladı (31,32). Bununla beraber Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) ile birlikte ACSM yüksek oranda hareketsiz ABD nüfusunu fiziksel aktiviteye teşvik etmek için 1995'te tavsiyeler verdi. Ancak 1996 yılında hala kadın ve erkeklerin fiziksel aktivite düzeyinde değişim olmadığı görüldü (33,34). Devam eden süreçte ABD Genel Cerrahi tarafından 1996'da fiziksel aktivite ve sağlık raporu yayınlandı (35). Artan tavsiyelerin sayısı halk ve spor uzmanları arasında özellikle tür, yoğunluk ve miktar konusunda kafa karışıklığı oluşturdu. Bu dönemde içinde doktorlar, egzersiz bilimciler, epidemiyologlar ve halk sağlığı uzmanlarının bulunduğu paneller gerçekleştirildi (36,37). Ardından Amerika Kalp Derneği (AHA) ve ACSM 2007 yılında doz-yanıt ilişkisine yönelik (Amerikalılar için fiziksel aktivite rehberi) karışıklığı tavsiyelerini güncelleyerek giderdi. Süreç içinde hem hareket etmeye teşvik hem de beslenme ile ilgili de raporlar yayınlandı. ABD Sağlık ve İnsan Hizmetleri Bakanlığı ile ABD Tarım Bakanlığı tarafından 2005 yılında Amerikalılar için beslenme önerileri yayınlandı (33,36–38). Bu amaçla bir farkındalık oluşturulmaya ve yukarıda bahsedilen insan sağlığını etkileyen faktörlerin önüne geçilmeye çalışıldı. Çalışmalar arttıkça egzersiz türleri ve etkileri üzerine literatürde oldukça tatminkâr kaynaklar oluştu. Kuvvetlendirme egzersizlerinin etkileri birçok çalışmada belirlenmeye başlandı. "ACSM'nin Kuvvet Antrenmanı ve Kondisyonun Temelleri" kitabı, "Ulusal Kuvvet ve Kondisyon Derneği (NSCA) 'nin Kuvvet Antrenmanı ve Kondisyonunun Temelleri" kitabı, "Harvard Tıp Okulu'nun Her Yaştan Yetişkinler için Kuvvet ve Güç Antrenmanı" raporu sadece birkaç örnek olabilir. Kaynaklarda kuvvetlendirme egzersizlerinin sağlık üzerine etkilerine de değinildi.

Buna göre kuvvetlendirme egzersizlerinin sağlık üzerine etkileri;

- Hastalık risk faktörlerini azaltır.
- Vücut yağ yüzdesini azaltır.

- Dinamik, izometrik ve izokinetik kas kuvvetini artırır.
- Kas hipertrofisi ve dayanıklılığı sağlar.
- Fiziksel işlevi korur.
- Bazal metabolizma oranını artırır.
- Kan basıncını düzenler.
- Kan yağlarını regüle eder.
- Dinlenim kalp atım hızını düşürür.
- Kemik mineral yoğunluğunu artırır.
- Sarkopeni'yi engeller.
- Kolon kanseri ve osteoporoz riskini azaltır.
- Kalp solunum uygunluğunu iyileştirir.
- Bel ve sırt ağrısını azaltır.
- Yaşam kalitesini artırır.
- Nörolojik fonksiyonları iyileştirir.
- Kan şekerini kontrol etmeye yardımcı olur.
- Hafif ve orta dereceli depresyon ve uykusuzluk ile mücadelede yardımcı olur.
- Artrit ve eklem problemleri ile mücadelede yardımcı olur.
- Pre-rehab egzersizleri ile ameliyata hazır hale gelmesine katkı sağlar.
- Postüral bozuklukların tedavisinde kullanılır.
- Parkinson, lenfödem ve down sendromu hastalıklarında olumlu etkileri vardır (22,24,32).

2.3. Kuvvetlendirme Egzersizlerinin Performans Üzerine Etkileri

Günümüzde sporcular, antrenörler ve tıp uzmanları tarafından en önemli biyomotor özelliklerden birinin kuvvet yetisi olduğu kabul edilmektedir (2). Ancak kuvvet yetisinin izleri binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Kuvvet eğitimlerinin tarihsel

gelişimi incelendiğinde; ilk olarak MÖ 2500 dolaylarına ait antik mısır mezarlarında duvarlara tasvir edilen kuvvet yarışmalarına ait sanat eserlerinin olduğu görülmüştür. MÖ 112-255 civarı Çin’de askeri amaçlarla kuvvet testlerinin uygulandığı, MÖ 6.yy’ da antik Yunanlılarda oldukça popüler olduğu hatta kuvvet yarışmalarını içeren olimpiyatların gerçekleştiği bilinmektedir. Bu dönemde Croton kentinden Milo’nun 6 kez olimpiyat şampiyonu ve 22 kez kuvvet/güç şampiyonu olduğu çeşitli kaynaklarca doğrulanmıştır. Ayrıca Milo’nun “overload” sistemini oluşturduğu ve bu sistem ile çalıştığı bilinmektedir (32,39–41).

Yakın tarih incelendiğinde; 19. yy kuvvetlendirme eğitimlerinin artarak popüler hale geldiği, çeşitli kuvvet değerlendirme yöntemlerinin ve çeşitli egzersizler ile ekipmanların geliştirildiği dönem olarak bilinmektedir (32). Güçlü adamlar çağı 1800’lerin ortalarından 1900’lerin başlarına kadar geçen ve kuvvet performansının yaygınlaştığı dönem olarak kuvvetlendirme egzersizlerinin gelişimine damga vurmuştur (32,42,43). Bu dönemde olağanüstü kuvvet performansları ortaya konmuştur. Ayrıca eğlence ve ticari amaçlarla kas kuvvetinin gelişimi desteklenmiştir. George Barker Windship, Louis Cyr 1863-1912, The Great Apollon, Ludwig Durlacher 1844-1924, George Hackenschmidt 1877-1968, Henry "Milo" Steinborn 1894-1989 kuvvetlendirme egzersizlerinin gelişimine katkıda bulunan bazı güçlü adamlardır (32,42–44).

20. yy kuvvetlendirme egzersizlerinde büyük değişimlerin meydana geldiği dönem olmuştur. Bu dönemde kuvvet antrenmanı efsaneleri oluşarak yanlış anlamalar artmaya başlamıştır. Güç adamları pazar odaklı olmaya başlamıştır. Kablo cihazları gibi çeşitli direnç egzersiz cihazları insanlara sunulmaya başlamıştır. Ayrıca antrenman dergileri, kitapları ve kursları tanınmış güçlü adamlar tarafından yayınlanmıştır (32,45). Bernarr McFadden tarafından 1899’da egzersiz yoluyla kas büyümesi, kuvveti ve sağlığın desteklenmesini içeren Fiziksel Kültür dergisinin ilk sayısı çıkarılmıştır (46,47). Yine benzer olarak Hopton Hadey tarafından Sağlık ve Kuvvet adında bir dergi yayınlanmıştır. 1902 yılında Strength Magazine isimli dergi Alan Calvert tarafından yayınlanmıştır (32,48). Daha sonra Kuvvet ve Sağlık dergisi 1930’lu yıllarda Bob Hoffman tarafından piyasaya sürülmeye başlanmıştır (49). Oldukça popüler olan Iron Man dergisi 1936 yılında Peary ve Mabel Rader tarafından yayınlanmıştır (50). Aynı dönemlerde Eugen Sandow’un Sandow’s system of Physical Training 1894 ve Strength and How to Obtain It 1897; George Hackenschmidt; Alan Calvert tarafından hazırlanan Milo Barbell Kursları 1902; Arthur Saxon’un Kas Gücünün Gelişimi 1906 ve Ağırlık Kaldırma Ders

Kitabı 1910; Earle Liederman'ın Kas Yapısı 1924 ve Kuvvetin Sırları 1925; Kas Geliştirme ve Fiziksel Kültür 1927, George Jowett; Basitleştirilmiş Fiziksel Eğitim - Tam Kas Gelişimi Bilimi 1930, Mark Berry; ve Peary Rader'in yazdığı The Rader Master Bodybuilding and Weight Gaining System 1946 bazı çalışmalardır (32). Bu nedenle, kuvvetlendirme eğitimi literatürü o dönemde popüler oldu ve günümüze kadar popülaritesi artmaya devam etti.

Günümüzde kuvvetlendirme egzersizleri atletik performans gelişiminin yanı sıra spor yapmayan bireyler içinde gerek fiziksel kapasiteyi geliştirmek gerekse vücut kompozisyonunu değiştirmek için kullanılmaktadır (27). Spor salonlarının artışı, spor ekipmanlarının geliştirilmesi, spora olan farkındalığın artması sivil fitness sektöründe kuvvet antrenmanları uygulamalarını arttırmaktadır. Bunun yanında profesyonel anlamda spor başarısı dünyada devletler tarafından gücün bir yansıması olarak kabul edilmektedir. Devletler spor alanında dünyada kabul görülen yarışmalarda başarı elde etmek için federasyonlar vasıtasıyla spor kulüplerini destekleyecek bir politika üretmektedir. Spor alanındaki başarı düzeyinin artması için birçok kuruluş bilim insanları ile araştırmalar yapmaktadır.

Kuvvet antrenmanlarına yönelik bilimsel çalışmalarda 1970'lerden sonra artış görülmektedir. 1940 ile 1960 arası küçük çaplı araştırmalar yapılmıştır. Bilimsel çalışmalara paralel olarak kuvvet antrenmanlarına katılım sayısında dramatik bir artış görülmüştür. ACSM gibi sağlık kuruluşları genel egzersiz programlaması üzerine çalışmıştır. ACSM 1998 yılında "kalp solunum ve kassal zindeliği geliştirmek ve sürdürmek için önerilen egzersiz miktarı ve kalitesi" üzerine çalışmalar yapmıştır. 2002 yılında ise ACSM genel sağlık ve zindelik hatta atletik performans dahil olmak üzere esasen tüm sağlıklı yetişkinler için kas büyümesini, kuvvetini, gücünü ve dayanıklılığını geliştirmeyi hedefleyen araştırmalar yayımlamıştır. Dahası, orta ve yüksek eğitim basamaklarında bu farkındalığı geliştirmek amacıyla önerilerini yaygınlaştırdı. Böylece 2009 yılında tüm öneriler bilimsel çalışmalar ile kanıta dayalı hale getirilerek bir kılavuz oluşturdu (32,33,37). Bu bağlamda, artan çalışmalar neticesinde kuvvetlendirme egzersizlerinin performans üzerine etkileri kanıtlanmış oldu.

Buna göre kuvvetlendirme egzersizlerinin performans üzerine etkileri;

- Kas gücünü artırır.
- Denge ve koordinasyonu geliştirir.

- Hız yetisinin artmasını sağlar.
- Çeviklik yeteneğini geliştirir.
- Reaksiyon süresini iyileştirir.
- Günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme kapasitesi artar.
- Dikey sıçrama yeteneği artar.
- Maksimal iş kapasitesi artar.
- Esneklik artar.
- Atma hızı artar.
- Tekme performansı gelişir.
- Koşu ekonomisine katkı sağlar.
- Tüm spor branşlarında performansı olumlu etkiler.
- Tüm spor müsabakalarında sakatlıkların önlenmesinde rol alır (1,2,23,24,27,32).

2.4. Hareket Kalitesinin Önemi

Hareket kalitesinin önemini anlayabilmek için hareket kavramının incelenmesi faydalı olacaktır. Hareket kavramı sıklıkla “movement” ve “motion” kelimeleri ile kullanılmaktadır. “Movement” veya “motion”, zaman içinde ve çevredeki bir noktaya göre yer, konum veya duruşta meydana gelen bir değişiklik olarak ifade edilmektedir. Bununla birlikte, hareket kavramının kullanım alanları ve amaçları da oldukça önemlidir. Spor ve rehabilitasyon alanında hareket kavramının “movement” ve “motion” olarak kullanıldığı görülmektedir. Her iki terimin tanımları benzer olmasına rağmen kullanım alanları açısından egzersiz ve rehabilitasyonla uğraşırken farklı şeyler ifade etmektedirler. Movement, çoğu zaman, kendi gücüyle pozisyon değiştirdiği için işleyen (çalışan veya işlevsel) bir bedenin hareketini ifade eder. Motion, tek bir gövde segmenti veya segmentler grubu içindeki mevcut esneklik aralığını temsil etmektedir. Movement, emekleme veya koşma gibi temel ve gelişmiş tüm vücut aktiviteleri veya atletik performansla ilgili golf vuruşu ile ilişkili olmaktadır. Bunun aksine motion kavramı ise 180 derecelik omuz fleksiyonu gibi genellikle belirli bir miktarda yön özgürlüğü ile ilgili olmaktadır. Bu sebeple optimal motion için normal movement gerekli olduğu

söylenbilir. Ancak optimal motion normal movement garanti etmez. Motion, movement'in bir bileşenidir, ancak movement aynı zamanda stabilite, denge, postüral kontrol, koordinasyon ve algıyı içeren motor kontrolü de gerektirmektedir (51).

Bununla birlikte literatürde doğrusal ve açısal olarak iki tür hareket bulunmaktadır. Doğrusal hareket bir kütle (insan vücudu veya cisim) üzerindeki tüm noktaların aynı zamanda, aynı mesafede hareket ettiği düz veya kavisli bir yol boyunca oluşan harekettir. Buna; bir sprinterin vücudu bir noktadan diğerine hareket ettirmesi, bir beyzbol topunu fırlatırken topun gidiş yörüngesi (topun başka yere doğrusal hareketi) veya bench press'teki bar hareketi örnek olabilir. Olabildiğince uzağa göndermek için bir topa tekme atmak gibi basit bir aktivitede; yüksek doğrusal hızda ve uygun yönde topun hareketi doğrusal harekete örnek olabilir. Doğrusal hareketteki belirgin karakteristiği, topun ayağı terk ettikten sonraki yolu ve hızıdır. Açısal hareket ise aynı vücut parçasının dönme eksenini adı verilen hayali bir çizgi etrafında meydana gelir. Açısal harekete kol veya diz gibi bir segmentin eklemden geçen bir eksen etrafında meydana gelmesi gerekmektedir. Topa tekme attığımızda diz, ayak bileği ve kalça eklemlerinde açısal hareket meydana gelmektedir. Ancak tekmeden sonra topun doğrusal yönde belirli bir hız ve mesafede yol alması doğrusal hareketi oluşturur. Benzer olarak havada olduğu yerde takla atmak veya bir artistik patencinin olduğu yerde dikey dönüşü ya da havada asılı olan bir çubuk etrafında dönmek açısal harekete örnek olabilir. Dolayısıyla açısal hareketin tek bir noktada gerçekleştiği söylenebilir. Tüm bu örneklerle istinaden; insan vücudunun ve insanlar tarafından hareket ettirilen cisimlerin doğrusal hareketleri, açısal hareketlerin katkılarının bir sonucu olarak gerçekleştiği kanısına varılabilir (52).

İnsan hareketinin oluşumunu bilmek, hareket kalitesinin önemini anlamak için elzemdir. Hareketin oluşumu ise farklı perspektiflerde açıklanabilir. Bu perspektiflerden bir tanesi kinetik zincir modellemesidir. İlk olarak Franz Reuleaux 1829-1905 tarafından "kinetik zincir reaksiyonu" olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamaya göre ardı ardına gelen rijit segmentleri birbirine bağlayan aracı segmentler bulunur. Eğer bu sistemin her iki ucu da sabitlenirse herhangi bir hareket açığa çıkmaz. Hareket anında dış yüklenmelerle birlikte oluşan kuvvet üretimi zincir etkisi ile tüm vücuda transfer olur. Dolayısıyla, zincirdeki herhangi bir hareket diğer bağlantılarda önceden tahmin edilebilir hareket ile sonuçlanır (53,54). Bu açıdan insan hareketinin kinetik zincir modeli ile açıklandığı söylenebilir.

Çalışma mekanizması açısından insan hareketi bir fonksiyonel bütünlük yoluyla gerçekleşir. Fonksiyonel bütünlük kinetik zincir modeli ile açıklanmaktadır. Kinetik zincirde fonksiyonel bütünlüğü oluşturan parçalar ise üç sistemden meydana gelmektedir. Bu sistemler; aktif (veya kaslı), pasif (veya eklemler) ve kontrol (veya sinir) sistemidir. Ayrıca hareket sırasında bu üç sistem insan vücudunda üç ayrı bölüme ayrılmaktadır. Bunlar; omuzlar, gövde ve pelvis-kalça-dizlerden oluşmaktadır. Kinetik zincirin optimal işlevi bu üç sistemin birbiri ile entegre bir şekilde çalışması ile sağlanmaktadır (55,56). Zincirdeki bir sistemin bozulması insan hareketinin bozulacağı anlamına gelebilir. Bu açıdan sağlıklı bir kinetik zincirin kaliteli hareket anlamına geldiği söylenebilir.

Hareket oluşumunun en temel parçalarından birinin iskelet kas sistemi olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla kas sisteminin çalışma mekanizmasını bilmek bir diğer önemli unsurdur. Hareketlerimiz iskelet kaslarının kasılması ile gerçekleşir. İskelet kasları işlevsellik ve mimari bakımdan incelendiğinde, boyutları farklı olmasına rağmen yapılarının ortak özellikler barındırdığı söylenebilir. Kaslarımızın etrafını çevreleyen üç ayrı katman bulunmaktadır. Bu katmanlardan ilki endomisyum olarak adlandırılır ve tek bir kas lifinin etrafını çevreler. İkinci katman ise perimisyum olarak adlandırılır. Bu katman yüzlerce kas lifinin birleşerek oluşturduğu fasiküllerin (kas demetleri) etrafını sarar. Üçüncü katman ise epimisyum olarak adlandırılmaktadır ve bir araya gelen kas demetlerinin etrafını sararak kasın kendisini oluşturur. Her kasın origo (başlangıç) ve insersiyö (bitiş) bölümü bulunmaktadır. Kaslar tendonlar aracılığı ile kemiklere bağlıdır ve bir uyarı geldiğinde kasların kemikleri çekmesi ile birlikte hareket meydana gelir. Çoğu hareket formlarında kasın hareket ettiği bölüm insersiyö'dür. İnsersiyö, kasılma sırasında origoya yaklaşır. Hareket, kasların izotonik ve izokinetik kasılması yoluyla gerçekleşir. Hareket insan yaşamının her anında bilinçli ve bilinçsiz olarak gerçekleşir (5,57,58,110).

İskelet kas sistemi, statik ve dinamik işlevlere sahiptir ve kaliteli hareket bu iki işlevin birleşimi ile oluşmaktadır. İnsan vücudunun statik durumunu duruş oluştururken, dinamik durumunu ise hareket oluşturmaktadır. Burada belirtilen statik durum hareketin temel parçası olarak görülmektedir. Bunun temel sebebi ise statik durum olarak tabir edilen duruş sırasında aslında harekete veya bir sonraki pozisyona hazırlık-geçiş bölümü olarak adlandırılmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda kas sistemimizin belirli bir düzeyde kas tonusu seviyesi her zaman olmaktadır. Böylece herhangi bir minimum eylemde her zaman birkaç lif aktif olacaktır. İnsan vücudunun normal hareket fonksiyonu

ise, vücudu destekleyen ve hem dinamik hem de statik durumlarda en uygun şekilde çalışmasını sağlayan dengeli bir kas sistemine bağlıdır (58). Dolayısıyla, kas sistemindeki dengenin bozulması hareket kalitesini etkilediği söylenebilir.

İnsan hareketi oluşumu bakımından temel bazı yapı taşlarına ayrılır. Bu yapı taşları üç düzlem (sagital, frontal ve horizontal) ve altı izole eklem hareketinden oluşur (56):

- Sagital düzlem: fleksiyon / ekstensiyon
- Frontal düzlem: abdüksiyon / addüksiyon / lateral fleksiyon
- Horizontal düzlem: rotasyon

Tüm temel hareketler (itme, çekme, kaldırma ve dönüş) yukarıda bahsedilen hareketin yapı taşlarına göre yapılmaktadır. Bahsedilen temel hareket kalıpları günlük yaşamımızın yanı sıra sportif performans egzersizlerine de (squat, lunge) entegre edilmektedir. Hareketin temel yapı taşlarında fonksiyonel bozukluk oluşması hareketin kalitesini bozmaktadır. Dolayısıyla hem günlük aktiviteler hem de sportif performans açısından olumsuz bir etki yaratacağı söylenebilir.

Literatürde hareket kalitesi temel hareket kalıplarının dengeli ve iyi koordine edilmiş bir şekilde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (51). Zayıf hareket kalitesi ise hareketleri teorik normlara göre tamamlayamamaktır (59). Kalça fleksiyonu sırasında diz eklemünde internal/eksternal rotasyon oluşması zayıf hareket kalitesine örnek olabilir.

Literatür incelendiğinde fiziksel hareketin odak noktalarının farklı alanlarda değiştiği görülmektedir. Hareket kalitesi, fizyoterapi açısından kas, eklem ve uzuvların özelliklerine odaklanmaktadır. Spor bilimleri açısından ise, sportif performans düzeyine odaklanmaktadır. Psikiyatri açısından psikopatolojik bozuklukların dışavurum psikolojisine odaklanmaktadır (59). Ancak kaliteli hareketin tüm alanlarda birbirini etkilediği söylenebilir. Dolayısıyla hareket kalitesini birçok parametre etkileyebilir. Sebebi ise kişiden kişiye göre değişiklik gösterebilir. Ancak literatürde hareket kalitesini etkileyen parametreler genel olarak;

- Eklem hareket açıklığı
- Postural bozukluklar
- Kas kuvveti / dayanıklılığı

- Kas dengesi
- Nöromüsküler kontrol
- Eklem stabilitesi
- Postural stabilite
- Solunum ritmi
- Ruhsal sağlık
- Bilişsel kavrama yeteneği (59–62).

Hareket kalitesinin sportif performans düzeyi açısından öneminin tartışılması konunun anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Tüm spor branşların kendine özgü teknikleri ve bunlarında çeşitli hareketleri bulunmaktadır. Ancak temelde çoğu performans sporu hızlanma, durma, yön değiştirme, geri koşma, sıçrama, dönüş, çekme, kaldırma, fırlatma, tekme ve kontak gibi çeşitli hareketler içerisinde gerçekleşir. Bu durumda sporcuda zayıf olan parametreler başta sakatlık olmak üzere, performans düzeyini olumsuz etkiler. Düşük performans gösteren bir sprinter için düşünüldüğünde düşük performansın çeşitli faktörlerin sonucundan kaynaklanabileceği söylenebilir. Örneğin; sprinterin koşu sırasında kalça, diz ve ayak bileğinin sagittal düzlemde hizalı olması beklenir. Ancak dizde ekstrenal veya internal rotasyon oluşması bu hizalamayı bozar, düzgün form oluşmasını etkiler ve sonuçta hareketin kalitesini engeller. Şöyle ki dizi sagittal düzlemde hizalı olarak göğse çekmek, o davranışı yaptıran kasların fonksiyonel olarak işini yaptığı anlamına gelir. Fonksiyonel olan kaslar hareket formunun düzgün ve optimal enerji kullanılarak yapılmasını sağlar. Bu bir sprinter için daha geç yorgunluk, daha ekonomik iş ve daha iyi performans çıktısı oluşturur. Bununla birlikte hareket; stabilite, mobilite ve motor kontrolün aktif rolü ile gerçekleşmektedir. Ancak hareket sırasında mobilite veya stabilite gibi bir verimsizlik durumunda telafi edici hareket kalıpları devreye girer. Telafi edici hareket kalıpları ise sporcunun bilinçsizce hareketi gerçekleştirmesine yol açar. Ancak sakatlığın oluşması kaçınılmaz olur. Sprinterin koşu sırasında dizinin ekstrenal veya internal rotasyon yapması durumu ana taşıyıcı kasların işlevsel düzeyde aktif olmasını engellediği için telafi edici kasların daha erken sakatlanma ihtimalinin yüksek olması mümkündür. Tüm bu örnekler sprinterin hareket kalitesinin bozulmasının nedenlerinden sadece bir tanesi olabilir. Kaliteli hareket açısından düşünüldüğünde; koşu sırasında teknik olarak birçok eklem harekete

katılmaktadır. Bu eklemlerden bazıları stabiliteye bazıları ise mobiliteye katkı sağlar. Bununla birlikte; kaliteli bir koşu mekaniği için; kalçalar ve gövde arasında uygun koordinasyon ve stabilitenin yanı sıra tek bacak duruş yeteneği de önemlidir. Tüm bunlarda kaliteli koşu kinematiğinin bir parçasıdır (9,51,63–66).

Başka bir örnek verecek olursak; Omuz hareketleri sırasında skapula, torakal-servikal omurga ve göğüs kafesinin etkin katılımı ve koordinasyonu bulunmaktadır. Omuz'un fleksiyon, ekstensiyon, abduksiyon, adduksiyon, iç-dış rotasyon, skapulanın protraksiyon ve retraksiyon gibi davranışları bulunmaktadır. Eğer bu davranışların hareket mekaniğinde herhangi bir bozukluk meydana gelirse hem performans düşüşü hem de sakatlanma riski oldukça yüksek olmaktadır. Futbolda taç atışı, atletizmde gülle ve cirit atışı gibi çeşitli spor dallarında omuz kuşağı oldukça etkin olarak kullanılmaktadır. Atma-fırlatmaya yönelik branşlarda sporcunun hareket kalitesini birçok faktör bozabilir. Örneğin; latissimus dorsi, serratus anterior, anterior deltoid, pektoralis minör-major ve rektus abdominis gibi kasların aşırı gelişmesi veya aşırı kısa oluşu o bölgede fleksibilite eksikliğine neden olur. Bu durumda mobilite eksikliği görülür. Sporcu taç atışı yaparken kollarını yeterince geriye doğru açamaz dolayısıyla optimal kuvvet üretimi için istenilen hareket açıklığına erişemez. Bundan dolayı topu, ciriti, gülleyi daha uzağa atamaz, bu da performansını olumsuz etkiler. Bununla birlikte yeterli hareket açıklığı olmadığı için beden telafi edici hareket kalıpları üretir. Bu da sporcunun sakatlanmaya açık hale gelmesine neden olur. Sadece mobilite değil aynı zamanda stabilite de önem kazanır. Servikal ve thorakal bölgenin doğal eğrilikleri bulunmaktadır. Bu eğriliklerin stabil pozisyonda kalması ve mevcut durumunun bozulmaması oldukça önemlidir. Ancak bahsedilen kaslarda oluşan mobilite problemi bu bölgelerde stabilite problemi de oluşturmaktadır. Sonuç olarak, tüm bu anlatılan hareket mekanikleri birbiri ile bağlantılıdır. Bir bölgedeki işlevselsizlik diğer bölgeyi etkilemektedir. Özetle omuz bölgesinin zayıf kalitede hareketliliğini göğüs, karın ve sırt kaslarının bir kısmı; skapulothorakik bölgede stabilite disfonksiyonu, gleneohumeral eklem ile ve thorakal omurga bölgesinde mobilite problemi, aksiyon-humeral, skapulo-humeral ve deltoid kaslarının fonksiyonelik durumu gösterebilir (9,51,63–66).

Son olarak; tekme performansı core bölgesi ve alt ekstremitenin stabilite ve mobilitelerine bağlıdır. Tekme hareketinde kalçanın arka kısım kasları (gluteus maksimus), uyluğun arka kısmı (hamstringler) ve alt bacağın arka kısmı (triceps surae) tekme attığımız bacağın fleksiyon limitasyonuna sebep verirken; kalçanın ön kısmı (iliacus ve

psoas majör) yerde denge sağlayan bacağın ekstensiyon limitasyonuna sebep olabilir. Bu durumda hareket kalitesi bozulabilir. Direnç egzersizlerinin temeli olan squat hareketinde core ve thorakal bölgesinin instabilitesi, ayak bileğinde bilateral zayıf kapalı kinetik zincir dorsifleksiyonu, dizlerde ve kalçada zayıf stabilite ile birlikte fleksiyon limitasyonu zayıf hareket kalitesine neden olan unsurlar olabilir. Sadece sportif performans değil günlük aktivitelerimizde kullandığımız hareketlerin tamamının kaliteli olması nitelikli bir yaşam için oldukça önemlidir (9,51,63–66).

2.5. Nitelik ve Nicelik Paradoksu

Bir işi çok yapmak mı yoksa nitelikli yapmak mı daha önemlidir? Günümüzde antrenman planlamalarının miktar üzerine kurulduğu görülmektedir. Bir egzersizin kaç set ve kaç tekrar olduğunu bilmek antrenman tasarımı açısından oldukça önemli olarak görülmektedir. Bununla birlikte; çok çalışmanın çok başarı ve gelişim getireceği neredeyse herkes tarafından kabul edilmiştir. Böylece birçok yaklaşım ortaya çıkmıştır. Bunlardan bir tanesi “acı yoksa kazanç yoktur” yaklaşımıdır. Benzer olarak “iyi antrenman çok yorulmaktır” veya “çok çalışmanın çok erken sonuca varılabileceği” ya da “olabildiğince çok çalışmak” gibi istenilirse türetilebilecek yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlar sporcular üzerinde faydadan ziyade zarar vermektedir. Bu zararlar geri dönüşü olmayan kas, eklem sakatlığı olabilir. Hatta bireyin sporculuk kariyerini dahi bitirme noktasına getirebilir. Bundan dolayı doğru miktarda, doğru hızda ve doğru bir hareket formu ile çalışılmasının daha iyi olabileceği düşünülmektedir.

Çok kaslı olmak mı yoksa işlevsel kas ve hareketlere sahip olmak mı önemlidir? Geleneksel vücut geliştirme kültürü, hipertrofi için bireysel kasları izole etmeyi vurgularken, çağdaş fizyoloji anlayışı beynin kasları bireysel olarak düşünmeyeceğinden bahseder (67). Ne kadar ağırlık taşıdığımız veya ne kadar kaslı olduğumuz kas sistemimizin ne kadar fonksiyonel olduğunu göstermez. Konu ile ilgili ilk düşünce yapısını ortaya atan kişi Vladimir Janda olmuştur. Janda’ya göre önemli olanın ne kadar ağırlık kaldırdığının değil, kullanılan hareket paterninin becerisi veya kalitesidir. Bu konu ile ilgili Gray Cook “İşlevsizliğin üzerine güç inşa etmeyin” demiştir (68). Öyle ki çok kaslı bir beden basit bir squat hareketini yapamayabilir. Hatta devasa boyutta kaslı bir birey kendi çorabını dahi giyemeyecek düzeyde olabilir. Dolayısıyla inanılmaz büyük bedenlerin bireyin ne kadar güçlü olduğunu göstermeyeceği ve sahadaki atletlerin

performans çıktılarının bunun belirteci olacağı düşünülmektedir (67). Çünkü hız, kuvvet, güç, hareket edebilmek vb. yetilerin hepsi işlevsel olan bedenin bir ürünüdür. Sonuç olarak; doğru miktarda ve işlevsel çalışmalar yapmak; yani çok değil, olması gerektiği kadar çalışmanın nitelik getireceği söylenebilir.

2.6. Kuvvet Çalışmalarında Ekipman Farklılığının Önemi

Sporcular ve fitness tutkunları genel antrenman programlarının bir parçası olarak kuvvet antrenmanı yaparlar. Sporcularda asıl ilgi kaldırdıkları ağırlığın miktarının ne kadar olduğu değil, kuvvetlendirme antrenmanlarının getirdiği kuvvet ve güç artışı ile birlikte atletik performans düzeyindeki değişikliklerdir. Fitness tutkunları ise atletik popülasyonun uyguladığı antrenmanların bazılarına ilgi duysa da kuvvetin sağlık yararları ve kuvvetin getirdiği ince form ile ilgilenmektedirler (69). Tüm bunların temelinde ise planlama bulunmaktadır. Planlama antrenörlerin, bilimsel ve yöntemsel temelli bir süreci kullanarak, istikrarlı bir antrenman programı oluşturma çabalarında faydalandığı en önemli araç olarak görülmektedir. Etkili bir kuvvet antrenmanının tasarlanması için; planlama sürecinde birçok etmenin üzerinde durulması gerekmektedir (2). Bu etmenlerden en önemlisi kuvvet antrenmanının temel ilkelerinin sağlam bir şekilde anlaşılmasıdır. Bu ilkeler aşağıdaki gibidir:

- Antrenman çeşitlendirilmesi (kas grupları, kapsam ve şiddet, alıştırma çeşitliliği, kasılma türü, kasılma hızı, alıştırma sırasının çeşitliliği, antrenman ekipmanlarının çeşitliliği).
- Bireysel farklılıklar (antrenman geçmişi, bireysel çalışma yeterliliği, antrenman yenilenme düzeyi).
- Basamaklı yüklenme (yüklenme- uyum döngüsü) (5).

Tüm ilkeler ışığında; program tasarımının bireylerin amacına ve hedefine göre kişileştirilmiş olması antrenörler için oldukça önemlidir. Öyle ki bir kişi üzerinde geliştirici olan bir kuvvet antrenmanı planı, başkası için geliştirici olmayabilir. Bu yüzden kuvvet antrenman programlarının kişinin amacına, hedefine ve fonksiyonel yeterliliğine göre optimize edilmesi oldukça önemlidir (69). Ekipman tercihi programın kişileştirilmesinin bir parçasıdır. Bu durumda kuvvet antrenman planı yapılırken hareketin ortaya çıktığı eklem, eklem hareket genişliği, hareket genişliğinin modeli ve kas kasılma türü ekipman tercihinde üzerinde durulması gereken parametreler olarak

görülmektedir (1). Kuvvet antrenmanı amacıyla kullanabileceğimiz çok sayıda ekipman bulunmaktadır. Ekipmanların kullanımı antrenman hedeflerine göre avantaj ve dezavantajları ile çeşitlilik göstermektedir (70,71). Çoğu kuvvet antrenmanı ekipmanları üç ayrı kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; hareket aralığı boyunca sabit direnç sağlayanlar, hareket aralığı boyunca değişken direnç sağlayanlar ve hareket aralığı boyunca sabit bir hız sağlayanlar şeklindedir. Ayrıca bu kategorilerin dışında geleneksel olmayan yeni nesil kuvvetlendirme ekipmanları bulunmaktadır (72).

Tablo 2.1. Kuvvetlendirme egzersizleri ekipmanları (72)

Hareket Aralığı Boyunca Sabit Direnç Sağlayan Ekipmanlar									
Serbest Ağırlıklar									
Barlar		Özel Serbest Ağırlık Nesneleri	Ağırlık Plakaları	Serbest Ağırlık Aksesuarları					
Olimpik Bar		Sağlık Topu/ Slam Ball	Olimpik Ağırlık Plakaları	Ağırlık Sehpaları	Göğüs İtiş Sehpası			Stabilite Nesneleri	Egzersiz Topları
Standart Bar		Kettlebell	Ağırlık Plakaları		Yukarı Eğimli Sehpa				BOSU Ball
Sabit Bar		Baş Kemerleri	Collar		Aşağı Eğimli Sehpa				Stabilite Diskleri
EZ Curl Bar		Ağırlıklı Kemer	Dambıl		Omuz İtiş Sehpası				Denge Tahtaları
Düz Barlar		Kum Torbaları			Preacher Bench				
Güvenlik Barlar		Bilek Silindiri			Düz Sehpa				
Trap Bar		Arm Blaster			Hiperekstansiyon Sehpa				
T Bar		Landmine			Dambıl Raf				
Ortak Nesneler		İnsan Vücudu		Basit Ağırlık Makineleri		Kablo Makarası Makineleri			
Güçlü Adam Nesneleri	Atlas Taşı	Kendi Vücut Ağırlığı		Smith Machine		Cable Pulley/Crossover Machine			
	Tomruklar	Partner Vücut Ağırlığı		Leg Press		Lat Pulldown Machine			
	Traktör Lastikleri	Aksesuarları	Hack Squat	Hack Squat		Aksesuarları	Lat Bar/ Single-hand D Grip		
	Bira Fıçıları		Calf Raise Machine	Calf Raise Machine			Parallel-Arm Lat Bar/ V Bar		
	Bidonlar/ Zincirler		(Linear klavuzlu makineler)	(Linear klavuzlu makineler)			Short Straight Bar/ Rope		
	Bottle Ropes		Genellikle ağırlık plakası eklenen	Genellikle ağırlık plakası eklenen			Low Row Bar/ Ankle Collar		
Hareket Aralığı Boyunca Değişken Direnç Sağlayan Ekipmanlar									
Cam-Based Resistance Machines (Kam Tabanlı Direnç Makineleri)			Resistance With Pull			Lever-Arm Resistance Machines (Kaldıraç Kol Direnç Makineleri)			
Ascending and Descending Curve			Bull Worker / Chest Expander			Hammer Strength Machines Chest Press			
Ascending Curve			Hand Gripper / Reformer						
Descending Curve			Elastic Bands/ Tubing/Chans						
Hareket Aralığı Boyunca Sabit Hız Sağlayan Ekipmanlar					Geleneksel Olmayan ve Yeni Ekipmanlar				
İzokinetik Dinamometreler					Titreşim Makineleri/ Hidrolik Direnç Makineleri				
					Pnömatik Rezistans Makineleri/ Bodyblade				

Hareket aralığı boyunca sabit direnç sağlayan ekipmanlar, kategorinin en geniş yelpazesini oluşturmaktadır. Bu kategorideki ekipmanlar yer çekimi yoluyla direnç sağlar. İzotonik ve bazen (hareketin durakladığı noktada) izometrik bir kasılma gerçekleştirir. Bu ekipmanlar ile kaldırdığımız ton-gerginlik ve ağırlık aynı kalmaktadır (72). Bu ekipmanlarla yapılan egzersizlerde ekipmanın moduna (hangi tip ekipman) göre farklılık göstermekle birlikte hareket sırasında kasların uyguladığı kuvvet miktarı sabit değildir. Kaslar eklemlerin açılarına göre farklı aktivasyon değerleri gösterir. Dolayısıyla hareket aralığı boyunca sabit direnç sağlayan ekipmanlarla yapılan egzersizlerde yük yani dış direnç miktarı değişmezken kasların uyguladığı kuvvet miktarı hareket fazları arasında değişmektedir. Diğer taraftan ekipmanın modu da kasların aktivasyon düzeylerini buna bağlı olarak kuvvet çıktılarını etkilemektedir. Örneğin; ağırlık makineleri ile yapılan egzersizlerde kasların uyguladığı kuvvet miktarı kablolu makinelere göre farklılık göstermektedir. Kablo makarası ile yapılan egzersizlerde kablo veya kayışın makinedeki hareketli bir tutamakta bağlandığı nokta kasların uyguladığı kuvveti değiştirmektedir. Sonuç olarak kas kuvveti egzersiz hareketi boyunca değişse bile, dış direnç veya kaldırılan ağırlık sabittir. Bunlara hareket aralığı boyunca sabit direnç sağlayan ekipmanlar denir (69,73).

Hareket aralığı boyunca değişken direnç sağlayan ekipmanlar kategorisi ise hareket aralığı boyunca direnci bilerek kontrollü bir şekilde değiştiren ekipmanları veya direnci kontrolsüz bir şekilde değiştiren ekipmanları içermektedir. Dolayısıyla bu ekipmanlarla yapılan egzersizlerde hareket anında dış direnç değişmektedir (72). Bundan dolayı kuvvet üretimi diğer ekipmanlarla yapılan egzersizlere göre hareket anında her noktada daha çok olmaktadır. Bu çalışma yöntemi ile nöromüsküler koordinasyon, kuvvet ve güç artışı daha avantajlı olarak sağlanmaktadır (69,73,74).

Sabit hız sağlayan ekipmanlar ise hareket hızını kontrol eden makinelerle ilgilidir. Bu ekipmanlarla yapılan çalışmalarda hızın sabit kaldığı izometrik kasılma söz konusudur. Bu ekipmanlar ile bilgisayarlar tarafından kontrol edilerek kaldırma kolunun sabit bir hızda hareket ettirilmesi sağlanır. Geleneksel olmayan kuvvet ekipmanları ise daha çok elektronik makinelerden oluşmaktadır (72).

Yukarıdaki açıklamalar neticesinde hangi ekipman tipi olursa olsun hepsinde hareket anında kuvvetin çeşitli miktarlarda değişeceği belirtilmiştir. Ancak kuvvetin maksimum seviyede ortaya çıktığı hareket aralığı tüm egzersizler ve ekipmanlarda sadece küçük bir noktada gerçekleşmektedir. Bu küçük nokta kuvvet eğrisi ile açıklanabilir.

Kuvvet eğrisi artan (ascending), azalan (descending) ve çan (bell shaped) olmak üzere üç ayrı türü bulunmaktadır. Kuvvet eğrisi hareket aralığı boyunca eklem açılarında ne kadar kuvvet üretebileceğimizi gösteren bir grafiksel modeldir (74). Bu yaklaşım uzunluk gerginlik ilişkisi ile ilgili olarak kasın her uzunlukta farklı miktarda kuvvet üretmesinden bahsedilmektedir.

Artan bir kuvvet eğrisinde, hareket aralığı boyunca kasın konsantrik faz'da kuvvet üretme kapasitesi artmaktadır. Skuat ve göğüs itiş gibi artan kuvvet eğrisine sahip egzersizlerde bir tekrarın konsantrik fazının son yarısı veya son çeyreğinde daha fazla ağırlık kaldırmak mümkün olabilir (69). Artan kuvvet eğrisinde hareketin eksantrik fazından konsantrik fazına geçiş anı (sticking point) zordur ve nispeten üst kısmı daha kolaydır. Örneğin göğüs itiş yaparken en zorlandığımız kısım sticking point anıdır. Ya da skuat egzersizinde ayağa kalkma fazı oldukça zorlanacağımız bölümdür. Bu durumda eksantrik fazdan konsantrik faza geçiş anında kuvvet düşüktür ve hareket ilerledikçe kuvvet artmaktadır (75). Göğüs itiş, skuat, deadlift, bacak itiş ve omuz itiş yaygın kullanılan artan kuvvet eğrisi egzersizleridir (74).

Azalan kuvvet eğrisi bir hareketin konsantrik tekraralama aşamasının yalnızca ilk yarısı veya çeyreği yapılırsa fazla ağırlık kaldırmak mümkündür. Buradaki egzersizlerde hareketin başlangıcı daha rahattır ve hareketin üst kısmına gidildikçe zorlaşır. Çekme egzersizleri (bend over row ve pull up) azalan kuvvet eğrisine örnek olabilir (69,75). Çan kuvvet eğrisi ise zorluk hareketin orta noktasında olacaktır. Hareketin başlangıç ve bitiş fazları kolay olmaktadır. Yani hareket aralığının orta kısmı yapılırsa daha fazla ağırlık mümkün olacaktır. Bu eğriye barbell curl egzersizi örnek olabilir. Sonuç olarak kuvvet eğrisini ayarlayabilme noktasında değişken direnç sağlayan ekipmanlar diğer ekipmanlara kıyasla daha avantajlıdır. Bu ekipmanlar ile kuvvet eğrileri kullanarak egzersizin hareket aralığındaki farklı noktalarda bulunan kasları aktive edebilir, dolayısıyla daha fazla motor ünite katılımı sağlayarak kuvvet çıktısında artış sağlanabilir.

Kuvvet antrenmanlarında en yaygın olarak hareket aralığı boyunca sabit direnç sağlayan ekipmanlar kullanılmaktadır. Bunlar içinde serbest ağırlık ve makine ağırlığı modları en çok tercih edilen ekipman türleridir (2,23,70,76). Bu ekipmanlar ayrıca serbest ve sabit biçimli ekipmanlar olarak da adlandırılabilir. Serbest biçimli ekipmanlar ile yapılan egzersizler stabilite ihtiyacı oluştururken, tüm düzlemlerde hareket sağlayabilmektedir. Sabit biçimli ekipmanlar ile yapılan egzersizlerde ise hareket deseni, hareket aralığı boyunca sürdürülmektedir. Ancak antrenörler bireyin mevcut durumu ve

gereksinimlerine göre bu ekipmanları birbirleri ile eşleyerek varyasyonlarını oluşturabilir. Dolayısıyla ekipman türlerinin antrenman verimliliği açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir (77,78). Her ekipmanın kendine özgü çalışma biçimi, etkileri, avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Serbest ağırlıklar ve makine ekipmanı ile ilgili veriler tablo 2.2 de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Ağırlık makineleri ve serbest ağırlıkların kullanımı (28,29,71,77,78)

AĞIRLIK MAKİNELERİ	
Avantajları	Dezavantajları
• Güvenlidir. • Kullanılabilirlik ve erişim seviyesi yüksektir (İstenilen yoğunluğa ulaşmak). • Hareketleri öğrenmek daha kolaydır. • Ana hareket ettirici kaslara odaklanmayı sağlar. • Stabilite ihtiyacının azalmasını sağlar. • Yardımcı gerektirmez. • Güvenli kilitleri ile sakatlık riskinin azaltılmasını sağlar. • Yüksek teknolojiye sahip olmaktadır. • Hareketin sabit hızlarda yapılmasını sağlar. • Başlangıç ve orta seviye için önerilir. • Ağırlık kontrolünün kısmi olarak bireyde kalmasını sağlar. • Serbest ağırlıklara göre nispeten daha az motor ünite katılımı ve kas grubu alımı sağlar. • Bir egzersizden diğerine geçmeyi kolaylaştırır. • Sakatlık sonrası toparlanma ve iyileştirme amaçlı kullanılabilir.	• Satın almak pahalıdır. • Bakımı pahalıdır. • Dinamik hareketler gerçekleştirmek için uygun değildir. • Sadece sınırlı sayıda egzersiz sunar. • Ergonomik değildir (kolayca taşınamaz, alan kaplar).
SERBEST AĞIRLIKLAR	
Avantajları	Dezavantajları
• Tüm vücut dinamik hareketlerine izin verir. • Kolayca yük değişimi sağlar. • Doğal hareketlere izin verir. • Aktif çalışan kas grubu çeşitliliği sağlar. • Ağırlık kontrolünün tamamen bireyde olmasını sağlar. • Yüksek kas aktivasyonu ve motor ünite katılımı sağlar. • Stabilite ihtiyacının artmasını sağlar. • Tüm düzlemlerde çalışma olanağı sağlar. • Hareketin değişken hızlarda yapılmasını sağlar. • Hareket anında farklı eklem açılarında değişik oranlarda kuvvet üretimi sağlar. • Vücudun iki tarafı kuvvet farklılıklarının üstesinden gelmeye yardımcı olur. • Ergonomik olmasını (taşınabilirlik, alan değişimi) sağlar. • Kas içi ve kaslar arası koordinasyon oluşturur. • Daha çok çeşitli egzersizlere izin verir. • Pahalı değildir.	• Güvenli değildir. • Yardımcı gerektirir. • Daha fazla beceri gerektirir. • Ekipman dağılımına neden olur. • Daha fazla kabarcık ve nasırlara neden olur. • Değişken hareket formu oluşur.

Kas aktivasyonu kuvvet antrenmanlarında oldukça önemli bir faktördür. Kuvvet ve kütle kazanımında büyük artışlar sağlayan egzersizleri belirlemek için EMG çalışmaları yapılmıştır. Sonuç olarak; ekipman farklılığının EMG değerleri üzerinde etkileri olduğu görülmektedir (5). Özetle ekipman farklılığı; kaliteli verimli bir program için elzemdir. Özellikle bireye ve amaca göre yapılandırılmış programların en temel unsuru ekipman tercihidir.

2.7. Bulgarian Split Squat Hareketinin Biyomekaniği

Squat egzersizleri kuvvet ve kondisyon antrenörleri tarafından kullanılan ve içinde geniş hareket modelleri bulunan temel bir egzersizdir (79). Bu hareket modelleri içinde bulunan Bulgarian split squat (BSS) geçmişten günümüze antrenman programlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Squat egzersizleri binlerce yıldır uygulanmasına rağmen, literatürde BSS'nin kökenlerinin yakın tarihimize dayandığı görülmektedir. Literatürde egzersizin kesin olarak kim tarafından oluşturulduğu bilinmemektedir. Ancak egzersizin olimpik halter sporundan kaynaklandığına dair kanıtlar bulunmaktadır. 1970 ve 80'li yıllarda Bulgaristan'ın dünya halterinin merkezi konumunda olduğu bilinmektedir. Bu nedenle o dönemde dünya üzerinde Bulgarların halter sporunda göstermiş olduğu başarıların sırları batı ülkelerince merak konusu olmuştur. Bulgar halter milli takımının teknik direktör yardımcısı Angel Spassov'un 80'li yılların sonunda ABD'ye Bulgar halter sistemini konuşmak için gittiği ve orada haltercilere back squat egzersizlerini programlardan çıkardıklarını ve sadece BSS ve step up egzersizleri ile antrenman yaptırdıklarını söylediği bilinmektedir. Bu nedenle egzersizler oldukça popüler olmuş ve yaygınlaşarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca Angel Spassov ve Terry Todd tarafından yazılan Bulgarian Bacak Eğitiminin Sırrı makalesi de bu fikri destekler nitelikte olarak egzersizin yaygınlaşmasına katkıda bulunmuştur. Bunun üzerine dünyada back squat'ın yerini BSS almıştır. Daha sonra yapılan bir araştırmada Bulgar halter milli takımının baş antrenörü ve takımın beyni Ivan Abadjiev'in aslında split squat ve step up fikrinin Spassov'a ait olduğunu ve asla bu egzersizleri takımın çalışmalarında kullanmadığını belirtmiştir. Abadjiev ayrıca antrenmanlarda Clean & Jerk, Snatch, Front Squats, Back Squats, Power Clean ve Power Snatch egzersizlerini kullandıklarını belirtmiştir. Günümüzde BSS'nin

alçak platformda (Spassov'un 4 ila 6 inç) olan ve yüksek platformda olan iki versiyonu bulunmaktadır (80–83).

Son yıllarda kuvvet antrenmanlarında unilateral (tek taraflı) egzersizler oldukça popüler olmuştur. BSS unilateral bir alt ekstremite kuvvet egzersizidir. Bu egzersizde ayakların biri zemin üzerinde diğeri ise vücudun arkasında yükseltilmiş bir şekilde sabit bir yapı üzerine koyularak yapılmaktadır (84). Bu egzersizin kuvvet ve kondisyon antrenörleri tarafından seçilmesinin çeşitli nedenleri bulunmaktadır.

Atletik hareket desenlerinin biyomekanik gereksinimlerini bilmek oldukça önemlidir. Birçok atletik beceri (sprint, atlama, tekme atma ve yön değiştirme) tek taraflı bir şekilde gerçekleştirilen temel alt vücut hareketlerine dayanmaktadır. Bu açıdan BSS tek taraflı olduğu için atletik hareketlerde yani spora özgü kullanımda oldukça elzem olmaktadır (7,84,85). Bununla birlikte bacaklar arasındaki kuvvet uyumsuzluklarını gidermeye yardımcı olmaktadır (86). Özellikle koşu gibi önemli bir aktivitede bacaklar arasındaki kuvvet asimetrisinin bireyin koşu kalitesi, dolayısıyla koşu hızını olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu açıdan mevcut asimetriyi önlemede oldukça önemli olduğu söylenebilir (87–89). Ayrıca sınırlı sayıda çalışma bu egzersizin sadece sportif performans için değil aynı zamanda rehabilitasyon amacıyla ekstra yük olmadan uygulanabileceğini göstermektedir (6,90,91). Bununla birlikte tek taraflı egzersizlerin azaltılmış mediolateral destek tabanı bulunmaktadır. Bu durumda vücudu önden desteklemek için daha yüksek nöromüsküler aktivite gerekebilir. Nöromüsküler gereksinimlerin artmasından dolayı nöromüsküler koordinasyon ve denge'nin gelişiminde olumlu olarak etki edebileceği düşünülebilir (92).

Yapılan literatür taraması sonucunda aşağıdaki nedenlerden dolayı Bulgarian split squat egzersizi tercih edilmektedir.

- İki bacak arasındaki gelişim farkını düzeltir.
- Daha fazla kuvvet üretme yeteneği sağlar.
- Rehabilitasyonu kolaylaştırır.
- İnsan hareketine uyarlanabilir.
- Yaralanmaların önlenmesinde etkilidir.
- Spora özgü kullanım sağlar.

- Nöromüsküler koordinasyon gelişimi sağlar.
- Denge gelişimi sağlar.
- Kontralateral antrenman etkisi oluşturur.

Uygun egzersiz seçimi kuvvet antrenman programlarının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bireylerin egzersiz taleplerine uygun egzersiz seçimi yapabilmek için egzersizin kas iskelet sistemi üzerinde muhtemel mekanik gereksinimleri bilmek oldukça önem kazanmaktadır (85). BSS bir alt ekstremité hareketi olduğu için genellikle alt ekstremité bölgesi (kalça, uyluk, bacak ve ayak) kasları daha aktif çalışır. Ancak bununla birlikte tüm vücut kaslarının aktif bir şekilde hareketin içinde olduğu söylenebilir. BSS'in split squat'ın kas gereksinimleri tablo 2.3'te sınıflandırılmaktadır:

Tablo 2.3. Bulgarian split squat egzersizi hedef kaslar

Birincil Olarak Kasılanlar		İkincil Olarak Kasılanlar			
Kuadriseps	Kalça	Hamstring	Adduktörler	Kalça	Calf
Rektus femoris	Gluteus maksimus	Biceps femoris	Adduktor longus	Gluteus minimus	Gastroknemius
Vastus lateralis		Semitendinosus	Adduktor magnus	Gluteus medius	Soleus
Vastus medialis		Semimembranosus	Adduktor brevis	Eks. Rotatorler	
Vastus intermedius					

2.8. Bulgarian Split Squat Hareketinin Farklı Ekipman Tercihleri

Son dönemlerde çok yönlü sportif becerilerin verimliliğini arttırmak için fonksiyonel egzersizlerin kullanımı desteklenmektedir. Bunun rasyonel sebebi fonksiyonel egzersizlerin kullanımı ile kuvvet çalışmalarında niteliğin artması beklentisidir (93). Fonksiyonel egzersizler insan hareketinin doğasında bulunan öne, arkaya, yanlara ve rotasyonel olan hareketleri içermektedir. Bu egzersizler günlük yaşamımızın yanı sıra sportif performans açısından (atlama, yön değiştirme ve koşma) oldukça önem kazanmaktadır. Bu nedenle fonksiyonel olan çeşitli egzersizler sportif beceriler açısından oldukça önemli olarak kabul görmektedir. BSS, side step, backward lung ve step up gibi egzersizler bunların sadece birkaç örneğini oluşturmaktadır (94–96). Bununla birlikte birçok spor becerisi ve insan hareketinin tek taraflı olduğu göz önüne alındığında tek taraflı egzersizlerin de sportif performans düzeyinde etkili olduğu söylenebilir. Dolayısıyla BSS hareketinin tek taraflı olduğu düşünüldüğünde spora ve

insan hareketine özgü olduğu kabul edilebilir. Ayrıca hem tek taraflı bir egzersiz olması hem de fonksiyonel sportif beceri egzersizleri arasında bulunması nedeniyle oldukça avantajlı olduğu düşünülmektedir.

Kuvvet çalışmalarının niteliği açısından bir diğer önemli husus antrenman tasarımı olarak kabul edilebilir. Antrenman tasarımının temel ilkelerinden biri bireysellik ilkesidir. Kişiye özel antrenman programının temel parçalarından biri ise egzersiz seçimi olarak görülmektedir. Seçilen egzersizlerin kullanımı için çeşitli ekipmanlar gerekebilir. Bu ekipmanlar antrenman ve bireyin amacına göre değişkenlik gösterebilir. Bu egzersizlerden biri olan Bulgarian split squat egzersizinde çeşitli ekipman kullanımları bulunmaktadır. Bu ekipmanların her birinin egzersiz etkinliği üzerinde farklı yanıtları olmaktadır. Bu ekipmanlar tablo 2.4’te gösterilmektedir.

Tablo 2.4. Bulgarian split squat egzersizi ekipman tercihleri

Yükseltilmiş Bacak İçin Sabit Yüzeyler		Yerdeki Bacak İçin Sabit ve Sabit Olmayan Yüzeyler		Dış Yük Ekipmanları
Ev Ortamı Erişilebilir	Basamak/Yatak	Sabit Zemin	Sert ve düz olan, herhangi bir değişkenlik göstermeyen zeminler	Dambıl Kettlebell Ağırlıklı Bar
	Merdiven/Masa Kanepe/Tabure			
Spor Salonu	Bench/Suspension	Sabit Olmayan Zemin	Pielaster/Bosu Ball	Ağırlık Plakaları Kablolu Makineler
	Box/Swissball Suspended Resistance Band		Denge Köpüğü/Flywheel machine Titreşimli Cihazlar/Denge Tahtası Stabilite Diskleri	

Sabit olmayan zemin oluşturan ekipmanların kullanımı stabilizasyon gelişimi, yoğunluk değişimi, zorluk düzeyinde farklılıklar, çoklu kas aktivasyonu, denge, yüksek motor ünite alımı, yüksek nöromusküler gereksinim, eklem stabilitesi, tendon ve ligamentlerin gelişimi ve genel kas zindeliği hedefleyen antrenörler tarafından tercih edilmektedir (93,97–99). Bunun aksine sabit olan zemin ekipmanları daha çok ana hareket ettirici kaslara odaklanmak isteyen ve stabilizatörlerden ziyade hedef kaslarda yüksek performans amaçlayan antrenörler tarafından tercih edilmektedir.

Sabit zemin üzerinde yapılan egzersizler ile hareketin ana hareket ettirici kaslar üzerinde kuvvet ve aktivasyon çıktısının yüksek olması sağlanmaktadır. Zemin sabit olduğu için hareket anında stabilizatör kaslara olan ihtiyaç azalmaktadır. Bu nedenle ana hareket ettirici kaslar hareketi gerçekleştirmek için daha çok aktif olmaktadır. Dolayısıyla eğer antrenörler için ana hareket ettirici kasların yüksek düzeyde katılımı amaçlanıyorsa sabit zeminler tercih edilir. Ayrıca sabit zemin üzerinde gerçekleştirilen egzersizlerinde dış yük ekipmanlarının eklenmesi de önem kazanmaktadır.

Dış yük sağlayan ekipmanlar antrenörler tarafından hedef kasların istenilen düzeyde motor ünite alımına yönlendirmek için kullanılmaktadır. Sonuç olarak antrenörler BSS egzersizi yaparken eğer orta veya yüksek düzeyde kuvvet ve kas aktivasyonu çıktısı istiyorlarsa dış yük ekipmanları ile bunu sağlayabilirler.

Yükseltilmiş bacağın sabit tutulması için gereken ekipmanlar hem sabit hem de sabit olmamakla birlikte iki türde sınıflandırılabilir. Sehpa, kasa, masa, tabure vs... gibi ekipmanlar sabit olan ekipmanlar sınıfına girmektedir. Bunun aksine suspensiyon, stabilite topları ve askıya alınmış direnç lastikleri yükseltilmiş bacak için sabit olmayan ekipmanlar sınıfına girmektedir. Sonuç olarak eğer sabit olmayan ekipmanlar tercih edilirse hareket formunun düzenlenmesi için gereken efor artar, bundan dolayı hareketin zorluğu da artar. Aynı zamanda denge ihtiyacı arttığı için stabilizatör kasların aktivasyon düzeyleri de artar. Bu durumda ana hareket ettirici kasların aktivasyon ve kuvvet gereksinimleri azalabilir. Ancak yükseltilmiş bacak için sabit olan bir ekipman tercihi yapılırsa hareket formunu korumak kolay olur, bu nedenle hareket zorluğu da kolaylaşır. Bunun yanı sıra ana hareket ettirici kasların iş yükü artarak aktivasyon düzeyleri etkilenir. Hareket anında kuvvet üretimi ana hareket ettirici kaslara odaklanır. Sonuç olarak egzersizler için ekipman tercihi yapılırken bireyin seviyesi ve antrenmanın amacı dikkate alınmaktadır. Kaliteli bir antrenman için uygun ekipmanların tercih edilmesi oldukça önemlidir.

2.9. Kuvvetlendirme Egzersiz Tercihlerinde yEMG Aktivitesinin Kullanımı

Elektromiyografi (EMG) kas liflerinin zarlarında oluşan fizyolojik değişiklikler sırasında meydana gelen myoelektrik sinyallerinin geliştirilmesi, kaydedilmesi ve analizi ile ilgili deneysel bir teknik olarak ifade edilmektedir. Nörolojik ve kinesiyolojik olmak üzere iki tip EMG olduğu söylenebilir. Nörolojik EMG yapay olarak dışarıdan elektriksel

uyarılma ile kas tepkisinin analiz edilmesini sağlayarak nöromusküler hastalıkların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Kinesiyolojik EMG ise kas aktivasyon düzeyinin ölçülmesi yoluyla insan hareketini oluşturan vücut davranışlarını, fonksiyonel hareket kalıplarını, hareketlerin çalışma koşullarını ve nöromusküler kas disfonksiyonu tedavisinde kullanılmaktadır (100).

Bu doğrultuda Kinesiyolojik Elektromiyografi'nin fizyoloji ve sağlık uzmanları tarafından herhangi bir hareket sırasında kasların aktivasyon düzeyini ölçmek için kullandığı söylenebilir (5). Bununla birlikte, iğne EMG ve Yüzey EMG olarak iki tip kayıt türü bulunmaktadır (101). Son yıllarda spor ve rehabilitasyon alanında yaygın olarak yüzey EMG (surface EMG-sEMG,) yöntemi kullanılmaktadır. Yüzey elektromiyografi (yEMG) bir egzersiz sırasında kastaki büyük nöromusküler yanıtları tahmin etmenin noninvaziv bir yöntemidir (102). Kullanım aracı açısından düşünüldüğünde teknolojinin gelişmesi ile birlikte birçok cihaz gelişmiştir. Genel olarak EMG cihazları osiloskop, amplifikatör, odyo-amplifikatör ile ses yükseltici hopörlör ve kayıt düzeneğinden oluşmaktadır (101). Ancak yEMG ölçümü için EMG cihazı ile donanımsal ve yazılımsal olarak uyumlu bir bilgisayarın olması yeterlidir (103,104). yEMG ölçümü yüzeyel elektrotlar ile kullanılmaktadır. Yüzeyel elektrotlar tek kullanımlıktır ve kas veya sinir öbeği üzerine yerleştirilen küçük diskler şeklindedir (105). Yüzey ve iğne EMG elektrot kullanımının çeşitli avantaj dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar tablo 2.5' da gösterilmektedir.

Tablo 2.5. Yüzey ve iğne EMG avantaj ile dezavantajları (12,105–107)

Yüzey EMG		İğne EMG	
Avantajları	Dezavantajları	Avantajları	Dezavantajları
• Tekrarlanabilmesi • Sertifika gerektirmez • Tek kullanımlıktır • Deri yüzeyinde ağrı ve deformasyon olmaması • Elektrot'un az farkla yer değiştirilebilmesi • Kolayca uygulanabilmesi • Hareket uygulamalarında kolayca kullanılabilmesi	• Yüzeyel kaslar için kullanılır • Geniş bir toplama alanına sahip olduğu için bitişik kaslar ile hatların (aksiyon) karışma potansiyeli vardır • Deneğin hareket kabiliyeti etkilenebilir • Dinamik hareketleri kayıt etmede sınırlılık vardır	• Daha spesifik bir aktivite toplama alanına sahiptir. • Bitişik kaslar ile hatların karışma potansiyeli çok düşüktür • Derin ve küçük kasları tespit edebilir • Büyük kasların belirli bölüm izolasyonlarında kullanılabilir	• Aşırı derecede duyarlıdır • Sertifika gerektirir • Daha az tekrarlanır • Yeniden yerleştirmek imkansızdır • Ölçülen bölge tüm kası temsil etmeyebilir • Kaslardaki iğne girişinde gerginlik ve spastisite

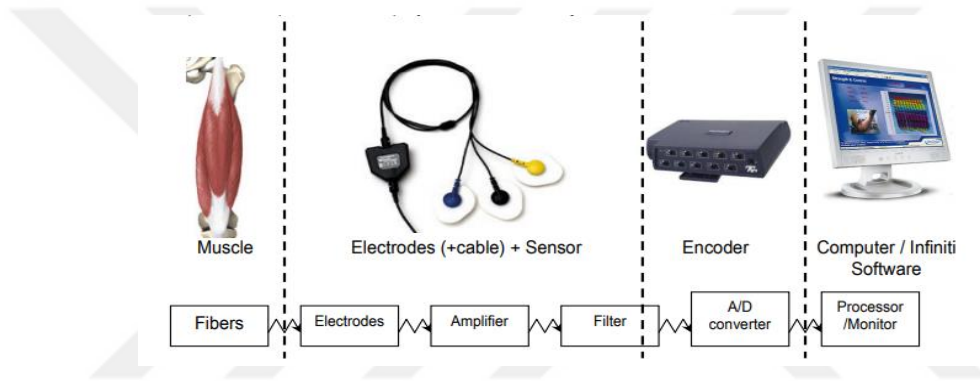
EMG, kas aktivitesi ile ilişkili elektrik sinyallerini ölçmektedir. Bu sinyallerin oluşumunu bilmek konunun anlaşılması açısından oldukça önemlidir (108). Sinyaller istemli veya istemsiz kas kasılması ile oluşabilmektedir (12). Kas kasılması, sinir sistemi ile bir arada uyum içinde gerçekleşir. Omurilikten dışarı doğru uzanan motor sinirler (nöronlar); hücre gövdesi, dentrit ve akson'dan oluşmaktadır. Bir motor nöronun uyardığı kas hücrelerinin tümüne motor birim (ünite) adı verilir (5). Kas kasılmasının oluşumunda MSS'nin elektrik sinyali önce alfa motor nörona ulaşmaktadır (109). Motor nöron, kas lifi hücresine nöromüsküler kavşak adı verilen kısa bir boşluk (sinaptik boşluk) ile bağlanmaktadır. Bu kavşak kas hücre zarı olarak adlandırılan sarkolemma' da motor son plak ismi verilen bir cep oluşturmaktadır. Nöromüsküler kavşak sinir ile kas arasındaki iletişimin sağlandığı yol olarak ifade edilebilir. Sinirsel uyarım motor sinirin ucuna ulaştığında, bir nörotransmitter (sinir ileticisi) olan asetilkolin serbest bırakılır. Böylece motor son plaktaki reseptörler ile bağlanmak için sinaptik boşluk boyunca yayılır. Sarkolemma üzerinde bulunan reseptörlere bağlandıktan sonra son plak potansiyeli (EPP) olarak adlandırılan süreç gerçekleşir. EPP depolarizasyon sürecini anlatır. Depolarizasyon süreci, sodyum (Na^+) iyonlarının sarkolemma üzerinde geçirgenliğinin artması ile oluşmaktadır. Eğer eşik değer potansiyeline ulaşırsa bir eylem yani aksiyon potansiyeli oluşur ve kas kasılır. Kas kasılma esnasında Kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) Sarkoplazmik retikulum'den salgılanır ve myoflamentlere doğru akışı sürekli devam eder. Böylece aktin ve myozin çapraz köprübaşları birbirine bağlanarak aktomyozin kompleksi oluşumunu devam ettirir. Aktomyozin kompleksi sağlandıkça kas kasılması devam eder (5,55,57).

Depolarizasyon'un meydana gelmesi bir elektromanyetik alan oluşmasını sağlar (12). Böylece elektrik sinyalleri elektrotlar yardımıyla tespit edilir. Zar potansiyelindeki değişiklikler kas kasılmadığında -80 ile -90 mV aralığında iken; kas kasıldığında (depolarizasyon sürecinde) -80 mV' den +30 mV' a kadar değişmesine neden olur (100). Sonuç olarak Yüzey elektrotlar yardımıyla oluşan elektriksel sinyaller ölçülür ve aktivite düzeyi belirlenir. Repolarizasyon kas kasılma süreçlerinin sonlandığını ifade etmek için kullanılabilir. Repolarizasyon ile iyon pompasındaki iyonlar geri döner (100,109). Aktomyozin kompleksini oluşumunu sağlayan kalsiyum iyonları sarkoplazmik retikulüme geri döner. Böylece kas kasılmasını sağlayan aktin filamentlerinin myozin çapraz köprüye bağlanması engellenir. Dolayısıyla kas kasılması durur (5,55,57). Bu

doğrultuda yEMG elektrik sinyallerinin kas kasılması esnasında aktif motor ünite Depolarizasyon ve Repolarizasyon süreçleri ile oluştuğu söylenebilir.

Kas lifleri tarafından üretilen yEMG sinyal işleme süreci aşağıdaki gibidir:

- Sinyali elektrotlar tarafından yakalanır ve amplifikatörlere gönderilir.
- Sinyal amplifikatörlerde yükseltilir ve filtrelenir.
- Kodlayıcı tarafından dijital sinyale dönüştürülür.
- Kodlayıcı tarafından dönüştürülen sinyal yazılım tarafından işlenmek, görüntülenmek ve kaydedilmek üzere bilgisayara gönderilir (109).



Şekil 2.1. Sinyal işleme süreci (109)

yEMG sinyal analizi

yEMG sinyalleri işlenmiş ve işlenmemiş olarak ayrılabilir. Ölçüm sonrası üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmayan sinyal işlenmemiş veya ham veri olarak adlandırılmaktadır. Ham veriler çevredeki gürültüleri de içinde barındırmaktadır. Bu nedenle yEMG verilerinde hata oluşturabilir. Dolayısıyla işlenmemiş olan ham veri işlenerek üzerinde düzeltmeler yapılmaktadır. Böylece yEMG verisini bozacak olan gürültü kaynakları en aza indirgenmiş olacaktır. yEMG işlenmemiş sinyal genliği rastgele şekildedir. İşlenmemiş sinyaller filtreleme teknikleri ile işlenerek analiz edilmektedir (106). Üç ana sinyal filtre türü yEmg verilerinde uygulanmaktadır. Bunlar; high-pass, low-pass ve notch filtrelerdir. Bu filtrelerinde Butterworth, Chebyshev vb. tipleri bulunmaktadır (12). Ham yEMG sinyallerini filtreleme yöntemi ile temizlemenin yanı sıra literatürde yaygın olarak kullanılan işleme yöntemleri bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bu yöntemlerden bazıları; kesit alma (belirli bölüm analize dahil edilir), yarım

dalga rektifikasyon (negatif dalgalar atılır), tam dalga rektifikasyon (tüm sinyalin mutlak değeri alınır), integrasyon (verilerin ortalamasının alınır) ve normalizasyon şeklindedir (12,106).

yEMG verilerinde normalizasyon işlemi bireyler arasındaki kas aktivasyon seviyelerini karşılaştırmak için uygulanan bir analiz yöntemidir (12). Ayrıca normalizasyon işlemi yapılırken kas gruplarının eklem açıları ve vücudun konumunun iyi bilinmesi gerekmektedir. Bunun temel sebebi normalizasyon için uygulanacak olan tekniğin tüm sporcular için aynı sonuç vermesidir (106). En yaygın yöntem, test denemelerinden önce uygulanan MİK (maksimal istemli kasılma)'yı referans olarak alan MİK-normalizasyon olarak adlandırılmaktadır. Tipik olarak MİK kasılmaları statik dirence karşı gerçekleştirilir. Gerçek anlamda maksimum izometrik kasılma için ilgili tüm segmentlerin iyi bir biçimde sabitlenmesi gerekmektedir (100). Deneğin maksimum derecede en güçlü kasılması referans alınarak kasılan kasın kendisine ait MİK'in % kaçını hareket ettiği bilinebilmektedir (111,106). Bununla birlikte kasların egzersiz sırasında hangi kapasitede çalıştığını, bir egzersizin hangi bölgede ne kadar etkili olduğunu anlamayı sağlar (100).

yEmg sinyalinı etkileyen faktörler

yEMG kullanımında sinyalin doğruluğunu etkileyen en önemli etkenlerden biri gürültü oranıdır. yEMG kullanımında istenilen ve istenmeyen sinyaller bulunmaktadır. Gürültü ise istenmeyen sinyalleri temsil eder. Gürültünün frekansı sıfır ile birkaç bin Hertz (Hz) arasında değişebilir. Gürültü kaynakları şunlardır;

- Elektrostatik alan: cilt ile elektrot bağlantısı
- Elektromanyetik alanlar: güç hatları, telefonlar, televizyon vb.,
- Hareket artefaktı: hareket esnasında elektrot, kablo veya amplifikatörün yerinden oynamasına bağlı oluşan istenmeyen sinyaller.
- Yanses: Ölçüm yapılmak istenen kasların bitişindeki kaslar ile hatların (aksiyon) karışma potansiyeli
- Elektrot özelliği ve yerleşimi: elektrot seçimi, temas kalitesi ve elektrot yerleşim yüzeyinin uygunluğu
- Doku özelliği: adipoz doku ve deri kalınlığı (12,100,106,112)

yEMG spesifik hareketler esnasında kasların harekete katılım seviyesini ölçmektedir. Ayrıca yEMG ile motor ünitelerdeki tüm elektriksel aksiyonlar ve istenilen tüm kasların ateşleme düzeyi ve sıklığı tespit edilebilmektedir. Bu açıdan tüm kas grupları için büyük uyarımlar sağlayan egzersizleri belirleyerek, diğer bir değişle kütle ve güç kazanımında büyük artışlar sağlayan egzersizleri saptamak için yEMG kullanılmaktadır (5). Dolayısıyla yEMG verilerinin kuvvet çalışmalarında egzersiz tercihi üzerinde büyük bir etkisi bulunduğu söylenebilir. Şöyle ki; vücut geliştirmeciler kas hipertrofisine yönelik yaptığı çalışmada hedef kas grubuna yönelik aktivasyon düzeyi yüksek olan egzersizlerin seçimini yapmak isteyecektir. Çünkü onlar için aktiviteye katılan motor ünite sayısının düzeyi oldukça önemlidir. Bu açıdan vücut geliştirmeciler ana taşıyıcı açısından kas aktivitesi yüksek olan egzersiz seçimi ile antrenmanını daha etkili bir şekilde geçirebilecektir. Diğer açıdan sakatlanma sonrası toparlanmak için kuvvet çalışması yapan bir sporcu egzersiz tercihi yaparken ana taşıyıcı kasın çok aktif olmasından ziyade agonist- antogonist- sinerjist olarak aktivite düzeyi dengede olan egzersiz seçimine yönelecektir. Böylece sakatlık sonrası toparlanma çalışmalarında dengeli ve güvenli kas adaptasyonu geçirerek normal durumuna gelebilir. Bu açıdan kuvvet egzersiz tercihlerinde bireyin amacına göre hangi egzersiz türünün hangi amaçla kullanılabileceği yEMG verilerine göre belirlenebilmektedir. Özetle, yEMG kuvvetlendirme egzersiz tercihinde aşağıdaki vb., soruların yanıtlarına göre yapılabilir;

- Egzersiz sırasında hangi açıda ne kadar kassal aktivasyon bulunmaktadır?
- Aktivasyon düzeyi en çok olan kuvvetlendirme egzersizi hangisidir?
- Kas ko-aktivasyon durumuna göre hangi egzersiz ne durumdadır?
- Kas aktivasyon durumuna göre hangi egzersiz hangi amaç için kullanılabilir?
- Kasılma tipi ve yorgunluk ilişkisi nasıldır?

2.10. yEMG Aktivitesinin Yorumlanması ve Kullanım Yerleri

yEMG tıp, ergonomi, rehabilitasyon ve spor bilimleri alanında önemli bir yere sahiptir. yEMG hareket sisteminde oluşan problemlerin yerini anlamamızı sağlamaktadır. Problemler periferik sinir sistemi, kas veya nöromüsküler kavşaktan kaynaklanabilir. Bu nedenle yEMG kas ve sinir sisteminde oluşan rahatsızlıkların teşhis edilmesinde kullanılan çok değerli bir tespit aracıdır (104). Bununla beraber yEMG ile kasların doğru

kullanımı sağlanabilir. Böylece hareket ekonomisi ve yaralanma riskinin önlenmesini sağlanmaktadır. Diğer taraftan yEMG kas aktivasyonu ve yorgunluğu belirleyen bir araç olduğu için sportif performans düzeyine katkıda bulunmaktadır (100,104,108,109,111).

Egzersizler hem spor hem de rehabilitasyon alanında çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Uygulanan egzersizlerin bireyler üzerindeki gelişiminin belirlenmesi de oldukça önemlidir. Bunun sayesinde çeşitli testler yapılarak fikir ve yorum sahibi olmak mümkün olmaktadır. Bu sayede birey için yeni veya uygun yol haritasının belirlenmesi daha sağlıklı ve bilimsel temele dayalı olarak gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra egzersizlerin hangi amaçla kullanılabileceğinin bilinmesi de bireyler için uygulanacak yol haritasının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Dolayısıyla yEMG spor ve rehabilitasyon alanında uygun yolun belirlenmesi için kullanılan bir ölçüm yöntemidir. yEMG kullanım alanlarına yönelik bilgiler tablo 2.6' de gösterilmektedir.

Tablo 2.6. yEMG kullanım alanları (100)

Tıp	Rehabilitasyon	Ergonomi	Spor Bilimleri
Ortopedi	Kaza veya Ameliyat Sonrası	Talebin Analizi	Biyomekanik
Cerrahi	Nörolojik Rehabilitasyon	Risk Önleme	Hareket Analizi
Fonksiyonel Nöroloji	Fiziksel Rehabilitasyon	Ergonomi Tasarımı	Spor Kuvvetlendirme Eğitimi
Postür Analizi	Aktif Egzersiz Terapisi		Spor Rehabilitasyonu
Üroloji			
Psikofizyoloji			

Genel anlamda yEMG sinyali; merkezi kontrol stratejileri, nöronlar boyunca olan sinyalin nöromüsküler kavşak transferi, motor üniteye kas liflerinin elektriksel aktivasyonu, karmaşık mekaniksel olaylar zinciri, agonist ve antagonist kas tendonları üzerine etki eden ve kemiklere taşınan baskının oluşumu hakkında bilgi vermektedir. Dolayısıyla, yEMG kasların kasılması yoluyla oluşan tüm hareketlerimizin izlendiği ve yorumlandığı bir pencere sağlamaktadır (106,108).

yEMG sinyalinin yorumlanması kuvvet çalışmalarında birçok değişkene bağlı olarak yapılabilir. Bunlardan bazıları; Kas aktivasyon düzeyi, kasılma tipi, kas ko-aktivasyonu, motor ünite katılım sayısı, yorgunluk düzeyi ile ilişkisi vb., şeklindedir. DiGiovine ve ark. tarafından yapılan çalışmada kasların aktivasyon düzeyini karşılaştırmak için bireylerin manuel kas testi baz alınmıştır. Buna göre %0 ile %20 arası düşük aktivite; %21 ile %40 arası orta aktivite; %41 ile %60 yüksek aktivite; ve %60'ın

üzerinde çok yüksek aktivite olarak kabul edilmiştir (113). Günümüzde yaygın olarak hareketi yaptıran kasların aktivasyon düzeyi maksimum istemli kasılmanın ortalama veya maksimum değerinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Örneğin; “vastus lateralis kası maksimum istemli kasılmanın yaklaşık %30’u ile aktive olmuştur” şeklinde elde edilen bulgu ifade edilebilir.

yEMG verilerinde kas ko-aktivasyon düzeyinin yorumlanması egzersizin kullanım amacı açısından oldukça önemlidir. Kas ko-aktivasyonu merkezi sinir sisteminin (MSS) hareket mekanizmalarından biridir. Bir eklem etrafındaki iki veya daha fazla kasın eş zamanlı aktivasyonu olarak nitelendirilmektedir. Kas ko-aktivasyonu hem agonist-antagonist kas çiftleri arasında hem de bir kas çifti içinde bir dizi faktöre bağlı olabilmektedir. Herhangi bir hareketin kassal aktivasyon düzeyi MSS tarafından bireyin hareketi gerçekleştirme kabiliyetine göre ayarlanmaktadır. Gerek gündelik hareketlerde gerekse sportif hareketlerde kas ko-aktivasyonu vasıtasıyla hareketin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Yeni öğrenilen bir hareket sırasında kas ko-aktivasyon düzeyi yüksek olurken, öğrenilmiş bir harekette kas ko-aktivasyon düzeyi düşük olmaktadır. Bununla birlikte basit ve kompleks hareketler de kas ko-aktivasyon düzeyini belirleyen etmenler arasında olmaktadır. Dolayısıyla yeni öğrenilen ve kompleks bir harekette bireyin dengesi için ko aktivasyon düzeyinin yüksek olduğu ancak öğrenilmiş veya basit bir harekette düşük olduğu söylenebilir. Bu bağlamda azalmış ko-aktivasyon düzeyi hareketin öğrenildiği anlamına gelmektedir (114–116). Bundan hareketle sportif becerilerin öğrenilmesi esnasında gereksiz kassal aktivasyonun inhibisyonu vasıtasıyla en ekonomik koordinasyon stratejisinin sağlandığı söylenebilir (117,118). Bunun temel nedeni ise öğrenilmiş bir hareketi gerçekleştiren ana taşıyıcı (agonist) kasın daha aktif olarak çalışması o hareketin daha kolay ve daha ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bunun aksine öğrenilmemiş bir hareketin ana taşıyıcı (agonist) kas aktivitesi yardımcı kaslar (antagonist- sinerjist ve fiksator) ile eşit seviyede olmaktadır. Bu durum o hareketi yaptıran ana taşıyıcı kasın rahat bir şekilde çalışmasını engelleyeceği için hareket ekonomisi düşmektedir. Hareket öğrenildiğinde ise inhibisyon mekanizması devreye girer.

MSS sisteminde bulunan somatik duyarlılık baskın bir şekilde bulunmaktadır. Böylece medulla spinalis seviyesindeki hem refleksler hem de istemli kasılmalarda MSS kontrolünü sağlamaktadır. Bu sayede bir hareket sırasında agonist kas kasılırken antagonist kas gevşer. Örneğin Biceps kasılırken, Triceps gevşer. Bu durum inhibisyon

mekanizması ile gerçekleşir (116). Bunun sonucunda; hareketin daha ekonomik bir koordinasyon stratejisine sahip olması sağlanır, kasların zarar görmesi engellenir ve hareket sırasında kasılıp gevşeme süreci doğru olur. Böylece sporcuda sürdürülebilir kuvvet ve hız ortaya çıkar çünkü gereksiz aktivite ile mevcut enerji korunur, daha az motor ünite ile daha ekonomik iş yapılır. Böylece sporcunun yorgunluk düzeyi düşer. Ayrıca düşük ko-aktivasyon ile eklemlerin aşırı derecede yorulması engellenir. Sonuç olarak; inhibisyon mekanizması ile motor beceri verimliliği artarak sportif başarının artması sağlanır.

Kas ko-aktivasyon düzeyinin belirlenmesi sadece sportif performans açısından değil aynı zamanda rehabilitasyon açısından da oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Bunun rasyonel nedeni ise bireye ve amaca özgü egzersiz planı oluşturulurken yol gösterici olmasıdır. Temelde herhangi bir nedenden dolayı hareket bozukluğu oluşabilir. Bu sporcu sakatlığı da olabilir, postural bozukluklarda olabilir. Böyle durumlarda agonist-antagonist kaslar daha fazla birlikte çalışmaktadır. Bunun nedeni hem günlük hareket kalıpların zor olarak yansması hem de sakatlık durumlarında ana taşıyıcı kasın işlevsel olarak görevini yerine tam olarak getirememesi olmaktadır. Bu bağlamda bahsedilen bozukluklar için çeşitli fizik tedavilerinde iyileştirici birçok egzersiz kullanılmaktadır. Tercih edilen iyileştirici egzersizler ko-aktivasyon düzeyi olarak dengenin en yüksek olduğu yani agonist ve antagonist oranının düşük olduğu egzersizler tercih edilmektedir. Eğer tercih edilen egzersizin antagonist oranı düşük, agonist oranı yüksek olsaydı sportif performans için kullanılabilirdi. Ancak dengede olduğu için fizik tedavi egzersizleri için kullanılabileceği söylenebilir (115,116,118–120).

Sonuç olarak; agonist-antagonist kaslar sportif performans açısından belirleyicidir. Antagonist kasın aktiviteye yüksek miktarda dahil olması sportif performansı olumsuz etkileyebilir. Buna karşın terapatik egzersizler gibi rehabilitasyonda kullanılan uygulamalarda agonist-antagonist kasların düşük seviyelerde aktif olduğu, denge ihtiyacının yüksek olan egzersizlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda yEMG verilerinin yorumlanması açısından kas-aktivasyon düzeyinin kritik bir öneme sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte hangi kasların ne kadar çalıştığı, kasılma türleri, bir hareket sırasında sporcunun hareketi gerçekleştirme düzeyleri, hareketlerin yorgunluk oluşturma düzeyleri de yEMG verilerinin yorumlanması ile açıklığa kavuşturulabileceği ve bireye özgü yol haritasının belirlenmesinde öneme sahip olduğu söylenebilir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırmanın Dizaynı

Araştırma için İnönü Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı. Araştırma, Helsinki Bildirgesine uygun olarak yürütüldü. Araştırmanın İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Fizyoloji Laboratuvarı'nda yapılması için fakülte dekanlığından resmi izin alındı (Ek 1). Araştırmadan önce katılımcılara olası riskler ve araştırmanın kuramsal çerçevesi ile ilgili bilgi verildi (Ek 2). Katılımcılara ölçümlerden en az 2 gün önce dikkat etmeleri gereken parametreleri içeren bilgilendirme formu gönderildi (Ek 3). Buna ek olarak ölçümlerin yapılışı ile ilgili yazılı ve görsel dökümanlar hazırlanarak katılımcılara gönderildi. Ayrıca ölçüm sırasında iş akışının aksamaması ve prosedürlerin sıralamasının optimize edilebilmesi için ölçüm kontrol formu oluşturuldu (Ek 4).

3.2. Katılımcılar

Araştırmaya dahil edilecek katılımcı sayısının belirlenmesinde güç analizi kullanıldı. Güven aralığı = .95, alfa değeri = .05 ve beta değeri = .80 olarak yapılan güç analizinde çalışmaya en az 12 kişinin katılması gerektiği tespit edildi. Katılımcılara araştırmanın amacı ve olası riskleri anlatılarak onam formları imzalatıldı (Ek 2). Araştırmanın örneklemini, İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencisi olan 12 erkek gönüllü oluşturdu.

Katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri:

- En az 2 yıldır egzersiz yapıyor olmak.
- Bulgarian split squat egzersizi ile ilgili deneyimli olmak.
- Nörolojik, kas- iskelet ve kardiyovasküler rahatsızlıklara sahip olmamak.
- 21- 32 yaş aralığında erkek olmak şeklinde belirlendi.

Katılımcıların araştırmadan çıkarılma kriterleri:

- Test sırasında herhangi bir sağlık problemi yaşamak.
- Ölçüm kontrol formunda herhangi bir parametreye uyum sağlamamak.

- Egzersizi uygularken özensiz davranışlar sergilemek şeklinde belirlendi.

3.3. Ölçüm Parametreleri

Katılımcılara, antropometrik ölçümler ve yüzeyel elektromiyografi ölçümleri yapıldı. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından yapıldı. Ölçümlerden önce katılımcılara test bilgi formu gönderildi ve gerekli hazırlıkların yapılması istendi (Ek 3, Ek 4).

3.3.1. Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların boy uzunluğu ölçümünde 0.1 cm hassaslığında taşınabilir boy skalası (Seca Ltd., Bonn, Almanya) kullanıldı. Ölçümler; vücut ile baş dik, ayak tabanları yerde ve skalaya bitişik, kollar ise yerde serbestçe sarkıtılmış pozisyondayken alındı. Katılımcıların vücut ağırlığı ölçümleri alınırken 100 gr hassasiyete ve 270 kg kapasiteye sahip cihaz (Tanita SC-330S, Amsterdam, Hollanda) ile ölçüldü. Elde veriler doğrultusunda beden kütle indeksleri kg/m^2 formülüyle belirlendi.

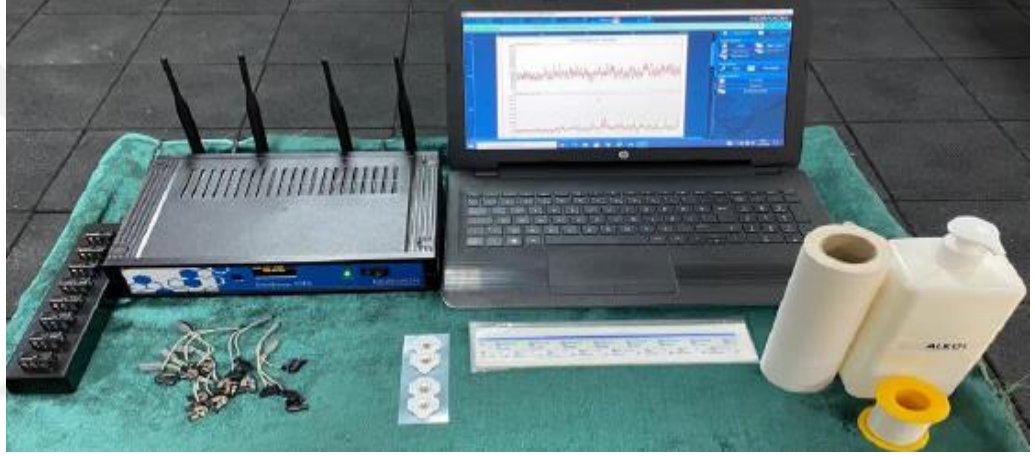
Bulgarian split squat egzersizi sırasında ön ve arka bacak arasındaki mesafeyi belirlemek için katılımcıların bacak boyu uzunluğu ölçüldü. Katılımcıların bacak boyu uzunluğu spina iliaca anterior superior (SİAS) ile medial malleol arasındaki mesafe olarak belirlendi (121). Ölçüm sırasında katılımcıların anatomik pozisyonunda durduğu sırada SİAS ile medial malleol arasındaki mesafe mezura kullanılarak ölçüldü. Elde edilen bacak boyu uzunluğunun %75'i hesaplanarak egzersiz sırasında karşılaşılabilecek bireysel farklılıklar önlenmiş oldu.

3.3.2. Yüzeyel Elektromiyografi Ölçümleri

Farklı ekipmanlarla (kutu, stabilite topu, askı sistem) yapılan bulgarian split squat hareketinin kas aktivasyon değerlerinin incelenmesi için elektromiyografi ölçümleri yapıldı. Araştırmada, vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM), biceps femoris (BF), semitendinosus (ST), tibialis anterior (TA), peroneus longus (PL), soleus (SO) ve gastrocnemius medialis (GM) kasları incelendi. İşlenmemiş EMG sinyalleri, 8 kanallı uzaktan kablosuz kontrol sistemi (Noraxon Desktop DTS) vasıtasıyla 1500 hertz (Hz) örnekleme hızında toplandı. Analiz MyoMuscle MR 3.10 isimli klinik uygulama yazılımı

ile yapıldı (Noraxon Telemetry, Noraxon USA, Scottsdale, Arizona). Ölçümlerde, yüzeyel kablosuz Ag/AgCl bipolar elektrotlar kullanıldı. Elektrot yerleşiminden önce;

- Elektrot konumlandırma yerleri mezura ve referans noktaları yardımıyla belirlenerek silinebilir kalemle işaretlendi.
- Tüylerin temizlenmesi, alkollü bez veya peçete kullanılarak cilt empedans değerleri azaltıldı.
- Cilt hazırlığından sonra elektrotlar arası mesafe 2 cm olacak şekilde kasa paralel olarak yerleştirildi.



Şekil 3.1. Yüzeyel elektromiyografi ölçümlerinde kullanılan ekipmanlar

Elektrot yerleşim yerleri

Elektrot yerleşimleri, SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle) tavsiyelerine uygun olarak katılımcıların dominant bacağına uygulandı (123). Elektrot yerleşim yerleri Tablo 3.1’ de gösterildi.

Tablo 3.1. Elektrot yerleşim yerleri



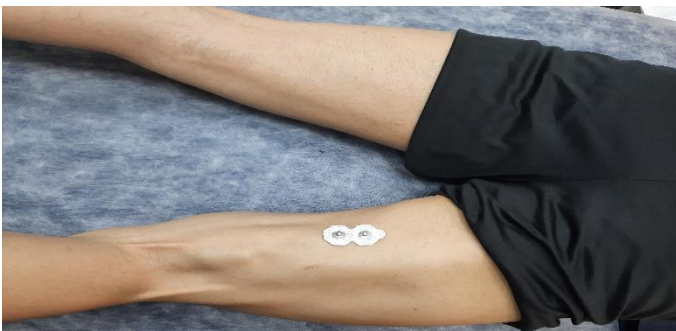
Vastus Lateralis: Elektrotlar, anterior spina iliaca superior hattından patellanın lateral tarafına doğru 2/3'lük kısma yerleştirildi (123).



Vastus Medialis: Elektrotlar, anterior spina iliaca superior ile medial ligament'in ön sınırının önündeki eklem boşluğu arasındaki çizgiye %80 oranında yerleştirildi (123).



Biceps Femoris: Elektrotlar, ischial tüberosite ile tibianın lateral epikondil arasındaki çizgiye %50 oranında yerleştirildi (123).



Semitendinosus: Elektrotlar, ischial tüberosite ile tibianın medial epikondil arasındaki çizgiye %50 oranında yerleştirildi (123).

**Tibialis Anterior:**

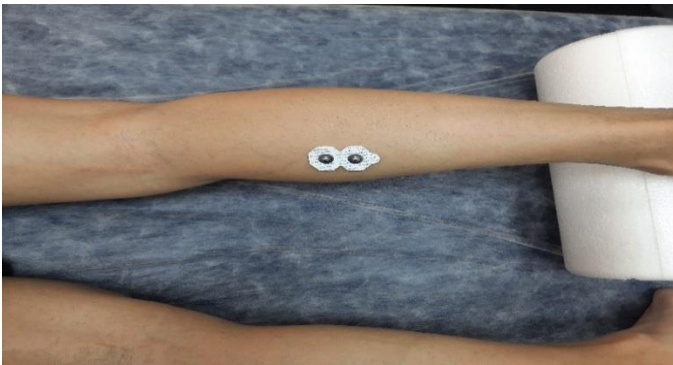
Elektrotlar, fibula başı ile medial malleol arasındaki hat üzerinde 1/3 oranında yerleştirildi (123).



Peroneus Longus: Elektrotlar, fibula başı ile lateral malleol hattı arasındaki %25 oranında yerleştirildi (123).



Soleus: Elektrotların femurun medial kondili ile medial malleol arasındaki hattın 2 / 3'üne yerleştirildi (123).

**Gastrocnemius Medialis:**

Elektrotların kasın en belirgin çıkıntısına yerleştirildi (123).

Maksimal istemli kasılma ölçümleri

Bulgarian split squat sırasında elde edilen işlenmemiş EMG sinyallerinin normalleştirilmesi için maksimal istemli kasılma (MVC) ölçümleri yapıldı (Tablo 3.2).

MVC ölçümleri 3 tekrar ve 5 sn olacak izometrik kasılma şeklinde gerçekleştirildi. MVC uygulamaları öncesinde katılımcılara deneme seansı uygulandı. Uygulama sırasında insan gücü, kemer, deride deformasyon olmaması için yumuşak bez, sedye, bench, denge köpüğü ve sabitlenmiş squat rack kullanıldı. Katılımcıların teşvik edilebilmesi için önceden kaydedilen “maksimum” komutu ile sesli uyarı yapıldı.

Tablo 3.2. Maksimal istemli kasılma uygulamaları



Vastus Lateralis ve Vastus Medialis:

Bench üzerine otururken, dizler 90 ile 70 derece arasında fleksiyon pozisyonunda ve ayak kemerle bağılyken, tek dizin ekstensiyonu yapılarak kemere maksimum direnç uygulanması istendi (100).



Biceps Femoris ve Semitendinosus:

Yüzüstü uzanırken, diz hafifçe fleksiyon pozisyonunda ve ayak kemerle bağılyken, tek dizin fleksiyonu yapılarak kemere maksimum direnç uygulanması istendi (100).



Tibialis Anterior:

Oturur pozisyondayken, diz ekstensiyon pozisyonunda ve ayak nötral pozisyonunda kemere bağılyken, tek ayağın dorsifleksiyonu yapılarak kemere maksimum direnç uygulanması istendi.



Gastrocnemius Medialis, Soleus ve Peroneus Longus:

Sedye üzerinde yüz üstü uzanmış pozisyondayken, dizler ekstensiyonda ve ayak dorsifleksiyonda (rulo ile destekli) ayak tabanını etrafı gergin bir kemere bağlıyken, tek ayağın plantarfleksiyonu yapılarak kemere maksimum direnç uygulanması istendi (124).

Sinyal işleme

Bulgarian split squat hareketinde işlenmemiş EMG sinyallerinde öncelikle görsel inceleme yapılarak hareketin fazları belirlendi. Egzersiz uygulamaları iniş ve çıkış olmak üzere iki fazda incelendi. Ardından işlenmemiş sinyaller, 20-500 Hz yüksek geçiren Butterworth filtreden geçirildi. Daha sonra hareket hata reddi (artefact rejection) ve sinyal yumuşatma (Smoothing) için 100 ms'lik bir zaman penceresi ve karelerin ortalamasının karekökü (RMS) yöntemiyle filtrelendi. Filtrelenmiş sinyaller daha önceden analizi yapılarak belirlenmiş olan en yüksek MVC değerlerine bölünerek yüzde cinsinden yorumlandı (122).

3.3.3. Bulgarian Split Squat Egzersiz Prosedürü

Verilerin toplanmasından önce katılımcılar, yaklaşık 4 hafta x 2 gün Bulgarian split squat egzersiz uygulamaları hakkında teorik ve pratik hazırlık sürecine dahil edildiler. Alışma fazının gerçekleşmesi amacıyla organize edilen bu süreçte aynı zamanda pilot ölçümler de gerçekleştirildi. Pilot ölçümler, incelenen egzersizlerin standardizasyonu ve optimum formada uygulanabilmesi için kullanıldı. katılımcılar, Bulgarian split squat egzersiz uygulamalarını aşağıdaki şekilde gerçekleştirdi.

- Egzersizler iniş ve çıkış olmak üzere iki fazdan meydana geldi. İniş fazında denge yastığı kullanılarak alçalma derinliği 7 cm olarak standardize edildi. Çıkış fazında ise dizin tam ekstansiyona getirilmesi istendi.
- Egzersiz sırasında ön ve arka bacak arasındaki mesafe katılımcıların bacak boyu uzunluğunun %75'i ile normalleştirildi.

- Egzersiz sırasında katılımcılardan hareketin hızını kendi seçtikleri hızda yapmaları istendi. Ancak ani ve hareketin doğal akışını bozan hızlı açılı değişikliklerine izin verilmedi.
- Egzersiz sırasında kullanılan kutu, stabilite topu ve askı sistem ekipmanlarının yükseklikleri 40 cm olacak şekilde belirlendi (şekil 3.2).
- Katılımcılar hareketi dominant bacaklarıyla gerçekleştirdi. Dominant bacak zemine temas eden destek bacağı olarak belirlendi.
- Katılımcılar egzersizi dış yük (dambıl, kettlebell vb., ağırlık) olmadan gerçekleştirdi.
- Ölçümlerin güvenilirliği için test kontrol formları oluşturularak uygulandı (Ek 5, Ek 6).



Şekil 3.2. Egzersiz sırasında kullanılan ekipmanlar (stabilite topu, kutu ve askı sistem)

Bulgarian split squat uygulama klavuzu

Başlangıç pozisyonu uygulama direktifleri

1. Sırtınızı kutu, stabilite topu veya askı sisteme dönün.
2. Baskın olmayan bacağınızı dize hafif fleksiyon, ayak bileğine ise plantarfleksiyon yaparak ekipmanın üzerine koyun.

3. Öndeki bacağınızı olabildiğince öne doğru getirin ve ayak topuğunuzu yerde işaretli çizgi ile hizalayın (sias ile medial malleol arasındaki mesafenin %75 lik kısmı).
4. Bu konumdayken yükseltilmiş ayağınız doğrudan öndeki ayağınızın arkasında hizalanmamalıdır. Aksine dizler arasında hafifçe boşluk (ayaklar kalça mesafesi dışında) bırakılmalıdır.
5. Göğüs ve omuzları geri alın. Core bölgesini gergin/sıkı tutun. Ardından sırt dik bir pozisyondayken karşıya bakın. Bu konumda kollar aşağıya doğru sarkık/belde olmalıdır. Yerdeki bacak ise dizden tam ekstensiyon olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

İniş fazı uygulama direktifleri

1. Core bölgesini ve omuzları gergin/sıkı tutun. İniş fazı sırasında nefes alın. Karşıya bakarken öndeki bacağın dizine fleksiyon yapın.
2. Gerideki bacağınızın ve ayak bileğinizin iniş fazına geçerken doğal olarak bükülmesini sağlayın.
3. Öndeki bacağın dizi ile öndeki bacağın ayak parmaklarının aynı hizada olduğuna emin olun (özellikle dizinizde içe veya dışa rotasyon oluşmasına izin vermeyin).
4. İniş fazı sırasında gerideki bacağın dizi yerdeki denge yastığına (7 cm) gelene kadar derinlik boyunca inmeye devam edin.

Çıkış fazı uygulama direktifleri

1. Çıkış fazı sırasında nefes verin.
2. Dominant dizin ekstensiyonunu yaparak başlangıç konumuna gelin.

Bulgarian split squat sırasında karşılaşılan muhtemel form bozuklukları

- Arka ayağı doğrudan ön ayağın arkasına yerleştirme: Dengenin bozulmasına neden olur. Arka ayağınızı arkanızdaki sehpanın üzerine koyduğunuzda, ön ayağınızdan kabaca kalça mesafesinin veya biraz daha geniş olduğundan emin olun.
- Çömelirken kalçalardan öne eğilmek: Squat yaparken core, erector spinae odaklanmayı bırakmayın. Ayrıca omuzları öne doğru bükmeyin. Bunlar birleşince yaralanma riski de artıyor.

- Squat yaparken ayak parmaklarının yükseltilmesi: Topuk veya ayak parmak uçlarının kaldırılması egzersiz sırasında aktivasyon oranında değişikliğe neden olabilir. Bununla birlikte denge kaybına neden olmaktadır. Egzersiz sırasında gövdenizi dik olmasına dikkat edin.
- Hareketi arka bacakla destekleme: Arka bacak dengeyi sağlamak için bize yardım eder. Ancak arka bacadan güç alıp dengeyi oluşturmaya çalışmanız aktivasyon açısından problem yaratabilir.
- Ön dizin ayak parmaklarıyla hizalama kaybetmesine izin verme: Dizin ayak parmak uçlarını geçmesi ve içe- dışa rotasyon yapması sakatlıklara neden olabilir (125).



Şekil 3.3. Bulgarian split squat kutu egzersizi iniş ve çıkış fazı



Şekil 3.4. Bulgarian split squat askı sistemi egzersizi iniş ve çıkış fazı



Şekil 3.5. Bulgarian split squat stabilite topu egzersizi iniş ve çıkış fazı

3.4. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin analizinde IBM SPSS 23 yazılım programı kullanıldı. Verilerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart sapma olarak gösterildi. Verilerin normalliği Shapiro-Wilk testi ve varyansların homojenliği Levene testi ile doğrulandı. Farklı egzersiz uygulamaları sırasında meydana gelen kas aktivasyon değerlerindeki farklılıkları ölçmek için tekrarlanan ölçümlerde varyans analizi (measures ANOVA) kullanıldı. Egzersizler arasında anlamlı fark olduğunda, çoklu karşılaştırma için Bonferroni testi uygulandı. Güven aralığı %95 olarak seçildi ve $p < 0.05$ in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Araştırmaya katılan gönüllülerin demografik bilgileri tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Gönüllülerin demografik bilgileri

Parametre (n=12)	Min	Maks	X	ss
Yaş (yıl)	22	32	26.08	3.60
Boy (cm)	170.00	190.00	177.58	5.83
VA (kg)	59.00	94.00	77.00	10.44
VKİ (kg/cm ²)	19.94	28.69	24.38	2.87

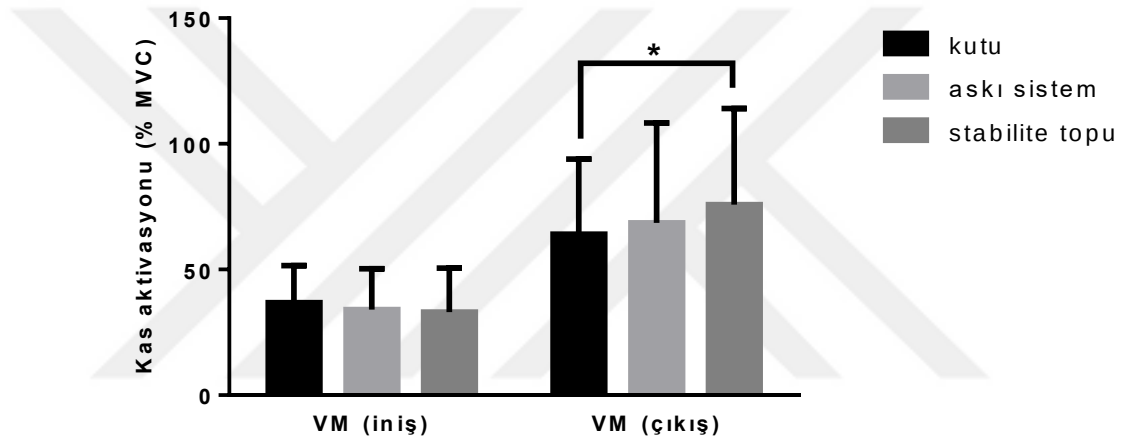
(VA: Vücut Ağırlığı; VKİ: Vücut Kütle İndeksi; Min: En Düşük Değer; Maks: En Yüksek Değer; X: Ortalama; ss: Standart Sapma)

Araştırmaya katılan gönüllülerin yaş ortalamaları 26 (yıl), boy ortalamaları 177 (cm), vücut ağırlığı ortalamaları 77 (kg) ve vücut kütle indeksi ortalamaları ise 24.38 (kg/cm²) olarak saptanmıştır. Gönüllülere farklı ekipmanlarla uygulanan BSS egzersizi sırasında VM, VL, ST, BF, TA, PL, GM ve SO kas aktiviteleri ölçüm sonuçlarına ilişkin yapılan Repeated Anova Testi’ne ait bulgular Tablo 4.2’de bütün olarak sunulmuş ve anlamlılık durumları da ayrıca grafiklerde gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Gönüllülerin farklı ekipmanlar ile yapılan Bulgarian Split Squat egzersizi kas aktivasyon değerleri

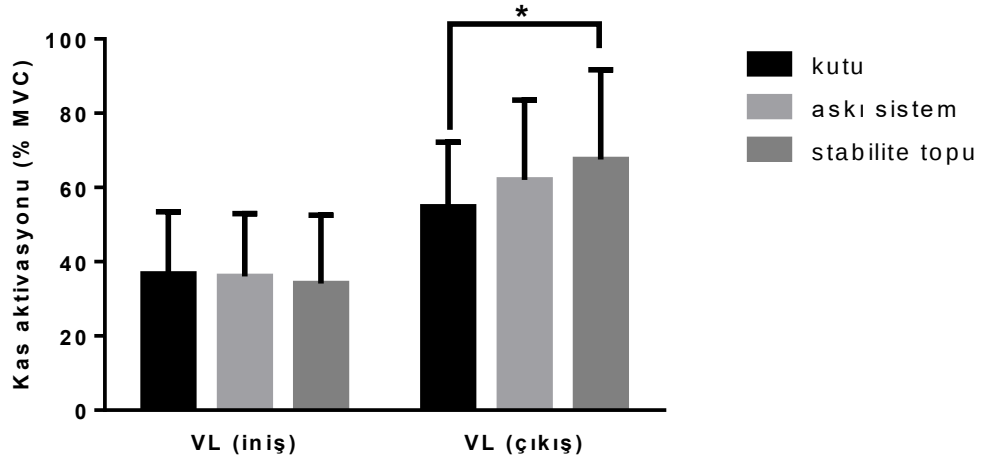
Parametreler (n=12)	Hareket Fazları	X± Ss			F	p	Fark
		Kutu	Askı Sistem	Denge Topu			
Vastus Medialis	İniş Fazı	36.7±14.7	34.0±16.3	33.0±17.5	.742	.488	
	Çıkış Fazı	64.4±29.8	68.8±39.7	75.8±38.2	3.672	.049*	3>1
	Total						
Vastus Lateralis	İniş Fazı	36.7±16.7	36.0±16.9	34.0±18.4	.386	.684	
	Çıkış Fazı	54.7±17.3	62.0±21.5	67.5±24.1	6.475	.007*	3>1
	Total						
Semitendinosus	İniş Fazı	17.0±10.6	15.6±12.1	13.9±9.3	.932	.379	
	Çıkış Fazı	11.7±7.6	15.4±9.0	11.7±7.6	16.335	.000*	2>1, 2>3
	Total						
Biceps Femoris	İniş Fazı	12.8±9.0	11.1±7.5	12.6±6.3	.618	.548	
	Çıkış Fazı	12.1±9.9	14.0±9.7	18.2±8.4	4.853	.036*	3>1
	Total						
Tibialis Anterior	İniş Fazı	25.9±27.3	21.1±8.6	27.2±13.4	.364	.621	
	Çıkış Fazı	25.4±16.0	26.2±15.2	32.5±9.7	1.179	.324	
	Total						
Peroneus Longus	İniş Fazı	44.8±23.8	45.0±37.3	48.4±31.1	.079	.920	
	Çıkış Fazı	49.1±26.0	45.4±29.6	60.2±46.5	.917	.375	
	Total						
Gastroknemius	İniş Fazı	19.6±15.6	11.6±5.5	18.4±11.7	2.341	.128	
	Çıkış Fazı	10.7±6.0	10.4±5.3	9.9±4.9	.287	.743	
	Total						
Soleus	İniş Fazı	32.1±23.5	30.6±14.8	40.2±32.7	.935	.385	
	Çıkış Fazı	38.9±28.8	40.6±25.6	35.7±24.4	.465	.607	
	Total						

BSS egzersizinin iniş fazında VM kası yEMG aktiviteleri kutu ile 36.7 ± 14.7 , askı sistemde 34.0 ± 16.3 ve denge topu üzerinde 33.0 ± 17.5 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.742$, $p=.488$). Ancak, BSS egzersizi çıkış fazında ise VM kası yEMG aktiviteleri kutu ile 64.4 ± 29.8 , askı sistemde 68.8 ± 39.7 ve denge topu üzerinde 75.8 ± 38.2 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($F=3.672$, $p=.049$). Tespit edilen anlamlı farklılık kutu ile sergilenen BSS egzersizine kıyasla denge topu ile sergilenen BSS egzersizi çıkış fazında VM kası yEMG aktivitesi lehine daha yüksek olarak saptanmıştır ($p<.0.05$, şekil 4.1).



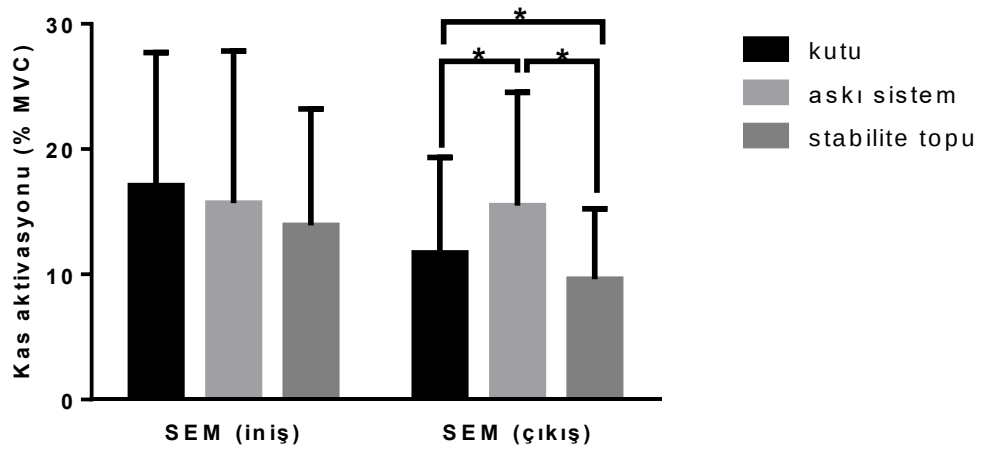
Şekil 4.1. BSS egzersizi VM kası için yEMG değerleri

BSS egzersizinin iniş fazında VL kası yEMG aktiviteleri kutu ile 36.7 ± 16.7 , askı sistemde 36.0 ± 16.9 ve denge topu üzerinde 34.0 ± 18.4 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.386$, $p=.684$). Ancak, BSS egzersizi çıkış fazında ise VL kası yEMG aktiviteleri kutu ile 54.7 ± 17.3 , askı sistemde 62.0 ± 21.5 ve denge topu üzerinde 67.5 ± 24.1 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($F=6.475$, $p=.007$). Anlamlı farklılık kutu üzerinde sergilenen BSS egzersizine kıyasla denge topu ile sergilenen BSS egzersizi çıkış fazında VL kası yEMG aktivitesi lehine daha yüksek olarak bulunmuştur ($p<.0.05$, şekil 4.2).



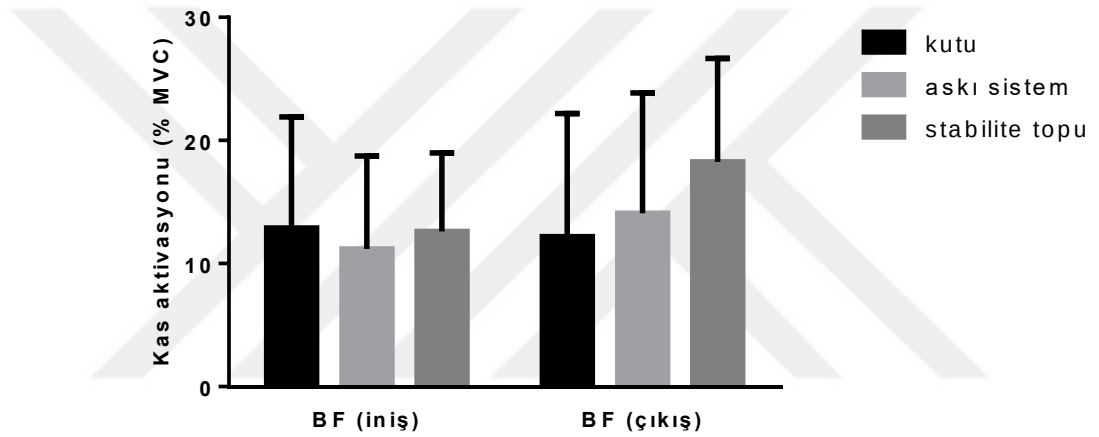
Şekil 4.2. BSS egzersizi VL kası için yEMG değerleri

BSS egzersizinin iniş fazında ST kası sEMG aktiviteleri kutu ile 17.0 ± 10.6 , askı sistemde 15.6 ± 12.1 ve denge topu üzerinde 13.9 ± 9.3 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.932$, $p=.379$). Ancak, BSS egzersizi çıkış fazında ise ST kası yEMG aktiviteleri kutu ile 11.7 ± 7.6 , askı sistemde 15.4 ± 9.0 ve denge topu üzerinde 11.7 ± 7.6 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($F=16.335$, $p=.000$). Anlamlı farklılık kutu ve denge topu üzerinde sergilenen BSS egzersizlerine kıyasla askı sistem ile sergilenen BSS egzersizi çıkış fazında ST kası yEMG aktivitesi lehine daha yüksek olarak bulunmuştur ($p<.05$, şekil 4.3).



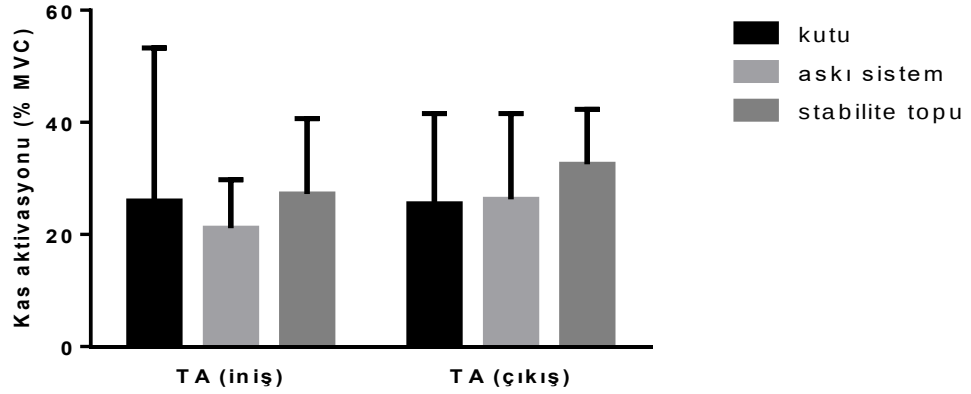
Şekil 4.3. BSS egzersizi ST kası için yEMG değerleri

BSS egzersizinin iniş fazında BF kası yEMG aktiviteleri kutu ile 12.8 ± 9.0 , askı sistemde 11.1 ± 7.5 ve denge topu üzerinde 12.6 ± 6.3 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.618$, $p=.548$). Ancak, BSS egzersizi çıkış fazında ise BF kası yEMG aktiviteleri kutu ile 12.1 ± 9.9 , askı sistemde 14.0 ± 9.7 ve denge topu üzerinde 18.2 ± 8.4 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($F=4.853$, $p=.036$). Anlamlı farklılık kutu üzerinde sergilenen BSS egzersizlerine kıyasla denge topu ile sergilenen BSS egzersizi çıkış fazında BF kası yEMG aktivitesi lehine daha yüksek olarak bulunmuştur ($p<.05$, şekil 4.4).



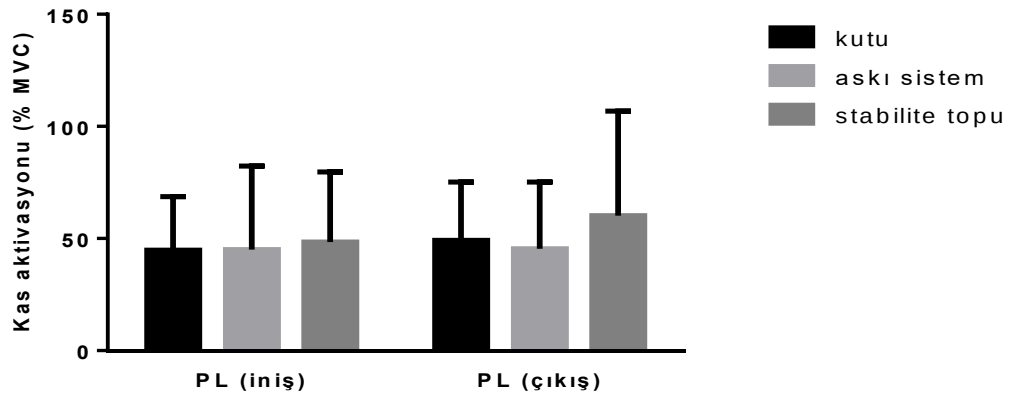
Şekil 4.4. BSS egzersizi BF kası için yEMG değerleri.

BSS egzersizinin iniş fazında TA kası sEMG aktiviteleri kutu ile 25.9 ± 27.3 , askı sistemde 21.1 ± 8.6 ve denge topu üzerinde 27.2 ± 13.4 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.618$, $p=.548$). Benzer şekilde, BSS egzersizi çıkış fazında ise TA kası sEMG aktiviteleri kutu ile 25.4 ± 16.0 , askı sistemde 26.2 ± 15.2 ve denge topu üzerinde 32.5 ± 9.7 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ($F=.364$, $p=.621$, şekil 4.5).



Şekil 4.5. BSS egzersizi TA kası için yEMG değerleri

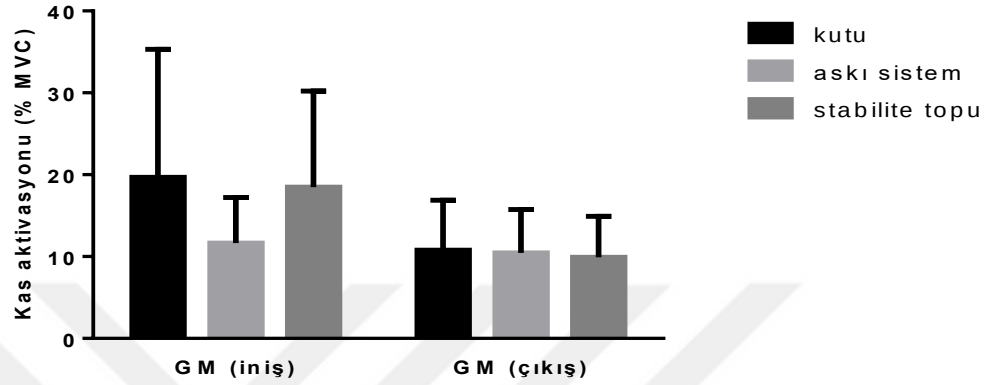
BSS egzersizinin iniş fazında PL kası yEMG aktiviteleri kutu ile 44.8 ± 23.8 , askı sistemde 45.0 ± 37.3 ve denge topu üzerinde 48.4 ± 31.1 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.079$, $p=.920$). Benzer şekilde, BSS egzersizi çıkış fazında ise PL kası yEMG aktiviteleri kutu ile 49.1 ± 26.0 , askı sistemde 45.4 ± 29.6 ve denge topu üzerinde 60.2 ± 46.5 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ($F=.917$, $p=.375$, şekil 4.6).



Şekil 4.6. BSS egzersizi PL kası için yEMG değerleri.

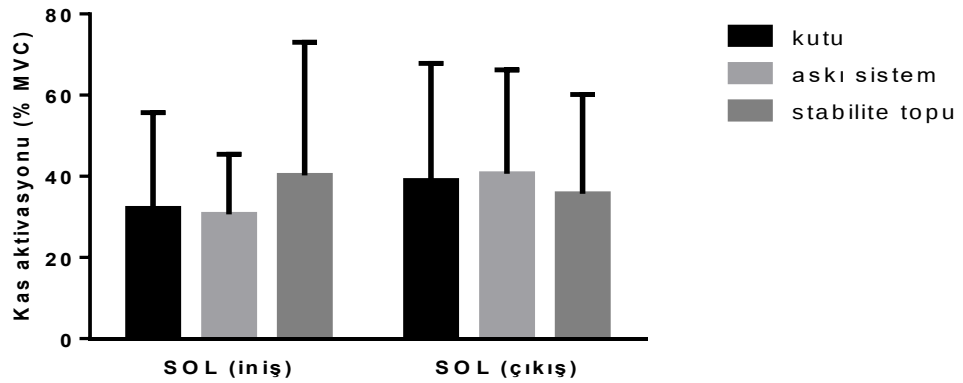
BSS egzersizinin iniş fazında GM kası yEMG aktiviteleri kutu ile 19.6 ± 15.6 , askı sistemde 11.6 ± 5.5 ve denge topu üzerinde 18.4 ± 11.7 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=2.341$,

p=.128). Benzer şekilde, BSS egzersizi çıkış fazında ise GM kası yEMG aktiviteleri kutu ile 10.7 ± 6.0 , askı sistemde 10.4 ± 5.3 ve denge topu üzerinde 9.9 ± 4.9 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ($F=.287$, $p=.743$, şekil 4.7).



Şekil 4.7. BSS egzersizi GM kası için yEMG değerleri.

BSS egzersizinin iniş fazında SO kası yEMG aktiviteleri kutu ile 32.1 ± 23.5 , askı sistemde 30.6 ± 14.8 ve denge topu üzerinde 40.2 ± 32.7 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunamamıştır ($F=.935$, $p=.385$). Benzer şekilde, BSS egzersizi çıkış fazında ise SO kası yEMG aktiviteleri kutu ile 38.9 ± 28.8 , askı sistemde 40.6 ± 25.6 ve denge topu üzerinde 35.7 ± 24.4 olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ($F=.465$, $p=.607$, şekil 4.8).



Şekil 4.8. BSS egzersizi SO kası için yEMG değerleri

5. TARTIŞMA

Literatürde birçok kuvvetlendirme egzersizinin bulunduğu ve bu egzersizlerin kassal aktivasyon derecelerine göre çeşitli amaçlar için kullanıldığı bilinmektedir. Bu çalışma ile farklı ekipmanlarla yapılan bulgarian split squat hareketinin alt ekstremite kas aktivasyon değerleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlandı. Böylece bulgarian split squat egzersizinin aktivasyon kalıpları açısından hangi amaçla kullanılabileceğinin belirlenerek gerek teorik gerekse pratikte katma değer taşıyacağı düşünülmektedir. Araştırmada vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM), biceps femoris (BF), semitendinosus (ST), tibialis anterior (TA), peroneus longus (PL), soleus (SO) ve gastrocnemius medialis (GM) kasları incelendi.

Araştırmada, BSS hareketi iniş fazında ekipman farklılığının aktivasyon değerleri açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak, BSS hareketi çıkış fazında stabilite topu VM, VL, ve BF kaslarında diğer ekipmanlara kıyasla anlamlı olarak daha yüksek aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde çıkış fazında askı sistemi ST kasında diğer ekipmanlara oranla anlamlı olarak daha yüksek aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Bunlara karşın TA, PL, SO ve GM kaslarında çıkış fazında aktivasyon düzeyleri açısından anlamlı fark görülmemiştir.

Hareketin öğrenilmişlik düzeyi, uygulama esnasında kullanılan dış yük, zemin farklılığı ve ekipman farklılığı hareketin aktivasyon düzeylerini belirleyen etmenler arasındadır (114–116). Stabilite topunun kararsız bir zemin oluşturduğu düşünüldüğünde hareketin zorluğunu değiştirdiği ve buna bağlı olarak aktivasyon düzeyini arttırdığı söylenebilir. Aguilera ve arkadaşları (93) askı ekipmanı ile yapılan bulgarian split squat egzersizi sırasında alt ekstremite (rectus femoris, gluteus medius, vastus medialis, vastus lateralis) kas aktivasyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. Ek olarak askı lunge egzersizine (BSS'nin suspensiyon hali) stabil olmayan yüzey ve tüm vücut titreşim dahil ederek askı lunge ile kutu BSS egzersizinin kas aktivasyonunu ve uygulanan kuvveti karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda; askı BSS ile kutu BSS arasında ön bacak kas aktivasyon farkı görülmemiştir. Ancak dikey yer reaksiyon kuvvetini arttırdığı görülmüştür. Stabil olmayan ekipmanların kullanılması ise askı BSS kas aktivitesini arttırdığı görülmüştür. Benzer şekilde başka bir çalışmada (126) BSS egzersizi sırasında askı egzersiz koşullarının alt ekstremitenin kas aktivasyonu üzerindeki etkisinin

araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma BSS, askı BSS ve tüm vücut vibrasyon kullanılarak yapılmıştır. Elektromiyografik ölçümler gluteus medius, biceps femoris, rektus femoris, vastus medialis ve vastus lateralis kasları üzerinde yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre; askı ve vibrasyon-30 kullanıldığında en yüksek kassal aktivasyon tespit edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmamızda elde ettiğimiz verilere benzer olarak kararsız zemin ve ekipmanların kullanımının kas aktivasyon düzeyini arttırdığı söylenebilir. Çalışmamızda çoğunlukla aktivasyon büyüklüğünün sırasıyla stabilite topu, askı sistemi ve kutu ekipmanlarının olduğu tespit edilmiştir. Miller ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada (127) geleneksel split squat (kutu BSS) ile suspensiyon split squat (askı BSS) hareketinin elektromiyografi aktivitelerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma 10 sporcu olmayan katılımcı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elektromiyografi ölçümleri gluteus maximus ve rektus femoris kasları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda; askı split squat sırasında gluteus maximus kas aktivasyonu geleneksel split squata (kutu BSS) göre daha yüksek çıktığı saptanmıştır. Bu bağlamda, ilgili araştırma ile çalışmamız benzer sonuçlar göstermektedir.

Unilateral (tek taraflı) squat türlerinin EMG çalışmaları genel olarak harici yük olmadan rehabilitasyon alanında ve genel popülasyonda kullanımı üzerine odaklanırken (128–133) harici yük kullanılarak da atletik popülasyonda kullanımı üzerine yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bir tanesinde elit kadın sporcuların harici yüklü geleneksel bilateral squat (back squat) ile modifiye edilmiş unilateral squat (BSS) yaparken biceps femoris, rektus femoris ve gluteus medius kasının EMG aktivite düzeylerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada modifiye edilmiş unilateral squatın (BSS) geleneksel bilateral squata göre daha fazla biceps femoris ve gluteus medius aktivitesi ürettiği sonucuna varmışlardır (92). DeForest ve arkadaşları (131) tarafından yapılan çalışmada back squat (BS), rear leg elevated split squat (RLESS) ve split squat (SS) egzersizleri sırasında kas aktivitesi, dikey yer değiştirme ve yer reaksiyon kuvvetleri incelendi. EMG verileri gluteus maksimus (GMX), biceps femoris (BF), semitendinosus (ST), rektus femoris (RF), vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM), tibialis anterior (TA), ve medial gastrocnemius (MGas) kaslarından toplandı. Kas aktivitesi hem konsantrik hem de eksantrik fazlarda RLESS (bulgarian split squat) sırasında BF SS'den anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer kaslarda ise benzer sonuçlar gösterdiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda, Yüksek BF aktivitesi isteniyorsa RLESS hareketi elverişli olacaktır.

Spor yaralanmalarından sonra rehabilite sürecine hangi egzersizlerin dahil edileceğinin bilinmesi oldukça önem arz etmektedir. Özellikle evde ekipman olmadan vücut ağırlığı ile yapılan egzersizlerin belirlenmesi için birçok araştırma yapılmıştır. Zebis ve arkadaşları (134) tarafından yapılan çalışmada ön çapraz bağ yaralanmalarında ekipman olmadan uygulanan rehabilitasyon egzersizleri sırasında hamstring ve kuadriseps kas aktivitesi incelenmiştir. Çalışmada BSS' de dahil olmak üzere 5 aşamadan oluşan 24 egzersiz değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; BSS egzersizi de dahil olmak üzere egzersizlerin kuadriseps kas aktivitesinin kademeli aşamalarda yüksek oranda olduğu ancak hamstring kas aktivitesinin kademeli bir şekilde artmadığından dolayı ACL yaralanmalarında hamstring kaslarını hedef alan egzersiz seçimine ihtiyaç olduğu kanısına varılmıştır. Bu açıdan yapmış olduğumuz çalışmada askı sistemi ve stabilite topu ekipmanlarının çıkış fazı hamstring aktivitesi BF ve ST kaslarında kutu ekipmanına kıyasla daha yüksek düzeyde olduğu için ACL yaralanmalarında hamstring kuvvet gelişimi için kullanılabileceği düşünülmektedir.

Rehabilitasyonda en çok karşılaşılan vakalardan birinin ayak bileği burkulmaları olduğu bilinmektedir. Ayak bileği burkulmalarının temel nedeni ise proprioseptif duyu bozukluğu, ligament gevşekliği ve kas kuvvetinin yeterli olmaması olarak ifade edilmektedir. Bununla birlikte tekrarlı bir şekilde gerçekleştirilen ayak bileği burkulmalarının ayak bileğinde instabiliteye yol açtığı düşünülmektedir (135). Ayak bileği stabilitesinin sağlanmasında kalf kaslarının eksantrik aktivitesi, tibialis anterior ve posterior kaslarının konsantrik aktivitesinin önemli olduğu araştırmalarda gösterilmektedir (121,136,137). Aynı zamanda peroneus longus kasının morfolojik olarak hem 1. Kuneiform ve 1. Metatarsal kemiğinde sonlandığı hem de ayak bileğinin eversiyonuna katkıda bulunduğu göz önüne alındığında bu kasın kuvvetlendirilmesinin ayak bileği burkulmalarının önüne geçeceği önerilmektedir (138,139). Bunlara istinaden Kim ve arkadaşları (121) alt ekstemitenin kuvvetlendirilmesi ve rehabilitasyonunda yaygın olarak kullanılan lunge squat ve BSS egzersizlerinin TA, PL ve tibialis posterior kas aktivitesi üzerindeki etkisine araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda TA ve PL'nin BSS hareketi sırasında kas aktiviteleri lunge squat sırasındaki kas aktivitelerinden önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle, BSS' nin lunge egzersizine göre daha yüksek oranda ayak bileği stabilitesi sağlayacağı kısmen doğrulanmıştır. Buna bağlı olarak gerçekleştirdiğimiz çalışmada kutu, askı sistemi ve denge topu ekipmanlarında TA ve PL kaslarının aktivasyon değerlerinde anlamlı fark bulunmadığı ancak sayısal

değerler olarak stabilite topunun diğerlerine göre daha yüksek aktiviteye neden olduğu görülmüştür. BSS egzersizinin kutu, askı sistemi ve denge topu ekipmanında ayak bileği instabilitesine etkilerinin benzer olacağı fakat stabilite topunun daha yüksek aktivasyon üreteceği düşünülmektedir.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu beraberinde bireylerde kuadriseps kas grubunun fonksiyonel ve kas kuvveti kaybı meydana getirdiği bilinmektedir. Bu tür vakalarda rehabilite amaçlı bilateral squat'ın önerildiği bilinmektedir. Ancak son zamanlarda split squatların da egzersizlere dahil edildiği görülmektedir. Knoll ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada Bulgarian split squat (BSS) ile single leg squat varyasyonlarında vastus lateralis, vastus medialis, rektus femoris ve gluteus maksimus kas aktivasyonu ile anterior posterior basınç merkezi ölçümlerini yapmışlardır. Çalışmada 17 kadın kuvvet plakası üzerinde her iki egzersizi gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda; single leg squat varyasyonu BSS'ye göre düşük zirve noktası ve ortalama kuadriseps aktivasyonu sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, single leg squat varyasyonu sırasında anterior posterior basınç merkezinin daha büyük olduğu ve daha yüksek GM aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla BSS'nin rehabilitasyon/egitim ortamlarında kuadriseps aktivasyonu için kullanılmasını önerirken, split squat varyasyonu daha fazla GM kas aktivasyonu için reçete edilmesi kanısına varılmıştır (140). Bu açıdan BSS egzersizinde hangi ekipman kullanımının daha yüksek kuadriseps aktiviteye sahip olduğunun bilinmesi önem kazanmaktadır. Çalışmamızda en yüksek kuadriseps kas aktivasyonu stabilite topu ile yapılan BSS'den elde edilmiştir. Bu doğrultuda ön çapraz bağ tedavileri için Knoll ve arkadaşları tarafından önerilen BSS egzersizinde en çok aktivasyonun stabilite topunun oluşturduğu ve ön çapraz bağ tedavilerinde kullanılabileceği söylenebilir.

Literatürde unilateral ve bilateral egzersizlerin kas aktivasyonlarını karşılaştıran çalışmalar görülmektedir. Krause ve arkadaşları (141) standart lunge ile askı lunge (askı BSS) egzersizleri arasındaki kas aktivasyon farklılıklarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada katılımcıların baskın bacakları belirlenerek rektus femoris, gluteus maksimus, gluteus medius, adduktor longus ve hamstring kasları üzerinde aktivasyon ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre, askı lunge (BSS askı sistemi) standart lunge egzersizine kıyasla gluteus maksimus, gluteus medius, hamstring ve adduktor longus kaslarının daha yüksek aktivasyona neden olduğu ve BSS'nin standart lunge egzersizine göre daha zor egzersiz olduğu kanısına varılmıştır. Cikanek ve Kainz

tarafından yapılan lisans tezinde (142) üç farklı kuvvetlendirme egzersizi kullanılarak kuadriseps ve hamstring kaslarının elektromiyografik karşılaştırmaları yapılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, rehabilitasyon alanına uygun üç egzersizin katma değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Karşılaştırma Ball Leg Curl (BLC), Kutu BSS ve Conventional Deadlift (CD) egzersizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda; üç egzersizde de biceps femoris, semitendinosus ve rektus femoris kas aktivasyonlarının diğer kaslara göre büyük ölçüde anlamlı fark çıktığı görülmüştür. BSS ve CD egzersizlerinde semitendinosus kas aktivasyonlarında anlamlı fark tespit edilmediği ancak BLC ile aktivasyon açısından anlamlı fark tespit edildiği görülmüştür. Biceps femoris kasının BLC ile CD kasları arasında anlamlı fark tespit edilmediği belirlenmiştir. Ek olarak üç egzersiz arasında biceps femoris ve semitendinosus arasında anlamlı fark tespit edilmediği de görülmüştür. Rivera tarafından yazılan yüksek lisans tezinde (143) rear foot elevated squat (RFE) ile B-Stance (BS) unilateral back squat arasındaki aktivasyon kalıpları incelenmiştir. Çalışmada egzersizler 10 erkek 3 kadın katılımcı tarafından 1 TM'nin %85'i ile gerçekleştirilmiştir. EMG ölçümleri eksternal oblik, rektus femoris, gluteus maksimus ve biceps femoris kasları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda; eksternal oblik ve rektus femoris için iki egzersiz arasında ortalama, zirve, konsantrik, eksantrik ve toplam EMG açısından fark görülmemiştir. Gluteus maksimus için, ortalama, zirve, eksantrik, konsantrik ve toplam hareket açıklığı EMG, RFE'ye karşı BS sırasında daha büyük olduğu saptanmıştır. Biceps femoris için, ortalama eksantrik EMG iki egzersiz arasında farklılık göstermediği anlaşılmıştır. Bununla birlikte, ortalama konsantrik ve toplam EMG, RFE egzersizinde daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, BF için zirve, eksantrik, konsantrik ve toplam EMG, RFE'ye karşı BS'ye kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. RFE unilateral back squat tekniği, kalça ekstansörlerinin, gluteus maksimus ve biceps femoris'in BS'ye karşı genel olarak daha fazla aktivasyon ürettiği belirlenmiştir. Navarro ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada (144) lunge ve BSS egzersizlerinde kuadriseps ve hamstring kas gruplarının ko-aktivasyon değerleri incelenmiştir. 17 sağlıklı profesyonel futbolcunun rektus femoris, VL, VM, BF ve ST EMG aktiviteleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda; lunge ve BSS egzersizlerinde vastus medialis ve lateralis kaslarının rektus femoris, biceps femoris ve semitendinosus kaslarından daha yüksek aktiviteye ulaştığı görülmüştür. Genel olarak BSS egzersizinin kas aktivasyonu lunge egzersizine göre daha yüksek kassal aktivasyonu oluşturduğu ancak vastus medialis ve lateralis kaslarının benzer aktivasyon değerleri gösterdiği görülmüştür.

Andersan ve arkadaşları (145) tarafından yapılan çalışmada stabil ve unstabil zeminler üzerinde yapılan squat ve BSS egzersizlerinde aynı nispi direnci kullanarak kas aktivitesini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada kas kuvveti ve aktivitesi, 6 MT ve eşlik eden yEMG ile değerlendirilmiştir. Direnç eğitimi almış 15 erkekten oluşan bir grup, EMG uygulamasını VL ve VM, rektus femoris, BF, SO, rektus abdominis, eksternal oblik ve erektor spina kasları üzerinde uygulanmıştır. Çalışma bulgularına göre, BSS' nin BF ve eksternal oblik kaslarında normal squat'a göre daha fazla aktiviteyle karşılaşılmıştır. Ancak rektus femoris kas aktivitesi squat'a kıyasla daha düşük bulunmuştur. BSS egzersizinde stabil zemin, unstabil zemine kıyasla erektor spina ve biceps femoris kaslarında daha yüksek aktivasyon saptanmıştır. Egzersizler arasında vastus medialis ve lateralis kaslarında ve rektus abdominis kasında benzer aktivasyonlar görülmüştür. Sonuç olarak, squat agonistlerin aktivasyonu için biraz aktifken, BSS'nin antagonist ve biraz da merkez bölge kaslar için avantajlı olduğu tespit edilmiştir. BSS ve squat birbirini tamamlayabileceği ve her ikisini de periyodik bir direnç antrenman programına dahil etmenin faydalı olabileceği kanısına varılmıştır.

Literatür değerlendirmesi sonucunda; BSS egzersizi aktivasyon açısından ekipman farklılığı (stabil-unstabil) ve egzersiz kıyaslaması (unilateral-bilateral) şeklinde iki türlü çalışmaya konu olduğu görülmüştür. Literatürde ekipman farklılığında kısıtlı sayıda askı sistemi ve kutu ekipman karşılaştırmaları yapıldığı görülmüştür. Buna istinaden; stabilite topunun hiç karşılaştırılmadığı görülmüştür. Literatürde en yüksek aktivasyonun askı sisteminde olduğu görülmüştür. Kassal olarak BF-ST-VL-VM kaslarında olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte; BSS egzersizinin literatür açısından diğer egzersizlere göre en yüksek alt ektremite aktivasyon çıktısına sahip olduğu söylenebilir. Bu bağlamda çalışmamızla kıyaslayınca en yüksek aktivitenin benzer olarak BF-ST-VL-VM kaslarında olduğu görülmüştür. Ayrıca ekipman farklılığı olarak sırasıyla en yüksek aktivitenin stabilite topu; ardından askı sistemi ve kutu ekipmanı olduğu görülmüştür. Bu açıdan literatürle benzer sonuçlar alındığı söylenebilir.

Araştırmada, BSS egzersizinin iniş fazında diz açısının elektronik gonyometre ile belirlenmemesi sınırlılık olarak görülebilir. Ancak derinliğin kullanılabilirlik açısından kolay erişilebilir denge köpüğü ile uygulanması pratikte olumlu olarak görülmektedir. Bununla birlikte ko aktivasyon düzeyinin belirlenmemesi ve bunun sonucunda ekipmanların hangi amaçla kullanılabileceğinin saptanmaması diğer bir sınırlılık olarak söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada farklı ekipmanlarla yapılan BSS hareketinin kas aktivasyon değerlerinin incelenmesi amaçlandı. Böylece iniş ve çıkış fazında ekipman tercihinin aktivasyon düzeyi belirlenmeye çalışıldı. Araştırma sonucunda, iniş fazında farklı ekipman kullanımının aktivasyon değerlerinin benzer olduğu ancak çıkış fazında VM, VL ve BF kaslarının stabilite topu ile diğer ekipmanlara kıyasla daha yüksek aktiviteye sahip olduğu, ST kasının ise askı sistemde diğer ekipmanlara kıyasla daha yüksek aktiviteye sahip olduğu sonucuna varıldı. Diğer taraftan çıkış fazında TA, PL, SO ve GM kaslarının tüm ekipmanların aktivasyon düzeylerinde benzer sonuçlar görüldü. Bu sonuçlara göre, VM, VL ve BF kaslarında yüksek aktivasyon elde etmek için stabilite topu kullanılabileceği, ST kasında yüksek aktivasyon elde etmek için ise askı sisteminin kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu sonuçlar ışığında, harici yük ile BSS egzersizi sırasında farklı ekipman türlerinin kas aktivasyon değerleri incelenebilir. Ayrıca hareketi daha önce deneyimlemeyen ve sporcu olmayan katılımcılar ile deneyimleyen ve sporculuk geçmişi olan katılımcılara uygulanarak kas aktivasyon düzeyleri kıyaslanabilir. Bununla beraber sabit ve sabit olmayan zeminler üzerinde aynı ekipmanların kas aktivasyon düzeyleri karşılaştırılabilir. Buna ek olarak ekipmanların farklı yüksekliklerinin kas aktivasyon düzeyine ne derece etki edeceği araştırılabilir. Ayrıca ko aktivasyon düzeyleri hesaplanarak ekipman tercihi ve ekipman kullanım amacı arasındaki ilişki değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Kafkas ME, Koç H. Direnç Antrenman Felsefesi. İçinde: Kafkas ME (editör). *Egzersiz Profesyonelleri İçin Temel Bilimler Kitabı*. 1. Baskı. İstanbul, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2019: 127-58.
2. Bompa, TO, Haff GG. Theory and Methodology of Training: Periodization. Çeviri: Bağırğan T. *Dönemleme*. 5. Baskı, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2017: 431.
3. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep* 2012,11(4):209-16.
4. Squat every day: the history of the squat – fitness volt.
<https://fitnessvolt.com/10693/squat-every-day-history-squat/>. Son erişim tarihi 01 Eylül 2021.
5. Bompa, TO, Pasquale MGD, Cornacchia L. Serious Strength Training. Çeviri:Gül G, Bağırğan T. *Nitelikli Kuvvet Antrenmanı*. 2. Baskı, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2015: 391.
6. Eliassen W, Saeterbakken AH, Tillaar R van den. Comparison of bilateral and unilateral squat exercises on barbell kinematics and muscle activation. *Int J Sports Phys Ther* 2018,13(5):871.
7. Kevin M, Langford G, Cline A, Micheal D, Russ H. The reliability of 1- and 3rm tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *J Sports Sci Med* 2004,3.
8. Michael B. *New Functional Training for Sports*, 2nd Ed. Australia, Human Kinetics, 2016: 256.
9. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - Part 1. *Int J Sports Phys Ther* 2014,9(3):396-409.

10. Decarlo M, Porter D, Gehlsen G, Bahamonde R. Electromyographic and cinematographic analysis of the lower extremity during closed and open kinetic chain exercise. *IOS Press* 1993, 24-29.
11. Mccurdy K, Conner C. Unilateral support resistance training incorporating the hip and knee. *J Strength Cond Res* 2003,25:45-51.
12. Rash GS. Electromyography fundamentals.
<http://myweb.wvu.edu/~chalmers/EMGfundamentalspdf>. Son erişim tarihi 15 Ağustos 2021.
13. Sevim Y. *Antrenman Bilgisi*. 8. Baskı. Ankara, Fil Yayınevi, 2010: 458.
14. Hekim M, Hekim H. Çocuklarda kuvvet gelişimi ve kuvvet antrenmanlarına genel bakış. *J Curr Pediatr* 2015,13(2):110-5.
15. Muratlı S. *Antrenman Bilimi Yaklaşımıyla Çocuk ve Spor*. Ankara, Nobel yayın dağıtım, 2007.
16. Hollman W, Hettinger T. *Sportmedizin: Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart Schattauer, 1976.
17. Günay M. Farklı kuvvet antrenmanlarının vücut kompozisyonuna etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim dalı. Doktora tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, 1993.
18. Alcazar J, Csapo R, Ara I, Alegre LM. On the shape of the force-velocity relationship in skeletal muscles: the linear, the hyperbolic, and the double-hyperbolic. *Front Physiol* 2019, 10:769.
19. Force-Velocity Curve - Science for Sport. <https://www.scienceforsport.com/force-velocity-curve/>;2016. Son erişim tarihi 23 Mayıs 2021.
20. Kanehisa H, Miyashita M. Specificity of velocity in strength training. *Europ J Appl Physiol* 1983, 52(1):104-6.
21. Rızaoğlu E, Sünel N. *Klasik Mekanik*. 3.Baskı. Ankara, Okutman Yayıncılık, 2007.

22. M.P.H JBMDMS, Ph.D WFMD. *Harvard Medical School Strength and Power Training: A guide for adults of all ages*. Dadoly A. Boston, MA: Harvard Medical School, 2010.
23. Stricker PR, Faigenbaum AD, McCambridge TM. Resistance training for children and adolescents. *Pediatrics* 2020, 145(6).
24. Haff G, Triplett NT, NSCA. *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 4th ed. Australia, Human kinetics, 2015: 735.
25. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2nd ed. USA, Human Kinetics, 2004: 740.
26. Nestler K, Witzki A, Rohde U, R  ther T, Alexander Tofaute K, Leyk D. Strength training for women as a vehicle for health promotion at work. *Dtsch Arztebl Int* 2017, 114(26):439-46.
27. U  ra   A. *A  ırlık Antrenmanları ve Zindelik*. Kayseri, Abdullah G  l Üniversitesi Yayınları, 2018: 293.
28. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med* 2003, 25:141-9.
29. Kraemer WJ, Kent Adams KJ, Enzo C, Dudley GA, Dooly CR, Feigenbaum MT, Fleck SJ, Franklin BA, Fry AC, Hoffman JR, Newton RU, Potteiger JA, Stone MH, Ratamess NA, Triplett-McBride T. American college of sports medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002, 34(2):364-80.
30. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2015: 648.
31. American College of Sports Medicine.
https://en.wikipedia.org/wiki/American_College_of_Sports_Medicine. Son erişim tarihi 27 Mayıs 2021.
32. Ratamess NA. *ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning*. 1st ed. Lippincott Williams and Wilkins, 2011: 560.

33. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011, 43(7):1334-59.
34. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C. Physical activity and public health. a recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *JAMA* 1995,273(5):402-7.
35. Physical activity and health: a report of the surgeon general | CDC. <https://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/index.htm>. Son erişim tarihi 27 Mayıs 2021.
36. Bennett GG, Wolin KY, Puleo EM, Mâsse LC, Atienza AA. Awareness of national physical activity recommendations for health promotion among us adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009,41(10):1849-55.
37. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Med Sci Sports Exerc* 2007,39(8):1423-34.
38. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the american college of sports medicine and the american heart association. *Med Sci Sports Exerc* 2007,39(8):1435-45.
39. Beagon M. *The Elder Pliny on the Human Animal: Natural History Book 7*. Oxford, New York, Oxford University Press, 2005: 538.
40. Harris HA. *Greek athletes and athletics* / H.A. Harris ; with an introd. by the Marquess of Exeter. Hutchinson, London, 1964: 244.
41. Stojiljkovic N, Ignjatovic A, Savić Z, Marković Ž, Milanović S. History of resistance training. *APES* 2013,3:135-8.

42. Dynafit. History of strength training.
<https://www.dynafit.ca/blog/historyofstrengthtraining>. Son erişim tarihi 03 Haziran.
43. Wikipedia. Strongman (strength athlete).
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Strongman_\(strength_athlete\)&oldid=10258452492021](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Strongman_(strength_athlete)&oldid=10258452492021). Son erişim tarihi 03 Haziran 2021.
44. Legendary Strength. List of oldtime strongmen.
<https://legendarystrength.com/list-of-strongmen/>. Son erişim tarihi 03 Haziran 2021.
45. Todd J. From Milo to Milo: A history of barbells, dumbbells, and indian clubs. Iron game history: *The Journal of Physical Culture* 1995,3:4-16.
46. Physical culture archives.
<https://onlinebooks.library.upenn.edu/webbin/serial?id=physicalculture>. Son erişim tarihi 03 Haziran 2021.
47. Bernarr Macfadden. https://en.wikipedia.org/wiki/Bernarr_Macfadden. Son erişim tarihi 3 Haziran 2021.
48. Wikipedia. Alan Calvert.
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Alan_Calvert&oldid=100305012320. Son erişim tarihi 3 Haziran 2021.
49. Wikipedia. Bob Hoffman (sports promoter).
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bob_Hoffman_\(sports_promoter\)&oldid=9954571032020](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bob_Hoffman_(sports_promoter)&oldid=9954571032020). Son erişim tarihi 03 Haziran 2021.
50. H.J. Lutch Stark center for physical culture and sports. Peary & Mabel Rader collectio.<https://starkcenter.org/research/collections/peary-mabel-rader-collection/>. Son erişim tarihi 03 Haziran 2021.
51. Cook G. *Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies*. United Kingdom, Lotus Publishing, 2011: 416.
52. Hamill J, Knutzen KM. *Biomechanical Basis of Human Movement*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2006: 486.

53. Moon FC. Franz reuleaux: Contributions to 19th c. kinematics and theory of machines. *Applied Mechanics Reviews* 2003,56(2):261-85.
54. Turgut E. Özel rehabilitasyon uygulamaları: kapalı kinetik zincir eğitimi. *Türkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics* 2017,3(2):80-5.
55. Kafkas ME. *Hücreden Organizmaya İnsan Hareketinin Doğası*. 1. Baskı. Ankara. Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2020: 296.
56. Patel K. *Corrective Exercise: A Practical Approach*. 2.nd ed. Routledge, 2014: 289.
57. Murray B, Kenney WL. *Practical Guide to Exercise Physiology*. Çeviri: Bağırhan T. *Egzersiz Fizyolojisi Uygulama Klavuzu*, 1. Baskı, Ankara, Spor yayın evi ve kitapevi, 2017: 195.
58. Solberg G. *Postural Disorders and Musculoskeletal Dysfunction: Diagnosis, Prevention and Treatment*. 2nd ed. USA, Elsevier Health Sciences, 2007: 303.
59. Skjaerven LH, Kristoffersen K, Gard G. An eye for movement quality: a phenomenological study of movement quality reflecting a group of physiotherapists' understanding of the phenomenon. *Physiother Theory Pract* 2008, 24(1):13-27.
60. Bennett H, Davison K, Arnold J, Martin M, Wood S, Norton K. Reliability of a movement quality assessment tool to guide exercise prescription (movementscreen). *Int J Sports Phys Ther* 2019,14(3):424-35.
61. Bennett H, Arnold J, Norton K, Davison K. Are we really 'screening' movement? The role of assessing movement quality in exercise settings. *J Sport Health Sci* 2020, 9(6):489-492.
62. Bennett H, Arnold J, Davison K. Exercising to Improve Movement Quality: Why and How. *ACSMs Health Fit J* 2021, 25(3):20-7.
63. Kraus K, Schütz E, Taylor WR, Doyscher R. Efficacy of the functional movement screen: a review. *J Strength Cond Res* 2014, 28(12):3571-84.

64. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-Part 2. *Int J Sports Phys Ther* 2014, 9(4):549-63.
65. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1. *N Am J Sports Phys Ther* 2006, 1(2):62-72.
66. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function – Part 2. *N Am J Sports Phys Ther* 2006, 1(3):132-9.
67. Liebenson C. *Functional Training Handbook*. 1nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2014, 472.
68. McMorris T, Hale T. *Coaching Science: Theory into Practice*. 1nd ed. United States, John Wiley & Sons, 2006: 351.
69. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Designing resistance training programs*. 4th ed. Human Kinetics, 2014: 507.
70. Fitness C on SM and. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics* 2008, 121(4):835-40.
71. Cerit M. *Erkek ve Fit Yaşantı*. 1. Baskı. Ankara. Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2016: 256.
72. Jim Stoppani. *Encyclopedia of Muscle & Strength*. 2nd ed. Human kinetics, 2019. 584.
73. Pipes TV. Variable resistance versus constant resistance strength training in adult males. *Europ J Appl Physiol* 1978, 39(1):27-35.
74. Wallace B, Bergstrom H, Butterfield T. Muscular bases and mechanisms of variable resistance training efficacy. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2018, 13:1177-88.

75. Mahajan A. The Resistance Curve & Strength Curve.
<http://getadify.com/exercise-science/resistance-strength-curves/>. Son erişim tarihi 14 Haziran 2021.
76. Patton RW, McGuire A, Greenleaf C, Jackson A. Sex differences in fitness equipment use. *ACSMs Health Fit J* 2011, 15(3):15-8.
77. Cotterman ML, Darby LA, Skelly WA. Comparison of muscle force production using the smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *J Strength Cond Res* 2005, 19(1):169-76.
78. Fahey TD. *Basic weight training for men and women*. 1nd ed. New York, McGraw-Hill Higher Education, 2005: 210.
79. Bird SP, Casey S. Exploring the Front Squat. *J Strength Cond Res* 2012, 34(2):27-33.
80. Heffernan C. The History of the Bulgarian Split Squat. Physical Culture Study.
<https://physicalculturestudy.com/2019/05/03/the-history-of-the-bulgarian-split-squat-2/2019>. Son erişim tarihi 22 Haziran 2021.
81. OverSpeedTraining - Articles: Bulgarian Leg Training Secrets.
<http://www.overspeedtraining.com/legsart.htm>. Son erişim tarihi 23 Haziran 2021.
82. The Truth About the Bulgarian Lunge. Poliquin Group 2013.
<https://www.poliquinstore.com/articles/the-truth-about-the-bulgarian-lunge/>. Son erişim tarihi 23 Haziran 2021.
83. Why the Bulgarian Split Squat is a fairy tale – YPSI & Wolfgang Unsoeld.
<https://ypsi.de/why-the-bulgarian-split-squat-is-a-fairy-tale/>. Son erişim tarihi 23 Haziran 2021.
84. Mackey ER, Riemann BL. Biomechanical Differences Between the Bulgarian Split-Squat and Back Squat. *Int J Exerc Sci* 2021, 14(1):533-43.

85. Mausehund L, Skard AE, Krosshaug T. Muscle activation in unilateral barbell exercises: implications for strength training and rehabilitation. *J Strength Cond Res* 2019, 33:85.
86. Flanagan SP, Salem GJ. Bilateral differences in the net joint torques during the squat exercise. *J Strength Cond Res* 2007, 21(4):1220-6.
87. Lockie RG, Risso FG, Lazar A, Giuliano DV, Stage AA, Liu TM. Between-leg mechanical differences as measured by the bulgarian split-squat: exploring asymmetries and relationships with sprint acceleration. *Sports* 2017, 5(3):65.
88. Nimphius S, Callaghan SJ, Bezodis NE, Lockie RG. Change of direction and agility tests: challenging our current measures of performance. *J Strength Cond Res* 2018, 40(1):26-38.
89. Philip NM, Crawford DA, Garver MJ, Davis DW, Hair JN. Interlimb asymmetry thresholds that negatively affect change of direction performance in collegiate american football players. *Int J Exerc Sci* 2021, 14(4):606-12.
90. Escamilla RF, Zheng N, Macleod TD, Brent Edwards W, Imamura R, Hreljac A. Patellofemoral joint force and stress during the wall squat and one-leg squat. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 41(4):879-88.
91. Kulas AS, Hortobágyi T, DeVita P. Trunk position modulates anterior cruciate ligament forces and strains during a single-leg squat. *Clinical Biomechanics* 2012, 27(1):16-21.
92. Mccurdy K, O'Kelley E, Kutz M, Langford G, Ernest J, Torres M. Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. *J Sport Rehabil* 2010, 19:57-70.
93. Aguilera-Castells J, Buscà B, Morales J, Solana-Tramunt M, Fort-Vanmeerhaeghe A, Rey-Abella F. Muscle activity of bulgarian squat. effects of additional vibration, suspension and unstable surface. *Plos One* 2019, 14(8):e0221710.
94. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Valero-Campo C, Berzosa C, Bataller AV, Arjol-Serrano JL. Eccentric-overload training in team-sport functional

- performance: constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements. *Int J Sports Physiol Perform* 2017, 12(7):951-8.
95. Lockie RG, Orjalo A, Moreno M. A pilot analysis: can the bulgarian split-squat potentiate sprint acceleration in strength-trained men? *FU Phys Ed Sport* 2018, 15(3):453-66.
 96. Secomb JL, Tran TT, Lundgren L, Farley ORL, Sheppard JM. Single-leg squat progressions. *J Strength Cond Res* 2014, 36(5):68-71.
 97. Behm DG, Muehlbauer T, Kibele A, Granacher U. Effects of strength training using unstable surfaces on strength, power and balance performance across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015, 45(12):1645-69.
 98. Knoblauch MA, O'Connor DP, Clarke MSF. Capillary and venous samples of total creatine kinase are similar after eccentric exercise. *J Strength Cond Res* 2010, 24(12):3471-5.
 99. Snarr RL, Hallmark AV, Nickerson BS, Esco MR. Electromyographical comparison of pike variations performed with and without instability devices. *J Strength Cond Res* 2016, 30(12):3436-42.
 100. Konrad P. *The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography*. Pract. Introd. USA, Kinesiol. Electromyogr, 2005:60.
 101. Oh SJ. *Principles of Clinical Electromyography: Case Studies*. 1st ed. Williams & Wilkins, 1998: 620.
 102. Finn HT, Brennan SL, Gonano BM, Knox MF, Ryan RC, Siegler JC. Muscle activation does not increase after a fatigue plateau is reached during 8 sets of resistance exercise in trained individuals. *J Strength Cond Res* 2014, 28(5):1226-34.
 103. Soylu AR. Spor bilimleri için yüzey elektromyografisi: Olası hata kaynakları ve bazı teknik detaylar.

http://yunus.hacettepe.edu.tr/~arsoylu/Soylu_2010_Yuzey_Elektromyografi.pdf.

Son erişim tarihi 24 Haziran 2021.

104. Weiss L, Silver J, Weiss J. *Easy EMG*. 1nd ed. Butterworth-Heinemann, 2004: 269.
105. Katirji B. Electromyography in clinical practice: a case study approach. Çeviri: Baslo MB. *Klinik uygulamada elektromiyografi: olgu incelemelerine dayanan bir yaklaşım*, 2. Baskı. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2012:419.
106. Cerrah AO, Ertan H, Soylu AR. Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *SPORMETRE. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2010, 8(2):43-9.
107. Ranavolo A, Serrao M, Draicchio F. Critical issues and imminent challenges in the use of sEMG in return-to-work rehabilitation of patients affected by neurological disorders in the epoch of human–robot collaborative technologies. *Front Neurol*, 2020, 11:572069.
108. Merletti R. *Electromyography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications*. 1nd ed. Wiley-IEEE Press, 2004: 520.
109. Florimond V. *Basics of Surface Electromyography Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanics*. Canada, Thought Technology Ltd, 2010: 50.
110. Frontera WR, Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif Tissue Int* 2015, 96(3):183-95.
111. De Luca CJ. *A Practicum on the use of surface EMG signals in movement sciences*, Boston, MA, Delsys Inc, 2008: 81-4.
112. Ada N. Yürüme analizinde bacak kaslarının yüzeyel EMG ile değerlendirilmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi, Edirne: Trakya Üniversitesi, 2012.
113. Digiovine NM, Jobe FW, Pink M, Perry J. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg* 1992, 1(1):15-25.

114. Andrade R, Araujo R, Tucci H, Martins J, Oliveira A. Coactivation of the shoulder and arm muscles during closed kinetic chain exercises on an unstable surface. *Singapore Medical Journal* 2011,52:35-41.
115. Ervilha UF, Graven-Nielsen T, Duarte M. A simple test of muscle coactivation estimation using electromyography. *Braz J Med Biol Res* 2012, 45(10):977-81.
116. Şimşek D, Ertan H. Motor beceri öğreniminde kas Ko-aktivasyon ve rekürrent inhibisyon aktivitesinin fonksiyonel önemi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 2014, 12(1):51-7.
117. Bazzucchi I, Riccio ME, Felici F. Tennis players show a lower coactivation of the elbow antagonist muscles during isokinetic exercises. *J Electromyogr Kinesiol* 2008, 18(5):752-9.
118. Sbriccoli P, Camomilla V, Di Mario A, Quinzi F, Figura F, Felici F. Neuromuscular control adaptations in elite athletes: the case of top level karateka. *Eur J Appl Physiol* 2010, 108(6):1269-80.
119. Latash ML. Muscle coactivation: definitions, mechanisms, and functions. *J Neurophysiol* 2018, 120(1):88-104.
120. Le P, Best TM, Khan SN, Mendel E, Marras WS. A review of methods to assess coactivation in the spine. *J Electromyogr Kinesiol* 2017, 32:51-60.
121. Kim Y, Kim T, Yang M, Yon Y, Lee J. Comparison of activities of tibialis anterior, peroneus longus, and tibialis posterior muscles according to lunge squats and bulgarian split squats in a healthy population. *J KEMA* 2017, 1(1):26-30.
122. Çınarlı FS. Anti-hareket egzersiz uygulamalarının kas aktivasyonu ve seçilmiş bazı performans parametreleri üzerine etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora tezi, Malatya: İnönü Üniversitesi, 2012.
123. Welcome to SENIAM. <http://www.seniam.org/>. Son erişim tarihi 8 Eylül 2021.
124. Reid D, McNair PJ, Johnson S, Potts G, Witvrouw E, Mahieu N. Electromyographic analysis of an eccentric calf muscle exercise in persons with and without Achilles tendinopathy. *Phys Ther Sport* 2012, 13(3):150-5.

125. Bulgarian Split Squat: 13 Benefits, Form Tips, Variations, Weights. <https://www.healthline.com/health/fitness-exercise/bulgarian-split-squat#bulgarian-split-vs-single-leg-squat>. Son erişim tarihi 8 Eylül 2021.
126. Hyun-ji Woo, Cheol-woon Hong, Mi-mi ve Dae-gyu Kwon. Effects of Sling Exercise with Sonic Vibration on Lower Limb Muscle Activity. *J. of RWEAT* 2020, 14(4), 281-288.
127. Miller W, Wagganer JD, Barnes JT, Sofo S, Godard MP. Assessment of emg activity during a trx® and traditional split-squat. *IJESAB* 2016.
128. Ayotte NW, Stetts DM, Keenan G, Greenway EH. Electromyographical analysis of selected lower extremity muscles during 5 unilateral weight-bearing exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007, 37(2):48-55.
129. Beutler AI, Cooper LW, Kirkendall DT, Garrett WE. Electromyographic analysis of single-leg, closed chain exercises: implications for rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train* 2002, 37(1):13-8.
130. Boudreau SN, Dwyer MK, Mattacola CG, Lattermann C, Uhl TL, McKeon JM. Hip-muscle activation during the lunge, single-leg squat, and step-up-and-over exercises. *J Sport Rehabil* 2009, 18(1):91-103.
131. Deforest B, Cantrell G, Schilling B. Muscle activity in single- vs. double-leg squats. *Int J Exerc Sci* 2014, 7:302-10.
132. Irish SE, Millward AJ, Wride J, Haas BM, Shum GL. The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res* 2010, 24(5):1256-62.
133. Zeller BL, McCrory JL, Kibler WB, Uhl TL. Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat. *Am J Sports Med* 2003, 31(3):449-56.
134. Zebis MK, Sørensen MH, Lauridsen HB, Bencke J, Andersen CH, Carlsbæk JB. Electromyography evaluation of bodyweight exercise progression in a validated

- anterior cruciate ligament injury rehabilitation program. *Am J Phys Med Rehabil* 2019, 98(11):998-1004.
135. Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br* 1965, 47(4):678-85.
136. Kobayashi T, Gamada K. Lateral ankle sprain and chronic ankle instability: A critical review. *Foot Ankle Spec* 2014, 7(4):298-326.
137. Thompson C, Schabrun S, Romero R, Bialocerkowski A, Marshall P. Factors contributing to chronic ankle instability: a protocol for a systematic review of systematic reviews. *Syst Rev* 2016, 5:94.
138. Fazlıoğulları Z. Alt Ekstremité. İçinde: Yeğen BÇ (editör). *Yüksekokullar için Anatomi*. İstanbul, Yüce Yayım, 2017: 143.
139. Kim Y, Kim E, Song Y, Han D, Richards J. The effects of functional instability of the ankle joint on balance. *IOS Press* 2015, 3 – 9.
140. Knoll MG, Davidge M, Wraspir C, Korak JA. Comparisons of single leg squat variations on lower limb muscle activation and center of pressure alterations. *Int J Exerc Sci* 2019, 12(1):950-9.
141. Krause DA, Elliott JJ, Fraboni DF, McWilliams TJ, Rebhan RL, Hollman JH. Electromyography of the hip and thigh muscles during two variations of the lunge exercise: a cross-sectional study. *Int J Sports Phys Ther* 2018, 13(2):137-42.
142. Cikanek C, Kainz L. Elektromyographische untersuchung der vorderen und hinteren Oberschenkelmuskulatur während drei unterschiedlichen kräftigungsübungen. Lisans Tezi, Germany: St. Pölten University of Applied Sciences, 2020.
143. Rivera J. Electromyographic comparison between the rear-foot-elevated vs. b-stance unilateral back squat techniques. Yüksek Lisans Tezi, California-Pomona: California State Polytechnic University, 2020.

144. Navarro E, Chorro D, Torres G, Navandar A, Rueda J, Veiga S. Electromyographic activity of quadriceps and hamstrings of a professional football team during Bulgarian Squat and Lunge exercises. *JHSE* 2020, 16.
145. Andersen V, Fimland MS, Brennset Ø, Haslestad LR, Lundteigen MS, Skalleberg K. Muscle activation and strength in squat and bulgarian squat on stable and unstable surface. *Int J Sports Med* 2014, 35(14):1196-202.



EKLER

EK-1 FAKÜLTE İZİN YAZISI

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

“Farklı Ekipmanlarla Yapılan Bulgarian Split Squat Hareketinin Kas Aktivasyon Değerlerinin İncelenmesi” başlıklı Yüksek Lisans tezi kapsamında, çalışmaya dahil edilecek katılımcı grubunun Spor Bilimleri Fakültesi’nde lisans öğrencisi olan sağlıklı gönüllülerden oluşturulabilmesi ve araştırma süresince (01.09.2020-01.09.2021) fizyoloji laboratuvarında bulunan yüzeysel elektromyografi cihazı ve Tanita cihazının kullanılabilmesi için gerekli izinlerin verilmesi hususunda;

Gereğini bilgilerinize arz ederim. 21.08.2020

Sorumlu Araştırmacı
Doç. Dr. M. Emin KAFKAS

EK-2 BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Tarih: 30.03.2018 Versiyon: 1.0

MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi Doç. Dr. M. Emin KAFKAS tarafından yürütülen ‘‘ Farklı Ekipmanlarla Yapılan Bulgarian Split Squat Hareketinin Kas Aktivasyon Değerlerinin İncelenmesi’’ başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmayacak olup, hiçbir hak kaybına uğramadan araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz. Araştırma konusuyla ilgili ve gönüllünün araştırmaya katılmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde gönüllünün veya kanuni temsilcisi zamanında bilgilendirilecektir. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen **Araştırma amacı** ile kullanılacaktır. **Araştırma yayınlansa bile isminiz ve kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli kalacak ve 3. bir şahısa verilmeyecektir.** Sizlerden biyolojik materyaller (kan, idrar, doku vs.) alındığı taktirde materyallerin neler olduğunu, hangi amaçla alındığı ve analizlerinin nerede yapılacağına dair bilgiler (analizlerin yurtdışında yapılması durumunda biyolojik materyallerin nereye gönderileceğinin açıklanması) verilecektir. Hazırlamış olduğumuz Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu, gönüllü veya kanuni temsilcisinin yasal haklarını ortadan kaldıracak bir hüküm veya ifade içermez ayrıca araştırmacıyı, kurumu, destekleyici veya bunların temsilcilerini kendi ihmallerinden kaynaklanan herhangi bir yükümlülükten kurtaracak hüküm veya ifade taşıyamaz.

18 yaşının altındaki katılımcı/gönüllülerin, velayet veya vesayetindeki yasal temsilcilerine gerekli açıklamalar yapılarak bilgilendirildi. Çalışma için gerekli İzin/Onam alındı. **Çalışmaya katılmanız, soruları yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam/onay verdiğiniz anlamına gelmektedir.** Size verilen formlardaki soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayınız.

1. Araştırmanın açık adı: Farklı Ekipmanlarla Yapılan Bulgarian Split Squat Hareketinin Kas Aktivasyon Değerlerinin İncelenmesi
2. Gönüllüye çalışmanın bir araştırma olduğunu açıkladınız mı?
Bu araştırma ile ilgili kişisel bilgilerin sorumluluğu size aittir. Başka herhangi bir yasal sorumluluğunuz veya zorunluluk bulunmamaktadır. Bu araştırmada sizin için hiçbir tehlikesi ve rahatsızlık veren sonuçları olmayan bazı basit uygulamalar yapılacaktır. Araştırma esnasında ortaya çıkan masraflar tamamen destekleyici ve sorumlu araştırmacı Doç. Dr. Emin KAFKAS tarafından karşılanacaktır. Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı

MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı bilginiz dâhilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan uygulama şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkartılmanız durumunda, sizle ilgili veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir. Size ait tüm kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait bilgilere ulaşabilirsiniz. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir.

3. Araştırmanın amacı nedir?
Sorumlu araştırmacı Doç. Dr. M. Emin KAFKAS tarafından yürütülecek “Farklı Ekipmanlarla Yapılan Bulgarian Split Squat Hareketinin Kas Aktivasyon Değerlerinin İncelenmesi” isimli çalışma bilimsel bir araştırmadır. Araştırmanın amacı; farklı ekipmanlarla yapılan bulgarian split squat hareketinin vastus lateralis, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus, tibialis anterior, soleus, peroneus longus ve gastrocnemius kaslarında gösterdiği aktivasyon değerlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.
4. Gönüllünün araştırmaya devam etmesi için öngörülen süre nedir?
Çalışmada, gönüllünün araştırmaya devam etmesi için öngörülen süre yaklaşık 60 dk’dır.
5. Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı nedir?
Araştırmaya tahmini 12 kişinin katılması planlanmaktadır.
6. Varsa araştırmada uygulanacak tedaviler nelerdir?
7. Varsa farklı tedaviler için gönüllülerin araştırma gruplarına rastgele atanma ihtimali var mı?
8. Araştırma sırasında uygulanacak olan invazif yöntemler dâhil olmak üzere izlenecek veya gönüllüye uygulanacak yöntemlerin tümünü anlayabileceği ifadelerle açıklayınız:
Bu araştırmada size bazı testler uygulanacaktır.

Bunlar:

- a. Gönüllü araştırma protokolüne başlamadan önce katılımcıların boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi ve vücut yağ ölçümlerinin tespiti;
 - i. Vücut ağırlıkları, hassaslık derecesi 0.1 kg olan elektronik baskül ile değerlendirilecektir.
 - ii. Boy uzunlukları, hassaslık derecesi 0.01 m olan stadiometre ile
 - iii. Vücut Kütle İndeksi: Çalışmaya katılan deneklerin vücut kütle indeksi (VKİ) ölçümleri, kg/boy² formülüyle ve kg/m² formülüyle gösterilecektir.

MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

- iv. Vücut Kütle İndeksi: Çalışmaya katılan deneklerin vücut kütle indeksi (VKİ) ölçümleri, kg/boy² formülüyle ve kg/m formülüyle gösterilecektir.
 - b. Farklı Ekipmanlarla Yapılan Bulgarian Split Squat Hareketi;
 - i. Ekipmanlar: Suspansiyon, Box ve Swissball.
 - c. Elektromiyografi Ölçümleri;
 - i. Katılımcılara uygulanacak Yüzelsel Elektromyografi ölçümleri (vastus lateralis, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus, tibialis anterior, soleus, peroneus longus ve gastrocnemius) yapılacaktır.
9. Araştırmanın deneysel kısmını açıklayınız:
- i. Araştırmanın deney grubu 12 katılımcıdan oluşmaktadır.
 - ii. Araştırmada katılımcılar Bulgarian Split Squat Hareketini uygulayacaktır.
 - iii. Araştırmada uygulanacak olan hareket farklı ekipmanlarla yapılacaktır. Bunlar; Suspansiyon, box ve swissball' dır.
 - iv. Hareket sırasında vastus lateralis, vastus medialis, biceps femoris, semitendinosus, tibialis anterior, soleus, peroneus longus ve gastrocnemius kaslarının sEMG değerleri belirlenecektir.
 - v. Araştırma İnönü Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Fiziksel Uygunluk ve Fizyoloji Laboratuvarı'nda yapılacaktır.
10. Gönüllünün maruz kalacağı öngörülen riskler veya rahatsızlıklar (araştırma hamilelerde veya lohusalarda yapılacak ise embriyo, fetüs veya süt çocuklarının da maruz kalacağı öngörülen riskler veya rahatsızlıklar dahil olmak üzere) açıklayınız: Gecikmiş kas ağrısı
11. Araştırmadan makul ölçüde beklenen yararlarla ilgili olarak gönüllü açısından hedeflenen herhangi bir klinik yarar olmadığında gönüllünün bu durum hakkında bilgilendirilecek mi?
12. Gönüllüye uygulanabilecek olan alternatif yöntemler veya tedavi şeması ve bunların olası yarar ve risklerini açıklayınız: Gönüllüler ölçümler sırasında araştırmayı bırakmak istemeleri ve ölçüm sırasında herhangi bir sorunla karşılaşması durumunda araştırmadan çıkarılacaktır.
13. İlgili mevzuat gereğince gerekiyorsa gönüllüye verilecek tazminat (sigorta) ve / veya sağlanacak tedaviler, gereken masraflar Doç. Dr. Emin KAFKAS tarafından karşılanacaktır.
14. Varsa, gönüllülere yapılacak ulaşım, yemek gibi masraflara ilişkin ödemeler Doç. Dr. Emin KAFKAS tarafından karşılanacaktır
15. Gönüllülerin sorumlulukları nelerdir, yazılı olarak listeyerek gönüllüye imzalatınız mı?

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma katıldığınızda Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili hekime ulaşabilirsiniz.

İstediginizde Günü 24 Saati Ulaşılabilecek Araştırmacınızın Adres ve Telefonları:

Doç. Dr. Emin KAFKAS

İş: Cep: (Mutlaka doldurulmalıdır. İş telefonu yeterli değildir)

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Bilgilendirilmiş gönüllü olur formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

GÖNÜLLÜ		İMZASI:
ADI-SOYADI		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Bilgilendirilmiş gönüllü olur formundaki tüm açıklamaları okudum ve çocuğuma anlayacağı şekilde açıkladım. Çocuğumun araştırmadan istediği zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğini biliyorum. Çocuğumun Anne/ Baba veya yasal vasi (kanuni temsilci) olarak araştırmaya gönüllü olarak katılmasına hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla kabul ediyorum.

VELİ/ VASİ (Varsa)		İMZASI:
ADI-SOYADI		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		
ARAŞTIRMACI		İMZASI:
ADI-SOYADI ve GÖREVİ	Doç. Dr. Emin KAFKAS	
ADRES	İnönü Üniversitesi/Spor Bilimleri Fakültesi	
TELEFON		
TARİH	/...../.....	

EK-3 KATILIMCI BİLGİLENDİRME FORMU

ANTROPOMETRİK TESTLER	
Katılımcıların Dikkat Etmesi Gereken Parametreler	Kontrol
Katılımcılar testi hafif rahat elbiselerle uygulamalıdır. Bu yüzden test için rahat hareket edilebilecek giysiler ile gelinmelidir.	
Verimli uyku uyumalıdır.	
Son 24 saatlik zaman diliminde alkol tüketilmemelidir.	
Testten 2 saat önce kahve, kola ve çay tüketilmemelidir.	
Test günü ve testten 2 gün önce ağır egzersizler yapılmamalıdır.	
***Tanita cihazında yapılacak olan antropometrik ölçümler çıplak ayak ile yapılacaktır.	
EMG TESTLERİ	
Katılımcıların Dikkat Etmesi Gereken Parametreler	Kontrol
Katılımcılar testi hafif rahat elbiselerle uygulamalıdır. Bu yüzden test için rahat hareket edilebilecek giysiler ile gelinmelidir (şort ve tshirt).	
Testten en az 1.5 saat önce yemek yenilmemesi gerekmektedir.	
Son 24 saatlik zaman diliminde alkol tüketilmemelidir.	
Testten 2 saat önce kahve, kola ve çay tüketilmemelidir.	
Test günü ve testten 2 gün önce ağır egzersizler yapılmamalıdır.	
Verimli uyku uyumalıdır.	
Katılımcıların uyluk ve bacak bölgesindeki tüyleri almaları gerekmektedir.	

EK-4 ÖLÇÜM KONTROL FORMU

ARAŞTIRMACININ TEST GÜNÜ DİKKAT ETMESİ GEREKEN PARAMETRELER	Kontrol
Testten 1 gün önce ekipmanın şarj edilmesi	
Testten önce kolay resimli ölçüm kılavuzunun bulundurulması	
Test günü katılımcılarla iletişim kurarak gerekli hatırlatmaların yapılması	
Testten önce ekipmanların hazırlanması	
Bant, marker, mezura, çöp kutusu, alkol ve elektrotların kolayca erişilmesi gereken yerlere koyulması	
Laboratuvar sıcaklığının kontrol edilmesi	
Mat, kayış, ve yumuşak bez vb malzemelerin konumlandırılması	
Testten önce katılımcı bilgilendirme formunun katılımcılara okunarak kontrol edilmesi.	