



T.C
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**TEKVANDOCU ÇOCUKLARA UYGULANAN EŞLİ NORDİC
HAMSTRİNG EGZERSİZİ İLE DİRENÇ BANTLI NORDİC
HAMSTRİNG EGZERSİZİNİN HAMSTRİNG KAS KUVVETİ VE
BİLATERAL KUVVET FARKI ÜZERİNE ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Cengizhan KAÇGAN

Niğde
Ağustos, 2024

T.C
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

TEKVANDOCU ÇOCUKLARA UYGULANAN EŞLİ NORDİC HAMSTRİNG
EGZERSİZİ İLE DİRENÇ BANTLI NORDİC HAMSTRİNG EGZERSİZİNİN
HAMSTRİNG KAS KUVVETİ VE BİLATERAL KUVVET FARKI ÜZERİNE
ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Cengizhan KAÇGAN

Danışman
Doç. Dr. Zait Burak AKTUĞ

Niğde
Ağustos, 2024

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tekvandocu çocuklara uygulanan eşli nordic hamstring egzersizi ile direnç bantlı nordic hamstring egzersizinin hamstring kas kuvveti ve bilateral kuvvet farkı üzerine etkisinin karşılaştırılması” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde tez yazım kılavuzuna uygun olarak tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 09/08/2024

Cengizhan KAÇGAN

ÖN SÖZ

Nordic hamstring egzersizi (NHE) diz çökmüş bir pozisyondan öne doğru düşerken harekete karşı direnmeye çalışan bireyin, hamstring kaslarına eksantrik fazda yüklenmeyi en üst düzeye çıkartan, dizin uzamasıyla yüksek kas kuvvetini uyaran ve vücut ağırlıklı ile uygulanan bir egzersizdir. NHE quadriceps kasında düşük bir kontraksiyona da yol açmaktadır. Ancak quadriceps kasındaki kasılma çok fazla değişmediği için hamstring kasının nöromusküler kontraksiyonunun daha çok geliştiği öne sürülmüştür. NHE son zamanlarda koruyucu bir önlem ve rehabilitasyon aracı olarak kullanılmaktadır. Amatör ve elit futbolcularda tekrarlayan hamstring yaralanmalarını önlemede NHE protokolü birçok yeni denemede etkin bir şekilde başarılı olmaktadır. NHE'nin sprint için gerekli olan eksantrik hamstring kas kuvvetini de artırdığı gösterilmektedir. NHE eşli olarak yapılan bir egzersiz çeşitidir. Literatürde bu egzersize yönelik alternatif olarak herhangi bir ekipmanla uygulanabilen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızın en önemli hedefi, ilgili literatüre yenilik kazandırarak, tek başına uygulanabilir egzersiz yöntemini antrenörlerin kullanımına sunmak ve bu yöntemin ulaşılabilir hale gelmesini sağlamaktır. Bu amaçla yapılan tez çalışmasının ilgili alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tez çalışmamın plan aşaması ve süreci boyunca bilgi, tecrübe ve yönlendirmelerinden faydalandığım, bilim ve etik değerler konusunda örnek aldığım danışman hocam Doç. Dr. Zait Burak AKTUĞ'a, tez ölçümlerimde ve tez raporlamasında bana desteklerini esirgemeyen Dr. Arş. Gör. Gönül YAVUZ'a ve tez sürecim boyunca beni destekleyen ve her daim yanımda olan saygıdeğer aileme teşekkür ederim.

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEKVANDOCU ÇOCUKLARA UYGULANAN EŞLİ NORDİC HAMSTRİNG
EGZERSİZİ İLE DİRENÇ BANTLI NORDİC HAMSTRİNG EGZERSİZİNİN
HAMSTRİNG KAS KUVVETİ VE BİLATERAL KUVVET FARKI ÜZERİNE
ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

KAÇGAN, Cengizhan

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Zait Burak AKTUĞ

Haziran, 2024, 47 Sayfa

Nordic hamstring egzersizi (NHE) hamstring kuvvetini ve sportif performansı artırmada, hamstring yaralanmalarını ise azaltmada sıklıkla kullanılan bir eksantrik kuvvet egzersizidir. Literatürde bu egzersiz çoğunlukla eşli olarak uygulanırken, direnç bandı ile yapılan NHE ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu düşünce ile yapılan çalışmanın amacı, 12-14 yaş arası Tekvandoculara uygulanan eşli NHE ile direnç bantlı NHE'nin hamstring kas kuvveti ve bilateral kuvvet farkı üzerine etkisinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya tekvando branşında lisanslı 32 sporcu katılmıştır. Katılımcılar sadece tekvando antrenmanı yapan grup (KG) (n=12), tekvando antrenmanına ilaveten eşli NHE'i yapan grup (ENHG) (n=10) ve tekvando antrenmanına ilaveten direnç bantlı NHE yapan grup (DBNHG) (n=10) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Egzersiz grupları 6 hafta boyunca haftada 3 gün NHE uygulamıştır. Katılımcıların çalışmanın başında ve 6 haftalık egzersiz programı sonunda olmak üzere iki kez H-Bord cihazı ile hamstring kuvvetleri belirlenmiştir. Farklı protokollerin sonuçlarını, ön ve son test ölçümlerini ve protokol*zaman etkileşim etkisini incelemek için, tekrarlanan ölçümler iki yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda sağ bacak zirve tork ve ortalama güç parametrelerinde egzersiz gruplarında son test lehine artış bulunmuş, ENHG ve DBNHG ile KG arasında egzersiz grupları lehine fark tespit edilmiştir. Sol bacak zirve tork parametresinde bütün gruplarda, sağ bacak relatif kuvvet parametresinde ENHG ve DBNHG son test lehine fark tespit edilirken, DBNHG ile KG arasında DBNHG lehine fark belirlenmiştir. Bilateral kuvvet farkı

parametresinde ise hem ön test son test arasında hem de gruplar arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir. Ayrıca DBNHG'nun antrenman hacminin ENHG'na göre daha yüksek olduğu görülmektedir. NHE'ni uygularken doğru pozisyonun sağlanması, NHE esnasında gerilim altında geçen sürenin daha uzun olması ve NHE'de hamstring kırılma noktasının genişletilmesi nedenleri ile bu egzersiz yönteminin direnç bandı yardımıyla yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Nordic hamstring, bilateral fark, tekvando, kuvvet, direnç bandı



ABSTRACT
MASTER’S THESIS

**COMPARISON OF THE EFFECTS OF PAIRED NORDIC HAMSTRING
EXERCISE AND RESISTANCE BANDED NORDIC HAMSTRING
EXERCISE APPLIED TO TAEKWONDO CHILDREN ON HAMSTRING
MUSCLE STRENGTH AND BILATERAL STRENGTH DIFFERENCE**

KAÇGAN, Cengizhan

Department of Physical Education and Sport

Thesis Advisor: Ass. Prof. Dr. Zait Burak AKTUĞ

July, 2024, 47 Pages

Nordic hamstring exercise (NHE) is an eccentric strength exercise that is frequently used to increase hamstring strength and sports performance and reduce hamstring injuries. While this exercise is mostly performed in pairs in the literature, no study has been found regarding NHE performed with a resistance band. With this in mind, the aim of the study is to compare the effects of paired NHE and resistance band NHE applied to Taekwondo athletes between the ages of 12-14 on hamstring muscle strength and bilateral strength difference. Thirty-two licensed athletes in the Taekwondo branch participated in the study. The participants were divided into three groups: the group that only did Taekwondo training (CG) (n=12), the group that did Taekwondo training in addition to paired NHE (PNHG) (n=10), and the group that did Taekwondo training in addition to resistance bands NHE (RBNHG) (n=10). Exercise groups applied NHE three days a week for six weeks. Hamstring strengths of the participants were determined twice with the H-Bord device, at the beginning of the study and at the end of the six-week exercise program. Repeated measures two-way ANOVA test was used to examine the results of different protocols, pre- and posttest measurements, and protocol*time interaction effect. As a result of the analysis, an increase was found in the right leg peak torque and average power parameters in favor of the post-test in the exercise groups, and a difference was detected between PNHG, RBNHG and CG in favor of the exercise groups. While a difference was detected in favor of PNHG and RBNHG posttest in the left leg peak torque parameter in all groups,

in the right leg relative force parameter, a difference was determined in favor of RBNHG between RBNHG and CG. In the bilateral force difference parameter, no significant difference was determined between the pre-test and post-test and between the groups. It is also seen that the training volume of RBNHG is higher than that of PNHG. It is recommended to perform this exercise method with the help of a resistance band due to the reasons such as ensuring the correct position while performing NHE, the longer time spent under tension during NHE, and the widening of the hamstring breaking point in NHE.

Key words: Nordic hamstring, bilateral difference, taekwondo, strength, resistance band



İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	i
ÖN SÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR.....	xi
EKLER.....	xii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Alt Problemler	2
1.3. Araştırmanın Amacı	2
1.4. Araştırmanın Hipotezi	2
1.5. Araştırmanın Özgün Değeri	2
1.6. Araştırmanın Yaygın Etkisi.....	3
1.7. Varsayımlar	3
1.8. Sınırlılıklar	3
BÖLÜM II	4
GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Tekvando Tanımı	4
2.1.1. Tekvando Tarihçesi	4
2.1.2. Tekvando Tarihi ve Gelişimi.....	5
2.1.3. Tekvando İçerik ve Teknik Kuralları	6
2.1.4. Tekvando ve Performans	7
2.1.5. Tekvandoya Özgü Teknik Hareketler.....	8
2.1.6. Dünya Tekvando Federasyonu Yarışma Kuralları	9
2.1.7. Tekvandoda Motorik Özellikler	11
2.2. Hamstring Kasları	12
2.2.1. Semitendinosus.....	12

2.2.2. Semimembranosus.....	13
2.2.3. Biceps Femoris	13
2.3. Eksantrik Kuvvet Eğitimi.....	13
2.3.1. Nordic Hamstring Egzersizi	14
BÖLÜM III.....	15
YÖNTEM.....	15
3.1. Etik Kurul	15
3.2. Araştırma Modeli	15
3.3. Evren ve Örneklem.....	16
3.3.1. Katılımcıların Araştırmaya Dâhil Edilme Kriterleri.....	16
3.3.2. Katılımcıların Araştırmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri.....	16
3.4. Verilerin Toplanması.....	16
3.5.1. Boy ve Ağırlık Ölçümü	17
3.5.2. Hamstring Kas Kuvvetinin Ölçümü	17
3.6. Egzersiz Protokolleri	19
3.6.1. Direnç Bandı ile Nordic Hamstring Egzersiz Protokolü	19
3.6.2. Eşli Nordic Hamstring Egzersiz Protokolü	21
3.6.3. Kontrol Grubu Egzersiz Protokolü	22
3.7. Verilerin Analizi.....	22
BÖLÜM IV	23
BULGULAR.....	23
BÖLÜM V.....	27
TARTIŞMA.....	27
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKÇA.....	37
EKLER.....	46
EK 1. Etik Kurul Kararı	46
EK 2. Özgeçmiş.....	47

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Demografik Özellikler Tablosu23

Tablo 4.2. Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Tablosu.....24



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Hamstring Kasları.....	12
Şekil 2. Çalışma Dizaynı	17
Şekil 3. H-Bord Cihazı	18
Şekil 4. Çalışmaya Dâhil Edilen Veriler.....	19
Şekil 5. Nordic Hamstring Egzersizi Başlangıcında Direnç Bandının Gerginliği.....	20
Şekil 6. Direnç Bandı ile Nordic Hamstring Egzersizi.....	20
Şekil 7. Eşli Nordic Hamstring Egzersizi	21



KISALTMALAR

NHE	: Nordic Hamstring Egzersizi
ENHG	: Eşli Nordic Hamstring Grubu
DBNHE	: Direnç Bantlı Nordic Hamstring Grubu
KG	: Kontrol grubu
H	: Hamstring
Q	: Quadriceps
dk	: Dakika
cm	: Santimetre
kg	: Kilogram
W	: Güç

EKLER

EK 1. Etik Kurul Kararı

EK 2. Özgeçmiş



BÖLÜM I

GİRİŞ

Sportif performans için en önemli motorik özelliklerden birisi kuvvettir. Kuvvet eksikliğinde sportif performansta düşme, yaralanma ihtimalinde ise artma meydana gelmektedir. Bu yaralanmaların en fazla alt ekstremitede olduğu ve diz bölgesi ile hamstring kasında meydana geldiği belirtilmektedir. Bu durumun en önemli sebeplerinden birisi hamstring kas kuvvetinin zayıf olması diğeri ise bilateral kuvvet farkının yüksek olmasıdır (Yeung ve ark., 2009).

Hamstring yaralanmalarını önlemek için hamstring kasının eksantrik kuvvetinin artırılmasının önemli olduğu literatürde bildirilmiştir (McCall ve ark., 2015). Hamstring yaralanmalarının hem önlenmesinde hem de yaralanma sonrası rehabilitasyonda en doğru hamstring egzersizinin seçilmesi oldukça önemlidir (Hegyi ve ark., 2018). Kuvvet antrenmanlarının büyük bir yüzdesini oluşturan sadece konsantrik veya izometrik antrenmanlar değil, aynı zamanda eksantrik hareketlerden oluşan kuvvet antrenmanlarının da kuvvet antrenman programlarına eklenmesi sağlanmalıdır.

Literatürde eksantrik kasılmayla yapılan NHE ile ilgili birçok çalışma bulunurken, bu egzersizlerin farklı yüklenme ilkeleri ile ve farklı branşlarda yapıldığı görülmektedir. Fakat direnç bandı ile NHE'nin kolaylaştırıldığı ve eşli NHE ile karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yapılan bu çalışma ile NHE'nin farklı uygulamalarının karşılaştırılması yapılmış olup, ilgili literatüre yenilik kazandırmak, antrenör ve sporculara farklı yöntemlerin kullanımını sunmak hedeflenmektedir.

1.1. Problem Durumu

12-14 yaş arası tekvandoculara uygulanan eşli NHE ile direnç bantlı NHE'den hangisi hamstring kas kuvvetini geliştirmede daha etkilidir?

1.2. Alt Problemler

- Eşli NHE ile direnç bantlı NHE'den hangisi hamstring zirve torkunu artırmada daha etkilidir?
- Eşli NHE ile direnç bantlı NHE'den hangisi hamstring ortalama gücünü artırmada daha etkilidir?
- Eşli NHE ile direnç bantlı NHE'den hangisi hamstring relatif kuvvetini artırmada daha etkilidir?
- Eşli NHE ile direnç bantlı NHE'den hangisi hamstring bilateral kuvvet farkını azaltmada daha etkilidir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Yapılan çalışmanın amacı, 12-14 yaş arası tekvandoculara uygulanan eşli NHE ile direnç bantlı NHE'nin hamstring kas kuvveti ve bilateral kuvvet farkı üzerine etkisinin karşılaştırılmasıdır.

1.4. Araştırmanın Hipotezi

- H_1 : Eşli NHE ile direnç bantlı NHE hamstring kuvvetini geliştirmede benzer sonuçlar sağlar.
- H_2 : Eşli NHE ile direnç bantlı NHE hamstring bilateral kuvvet farkını azaltmada benzer sonuçlar sağlar.
- H_3 : Direnç bantlı NHE'deki antrenman hacmi eşli NHE'ye göre daha yüksektir.

1.5. Araştırmanın Özgün Değeri

Literatürde NHE'leri ile ilgili yapılan çalışmalar hamstring kuvvet gelişimini sağlama, hamstring yaralanmalarını azaltma ve sportif performansı artırma hedeflerine odaklanmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde NHE'nin büyük bir çoğunluğunun eşli olarak uygulandığı görülürken, direnç bandı ile yapılan NHE'ye rastlanılmamıştır. Ayrıca literatürde eşli NHE ile direnç bantlı NHE programlarının etkisini karşılaştıran bir çalışma da bulunmamaktadır. Çalışmayı özgün kılan değerler şu şekilde sıralanmıştır;

- Pek çok araştırmacı uygulanan NHE'nin kuvvet parametrelerine etkisine yoğunlaşırken, çalışmamızda kuvvet parametrelerine ilaveten bilateral kuvvet farkının da belirlenmesi özgün yönümüzdür.
- Pek çok araştırmacı NHE'yi eşli olarak uygularken, direnç bandı ile yapılan NHE'ye rastlanılmamıştır. Çalışmamızda direnç bantlı NHE'nin uygulanması özgün yönümüzdür.
- Pek çok araştırmacı hamstring kuvvetini geliştirmede NHE'leri ile farklı hamstring kuvvet antrenmanlarını karşılaştırırken, çalışmamızda farklı şekillerde uygulanan NHE'lerinin karşılaştırılacak olması özgün yönümüzdür.
- Yapılan çalışmanın spor bilimine önemli bir yenilik getireceği, antrenörlere, sporculara antrenman çeşitliliği kazandıracağı ve alanımıza direk bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Araştırmanın Yaygın Etkisi

Çalışmamızda hamstring kuvvetini geliştirmede direnç bantlı NHE ile eşli NHE'nin etkinlik düzeyleri ortaya konulacak olup, bu yöntemin ülkemizde tanınırlığı ve uygulanması artırılacaktır. Antrenörlerin bu konuda bilgilendirilmesi sağlanıp, antrenman programlarının çeşitlendirilmesinde ve sporcuların performanslarını artırmada bu yöntemlerin olumlu bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.7. Varsayımlar

- Katılımcıların hem egzersiz aşamasında hem de testler sırasında tam bir irade ve en yüksek performansları ile çalışmaya dâhil oldukları varsayılmıştır.

1.8. Sınırlılıklar

- Çalışma sadece iki farklı NHE yöntemi ile sınırlandırılmıştır.
- Katılımcıların yaşı 12-14 ile sınırlandırılmıştır.
- Çalışma sadece erkek katılımcılar ile sınırlandırılmıştır.
- Çalışma sadece sağlıklı katılımcılar ile sınırlandırılmıştır.
- Çalışma sadece tekvando branşında lisanslı olan ve haftada en az üç gün antrenman yapan müsabık sporcular ile sınırlandırılmıştır.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. Tekvando Tanımı

Tekvando el ve çıplak ayaklarla müsabakada rakibe karşı savunma ve saldırı hareketlerini barındırmaktadır (Ramazanoğlu, 1989). Tekvando sadece fiziksel olarak değil aynı zamanda ruhsal ve zihinsel olarak bireyin kendini geliştirdiği bir mücadele sporudur. Kelime olarak incelediğimizde “tae” ayak “kwon” el “do” ise sevgi, saygı ve disiplini ifade etmektedir. Tekvandoda sadece fiziksel beceriler değil aynı zamanda ahlaki değerler de ön planda tutulmaktadır (Park ve ark., 2013).

2.1.1. Tekvando Tarihçesi

Tekvandonun geçmişi yaklaşık 13 asır öncesine dayanmaktadır (Kim ve Lee, 2007). İnsanlar o dönemlerde vahşi hayvanlardan korunmak ve hayatta kalabilmek için bir ayak ve el sistemi geliştirmiştir. 600’lü yıllarda Kore De Silla Krallığı askerleri bu ayak ve el sistemi ile savaşlara hazırlanmakta eğitim yapıp düşmanlarının üzerinde üstünlük kurmaktaydı. İlk olarak bir korunma ve savaş yöntemi olan Tekvando 13. yüzyıldan 20. yüzyıla kadar geçen sürede sportif olarak gelişmiş ve yarışma halini almıştır. Tekvando 1905 yılında yarışma sporu ünvanını almış olup 1966 yılında Uluslararası Tekvando Federasyonu kurulmuştur. 208 ülke bu federasyona üye olup şu anda birçok insanın yaptığı bir spor branşı oluşmuştur. Ülkemizde tekvando branşının hikâyesi 1960’lı yıllara dayanmaktadır. 1968 yılında resmi olarak Judo Federasyonu bünyesinde faaliyetlere başlamıştır. 1976 yılında milli takımımız ilk kez Avrupa şampiyonasına katılmış ve takım olarak 2.’lik başarısına ulaşmıştır. 1981 yılında Mithat Kor başkanlığında Judo Federasyonundan ayrılıp bağımsız bir federasyon olmuştur. Daha sonraki yıllarda ise federasyon başkanlığını 1982-1995 yılları arasında Prof. Dr. Esen Beder, 1996-2003 yıllarında Cengiz Yağız ve günümüzde Prof. Dr. Metin Şahin sürdürmektedir (Karanfilci, 2013).

2.1.2. Tekvando Tarihi ve Gelişimi

Yirminci yüzyılın ortalarında gelişen tekvando branşı iki bin yıllık bir savunma sanatı olarak değerlendirilebilir (Gillis, 2008). Uzakdoğu savunma sanatlarından biri olan Tekvando 1940 ve 1950'li yıllarda Taekkyeon, Subak ve Gwonbeop gibi Kore'ye ait ustalarca geliştirilmiştir (Kim ve Lee, 2007).

Taekkyeon ya da Türkçe kaynaklarda sıklıkla belirtildiği biçimi ile Taekyon, tekvandonun üzerine inşa olmuş ilk kez Joseon Hanedanlığı (1392-1897) döneminde kayıtlara geçirilmiş bir teknikler bütünüdür. Rakibin denge kaybı sureti ile mağlup edilmesine bağlı el ayak hareketlerini içermekte olup uçan tekme ve omuz itme anlamlarına gelen semboller ile tanımlanmıştır (Song ve Bak, 1983). Ayrıca Korece çıplak el sanatı olarak bahsedilen "subakk" çıplak el ile dövüş yapılmasını ifade etmektedir (Crudelli, 2008). Taekkyeon'un bir başka parçası olan "gwonbeop" ise sabır enerji ve zaman gerektiren hareketlerin devamı olarak nitelendirilebilirken ruhun ve bedenın terbiyesi olarak eşya kuşanmadan da gerçekleştirilebilir (Kimm, 2001). Bahsedilen bu savunma sanatları tekvandodaki el ve ayak hareketlerinin beden terbiyesi ile birlikte sabır, enerji ve emek gerektiren bir savunma sanatı haline dönüştürölmesi olarak düşünöllebilir. Etimolojik olarak incelendiğinde "tae" ayak ile yapılan teknikleri "kwon" el ile yapılan teknikleri "do" ise iyilik ve doğruluğa götüren faziletli yolu anlatmaktadır (Kim ve Lee, 2007).

Tekvandoyu 2. Dünya savaşına dayandırmak mümkündür. Seul'de açılan okullarda tekvando gelişimi büyük rol oynamıştır. Kore savunma sanatları ustalarının bu okullarda tekvando isminden bahsettiği ve her okulun kendine özgü teknikler öğrettiği belirtilmektedir (Cho, 1992). Özellikle Güney Kore ordusunun bu teknikleri kullanmaya başlaması ile birlikte sivil savunma sanatları okullarında daha bilindik hale geldiği ve ilginin arttığı bilinmektedir (Gillis, 2008). Güney Kore Başkanı Syngman Rhee, savunma sanatlarının birleştirilmesini istemiş 1955 yılında bu savunma sanatlarının birleştirilmesi konusu tartışılmaya başlanmıştır (Cook, 2009). Bu tekniğin ismi o dönemde tekvando olarak değil Tae-Soo-Do olarak bilinirken, "ayakla ezmek, basmak" gibi anlamlara gelen "tae", el anlamına gelen "soo" ve disiplin ya da yol anlamlarına gelen "do" kelimelerinin birleşiminin tercih edildiğini belirtilmektedir (Kang ve Lee, 1999). Daha sonra Choi Hong Hi bu savunma sanatının Tae-Kwon-Do olarak adlandırılmasının daha doğru olacağını iddia etmiş ve bu şekilde yaygınlaşmıştır.

Güney Kore Başkanı Syngman Rhee'nin telkinleri sonucunda 1959 yılında Kore Tekvando Organizasyonu (KTO) ya da İngilizce adı ile Korean Tekvando Association (KTA) kurulmuştur. 1966 yılında Choi Hong Hi KTO'dan ayrılarak Uluslararası Tekvando Federasyonunu (UTF) ya da İngilizcesi ile International Taekwon-Do Federation'ını (ITF) kurmuştur. Güney Kore devleti ulusal tekvando akademisi olarak Kukkiwon'u kurmuş ve böylelikle, devletin teşvik ettiği bir tekvando stili oluşmaya başlamıştır (Tedeschi, 2015). KTO ve Kukkiwon tekvandonun uluslararası bir spor olduğunu desteklemek için World Tekvando Federation'ın (WTF) kurulmasına öncülük etmiş ve bu tekvando için yeni bir başlangıç olmuştur.

2.1.3. Tekvando İçerik ve Teknik Kuralları

Tekvando çeşitli el ve ayak hareketlerinin “do” felsefesi içerisinde gerçekleştirilmesini ifade eder. Rakibe uygulanmak üzere atak şeklinde gerçekleştirilse de temelde savunma sporu olarak değerlendirilir. Uzak doğu öğretisinden dolayı kendini gerçekleştirme fiziksel ve ruhsal eğitim ile alakalıdır. Tekvando diğer spor branşları gibi içerisinde genel kültür, teknik hareketler ve bunların kullanımı, zor hareketler, müsabıksız müsabakalar gibi olgulardan oluşmaktadır (Tedeschi, 2015). Kore kökenli bir spor dalı olan tekvandodaki biçimler, Korece hyeong, poomse veya da teul olarak adlandırılabilir (Yates, 1988). Poomse, belirli bir sistem içerisinde gerçekleştirilen sistemli sıralı denge, güç ve esneklik esaslı yapılan hareketler bütünüdür. Poomse müsabakalarında rakibe vuruş, temas bulunmamaktadır. Sporcular belirlenen yaş durumuna göre belirlenen poomsesini yapar, almış olduğu puan sonucunda ya bir üst tura geçer ya da turnuvaya veda eder. Tekvando poomse kuşak üzerine hareket etmektedir. Her kuşağın kendine ait poomse ve hareket biçimleri bulunmaktadır. Kuşaklar ana temel olarak beyazdan başlar ve sarı, yeşil, mavi, kırmızı, kırmızı-siyah ve siyah kuşak olarak tamamlanır. Siyah kuşaktan sonra dan dereceleri gelir. Poomsae ferdî yarışmaları 10m x 10m; takım yarışmaları 12m x 12m'lik alanda yapılmaktadır. Yarışma, kyorugide olduğu gibi zemin elastik minder ile kaplanmalı; gerek görüldüğünde zemin platform ile yükseltilmelidir (Pekcan ve Özsoy, 2019)

2.1.4. Tekvando ve Performans

Tekvando müsabakalarında kısa ve hızlı güç patlamalarını anaerobik sistem, müsabaka sırasındaki toparlanmayı aerobik sistem sağlamaktadır (Casolino ve ark., 2012). Müsabaka sırasında raund araları 1 dakikadır. Yüksek performansın devam edebilmesi ve gerekli olan kreatin fosfatın tamamen yeniden sentezinin yapılabilmesi için daha fazla zaman gereklidir (Chiodo ve ark., 2011).

Tekvando sporcularının ulusal ve uluslararası müsabakalarda başarı için alt ekstremitelerin yüksek anaerobik güç özelliği göstermesi gerekmektedir. Teknik taktik eylemleri desteklemek için yüksek bir güç çıkışına ve bu gücün sürdürülebilir olmasına ihtiyaç vardır (Bridge ve ark., 2014). Elit tekvandocuların patlayıcı gücünü yüksek bulan Pieter ve Heijmans (2000) bu durumun sadece sıçramalara ve vuruşlara katkı sağlamayacağı aynı zamanda ayakta ve havada daha güçlü vuruşları ortaya çıkaracağını belirtmiştir. Elit erkek ve kadın tekvando sporcularında kol fleksiyonu, diz ekstansiyonu, el kavrama ve patlayıcı bacak kuvvetinin normalin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Heller ve ark., 1998). Müsabaka sırasında arka tarafta tutulan bacak hem hücum hem de savunma aşamasında kullanılan bacak olurken ön bacak ise sporcuyu rakibi tarafından karşı saldırı alma riskine maruz bırakmaktadır (Tornello ve ark., 2014). Alt uzuvların yüksek esnekliği sporcularda teknik ve taktiğinin dinamik doğasını da etkilemektedir (Bridge ve ark., 2014).

Bütün branşlarda olduğu gibi tekvando branşında da karın kasları, sırt kasları ve adonis kaslarının geliştirilmesi önerilmektedir (Roetert, 2001). Dövüş sporlarının temelinde ayağın üst kısmı fonksiyonel bir şekilde kullanıldığından ayağın üst kısmının yeterince güçlendirilmesi gerekmektedir. Ayağın üst kısmı yeterine güçlendirilmediği zaman kırılmalar ve burkulmalar söz konusu olabilmektedir. Tekvando branşında yaralanmalara bakıldığında yaralanmaların %54'ünün müsabakalar sırasında meydana geldiği, %36'sının ise antrenmanlarla ilgili olduğu ortaya koyulmuştur. En yaygın yaralanmaların baş kısmı ayak kısmı ve uyluk kısmında olduğu belirlenmiştir (Boyalı ve ark., 2019).

Tekvando eğitimi çocuklar üzerinde fiziksel, zihinsel ve sosyal gelişimin yanı sıra kaygıyı azaltma, bağımsızlığı ve liderliği oluşturmayı da sağlamaktadır (Kim ve Seo, 2004). Sağlıklı ergenlerde postural kontrol ve duyu organizasyonu ile tekvandonun zekayı geliştirebileceği ortaya konulmuştur (Fong ve ark., 2012).

2.1.5. Tekvandoya Özgü Teknik Hareketler

Ap-chagi: Rakibin çene veya karın bölgesine ayağın alt kısmı ile yapılan vuruştur. Tekniği yapacak ayak geriden öne diz çekilerek gelir. Diğer ayak destek ayağı olarak öndedir. Hedef bölgeye ayak parmak uç kısmı ile vuruş yapılır. Pozisyon sonrası diz toplanır yeni teknik için öne konulur (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Baldeung- chagi (paldink-çagi): Tekvando müsabakasında en çok kullanılan ve vuruş yapıldığında 2 puan kazandıran bir tekniktir. Ayağın üst kısmı ile karın bölgesine yan bir şekilde uygulanır. Vuruş yapacak ayak arkadan gelir, diğer ayağın yanından geçer ve öne diz çekme pozisyonunu alır, sonrasında çekilen diz karın bölgesine yan bir şekilde vuruş yapar. Vuruş yapıldıktan sonra diz toplanır ve katlanarak başka bir vuruş için öne konur (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Dollyeo-chagi (tolyo-çagi): Rakibin baş kısmına ayağımızın üst kısmı ile yapılan tekniktir. Tekniği yapacak ayak geriden gelir, öndeki destek ayağın yanından diz çekerek geçer ve kafa hizasının yanına vuruş yapar. Vuruş yapıldıktan sonra diz katlanır ve diğer vuruş için ayak öne konulur (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Yeop-chagi (yop-çagi): Rakibin yüz bölgesine ya da karın bölgesine ayağın yanı ile uygulanan tekniktir. Tekniği yapacak ayak geriden gelir, öndeki destek ayağının yanından diz çekilerek geçer ve parmak uçları çekili, vücut yan bir şekilde vuruş yapar. Vuruş yapıldıktan sonra diz katlanır ve diğer vuruş için ayak öne konulur (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Naeryo-chagi (neryo-çagi): Rakibin baş bölgesine yapılan tekniktir. Müsabaka sırasında 3 puan kazandırır. Tekniği yapacak ayak geriden gelir, öndeki destek ayağının yanından diz çekilerek geçer ve kafa hizasına vuruş yapar. Vuruş yapıldıktan sonra diz katlanır ve diğer vuruş için ayak öne konulur (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Dwi-chagi (dvi-çagi): Rakibin gövdesine ayağın topuk ve tabak kısmı ile yapılan tekniktir. Teknik yapacak ayak geriden gelip destek ayağının yanından geçerken sırttan dönüş yapılarak vuruş uygulanır (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Bandaedollyeo-chagi (pandatolyo-çagi): Dairesel bir şekilde baş kısmına ayağın altı ile yapılan tekniktir. Vuruş yapılacak ayak destek ayağının yanından diz çekilerek gelir ve sırttan dönüş yapılarak vuruş uygulanır (Pekcan ve Özsoy, 2019).

Bandal chagi: Bu vuruş alt ekstremitte kaslarında yüksek hassasiyet ve güç gerektirmektedir (Oliveira ve ark., 2017). Dıştan içe yarı dairesel bir tekniktir. Rakibin baş kısmına vuruş yapılır. Müsabakada 3 puan kazandırır.

2.1.6. Dünya Tekvando Federasyonu Yarışma Kuralları

Yarışma kuralları amacı Dünya Tekvando Federasyonu tarafından düzenlenen bütün şampiyonalarda herkes için geçerli kurallar oluşturmak ve müsabakaların adil ve düzenli olmasını sağlamaktır. Yarışma alanı sekizgen şeklinde müsabaka alanı ve güvenlik alanından oluşmaktadır. Yarışma alanı kare şeklinde olacak ve 10mx10m'den daha küçük 12mx12m'den daha geniş olmayacaktır. Yarışma alanının ortasında sekizgen şeklinde müsabaka alanı olacaktır. Müsabaka alanı yaklaşık 8m çapında ölçülür ve sekizgenin her bir kenarı yaklaşık 3,3m'lik bir uzunluğa sahiptir. Yarışma alanının dış sınırı ve müsabaka alanının sınır çizgisi arasındaki alan güvenlik alanıdır. Müsabaka alanı ve güvenlik alanı ilgili yarışmanın teknik kılavuzunda belirtildiği gibi farklı renklerde olacaktır (Pekcan ve Özsoy, 2019).

2.1.6.1. Tekvandoda İzin Verilen Teknikler ve Alanlar

Tekvandoda gövde; gövde koruyucusunun mavi veya kırmızı renkle kaplı alanını, baş ise kaskın alt hizasının üstündeki bütün kafayı ifade etmektedir. Müsaade edilen bir teknik, uygun bir darbe şiddetiyle gövdenin puan bölgelerine ve başın puan bölgelerine uygulandığında puan verilir. Eğer PSS (elektronik koruyucu) kullanılıyorsa darbenin şiddeti ve/veya puan alanına geçerli teması, elektronik puanlama sistemi tarafından yapılır. Bu PSS belirlemeleri, kafaya vuruşlar haricinde video replaye tabi olmayacaktır. Geçerli puanlar aşağıdaki gibidir;

- 1 puan, gövde koruyucusuna geçerli bir yumruk vuruşu için,
- 2 puan, gövde koruyucusuna geçerli bir ayak vuruşu için,
- 3 puan, başa geçerli bir tekme vuruşu için,

- 4 puan, gövde koruyucusuna geçerli bir dönerek tekme vuruşu için,
- 5 puan, başa geçerli bir dönerek tekme vuruşu için,
- 1 puan, rakibe uygulanan her bir Gam-jeom cezası için verilecektir,
- Maç skoru üç raundun ikisini kazanan müsabakayı kazanır,
- Geçersiz puan(lar): Bir müsabık yasaklanmış bir hareket kullanırken puan çıktığında ve yasak hareketten sonra puan çıkarsa; hakem yasak hareket için ceza verir ve çıkan puanı siler.
- Geçerli vuruşların puanlanması, öncelikle PSS'de kurulu elektronik puanlama sistemi kullanılarak belirlenir. Yumruk teknikleri için verilen puanlar ve döner tekmeler için verilen ek puanlar, manuel puanlama aygıtları kullanılarak hakemler tarafından verilecektir (https://turkiyetaekwondofed.gov.tr/?page_id=879).

2.1.6.2. Tekvandoda Yasaklanmış Hareketler ve Cezalar

Yasaklanan eylemlerin ve cezaların uygulanma sebebi yarışmacıların güvenliğini sağlamak adil rekabet sağlamaktır. Yasaklanan eylemlerin yapılması halinde sporcu hakem tarafından gam jeom cezası ile cezalandırılır ve karşı sporcuya ek 1 puan ilave edilir. Ayrıca bir raund içerisinde 5 gam jeom alan taraf o raundu kaybetmiş olur. Yasaklanan eylemler aşağıdaki gibidir;

- Sınır çizgisi dışına çıkmak,
- Yere düşme (sporcu dönüşlü bir teknik atar ve puan çıkarsa yere düşünce gam jeom almaz),
- Maçtan kaçınmak,
- Rakibi tutmak,
- Kal yeo komutundan sonra saldırmak,
- Rakibin kafasına elle vurmak,
- Kafa atmak,
- Düşen rakibe vurmak,
- Diz ile saldırmak (https://turkiyetaekwondofed.gov.tr/?page_id=879).

2.1.7. Tekvandoda Motorik Özellikler

Bir spor branşında başarıya ulaşabilmek için motorik özelliklerin tam ve doğru bir şekilde sporcuya yüklenmesi gerekmektedir. Tekvando branşında ise en önemli motorik özellikler esneklik, kuvvet, patlayıcı kuvvet, kuvvette devamlılık ve sürat olarak sınıflandırılabilir.

Esneklik : Bir eklemin en geniş şekilde hareket edebilme kabiliyetine esneklik denilmektedir. Tekvando branşında özellikle müsabakada 3 puan ve 5 puanlık vuruşlar yapabilmek ayrıca poomse yarışmalarında üst seviye teknikleri rahat bir biçimde yapabilmek ve tam puan almak için esneklik önemli bir parametredir (Sevim, 2002).

Kuvvet : Bir dirence dayanabilme ya da bir dirence karşı koyabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Sunay, 1996). Tekvando branşında elektronik safeguard ve elektronik kasktan sporcuların puan çıkartabilmesi için belirlenen kiloya göre yapılan vuruşun belirlenen barın üzerinde kuvvet uygulamış olması gerekmektedir. Bu açıdan kuvvet tekvando branşında müsabakada kazanmayı etkileyen en önemli parametrelerindendir (Tel, 2008).

Patlayıcı Kuvvet : Kas ile merkezi sinir sisteminin birlikte eş zamanlı hareket etmesi ve çok kısa sürede kasın kasılması ile yüksek miktarda kuvvet üretebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Sevim, 2002). Tekvando branşında teknik çıkışlar, kombine teknikler ve teknikler arası frekans patlayıcı kuvvetin etkisi ile doğru orantılıdır (Pekcan ve Özsoy, 2019).

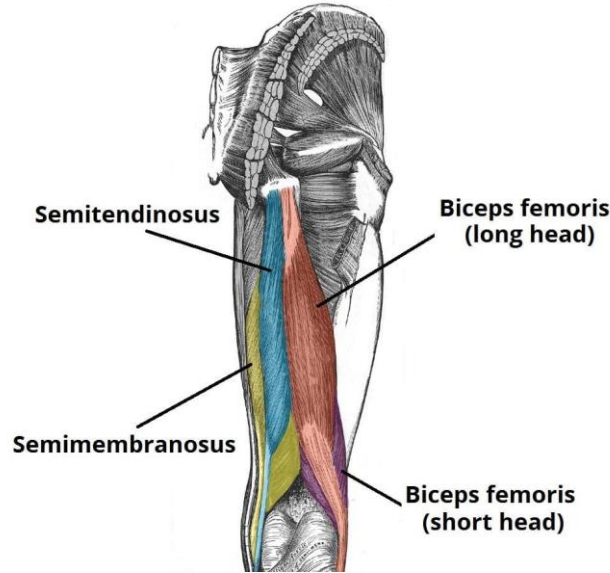
Sürat : Tekvando branşında en iyi teknikler ve en iyi müsabaka performansı için mümkün olduğu kadar en kısa zamanda rakibin puan bölgesine ulaşmak veya saldırıyı engellemek gerekmektedir. Bu nedenle sürat Tekvando branşında performansı etkileyen bir parametredir (Falco ve ark., 2009).

Kuvvette Devamlılık : Sürekli kuvvet gerektiren çalışmalarda organizmanın yorulmaya karşı gösterdiği direnç yeteneğidir (Muratlı ve ark., 2007). Tekvando müsabakaları katagorilere göre 2-3 dk'dan 3 raund olacak şekilde yapılır. Son raunda

da sporcunun puan alabilmesi için müsabakanın başlangıç kısmında olduğu gibi kuvvetini devam ettirebilmesi gerekmektedir (Timmins ve ark., 2016).

2.2. Hamstring Kasları

M. Biceps femoris (kısa ve uzun), M. Semitendinosus, M. Semimembranosus, şeklinde ayrılır. Hamstring kas grubu özellikle yürüme koşma atlama gibi fiziksel aktivitelerde önemli rol oynar. Dizleri bükmek ve kalçayı geriye doğru hareket ettirmek için önemlidir. Yürüme esnasında kalçanın ekstansiyonunu sağlarken, aynı zamanda dize fleksiyon yaptırır. Bacakların arka kısmında bulunan hamstring kasları quadriceps kasının tam zıttıdır (Saladin Kenneth, 2010; Arıncı ve Elhan, 1997).



Şekil 1. Hamstring Kasları

2.2.1. Semitendinosus

Uyluğun arkasında uzun yüzeysel bir kas olan semitendinosus çok uzun bir tendona sahip olduğu için bu isimle adlandırılmıştır. Uyluğun arka ve orta kısmında yer alır. Bu kas ayrıca diz fleksiyondayken femur üzerindeki tibianın döndürülmesine ve kalça ekstansiyondayken femurun döndürülmesine yardımcı olur. Kalçalarda öne doğru bükülmeyi de engeller (Saladin Kenneth, 2010).

2.2.2. Semimembranosus

Bu kasın üst yarısı kalça bölgesinden gelen membranöz (zarımsı ve zardan oluşan bir yapıda) olduğu için adında membran ifadesi geçer. Semitendinosus ve semimembranosus kaslarının görev ve fonksiyonları aynıdır, isimlerindeki fark bağlandıkları dokulardan gelir. Bu kas bacağa bükme hareketini ve bacak bükülüyken iç rotasyon ve uyluğa germe (ekstansiyon) hareketini yaptırır (Arıncı ve Elhan, 1997).

2.2.3. Biceps Femoris

İki eklemlili ve iki başlı güçlü bir kas olup uyluğun arkasında yer alır. Uzun baş kalça kemiğini oluşturan üç kemikten birisi olan oturga kemiğinin (osischium) alt parçasından, kısa baş ise femurun arka ortasından başlar. Yapışma ucu ise fibula başının dış tarafı ve kaval kemiğinin dış kondilidir. Uzun baş kalça eklemine kat ettiğinden bu baş ile diz eklemine fleksiyon ve dış rotasyon yaptırır (Demirel ve Koşar, 2006).

2.3. Eksantrik Kuvvet Eğitimi

Hamstring yaralanmalarında rehabilitasyon esnasında eksantrik kuvvetlendirmelerin sürecin en başından itibaren tedaviye dahil edilmesi gerektiği literatürde belirtilmiştir (Shield ve Bourne, 2018; Duhig ve ark., 2019; Raya-González ve ark., 2021; Van Dyk ve ark., 2019). Yapılan eksantrik egzersizlerin sarkomerogeneiz yoluyla kas fasikül uzunluklarını artırdığı yine yapılan çalışmalarda söylenmiştir (Brockett ve ark., 2001). Ayrıca, BFub fasikülleri daha kısa olan (<10,56 cm) futbolcuların, uzun fasiküllere sahip futbolculara göre hamstring yaralanma riskinin dört kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aşağıda alt ekstremité için örnek eksantrik egzersizlere yer verilmiştir.

Eksantrik hamstring egzersizleri kalça odaklı yapılan egzersizler (kalçanın ekstansiyonun ön planda) ve diz odaklı yapılan egzersizler (diz fleksiyonun ön planda) olarak iki grupta incelenmektedir. Diz odaklı eksantrik hamstring egzersizleri için “*Nordic hamstring curl, Supine sliding leg curl, bent knee bridge*” gibi egzersizler örnek verilebilirken bu egzersizler medial hamstringleri daha fazla aktivite etmektedir. Kalça odaklı egzersizler için “*Romanian deadlift, Stiff-leg deadlift, Unilateral romanian ve stiff deadlift, 45° kalça ekstansiyon egzersizi, good morning egzersizi,*

kettball swing'' örnek verilebilirken bu egzersizler daha çok biceps femoris kaslarını aktive etmektedir (Bourne ve ark., 2017).

2.3.1. Nordic Hamstring Egzersizi

Eksantrik bir egzersiz türü olan NHE (Mjølunes ve ark., 2004), dizin uzamasıyla hamstringlerde çok yüksek bir eksantrik kasılma meydana getiren ve vücut ağırlığıyla yapılabilen bir egzersizdir (Iga ve ark., 2012). NHE diz üzerindeki pozisyonda vücut öne doğru salınım gerçekleştirdiğinde, vücudun salınım hızını azaltmak için hamstring kaslarının eksantrik kasılması ile zıt bir direnç oluşturulması şeklinde uygulanmaktadır (Al Attar ve ark., 2017). Sportif performansta olduğu gibi rehabilitasyon alanında da yaygın olarak kullanılan NHE'nin hamstring yaralanmalarının önlenmesinde %50 oranında etkili olduğu belirtilmiştir (Al Attar ve ark., 2017; Van Dyk ve ark., 2019). Her koşulda uygulanabilir olan NHE genellikle bireyin öne salınımı gerçekleştirebilmesi için ayaklarının yerle temas etmesini sağlayan bir partner yardımı ile uygulanmaktadır (Van Der Horst ve ark., 2015; Al Attar ve ark., 2017).

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Etik Kurul

“Tekvandocu çocuklara uygulanan eşli nordic hamstring egzersizi ile direnç bantlı nordic hamstring egzersizinin hamstring kas kuvveti ve bilateral kuvvet farkı üzerine etkisinin karşılaştırılması” başlıklı araştırma konusu ile Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan 26/01/2024 tarihli 2024/4 no’lu etik kurul raporu alınmıştır (Ek 1). Ölçümler öncesi katılımcılara çalışma ile ilgili ayrıntılı bir sunum yapılmış ve ebeveyn bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılmıştır. Bu çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri’ne uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2. Araştırma Modeli

Deneyisel araştırmada birçok model bulunmakla birlikte uygulama boyutunda genellikle en az iki grubun oluşturulduğu şekil tercih edilmektedir. Bu grupların birine deney grubu, diğerine ise kontrol grubu denir. Araştırmalarda kontrol grubu farklı bir müdahalede bulunulmayan, sadece veri toplamak amacıyla kullanılan grup, deney grubu ise etkisi belirlenmeye çalışılan farklı uygulama veya müdahale ile karşılaşan gruptur. Her iki gruba da bir ön test yapılır. Deney grubu deneyisel müdahaleye uğrarken kontrol grubuna özel bir müdahalede bulunulmaz. Uygulamadan sonra her iki gruba da son test uygulanır ve istatistiksel yöntemlerle karşılaştırma yapılır. Deneyisel araştırmalar, katılımcıların rastgele olarak seçilip seçilmemesi, ön test–son test yapılma durumu, deney-kontrol gruplarının varlığı açısından üç temel başlık altında incelenmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2018). Çalışmamızda da deney grupları ve kontrol grubu rastgele bölündüğü için gerçek deneyisel model içerisinde rastlantısal ön test- son test kontrol gruplu model kullanılmıştır.

3.3. Evren ve Örneklem

Çalışmaya Niğde Gençlik ve Spor İl Müdürlüğünde lisanslı olarak tekvando yapan 12-14 yaşları arasında ve detaylı sağlık kontrolleri yapılmış 45 katılımcı ile başlanmıştır. Çalışmanın ön testleri 45 katılımcıya uygulanmasına karşın, egzersizlere düzenli katılmayanlar ve son teste gelmeyenler çalışma dışında bırakıldığından çalışma 32 katılımcı ile tamamlanmıştır.

3.3.1. Katılımcıların Araştırmaya Dâhil Edilme Kriterleri

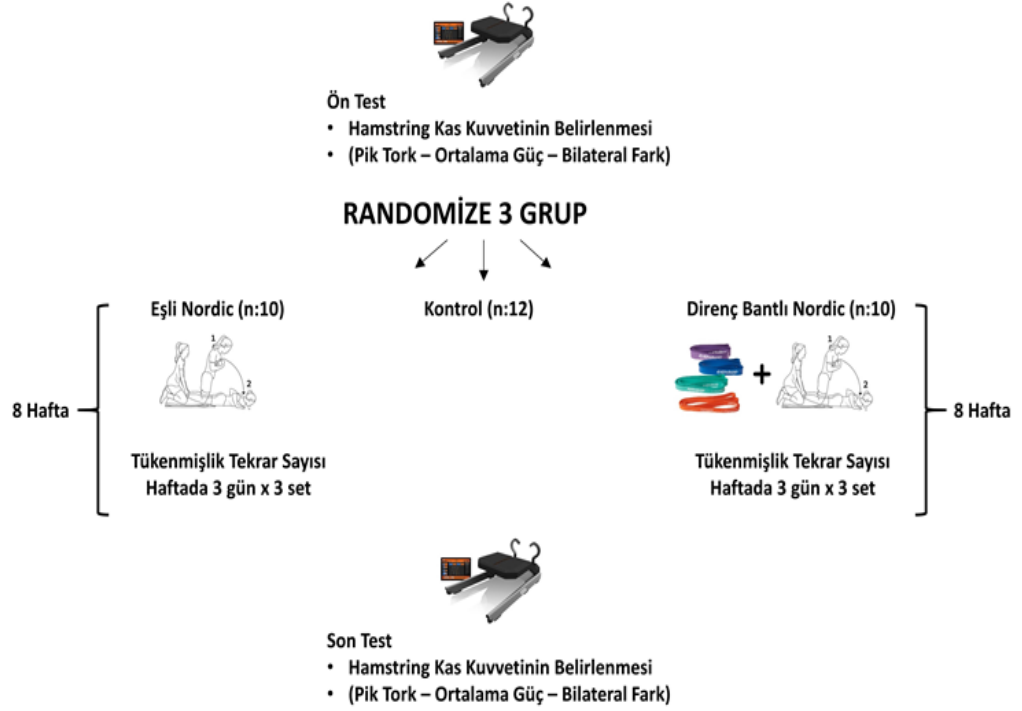
- Herhangi bir spor sakatlığı ya da genel sağlık problemi olmayan bireyler,
- Tekvando branşında lisanslı olan bireyler,
- Haftada en az üç kez tekvando antrenmanı yapan bireyler,
- 12-14 yaş aralığındaki erkek bireyler.

3.3.2. Katılımcıların Araştırmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri

- Herhangi bir spor sakatlığı ya da genel sağlık problemi olan bireyler,
- Tekvando branşı dışında herhangi bir branşta lisanlı olan bireyler,
- Sedanter bireyler,
- Egzersizlere düzenli katılmayan bireyler.

3.4. Verilerin Toplanması

Katılımcılar egzersiz protokollerini uygulamak üzere rastgele yöntem ile direnç bantlı NHE grubu (DBNHG) (n:10), eşli NHE grubu (ENHG) (n:10) ve kontrol grubu (KG) (n:12) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Katılımcıların boyları şerit metre ile, vücut ağırlıkları hassas tartı ile hamstring eksantrik kas kuvvetleri H-Bord cihazı ile belirlenmiştir. Her üç gruptaki katılımcılara test ölçümleri, egzersiz uygulamaları başlamadan önce ve ilk ölçümlerden 6 hafta sonra olmak üzere iki kez tekrarlanmıştır. Çalışmada uygulatılan eşli NHE ve direnç bantlı NHE'nin net etkilerinin belirlenmesi amacıyla, çalışmaya katılan her üç gruptaki sporcular aynı antrenman programını uygulayan kişilerden seçilmiş olup, antrenman yükleri ve dinlenme aralıkları birbirleri ile benzer olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Çalışma Dizaynı

3.5. Uygulanan Ölçümler

3.5.1. Boy ve Ağırlık Ölçümü

Katılımcıların boy uzunlukları (cm) boy ölçerle, çıplak ayakla yere düz bastırılarak, topuklar bitişik, dizler gergin bir şekilde ve baş dik pozisyonda dururken, boy ölçerin kayan kaliperin çubuk kısmı başın üst tarafında durdurularak ölçülmüştür. Vücut ağırlığı ölçümleri ise yine çıplak ayakla 0,1 kg ölçüm hassasiyetine sahip Tanita BC 418 MA Profesyonel Segmental vücut analiz monitörüyle belirlenmiştir.

3.5.2. Hamstring Kas Kuvvetinin Ölçümü

Katılımcıların hamstring eksantrik kas kuvvetleri Gazi Üniversitesi Teknoparkta bu konuda uzman mühendisler tarafından geliştirilen; güvenilirlik ve geçerlilik çalışması yapılmış (Akarçesme ve ark., 2024) IVMES marka H-Bord cihazı (Ankara, Türkiye) ile değerlendirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. H-Bord Cihazı

Katılımcıların ayak bilekleri bantlarla sabitlenerek H-Bord cihazının gövdesine her iki dizi üzerinde, vücut dizden itibaren aynı düzlemde olacak şekilde düz ve kollar önde çapraz pozisyonda harekete başlanmıştır. Daha sonra katılımcılar vücut dizden itibaren aynı düzlemde olacak şekilde pozisyonunu bozmadan, dizler mekanizma üzerinde sabit kalarak öne doğru kendisini yavaş bir şekilde bırakmış, bu pozisyonda ulaşabilecekleri en son noktaya kadar harekete devam etmişlerdir. Katılımcı ellerinden destek alarak yeniden başlangıç pozisyonuna gelmiş ve ikinci denemesine başlamıştır. Bu hareket uygulandığı esnada H-Bord cihazının ayak bileklerine bağlanan noktalarında bulunan sensörler aracılığı ile Newton cinsinden her iki bacak hamstring kas grubuna ait zirve tork, ortalama güç ve bacaklar arasındaki bilateral kuvvet farkları ölçülmüştür (Şekil 4). Nordic hamstring testi sporcuların 24 saattir herhangi bir egzersiz yapmadıkları günde ve testten en az 3 saat öncesinde beslenmelerini tamamlamış oldukları şekilde planlanmıştır. Hem ön test hem de son testlere sporcular aynı sıra, saat ve şartlarda alınmıştır.



Şekil 4. Çalışmaya Dâhil Edilen Veriler

3.6. Egzersiz Protokolleri

3.6.1. Direnç Bandı ile Nordic Hamstring Egzersiz Protokolü

Katılımcılar tekvando antrenmanına ilaveten NHE uygulamıştır. Direnç bandı ile NHE katılımcıların eksantrik fazdaki yükü en üst düzeye çıkarmak için hamstring kasını kullanarak ileriye doğru bir harekete direnmeye çalıştığı bir egzersizdir. Çalışmada Decathlon marka mavi renk 15 kg (33 lbs) yüke uygun direnç bandı kullanılmıştır. Direnç bandı koltuk altından geçirilmiş ve göğüs hizasında takılmıştır. Direnç bandının her katılımcıya aynı şekilde yük uygulamasını sağlayabilmek için hareket başlangıcında direnç bandı hem herhangi bir yük vermeyecek hem de tam gergin olacak şekilde takılmıştır (Şekil 5). Katılımcı harekete her iki dizi üzerinde, vücut dizden itibaren aynı düzlemde olacak şekilde düz ve kollar önde çapraz pozisyonda başlamıştır. Hamstring kasının öne doğru uzun süre frenlemesi ile ulaşılabilecek en son noktaya kadar devam edilmiş ve bu noktadan sonra ellerle yeri iterek hemen başlangıç pozisyona geri dönmüştür (Şekil 6). Katılımcılara egzersiz programı 6 hafta boyunca haftanın 3 günü, 3 set, tükenene kadar tekrar şeklinde uygulanmıştır. Setler arasında tam dinlenme verilmiştir. Egzersizler antrenmanın başında ısınma yapıldıktan sonra uygulanmış olup sonrasında antrenmanın ana bölümüne geçilmiştir.



Şekil 5. Nordic Hamstring Egzersizi Başlangıcında Direnç Bandının Gerginliği



Şekil 6. Direnç Bandı ile Nordic Hamstring Egzersizi

3.6.2. Eşli Nordic Hamstring Egzersiz Protokolü

Katılımcılar tekvando antrenmanına ilaveten NHE uygulamıştır. Eşli NHE katılımcıların eksantrik fazdaki yükü en üst düzeye çıkarmak için hamstring kasını kullanarak ileriye doğru bir harekete direnmeye çalıştığı bir egzersizdir. Katılımcının ayak bilekleri eşî tarafından oldukça kuvvetli şekilde tutulmuş olup, katılımcı her iki dizi üzerinde, vücut dizden itibaren aynı düzlemde olacak şekilde düz ve kollar önde çapraz pozisyonda harekete başlamıştır. Katılımcılardan tüm hareket aralığı boyunca kalçalarını sabit bir konumda tutmaları ve eşinin "bırak" komutuyla hamstring kasını kullanarak öne düşmeyi olabildiğince uzun süre frenlemeleri istenmiştir. Katılımcı ulaşabileceği son noktaya kadar devam etmiş, bu noktadan sonra ellerle yeri iterek hemen başlangıç pozisyona geri dönmüştür (Şekil 7). Katılımcılara egzersiz programı 6 hafta boyunca haftanın 3 günü, 3 set, tükenene kadar tekrar uygulamıştır. Setler arasında tam dinlenme verilmiştir. Egzersizler antrenmanın başında ısınma yapıldıktan sonra uygulanmış olup sonrasında antrenmanın ana bölümüne geçilmiştir.



Şekil 7. Eşli Nordic Hamstring Egzersizi

3.6.3. Kontrol Grubu Egzersiz Protokolü

Kontrol grubuna tekvando antrenmanları haricinde ekstra bir antrenman uygulanmamıştır.

3.7. Verilerin Analizi

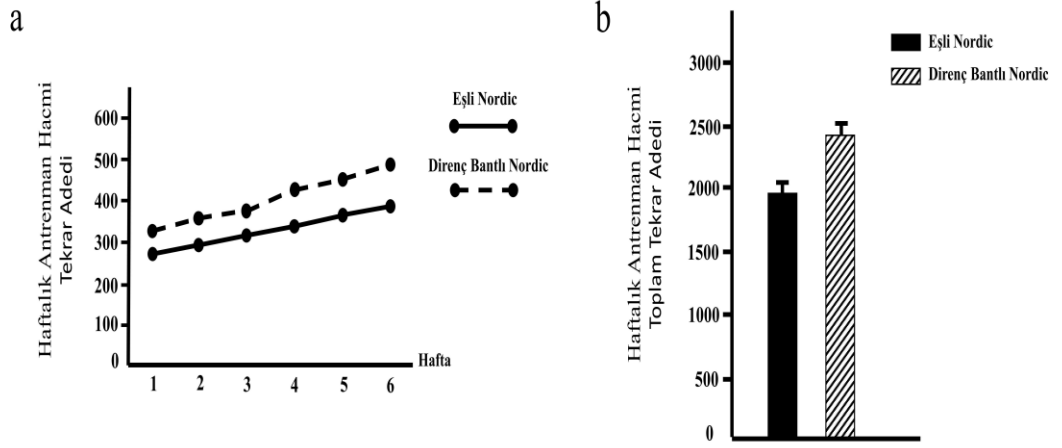
Bu çalışmada, nicel değişkenlerin normal dağılım varsayımı görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik (Shapiro-Wilk Testi) yöntemlerle incelenmiştir. Nicel değişkenler normal dağılım gösterdikleri için ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. Farklı protokollerin (KG, ENHG, DBNHG) sonuçlarını, ön ve son test ölçümlerini ve protokol*zaman etkileşim etkisini incelemek için, Tekrarlanan Ölçümler iki yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Varyansların homojenliğini test etmek için Mauchly küresellik testi kullanılmış ve gerektiğinde Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki etkinin büyüklüğü için kısmi eta kareler (η^2) hesaplanmıştır. Çalışma protokolleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildiğinde, Tukey yöntemi kullanılarak çoklu karşılaştırma analizleri yapılmıştır. $p < 0.05$ anlamlı kabul edilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Tablo 4.1. Demografik Özellikler Tablosu

	ENHG	DBNHG	KG
Yaş (yıl)	12.90±0.56	13.00±1.94	12.75±1.13
Boy (cm)	150.50±6.15	151.40±10.26	149.08±19.49
Vücut ağırlığı (kg)	41.30±7.02	39.20±6.76	39.41±7.17



Grafik 1. Haftalık ve Toplam Antrenman Hacmi

DBNHG'nun hem haftalık hem de 6 haftalık toplam antrenman hacimlerinin ENHG'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Tablosu

n=32	Ön Test	Son Test	Δ	%	Tekrarlanan Ölçümlerde İki Yönlü ANOVA			
Değişkenler	Orta±SS	Orta±SS	T _{Ön} -T _{son}	T _{Ön} -T _{son}	Zaman	Grup	Zaman*Grup	Tukey
Sağ Bacak Zirve Tork (W)								
ENHG	138.34±20.36	178.16±36.52*	39.82±16.16	28.78	F = 62.11	F = 8.90	F = 9.21	ENHG>KG DBNHG>KG
DBNHG	131.14±18.58	191.31±15.76*	60.17±2.82	45.88	p < 0.000	p < 0.001	p < 0.001	
KG	124.04±21.77	135.75±23.10	11.71±1.33	9.44	η _p ² = 0.68	η _p ² = 0.38	η _p ² = 0.38	
Sol Bacak Zirve Tork (W)								
ENHG	126.95±21.38	161.85±31.69*	34.90±10.31	27.49	F = 72.82	F = 5.63	F = 1.68	DBNHG>KG
DBNHG	131.90±11.21	171.03±17.26*	39.13±6.05	29.66	p < 0.000	p < 0.009	p < 0.204	
KG	115.08±19.24	138.20±19.89*	23.12±0.65	20.09	η _p ² = 0.71	η _p ² = 0.28	η _p ² = 0.10	
Sağ Bacak Ortalama Güç (W)								
ENHG	131.21±18.99	171.57±38.19*	40.36±19.20	30.75	F = 51.74	F =8.40	F =6.86	ENHG>KG DBNHG>KG
DBNHG	123.98±15.41	172.27±6.49*	48.29±8.92	38.94	p < 0.000	p < 0.001	p < 0.004	
KG	118.33±20.41	128.38±19.91	10.05±0.50	8.49	η _p ² = 0.64	η _p ² = 0.36	η _p ² = 0.32	
Sol Bacak Ortalama Güç (W)								
ENHG	116.06±21.74	149.17±30.84*	33.11±9.10	28.52	F = 53.15	F = 5.72	F = 0.99	DBNHG>KG
DBNHG	124.23±9.39	161.02±14.41*	36.79±5.02	29.61	p < 0.000	p < 0.008	p < 0.382	
KG	108.61±15.76	131.60±19.70*	22.99±3.94	21.16	η _p ² = 0.64	η _p ² = 0.28	η _p ² = 0.06	
Sağ Bacak Relatif Kuvvet (W/kg)								
ENHG	3.39±0.54	4.05±0.83*	0.66±0.29	19.46	F = 57.02	F = 9.88	F = 4.79	DBNHG>KG
DBNHG	3.56±0.35	4.85±1.03*	1.29±0.68	36.23	p < 0.000	p < 0.001	p < 0.016	
KG	3.40±0.76	3.72±0.80	0.32±0.04	9.41	η _p ² = 0.66	η _p ² = 0.40	η _p ² = 0.24	
Sol Bacak Relatif Kuvvet (W/kg)								
ENHG	3.95±0.69	5.47±7.58	1.52±6.89	38.48	F = 0.00	F = 0.90	F = 1.08	DBNHG>KG
DBNHG	3.61±0.43	4.69±0.73	1.08±0.30	29.91	p < 0.943	p < 0.416	p < 0.350	
KG	3.16±0.71	3.76±0.65	0.60±0.06	18.98	η _p ² = 0.00	η _p ² = 0.05	η _p ² = 0.07	
Bilateral Kuvvet Farkı (%)								
ENHG	10.21±6.33	8.36±6.44	1.85±0.11	18.11	F = 0.20	F = 1.33	F = 1.32	
DBNHG	11.84±7.56	7.93±4.76	3.91±2.8	33.02	p < 0.657	p < 0.279	p < 0.282	
KG	7.08±1.88	6.96±7.24	0.12±5.36	1.69	η _p ² = 0.00	η _p ² = 0.08	η _p ² = 0.08	

Δ = Değişim; Pre= Müdahale öncesi; Post= Müdahale sonrası; η_p^2 : Kısmi eta kare; * Ön test ile son test arasında p< 0.05 düzeyinde anlamlı farkı gösterir; DBNHG = Direnç banlı nordic hamstring grubu; ENHG = Eşli nordic hamstring grubu; KG = Kontrol grubu

Tablo 4.2. incelendiğinde, sağ bacak zirve tork parametresinde egzersiz gruplarında ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (F=62.11; p=0,000, eta=0,68), KG’da ise herhangi bir farka rastlanılmamıştır. Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur (F=8.90; p=0,001; eta=0,38). Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Benforroni düzeltmesinde bu fark ENHG ile DBNHG’larının önden sona kontrol grubuna göre anlamlı artışından

kaynaklanmaktadır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHD’da olduğu görülmektedir.

Sol bacak zirve tork parametresinde bütün gruplarda ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F=72.82$; $p=0.000$, $\eta^2=0.71$). Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($F=5.63$; $p=0.009$; $\eta^2=0.28$). Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Benforroni düzeltmesinde bu fark DBNHG’da önden sona kontrol grubuna göre anlamlı artışından kaynaklanmaktadır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG’da olduğu görülmektedir.

Sağ bacak ortalama güç parametresinde egzersiz gruplarında ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F=51.74$; $p=0.000$, $\eta^2=0.64$), KG’da ise herhangi bir farka rastlanılmamıştır. Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($F=8.40$; $p=0.001$; $\eta^2=0.36$). Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Benforroni düzeltmesinde bu fark ENHG ile DBNHG’larının önden sona kontrol grubuna göre anlamlı artışından kaynaklanmaktadır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG’da olduğu görülmektedir.

Sol bacak ortalama güç parametresinde bütün gruplarda ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F=53.14$; $p=0.000$, $\eta^2=0.64$). Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($F=5.72$; $p=0.008$; $\eta^2=0.28$). Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Benforroni düzeltmesinde bu fark DBNHG’nun önden sona kontrol grubuna göre anlamlı artışından kaynaklanmaktadır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG’da olduğu görülmektedir.

Sağ bacak relatif kuvvet parametresinde egzersiz gruplarında ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F=57.02$; $p=0.000$, $\eta^2=0.66$). Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur ($F=9.88$; $p=0.001$; $\eta^2=0.40$). Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Benforroni düzeltmesinde bu fark DBNHG’nun önden sona kontrol grubuna göre anlamlı artışından kaynaklanmaktadır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG’da olduğu görülmektedir.

Sol bacak relatif kuvvet parametresinde bütün gruplarda ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($F=0.00$; $p=0.943$, $\eta^2=0.00$). Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($F=0.90$; $p=0.416$; $\eta^2=0.05$).

Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin ENHG’da olduğu görülmektedir.

Bilateral kuvvet farkı parametresinde bütün gruplarda ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($F=0.20$; $p=0.657$, $\eta^2=0.00$). Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($F=1.33$; $p=0,279$; $\eta^2=0,08$). Grup*zaman etkileşimde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG’da olduğu görülmektedir.



BÖLÜM V

TARTIŞMA

Tekvando, ilk olarak Güney Kore'deki 1988 Olimpiyat Oyunlarında tanıtılan bir temas sporu olarak ortaya çıkmıştır. Bu sporda sporcular rakiplerinin gövdesine ve kafasına yumruk ve tekme atarak puan kazanmaya çalışmaktadır (Mendonça ve ark., 2007). Tekvando, yarışmalar ve antrenmanlar sırasında alt ekstremitelerin kullanılmasını gerektiren olimpiik bir mücadele sporudur ve antrenmanların amacı sporcuların güçlü, hızlı ve esnek tekmelere sahip olmalarıdır (Bride ve ark., 2011; Kazemi ve ark., 2006; Tan ve Krasilshchikov, 2015). Tekvando oyuncuları daha yüksek puanlar elde etmek için yumruk atma tekniklerinden ziyade tekmeleme tekniklerini kullanma eğilimindedir (Chaabene ve ark., 2018). Bu nedenle uyluk kaslarının aktivitesi ve esnekliği tekvando oyuncuları için önemli bir faktördür. Bu durum araştırmacıları tekme sırasında alt ekstremitte kaslarının rolünün izokinetik ve sinematik analizini sunmaya itmiştir (Mendonça ve ark., 2007; Favarini ve ark., 2007). Favarini ve ark., (2007) göre vuruş sırasında kalça ve diz eklemlerinin yeterli hareket aralığında olması büyük önem taşımakla birlikte kas sertliğinin pasif direnci artırarak görevi ters yönde etkileyebildiğini söylemiştir. Mendonça ve ark., (2007) ise yüksek vuruş sırasında aşırı hareket serbestliğinde hamstring kas esnekliğinin önemine dikkat çekmiştir. Birçok çalışma, arka uyluk kaslarının, özellikle de hamstringin, spor sırasındaki zorlanmalar gibi yaralanmalara karşı savunmasız olduğunu ve esnekliğin azalmasının bu durum için bir risk faktörü oluşturduğunu söylemiştir (Mendonça ve ark., 2007, Hill ve ark., 2017; Ozmen ve ark., 2017). Bu doğrultuda sporcular esnekliği, kuvveti, sportif performansı artırmak ve yaralanmaları önlemek için ısınma programlarının bir parçası olarak hamstring egzersizlerinden yararlanmaktadır (Ozmen ve ark., 2017, Bradley ve ark., 2007). Bu egzersizlerden birisi de NHE'dir. NHE özel ekipman gerektirmeyen zemin üzerinde yaptırılan eksantrik kas kasılması gerektiren bir egzersiz türüdür (Al Attar ve ark., 2017). NHE sırasında her iki eklemdaki hamstring kas aktivasyonu geleneksel hamstring kası egzersizlerine göre daha fazla maksimal eksantrik kas kuvveti gerektirmektedir (Mjølunes ve ark., 2004). Direnç olarak vücut ağırlığı kullandığı ve özel bir ekipman gerektirmediği için NHE yaygın olarak kullanılmaktadır (Cuthbert ve ark., 2020). NHE saha tabanlı bir egzersiz türü olup, yardımcı eşliğinde yapılır (Mjølunes ve ark., 2004). Yardımcı, bireyin ayaklarının yerle

temas halinde olmasını sağlar ve egzersiz boyunca bireyin ayak bileklerinden baskı uygular (Van der Horst vd., 2015). Hamstring kasına yönelik eksantrik kas kuvvet eğitimine yanıtlar multifaktöriyel olup; motor ünite deşarjında (Higbie ve ark., 1996) ve hipertrofide artış (Bourne ve ark., 2017) kas fasikül boyunda uzama ve pennasyon açısında azalma gibi kas yapısındaki değişiklikleri içermektedir (Timmins ve ark., 2016). NHE ile eksantrik kas kuvveti, kas aktivasyonu ve sıçrama yüksekliği performansının arttığı bildirilmiştir (Delahunt ve ark., 2016). Bu düşünceler ile çalışmamızda, eşli nordic hamstring egzersizi ile direnç bandı ile uygulanan nordic hamstring egzersizinin hamstring kuvveti ve bilateral fark üzerine etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Zirve Tork, Ortalama Güç ve Relatif Kuvvet

Hız, tekvando performansını belirleyen önemli bir faktördür. Tekme ayağının zemin ile bağlantısı kesildikten sonraki aşama, gövdeye yapılan düz (roundhouse kick) tekmelerin en hızlı olduğu aşamadır. Tekmeleme sırasındaki bacak hızı, vücudun alt kısmı tarafından üretilen kuvvet ve torklarla açıklanabilir (Moreire ve ark., 2021). Bu nedenle, vuruş performansı ile maksimum güç üretim kapasitesi arasındaki ilişkiyi incelemek bilimsel açıdan önemlidir.

Çalışmamızda, alt ekstremite nordic hamstring kas kuvvet ölçümlerinde sağ-sol bacak zirve tork ve sağ-sol bacak ortalama güç parametrelerinin tamamında DBNHG’da ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim meydana gelirken, KG’nin sol bacak zirve tork ve sol bacak ortalama güç parametreleri dışında herhangi bir gelişim belirlenmemiştir. ENHG’de sol bacak relatif kuvvet parametresi hariç diğer parametrelerin tamamında ön testten son teste anlamlı bir gelişim tespit edilmiştir. Gruplar arasında fark incelendiğinde sağ bacak zirve tork ve sağ bacak ortalama güç parametresinde DBNHG ve ENHG’de KG’ye göre, sol bacak zirve tork, sol bacak ortalama güç, sağ ve sol bacak relatif kuvvet parametrelerinde ise DBNHG’de KG’ye göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (tablo 4.2).

Bu tez çalışmasında;

H₁: “Eşli NHE ile direnç bantlı NHE hamstring kuvvetini geliştirmede benzer sonuçlar sağlar” hipotezi doğrulanmıştır.

Literatür incelendiğinde NHE ile ilgili farklı branşlarda ve farklı yüklenme ilkeleri kullanılarak yapılan çalışmalar olmasına karşın, eşli uygulanan NHE ile direnç bandı ile uygulanan NHE arasındaki farkı inceleyen çalışmalar bulunmamaktadır. Bu

durum çalışmamızın özgünlüğünü ortaya koyarken, tartışmamızı sınırlayan bir faktör olmuştur. Bu nedenle literatürde farklı branşlara uygulanan NHE egzersizlerinin hamstring kas kuvvetine etkisi olan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Kurt (2023) sağlıklı sedanterler üzerinde yaptığı çalışmada hamstring kuvvet gelişimde 8 hafta boyunca uygulanan NHE ile leg curl egzersizini karşılaştırmıştır. Çalışmada katılımcılar, NHE, leg curl egzersizi ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda, NHE'nin eksantrik hamstring zirve torkunu, eksantrik-konsantrik H/Q oranını artırmada ve BLF'yi azaltmada etkili olduğu söylenmiştir.

Ribeiro-Alvares ve ark., (2018) fiziksel olarak aktif 20 genç üzerinde yaptıkları çalışmada 4 haftalık NHE'nin hamstring kas kuvvetini ve kas yaralanması risk faktörlerini incelemiştir. Çalışmada katılımcılar, kontrol grubu ve NHE grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Çalışma sonucunda NHE grubunda hamstring eksantrik zirve tork değerinin %13 oranında arttığı tespit belirlenirken, kontrol grubunda herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Iga ve ark., (2012) futbolcular üzerinde yaptığı çalışmada NHE sırasında hamstringlerin nöromusküler aktivasyon özelliklerini ve NHE ile diz fleksörlerinin eksantrik kuvvetindeki değişikliklerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, 4 haftalık NHE'nin hamstring kası zirve torkunu %21 oranında önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur. Ayrıca bu artışın, diz kuvvetli bir şekilde gerildiğinde diz arkası kırılganlığının dayanabileceği kuvveti artırarak yaralanma riskini azaltabileceği söylenmiştir.

Tansel (2006) erkek basketbol oyuncularında NHE'nin izokinetik bacak kuvveti üzerine etkisini incelemiştir. 5 hafta boyunca egzersiz grubuna rutin basketbol antrenmanlarına ek olarak NHE programı verilirken, kontrol grubuna sadece rutin basketbol antrenmanı yaptırılmıştır. Çalışma sonucunda egzersiz grubunun dominant ve non-dominant bacaklarda konsantrik zirve tork değerinin %13,3 eksantrik zirve tork değerinin ise %9,3 arttığı tespit edilmiştir.

Váczi ve ark., (2022) 10-11 yaşlarındaki kadın hentbolcular üzerinde yaptığı çalışmada NHE'nin EMG özelliklerini ve uzun süreli eksantrik NHE'nin kas kuvveti üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada katılımcılar NHE grubu ve kontrol grubu olarak 2'ye ayrılmıştır. 10 haftalık egzersizler sonucunda eksantrik hamstring zirve tork değerinin NHE grubunda %22-25 ve kontrol grubunda %15-23 geliştiği tespit edilmiştir. Buna ek olarak, 20 hafta sonra, NHE gruplarındaki zirve tork değerinin ön

teste oranla %20 belirgin şekilde arttığı belirlenirken, kontrol grubundaki değerlerin %4-5,7 egzersiz öncesi seviyeye geri döndüğü belirtilmiştir. Sonuç olarak, NHE'nin hamstring kas sistemini etkili bir şekilde harekete geçirebileceği sonucuna varılmıştır.

Aktuğ ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada 22 amatör genç futbolcuyu sadece futbol antrenmanı yapan kontrol grubu ve futbol antrenmanına ilaveten NHE uygulayan NHE grubu olmak üzere 2 gruba ayırmıştır. Çalışma sonucunda NHE'nin hem dominant hem de non-dominant bacak 60^{os-1} , 180^{os-1} ve 240^{os-1} açısız hızlarda hamstring kas kuvvetini istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırdığı belirlenmiştir.

Rey ve ark., (2017) profesyonel genç futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada 10 haftalık hamstring egzersizlerinin hamstring kas kuvveti ve bilateral asimetri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonunda, sağ bacak eksantrik hamstring kuvvetinde NHE grubunun %25,52, sol bacakta %28,92 oranında artış sağladığı, kontrol grubunda ise herhangi bir gelişim olmadığı belirlenmiştir. NHE eğitiminin diz fleksörlerinin eksantrik kuvveti ve fasikül uzunluğu üzerine etkisini inceleyen bir meta-analiz çalışmasında, NHE'nin eksantrik zirve torkunu NHE uygulamayanlara göre daha fazla geliştirdiği belirtilmiştir (Salci ve ark., 2013; Seymore ve ark., 2017; Delahunt ve ark., 2016; Iga ve ark., 2012; Ribeiro-Alvares ve ark., 2018).

Yukarıda belirtilen çalışmalarda NHE'nin hamstring kas kuvvetini ve zirve torkunu geliştirmede etkili bir yöntem olduğu vurgulanmıştır. Ancak bu çalışmalarda NHE eşli olarak uygulandığından direnç bandı yardımı ile uygulanan NHE'nin etkileri ile ilgili bir veri sunulmamıştır. Çalışmamızda ise egzersiz grupları arasındaki istatistiksel analizde ENHG ile DBNHG arasında bir fark bulunmasada yüzdesel gelişimde DBNHG'nun daha yüksek bir gelişim sağladığı belirlenmiştir. Bu durum [1] direnç bandının yardımı ile NHE'nin doğru pozisyonda uygulanabilmesi ve egzersiz esnasında gerilim altında geçen sürenin daha uzun olması ile ilişkili olabilir. [2] NHE esnasında duruş pozisyonun (ör. pelvik eğim) uygulanacak direnci değiştirmesinden kaynaklı hareketin temel teknik değişkenlerinin direnç bandı ile düzeltilmesinden kaynaklanabilir. [3] NHE için aşağı doğru hızlanma anında diz açısı önemli bir durum teşkil etmektedir. Genel olarak buna nordic hamstring kırılma noktası denir (Sconce ve ark., 2021). Bu noktadan sonra hamstring kas aktivasyonu azalırken, biceps femoris uzun baş fasikülleri hızla uzar (Van Hooren ve ark., 2022). NHE'de daha uzun bir aktif hareket aralığı daha büyük güç kazanımlarıyla ilişkili olabileceğinden, nordic hamstring kırılma noktasının genişletilmesi kuvvet adaptasyonları için faydalı olabilmektedir (Alt ve ark., 2018; Pallarés ve ark., 2021). Ek olarak, nordic hamstring

kırılma noktasının daha geniş bir diz açısına sahip olması, hamstringleri daha uzun bir kas-tendon uzunluğunda eğitebilir; bu da, sprint sırasında kuvvet üretilmesi gereken kas-tendon ünitesi uzunluklarına benzer şekildedir (Van Hooren ve ark., 2022). Direnç bandı ile yapılan NHE’de hamstring kırılma noktasının genişletilmesi hareket esnasında daha yüksek bir kuvvet uygulanması, sonrasında ise daha yüksek bir kuvvet kazanımı sağlaması ile bulgularımız açıklanabilir.

Ayak bileği pozisyonunun daha önce nordic hamstring kırılma noktasını etkileyen önemli bir teknik değişken olduğu öne sürülmüştür (Comfort ve ark., 2017). Aslında, nötr bir ayak bileği pozisyonu, gastrocnemius'u plantar fleksiyona kıyasla daha uygun bir kuvvet-uzunluk ilişkisini sağlayabilir ve böylece diz fleksör momentine katkısını artırabilir (Ishikawa ve ark., 2007). Bu da nordic hamstring kırılma noktasını geciktirebilir. Ayrıca, nötr bir ayak bileği pozisyonu, koşarken terminal bacak salınımı sırasında ayak bileği pozisyonunu daha iyi taklit edebilir (Comfort ve ark., 2017; Yu ve ark., 2008). Ancak ayak bileği pozisyonunun nordic hamstring kırılma noktası üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Literatürde, günümüze kadar sadece bir çalışma NHE sırasında ayak bileği açısının etkisini araştırmış ve NHE sırasında maksimum ayak bileği plantar ekstansiyonu ile maksimum ayak bileği dorsal fleksiyonu karşılaştırıldığında biceps femoris uzun başı veya medial gastrocnemius kası aktivasyonunda hiçbir fark gösterilmemiştir. Ancak nordic hamstring kırılma noktası veya topuk temas kuvveti üzerindeki etkileri araştırılmamıştır (Comfort ve ark., 2017).

NHE'nin son 15 yılda kapsamlı bir şekilde araştırılmasına rağmen, yalnızca bir çalışma NHE'nin kapsamlı bir kinematik ve kinetik analizini gerçekleştirmiştir (Van Hooren ve ark., 2022). Bununla birlikte hiçbir müdahale çalışması, gerilim altında geçirilen zamanın eksantrik diz arkası kirişin kuvvet üretimine nasıl fayda sağlayabileceği konusunda derin bilgiler sağlamamıştır. Bunun nedeni sınırlı sayıda teknik fırsat olabilir (örneğin, bir dinamometre üzerinde yürütülen NHE). Diğer bir sınırlama, NHE uygulamasının genellikle ortalama kadans olarak belirtilen yavaş hedef hızlara (örneğin, 30°/s) dayalı olması ve katılımcılardan frenleme hareketini mümkün olduğu kadar yavaş gerçekleştirmelerinin istenmesidir. Sonuç olarak, tam diz ekstansiyonuna yakın gerilim altında geçen süre, nöromüsküler yorgunluk nedeniyle sıklıkla çok kısa kalmıştır (Delahunt ve ark., 2016; Ditroilo ve ark., 2013; Lovell ve ark., 2018). Bu durum kasın uzun fasikül uzunluğunda çalıştığı ve sporda etkili bir kuvvet programı için muhtemelen çok önemli olan spesifik ROM (30-0° diz fleksiyonu)

nedeniyle antrenman ilerlemesini azaltmış olabilir (Guex ve ark., 2016; Timmins ve ark., 2015).

Bu doğrultuda, katılımcıların direnç bandı ile uygulanan NHE sırasındaki yerleşimi (örneğin ayak bileği pozisyonu), egzersizi yalnızca daha uzun süre boyunca (örneğin, gerilim altında daha uzun süre) yapmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda diz tam ekstansiyonuna daha yakın bir şekilde egzersiz yapmasına olanak sağlamış olabilir. Ayrıca fasikül uzunluğundaki artış, kas fonksiyonunu doğrudan etkileyen kuvvet-hız ve kuvvet-uzunluk ilişkilerini değiştirebilmektedir (Lieber ve ark., 1993). Teorik olarak, daha uzun fasiküllere sahip bir kas, daha yüksek miktarda seri halinde sıralanmış sarkomerler içerir; bu, kas kasılma hızını artırır (Lieber ve Fridén, 1993) ve ayrıca kasın aşırı uzama nedeniyle hasar görmesini önler (Timmins ve ark., 2016). Öte yandan, fasikül uzunluğu azalmış bir kas, eksantrik olarak indüklenen mikroskobik kas hasarına karşı artan kas duyarlılığı sunar ve bu da makroskopik hasarı kolaylaştırabilir (Morgan, 1990). Bu nedenle DBNHE fasikül uzunluğunu artırır ve hamstring yaralanmalarının önlenmesine katkı sağlayabilir.

Bilateral Kuvvet Farkı

Çalışmamızda incelenen bir diğer parametre ise bilateral kuvvet farkı (BLF)'dir. BLF, alt ve üst ekstremitelerde dominant ve non-dominant tarafların kendi aralarında oluşan kuvvet açıklığını ifade etmektedir. Bunun nedeni genellikle belirli vücut parçalarının yetersiz kullanılması veya antrenman yükünün iki tarafa eşit şekilde uygulanmamasından kaynaklıdır (Aktuğ, 2020). Literatürde BLF'nin %10'dan az olması gerektiği söylenirken (Alexander, 1990; Burket, 1970), %15 in üstüne çıktığı zaman yaralanma riskinin artabileceği belirtilmiştir (Croisier ve ark., 2008; Dvir, 2004; Opar ve ark., 2012). BLF'deki artış, sportif performansın düşmesine ve yaralanma riskinde artışa neden olabilir (Fousekis ve ark., 2010). Çalışmamızda, alt ekstremitelerde nordic hamstring kas kuvvet ölçümlerinde BLF parametresinde bütün gruplarda ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Gruplar arası istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir. Ancak yüzdesel (%) olarak gelişim düzeylerine bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG'de olduğu görülmektedir (tablo 4.2.).

Bu tez çalışmasında;

H₂: “Eşli NHE ile direnç bantlı NHE'nin hamstring bilateral kuvvet farkını azaltmada benzer sonuçlar sağlar” hipotezi doğrulanmıştır. Yüzdesel gelişime

bakıldığında en yüksek gelişimin DBNHG’da olduğu belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde NHE ile ilgili farklı branşlarda farklı yüklenme ilkeleri ile ilgili çalışmalar olmasına karşın, eşli uygulanan NHE ile direnç bandı ile uygulanan NHE arasındaki farkı inceleyen çalışmalar bulunmamaktadır. Bu durum çalışmamızın özgünlüğünü ortaya koyarken, tartışmamızı sınırlayan bir faktör olmuştur. Bu nedenle literatürde farklı branşlara uygulanan NHE egzersizlerinin BLF üzerine etkisi olan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Anastasi ve Hamzeh, (2011) 24 kadın rugby oyuncusu üzerine yaptıkları çalışmada NHE’nin BLF yüzdesi ve maksimal dikey sıçrama yüksekliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada katılımcılar NHE grubu ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. 10 haftalık egzersiz programı sonrasında NHE grubunda BLF’de anlamlı bir azalma tespit edilmiştir.

Alt ve ark., (2018) 4 haftalık bir NHE programının hamstring kas kuvveti ve kas dengesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmaya 16 erkek kısa mesafe koşucusu dâhil edilmiştir. 4 haftalık NHE programının ardından eksantrik hamstring kuvvetinin (%6-14) ve kas dengesinin anlamlı şekilde geliştiği belirlenmiştir.

Rey ve ark., (2017) 47 erkek profesyonel genç futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada 10 haftalık NHE ve Russian bel egzersizinin (RBE) hamstring kuvveti ve BLF üzerindeki etkisini incelemiştir. Katılımcılar NHE grubu, RBE grubu ve kontrol grubu olmak üzere üçe ayrılmıştır. Çalışma sonucunda ön teste oranla son teste azalan BLF’nin NHE, RBE ve kontrol grubu karşılaştırıldığında NHE grubu lehine anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Pişkin ve ark., (2024) 30 kadın voleybolcu üzerine yaptığı çalışmada kan akışı kısıtlama yöntemi ile birleştirilen NHE’nin hamstring kas kuvvetine etkisi incelenmiştir. Çalışmada katılımcılar NHE+kan akışı kısıtlama (KAK) grubu ve NHE grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Çalışma sonucunda, BLF ölçümlerinde ön teste göre sadece NHE+KAK grubunda son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme gözlenmiştir. Ayrıca NHE grubunda BLF oranında anlamlı bir iyileşme görülmemesinin egzersizin hem dominant hem de dominant olmayan tarafa uygulanmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Yukarıda belirtilen çalışmaların bazılarında NHE’nin BLF azaltmada etkili olduğu, bazı çalışmalarda ise BLF üzerinde bir değişiklik sağlamadığı belirtilmiş ve bir fikir birliği sağlanmamıştır. Çalışmamızda ise farklı şekillerde uygulanan NHE’nin BLF azaltmada benzer sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum hareketin

uygulanmasında her iki bacağın hamstring kaslarına benzer yük oluşturulması nedeni ile her iki bacadaki kuvvet gelişiminin benzer olmasının BLF'ın da aynı kalmasına sebep olması ile açıklanabilir.

Antrenman Hacmi

Çalışmada incelenen bir diğer parametre ise antrenman hacmidir. Çalışmamızda, DBNHG'nin hem haftalık hem de 6 haftalık toplam antrenman hacimlerinin ENHG'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında;

H₃: “Direnc bantlı nordic hamstring egzersizindeki antrenman hacmi eşli nordic hamstring egzersizine göre daha yüksektir” hipotezi doğrulanmıştır. Literatür incelendiğinde NHE ile ilgili farklı branşlarda farklı yüklenme ilkeleri ile ilgili çalışmalar olmasına karşın, eşli uygulanan NHE ile direnc bandı ile uygulanan NHE arasındaki farkı inceleyen çalışmalar bulunmamaktadır. Bu durum çalışmamızın özgünlüğünü ortaya koyarken, tartışmamızı sınırlayan bir faktör olmuştur. Bu nedenle literatürde farklı branşlara uygulanan NHE egzersizlerinin antrenman hacmi üzerine etkisi olan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Çalışmadaki antrenman hacmi, NHE egzersizinin vücut ağırlığı ile yapılmasının doğası gereği set sayısı ile tekrar sayısının çarpımı esas alınarak hesaplanmıştır. NHE'yi araştıran birçok çalışmada, uygulanan tekrar sayısının antrenmanların sonuna doğru ortalama 8 ila 12 tekrara ulaştığı bildirilmektedir (Cuthbert ve ark., 2020). Çalışmamızda bu artışın ENHE grubunda DBNHE grubuna göre daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür (grafik 1).

Pişkin ve ark., (2024) yaptığı çalışmada kan akışı kısıtlama yöntemi ile birleştirilen NHE'nin hamstring kas kuvvetine etkisinin yanı sıra antrenman hacmini de incelenmiştir. Çalışmada NHE'nin antrenman hacmi, NHE egzersizinin vücut ağırlığı ile yapılmasının doğası gereği set sayısı ile tekrar sayısının çarpımı esas alınarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, NHE+BFR ve NHE gruplarının antrenman hacim verileri incelendiğinde her iki grupta da ilk haftadan son haftaya doğru doğrusal bir artış gözlemlenmiştir. Bu artışın NHE grubunda daha yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Presland ve ark., (2018) 20 rekreasyonel olarak aktif olan erkek bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, NHE antrenman hacminin biceps femoris uzun baş mimari adaptasyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, hem yüksek hem

de düşük hacimli NHE antrenmanı, antrenman sonrasında benzer biceps femoris uzun başının fasikül uzunluğu ve eksantrik diz fleksör kuvveti adaptasyonları ürettiğini belirtmiştir.

Cuthbert ve ark., (2020) NHE egzersiz hacminin eksantrik kuvvet ve kas mimarisi adaptasyonlarına etkisini incelediği meta-analizinde genel antrenman hacmindeki azalmanın olumsuz bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Ancak geleneksel kuvvet antrenmanlarında olduğu gibi egzersizin yoğunluğunun artmasına izin verilmesinin doğru olduğunu belirtmiştir. Antrenman hacmini tutarlı tutarak oyuncuların egzersizde daha iyi olmalarına izin vermenin, daha geniş bir hareket aralığında yavaş yavaş kuvvet üretmelerine olanak sağlamanın, istenen uyarıları üretmenin en etkili yolu olduğunu söylemiştir.

Antrenmana ilişkin çıkarımlarla ilgili olarak, NHE'nin diz fleksör kuvveti, sprint performansı ve yaralanmalardaki iyileşmeler üzerindeki etkinliği egzersiz hacmi ve egzersizin yoğunluğu gibi değişkenlerle ilişkilidir (Bourne ve ark., 2017; Opar ve ark., 2015; Timmins ve ark., 2016). Antrenman hacmi manipülasyonunun tekrar veya set sayısını değiştirerek gerçekleştirilmesi nispeten kolaydır ve aynı zamanda gerilim altında zamanın manipüle edilmesinden de etkilenebilir. Ancak egzersiz genellikle yalnızca vücut ağırlığıyla yapıldığından yoğunluğu değiştirmek daha zordur. Gerilim altında geçen süre ve kasların üretmesi gereken en yüksek tork/kuvvet, muhtemelen antrenmanın etkilerini açıklayan önemli değişkenlerdir (Alt ve ark., 2018). Örneğin, gerilim altında daha uzun süre kalmak, kas-tendinöz morfolojik değişiklikler ve güç hareketlerindeki iyileşmelerle ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde, daha yüksek zirve yükleri, birincil olarak mekanik gerilim ve metabolik stres birikimi nedeniyle kas gücünde daha büyük artışlarla ilişkilendirilmiştir (Oranchuk ve ark., 2019). Ek olarak, gerilim altında geçirilen sürenin uzun olması antrenman adaptasyonlarını da geliştirebilir. Çalışmada DBNHE grubunun hamstring kuvvetini geliştirmede antrenman hacminin bu grupta daha fazla olması bu durumu destekler niteliktedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, her iki egzersizinde hamstring kuvvetini geliştirdiği belirlenmiştir. Ancak hareketin doğru pozisyonda uygulanması, egzersiz esnasında gerilim altında geçen sürenin daha uzun olması ve teknik eksikliklerin giderilmesi açısından direnç bantlı NHE'nin uygulanmasının daha doğru olabileceği söylenebilir. Ayrıca direnç bandı ile uygulanan NHE'nin nordic hamstring kırılma noktasını daha geç oluşturarak kuvvet kazanımı sağlaması göz önünde bulundurulduğunda, hamstring kası güçsüz olan bireylerin hamstring kuvvetini geliştirmede faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu tür çalışmalar, sporcuların ve egzersiz yapan kişilerin antrenman programlarını daha etkili, tek başına uygulanabilir ve bilimsel temellere dayanan şekilde planlamalarına yardımcı olabilir. İleride yapılacak olan çalışmalarda farklı popülasyonlara ve farklı ölçüm metotlarının parametrelerine etkisi incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Akarcesme, C., Cengizel, E., Alvurdu, S., Baęcı, E., Altundaę, E., Cengizel, C. O., and Senel, O. Reliability and validity of the newportable Nordic hamstring test device (IVMES H-Bord). *Journal of Sports Engineering and Technology*, 2024. [epub ahead of printing].
- Aktug, Z. B. (2020). Do the exercises performed with a theraband have an effect on knee muscle strength balances?. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 33(1), 65-71.
- Aktuğ, Z. B., Yılmaz, A. K., İbiş, S., Aka, H., Akaręesme, C., and Sökmen, T. (2018). The effect of 8-week nordic hamstring exercise on hamstring quadriceps ratio and hamstring muscle strength. *World Journal of Education*, 8(3), 162-169.
- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., and Sanders, R. H. (2017). Effect of injury prevention programs that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47, 907-916.
- Alexander, M. J. (1990). Peak torque values for antagonist muscle groups and concentric and eccentric contraction types for elite sprinters. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71(5), 334-339.
- Alt, T., Nodler, Y. T., Severin, J., Knicker, A. J., and Strüder, H. K. (2018). Velocity-specific and time-dependent adaptations following a standardized nordic hamstring exercise training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(1), 65-76.
- Anastasi, S. M. and Hamzeh, M. A. (2011). Does the eccentric nordic hamstring exercise have an effect on isokinetic muscle strength imbalance and dynamic jumping performance in female rugby union players? *Isokinetics and Exercise Science*, 19(4), 251-260.
- Arıncı, K, ve Elhan, A. (1997). *Anatomi*. Güneş Kitabevi.
- Bourne, M. N., Duhig, S. J., Timmins, R. G., Williams, M. D., Opar, D. A., Al Najjar, A., ... and Shield, A. J. (2017). Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 469-477.

- Boyalı, E., Patlar, S., Ergin, M., Kıvrak, A. O., Karadağ, T., Yıldız, H., ... and Gündoğdu, S. (2019). The types of injury, regions and frequency in athletes participating universities tekvando championship. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 21(1), 52-57.
- Bradley, P. S., Olsen, P. D., and Portas, M. D. (2007). The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 223-226.
- Bridge, C. A., da Silva Santos, J. F., Chaabene, H., Pieter, W., and Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of tekvando athletes. *Sports Medicine*, 44, 713-33.
- Bridge, C. A., Jones, M. A., and Drust, B. (2011). The activity profile in international tekvando competition is modulated by weight category. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 344-357.
- Brockett, C. L., Morgan, D. L., and Proske, U. W. E. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 783-790.
- Burkett, L. N. (1970). Causative factors in hamstring strains. *Medicine and Science in Sports*, 2(1), 39-42.
- Casolino, E., Lupo, C., Cortis, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L., ... and Tessitore, A. (2012). Technical and tactical analysis of youth tekvando performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1489-1495.
- Chaabene, H., Negra, Y., Capranica, L., Bouguezzi, R., Hachana, Y., Rouahi, M. A., and Mkaouer, B. (2018). Validity and reliability of a new test of planned agility in elite tekvando athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2542-2547.
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., ... and Capranica, L. (2011). Effects of official Tekvando competitions on all-out performances of elite athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25, 33439.
- Cho, S. H. (1992). *Tae Kwon Do: Secrets of Korean Karate*. Tuttle Publishing.

- Comfort, P., Regan, A., Herrington, L., Thomas, C., McMahon, J., and Jones, P. (2017). Lack of effect of ankle position during the nordic curl on muscle activity of the biceps femoris and medial gastrocnemius. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(3), 202-207.
- Cook, D. (2009). *Tekvando: A Path to Excellence*. YMAA Publication Center.
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., and Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475.
- Crudelli, C. (2008). *The Way of The Warrior: Martial Arts and Fighting Styles From Around The World*. Penguin.
- Cuthbert, M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., Haff, G. G., and Comfort, P. (2020). The effect of Nordic hamstring exercise intervention volume on eccentric strength and muscle architecture adaptations: A systematic review and meta-analyses. *Sports Medicine*, 50, 83-99.
- Delahunt, E., McGroarty, M., De Vito, G., and Ditroilo, M. (2016). Nordic hamstring exercise training alters knee joint kinematics and hamstring activation patterns in young men. *European Journal of Applied Physiology*, 116, 663-672.
- Demirel, H., ve Koşar, N. (2006). *İnsan Anatomisi ve Kineziyolojisi (İkinci Baskı)*. Nobel Yayınevi.
- Ditroilo, M., De Vito, G., and Delahunt, E. (2013). Kinematic and electromyographic analysis of the Nordic Hamstring exercise. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(5), 1111-1118.
- Duhig, S. J., Bourne, M. N., Buhmann, R. L., Williams, M. D., Minett, G. M., Roberts, L. A., ... and Shield, A. J. (2019). Effect of concentric and eccentric hamstring training on sprint recovery, strength and muscle architecture in inexperienced athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(7), 769-774.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics: muscle testing, interpretation, and clinical applications*. Churchill Livingstone.
- Falco, C., Alvarez, O., Castillo, I., Estevan, I., Martos, J., Mugarra, F., and Iradi, A. (2009). Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, 42(3), 242-248.

- Favarini, R. A., Pereira, B. M., de Moraes, J. H., Monteiro, A. D., de Souza, A. M., Menzel, H. J., ... and Chagas, M. H. (2007). Cinematic analysis during a kick of tekvando after passive static stretching exercise. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Fong, S. S., Fu, S. N., and Ng, G. Y. (2012). Taekwondo training speeds up the development of balance and sensory functions in young adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 64-68.
- Fousekis, K., Tsepis, E., and Vagenas, G. (2010). Multivariate isokinetic strength asymmetries of the knee and ankle in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(4), 465-474.
- Gillis, A. (2008). *A Killing Art: The Untold History of Tae Kwon Do*. Toronto: ECW Press.
- Guex, K., Degache, F., Morisod, C., Saily, M., and Millet, G. P. (2016). Hamstring architectural and functional adaptations following long vs. short muscle length eccentric training. *Frontiers in Physiology*, 7, 340.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2018). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Felsefe Yöntem-Analiz*. Seçkin Yayıncılık.
- Hegyi, A., Péter, A., Finni, T., and Cronin, N. J. (2018). Region-dependent hamstrings activity in Nordic hamstring exercise and stiff-leg deadlift defined with high-density electromyography. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(3), 992-1000.
- Heller, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna, J., and Novakova, H. (1998). Physiological profiles of male and female Tekvando (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences*, 16, 243-249.
- Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren III, G. L., and Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 81(5), 2173-2181.
- Hill, K. J., Robinson, K. P., Cuchna, J. W., and Hoch, M. C. (2017). Immediate effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching programs compared with passive stretching programs for hamstring flexibility: A critically appraised topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 567-572.
- https://turkiyetaekwondofed.gov.tr/?page_id=879

- Iga, J., Fruer, C. S., Deighan, M., Croix, M. D. S., and James, D. V. B. (2012). Nordic hamstrings exercise-engagement characteristics and training responses. *International Journal of Sports Medicine*, 33(12), 1000-1004.
- Ishikawa, M., Pakaslahti, J., and Komi, P. (2007). Medial gastrocnemius muscle behavior during human running and walking. *Gait & Posture*, 25(3), 380-384.
- Kang, S. W. and Lee, K. M. (1999). *A Modern History of Tekvando. Seul: Pogyong Muhwasa. A Path to Excellence*. YMAA Publication Center.
- Karanfilci, M. (2013). Taekwondoda Spor Yaralanmaları ve Çözüm Önerileri. Neyir Matbaacılık, Ankara.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., and White, A. R. (2006). A profile of olympic tekvando competitors. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5, 114-121.
- Kim, S. H. and Lee, K. H. (2007). *Complete Tekvando Poomsae: The Official Taegeuk, Palgwae and Black Belt Forms of Tekvando*. Turtle Press.
- Kim, S. R., and Seo, J. G. (2004). A study on value constitution factors of tekvando practices and practices satisfaction among elementary school students. *Korean Journal of Physical Education*, 43, 581-591.
- Kimm, H. (2001). *History of Korea and Hapkido*. Andrew Jackson College Press.
- Kurt, S. (2023). Hamstring kuvvet gelişiminde nordic hamstring egzersizi ile leg curl egzersizinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Niğde.
- Lieber, R. L., and Bodine-Fowler, S. C. (1993). Skeletal muscle mechanics: Implications for rehabilitation. *Physical Therapy*, 73(12), 844-856.
- Lieber, R. L., and Friden, J. (1993). Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain. *Journal of Applied Physiology*, 74(2), 520-526.
- Lovell, R., Knox, M., Weston, M., Siegler, J. C., Brennan, S., and Marshall, P. W. M. (2018). Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(2), 658-666.
- McCall, A., Carling, C., Davison, M., Nedelec, M., Le Gall, F., Berthoin, S., and Dupont, G. (2015). Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: A systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British Journal of Sports Medicine*, 49(9), 583-589.

- Mendonça, L. D. M., Bittencourt, N. F. N., Guimarães, C. Q., da Silva, A. A., and da Fonseca, S. T. (2007). Isokinetic analysis of hamstrings and quadriceps muscles in the male and female Tekvando Brazilian National Team. In: *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Mjølshes, R., Arnason, A., Østhaen, T., Raastad, T., and Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(5), 311-317.
- Moreira, P. V. S., Falco, C., Menegaldo, L. L., Goethel, M. F., De Paula, L. V., and Gonçalves, M. (2021). Are isokinetic leg torques and kick velocity reliable predictors of competitive level in Tekvando athletes? *Plos One*, 16(6), e0235582.
- Morgan, D. L. (1990). New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophysical Journal*, 57(2), 209-221.
- Muratlı, S., Kalyoncu, O., ve Şahin, G. (2007). *Antrenman ve Müsabaka*. Ladin Matbaası.
- Oliveira, M. P., Rodrigues, S. A., Szmuchrowski, L. A., Albuquerque, M. R., Gonçalves, R., Flor, C. A. G., and Couto, B. P. (2017). Effects of local vibrations on muscle strength and roundhouse kick performance of tekvando athletes. *Archives of Budo*, 13, 23-33.
- Opar, D. A., Williams, M. D., and Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries. *Sports Medicine*, 42(3), 209-226.
- Opar, D. A., Williams, M. D., Timmins, R. G., Hickey, J., Duhig, S. J., and Shield, A. J. (2015). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(4), 857-865.
- Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., and Cronin, J. B. (2019). Scientific basis for eccentric quasi-isometric resistance training: A narrative review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(10), 2846-2859.
- Ozmen, T., Gunes, G. Y., Dogan, H., Ucar, I., and Willems, M. (2017). The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 41-47.

- Pallarés, J. G., Hernández-Belmonte, A., Martínez-Cava, A., Vetrovsky, T., Steffl, M., and Courel-Ibáñez, J. (2021). Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(10), 1866-1881.
- Park, Y., Park, H. and Gerrard, J. (2013). *Tae Kwon Do: The Ultimate Reference Guide to The World's Most Popular Martial Art*. Skyhorse Publishing.
- Pekcan, M., ve Özsoy, O. (2019). *Bireysel Sporlar Tekvando*. MEB Yayınları.
- Pieter, W., and Heijmans, J. (2000). *Scientific Coaching for Olympic Tekvando*. (2nd ed.). Meyer and Meyer Verlag.
- Pişkin, N. E., Yavuz, G., Aktuğ, Z. B., Aldhahi, M. I., Al-Mhanna, S. B., and Güllü, M. (2024). The effect of combining blood flow restriction with the nordic hamstring exercise on hamstring strength: Randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 13(7), 2035.
- Presland, J. D., Timmins, R. G., Bourne, M. N., Williams, M. D., and Opar, D. A. (2018). The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(7), 1775-1783.
- Ramazanoğlu N. (1989). Tekvandoda motorik özelliklerden esnekliğin performans üzerindeki rolü. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Raya-Gonzalez, J., Castillo, D., and Clemente, F. M. (2021). Injury prevention of hamstring injuries through exercise interventions. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(9), 1242-1251.
- Rey, E., Paz-Domínguez, Á., Porcel-Almendral, D., Paredes-Hernández, V., Barcala Furelos, R., and Abelairas-Gómez, C. (2017). Effects of a 10-week nordic hamstring exercise and russian belt training on posterior lower-limb muscle 115 strength in elite junior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(5), 1198-1205.
- Ribeiro-Alvares, J. B., Marques, V. B., Vaz, M. A., and Baroni, B. M. (2018). Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(5), 1254-1262.
- Roetert, E. P. (2001). *3-D Balance and Core Stability*, In: Foran, B. (Ed.), *Highperformance Sports Conditioning*. Human Kinetics.

- Saladin Kenneth, S. (2010). *Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function*. McGraw-Hill.
- Salci, Y., Yildirim, A., Celik, O., Ak, E., Kocak, S., and Korkusuz, F. (2013). The effects of eccentric hamstring training on lower extremity strength and landing kinetics in recreational female athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 21(1), 11-18.
- Sconce, E., Heller, B., Maden-Wilkinson, T., and Hamilton, N. (2021). Agreement between methods and terminology used to assess the kinematics of the nordic hamstring exercise. *Journal of Sports Sciences*, 39(24), 2859-2868.
- Sevim, Y. (2002). *Antrenman Bilgisi*. Nobel Yayınları.
- Seymore, K. D., Domire, Z. J., DeVita, P., Rider, P. M., and Kulas, A. S. (2017). The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *European Journal of Applied Physiology*, 117, 943-953.
- Shield, A. J., and Bourne, M. N. (2018). Hamstring injury prevention practices in elite sport: evidence for eccentric strength vs. lumbo-pelvic training. *Sports Medicine*, 48, 513-524.
- Song, D., and Bak, J. (1983). *The Traditional Martial Art Taekkyon*. Seorim Munhwasa Publishing.
- Sunay, M. B. (1996). *Sağlıklı Yaşam İçin Spor*. Harp Akademileri Yayınları.
- Tan, Y. L., and Krasilshchikov, O. (2015). Diversity of attacking actions in Malaysian junior and senior Tekvando players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(3), 913-923.
- Tansel, R. B. (2006). *Effects of 5 week nordic hamstring strength training on 10-12 years old male basketball players*. Master's thesis, Middle East Technical University.
- Tedeschi, M. (2015). *Tekvando: Traditions, Philosophy, Technique*. Floating World Editions.
- Tel, M. (2008). Bir spor dalı olarak taekwondo. *Sport Sciences*, 3(4), 194-202.
- Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., and Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): A prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1524-1535.

- Timmins, R. G., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., and Opar, D. A. (2016). Architectural adaptations of muscle to training and injury: A narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1467-1472.
- Timmins, R., Shield, A., Williams, M., Lorenzen, C., and Opar, D. (2015). Biceps femoris longhead architecture: a reliability and retrospective injury study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(5), 905-913.
- Tornello, F., Capranica, L., Minganti, C., and Chiodo, S. (2014). Technical-tactical analysis of youth olympic Tekvando combat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(4), 1151-1157.
- Vácz, M., Fazekas, G., Pilissy, T., Cselkó, A., Trzaskoma, L., Sebesi, B., and Tihanyi, J. (2022). The effects of eccentric hamstring exercise training in young female handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 122(4), 955-964.
- Van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., and Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), 1316-1323.
- Van Dyk, N., Behan, F. P., and Whiteley, R. (2019). Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 53(21), 1362-1370.
- Van Hooren, B., Vanwanseele, B., van Rossom, S., Teratsias, P., Willems, P., Drost, M., and Meijer, K. (2022). Muscle forces and fascicle behavior during three hamstring exercises. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(6), 997-1012.
- Yates, K. (1988). *The Complete Book of Taekwon Do Forms*. Paladin Press.
- Yeung, S. S., Suen, A. M., and Yeung, E. W. (2009). A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8), 589-594.
- Yu, B., Queen, R. M., Abbey, A. N., Liu, Y., Moorman, C. T., and Garrett, W. E. (2008). Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. *Journal of Biomechanics*, 41(15), 3121-3126.

EKLER

EK 1. Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 26/01/2024-465145



NIĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"Erkek bireylerde eşli ve direnç bandı ile uygulanan nordic hamstring egzersizinin hamstring kuvveti ve bilateral fark üzerine etkileri
English Title	Effect of nordic hamstring exercise applied to male individuals with pairs and resistance band on hamstring strength and bilateral difference
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2023/120

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama
	SIGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐		
	BİYolojik MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2024/4	Tarih:11.01.2024		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının oy birliği ile karar verilmiştir.			

NIĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	NIĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL YÖNERGESİ
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Doç.
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 2. Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Cengizhan KAÇGAN

