

## Erkek Futbolcularda Nordik Hamstring Egzersizinin Sprint ve Sıçrama Performansına Etkisi

Halit EGESOY<sup>1</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, erkek futbolcularda nordik hamstring egzersiz uygulamasının sprint ve sıçrama performansları üzerindeki etkisini incelemektir.

**Yöntem:** Çalışmaya, profesyonel bir futbol kulübünün U-17 takımında yer alan toplam 20 sporcu (15-16 yaş) gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışmamıza katılan sporcular, kontrol grubu (n=10) ve antrenman grubu (n=10) olmak üzere randomize şekilde iki gruba ayrılmıştır. Sporcuların antropometrik ölçümleri ile 30m sprint ve dikey sıçrama parametreleri çalışmanın başında ön-test ve sonunda ise son-test olarak ölçülmüştür. Ön-test değerleri alındıktan sonra antrenman grubundaki sporcular, haftalık olağan rutin futbol antrenmanlarına ek; sekiz hafta, haftada 2-3 gün Nordik hamstring egzersiz protokolünü uygulamıştır. Kontrol grubu ise olağan rutin futbol antrenmanlarına devam etmiş ve bunun dışında ilave antrenman yapmamıştır. Sekiz haftalık uygulama sonunda son-test uygulaması yapılmış ve çalışma sonlandırılmıştır. Verilerin grup içindeki karşılaştırmalarında bağımlı gruplarda t testi, gruplar arasındaki karşılaştırmalarda ise bağımsız gruplarda t testi kullanılmıştır.

**Bulgular:** Verilerin istatistiksel analizi sonucunda antrenman grubunun, sprint zamanı ve dikey sıçrama yüksekliği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca kontrol grubunun sprint performansının öntest-son test değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu fakat sıçrama performansında aynı anlamlı farkın olmadığı belirlenmiştir.

**Sonuç:** Bu çalışmada, genç futbolculara uygulanan, Nordik hamstring egzersiz protokolünün bazı performans parametrelerinde anlamlı gelişmeler gösterdiği söylenebilir. Antrenörlerin gerek sporcuların sakatlıklarının önlenmesinde gerekse sportif performansın artırılmasında önemli etkisi olan nordik hamstring egzersizlerine kendi antrenman programlarında daha fazla yer vermeleri önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Nordik hamstring, Performans, Sporcu, Futbol

### ABSTRACT

#### The Effect of Nordic Hamstring Exercise on Sprint and Jumping Performance in Male Soccer Players

**Purpose:** The aim of this study is to investigate the effect of nordic hamstring exercise application on sprint and jumping performances in male football players.

**Method:** A total of 20 athletes (15-16 years old) participating in the U-17 team of a professional football club participated in the study voluntarily. The athletes participating in our study were randomly divided into two groups as control group (n=10) and training group (n=10). With the anthropometric measurements of the athletes, the parameters of the 30m sprint and vertical jump were measured as a pre-test at the beginning of the study and as a post-test at the end. After the pre-test values are taken, the athletes in the training group are in addition to their usual weekly routine football training; They have been following the Nordic hamstring exercise protocol for eight weeks, 2-3 days a week. The control group, on the other hand, continued their normal routine football training and did not do any additional training. At the end of the eight-week application, the final test application was made and the study was terminated. In the comparisons of the data within the group, the t-test was used in the

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli/TÜRKİYE. ORCID NO: 0000-0003-1347-8647, hegesoy1@hotmail.com

dependent groups and the t-test was used in the independent groups for the comparisons between the groups.

**Results:** As a result of the statistical analysis of the data, it was determined that there were statistically significant improvements in the sprint time and vertical jump height values of the training group ( $p<0.05$ ). In addition, it was determined that there was a significant difference between the pretest and post-test values of the sprint performance of the control group, but there was not the same significant difference in jumping performance.

**Conclusion:** In this study, it can be said that the Nordic hamstring exercise protocol applied to young football players showed significant improvements in some performance parameters. It is recommended that coaches give more space to nordic hamstring exercises in their training programs, which have an important effect on both preventing athletes' injuries and improving athletic performance.

**Keywords:** Nordic hamstring, Performance, Athlete, Soccer

## GİRİŞ

Nordik Hamstring Egzersizi (NHE), bireyin dizleri üzerinde pozisyon olarak öne düşme hareketine direnmek için hamstring kaslarını kullandığı odaklanmış eksantrik tipte bir egzersiz olarak açıklanmaktadır (Freeman ve ark., 2019; Ripley ve ark., 2023). Hamstring kası, hem yaralanmaları önlemede hem de performansı artırmada önemlidir.

Hamstring yaralanmaları, sprint ve sıçramayı gerektiren spor branşlarında daha sık görülmektedir (Ishøi ve ark., 2018). Temas içeren gerek takım ve gerekse bireysel sporlarda en sık görülen yaralanmalardan biri olan hamstring yaralanmaları, tüm spor yaralanmalarının %12'sinden fazlasını oluşturmaktadır (Ekstrand ve ark., 2011).

Futbol branşında özellikle sezon öncesi çalışmalarda uygulanan NHE protokolünün, sporcuların hamstring yaralanmalarını önemli derecede azalttığı bildirilmiştir (Ekstrand ve ark., 2011; Ishøi ve ark., 2018; Krommes ve ark., 2017; Kaplan ve ark., 2024). Son yıllarda popülerlik kazanmış futbol kulüplerinin sporcularında oluşan hamstring sakatlanma oranlarının kısmen azaldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Delahunt ve ark., 2016). Literatüre bakıldığında, yapılan çalışma bulguları hamstring yaralanmalarının önlenmesinde ek olarak farklı egzersiz modellerinde kullanılmasının doğru bir yaklaşım olabileceğini savunurken bunu destekleyen çalışma bulgusu verilmemektedir.

NHE protokolü, sprint performansı için gerekli olduğu düşünülen eksantrik hamstring gücünü artırmaktadır (Ishøi ve ark., 2018; Krommes ve ark., 2020) ve eksantrik hamstring gücünü artırmak için farklı yöntemler kullanan çalışmaların bulguları, sporcuların sıçrama (Guruhan ve ark., 2021; Krommes ve ark., 2017) ve sprint (Krommes ve ark., 2020; Saleh ve ark., 2021) performansında iyileşmeler olduğunu bildirmiştir. Bu protokol, Mjolsnes ve ark., (2004) tarafından literatüre kazandırılan NHE daha sonrasında antrenör ve spor bilimciler

tarafından kullanılan popüler bir yöntem haline dönüşmüştür. Bu egzersiz protokolünün sporcuların eksantrik gücü, kas aktivasyonunu, sıçrama performansını iyileştirmede ( Iga ve ark., 2012; Petersen ve ark., 2011) ve hamstring yaralanma oranlarını azaltmada (Opar ve ark., 2021; Van der Horst ve ark., 2015) etkili olduğu görülmektedir.

Literatürde birçok çalışma bulgusunda NHE'nin yaralanma riskini azaltmada ve kas performansının güçlenmesinde avantajlar sağladığı görülmeye rağmen (Ekstrand ve ark., 2011; Guruhan ve ark., 2021; Ishøi ve ark., 2018; Ribeiro-Alvares ve ark., 2018; Saleh ve ark., 2021) günümüzde bu egzersizin uygulanabilirliği ve güvenilirliği konusunda kapsamlı bir çalışma örneğine rastlanılmamıştır (Alt ve ark., 2021). Ayrıca, NHE'nin performans ve yaralanma önleme üzerindeki etkileri hakkında kapsamlı bir inceleme yapılmamıştır. Bu nedenle mevcut çalışmanın amacı, erkek futbolcularda NHE uygulamasının sprint ve sıçrama performansları üzerindeki etkisini incelemektir.

## YÖNTEM

---

### *Katılımcılar*

Çalışmaya profesyonel bir futbol takımın U-17 takımında yer alan toplam 20 erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır (ortalama  $\pm$  Ss: yaş: 16,2 $\pm$ 0,41 yıl; antrenman yaşı: 5,6 $\pm$ 0,88 yıl; vücut ağırlığı: 63,3 $\pm$ 1,63 kg, boy: 171,6 $\pm$ 2,46 cm, VKI: 21,05 $\pm$ 0,9 kg/m<sup>2</sup>). Çalışmada yer alan katılımcılar, haftanın beş günü futbol antrenmanına katılmaktadır. Katılımcılar, rasgele olacak şekilde antrenman grubu (n=10) ve kontrol gruplarına (n=10) ayrılmışlardır. Antrenman grubu, rutin antrenman programlarına ek olarak 8 hafta ve haftada 2-3 gün olacak şekilde NHE protokolünü uygulamıştır. Bu protokol, her antrenman seansında 10-15 dk arasında uygulanmıştır. Kontrol grubu ise bu protokolü uygulamamış, olagan rutin antrenman programını gerçekleştirmiştir. Sporcuların bir antrenman seansına katılamaması durumunda, kendilerinden bu protokolü evde uygulamaları istenmiştir. Bu uygulama videoya çekilmiş ilgili araştırmacıya gönderilmiştir. Katılımcıların önce, boy ve kilo ölçüm değerleri alınmıştır. Ön-test sırasında 15 dakikalık standart bir ısınma protokolü kullanılmıştır. Daha sonra katılımcıların 30m sprint ve dikey sıçrama parametreleri çalışmanın başında ön-test ve sonunda ise son-test olarak ölçülmüş ve çalışma sonlandırılmıştır.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri; katılımcıların en az 5 yıllık bir antrenman deneyimine sahip olması, antrenmanlara düzenli katılıyor olması ve herhangi bir kas-eklem yaralanması olmaması olarak belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan katılımcılara araştırma hakkında detaylı bilgi verilmiş ve her bir katılımcı bilgilendirilmiş onam formunu imzalamışlardır. Çalışma, Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütülmüştür.

### ***Veri Toplama Araçları***

#### ***Antropometrik ölçümler***

Deneklerin boy uzunlukları hassaslık derecesi 0.01 m olan (SECA, Almanya) boy ölçer ile vücut ağırlığı ölçümleri ise hassaslık derecesi 0.1 kg olan elektronik baskülle (SECA, Almanya) ölçülmüştür.

#### ***Vücut Kitle İndeksi (VKİ)***

VKİ, katılımcıların vücut ağırlıklarının kg değerinin, boy uzunluğu metre ölçümünün karesine bölünmesi ile ( $\text{kg/m}^2$ ) hesaplanmıştır.

#### ***30 m Sprint Testi***

Katılımcıların 30 m sprint performansları suni çim sahada fotosel (Seven, SE-165 Fotoselli Kronometre, İstanbul, Türkiye) kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcıların sprint koşusu, start fotoselinin 1 m gerisinde bulunan çizgiden kendilerini hazır hissettikleri anda yüksek çıkış yaparak başlamış ve 30 m mesafedeki bitiş noktasında bulunan fotoseli otomatik olarak durdurması ile sona ermiştir. Ölçümler, 3 dk pasif dinlenme aralığıyla 3 defa tekrar edilmiştir. Katılımcıların ölçüm sonuçları saniye ve salise cinsinden değerlendirilmiş ve en iyi dereceleri kaydedilmiştir (Mor ve ark., 2021).

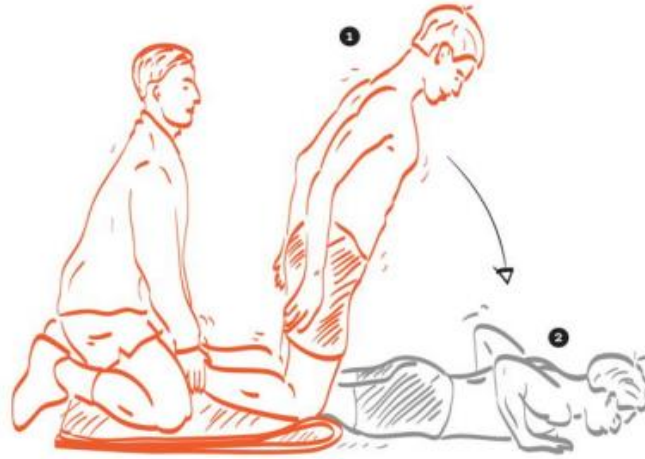
#### ***Dikey Sıçrama Testi***

Çalışmada katılımcıların dikey sıçrama (CMJ) performansları dijital dikey sıçrama cihazı (Takei 5406 Jump-MD Vertikal Jumpmetre, Tokyo, Japonya) ile ölçülmüştür. Katılımcılarda ayakta durur pozisyondan dizler 90° derece fleksiyon skuat pozisyonunda ve eller serbest bir şekilde yukarı doğru hızla sıçrama yapmaları istenmiştir. Bu uygulama 3 defa tekrarlanmış, her deneme arasında sporculara 1 dk dinlenme süresi verilmiş ve denemelerdeki en yüksek sıçrama değer verisi kullanılmıştır (Glatthorn ve ark., 2011).

#### ***Nordik Hamstring Egzersizinin Uygulanması***

NHE, oyuncunun eksantrik fazdaki yükü en üst düzeye çıkarmak için hamstring kaslarını kullanarak öne düşen bir harekete direnmeye çalıştığı bir egzersiz uygulamasıdır. Oyuncudan, tüm hareket aralığı boyunca kalçalarını hafifçe bükülmüş bir konumda sabit tutması ve hamstring kaslarını kullanarak ileri düşüşü mümkün olduğunca uzun süre frenlemesi ve öne düşüş'ten sonra bile hamstringlerinde gerginliği korumaya çalışması istenmiştir.

Katılımcılardan yere düşme pozisyonunda kollarını kullanmaları, göğsün yüzeye temas etmesine izin vermeleri ve eş-merkezli fazdaki yükü en aza indirmek için elleriyle kendini yukarı doğru iterek tekrar başlangıç pozisyonuna geri dönmeleri istenmiştir (Mjolsnes ve ark., 2004) (Şekil 1).



**Şekil 1.** Nordik Hamstring Egzersiz Uygulaması

Mevcut çalışmada kullanılan *NHE protokolü*, aşağıdaki Tablo 1 'de yer alan yüklenme parametreleri dikkate alınarak uygulanmıştır.

**Tablo 1.** Nordik Hamstring Egzersiz Protokolü Yüklenme Parametreleri

Hafta	Antrenman Sıklığı	Set ve Tekrar Sayısı
1	2	2 x 5
2	2	2 x 6
3	3	3 x 6-8
4	3	3 x 8-10
5-8	3	3 x 12, 10, 8

(Mjolsnes ve ark., 2004)

### **Verilerin Analizi**

Verilerin analizi için SPSS v26 paket programı kullanılmıştır. Grupların sprint ve sıçrama performanslarını analiz etmek için ön ve son test arasındaki fark eşleştirilmiş t testi ile değerlendirilmiştir. İki grup arasındaki farkı istatistiksel olarak değerlendirmek için ön ve son test arasında daha önce elde edilen fark verileri kullanılmış ve normallik hipotezi test edilmiştir. Gruplar arasında sprint ve sıçrama performansları açısından fark olup olmadığını tespit etmek için de bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Anlamlılık derecesi  $p<0,05$  olarak değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan katılımcıların antropometrik özellikleri aşağıdaki Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Katılımcıların Antropometrik Özellikleri

Değişkenler	Antrenman Grubu (n=10)	Kontrol Grubu (n=10)
	Ort ± Ss	Ort ± Ss
Yaş (yıl)	16,32±0,48	16,12 ± 0,40
Vücut ağırlığı (kg)	63,22±1,68	63,40±0,96
Boy uzunluğu (cm)	170,8±3,43	172,32±2,21
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	21,10±1,16	21,01±0,64
Antrenman yaşı (yıl)	5,91±0,96	5,32±1,04

**Tablo 3.** Antrenman ve Kontrol Gruplarının Grup İçi ve Gruplar Arası T-Test Analiz Tablosu

Değişkenler	Grup	Ön Test				Son Test				Ön-test-Son-test	
		Ort.	Ss	t	p	Ort.	Ss	t	p	t	p
Dikey Sıçrama	Antrenman Grubu	32,70	2,54	0,83	0,42	33,70	2,06	1,21	0,24	-3,06	0,02*
	Kontrol Grubu	31,90	1,66			32,80	1,14			-2,08	0,07
Sürat	Antrenman Grubu	4,62	0,05	-0,26	0,80	4,57	0,07	-1,53	0,14	10,16	0,00*
	Kontrol Grubu	4,63	0,22			4,61	0,08			6,33	0,00*

\*p<0,05,

Antrenman grubunun ön-son test değerlerine bakıldığında, hem sıçrama hem de sprint performansları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Bunun yanında, kontrol grubunun ön-son test değerlerine bakıldığında, dikey sıçrama performansında anlamlı bir fark olmadığı (p>0.05), ancak sprint performansında anlamlı bir fark (p<0.05) olduğu belirlenmiştir. Antrenman grubundaki sprint performansı gelişimin kontrol grubundaki gelişimden daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

## TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, erkek futbolcularda NHE uygulamasının sprint ve sıçrama performansları üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmamızın bulgularına bakıldığında, NHE protokolünün genç futbolcular üzerinde 8 haftalık bir zaman diliminde hem sıçrama hem de sprint performansında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler gösterdiği belirlenmiştir.

Futbol ve diğer takım sporlarında, sporcular tarafından yapılan yüksek şiddetteki aktiviteler müsabakaların kazanılmasında büyük öneme sahiptir. Bir müsabaka sırasında sporcular tarafından gerçekleştirilen 10 m'lik bir sprintin süresinde meydana gelebilecek 0,05 sn'lik bir düşüş, 25-30 cm'lik bir ekstra bir mesafe kat etme ile sonuçlanabilmektedir. Örneğin futbolda, böyle bir fark önemli kabul edilir ve rakip oyuncudan önce topa ulaşmak, şutu engellemek veya gol atmak için çok önemli olabilir. Futbolda müsabaka sırasında gerçekleşen sprintlerin çoğu 20 m'in altındadır ve sprint sırasında sporcular maksimal hızlarına yaklaşık 20 m'den sonra ulaştıkları bilinmektedir. Bu nedenle, hızlanma sprint mesafeleri <20 m ve maksimum hız sprint mesafeleri de  $\geq 20$  m olarak sınıflandırılmaktadır.

İlgili literatür incelendiğinde, futbolculara uygulanan NHE'nin sprint ve sıçrama performanslarını değerlendiren birçok çalışma olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardan bazılarının bulgularının (De Oliveira ve ark., 2020; Ishøi ve ark., 2018; Krommes ve ark., 2017; Rumpf ve ark., 2016;) mevcut çalışmanın bulgularıyla benzerlik gösterdiği bazılarının bulgularının da benzerlik göstermediği görülmüştür (Gülü ve Doğan, 2021; Krommes ve ark., 2017; Porrati-Paladino ve ark., 2021). Ishøi ve ark., (2018) çalışmalarında 10 haftalık NHE protokolünün, sporcuların sprint hızlanma performansını iyileştirdiğini göstermiştir. Yapılan bir başka çalışmada, alt ekstremiteye uygulanan NHE'nin katılımcıların kısa sprint mesafeleri ( $\leq 10$  m) için daha olumlu bir etkisi olduğu rapor edilmiştir (Rumpf ve ark., 2016). Bir başka araştırmanın sonuçlarına göre, profesyonel bir futbol kulübünde oynayan sporculara 4 hafta süresince haftada iki kez uygulanan NHE programı, erkek futbolcuların eksenrik diz fleksör kas kuvvetinde anlamlı iyileşmeler gösterdiği belirlenmiştir (De Oliveira ve ark., 2020).

Ishoi ve ark., (2018) tarafından amatör futbolcular üzerinde 10 hafta süresince uygulanan NHE'nin antrenman grubundaki sporcuların sprint performansında orta düzeyde iyileşmeler ( $-0.047$  s,  $p = 0.005$ ,  $d = 0.64$ ) ve tepe eksenrik hamstring gücü ve kapasitesinde ise büyük artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Bautista ve ark., (2021) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, NHE protokolü uygulayan antrenman grubu sporcularının 20m sprint performanslarında anlamlı iyileşmeler ( $p=0.03$ ) olduğu belirlenmiştir. Krommes ve ark., (2017) tarafından yapılan bir başka çalışmada, elit futbol oyuncular üzerinde 10 hafta süresince uygulanan NHE protokolünün katılımcıların 5-10m kısa mesafe sprint performanslarında anlamlı gelişmeler gösterdiği fakat aynı etkinin 30m sprint performansında olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında, Gülü ve Doğan (2021) tarafından 19 erkek katılımcı üzerinde yapılan çalışmada, antrenman ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların antrenman öncesi ve sonrası 5-10 ve 30m sprint testi değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışma

bulgularına göre, antrenman grubunda yer alan katılımcıların 5m sprint ön test son test arasında anlamlı bir fark olmadığı, fakat 10m ve 30m sprint ön test ve son test değerleri arasında ise anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Bunun yanında, NHE'nin katılımcıların sıçrama performansı üzerindeki etkileri konusundaki literatür çalışmaların bulgularının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmanın bulgularına göre, NHE protokolünün katılımcıların sıçrama performansı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Fakat, Porrati-Paladino ve ark., (2021) tarafından kadın futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada, NHE'nin kadın sporcuların sıçrama performanslarını geliştirmediği rapor edilmiştir. Bu çalışmanın bulguları çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermemektedir. Bunun yanında, Krommes ve ark., (2017) nın yaptığı bir başka çalışmada, NHE protokolünün antrenman grubunun sıçrama performansında anlamlı iyileşmeler gösterdiği belirlenmiştir. Nunez ve ark., (2024) tarafından yapılan bir meta-analiz çalışmasında, ilgili çalışmalardan elde edilen bulguların, NHE protokolünün katılımcıların sprint performansı, kas aktivasyonu, eksantrik kuvvet ve kas mimarisi (fasikül uzunluğu, kas kalınlığı ve pennasyon açısı) üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini rapor etmiştir.

Bunun yanında, Amjad ve ark., (2024) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise futbolcularda hamstring yaralanmalarının önlenmesinde nordik ve sprint egzersiz programının etkileri araştırılmıştır. Hem hamstring hem de sprint egzersiz programlarının, katılımcıların hamstring yaralanma riskini azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızın bulguları, NHE protokolünün elit futbolculardaki sakatlık oranları veya performans sonuçları üzerindeki etkisiyle ilgili gelecekte yapılacak araştırmalar, bu protokolün performans ölçümleri üzerindeki etkileri konusunda çekinceleri olan antrenörler açısından faydalı olabileceği düşünülmektedir.

## SONUÇ

Genç futbolcularda 8 hafta süresince NHE protokolünün uygulanmasıyla katılımcıların hem sıçrama ( $p=0.02$ ) hem de sprint performanslarında ( $p=0.00$ ) anlamlı iyileşmeler olduğu görülmüştür. Sprint performansında hamstring kas grubunun önemli işlevi bulunmaktadır. Bu kas grubunun antrenmanlarda yeterince geliştirilmesi, sporcu sakatlıklarının azalmasına neden olacağı gibi sprint performansının gelişmesine de katkıda bulunacaktır. Bu nedenle, antrenörlerin NHE'ne antrenman programlarında daha fazla yer vermeleri önerilmektedir.

Bunun yanında, NHE'nin sprint performansı üzerindeki etkisi, daha farklı sprint mesafelerine ve yaş gruplarına odaklanarak gelecekteki büyük ölçekli çalışmalarda daha



kapsamlı bir şekilde incelenmelidir. Bu tür çalışmalar, mevcut araştırma sırasında elde edilen veriler ve diğer ilgili bilgiler ışığında tasarlanabilir.

### **Çalışmanın Sınırlılıkları**

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Ön test ölçümlerinden önce katılımcılarla uygulanacak protokole aşına olmalarını sağlamak için familizasyon seanslarının yapılmaması bu çalışmanın sınırlılıklarından birisidir. Bir diğeri ise, mevcut çalışmanın örnekleminin, uygulanan egzersiz protokolünün etkisini test etmek için biraz küçük olmasıdır.

### **KAYNAKLAR**

---

- Alt, T., Schmidt, M. (2021). The ANHEQ evaluation criteria: Introducing reliable rating scales for assessing Nordic hamstring exercise quality. *Sports Medicine*, 7, 91-96.
- Amjad, S., Hafeez, T., Javed, H., Azfar, H. (2024). Effects of Nordic versus sprint exercise program in prevention of hamstring injuries in football players: *Journal of Health and Rehabilitation Research (JHRR)*,4(1), 1296–1301.
- Bautista, I.J., Vicente-Mampel, J., Baraja-Vegas, L., Segarra, V., Martín, F., Van Hooren, B. (2021). A systematic review and meta-analysis of intervention studies among team sport players. *The Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(9), 931-938.
- Delahunt, E.; McGroarty, M., De Vito, G.; 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
- De Oliveira, N.T., Medeiros, T.M., Vianna, K.B., Oliveira, G.D.S., de Araujo Ribeiro-Alvares, J.B., Baroni, B.M. (2020). A four-week training program with the Nordic hamstring exercise during preseason increases eccentric strength of male soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(4), 571-578.
- Ekstrand, J., Häggglund, M., Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *American Journal of Sports Medicine (AJSM)*, 39, 1226–1232.
- Freeman, B.W., Young, W.B., Talpey, S.W., Smyth, A.M., Pane, C.L., Carlon, T.A. (2019). The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(7), 1119-1125.

- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and Reliability of optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research (JSCR)*, 25(2), 556-560.
- Guruhan, S., Kafa, N., Ecemis, Z.B., Guzel, N.A. (2021). Muscle activation differences during eccentric hamstring exercises. *Sports Health*,13, 181–186.
- Gülü, M., Doğan, A.A. (2021). The effect of 6 week Nordic hamstring exercise on sprint and jumping performance. *Journal of Sports Sciences Research*, 6(2), 421-430.
- Iga, J., Fruer, C.S., Deighan, M., Croix, M.D., James, D.V. (2012). ‘Nordic’ hamstrings exercise-engagement characteristics and training responses. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 1000–1004.
- Ishøi, L., Hölmich, P., Aagaard, P., Thorborg, K., Bandholm, T., Serner, A. (2018). Effects of the Nordic hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 36(14),1663-1672.
- Kaplan, M.İ., Yapici, A., Ergin, G.F., Atabas, E.G. (2024). Muscle injury response of two different eccentric hamstring exercises. *Human Sport Medicine*, 24(S1),182–194.
- Krommes, K., Nielsen, M.F., Krohn, L., Grønfeldt, B.M., Thorborg, K.B., Hölmich, P., Ishøi L. (2020). The effect of including the Nordic hamstring exercise on sprint and jump performance in athletes: protocol of a systematic review and meta-analyses. Pre-print on med Rxiv, 01-APR-2020 v. 1.0.
- Krommes, K., Petersen, J., Nielsen, M. B., Aagaard, P., Hölmich, P., ve Thorborg, K. (2017). Sprint and jump performance in elite male soccer players following a 10-week Nordic hamstring exercise protocol: a randomised pilot study. *BMC Research Notes*, 10(1), Article 669.
- Mjolsnes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T., 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, 311–317.
- Mendiguchia, J., Martinez-Ruiz, E., Morin, J.B., Samozino, P., Edouard, P., Alcaraz, P.E., ve ark. (2015). Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25, e621-9.

- Mor, A., Yurtseven, R., Mor, H., & Acar, K. (2021). 11-12 yaş grubu futbolcularda farklı ısınma protokollerinin bazı performans parametrelerine etkisi. *Spormetre*, 19(4), 72-83.
- Nunes, H., Fernandes, L.G., Martins, P.N., Ferreira, R.M. (2024). The effects of Nordic Hamstring exercise on performance and injury in the lower extremities: An umbrella review. *Healthcare*, 12, 1462.
- Opar, D.A., Timmins, R.G., Behan, F.P., Hickey, J.T., van Dyk, N., Price, K., Maniar, N. (2021). Is pre-season eccentric strength testing during the Nordic hamstring exercise associated with future hamstring strain injury? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51, 1935-1945.
- Porrati-Paladino, G., Cuesta-Barriuso, R. (2021). Effectiveness of plyometric and eccentric exercise for jumping and stability in female soccer players-a single-blind, randomized controlled pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 294-99.
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M.B., Budtz-Jørgensen, E., Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: A cluster-randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 39, 2296-2303
- Ribeiro-Alvares, J.B., Marques, V.B., Vaz, M.A., Baroni, B.M. (2018). Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research (JSCR)*, 32, 1254-1262.
- Ripley, N.J., Cuthbert, M., Comfort, P., McMahon, J.J. (2023). Effect of additional Nordic hamstring exercise or sprint training on the modifiable risk factors of hamstring strain injuries and performance. *PLoS ONE*. 18, e0281966.
- Rumpf, M. C., Lockie, R. G., Cronin, J. B., Jalilvand, F. (2016). Effect of different sprint training methods on sprint performance over various distances: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research (JSCR)*, 30(6), 1767-1785.
- Saleh, A.A.A.W., Faude, O., Husain, M.A., Soomro, N., Sanders, R.H. (2021). Combining the copenhagen adduction exercise and nordic hamstring exercise improves dynamic balance among male athletes: A randomized controlled trial. *Sports Health*, 13, 580-587.
- Van der Horst, N., Smits, D.W., Petersen, J., Goedhart, E.A., Backx, F.J. (2015). The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: A randomized controll