

# Fonksiyonel Hareketli Denge Sistemi'nin Fonksiyonellik Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

## Determination of the Effect of Functional Moving Balance System on Functionality

 Bünyamin HAKSEVER<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Lefkoşa, KKTC

**ÖZET Amaç:** Çalışmanın amacı, çoklu eklem açısı ve pozisyonlarında hareket sağlayan Fonksiyonel Hareketli Denge Sistemi'nin [Dynamic Innovative Balance (DIBA)] fonksiyonellik üzerine etkinliğinin belirlenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya yaşları 18-32 yıl arasında olan 36 sağlıklı erkek gönüllü katıldı. Bireyler rastgele kontrollü olarak 2 gruba ayrıldı. Çalışma grubuna DIBA ile 8 hafta ve haftada 3 gün 45-60 dk olarak denge ve fonksiyonel eğitim uygulanırken, kontrol grubuna standart denge ekipmanları (denge tahtası, "wobble board" ve BOSU) kullanılarak 8 hafta boyunca haftada 3 gün 45-60 dk olarak denge ve fonksiyonel eğitim uygulandı. Bireyler eğitim öncesi, eğitim sonrası 4 ve 8. haftalarda değerlendirildi. Bireylerin fonksiyonel durumlarının değerlendirilmesi için fonksiyonel uzanma testi (FUT) ve tek bacak öne hoplama (TBH) uygulandı. **Bulgular:** TBH testinde 4. hafta ( $p=0,012$ ) ve 8. hafta ( $p=0,016$ ) sonuçlarında çalışma grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla artış olduğu belirlenirken, FUT bakımından 2 grup arasında 4. hafta ( $p=0,563$ ), 8. hafta ( $p=0,085$ ) anlamlı fark bulunmadı. **Sonuç:** Bu çalışmaya göre DIBA ile fonksiyonellik açısından olumlu etkiler sağladığından dolayı, standart denge ekipmanlarının yerine alternatif olarak veya standart denge ekipmanları ile birlikte kullanılabilir.

**ABSTRACT Objective:** Dynamic Innovative Balance System (DIBA) that provides movement in multiple joint angles and positions. The aim of the study was to determine the effect of DIBA on functionality. **Material and Methods:** Thirty-six healthy male volunteers (aged 18-32 yrs) participated in the study. Individuals were divided into two groups including DIBA and control. Balance and functional training were applied to the study group with DIBA for 8 weeks and 3 days a week for 45-60 minutes, while the control group received conventional balance and functional training for 45-60 minutes 3 days a week for 8 weeks using standard balance equipment (balance board, wobble board and BOSU). The individuals were evaluated before the training and at the 4th and 8th weeks after the training. Functional reach test (FUT) and single leg forward hop (SLH) were applied to evaluate the functional status of the individuals. **Results:** In the SLH test, there was a statistically more improvement in the study group compared to the control group in the results of 4th week ( $p=0.012$ ) and 8th week ( $p=0.016$ ), while there was no statistically significant difference between the two groups in 4th week ( $p=0.563$ ) and 8th week ( $p=0.085$ ), in terms of FUT. **Conclusion:** According to this study, it should be used instead of standard balance equipment or with standard balance equipment in which DIBA provides positive effects in terms of functionality.

**Anahtar Kelimeler:** Denge; postüral kontrol; fonksiyonel egzersiz

**Keywords:** Balance; postural control; functional exercise

Dinamik postür, fonksiyon ve denge birbirinden ayrılmayan bir bütün hâlinindedir.<sup>1</sup> Vücut vestibüler, görsel, proprioseptif ve somatosensöryal sistemler aracılığıyla aldığı bilgiler ile gerekli olan kassal ve eklemsele düzenlemeleri yaparak vücudu doğru duruş pozisyonunda tutmaya çalışır.<sup>1,2</sup> Gövdenin, başın ve ekstremitelerin herhangi bir hareketi sırasında denge noktası sürekli olarak yer değiştirir.<sup>2,3</sup>

Doğru bir duyuşal girdi sağlanması ve doğru şekilde dinamik dengenin sağlanması ile ancak iyi bir dinamik postüral kontrol elde edilebilir.<sup>4,5</sup> Bu uyum vestibüler, proprioseptif ve görsel verilerin santral sinir sisteminde değerlendirilip, birleşip, gerekli ve uygun hareketler bütününe oluşturulması ile sağlanmaktadır.<sup>1,3,5</sup> Bunu sadece sabit pozisyonunda sağlamak yeterli değildir. Aynı zamanda bir hareketten

**Correspondence:** Bünyamin HAKSEVER

Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Lefkoşa, KKTC/TRNC  
E-mail: yasbun@hotmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences.

Received: 21 Oct 2020

Received in revised form: 16 Jan 2021

Accepted: 04 Feb 2021

Available online: 12 Mar 2021

2536-4391 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

başka bir harekete geçerken de kaliteli ve fonksiyonel dengeyi sağlayıp, postürü ayarlamak gereklidir.<sup>5,6</sup>

Bireyin algısını ve pozisyonel hissini geliştirip, tekrar yaralanmasını önlemek için denge ve fonksiyonel egzersiz programı, rehabilitasyonun vazgeçilmez unsurlarından biridir.<sup>1,3</sup> Bireye her hareket sırasında dinamik ve fonksiyonel olarak doğru vücut düzgünlüğü öğretilmelidir.<sup>2,3</sup> Çünkü günlük hayatta yapılan aktiviteler sırasında genellikle ayaklar yerle temas yüzeyi üzerinde hareketlidir ve sürekli vücut pozisyonu değiştirilerek yeni duruma adapte olarak hareket edilir.<sup>7</sup> Rehabilitasyonda mümkün olduğu kadar günlük aktivitelerimizin benzeri eğitimlerle bireyi tedavi etmemiz gerekmektedir. Günümüzde kullanılan denge sistemlerinde genel prensip ayaklar, farklı temas yüzeyleri üzerinde sabit iken denge sağlamaya yöneliktir. Bu egzersizler sabit bir vücut pozisyonu üzerinde genelde BOSU (BOSU, Ashland, OH), stabilite eğitimi gibi yumuşak yüzeyler veya “wobble board”, “rocker board” veya Nintendo Wii (Nintendo, Kyoto, Japan) gibi oyun konsolları ile uygulanmaktadır.<sup>7-11</sup> Çoğu zaman birey yaralanmış veya problemlili ekstremitesi ile zemine baskı vermektan kaçınmaktadır.<sup>7</sup> Bu sorunu da güncel sistemlerle kontrol altında tutmak mümkün olmamaktadır. Bu durum, bireylerde korkuya sebep olup motivasyonu düşürmektedir.<sup>12,13</sup> Literatürde birçok denge sistemi bulunmasına rağmen hem doğru ağırlık aktarmayı sağlayan hem de fonksiyonel, bütüncül bir denge sistemi mevcut değildir. Çalışmanın amacı, sağlıklı erkek bireylerde çoklu eklem açısı ve pozisyonlarında hareket sağlayan Fonksiyonel Hareketli Denge Sistemi (DIBA) ile uygulanan denge ve fonksiyonel eğitimi ile standart denge eğitiminin fonksiyonellik parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmanın hipotezi, sağlıklı erkek bireylerde DIBA ile uygulanan denge ve fonksiyonel eğitiminin standart denge eğitimine göre fonksiyonelliği daha fazla geliştireceğidir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### KATILIMCILAR

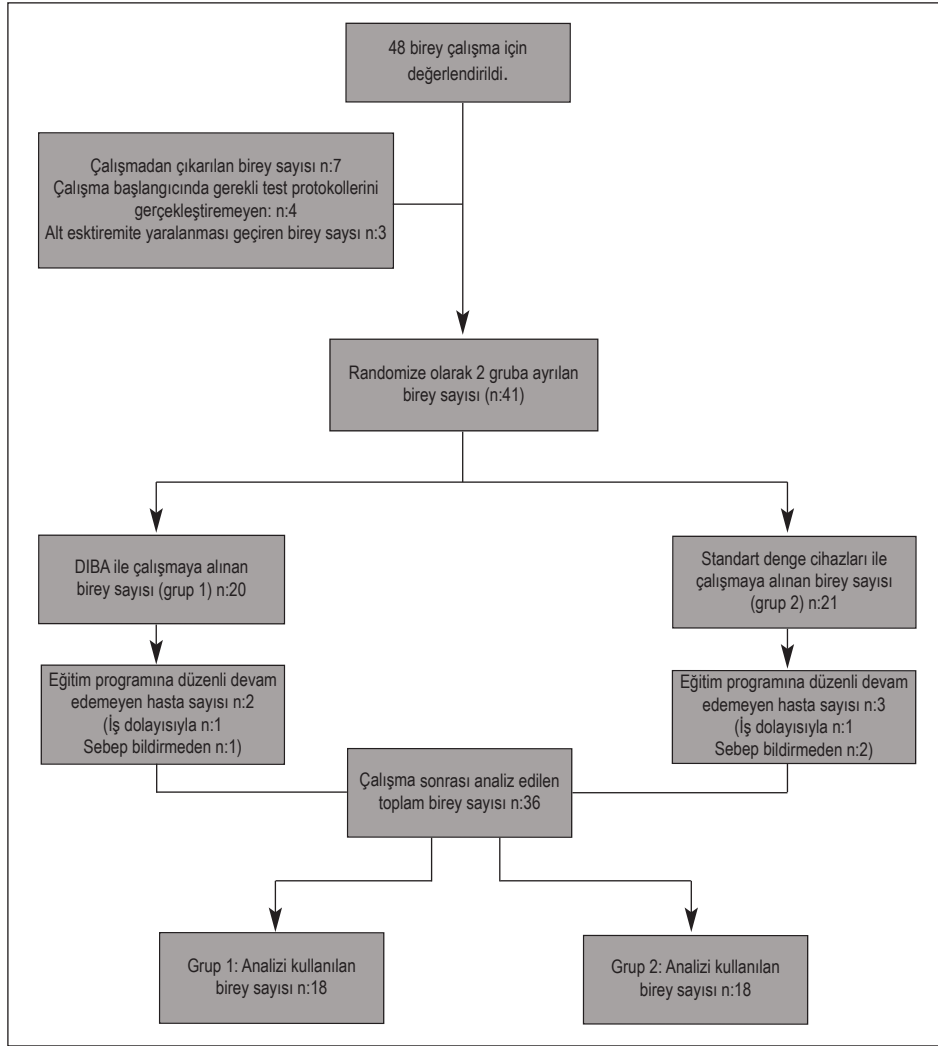
Çalışma içerisindeki bireylerin sayısı tek bacak öne hoplama (TBH) testinin anterior parametresi baz alınarak; %5 Tip 1 hata ile %85 istatistiksel çalışmanın gücü için bu çalışmaya her grup için en az 18 bireyin

dâhil edilmesi gereken örneklem büyüklüğü hesaplandı. Bu nedenle çalışmaya yaşları 18-32 arasında olan 48 birey çalışma için davet edildi ve çalışmaya dâhil edilme ölçütleri karşılayan 36 birey dâhil edildi. Bireyler, bilgisayar destekli randomizasyon yöntemi ile 2 ayrı gruba ayrıldı ve bu çalışma ileri dönük rastgele kontrollü çalışma olarak dizayn edildi. DIBA ile fonksiyonel denge egzersiz programı uygulanan 18 birey çalışma grubuna, standart denge sistemleri ile fonksiyonel egzersiz programı uygulanan 18 birey ise kontrol grubuna dâhil edildi (Şekil 1). Çalışmanın yapılabilmesi için gerekli etik kurul onayı Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan alındı (tarih: 23.01.2013, no: GO 13/02). Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak planlanıp uygulandı.

Çalışmaya dâhil edilecek bireyler, “American College of Sports Medicine” tarafından belirlenen kriterlere göre sağlıklı ve uygun fiziksel aktivite seviyesine sahip erkek bireyler (haftada 3 gün en az 30 dk ile 60 dk arasında orta yoğunlukta egzersiz yapan, yani bireyi terleten veya soluk almasını zorlaştıran yüzme, koşma bisiklet sürme gibi) arasından seçildi.<sup>14</sup> Çalışmaya, 18-32 yaş arasında olan, son 6 ay içinde herhangi bir alt ekstremitte yaralanması geçirmeyen, herhangi bir kronik alt ekstremitte ağrısı veya cerrahisi olmayan, dominant bacağı sağ taraf olan ve sağlıklı gönüllü bireyler dâhil edildi. Çalışmaya devam etme ve egzersizleri uygulama sırasında isteksiz olmak, eğitim programına düzenli devam etmemek, üst üste en az 3 eğitimini ve 2 değerlendirmesini aksatmak, çalışma süresi boyunca, günlük yaşam aktiviteleri sırasında herhangi bir alt ekstremitte yaralanması geçirmiş olmak dışlama ölçütleri olarak belirlendi. Çalışmaya davet edilen bireylere, çalışmanın amacı anlatılarak değerlendirme yöntemleri ve testler hakkında bilgi verildi. Ayrıca çalışmaya dâhil edilen bütün bireylere, onam formu imzalatılıp, bütün bireylerin çalışmaya kendi istekleri ile katılımları sağlandı.

### DEĞERLENDİRME

Her 2 grup, denge ve fonksiyonel eğitime başlamadan önce, 4 ve 8. haftada değerlendirildi. Bütün bireyler, TBH testi ve fonksiyonel uzanma testi (FUT) kullanılarak değerlendirildi.



ŞEKİL 1: Akış şeması.

**Alt Ekstremitte Fonksiyonel Performansı Değerlendirmesi:** Bireylerin alt ekstremitte fonksiyonel performansının değerlendirilmesi için TBH kullanıldı.<sup>15</sup> TBH, geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış bir fonksiyonel performans testidir [sınıf içi korelasyon katsayısı (intraclass correlation coefficient) "ICC": 0,87-0,91].<sup>15,16</sup> Test için 2 adet mezura 180 derecelik açı yapacak şekilde plastik çubukların üzerine yapıştırıldı. Mezuranın başlangıç noktasına ayak başparmak ucu gelecek şekilde dominant ayak üzerinde durması istendi. Birey, dominant olan sağ bacağı üzerinde dururken, diğer bacağı dizden bükerek öne doğru sıçraması istendi ve bireyin düştüğü nokta (topuk iz düşümü) işaretlendi. Sıçrama testi sadece dominant taraf için ve 3 kez tekrarlandı. Sıçrama mesafesi mezura ile santimetre cinsinden ölçülerek ortalama değer alındı.

**Fonksiyonel Uzanma Performansının Değerlendirilmesi:** Bireyin fonksiyonel dengesini ve dinamik uzanma miktarını öğrenmek için FUT uygulandı (ICC: 0,87).<sup>17</sup> Birey öncelikle her 2 bacağına eşit ağırlık vererek ölçüm yapılacak duvara paralel dik durdu. Mezura yere paralel şekilde duvara sabitlendi. İlk olarak bireyden her 2 kolu birbirine paralel ve dirsekleri düz tutarak sabit durması istendi ve mezuraya denk gelen cm değeri fizyoterapist tarafından kaydedildi. Sonra bireyden öne doğru ve her 2 ayak taban ve topuğu yerden kalkmadan uzanabildiği kadar uzanması istendi. Bireyin tabanlarının yerden kalkmadan, dengesini kaybetmeden gidebildiği maksimum uzanma sonrası eski pozisyonuna gelebildiği değer kaydedildi. Dirsekler düz iken başlangıç pozisyonu ile uzandı mesafe arasındaki fark belirlendi. Bu uygu-

lama 3 kez tekrarlanarak, bu 3 değerin ortalaması alındı.

**Fonksiyonel Hareketli Denge Sistemi'nin Dizaynı:** Bu çalışmada oluşturulan DIBA ile ayak altında bulunan platform ileri-geri ve yanlara doğru hareket ederken, vücudun farklı pozisyonlarında egzersiz yapılmasına olanak vermek ve aynı zamanda açısız hareketi birleştirerek 3 boyutlu hareket pater-ninde egzersiz eğitimi sağlamaktır. İleri geri hareketi sağlayan ve 2 adet lineer alüminyum ray sistemi bulunmaktır. Ayrıca 2 ray sistemi arasında yana açıl-mayı sağlayan ve rayları zıt yöne iten farklı bir piston açısız hareketi sağlamaktadır. Rayların üzerinde ayakların konabileceği 2 adet pedal kumanda aracılı-ğıyla "stepper" motorlar aracılığıyla güç elde ederek, rayların üzerindeki ileri-geri hareketi oluşturmaktadı-r. Bu mekanizma, bir kumanda ile fizyoterapist ta-rafından hareket ettirilebildiği için, bireyin rahatlıkla kontrol altında tutulması ve çalışmaya alınan birey-lerin güvenli bir şekilde egzersizlerini yapabileceği şekilde dizayn edildi (Resim 1).

**Denge ve Fonksiyonel Eğitim Programı:** Tüm bireyler aynı merkezde çalışmaya alındı ve dâhil edilme kriterlerini yerine getiren bireyler; Grup 1 (DIBA ile fonksiyonel egzersiz programı uygulan-an), Grup 2 (standart denge programı ile fonksiyo-nel egzersiz programı uygulanan) olmak üzere rastgele 2 gruba ayrıldı. 8 hafta süre ile 3 gün/hafta



RESİM 1: Fonksiyonel hareketli denge sistemi.

45-60 dk/seans olmak üzere eğitim verildi. Her 2 gruptaki bireylere aynı fizyoterapist tarafından eg-zersizler gösterilip, uygulamalar yapıldı. DIBA ile çalışmaya alınan grubun egzersiz protokolü ile standart denge programı ile uygulanan grubun eg-zersizleri zorluk bakımından paralellik göstermek-tedir. Her 2 gruba uygulanan egzersiz protokolleri 0-2 hafta arasında başlangıç seviyesinde ve kolay egzersizlerden oluşturuldu. 2-4 hafta arasında orta seviye ve fonksiyonel hareketlerle kombine edile-rek uygulandı. 4-8 hafta arasında zor seviyede ve birçok egzersizin kombinasyonu şeklinde uygu-landı. Bireylere uygulanan egzersizler (45-60 dk/seans) ve tekrar sayıları 3 set 10 tekrar olacak şekilde uygulandı (Tablo 1).

### 0-2 hafta egzersiz programı

**Egzersiz 1:** DIBA üzerinde 60 sn boyunca den-gesini sağlamaya çalışır

**Egzersiz 2:** DIBA üzerinde 60 sn boyunca den-gesini sağlamaya çalışır

**Egzersiz 3:** Squat pozisyonunda sabit durma eg-zersiz

**Egzersiz 4:** Lunge pozisyonunda sabit durma egzersizi

**Egzersiz 5:** Squat pozisyonunda çömelip kalkma eğitimi

**Egzersiz 6:** Lunge pozisyonunda çömelip kalkma eğitimi

### 3-4 hafta egzersiz programı

**Egzersiz 7:** Lunge pozisyonunda DIBA üze-rinde 30 sn birey sabit dururken, fizyoterapist ta-rafından atılan topu yakalama eğitimi

**Egzersiz 8:** Squat pozisyonunda DIBA üzerinde 30 sn birey sabit dururken, fizyoterapist ta-rafından atılan topu yakalama eğitimi

**Egzersiz 9:** Her 2 ayak basma pedalları ku-manda ile açısız olarak yana doğru açılıp kapatılır-ken, birey tarafından denge durma eğitimi

**Egzersiz 10:** Her 2 ayak basma pedalları ku-manda ile açısız olarak yana doğru açılıp kapatılır-ken, birey tarafından 10 tekrar 3 set çömelip kalkma egzersizi

TABLO 1: Bireylere uygulanan egzersiz süreleri.

Uygulama haftası	Egzersiz türü	DIBA Grubu Süre-tekrar-set	Kontrol Grubu Süre-tekrar-set
0-2 hafta	1	60 snX8 tekrar	60 snX8 tekrar
	2	60 snX8 tekrar	60 snX8 tekrar
	3	30 snX10 tekrar	30 snX10 tekrar
	4	30 snX10 tekrar	30 snX10 tekrar
	5	10 tekrarX3 set	10 tekrarX3 set
	6	10 tekrarX3 set	10 tekrarX3 set
3-4 hafta	7	15 tekrarX3 set	15 tekrarX3 set
	8	30 snX10 tekrar	30 snX10 tekrar
	9	12 tekrarX3 set	12 tekrarX3 set
	10	12 tekrarX3 set	12 tekrarX3 set
	11	30 snX10 tekrar	30 snX10 tekrar
	12	30 snX10 tekrar	30 snX10 tekrar
5-8 hafta	13	Tüm yönler 8 tekrarX3 set	Tüm yönler 8 tekrarX3 set
	14	15 tekrarX3 set	15 tekrarX3 set
	15	30 snX12 tekrar	30 snX12 tekrar
	16	30 snX12 tekrar	30 snX12 tekrar
	17	20 snX8 tekrar	20 snX8 tekrar

DIBA: Fonksiyonel Hareketli Denge Sistemi.

**Egzersiz 11:** Squat pozisyonunda gözler kapalı 30 sn sabit durma.

**Egzersiz 12:** Lunge pozisyonunda gözler kapalı 30 sn sabit durma egzersizi

#### 5-8 hafta egzersiz programı

**Egzersiz 13:** Her 2 ayak basma pedalları kumanda ile açılabilir olarak yana doğru açılıp kapatılırken, her yöne 8 tekrar 3 set olmak üzere birey üst gövde sağa ve sola rotasyon egzersizi uygulandı

**Egzersiz 14:** Her 2 ayak basma pedalları kumanda ile açılabilir olarak yana doğru açık ve 30 derece açıda sabitken, ileri ve geri hareket ederek lunge eğitimi 15 tekrar 3 set olarak uygulandı

**Egzersiz 15:** Cihaz ileri, geri ve açılabilir olarak yanlara doğru hareket ettirilirken, birey 30 sn'lik duruşlar hâlinde tek bacak dengede durma eğitimi

**Egzersiz 16:** Cihaz ileri, geri ve açılabilir olarak yanlara doğru hareket ettirilirken, birey 30 sn'lik duruşlar hâlinde tek bacak dengede dururken top yakalama

**Egzersiz 17:** Cihaz ileri, geri ve açılabilir olarak hareket ettirilirken, birey 30 sn'lik duruşlar hâlinde gözü kapalı iken tek bacak dengede durma eğitimi

**Egzersiz 18:** Her iki ayak basma pedalları kumanda ile açılabilir olarak yana doğru açılıp kapatılırken, birey gözü kapalı olarak denge durma eğitimi

**Kontrol Grubu Uygulama Protokolü:** Kontrol grubu için bireylere literatürde denge eğitimi için yaygın şekilde kullanılan Denge tahtası, *BOSU*, “wobble board” ve yumuşak yüzeyler kullanıldı. Bütün uygulama programı yaklaşık olarak 45-60 dk uygulandı (Tablo 1).

Ayrıca uygulanan egzersizlerin süreleri, tekrarları ve set sayıları da çalışma grubunda uygulanan sayılara benzer sayılarda uygulandı. İki egzersiz programında da yoğunluk ve şiddetin benzer uygulanmasına özen gösterildi.

#### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmada istatistiksel analizler için “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Versiyon for IBM, 22.0 (SPSS inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılım koşullarını sağlama durumları “histogram” grafik, “çarpıklık ve basıklık katsayıları” ve Shapiro-Wilk Testi kullanılarak incelendi. Normal dağılım gösteren sayısal değişkenler ortalama±standart sapma ( $X\pm SS$ ) ile gösterilirken normal dağılım göstermeyen değişken-



ler ise ortanca ve minimum-maksimum tanımlayıcı istatistikleri ile ifade edildi. Gruplar arası sayısal verilerin karşılaştırılmasında normal dağılıma uyan veriler için Bağımsız Örneklem t-testi, normal dağılıma uymayan veriler için Mann-Whitney U Testi kullanıldı. Ayrıca gruplar içi 4 ve 8. haftalara göre değişim, eğitim öncesi başlangıç değerlere göre, Wilcoxon testi kullanılarak uygulandı. Tüm çalışmada  $p < 0,05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya, yaşları 18-32 yıl arasında olan 36 gönüllü erkek birey dâhil edildi. Çalışmaya dâhil edilen bireylerin fiziksel özellikleri **Tablo 2**'de gösterildi. İki grup arasında yaş ( $p=0,525$ ), boy uzunluğu ( $p=0,253$ ), vücut ağırlığı ( $p=0,314$ ), beden kitle indeksi ( $p=0,720$ ) bakımından, uygulamalar öncesinde yapılan değerlendirmelere göre anlamlı bir fark bulunmadı.

Her 2 gruptaki alt ekstremite fonksiyonel performansının kendi içinde eğitim öncesi haftalara göre

değişimi için TBH testinde, eğitim öncesi yapılan teste göre 8. haftada çalışma grubu ( $p=0,005$ ) ve kontrol grubu ( $p=0,043$ ) kendi içinde anlamlı artış tespit edildi.

Çalışma grubunda, kontrol grubuna göre eğitim öncesi TBH bakımından anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0,126$ ). 4 ve 8. hafta çalışma grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla artış saptandı (sırasıyla  $p=0,012$ ,  $p=0,016$ ) (**Tablo 3**).

FUT ile uygulanan fonksiyonel performans ölçümünde çalışma grubu ile kontrol grubu karşılaştırılmasında eğitim öncesi ( $p=0,462$ ), 4. hafta ( $p=0,563$ ) ve 8. hafta ( $p=0,085$ ), ölçümlerinde 2 grup arasında anlamlı bir fark bulunmadı (**Tablo 3**). FUT'ye göre 8. hafta sonuçları, eğitim öncesi sonuçlara göre kendi içinde, çalışma grubunda anlamlı bir artış saptanırken ( $p=0,007$ ), kontrol grubunda kendi içinde anlamlı artış saptanmadı ( $p=0,167$ ).

## TARTIŞMA

Bu çalışma, sağlıklı erkek bireylerde, DIBA ile uygulanan 8 haftalık fonksiyonel eğitim programının,

**TABLO 2:** Bireylerin demografik bilgileri.

	Çalışma Grubu (n:18)	Kontrol Grubu (n:18)	p değeri*
	Ortalama±SS (minimum-maksimum)	Ortalama±SS (minimum-maksimum)	
Yaş (yıl)	24,4±3,3 (18-32)	23,7±2,8 (20-29)	0,525
Boy uzunluğu (cm)	178,2±5,0 (168-188)	176,1±5,7 (169-176)	0,253
Vücut ağırlığı (kg)	73,2±6,9 (62-85)	70,8±6,7 (58-82)	0,314
Beden kitle indeksi (kg/m <sup>2</sup> )	22,7±1,9 (19-25)	22,4±2,6 (17-26)	0,720

\*Bağımsız Örneklem t-testi; n: Birey sayısı; SS: Standart sapma.

**TABLO 3:** TBH ve FUT sonuçları.

Ölçüm Parametreleri	Çalışma Grubu (n: 18)	Kontrol Grubu (n: 18)	p#
	Ortanca (minimum-maksimum)	Ortanca (minimum-maksimum)	
TBH başlangıç (cm)	202,8 (178-220)	195,1 (160-215)	0,126
TBH 4. hafta (cm)	206,1 (180-221)	194,3 (153-217)	0,012*
TBH 8. hafta	209,7 (183-225)	198,5 (165-222)	0,016*
FUT başlangıç (cm)	115,0 (103-135)	112,4 (104-125)	0,462
FUT 4. hafta (cm)	116,5 (106-135)	114,0 (103-121)	0,563
FUT 8. hafta (cm)	120,3 (108-140)	114,6 (100-124)	0,085

#Mann-Whitney U Testi; \* $p < 0,05$ ; TBH: Tek bacak öne sıçrama; FUT: Fonksiyonel uzanma testi.

standart denge ve pertürbasyon sistemleri ile uygulanan programa göre fonksiyonellik üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapıldı. Sekiz hafta sonunda alt ekstremite fonksiyonel performansında her 2 grupta kendi içinde artış görülürken, DIBA ile eğitim alan grupta TBH performansında 4 ve 8. haftada kontrol grubuna göre daha fazla artış görüldü. FUT’de sadece DIBA uygulanan grupta kendi içinde artış olduğu tespit edildi. Bu sonuçlar doğrultusunda, DIBA ile uygulanan denge ve fonksiyonel eğitiminin standart denge eğitimine göre fonksiyonelliği daha fazla geliştireceği hipotezi desteklenmiş oldu.

Literatürde bulunan birçok çalışma, denge eğitimlerinin ve fonksiyonel antrenmanların etkinliğini ve rehabilitasyon programlarına eklenmesi gerektiğini göstermektedir.<sup>8,10,12</sup> Yaralanmalar sonrası uygulanan rehabilitasyon programlarında, denge ve “proprio-sepsiyonun” geliştirilmesi için fonksiyonel antrenman, rehabilitasyon programının en önemli komponentlerinden biridir.<sup>18,19</sup> Liao ve ark.nın yaptıkları çalışmada, 58 diz cerrahisi geçirmiş hastaya, cerrahi sonrası uygulanan fonksiyonel antrenmanın, rehabilitasyon programlarına olumlu etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca fonksiyonel antrenmanın, denge eğitimleri ile kombine hâlde uygulanması durumunda tek bacak durma testinde, öne uzanma testinde ve fonksiyonel testlerde istatistiksel olarak daha anlamlı sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.<sup>20</sup>

Son dönemlerde inovasyon ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni denge ve fonksiyonel eğitim ekipmanları üretilmekte ve literatüre kazandırılmaya çalışılmaktadır.<sup>11,12</sup> Çünkü birçok hareketin ve egzersizin temelini oluşturan parametrelerden biri olan dengenin geliştirilmesinde, literatürde kullanılan ekipmanların yeterli olmadığı düşünülmektedir.<sup>7</sup> Bu nedenle yeni fonksiyonel parametreleri içeren ve vücudun farklı günlük hareketlerine de izin veren ekipmanlara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan DIBA, literatürde kullanılan denge ekipmanları ile uygulanan egzersizler sırasındaki hareket çeşitliliğini artırması ve egzersiz perspektifini genişletmesi yönünden önem arz etmektedir. Proje kapsamında oluşturulan DIBA, dinamik hareketli ve fonksiyonel olarak dizayn edildi. Bu sayede, hastanın birçok kas grubunu beraber kullanmasını sağla-

mak hedeflendi. Ayrıca kumanda ile fizyoterapist tarafından farklı yönlere hareket ettirilebilme özelliği bireyin dinamik olarak adaptasyonunu gerektirmektedir. DIBA’nın dinamik denge kavramına yeni, daha geniş ve etkili bir bakış açısı kazandıracığı düşünülmektedir. Bu projede hem sistemin hem de yerle temas yüzeyinin hareketli oluşu ayrıca terapist tarafından yönlendirilebilir oluşu daha dinamik, fonksiyonel ve güvenli bir tedavi şeklini fizyoterapi bilimine kazandırmaktadır. Aynı zamanda bireylerin bu cihazı kullanırken daha fazla istekli olmaları, motivasyonların daha yüksek olması ve bu cihazın diğer denge ve fonksiyonel antrenman ekipmanlarıyla kolaylıkla kombine olarak kullanılabilmesinden dolayı bu cihaz etkin bir uygulama imkânı vermektedir.

Yapılan çalışmada kullanılan egzersiz ekipmanları ve egzersiz türleri literatürde fonksiyonel antrenman olarak belirtilmektedir. DIBA genel olarak BOSU ve “wobble board” kullanımını öneren çalışmalarda belirtildiği gibi hem fonksiyonel parametreleri hem de dinamik denge parametrelerini içermesi bakımından benzer özellik göstermektedir.<sup>21,22</sup> Buna ek olarak, ekstremite bağımsız hareketi sayesinde farklı ekipmanlarla ve egzersiz türleriyle açığa çıkarılabilecek hareketleri tek başına uygulama avantajı sağlamaktadır. Ayrıca kullanılan bütün ekipmanların kullanım şekilleri ve süreleri literatürde uygulanan süre, set ve tekrar sayıları ile paralellik göstermektedir.<sup>3,5,20</sup> Oliver ve ark.nın yaptıkları çalışmada, kadın atletlere uygulanan fonksiyonel denge antrenmanı sırasında kullanılan denge ekipmanları bakımından fonksiyonel hareketlere ve egzersizlere izin verdiği için fonksiyonel denge eğitimi tanımı kullanıldı. Bu nedenle uygulanan 8 haftalık eğitim programının aynı zamanda fonksiyonel parametrelerinde de artış gösterebileceği düşünülmektedir.<sup>23</sup> Yapılan birçok çalışmaya göre özellikle denge çalışmaları veya fonksiyonel egzersizler sırasında bireyler motivasyon ve adaptasyon kaybı yaşayabilmektedirler.<sup>24,25</sup> Bu nedenle bireyler eğer harekete doğru adapte ve konsantre olamazlarsa yaralanma riskleri doğurabilmektedir.<sup>25,26</sup> DIBA’nın kullanım olarak birçok farklı türde egzersiz sağlaması ve yeni bir mekanizma olması sayesinde motivasyon ve adaptasyonu artırdığını düşünülmektedir. Uyguladığımız cihazın en önemli avantajlarından birinin kont-

rol kumandası ve hareket paternleri fizyoterapistin yönetiminde olduğu için bireylerin kontrollerini sağlamanın daha kolay olduğu ve hareketlerin yanlış yapılma ihtimalinin daha az olduğu düşünülmektedir. Kontrolün tamamen fizyoterapistte olmasının yaralanma riskini azalttığı düşünülmektedir. DIBA ile uygulanan egzersiz sırasında, cihaz fizyoterapist tarafından sürekli hareket ettirilmekte ve yönü değiştirilmektedir. Hareket paternini uygulanan birey bilmediği için sürekli hareket algısını hassas tutmalı ve adaptasyonu yüksek olmalıdır. Bu sayede, sürekli fizyoterapist kontrolünde ve fizyoterapistin belirlediği hareket limitleri içinde egzersize izin vermektedir. Ayrıca DIBA ile uygulanan egzersizler diğer egzersiz ekipmanları ile entegre hâlde çalışmaya olanak sağladığından dolayı, daha fazla egzersiz çeşitliliğine ve çalışma dizaynlarına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle de bireylerin sürekli hâlde kas kontraksiyonu ile kontrolü sağlamaları gerekmektedir. Çünkü günlük yaşam aktiviteleri sırasında aktif bir hareket dizini açığa çıkarmak için dinamik olarak sürekli bir kassal harmoni ve kas kontraksiyonu gerekmektedir.<sup>14,27</sup> Bu cihaz ile klasik denge ve fonksiyonel antrenman ekipmanlarından farklı olarak, yerle teması yüzeyi 3 boyutlu olarak (sağ-sol hareket, ileri-geri hareket, ayak bileği düzleminde aşağı yukarı, eversiyon-inversiyon hareketleri) yapabildiği için daha fazla kas kontrolü gerekmektedir.

DIBA cihazının etkisini gösterebilmek amacıyla, standart fonksiyonel antrenman türlerine paralellik gösterecek bir egzersiz programı dizayn edildi. Haftalara göre egzersizlerin zorluk seviyelerindeki değişim ve egzersiz çeşitleri de kontrol grubu ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca uygulanan egzersizlerin süreleri, tekrarları ve set sayıları da kontrol grubunda uygulanan sayılara benzer sayılarda uygulandı. İki egzersiz programında da yoğunluk ve şiddetin benzer olmasının DIBA ile uygulanan programın etkinliğini daha net ortaya koyabileceği düşünüldü. Her 2 grup için bireylere uygulanan egzersiz programları özellikle fonksiyonel hareket paternlerini ve egzersiz türlerini içerecek şekilde planlandı ve uygulandı.

Yapılan birçok çalışma, bireylerin fonksiyonel durumlarını belirlemek için veya spora dönüş kararı

vermek için tek bacak sıçrama testinin gerekliliğini ve önemini belirtmektedir.<sup>28,29</sup> Ayrıca literatürde bulunan birçok çalışmada, fonksiyonel antrenmanların etkinliğini belirlemede tek bacak sıçrama testi kullanılmaktadır.<sup>11,16,29</sup> Fonksiyonel antrenmanların gerekliliği ve bu antrenmanların etkilerini değerlendirmek için tek bacak sıçrama testinin uygulanması yönünden çalışmamız, belirtilen bu çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Meierbachtol ve ark.nın yaptıkları çalışmada, ön çapraz bağ cerrahisi sonrası uyguladıkları 6 haftalık fonksiyonel ve nöromusküler eğitim sonrası bireylerin fonksiyonel değişimlerini belirlemek için TBH testi uygulamışlardır.<sup>30</sup> Uygulama sonrasında, öncesine göre tek bacak testlerinde anlamlı sonuçlar bulunmuşlardır. Çalışmamızda olduğu gibi birçok çalışma fonksiyonel antrenmanların gerekliliğini belirtmekle beraber, doğru bir eğitim programı sonrasında fonksiyonel testlerde olumlu sonuçlar gösterdiğini belirtmektedir.<sup>30</sup> Literatürde, FUT yaşlı bireyler veya nörolojik rahatsızlığı bulunan bireyler üzerinde sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>31,32</sup> Bu çalışmaların aksine, Bennie ve ark., sağlıklı sedanter kadınlarda, FUT, dinamik denge ile olan korelasyonunu belirlemek için kullanıldı.<sup>33</sup> Nepocatyç ve ark.nın yaptıkları çalışmada, fonksiyonel performans ve dinamik denge değişimini belirlemek için ortalama yaş değeri 25 olan sağlıklı bireylerde tüm vücut vibrasyon uygulamasının etkisi, FUT ile değerlendirilmiştir.<sup>34</sup> Wiesmeier ve ark.nın yaptıkları çalışma da bu çalışma ile aynı düzlemde olmakla beraber, 35 sağlıklı genç birey ile 35 ileri yaşlı bireyin FUT parametrelerini karşılaştırmışlardır.<sup>35</sup> Her 2 çalışmada belirtildiğine göre genel literatürün aksine, fonksiyonel parametrelerin değerlendirilmesi veya dinamik dengenin değerlendirilmesi için FUT, genç veya sağlıklı bireylerde de kullanılabilir. Belirtilen çalışmalarda olduğu gibi yapılan çalışmamızda, sağlıklı elit sporcularda FUT kullanılmıştır. Ayrıca literatürde yaşlı bireylerde daha sıklıkla kullanılma sebebi testin kullanımının kolay olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda sağlıklı ve genç bireylerde kullanılmamasını belirten herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat bu testlerin sağlıklı ve genç bireyler üzerinde verecekleri sonuçlar, yaşlı veya denge problemi olan bireylere göre daha az fark açığa çı-



karmaktadır. Çünkü yaşlı bireylerde, denge bozukluğu veya fonksiyonel bozukluk, genç bireylere göre daha fazla olduğu için, verilecek eğitimler veya rehabilitasyon programları sonrası değişim daha fazla açığa çıkmaktadır. Her 2 çalışmada belirtilen yorumlar bizim çalışmamızla aynı yöndedir. Çalışmamızda, FUT bakımından her 2 grup arasında herhangi bir fark görülmemesi ile birlikte, zaman içindeki değişimleri bakımından da FUT herhangi bir değişim göstermedi. Bu değişimlerin açığa çıkmamasında en önemli etkenlerden birinin kullanılan çalışma grubu bakımından sağlıklı elit spor yapan bireylerin seçilmiş olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sahip olduğu bazı limitasyonlar mevcuttur. Öncelikle bu cihazın prototip olarak üretilmesi ve ilk ürün olmasından dolayı sistemin mekanik olarak geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci olarak DIBA ile uygulanan direkt egzersiz sırasında kassal kontraksiyon miktarını ölçüp, karşılaştırmaya olanak sağlayan çalışmalara da ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Son olarak, çalışmada uygulanan testler bakımından kassal kuvvet değişiminin de belirlenmesi için, kas kuvvet değişimini gösterecek test parametreleri veya bu parametreleri içeren çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## SONUÇ

Çalışmanın sonucunda, DIBA ile uygulanan denge ve fonksiyonel eğitimin, standart denge eğitimine göre fonksiyonelliği daha fazla artırdığı tespit edildi. Bu nedenle DIBA'nın kullanımının motivasyon ve fonksiyonellik üzerine olan olumlu etkilerinden dolayı standart denge eğitim programlarının yerine alternatif olarak veya bu programlarla birlikte kullanılabilir.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### Yazar Katkıları

*Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.*

## KAYNAKLAR

- do Nascimento JA, Silva CC, Dos Santos HH, de Almeida Ferreira JJ, de Andrade PR. A preliminary study of static and dynamic balance in sedentary obese young adults: the relationship between BMI, posture and postural balance. *Clin Obes*. 2017;7(6):377-83. [Crossref] [PubMed]
- Forbes PA, Chen A, Blouin JS. Sensorimotor control of standing balance. *Handb Clin Neurol*. 2018;159:61-83. [Crossref] [PubMed]
- Çankaya S, Gökmen B, Musa Ç, Taşmektepligil M. Denge geliştirici özel antrenman uygulamalarının 11 yaş genç erkeklerin reaksiyon zamanları ve vücut kitle indeksi üzerine etkisi [The effect of special balance developer training applications on reaction time and body mass index of eleven year old young males]. *Journal of Sports and Performance Researches*. 2014;5(2):59-67. [Crossref]
- Michell TB, Ross SE, Blackburn JT, Hirth CJ, Guskiewicz KM. Functional balance training, with or without exercise sandals, for subjects with stable or unstable ankles. *J Athl Train*. 2006;41(4):393-8. [PubMed] [PMC]
- McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(10):1810-9. [Crossref] [PubMed]
- Gonçalves D, Ricci N, Coimbra A. Functional balance among community-dwelling older adults: a comparison of their history of falls. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2009;13(4):316-23. [Link]
- Baltacı G, Harput G, Haksever B, Ulusoy B, Ozer H. Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(4):880-7. [Crossref] [PubMed]
- Williams GN, Allen EJ. Rehabilitation of syndesmotic (high) ankle sprains. *Sports Health*. 2010;2(6):460-70. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Son SM, Park MK, Lee NK. Influence of resistance exercise training to strengthen muscles across multiple joints of the lower limbs on dynamic balance functions of stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(8):1267-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]

10. Williams J, Bentman S. An investigation into the reliability and variability of wobble board performance in a healthy population using the SMARTwobble instrumented wobble board. *Phys Ther Sport*. 2014;15(3):143-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
11. Oddsson LI, Karlsson R, Konrad J, Ince S, Williams SR, Zemkova E. A rehabilitation tool for functional balance using altered gravity and virtual reality. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2007;4(1):1-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
12. Galeano D, Brunetti F, Torricelli D, Piazza S, Pons JL. A tool for balance control training using muscle synergies and multimodal interfaces. *Biomed Res Int*. 2014;2014:565370. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
13. Aksit T, Cırık G. Comparison of static and dynamic balance parameters and some performance characteristics in rock climbers of different levels. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2017;19(1):11-7. [[Link](#)]
14. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al; American College of Sports Medicine; American Heart Association. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116(9):1081-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Johnsen MB, Eitzen I, Moksnes H, Risberg MA. Inter-and intrarater reliability of four single-legged hop tests and isokinetic muscle torque measurements in children. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(7):1907-16. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
16. Haitz K, Shultz R, Hodgins M, Matheson GO. Test-retest and interrater reliability of the functional lower extremity evaluation. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014;44(12):947-54. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990;45(6):M192-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Domínguez-Navarro F, Igual-Camacho C, Silvestre-Mu-oz A, Roig-Casasús S, Blasco JM. Effects of balance and proprioceptive training on total hip and knee replacement rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2018;62:68-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
19. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance-and strength-training protocols to improve chronic ankle instability deficits, part i: assessing clinical outcome measures. *J Athl Train*. 2018;53(6):568-77. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
20. Liao CD, Liou TH, Huang YY, Huang YC. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(8):697-709. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Cuğ M, Duncan A, Wikstrom E. Comparative effects of different balance-training-progression styles on postural control and ankle force production: a randomized controlled trial. *J Athl Train*. 2016;51(2):101-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Nepocatyč S, Ketcham CJ, Vallabhajosula S, Balilionis G. The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(1-2):27-34. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Oliver GD, Di Brezzo R. Functional balance training in collegiate women athletes. *J Strength Cond Res*. 2009;23(7):2124-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Ergun N, Baltacı G. Spor Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri. 5. Baskı. Ankara: Pelikan Yayınevi; 2015. [[Link](#)]
25. Farholm A, Sørensen M. Motivation for physical activity and exercise in severe mental illness: A systematic review of intervention studies. *Int J Ment Health Nurs*. 2016;25(3):194-205. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Knapen J, Vancampfort D, Moriën Y, Marchal Y. Exercise therapy improves both mental and physical health in patients with major depression. *Disabil Rehabil*. 2015;37(16):1490-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Becker S, Bergamo F, Schnake KJ, Schreyer S, Rembitzki IV, Disselhorst-Klug C. The relationship between functionality and erector spinae activity in patients with specific low back pain during dynamic and static movements. *Gait Posture*. 2018;66:208-13. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. McGrath TM, Waddington G, Scarvell JM, Ball N, Creer R, Woods K, et al. An ecological study of anterior cruciate ligament reconstruction, part 2: Functional performance tests correlate with return-to-sport outcomes. *Orthop J Sports Med*. 2017;5(2):2325967116688443. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
29. Bird SP, Markwick WJ. Musculoskeletal screening and functional testing: considerations for basketball athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(5):784-802. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
30. Meierbachtol A, Rohman E, Paur E, Bottoms J, Tompkins M. Quantitative improvements in hop test scores after a 6-week neuromuscular training program. *Sports Health*. 2017;9(1):22-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. de Waroquier-Leroy L, Bleuse S, Serafi R, Watelain E, Pardessus V, et al. The Functional Reach Test: strategies, performance and the influence of age. *Ann Phys Rehabil Med*. 2014;57(6-7):452-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. J Jonsson E, Henriksson M, Hirschfeld H. Does the functional reach test reflect stability limits in elderly people? *J Rehabil Med*. 2003;35(1):26-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Bennie S, Bruner K, Dizon A, Fritz H, Goodman B., Peterson S. Measurements of balance: Comparison of the timed "up and go" test and functional reach test with the berg balance scale. *Journal of physical therapy science*. 2003;15(2):93-7. [[Crossref](#)]
34. Nepocatyč S, Balilionis G, Geary C, Collins A, Bishop P. Acute effects of whole-body vibration on balance and flexibility with and without shoes. *Sports Medicine and Rehabilitation Journal*. 2016;1(1):1-6. [[Link](#)]
35. Wiesmeier IK, Dalin D, Wehrle A, Granacher U, Muehlbauer T, Dietterle J, et al. Balance training enhances vestibular function and reduces overactive proprioceptive feedback in elderly. *Front Aging Neurosci*. 2017;9:273. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]