

# FİZYOTERAPİDE İKİLİ GÖREV YAKLAŞIMININ ROLÜ VE UYGULAMA ALANLARI

## *The Role and Application Areas of Dual Task Approach in Physiotherapy*

Burcu DURSUN<sup>1</sup>, Mustafa Savaş TORLAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Öğr. Gör, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Konya, 0000-0003-0645-3820,

<sup>2</sup>Doç. Dr, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Konya, 0000-0002-8084-6203.

### ÖZET

İkili görev, bireyin aynı anda birden fazla görevi yerine getirmesi durumunu ifade eder ve bu görevler bilişsel, motor ya da her iki bileşeni birden içerebilir. Bu uygulamalarda dikkat, yürütücü işlevler ve bilişsel işlem kapasitesi gibi sınırlı bilişsel kaynakların iki göreve aynı anda yönlendirilmesi gerekir. Bu kaynakların paylaşılması, çoğu durumda motor ya da bilişsel performansta azalmaya yol açabilir. Özellikle dikkat gereksiniminin arttığı ve bilişsel yükün yoğunlaştığı durumlarda, denge ve diğer motor beceriler üzerinde olumsuz etkiler daha belirgin hale gelir. İkili görev uygulamaları, günlük yaşam aktivitelerine benzer görevler içermesi nedeniyle gerçek yaşam koşullarını yansıtır. Bu yönüyle motor ve bilişsel sistemlerin eşzamanlı değerlendirilmesine olanak tanıyan bir yöntem olarak fizyoterapi uygulamalarında yer bulmaktadır. Aynı zamanda, bireylerde bağımsızlık, öz güven ve sosyal entegrasyon gibi işlevsel kazanımlar sağlaması da mümkündür. Ancak bu potansiyel faydalar; bireyin yaşı, sağlık durumu, görevlerin niteliği ve karmaşıklığı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Yaşlanma süreci, nörolojik hastalıklar ve romatizmal rahatsızlıklar, bireylerin ikili görevler sırasında daha fazla zorlanmasına neden olabilmektedir. Bu tür bireylerde ikili görev performansı düşme riski, dikkat kaybı ve motor koordinasyon sorunları ile ilişkili olabilir. Dolayısıyla bu uygulamalar, sadece müdahale değil, aynı zamanda değerlendirme sürecinin de önemli bir bileşeni olarak fizyoterapi pratiğine katkı sunmaktadır. İkili görev temelli terapötik yaklaşımlar, bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız bir yaşam sürmelerini desteklemeyi amaçlar.

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz, İkili Görev, Rehabilitasyon

### ABSTRACT

Dual task refers to the situation where the individual performs more than one task at the same time and these tasks may include cognitive, motor or both components. In these applications, limited cognitive resources such as attention, executive functions and cognitive processing capacity need to be directed to two tasks simultaneously. Sharing these resources may lead to a decrease in motor or cognitive performance in most cases. Especially in cases where attention requirements increase and cognitive load intensifies, negative effects on balance and other motor skills become more pronounced. Dual task applications reflect real life conditions as they include tasks similar to daily life activities. In this respect, it finds a place in physiotherapy applications as a method that allows simultaneous evaluation of motor and cognitive systems. At the same time, it is possible to provide functional gains such as independence, self-confidence and social integration in individuals. However, these potential benefits may vary depending on variables such as the age, health status, nature and complexity of the tasks. Aging process, neurological diseases and rheumatic disorders may cause individuals to have more difficulty during dual tasks. Dual task performance in such individuals may be associated with the risk of falls, loss of attention and motor coordination problems. Therefore, these applications contribute to physiotherapy practice not only as an intervention but also as an important component of the assessment process. Dual task-based therapeutic approaches aim to support individuals to lead a more independent life in their activities of daily living.

**Keywords:** Dual Task, Exercise, Rehabilitation

### Sorumlu yazar:

Burcu Dursun, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, burcu.dursun@karatay.edu.tr

**Başvuru/Submitted:** 24.12.2024 **Kabul/Accepted:**07.05.2025

**Cite this article as:** Dursun B, Torlak MS. *The Role and Application Areas of Dual Task Approach in Physiotherapy*. J TOGU Heal Sci. 2025;5(2):205-220.

## GİRİŞ

Tekli görev; sadece bir uyaran/görev içermektedir. İkili görev; bağımsız olarak gerçekleştirilebilen, ayrı ayrı ölçülebilen ve farklı hedeflere sahip olan iki görevin eş zamanlı performansı olarak tanımlanmaktadır (1).

Günlük yaşamda gerçekleştirilen aktiviteler genellikle tek bir görevle sınırlı değildir; bireyler yürürken sohbet etmek, kitap okurken kahve içmek veya karşıdan karşıya geçerken trafik ışıklarını kontrol etmek gibi birden fazla görevi eş zamanlı olarak yerine getirebilmektedir (2,3). Bu duruma paralel olarak, ikili görev; gerçek yaşamla ilişkili, birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilebilen, ayrı ayrı değerlendirilebilen ve farklı hedeflere sahip iki ya da daha fazla bilişsel ve/veya motor aktivitenin aynı anda yürütülmesini içeren nörofizyolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (4,1).

İkili görevler; motor-motor, bilişsel-motor ve bilişsel-bilişsel olmak üzere üç temel kategoriye ayrılmaktadır. Motor-motor ikili görev, bireyin aynı anda iki farklı motor beceriyi kullanmasını gerektiren aktiviteleri kapsar. Örnek olarak; yürürken ellerle bir ipi çözmek veya düğüm atmak, bisiklet sürerken hem pedal çevirmek hem de dengeyi korumak, basketbol oynarken koşup pas vermek, futbolda koşarken top sürmek ve ip atlarken aynı anda elde bir nesne taşımak gibi görevler verilebilir. Bilişsel-motor ikili görev, bir motor aktivite sırasında eşzamanlı olarak bir bilişsel görevin yerine getirilmesini içerir. Örneğin; yürürken yanımızdaki kişiyle konuşmak, merdiven çıkarken sayı saymak, denge tahtası üzerinde dururken zihinsel hesaplamalar yapmak, yerden nesne toplarken renklerine göre sınıflandırmak ve zıplarken haftanın günlerini saymak bu kategoriye örnek olarak gösterilebilir. Bilişsel-bilişsel ikili görev ise iki ayrı zihinsel sürecin aynı anda yürütülmesini gerektirir. Bir kişiyi dikkatle dinlerken farklı bir konu hakkında hesaplama yapmak ya da haber dinlerken aynı anda kitap okumaya çalışmak bu tür görevler arasında yer alır (5,6).

İkili görev sırasında birey, görevlerden birinde ya da her ikisinde performans düşüklüğü yaşayabilir. İkili görevler gerçekleştirilirken, birey dikkatini görevlerin zorluk düzeyine ve öncelik sırasına göre etkin biçimde paylaşmalıdır (7). Aksi takdirde, her iki görevden birinin ya da her ikisinin yerine getirilmesinde güçlükler ortaya çıkabilir. Görevlerin karmaşıklık seviyesi arttıkça ya da bireyin dikkat düzeyi azaldıkça, ilgili görevlerdeki performans kaybı daha belirgin hale gelir (8).

İki görevin aynı anda yerine getirilmesiyle ortaya çıkan performans azalması, ikili görev karmaşası olarak adlandırılır. İkili görev karmaşasının oluşumu çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler arasında görevlerin önceliği, türü ve zorluk düzeyi yer alır. Ayrıca bireyin yaşı, motor ve bilişsel yetileri ve dikkat düzeyi de karmaşanın oluşumunu etkileyebilir (9). İkili görev

performansı düşük olan bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde sınırlılıklar bulunur. Bu bireyler hareket ederken adres takibi yapmak, herhangi bir konu üzerine düşünmek veya çeşitli planlamalar yapmada zorluklar yaşamaktadır (10).

İkili görev uygulamaları, son yıllarda fizyoterapi alanında da önem kazanmaya başlamıştır. Yaşlı yetişkinlerde, nörolojik defisiti olan bireylerde ve demans gibi bilişsel bozukluklara sahip kişilerde; yürüyüş, denge veya postüral stabilite gerektiren aktiviteler sırasında ek bir bilişsel görevin yerine getirilmesi, düşme ile sonuçlanabilmektedir. Günümüzde ikili görev egzersizleri; düşme riskini azaltmak, yürüyüş ve dengeyi geliştirmek, fonksiyonelliği artırmak gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Bu eğitimler, farklı tanılara sahip popülasyonlarda ve çeşitli fizyoterapi uygulama alanlarında güvenilir bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

### **İKİLİ GÖREV PERFORMANS TEORİLERİ**

İkili görev performans teorilerinin açıklanmasında literatürde çeşitli modeller bulunmaktadır. Bu modeller, kapasite paylaşım (capacity sharing) modeli, darboğaz/görev değiştirme (bottleneck) modeli ve görev kaynağı (cross-talk) modeli olarak ayrılmaktadır.

#### ***Kapasite Paylaşım (Capacity Sharing) Modeli:***

İkili görev performansını açıklamada yaygın kullanılan modellerden birisidir. Bireyin bilgi işleme kapasitesini eş zamanlı gerçekleştirilen farklı nitelikteki iki göreve paylaştırdığı kabul edilmektedir. İkili görev aktivitesi devam ederken, herhangi bir görev zorlaştığında her iki görevi de başarabilme yeteneği azalır ve gerçekleştirilen görevlerin en az birisinin performansı düşer. Yoğun trafikte telefonla konuşurken, bireyin dikkatini büyük ölçüde araç kullanmaya yönlendirmesi bu duruma örnek olarak gösterilebilir (11,12).

#### ***Darboğaz/Görev Değiştirme (Bottleneck) Modeli:***

Bu model eş zamanlı olarak gerçekleştirilecek iki görevin aynı sinir yollarını kullanması gerektiğinde, bilgi işleme aşamasında potansiyel bir darboğaz (tikanıklık) ortaya çıkabildiğini ifade eder. İlk görev oluşturduğu tikanıklık ile sınırlayıcı bir faktör haline gelir ve sonraki görevin tamamlanmasını engeller. Bu model ikili görevin işlenmesinin kapasite paylaşım teorisindeki gibi paralel olarak değil sırasıyla ardışık olarak gerçekleştirildiğini ifade etmektedir (11, 13).

#### ***Görev Kaynağı (Cross-Talk) Modeli:***

Bu modelde ikili görevde bilgi işleme kapasitesinin gerçekleştirilen görevin doğasına, işlenen bilginin içeriğine, alınan duyuşal girdilerin türüne ve bu girdilere nasıl yanıt verildiğine bağlı olduğu söylenmektedir (14). Gerçekleştirilen her iki görevin aynı sinir yollarını kullanıp ve benzer bir işleme mekanizması tarafından programlanıyor olması o görevlerin eş zamanlı

olarak yapılmasının daha kolay olduğunu söyleyen çalışmaların yanı sıra benzer bilgileri içeren görevlerin eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesinin daha zor olduğunu söyleyen çalışmalar da literatürde yer almaktadır (11,15).

### İKİLİ GÖREV PERFORMANS HESAPLAMA TEKNİĞİ

Bir bireyin ikili görevi yürütme kapasitesi ikili görev performansı olarak tanımlanmaktadır (16). Verilen görevlerin performans üzerindeki etkisini belirlemek için, görevlerin düzgünlüğü ve ikili görevi tamamlamak için geçen süre gibi ölçümlerle ikili görev maliyeti hesaplanabilir. İkili görev maliyeti aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi ifade edilmektedir (17).

$$\text{İkili Görev Maliyeti} = \frac{(\text{İkili Görev Performansı} - \text{Tekli Görev Performansı})}{\text{Tekli Görev Performansı}} \times 100$$

İkili görev performansının değerlendirilmesi karmaşık bir süreçtir ve her bir görevin hem tekli hem de ikili görev koşullarında ayrıntılı olarak incelenmesini gerektirir (18). Öncelikle, ikili görevi oluşturan her bir bileşen görev, tekli görev olarak ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme, bireyin her bir görevdeki temel performans düzeyini belirlemek açısından önemlidir. Ardından, görevler eş zamanlı olarak yürütülürken gösterilen performans gözlemlenir. Son olarak, tekli ve ikili görev koşullarındaki performanslar karşılaştırılarak ikili görev etkisi değerlendirilir (17).

### İKİLİ GÖREVDE BİLİŞSEL SÜREÇLER

İkili görev sırasında, beyin aktivitesinde gözlemlenebilir farklılık oluşur. Kranial Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRG), inferior frontal gyrus, anterior insula, orbitofrontal korteks, lateral prefrontal korteks gibi bir dizi beyin yapısının, tekli görev performansına kıyasla ikili görevlerde aktivitesinin arttığını göstermiştir (19). Bir motor görev uygulandıkça, hareket otomatik hale geldikçe ve dikkat etme ihtiyacı azaldıkça motor öğrenme süreci gerçekleşir. Bu durumda, motor göreviyle eş zamanlı olarak bir bilişsel görevin gerçekleştirilmesi motor görev üzerinde herhangi bir etki yaratmaz. Ancak, motor görev yeterince öğrenilmemişse her iki görevin performansında yavaşlama ve bozulmalar olacaktır (20). Yaşam boyunca beyin, ikili görev ve çoklu görev gerçekleştirme kapasitesi geliştirir. Nörolojik hastalıklarda veya yaşlanma süreci ile bu kapasite etkilenebilir ve günlük yaşam aktivitelerinin yapılmasında zorluklar oluşabilir. Motor öğrenmenin temelinde yer alan nöroplastisiteyi artırmaya yönelik egzersizler, ikili görev performansını geliştirmede etkili olabilir. Bu nedenle, bilişsel süreçlerdeki gelişim, uygun şekilde planlanan egzersiz programlarıyla desteklenebilir (21).

## İKİLİ GÖREVDE EGZERSİZLER

İkili görev egzersizinin başarısı, yoğunluk, süre, sıklık, tür, zorluk gibi bir dizi değişkene bağlıdır. Egzersizler planlanırken, hastanın kapasitesi-ve genel durumu dikkate alınmalıdır.

Yoğun, tekrarlayıcı ve görev odaklı egzersizlerle ikili görev karmaşasını azaltmak veya ortadan kaldırmak mümkündür. Egzersizlerle ikili görevlerin doğru ve başarılı bir şekilde tamamlanması sağlanabilir. İkili görev ve tekli görev eğitimini karşılaştıran çalışmalar, ikili görev eğitiminin birden fazla aktivitenin eş zamanlı olarak yapılan görevlerin performansını iyileştirmede daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır (22,23).

Egzersizlerde kullanılan bazı bilişsel ve motor görevler şunlardır:

### ***Bilişsel Görevler:***

1'den başlayarak sayı sayma; renkleri veya harfleri ayırt etme; verilen kelimenin ya da cümlelerin tekrarlanması; ses kaydı dinleyip sorulan sorulara cevap verme; meyve, sebze, şehir, akraba veya kıyafet isimleri sayma; 100'den geriye doğru üçer üçer sayma; yüksek sesle geriye doğru sayma; toplama ve çıkarma işlemleri yapma; haftanın günlerini geriye doğru sayma gibi görevler örnek olarak verilebilir (2, 24, 25).

### ***Motor Görevler:***

Su dolu bardak taşıma; engel atlama; nesne taşıma; elden ele top aktarma; ritmik alkış tutma; engel atlayarak yürüme vb. (2,24)

İkili görev performansını artırmak için bilişsel ve motor görevlerin bir veya birkaçının birlikte kullanılması ile egzersiz programı oluşturulabilmektedir.

## AVANTAJLAR VE DEZAVANTAJLAR

İkili görev egzersizlerin avantajları şu şekilde sıralanabilir: uygulanması kolaydır, ucuzdur, eğlencelidir ve motive edicidir. Ayrıca, bireylerin günlük yaşamın zorluklarıyla başa çıkma kapasitelerini, bağımsızlığını, öz güvenini ve yaşam memnuniyetini artırır (9). İkili görev egzersizlerin dezavantajları şu şekilde sıralanabilir: yorgunluk, stres, dikkat dağınıklığı, konsantrasyon kaybı ve yaralanma riski (9). Ayrıca, verilen ikili görev bireylerin ihtiyaçlarına, beklentilerine ve ilgi alanlarına uygun değilse bireylerin motivasyonu azalabilir.

## FİZYOTERAPİDE İKİLİ GÖREV UYGULAMALARI

### **1. Yaşlı Bireylerde İkili Görev**

Yaşlanmanın fizyolojik etkileri, normal yürüyüşün bozulmasına, dengeyi sürdürmede güçlük yaşanmasına ve hareket kabiliyetinde kısıtlılıklara neden olmaktadır. Yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan fonksiyonel kayıplardan biri de bilişsel bozulmalardır. Bilişsel sorunlara sahip yaşlı bireylerde mobilite kaybı ve düşme riskinin arttığı bildirilmektedir. İkili görev

eğitimi, geleneksel fizyoterapi yaklaşımlarından farklı olarak hem motor hem de bilişsel performansı eşzamanlı olarak geliştirmeyi hedeflemektedir (26).

Yaşlı bireylerde yürüyüşü ve dengeyi iyileştirmek, fonksiyonel mobilitayı artırmak amacıyla genellikle tekli görev eğitimleri uygulanmaktadır. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar, bilişsel ve motor görevlerin bir arada yürütüldüğü ikili görev eğitimlerinin, yürüyüş ve dengeyi geliştirmede tekli görev eğitimlerine kıyasla daha etkili olabileceğini ortaya koymaktadır (27,28).

Wollesen ve ark. (2017), yaşlı bireylerde tekli görev olarak kuvvetlendirme ve direnç eğitimi ile motor-bilişsel ikili görev denge eğitiminin yürüyüş performansı ve düşme kaygısı üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Her iki eğitim türünün de yürüyüş performansını geliştirdiği belirlenmiştir. Ancak gruplar arası karşılaştırma yapıldığında, ikili görev eğitiminin yürüyüş performansını artırmada tekli görev eğitimine kıyasla daha etkili olduğu saptanmıştır (28).

Azadian ve ark. (2016), denge bozukluğu olan yaşlı bireylerde ikili görev eğitimi sonrasında yürüme hızı, adım uzunluğu, adım atma, adım süresi, tek destek ve çift destek fazı süresi gibi yürüyüş parametrelerinde iyileşmeler gözlemlendiğini belirtmişlerdir (29).

Poyraz (2017), denge egzersizleriyle birlikte uygulanan bilişsel ikincil görev egzersizlerinin fiziksel performans ve fonksiyonel durum skorlarında anlamlı gelişmeler sağladığını bildirmiştir. Ayrıca, bu egzersizlerin denge ve bilişsel fonksiyon skorlarında da anlamlı artışlara yol açtığını gözlemlemiştir (30).

Silsupadol ve ark. (2009) 65 yaş üzeri sağlıklı bireylerde yaptığı randomize kontrollü çalışmada bir gruba yalnızca denge egzersizleri diğer gruba ise denge egzersizleri sırasında kognitif ikincil görev vermişlerdir. İkili görev uygulanan grupta berg denge ölçeği skorunda yalnızca denge egzersizi uygulanan gruba göre anlamlı artış görülmüştür (31).

## 2. Nörolojik Hastalıklar

İkili görevi etkili bir şekilde yerine getirebilmek için bölünmüş dikkate ihtiyaç vardır. Ancak, hareket kaybı ve bilişsel bozulma ile karakterize edilen nörolojik hastalıklarda, daha önce otomatik olarak gerçekleştirilen hareketler daha fazla dikkat gerektirmeye başlamaktadır. Bu durum, ikili görev yeteneğinde bozulmalara neden olur. İkili görev gerçekleştirme kapasitesinin azalması, prefrontal korteksin yönetici işlevlerindeki bozulmalardan kaynaklanmaktadır. Çalışmalar ikili görevi başarabilme becerisinin beyindeki nöroplastisitenin artırılması ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, hedefe yönelik bilişsel nöroplastisitenin geliştirilebilmesi için, tekrarlanan bilişsel egzersizlerin uygulanması iyi ve etkili bir yaklaşım olmaktadır. İkili görev egzersizlerinin, beyindeki nöroplastisiteyi ve

otomatizasyonu daha çok geliştirmesi sebebiyle tekli görev eğitimlerinden daha faydalı olduğunu düşünülmektedir (32).

### ***Parkinson:***

İkili görev Parkinson hastalığı (PH) olan bireylerin birincil görevi olan, duruş kontrolü ve yürüyüş kalitesi performanslarını bozabilir. Bu nedenle uzun bir süre, PH'lı olan bireylerde denge ve yürüyüş eğitimine ikili görev eğitimi dahil edilmemiştir (33). İkili görevin yürüyüşü performansını azalttığı ve düşmelere neden olduğu düşünülmüştür ancak bazı çalışmalar ikili görev eğitiminin günlük aktiviteleri geliştirebileceği ve PH rehabilitasyonu sırasında uygulanabileceğini varsaymaktadır (5,33,34).

Li ve ark. (2020), PH olan bireylerde ikili görev eğitiminin yürüyüş parametreleri, motor bozukluklar ve denge üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, ikili görev eğitiminin yürüyüş hızını ve ritmini, motor semptomları ve dengeyi iyileştirdiği bulunmuştur (35). İkili görev eğitiminin, PH olan hastalarda yürüyüş performansını, motor bozuklukları ve dengeyi iyileştirmede diğer eğitim biçimlerine veya müdahalesiz eğitime göre etkili olduğu görülmüştür.

Yang ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, Parkinson hastalarında bilişsel-motor ikili görev yürüyüş eğitiminin, yürüyüş performansına etkileri incelemişlerdir. Yapılan eğitim sonrasında yürüyüş değişkenliğinin ve yürüyüş sırasında çift destek süresinin azaldığını görmüşlerdir (23).

De Freitas ve ark. (2020)'nın çalışmasında, ikili görevin yürüyüş ve denge eğitimi sırasında kullanımının, tekli görev veya müdahale yapılmayan duruma kıyasla hafif ile orta dereceli PH'lı olan kişiler için faydalı olabileceğini göstermiştir. Mevcut çalışma ikili görev eğitiminin PH olan bireylerde rehabilitasyonun bir parçası olabileceğini göstermektedir (36).

### ***İnme:***

İnmeli bireyler ikili görev sırasında dikkat gerektiren işleri uygulamakta zorluk yaşayabilirler. Görev önceliğini yöneten bilişsel kontrolün etkilenmesine bağlı olarak da konuşurken yürüme gibi alışılmış olan görevler etkili bir şekilde yapılamaz (37).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, bilişsel-motor ikili görev eğitiminin, inme geçiren bireylerde yürüyüş ve denge becerilerinin rehabilitasyonunda etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Zhang ve ark. (2024) gerçekleştirdiği kapsamlı bir meta-analiz çalışmasında, ikili görev eğitimi uygulanan inme hastalarında yürüyüş hızı, adım uzunluğu, kadans ve 10 metrelik yürüme testi gibi parametrelerde anlamlı düzeyde iyileşmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca denge fonksiyonlarında da belirgin gelişmelerin olduğu rapor edilmiştir. Bu bulgular, günlük

yaşam aktivitelerinde sıkça karşılaşılan çoklu görevlerin yönetimi açısından, ikili görev eğitimlerinin fonksiyonel kazanımları desteklediğini ortaya koymaktadır. (38).

Zhou ve ark. (2021)'nın çalışmasında, bilişsel motor ikili görev eğitiminin inme hastaları üzerindeki etkileri analiz edilmiştir (39). Meta-analiz, bilişsel motor ikili görev eğitiminin inme hastalarının yürüme dengesini ve yürüyüş yeteneğini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, bu eğitimin inme hastalarında üst ekstremitte yeteneğinin iyileştirilmesinde de önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Baek, ve ark. (2021) inmeli kişilerde koşu bandı kullanılarak yapılan ikili görevli yürüyüş eğitiminin yürüyüş yeteneği ve düşme üzerindeki etkileri araştırmışlardır (40). Çalışma sonucunda ikili görev eğitiminin, kronik inmeli kişilerde yürüyüş ve bilişsel görevi ayrı ayrı içeren tekli görev eğitime kıyasla yürüyüşü iyileştirmede etkili olduğunu bulmuşlardır.

Chiaromonte ve ark. (2022) inme hastalarında denge ve yürüyüşü iyileştirmek için proprioseptif egzersizin ikili görev eğitimiyle birleştirilmesinin gerekli olduğunu ileri sürmüşlerdir (41). Proprioseptif ve ikili görev egzersizlerinin, denge, yürüyüş ve yaşam kalitesini iyileştirip, geleneksel rehabilitasyon programlarına kıyasla inme hastalarında düşme riskini azaltabileceğini belirtmişlerdir.

### ***Multipl Skleroz:***

Multipl skleroz (MS) hastalığında ikili görev etkilenimi, dikkatteki azalma, yorgunluk, sınırlı hafıza kapasitesi ve genel bilişsel fonksiyonlardaki bozulmalardan kaynaklanabilir.

İkili görev eğitimlerinin MS hastalarında denge ve fonksiyonel mobilitayı iyileştirmede etkili bir yöntem olduğunu destekleyen önemli çalışmalar bulunmaktadır. MS hastalarında ikili görev eğitiminin denge ve yürüyüş fonksiyonları üzerindeki etkilerini inceleyen bir meta-analiz, bu tür eğitimlerin dinamik dengeyi ve fonksiyonel mobilitayı iyileştirdiğini göstermektedir. Çalışmanın bulguları, MS hastalarında günlük yaşam aktivitelerinde karşılaşılan çoklu görevlerin yönetilmesine yönelik ikili görev eğitimlerinin rehabilitasyon süreçlerine entegre edilmesinin faydalı olabileceğini düşündürmektedir (42).

Veldkamp ve ark. (2019) MS'li kişilerde bilişsel-motor ikili görev eğitiminin tekli görev eğitimine kıyasla etkinliğini araştırılmışlardır. Çalışmada, 4 haftalık takip sonrası yürüyüş hızının yalnızca ikili görev eğitiminden sonra iyileştiğini ve ikili görevin, tekli göreve göre yürüyüş hızını arttırdığını tespit etmişlerdir. (43).

Gutiérrez-Cruz ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, MS'li katılımcılarda eş zamanlı olarak gerçekleştirilen kuvvet egzersizleri ve bilişsel-motor görevlere dayalı 24 haftalık kombine eğitim programının etkilerini araştırmışlardır (44). Çalışma sonunda günlük aktivitelerdeki performansın önemli ölçüde iyileştiği görülmüş, kombine eğitim programının,

eşleştirilmiş bir kontrol grubuyla karşılaştırıldığında adım uzunluğu ve yürüme hızı gibi ikili görev maliyetlerini azaltmada etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Morelli & Morelli (2021)'nin kapsamlı derleme çalışmasında, MS'li kişilerde dengeyi iyileştirmek için ikili görev müdahalelerinin kullanımını destekleyen kanıtlar olduğu ifade edilmektedir (45).

### ***Alzheimer:***

Alzheimer'daki süreç bilişsel işlevlerin azalması şeklinde gelişir. Ansai ve ark. (2017) sağlıklı, hafif bilişsel bozulma ve Alzheimer hastalığı olan yaşlı kişilerde yürüyüş, ikili görev performansları ve düşme öyküsündeki farklılıkları araştırmışlardır (46). Alzheimer hastalığı grubu ikili görevde diğer gruplardan önemli ölçüde daha kötü performans göstermiştir. Bilişsel bozukluğu olan 2 grupta düşme sayısının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Muir ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, Alzheimer hastaları, hafif bilişsel bozukluğu olan bireyler ve sağlıklı yaşlılarda yürüyüş performansı ile ikili görev koşullarına verilen tepkiler değerlendirilmiştir (47). Yürüyüş hızı ve adım atma süresi değişkenliği, tekli görev koşulu altında üç grup arasında önemli ölçüde fark bulunmazken, ikili görev süresince bilişsel bozukluğu olan kişilerde yürüyüş bozuklukları ve düşme riskinin arttığı belirtilmiştir.

### ***Serebral Palsi:***

Serebral palsy (SP), spastisite ve motor bozuklukların yanı sıra, bireylerde duyu, algı, bilişsel işlev ve davranış bozukluklarına yol açabilen, kas kontraktürleri ve kemik deformiteleri gibi ikincil kas-iskelet sistemi problemlerinin de görülebileceği nörogelişimsel bir hastalıktır. Bu durum SP'li çocuklarda yürüme, denge ve günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılıklara neden olur. SP'li çocuklar bölünmüş ve sürdürülebilir dikkat gibi yürütücü fonksiyonlarda da problem yaşayabilirler.

Carcreff, ve ark. (2019) SP'li çocukların ikili görevler sırasındaki yürüyüş ve bilişsel performanslarını, normal gelişim gösteren çocuklarla karşılaştırmayı amaçlamışlardır (48). Her iki grupta da yürüyüş performansının ikili görevde bilişsel yük arttıkça azaldığı görülmüştür. SP'li çocuklarda azalmış yürüyüş performansının, ikili görevlerin yaygın olduğu günlük yaşamda zorluklara neden olabileceği düşünülmüştür.

Roostaei ve ark. (2021) çalışmalarının sonucunda SP'li çocuklarda yürüme hızının ikili görev koşullarında tek görev koşullarına kıyasla daha yavaş olduğunu belirtmişlerdir (49). İkili görev koşullarına SP'li çocukların normal gelişim gösteren kontrol grubuna göre yürüme hızının daha fazla azaldığını tespit etmişlerdir.

### 3. Ortopedik Hastalıklar

#### *Boyun ve Bel Ağrısı*

Kronik ağrı, ağrının beynin yönetici işlevlerini etkilemesi ve ikincil görevde performans düşüşleriyle birlikte ikili görev kapasitenin azalmasına ve düşme riskini artırmasına neden olabilir. Yapılan bir çalışmada, kronik bel ağrısı olan hastalarda bilişsel-motor ikili görevlerin yürüyüş performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bel ağrılı hastalar, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, önemli ölçüde daha düşük yürüyüş performansı sergilemişlerdir. Çalışmanın sonucunda kronik ağrının bilişsel-motor ikili görev performansını azalttığı belirlenmiştir (50).

Alsultan ve ark. (2020) çalışmasında, motor-motor ikili görev sırasında boyun ağrısı grubunun, normal bireylere kıyasla önemli ölçüde daha yavaş yürüdükleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kronik boyun ağrısı olan bireylerde ikili görev sırasında yürüyüş kontrolünün daha zor olduğu bulunmuştur. (51).

Kirmizi ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, kronik boyun ağrısı olan ve sağlıklı bireylerde bilişsel-motor ikili görev koşulları altında denge performansı incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kronik boyun ağrısı olan bireylerin ikili görev sırasında ayakta durma dengelerinin daha zayıf olduğu bulunmuştur. (52).

#### *Osteoartrit-Osteoporoz:*

Diz osteoartritinde görülen ağrı postüral salınımı artırarak denge kaybına, düşük yürüyüş performansına ve yüksek düşme insidansına ve fiziksel yetersizliğe neden olur. Fonksiyonel ve bilişsel talepler arasındaki etkileşim osteoartritli bireylerde hareket kalıplarını değiştirebilir (53).

Abdallat ve ark. (2020) çalışmasında, diz osteoartriti veya diz ön çapraz bağ yaralanması olan bireylerde ikili görev yürüyüşünün ve ayakta durma dengesinin motor ve bilişsel performans üzerindeki etkisini incelenmiştir. Çalışma sonunda, diz ön çapraz bağ yaralanması ve diz osteoartriti olan kişilerde ikili görev testi sırasında yürüyüş ve denge performansında bozulma görülmüştür (53).

Levinger ve ark. (2016), diz osteoartriti olan bireylerin ikili görev sırasında düşmeye karşı dengeyi yeniden sağlama ve vücudun ileri hareketini yavaşlatma konusunda kontrol grubuna kıyasla zorluk yaşadıklarını bildirmişlerdir (54).

Uzunkulaoğlu ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada, diz osteoartritli yaşlı bireylerde tekli görev ve ikili görev eğitimin denge performansına etkisini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubuna sadece denge egzersizleri verilmiş, ikili görev eğitim grubundaki hastalara ise aynı denge egzersizlerine ek olarak eş zamanlı bilişsel görevler verilmiştir. Denge

parametrelerindeki değişim ölçülmüş ve eğitim öncesi ve sonrası yapılan karşılaştırmalar sonucunda her iki eğitimin de dengeyi iyileştirmede etkili olduğu, ancak gruplar arasında fark olmadığı bulunmuştur. (55).

Osteoporoz hastalarında, sağlıklı bireylere kıyasla postüral salınımın ve denge bozukluklarının daha fazla olduğu bildirilmektedir (56).

Konak ve ark. (2016) çalışmalarında 4 haftalık tekli ve ikili görev denge egzersiz programlarının osteoporozlu yaşlı yetişkinlerde günlük aktiviteler sırasında statik dengeyi, dinamik dengeyi ve denge güvenliğini iyileştirmede etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Uygulanan ikili görev egzersiz programı sonrasında, hastaların yürüyüş hızlarının arttığı gözlemlenmiştir. (57).

Vaillant ve arkadaşları (2006), 70 yaş ve üzeri osteoporozlu bireylerle yürüttükleri çalışmada, kontrol grubuna denge ve koordinasyon egzersizleri uygularken, çalışma grubuna aynı egzersizlere ek olarak bilişsel ikincil görev de dahil etmişlerdir. Çalışma sonunda yapılan değerlendirmelerde, ikili görev uygulanan grupta yürüyüş performansında kontrol grubuna kıyasla anlamlı iyileşmeler saptanmıştır. (58).

#### **4. Denge ve postüral kontrol**

Denge, bireyin vücut ağırlık merkezini destek yüzeyi sınırları içinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır. Postüral kontrol ise, bireyin dik duruşunu sürdürebilmesini sağlayan çoklu duyuşsal ve motor süreçlerin etkileşimidir. Denge ve postüral kontrolün sağlanmasında, duyuşsal ve motor iletiler koordineli bir şekilde işlenerek vücut ağırlık merkezi stabilize edilir (59).

Cherng ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, hiperaktivite bozukluğu olan çocuklarda denge gerektiren ikili görevlerin, tekli görevlere kıyasla dinamik denge süresinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir (60).

Hiyamizu ve ark. (2012), bilişsel bir görev sırasında ayakta duruş kontrolü üzerine ikili görev denge eğitiminin yaşlı bireylerdeki etkilerini araştırmıştır. Elde edilen bulgular, bu eğitimin yaşlı bireylerde duruş kontrolünü ve performansı iyileştirdiğini göstermektedir (61).

Ghai ve ark. (2017), yaptıkları meta-analiz çalışmasında, postüral stabilite üzerinde ikili görev eğitiminin etkilerini inceleyen çalışmaların %87,5'inin olumlu sonuçlar gösterdiğini bildirmiştir (62).

Agmon ve ark. (2014) çalışmasında, ikili görev müdahalelerinin duruş kontrolü ve bilişsel çıktılar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar, ikili görevle ilişkili duruş kontrolünün belirli bir eğitim yoluyla geliştirilebileceğini bildirmiştir (18).

#### **SONUÇ**

İkili görev araştırmaları, birden fazla görevin aynı anda yapılmasının bilişsel ve motor performans üzerindeki etkilerini incelemektedir. Fizyoterapi alanında, ikili görevlerin kullanımı hem motor hem de bilişsel sistemlerin aynı anda rehabilite edilmesini sağlayarak tedavi süreçlerini iyileştirebilmektedir. Nörolojik bozukluklar, yaşlanma ve postüral bozukluklar gibi çeşitli durumlar da ikili görevler ile yapılan çalışmaların sonucunda, hastaların yürüyüş, denge, koordinasyon ve genel fonksiyonel yeteneklerinde iyileşmeler sağlanabileceğini ortaya koyulmuştur.

Sonuç olarak, ikili görevler, fizyoterapi programlarında motor ve bilişsel iyileşmeyi aynı anda hedefleyerek, bireylerin yaşam kalitesini artırmada etkili bir yaklaşım sunmaktadır. Bu alanın gelecekteki araştırmalarla daha da derinlemesine incelenmesi, fizyoterapideki etkisini ve uygulanabilirliğini güçlendirecektir.

**Finansal Destek:** Araştırmada herhangi bir finansal destek kullanılmamıştır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

**Etik Onay:** Bu araştırma etik komite onayı gerektirmediğinden etik kurul izni alınmamıştır.

**Yazar Katkıları:** Her iki yazar da aynı oranda katkı sağlamıştır.

**Açıklamalar:** Bu araştırma daha önce herhangi bir yerde sunulmamış ve basılmamıştır.

**KAYNAKÇA**

1. McIsaac TL, Lamberg EM, Muratori LM. Building a framework for a dual task taxonomy. *Biomed Res Int*. 2015;2015:1-10.
2. Capato TT, Tornai J, Avila P, Barbosa ER, Piemonte ME. Randomized controlled trial protocol: balance training with rhythmical cues to improve and maintain balance control in Parkinson's disease. *BMC Neurol*. 2015;15:162.
3. Yang L, He C, Pang MYC. Reliability and validity of dual-task mobility assessments in people with chronic stroke. *PLoS One*. 2016;11(1):e0147833.
4. Zirek E. Parkinson hastalarında yürüme sırasında gerçekleştirilen farklı kognitif aktivitelerin (çift görev) yürüme ve denge parametreleri üzerine etkisi. Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2017.
5. Fritz NE, Cheek FM, Nichols-Larsen DS. Motor-cognitive dual-task training in persons with neurologic disorders: a systematic review. *J Neurol Phys Ther*. 2015;39(3):142-153.
6. Yang L, Lam FMH, Liao LR, Huang MZ, He CQ, Pang MYC. Psychometric properties of dual-task balance and walking assessments for individuals with neurological conditions: a systematic review. *Gait Posture*. 2017;52:110-123.
7. Yılmaz H. Non spesifik kronik bel ağrılı hastalarda ikili görev (DUAL task) sırasında postural kontrol ve dengenin değerlendirilmesi. Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi; 2016.
8. Kim HD, Brunt D. The effect of a dual-task on obstacle crossing in healthy elderly and young adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(10):1309-1313.
9. Plummer P, Eskes G. Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:225.
10. Yüzlü V. Geriatrik bireylerde Farklı İkili Görev Eğitimlerinin Denge, Düşme Korkusu ve Yaşam Kalitesine Etkisi. Master's thesis, Marmara Üniversitesi; 2022.
11. Pashler H. Dual-task interference in simple tasks: data and theory. *Psychol Bull*. 1994;116(2):220.
12. Büyükelik NM. Down Sendromlu çocuklarda çift görev denge egzersizlerinin dengeye ve fonksiyonel duruma olan etkisinin incelenmesi. Master's thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi; 2021.
13. Yögev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. *Mov Disord*. 2008;23(3):329-342.
14. Yıldız NN. Tip 2 diyabetli bireylerde eklem pozisyon hissi, plantar duyu, denge ve çift görev performansı arasındaki ilişkilerin araştırılması. Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2019.
15. James W. The Principles of Psychology-Vol. I. Read Books Ltd; 2013.
16. Carmela L, Feys P, Moumdjian L, D'Amico E, Zappia M, Francesco P. Cognitive-motor dual-task interference: a systematic review of neural correlates. *Neurosci Biobehav Rev*. 2017.
17. McCulloch K. Attention and dual-task conditions: physical therapy implications for individuals with acquired brain injury. *J Neurol Phys Ther*. 2007;31(3):104-118.
18. Agmon M, Belza B, Nguyen HQ, Logsdon R, Kelly VE. A systematic review of interventions conducted in clinical or community settings to improve dual-task postural control in older adults. *Clin Interv Aging*. 2014;9:477-492.
19. Liebherr M, Schubert P, Schiebener J, Kersten S, Haas CT. Dual-tasking and aging—About multiple perspectives and possible implementations in interventions for the elderly. *Cogent Psychol*. 2016;3(1):1261440.
20. Wickens CD. Processing resources and attention. In: *Multiple task performance*. CRC Press; 2020:3-34.
21. Varela-Vásquez LA, Minobes-Molina E, Jerez-Roig J. Dual-task exercises in older adults: A structured review of current literature. *J Frailty Sarcopenia Falls*. 2020;5(2):31.
22. Wollesen B, Janssen TI, Müller H, Voelcker-Rehage C. Effects of cognitive-motor dual task training on cognitive and physical performance in healthy children and adolescents: A scoping review. *Acta Psychol*. 2022;224:103498.

23. Yang YR, Cheng SJ, Lee YJ, Liu YC, Wang RY. Cognitive and motor dual task gait training exerted specific training effects on dual task gait performance in individuals with Parkinson's disease: A randomized controlled pilot study. *PLoS One*. 2019;14(6):e0218180.
24. Kelly VE, Eusterbrock AJ, Shumway-Cook A. A Review of Dual-Task Walking Deficits in People with Parkinson's Disease: Motor and Cognitive Contributions, Mechanisms, and Clinical Implications. *Parkinson's Dis*. 2012;2012:918719.
25. Bergamin M, Gobbo S, Zanutto T, Sieverdes JC, Alberton CL, Zaccaria M, Ermolao A. Influence of age on postural sway during different dual-task conditions. *Front Aging Neurosci*. 2014;6:271.
26. Montero-Odasso, M., Bherer, L., Studenski, S., Gopaul, K., Oteng-Amoako, A., Woolmore-Goodwin, S., Stooles, P., Wells, J., Doherty, T., Zecevic, A. A., Galinsky, D., Rylett, R. J., Jutai, J., Muir-Hunter, S., Speechley, M., & Camicioli, R. (2015). Mobility and cognition in seniors. Report from the 2008 Institute of Aging (CIHR) Mobility and Cognition Workshop. *Canadian Geriatrics Journal*, 18(3), 159–167.
27. Falbo, S., Condello, G., Capranica, L., Forte, R., & Pesce, C. (2016). Effects of physical-cognitive dual-task training on executive function and gait performance in older adults: A randomized controlled trial. *Biomed Research International*, 2016, 5812092. <https://doi.org/10.1155/2016/5812092>
28. Wollesen, B., Mattes, K., Schulz, S., Bischoff, L. L., Seydell, L., Bell, J. W., von Duvillard, S. P. (2017). Effects of dual-task management and resistance training on gait performance in older individuals: A randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13(9), 415. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00415>
29. Azadian, E., Torbati, H. R. T., Kakhki, A. R. S., & Farahpour, N. (2016). The effect of dual task and executive training on pattern of gait in older adults with balance impairment: A Randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics*, 62, 83-89.
30. Poyraz, T. (2017). Yaşlılarda ikili görevle yapılan denge egzersizlerinin kognitif durum ve fonksiyonelliğe etkisi (Master's thesis). Medipol Üniversitesi.
31. Silsupadol, P., & Shumway-Cook, A. (2009). Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: A double-blind, randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(3), 381–387.
32. Beurskens R, Bock O. Age-related deficits of dual-task walking: A review. *Neural Plast*. 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/586424>
33. Strouwen C, Molenaar EA, Münks L, Keus SH, Bloem BR, Rochester L, Nieuwboer A. Dual tasking in Parkinson's disease: should we train hazardous behavior?. *Expert Rev Neurother*. 2015;15(9):1031-1039.
34. Peterson DS, Dijkstra BW, Horak FB. Postural motor learning in people with Parkinson's disease. *J Neurol*. 2016;263(8):1518-1529.
35. Li Z, Wang T, Liu H, Jiang Y, Wang Z, Zhuang J. Dual-task training on gait, motor symptoms, and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2020;34(11):1355-1367.
36. De Freitas TB, Leite PHW, Dona F. The effects of dual task gait and balance training in Parkinson's disease: A systematic review. *Physiother Theory Pract*. 2020.
37. Plummer P, Altmann L, Feld J, Zukowski L, Najafi B, Giuliani C. Attentional prioritization in dual-task walking: Effects of stroke, environment, and instructed focus. *Gait Posture*. 2020;79:3-9.
38. Zhang, L., Ma, J., Liu, X., Jin, A., Wang, K., & Yin, X. (2024). Cognitive-motor dual-task training on gait and balance in stroke patients: meta-analytic report and trial sequential analysis of randomized clinical trials. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1), 227.
39. Zhou Q, Yang H, Zhou Q, Pan H. Effects of cognitive motor dual-task training on stroke patients: A RCT-based meta-analysis. *J Clin Neurosci*. 2021;92:175-182.
40. Baek CY, Chang WN, Park BY, Lee KB, Kang KY, Choi MR. Effects of dual-task gait treadmill training on gait ability, dual-task interference, and fall efficacy in people with stroke: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2021;101(6):pzab067.
41. Chiamonte R, Bonfiglio M, Leonforte P, Coltraro GL, Guerrera CS, Vecchio M. Proprioceptive and dual-task training: the key of stroke rehabilitation, a systematic review. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2022;7(3):53.

42. Martino Cinnera, A., Bisirri, A., Leone, E., Morone, G., & Gaeta, A. (2021). Effect of dual-task training on balance in patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 35(10), 1399-1412.
43. Veldkamp R, Baert I, Kalron A, Tacchino A, D'hooge M, Vanzeir E, Feys P. Structured cognitive-motor dual task training compared to single mobility training in persons with multiple sclerosis, a multicenter RCT. *J Clin Med*. 2019;8(12):2177.
44. Gutiérrez-Cruz C, Rojas-Ruiz FJ, De la Cruz-Márquez JC, Gutiérrez-Dávila M. Effect of a combined program of strength and dual cognitive-motor tasks in multiple sclerosis subjects. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(17):6397.
45. Morelli N, Morelli H. Dual task training effects on gait and balance outcomes in multiple sclerosis: A systematic review. *Mult Scler Relat Disord*. 2021;49:102794.
46. Ansai JH, Andrade LP, Rossi PG, Takahashi AC, Vale FA, Rebelatto JR. Gait, dual task and history of falls in elderly with preserved cognition, mild cognitive impairment, and mild Alzheimer's disease. *Braz J Phys Ther*. 2017;21(2):144-151.
47. Muir SW, Speechley M, Wells J, Borrie M, Gopaul K, Montero-Odasso M. Gait assessment in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: the effect of dual-task challenges across the cognitive spectrum. *Gait Posture*. 2012;35(1):96-100.
48. Carcreff L, Fluss J, Allali G, Valenza N, Aminian K, Newman CJ, Armand S. The effects of dual tasks on gait in children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2019;70:148-155.
49. Roostaei M, Raji P, Morone G, Razi B, Khademi-Kalantari K. The effect of dual-task conditions on gait and balance performance in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;26:448-462.
50. Hamacher D, Hamacher D, Schega L. A cognitive dual task affects gait variability in patients suffering from chronic low back pain. *Exp Brain Res*. 2014;232:3509-3513.
51. Alsultan F, De Nunzio AM, Rushton A, Heneghan NR, Falla D. Variability of neck and trunk movement during single-and dual-task gait in people with chronic neck pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020;72:31-36.
52. Kirmizi M, Yalcinkaya G, Sengul YS, Kalemci O, Angin S. Investigation of balance performance under different sensory and dual-task conditions in patients with chronic neck pain. *Musculosket Sci Pract*. 2021;56:102449.
53. Abdallat R, Sharouf F, Button K, Al-Amri M. Dual-task effects on performance of gait and balance in people with knee pain: A systematic scoping review. *J Clin Med*. 2020;9(5):1554.
54. Levinger P, Nagano H, Downie C, Hayes A, Sanders KM, Cicuttini F, Begg R. Biomechanical balance response during induced falls under dual task conditions in people with knee osteoarthritis. *Gait Posture*. 2016;48:106-112.
55. Uzunkulaoğlu A, Kerim D, Ay S, Ergün S. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in elderly patients with knee osteoarthritis. *Arch Rheumatol*. 2020;35(1):35-40. doi:10.5606/ArchRheumatol.2020.7174
56. Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:273-277.
57. Konak HE, Kibar S, Ergin ES. The effect of single-task and dual-task balance exercise programs on balance performance in adults with osteoporosis: a randomized controlled preliminary trial. *Osteoporos Int*. 2016;27:3271-3278.
58. Vaillant, J., Vuillerme, N., Martigné, P., Caillat-Miosse, J. L., Parisot, J., Nougier, V., & Juvin, R. (2006). Balance, aging, and osteoporosis: effects of cognitive exercises combined with physiotherapy. *Joint Bone Spine*, 73(4), 414-418.
59. Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: *Comprehensive Physiology*. Wiley; 2010:255-292.
60. Chong RJ, Liang LY, Chen YJ, Chen JY. The effects of a motor and a cognitive concurrent task on walking in children with developmental coordination disorder. *Gait Posture*. 2009;29(2):204-207.

61. Hiyamizu M, Morioka S, Shomoto K, Shimada T. Effects of dual task balance training on dual task performance in elderly people: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2012;26(1):58-67.
62. Ghai S, Ghai I, Effenberg AO. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging.* 2017:557-577.