

Research Article / Araştırma Makalesi

Sedanter Kadınlarda Pilates ve Progresif Gevşeme Egzersizlerinin Fiziksel ve Kognitif Parametreler Üzerindeki Etkisi

The Effects of Pilates and Progressive Relaxation Exercises on Physical and Cognitive Parameters in Sedentary Women

Neval ÇELİK¹, Seda YILDIZ²

¹ Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı, İstanbul, Türkiye

² Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü (İngilizce), İstanbul, Türkiye

ÖZ

Bu araştırma, sedanter kadınlarda pilates egzersizlerine eklenen progresif gevşeme egzersizleri ve solunum tekniklerinin fiziksel ve kognitif parametreler üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmaya, yaş ortalaması $34,88 \pm 9,49$ yıl olan 34 sedanter kadın dâhil edilmiş ve katılımcılar basit randomizasyon yöntemi ile deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Deney grubu 8 hafta boyunca haftada 2 gün, 90’ar dakikalık oturumlarda pilatesle birlikte progresif gevşeme egzersizi ve solunum teknikleri uygularken; kontrol grubu aynı sürede haftada 2 gün, 60’ar dakikalık pilates yapmıştır. Müdahaleler öncesi ve sonrası esneklik (Otur-Uzan), endurans (McGill plank, ekstansiyon, lateral plank), denge (Y Denge: anterior, posteromedial, posterolateral) ve kognitif performans (Stroop, Sayı Menzili) değerlendirilmiştir. Veriler SPSS 25.0 ile analiz edilmiş, anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir. Her iki grupta da müdahale sonrası fiziksel ve kognitif parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler saptanmıştır ($p<0,05$). Gruplar arası karşılaştırmada ise deney grubu, esneklik, gövde enduransı, denge ve kognitif testlerin tüm alt boyutlarında kontrol grubuna kıyasla daha fazla gelişim göstermiştir ($p<0,05$). Bulgular, pilates programına progresif gevşeme egzersizleri ve solunum tekniklerinin eklenmesinin, sedanter kadınlarda fiziksel uygunluk ve kognitif işlevler üzerinde daha fazla gelişme sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Pilates; gevşeme egzersizleri; solunum teknikleri; kognitif işlev; fiziksel uygunluk.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of adding progressive relaxation exercises and breathing techniques to pilates exercises on physical and cognitive parameters in sedentary women. Thirty-four sedentary women with a mean age 34.88 ± 9.49 years were assigned to experimental and control groups with simple randomization method. The experimental group performed pilates combined with progressive relaxation and breathing techniques twice a week for 8 weeks, in 90-minute sessions, while the control group performed pilates only, twice a week for 60 minutes. Assessments were conducted before and after the intervention for flexibility (Sit-and-Reach), endurance (McGill plank, extension, lateral plank), balance (Y Balance: anterior, posteromedial, posterolateral), and cognitive performance (Stroop, Digit Span). Data were analyzed using SPSS 25.0, with statistical significance set at $p<0.05$. Both groups showed statistically significant improvements in physical and cognitive parameters after the intervention ($p<0.05$). Between-group comparisons revealed greater improvements in the experimental group in flexibility, core endurance, balance, and all subdimensions of the cognitive tests ($p<0.05$). These findings indicate that incorporating progressive relaxation and breathing techniques into a pilates program provides better improvements for physical fitness and cognitive function in sedentary women.

Keywords: Pilates; relaxation exercises; breathing techniques; cognitive function; physical fitness.

1. Giriş

Modern yaşamın getirdiği teknolojik kolaylıklar ve dijitalleşme, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinde belirgin bir azalmaya yol açmıştır. Fiziksel aktivitedeki bu düşüş, sedanter yaşam tarzının yaygınlaşmasına neden olmuştur (1). Sedanter bireyler, uzun süre oturma, hareketsizlik ve düşük enerji harcaması ile karakterize edilen bir yaşam biçimi sürdürmekte olup; bu durum, özellikle kadınlarda daha sık görülmekte ve hem fiziksel hem de zihinsel sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (2). Literatürde, kadınların erkeklere kıyasla daha düşük fiziksel aktivite düzeyine sahip oldukları (3) ve sedanter davranışa bağlı sağlık risklerine (obezite, kas-iskelet sistemi problemleri, depresyon vb.) daha yatkın oldukları bildirilmektedir (1). Sedanter davranış sebebiyle düşük fiziksel aktivite düzeyine sahip olan kadınlarda kas gücü ve dayanıklılığın azalması, esneklik kaybı, postüral bozukluklar, kilo artışı, stres, uyku problemleri ve kognitif işlevlerde gerileme gibi birçok problem de görülmektedir (4). Bu sebeplerden ötürü Dünya Sağlık Örgütü, sağlıklı bir yaşamın sürdürülebilmesi için her yaştan bireyin düzenli fiziksel aktivite yapmasını önermektedir (1). Fiziksel aktivitenin yalnızca kas-iskelet sistemi değil, aynı zamanda sinir sistemi, hormonal yapı ve psikolojik durum üzerinde de olumlu etkiler yarattığı bilimsel çalışmalarla gösterilmiştir (5). Bu kapsamda, düzenli egzersiz programları, bireylerin hem fizyolojik hem de kognitif kapasitelerini geliştirmede önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir (6).

Pilates egzersizleri, son yıllarda özellikle kadınlar arasında popülerlik kazanmış, beden farkındalığını ve postüral kontrolü artıran bir egzersiz yöntemi olarak öne çıkmıştır (7). Joseph Pilates tarafından geliştirilen bu yöntem; nefes kontrolü, merkez bölge (core) aktivasyonu, konsantrasyon, denge ve kontrollü hareket ilkelerine dayanmaktadır (8). Pilates, vücudu dengeli bir şekilde güçlendirirken esnekliği artırmakta ve zihin-beden bütünlüğünü hedeflemektedir (9). Gevşeme egzersizleri ise stresin azaltılması, zihinsel rahatlamının sağlanması ve psikolojik dengenin korunması amacıyla yaygın olarak uygulanmaktadır (10). Meditasyon, derin nefes alma ve progresif kas gevşetme tekniklerini içeren bu yöntemler, otonom sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler yaratmakta ve kognitif performansı desteklemektedir (11). Literatürde, gevşeme tekniklerinin odaklanma, dikkat, bellek ve stresle başa çıkma becerilerini geliştirdiği gösterilmiştir (12). Bu açıdan, nefes egzersizleri hem pilates hem de gevşeme uygulamalarının temel bileşenlerinden biri olup, vücut-zihin dengesini sağlamada kritik bir rol üstlenmektedir. Diyafragmatik solunum gibi teknikler, oksijen-karbondioksit dengesini düzenleyerek parasempatik sinir sistemini aktive ederken stres yanıtını azaltmaktadır (13). Pilates uygulamalarında “lateral solunum” tekniği, göğüs kafesinin yan bölgelerine odaklanarak nefes almayı

öğretmekte ve merkez kaslarının aktivasyonunu desteklemektedir (8). Literatürde, pilates ve gevşeme egzersizlerinin ağrı, fonksiyonel yetersizlik, uyku kalitesi ve genel iyi olma hali gibi farklı fiziksel ve kognitif parametreler üzerinde iyileştirici etkiler gösterdiği çeşitli araştırmalarla desteklenmiştir (14, 15). Ancak, bu iki yaklaşımın sedanter kadınlar üzerinde hem fiziksel hem de kognitif parametreler açısından karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Sedanter yaşam tarzı nedeniyle risk altında olan bu grupta, egzersizin hem beden hem de zihin üzerindeki rolünün anlaşılması, koruyucu sağlık yaklaşımları açısından önem taşımaktadır.

Pilates egzersizi, vücut farkındalığı, kas kontrolü, postüral denge ve esneklik üzerinde olumlu etkiler sağlayan bütüncül bir egzersiz yaklaşımıdır. Ancak, birçok çalışma pilatesin fizyolojik etkilerine odaklanırken, gevşeme ve solunum egzersizleriyle birlikte uygulanmasının oluşturabileceği hem fiziksel hem kognitif olacak şekilde bütünsel etkileri yeterince incelenmemiştir. Literatürde gevşeme ve solunum egzersizlerinin stres düzeyini azaltma, odaklanmayı artırma, otonom sinir sistemi dengesini düzenleme ve kognitif işlevleri destekleme gibi yararları olduğu bildirilmektedir (10). Bununla birlikte, bu egzersizlerin pilates uygulamalarıyla birlikte kullanımının sedanter bireylerde hem fiziksel performans hem de kognitif süreçler üzerindeki bütüncül etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, sedanter kadınlarda 8 hafta uygulanan pilates egzersizlerinin, progresif gevşeme egzersizleri (PGE) ve solunum teknikleri ile birlikte uygulanmasının fiziksel performans ve kognitif işlevler üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve elde edilen bulgular doğrultusunda bu iki yöntemin etkilerini karşılaştırmaktır.

2. Gereç ve Yöntem

2.1. Katılımcılar

Çalışmaya, sosyal medya duyuruları aracılığıyla ulaşılan ve dahil edilme kriterlerini karşılayan sedanter kadınlar dâhil edildi. Dahil edilme kriterleri olarak 20–50 yaş aralığında olmak, son 6 ayda düzenli egzersiz yapmamış olmak, cerrahi operasyon öyküsü olmaması, Mini Mental Durum Test (MMDT) skorunun 24 ve üzerinde olması ve çalışmaya katılmaya gönüllü olmak olarak belirlendi. Majör psikiyatrik hastalık, egzersizi engelleyen ciddi ortopedik ya da tıbbi durum varlığı dışlanma kriterleri olarak kabul edildi. Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan gönüllü onam formu alındı.

Örnekleme büyüklüğü, G*Power Version 3.1.6 programı kullanılarak, 2 grup arasında yapılacak analizlere dayalı olarak hesaplandı. Güç analizinde, McGill Kas Endurans Testlerinden lateral köprü testi baz alınarak belirlendi (Etki büyüklüğü=1,49) (37). Gerekli

örneklem büyüklüğü %80 güven seviyesi ve %5 hata payı ile 17 kişi kontrol (yalnızca pilates) ve 17 kişi deney (pilates + PGE ve solunum teknikleri) grubu içerisinde yer alacak şekilde toplam 34 kişi olarak belirlendi.

2.2. Çalışma Dizaynı

Bu çalışma, sedanter kadınlarda Pilates egzersizlerine eklenen PGE ve solunum tekniklerinin fiziksel ve kognitif parametreler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla randomize kontrollü olarak planlandı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun yürütüldü; başlangıçta tüm katılımcılar yazılı ve sözlü olarak bilgilendirildi ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formları alındı. İlgili etik kurul onayı alınmıştır. Katılımcılar, Research Randomizer yazılımı kullanılarak basit randomizasyon yöntemi ile deney (çalışma) ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Randomizasyon süreci, grup atamalarında sistematik yanlılığı önlemek amacıyla tamamen bilgisayar tabanlı ve rastgele biçimde gerçekleştirilmiştir. Her iki grup da eşit sayıda katılımcı (n=17) ile başlamıştır. Çalışma sürecinde ayrılan bir katılımcı olmamıştır (Şekil 1).

2.3. Değerlendirmeler

Tüm ölçümler müdahale öncesi (ön test) ve müdahale sonrası (son test) olmak üzere iki kez uygulandı.

2.3.1. Esneklik

Otur-Uzan Testi (Sit-and-Reach) ile hamstring ve lomber bölge kaslarının esnekliği değerlendirildi (16). Otur-Uzan Testi (Sit-and-Reach), Eurofit Test Bataryası protokolüne göre uygulandı. Elde edilen skor santimetre (cm) cinsinden kaydedildi.

2.3.2. Kas Enduransı

McGill gövde endurans testlerinden plank, ekstansör ve lateral plank kullanıldı (17). Katılımcılardan doğru hizalanmayı koruyabildikleri süre boyunca test pozisyonunu sürdürmeleri istendi. Süre saniye cinsinden kaydedildi.

2.3.3. Denge

Y denge testi, katılımcıların dinamik denge performansını değerlendirmek amacıyla uygulandı. Y Denge Testi ile anterior, posteromedial ve posterolateral uzanma yönleri değerlendirildi. Test öncesinde her katılımcının bacak uzunluğu ölçülerek veriler normalize

edildi. Bu değerler, ilgili ekstremitenin alt ekstremit e uzunluğuna göre yüzde olarak hesaplandı (18). Her yönde 3 ölçüm yapıldı ve uzanma mesafeleri kaydedildi. Analizde ölçümlerin ortalama değerleri kullanıldı.

2.3.4. Kognitif Performans

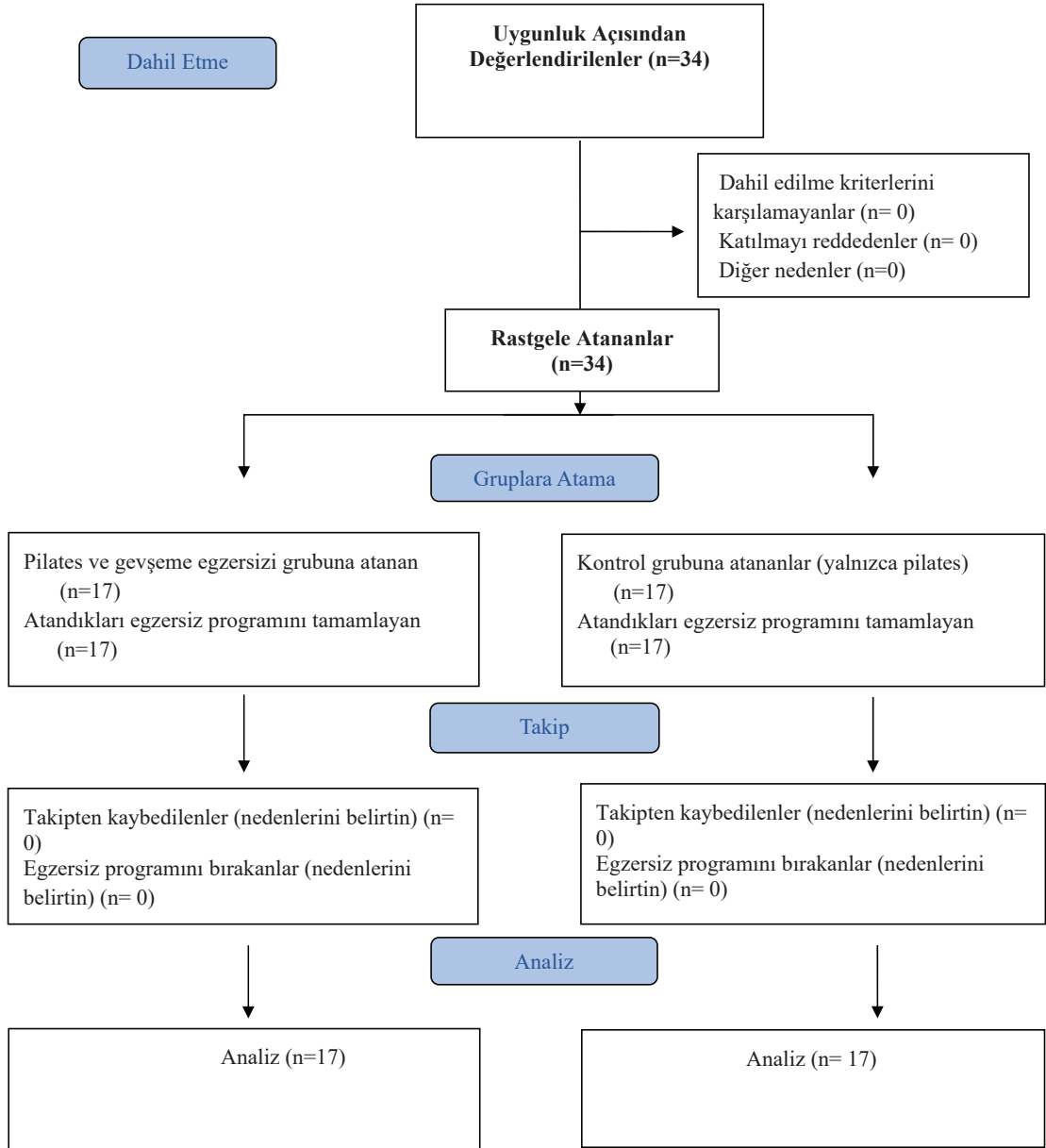
Kognitif değerlendirme için Stroop Testi (19) ve Sayı Menzili Testi (20) uygulandı. Stroop'ta doğru/yanlış sayıları ve/veya süreler, Sayı Menzili'nde ileri ve geri skorlar protokole uygun biçimde kayda alındı.

2.4. Müdahale

Tüm uygulamalar 8 hafta boyunca, haftada 2 gün olacak şekilde gerçekleştirildi.

Deney Grubu (Pilates + PGE + Solunum Teknikleri): Her egzersiz seansı yaklaşık 90 dakika sürdü. Seansların ilk 10 dakikasında diyafragmatik ve yoga solunumuna odaklanan nefes farkındalığı egzersizleri, 60 dakikalık bölümde temel ve orta düzey reformer pilates egzersizleri, son 20 dakikasında ise PGE uygulandı. Solunum çalışmaları, diyafragmatik solunumun öğretimi, ritmik solunum paterni oluşturma ve nefes farkındalığına yönelik yoga solunum tekniklerinden oluşturuldu (10). *The Pilates Method Alliance* standartlarına uygun olarak hazırlanan pilates protokolündeki egzersizler kas kuvveti, gövde stabilitesi, esneklik ve dengeyi geliştirmeye yönelik kontrol, nefes, merkezleme, akıcılık, kesinlik ve konsantrasyon ilkelerine göre planlandı. Haftalar ilerledikçe egzersizlerde direnç seviyesi ve tekrar sayısı progresif biçimde artırıldı. PGE seansları, Jacobson'un sistematik kas-gevşet yaklaşımına göre büyük kas gruplarından küçük kas gruplarına doğru (ör. bacak, karın, sırt, omuz, yüz) sırayla uygulandı. Her kas grubunda yaklaşık 5–7 saniye kasılma, ardından 10–15 saniye gevşeme fazı gerçekleştirildi (21, 22). Pilates seansları temel/orta düzey reformer egzersizlerinden oluşturuldu (7, 23). PGE seansları kas gruplarının sistematik kas-gevşet sırasına göre (10, 11), solunum çalışmaları ise diyafragmatik ve yoga solunumu bileşenlerini içerdi (13, 24).

Kontrol Grubu (Yalnız Pilates): Her egzersiz seans deney grubuyla aynı reformer pilates protokolündeki egzersizlerden oluşacak şekilde 60 dakika sürdü. Solunum teknikleri ve PGE bu gruba dahil edilmedi.



Şekil 1. Consort Akış Diyagramı

2.5. Veri Toplama ve Kayıt

Tüm ölçümler standardize protokollerle aynı ortamda ve günün benzer saat aralıklarında yapıldı. Ölçüm sırasında katılımcı güvenliği ve doğru hizalanma önceliklendirildi; geçersiz denemeler protokole göre tekrarlandı.

2.6. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY) ile analiz edildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verildi. Normal dağılım varsayımı sağlanan değişkenlerde parametrik testlerden bağımlı örneklem t-testi (grup içi) ve bağımsız örneklem t-testi (gruplar arası) kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen değişkenler için non-parametrik testlerden Wilcoxon testi (grup içi) ve Mann-Whitney U testi (gruplar arası) tercih edildi. Ayrıca potansiyel yaş etkisini kontrol etmek üzere kovaryans analizi (ANCOVA) yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlendi.

2.7. Etik Boyutu

Gerekli etik kurul izni, Haliç Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 29.11.2024 tarihinde alındı (Etik Kurul Karar No: 205). Çalışma, ilgili etik kurul tarafından onaylanmış olup, tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alındı. Araştırma Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun olacak şekilde yürütüldü.

3. Bulgular

Bu çalışmaya 17 kişi kontrol 17 kişi deney grubunda olacak şekilde toplam 34 kadın ($34,88 \pm 9,49$ yıl) dahil edilmiştir. Dahil edilen tüm katılımcılar çalışma sürecini tamamlamış olup, herhangi bir katılımcı süreç içerisinde çalışmadan çıkarılmadı veya ayrıldı.

Tablo 1'de, çalışmaya katılan bireylerin yaş, boy, kilo ve vücut kütle indeksi, MMDT ölçümlerine ilişkin grup karşılaştırmaları yer almaktadır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, gruplar arasında yalnızca yaş değişkeni açısından anlamlı bir fark tespit edildi ($p < 0,05$), gruplar diğer parametreler açısından benzer bulundu ($p > 0,05$).

Tablo 1. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Fiziksel Özellik ve MMDT Dağılımı

	Kontrol Grubu			Deney Grubu			<i>t</i>	<i>p</i>
	Min	Maks	($\bar{x} \pm ss$)	Min	Maks	($\bar{x} \pm ss$)		
Yaş (yıl)	23	49	$38,76 \pm 9,04$	20	45	$31,00 \pm 9,12$	2,493	0,018*
Boy (cm)	153	172	$164,59 \pm 5,46$	149	172	$162,94 \pm 6,87$	0,774	0,444
Kilo (kg)	51	92	$73,24 \pm 12,61$	48	97	$67,32 \pm 12,11$	1,394	0,173
VKİ (kg/m ²)	21,00	33,00	$26,94 \pm 4,05$	18,00	35,00	$24,94 \pm 4,04$	1,441	0,159
MMDT	26	27	$26,47 \pm ,514$	24	29	$26,47 \pm 1,375$	0,000	1,000

cm: santimetre, kg: kilogram, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, MMDT: Mini Mental Durum Testi, Min=Minimum, Max=Maksimum, ($\bar{x} \pm ss$)=Ortalama $\pm$ Standart Sapma Bağımsız örneklem t-testi, $p < 0,05$ *

Deney ve kontrol grubunun demografik özellikleri (sigara kullanımı, alkol kullanımı, eğitim düzeyleri, kronik hastalık varlığı) analiz edilmiş olup gruplar arası anlamlı bir fark gözlemlenmediği görüldü ($p > 0,05$).

Tablo 2’de, gruplar arası ön test fiziksel (esneklik, endurans, denge) ve kognitif test sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre gruplar arası Otur-Uzan testi puanlarında ($p=0,273$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$); McGill Plank ($p = 0,003$) ve McGill Ekstansiyon testlerinde ($p=0,022$) istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$). Gruplar arası kognitif test skorları ön test Geri Sayı Menzili ($p = 0,002$), Stroop B ($p=0,001$), Stroop C ($p=0,001$) ve Stroop D ($p = 0,001$) test süreleri ve Spontan Düzeltme Sayısında ($p= 0,001$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

Tablo 2. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Ön Test Fiziksel ve Kognitif Test Skorlarının Karşılaştırılması

	Kontrol Grubu			Deney Grubu			<i>t</i>	<i>p</i>
	Min	Maks	($\bar{x} \pm ss$)	Min	Maks	($\bar{x} \pm ss$)		
Otur-Uzan	17	24	20,29 $\pm$ 2,024	15	30	21,53 $\pm$ 4,094	-1,115	0,273
Mcgill Plank	25	35	29,65 $\pm$ 2,621	26	50	35,06 $\pm$ 6,067	-3,376	0,003*
Mcgill Ext	40	60	47,47 $\pm$ 5,547	40	65	52,65 $\pm$ 6,873	-2,417	0,022*
Mcgill Lat	20	35	26,06 $\pm$ 4,603	20	35	28,59 $\pm$ 4,139	-1,685	0,102
Y Denge Anterior	48	65	55,29 $\pm$ 5,108	45	70	57,06 $\pm$ 6,108	-,914	0,368
Y Denge Posteromedial	70	85	76,06 $\pm$ 4,264	70	95	79,47 $\pm$ 6,956	-1,724	0,094
Y Denge Posterolateral	70	85	72,71 $\pm$ 5,475	64	90	75,65 $\pm$ 7,566	-1,299	0,203
İSM	5	8	5,94 $\pm$ 1,144	4	6	5,00 $\pm$,791	2,791	0,009
GSM	3	7	4,53 $\pm$ 1,463	2	4	3,18 $\pm$,636	3,497	0,002*
TSM	8	13	9,82 $\pm$ 1,879	6	10	8,18 $\pm$ 1,380	2,913	0,007
Stroop A	32	34	32,96 $\pm$,461	30	34	32,47 $\pm$ 1,125	1,656	0,112
Stroop B	41	43	41,53 $\pm$,624	37	42	39,59 $\pm$ 1,372	5,310	0,001*
Stroop C	51	54	52,47 $\pm$,717	47	53	50,24 $\pm$ 1,602	5,251	0,001*
Stroop D	19	21	19,71 $\pm$,588	17	20	18,41 $\pm$,939	4,815	0,001*
SDS	8	10	9,00 $\pm$,707	6	10	7,76 $\pm$ 1,200	3,656	0,001*
HS	6	8	6,76 $\pm$,664	5	9	6,18 $\pm$ 1,131	1,849	0,074

($\bar{x} \pm ss$)=Ortalama $\pm$ Standart Sapma, Min=Minimum Max=Maksimum Ext= Ekstansiyon, Lat=Lateral Plank, İSM=İleri Sayı Menzili, GSM=Geri Sayı Menzili, TSM=Toplam Sayı Menzili, SDS=Spontan Düzeltme Sayısı, HS=Hata Sayısı, t=Bağımsız örneklem t-testi, $p < 0,05$ *

Müdahale sonrası kontrol ve deney grupları grup içi karşılaştırma analizinde her iki grupta da kognitif test skorlarında istatistiksel olarak anlamlı gelişim gözlemlendi ($p < 0,05$). Fiziksel test skorlarında deney grubunda tüm testlerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim gözlemlenirken ($p < 0,05$), kontrol grubunda McGill Plank testinde anlamlı gelişim gözlemlenmedi ($p > 0,05$), diğer testlerde istatistiksel olarak anlamlı gelişim gözlemlendi ($p < 0,05$).

Tablo 3. Gruplar Arası Fiziksel ve Kognitif Test Skorlarının Farkının Karşılaştırılması

	Kontrol Grubu		Deney Grubu		z	p
	Ç2(Ç1-Ç3)	(x ± ss)	Ç2(Ç1-Ç3)	(x ± ss)		
Otur-Uzan	5 (5 – 6)	5,88 ± 1,36	12 (10 – 13)	11,65 ± 1,50	-4,945	0,001*
Mcgill Plank	13 (12,5 – 17,5)	33,71 ± 80,30	30 (30 – 30)	30 ± 2,50	-4,529	0,001*
Mcgill Ext	12 (10 – 15)	12,76 ± 3,07	30 (30 – 30)	30,29 ± 2,78	-5,102	0,001*
Mcgill Lat	14 (13 – 18)	15,29 ± 2,87	25 (25 – 25)	24,94 ± 0,90	-5,221	0,001*
Y Denge Anterior	8 (7 – 10)	8,12 ± 1,58	15 (13,5 – 15)	14,53 ± 2,40	-4,788	0,001*
Y Denge Posteromedial	7 (5 – 8)	6,71 ± 1,21	15 (10 – 15)	13,24 ± 2,49	-5,075	0,001*
Y Denge Posterolateral	7 (6 – 8)	7,12 ± 1,41	14 (10 – 15)	13 ± 2,50	-4,918	0,001*
İSM	1 (1 – 1)	1,06 ± 0,24	2 (2 – 2)	2 ± 0	-5,416	0,001*
GSM	1 (1 – 1)	1,00 ± 0,00	2 (2 – 2)	2 ± 0	-5,745	0,001*
TSM	2 (2 – 2)	2,06 ± 0,24	4 (4 – 4)	4 ± 0	-5,667	0,001*
Stroop A	-1,8 (-1,975 – -1,5)	-1,80 ± 0,25	-4 (-5 – -4)	-4,18 ± 1,29	-4,441	0,001*
Stroop B	-3 (-3 – -3)	-2,94 ± 0,24	-5 (-5,5 – -5)	-5,24 ± 0,44	-5,434	0,001*
Stroop C	-5 (-5 – -5)	-4,88 ± 0,33	-6 (-7 – -6)	-6,41 ± 0,62	-5,058	0,001*
Stroop D	-2 (-2 – -1,5)	-1,76 ± 0,44	-3 (-3 – -2,5)	-2,76 ± 0,44	-4,512	0,001*
SDS	-1 (-1 – -1)	-1,00 ± 0,00	4 (3 – 4)	3,59 ± 0,51	-5,425	0,001*
HS	-2 (-2 – -1)	-1,59 ± 0,51	-3 (-4 – -3)	-3,24 ± 0,56	-5,006	0,001*

Ext=Ekstansiyon, Lat=Lateral Plank, İSM=İleri Sayı Menzili, GSM=Geri Sayı Menzili, TSM=Toplam Sayı Menzili, SDS=Spontan Düzeltme Sayısı, HS=Hata Sayısı, Ç2(Ç1-Ç3)=Çeyrekler aralığı, (x±ss)=Ortalama±Standart Sapma, z=Mann-Whitney U testi, p<0,05*

Tablo 3’te gruplar arası fiziksel ve kognitif testlerinin fark skorları verilmiştir. Deney ve kontrol grupları arasında yapılan karşılaştırmada tüm testlerde fark skorları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p<0,05).

Tablo 4’de yaş değişkeninin etkisi kovaryant olarak kontrol edilerek grupların son test fiziksel ve kognitif parametre skorları karşılaştırıldı. Yaş değişkeninin hiçbir bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir kovaryans etkisi bulunmadı (p>0,05). Modellerin açıklayıcılık düzeyleri R² değerlerine göre orta ile yüksek düzey arasındadır.

Tablo 4. Yaş Kovaryantlı Grupların Son Test Fiziksel ve Kognitif Parametre Skorlarının Karşılaştırılması

Bağımlı Değişken	Kontrol Grubu (x ± ss)	Min	Maks	Deney Grubu (x ± ss)	Min	Maks	Yaş p	Grup F	Grup p	R ²
Otur-Uzan Testi	26,18 ± 2,243	23	30	33,18 ± 3,844	28	42	0,963	34,337	0,001*	0,568
McGill Plank	33,35 ± 29,181	34	37	65,06 ± 5,804	56	75	0,649	0,011	0,930	0,007
McGill Ext	60,24 ± 6,879	51	75	82,94 ± 6,860	70	95	0,750	77,856	0,001*	0,745
McGill Lat	41,35 ± 7,254	32	55	53,53 ± 4,244	45	60	0,233	35,969	0,001*	0,549
Y Denge Anterior	63,41 ± 6,011	56	75	71,59 ± 6,052	60	85	0,226	17,175	0,001*	0,360
Y Denge Posteromedial	82,76 ± 3,817	78	90	92,71 ± 6,469	85	110	0,518	27,173	0,001*	0,489
Y Denge Posterolateral	79,82 ± 5,703	72	90	88,65 ± 7,062	80	105	0,515	15,216	0,001*	0,343
İSM	7,00 ± 1,225	6	9	7,00 ± 0,791	6	8	0,128	0,398	1,000	0,073
GSM	5,53 ± 1,463	4	8	5,18 ± 0,636	4	6	0,405	0,241	0,414	0,047
TSM	11,88 ± 1,965	10	15	12,18 ± 1,380	10	14	0,116	1,266	0,312	0,085
Stroop A	31,16 ± 0,544	30	33	28,29 ± 1,611	26	32	0,297	46,241	0,001*	0,615
Stroop B	38,59 ± 0,618	38	40	34,35 ± 1,455	32	37	0,951	99,464	0,001*	0,792
Stroop C	47,59 ± 0,939	46	50	43,82 ± 1,776	41	47	0,993	48,468	0,001*	0,651
Stroop D	17,94 ± 0,556	17	19	15,65 ± 1,115	14	18	0,910	47,432	0,001*	0,643
SDS	8,00 ± 0,707	7	9	11,35 ± 1,272	9	13	0,458	69,405	0,001*	0,743
HS	5,18 ± 0,728	4	6	2,94 ± 0,899	2	5	0,587	55,226	0,001*	0,668

Ext=Ekstansiyon, Lat=Lateral Plank, İSM=İleri Sayı Menzili, GSM=Geri Sayı Menzili, TSM=Toplam Sayı Menzili, SDS=Spontan Düzeltme Sayısı, HS=Hata Sayısı, x ± ss: Ortalama, ± Standart Sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, F: Varyans Analizi, F Değeri, p<0,05*, Yaş p = Kovaryans yaş değişkeninin anlamlılık düzeyi, R² = Modelin açıklayıcılık katsayısı

4. Tartışma

Bu çalışmada, sedanter kadınlarda pilates egzersizlerinin gevşeme ve solunum teknikleriyle desteklenerek uygulanmasının fiziksel ve kognitif fonksiyonlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, hem yalnızca pilates uygulanan kontrol grubunda hem de pilatese ek olarak PGE ve solunum teknikleri uygulanan deney grubunda fiziksel uygunluk ve kognitif işlevlerde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğunu ortaya koymuştur. Ancak gruplar arası fark incelendiğinde, deney grubunda fiziksel ve kognitif fonksiyonlar açısından daha büyük bir ilerleme gözlenmiştir. Bu sonuçlar, pilates egzersizlerinin esneklik, dayanıklılık, denge ve kognitif işlevler üzerinde olumlu etkiler yarattığını; PGE ve solunum teknikleriyle desteklendiğinde ise bu etkilerin daha belirgin hale geldiğini göstermektedir.

Pilates egzersizlerinin denge, postür, endurans, esneklik ve ağrı üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir (25-27). Katayıfçı ve ark. (28), 20–50 yaş arasındaki bireylerde sekiz hafta boyunca haftada üç gün uygulanan pilates programının kas gücü, esneklik ve genel kondisyon düzeylerinde anlamlı gelişme sağladığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Aka ve İbiş (29) reformer pilatesin fiziksel uygunluk bileşenlerini geliştirdiğini, Cidem ve ark. (30) ise düşük yaralanma riski taşıyan bu egzersizin denge ve kas kuvvetini artırmada etkili olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da hem yalnızca pilates uygulanan kontrol grubunda hem de pilatese ek olarak PGE ve solunum teknikleri uygulanan deney grubunda esneklik, kas enduransı ve denge performansında anlamlı gelişmeler kaydedilmiş; deney grubundaki artışların ise daha belirgin olduğu saptanmıştır.

Literatürde pilatesin yalnızca genç bireylerde değil, yaşlı popülasyonda da faydaları olduğu belirtilmektedir (31,32). İrez ve Korkusuz (33), 65 yaş üzeri kadınlarda pilatesin dinamik denge, esneklik, reaksiyon süresi ve kas kuvvetini artırarak düşme riskini azalttığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada dinamik denge performansı ölçülmüştür. Statik denge değerlendirmesine yer verilmemesinin nedeni, uygulanan pilates ve gevşeme egzersizlerinin daha çok hareket temelli denge kontrolünü (dinamik denge) geliştirmeye yönelik olmasıdır. Literatürde de pilates uygulamalarının özellikle dinamik denge, propriosepsiyon ve postüral kontrol üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığı bildirilmektedir (27-33). Benzer şekilde Ateş ve Öztürk (34) de pilatesin dinamik denge performansını artırıcı etkilerini vurgulamıştır. Bizim çalışmamızda da sedanter kadınlarda denge, esneklik ve endurans gelişimi gözlenmiştir. Deney grubundaki ilerlemelerin daha belirgin olması, gevşeme ve solunum egzersizleriyle bütüncül yaklaşımın etkisini desteklemiştir.

Pilatesin eklem hareketliliği ve kas kuvveti üzerindeki etkileri (35,36) ile esnekliğe katkısı (37) literatürde belirtilmiştir. Çalışmamızda da çekirdek kas dayanıklılığı her iki grupta gelişmiştir. Ancak PGE ve solunum tekniklerinin uygulandığı deney grubunda sırt, karın ve yan gövde kaslarının dayanıklılığı daha yüksek düzeyde artmıştır. Bu bulgular, Lee ve ark. (38) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumludur. PGE'nin kas gruplarını sistematik olarak kasıp gevşetme yoluyla kas gerginliğini azalttığı ve hareket açıklığını artırdığı (39) bildirilmiştir. Çalışmamızda da PGE uygulanan deney grubunda esneklik gelişimi kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Solunum egzersizlerinin postür kontrolü, kas gevşemesi, eklem hareket açıklığı ve omurga stabilitesi üzerindeki olumlu etkileri Courtney ve arkadaşları tarafından ortaya konmuş olup (40), bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Egzersizin kognitif fonksiyonlar üzerindeki etkisi literatürde geniş şekilde ele alınmıştır (41,42). Ayrıca gevşeme ve solunum teknikleriyle birlikte uygulandığında bu

etkinin daha da belirgin hale geldiği (43,44) belirtilmiştir. Çalışmamızda hem kontrol hem de deney gruplarında dikkat, kognitif esneklik ve kısa süreli hafızada anlamlı gelişmeler gözlenmiş, ancak deney grubunda ilerlemeler daha yüksek düzeyde olmuştur. Bu durum, bütüncül egzersiz yaklaşımının kognitif performansı destekleyici potansiyelini ortaya koymaktadır. Pilates egzersiz uygulamalarının da kognitif becerilerde gelişim sağladığını gösteren çalışmalar (45-48) mevcuttur. Bizim çalışmamızda da dikkat, işleme hızı ve yürütücü işlevlerdeki gelişmeler pilates uygulanan her iki grupta da gözlenmiş, özellikle deney grubunda daha belirgin olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, sedanter bireylerde pilatesin PGE ve solunum teknikleriyle desteklenmesinin hem fiziksel hem de kognitif faydalarını artırabileceğini düşündürmektedir.

Bazı çalışmalar, pilates uygulamalarının esneklik ve denge üzerinde etkili olduğunu bildirirse de (25-30), kognitif fonksiyonlardaki gelişmeler her zaman aynı düzeyde gözlenmemiştir. Bu farklılıklar, uygulanan pilates protokollerinin süresi, yoğunluğu ve egzersiz tiplerinin çeşitliliği, katılımcıların başlangıçtaki fiziksel ve kognitif durumları ve yaş gruplarındaki farklılıklar gibi faktörlerden kaynaklanabilir. Örneğin, deney grubumuzda PGE ve solunum teknikleri ile desteklenmiş pilates uygulaması kullanılmıştır. Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca pilates uygulanan kontrollere kıyasla daha belirgin gelişmelerin gözlenmesini sağlamıştır. Ayrıca bazı çalışmalarda denge ve kas dayanıklılığı gelişimi kontrol grubunda daha sınırlı bulunurken (31-34), bizim çalışmamızda kontrol grubunda da anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir. Bu durum, katılımcıların başlangıç fiziksel seviyesinin düşük olması ve düzenli olarak egzersiz yapılmayan sedanter bireylerin her tür fiziksel aktiviteden fayda görebilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Bulgularımız, pilatesin literatür ile uyumlu olarak kas kuvveti, esneklik ve kognitif işlevler üzerindeki olumlu etkilerini desteklerken (35-48), PGE ve solunum egzersizleri eklenmesinin bu etkileri daha da artırdığını göstermiştir. Bu fark, egzersiz protokolünün bütüncüllüğü, kas gruplarının sistematik olarak çalıştırılması ve nefes kontrolüyle postüral stabilitenin desteklenmesi ile açıklanabilir.

Çalışmanın Limitasyonları

Bu araştırma, belirli sınırlar çerçevesinde yürütülmüştür ve bulguların yorumlanmasında bu sınırlılığın göz önünde bulundurulması önemlidir. Bu çalışmada katılımcıların sedanter birey olarak sınıflandırılmasında yalnızca “son altı ay içerisinde düzenli egzersiz yapmamış olma” kriteri esas alınmıştır. Katılımcıların fiziksel aktivite düzeyini objektif olarak belirlemeye yönelik herhangi bir ölçek kullanılmamıştır. Bu durum, sedanterlik düzeyinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesini kısıtlayan bir sınırlılık olarak

değerlendirilebilir. Egzersizler bireysel olarak uygulanmış olsa da katılımcıların günlük yaşamlarındaki uyku, beslenme, stres seviyesi gibi değişkenler tam olarak kontrol altına alınamamıştır. Bu durum, özellikle kognitif test sonuçlarını etkileyebilecek dış faktörlerden biridir. Bu sınırlılığa rağmen çalışma, pilatesin gevşeme ve solunum teknikleriyle birlikte uygulanmasının fiziksel ve kognitif faydalarını ortaya koyması bakımından anlamlı katkılar sunmaktadır.

5. Sonuç

Sonuç olarak sedanter kadınlarda pilates egzersizlerinin gevşeme ve solunum teknikleriyle birlikte uygulanmasının fiziksel ve kognitif parametreler üzerindeki etkilerinin incelendiği bu çalışmada 8 haftalık uygulamalar sonucunda her iki grupta da gelişme kaydedilmiş, ancak deney grubunda esneklik, dayanıklılık, denge, dikkat, kognitif esneklik ve kısa süreli hafıza parametrelerinde daha belirgin ilerlemeler görülmüştür. Bulgular, pilatesin fiziksel uygunluğu artırmanın yanı sıra gevşeme ve solunum teknikleriyle bütüncül olarak uygulandığında kognitif kazanımları da güçlendirdiğini göstermektedir. Bu nedenle, sedanter bireyler için düşük riskli, uygulanabilir ve çok yönlü bir yöntem olarak pilatesin, gevşeme ve solunum teknikleriyle birlikte önerilmesi uygun görülmektedir.

Yazarların Katkısı

Fikir/Kavram: S. Yıldız, N. Çelik; **Tasarım ve Dizayn:** S. Yıldız, N. Çelik; **Denetleme/Danışmanlık:** S. Yıldız; **Kaynaklar:** N. Çelik; **Malzemeler:** N. Çelik; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** N. Çelik; **Analiz ve/veya Yorum:** N. Çelik, S. Yıldız ; **Literatür Taraması:** N. Çelik ; **Yazı Yazan:** N. Çelik; **Eleştirel İnceleme:** S. Yıldız

Not: Bu çalışma Dr. Öğr. Üyesi Seda Yıldız danışmanlığında Neval Çelik tarafından yazılan “Sedanter Kadınlarda Pilates ve Gevşeme Egzersizlerinin Fiziksel ve Kognitif Parametreler Üzerindeki Etkisi” başlıklı tez çalışması esas alınarak hazırlandı (Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2025).

Kaynaklar

1. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: WHO Press; 2010.
2. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010;38(3):105-113.
3. Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet.* 2012; 380(9838), 247–257.
4. Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol.* 2012;2(2):1143-1211.

5. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*. 2006;174(6):801-809.
6. Kramer AF, Erickson KI. Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends Cogn Sci*. 2007;11(8):342-348.
7. Kloubec JA. Pilates: how does it work and who needs it? *Muscles Ligaments Tendons J*. 2010;1(2):61-66.
8. Latey P. The Pilates method: history and philosophy. *J Bodyw Mov Ther*. 2001;5(4):275-282.
9. Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. A systematic review of the effects of Pilates method of exercise in healthy people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(12):2071-2081.
10. Varvogli L, Darviri C. Stress management techniques: evidence-based procedures that reduce stress and promote health. *Health Sci J*. 2011;5(2):74-89.
11. Lehrer PM, Woolfolk RL, Sime WE. *Principles and Practice of Stress Management*. 3rd ed. New York: Guilford Press; 2007.
12. Caldwell K, Harrison M, Adams M, Quin RH, Greeson J. Developing mindfulness in college students through movement-based courses: effects on self-regulatory self-efficacy, mood, stress, and sleep quality. *J Am Coll Health*. 2010;58(5):433-442.
13. Jerath R, Edry JW, Barnes VA, Jerath V. Physiology of long pranayamic breathing: neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Med Hypotheses*. 2006;67(3):566-571.
14. Caldwell K, Emery L, Harrison M, Greeson J. Changes in mindfulness, well-being, and sleep quality in college students through Taijiquan courses: a pilot study. *J Am Coll Health*. 2011;59(7):539-547.
15. Lee J, Kim J, Lee B. Effects of Pilates-based exercise on pain and disability in individuals with chronic low back pain: a systematic review with meta-analysis. *J Musculoskelet Sci Technol*. 2014;28(1):1-10.
16. Wells KF, Dillon EK. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. *Res Q*. 1952;23(1):115-118.
17. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(8):941-944.
18. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(12):911-919.
19. Golden CJ. *Stroop Color and Word Test: A Manual for Clinical and Experimental Uses*. Chicago: Stoelting; 1978.
20. Wechsler D. *Wechsler Adult Intelligence Scale—Revised (WAIS-R)*. New York: Psychological Corporation; 1981.
21. Jacobson E. *Progressive Relaxation*. Chicago: University of Chicago Press; 1938.
22. Bernstein DA, Borkovec TD, Hazlett-Stevens H. *New Directions in Progressive Relaxation Training: A Guidebook for Helping Professionals*. Westport: Praeger; 2000.
23. Latey P. The Pilates method: history and philosophy. *J Bodyw Mov Ther*. 2001;5(4):275-282.
24. Brown RP, Gerbarg PL. Sudarshan Kriya yogic breathing in the treatment of stress, anxiety, and depression: Part II—clinical applications and guidelines. *J Altern Complement Med*. 2005;11(4):711-717.
25. Segal NA, Hein J, Basford JR. The effects of pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(12):1977-1981.
26. Kloubec JA. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *J Strength Cond Res*. 2010;24(3):661-667.
27. Lim EC, Poh RL, Low AY, Wong WP. Effects of pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(2):70-80.
28. Katayıfçı N, Aydoğmuş M, Çelenay ST, Arslan S, Doğanay A. The effects of pilates exercises on physical fitness parameters in sedentary women. *Turk J Physiother Rehabil*. 2018;29(3):40-46.
29. Aka H, İbiş S. The effects of reformer pilates exercise on physical fitness parameters in healthy women. *J Educ Train Stud*. 2017;5(7):142-146.
30. Cidem M, Karacan I, Aras O, Arslan C. The effect of pilates exercise on physical fitness in sedentary women. *Turk J Sports Med*. 2018;53(2):58-66.

31. Bird ML, Fell J. Positive Long-Term Effects of Pilates Exercise on the Age-Related Decline in Balance and Strength in Older, Community-Dwelling Men and Women. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2014;22(3):342-347
32. Cancela J, Ayán C, Gutiérrez-Santiago A. Effects of pilates on frail elderly adults: a randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015;60(1):31-36.
33. İrez GB, Korkusuz F. The effects of pilates training on dynamic balance and fall risk in elderly women: randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res*. 2010;22(5-6):417-422.
34. Ateş B, Öztürk M. Effects of pilates exercise on balance and fall risk in elderly. *Turk J Geriatr*. 2016;19(1):25-32.
35. da Fonseca JL, Magini M, de Freitas TH. Laboratory gait analysis in patients with low back pain before and after a pilates intervention. *J Sport Rehabil*. 2009;18(2):269-282.
36. Sekendiz B, Altun Ö, Korkusuz F, Akın S. Effects of pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *J Bodyw Mov Ther*. 2007;11(4):318-326.
37. Rogers K, Gibson AL. Eight-week traditional mat pilates training-program effects on adult fitness characteristics. *Res Q Exerc Sport*. 2009;80(3):569-574.
38. Lee H, Oh J, Kim D, Yoon B. The effects of pilates training on balance and muscle performance in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016;97(2):220-229.
39. Conrad A, Roth WT. Muscle relaxation therapy for anxiety disorders: it works but how? *J Anxiety Disord*. 2007;21(3):243-264.
40. Courtney R. The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *Int J Osteopath Med*. 2009;12(3):78-85.
41. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 2008;9(1):58-65.
42. Guiney H, Machado L. Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychon Bull Rev*. 2013;20(1):73-86.
43. Jain FA, Walsh RN, Eisendrath SJ, Christensen S. Critical analysis of the efficacy of meditation therapies for acute and subacute phase treatment of depressive disorders: a systematic review. *Psychosomatics*. 2015;56(2):140-152.
44. Zeidan F, Johnson SK, Diamond BJ, David Z, Goolkasian P. Mindfulness meditation improves cognition: evidence of brief mental training. *Conscious Cogn*. 2010;19(2):597-605.
45. Eggenberger P, Wolf M, Schumann M, de Bruin ED. Exergame and balance training modulate prefrontal brain activity during walking and enhance executive function in older adults. *Front Aging Neurosci*. 2016;12(8):66.
46. Best JR. Effects of physical activity on children's executive function: contributions of experimental research on aerobic exercise. *Dev Rev*. 2010;30(4):331-351.
47. Voelcker-Rehage C, Niemann C. Structural and functional brain changes related to different types of physical activity across the life span. *Neurosci Biobehav Rev*. 2013;37(9):2268-2295.
48. Loprinzi PD, Kane CJ. Exercise and cognitive function: a randomized controlled trial examining acute exercise and free-living physical activity and sedentary effects. *Mayo Clin Proc*. 2015;90(4):450-460.

