



Zihinsel Yetersizliği Olan Bireylerde 12 Haftalık Fonksiyonel Egzersiz Programının Motor Performans Bileşenleri Üzerindeki Etkisi

The Effect of A 12-Week Functional Exercise Program
on Motor Performance Components in Individuals
with Intellectual Disabilities

Tolga ALTUĞ¹, Mehmet SÖYLER², Semih ÜBEYLİ³

¹Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ağrı
· taltug@agri.edu.tr · ORCID > 0000-0001-6318-0107

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çankırı
· mehmetsoyler@karatekin.edu.tr · ORCID > 0000-0002-6912-4218

³Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Ağrı
· semihubeyli@gmail.com · ORCID > 0009-0009-5876-0655

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 26 Mayıs/May 2025

Kabul Tarihi/Accepted: 05 Ağustos/August 2025

Yıl/Year: 2025 | **Cilt – Volume:** 16 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa/Pages:** 331-345

Atıf/Cite as: Altuğ, T., Söyler, M., Übeyli, S. "Zihinsel Yetersizliği Olan Bireylerde 12 Haftalık Fonksiyonel Egzersiz Programının Motor Performans Bileşenleri Üzerindeki Etkisi" Ondokuz Mayıs Üniversitesi Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi, 16(2), Ağustos 2025: 331-345.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Tolga ALTUĞ

Etik Kurul Beyanı/Ethics Committee Approval: "Araştırma için Çankırı Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu'ndan 25.06.2024 tarihli ve 14 karar sayısı ile etik kurul izni alınmıştır."

ZİHİNSEL YETERSİZLİĞİ OLAN BİREYLERDE 12 HAFTALIK FONKSİYONEL EGZERSİZ PROGRAMININ MOTOR PERFORMANS BİLEŞENLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

ÖZ

Bu çalışma, zihinsel yetersizliği olan bireylerde uygulanan 12 haftalık fonksiyonel egzersiz programının temel motor performans bileşenleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, ön test-son test kontrol gruplu deneysel desenle gerçekleştirilmiş ve 12-17 yaş aralığındaki 20 erkek katılımcı çalışma (n=10) ve kontrol (n=10) gruplarına ayrılmıştır. Çalışma grubuna haftada üç gün uygulanan yapılandırılmış egzersiz programı; denge, reaksiyon süresi, el-göz koordinasyonu ve sprint performansını hedefleyen istasyon temelli uygulamalardan oluşmuştur. Veri toplama araçları olarak tek ayak postüral denge testi, görsel uyarana dayalı reaksiyon süresi testi, disk dokunma testi ve 25 yard sprint testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler, karma desenli ANOVA ve eşleştirilmiş t-testi ile analiz edilmiştir. Bulgular, çalışma grubunda denge ve reaksiyon süresi başta olmak üzere motor becerilerde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler sağlandığını ortaya koymuştur ($p<0.05$). Disk dokunma testinde sürelerin kısaldığı, sprint performansında ise anlamlılık sınırına yakın pozitif bir gelişim eğilimi gözlenmiştir ($p\approx 0.056$). Sonuç olarak, çok bileşenli fonksiyonel egzersiz protokollerinin kısa süre içerisinde hem nöromusküler hem de sensörimotor becerileri destekleyerek zihinsel yetersizliği olan bireylerde motor performansın gelişimine katkı sağlayabileceği görülmüştür. Elde edilen bulgular, özel eğitim alanında yapılandırılmış fiziksel aktivite müdahaleleri için bilimsel bir dayanak sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz Müdahalesi Motor Performans, Postüral Denge, Reaksiyon Süresi, Zihinsel Yetersizlik.



THE EFFECT OF A 12-WEEK FUNCTIONAL EXERCISE PROGRAM ON MOTOR PERFORMANCE COMPONENTS IN INDIVIDUALS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES

ABSTRACT

This study aimed to examine the effects of a 12-week functional exercise intervention on key motor performance components in adolescents with intellectual disabilities. Twenty male participants aged 12 to 17 were randomly assigned to either an experimental (n=10) or control group (n=10). The experimental group engaged in a structured program three times per week, incorporating exercises de-

signed to enhance postural balance, reaction time, agility, and sprint performance. Motor outcomes were evaluated pre- and post-intervention using single-leg stance tests, a digital reaction time device, a directional reach test (disk touch), and a 25-yard sprint. Statistical analyses included mixed-design ANOVA and paired samples t-tests. The results revealed statistically significant improvements in postural balance and reaction time within the experimental group ($p < 0.05$). Additionally, agility showed a significant increase, while sprint performance demonstrated a positive trend nearing statistical significance ($p \approx 0.056$). In conclusion, this study demonstrates that multi-component functional exercise protocols can significantly contribute to motor performance development in individuals with intellectual disabilities by supporting both neuromuscular and sensorimotor functions within a short period. The findings provide a scientific basis for the implementation of structured physical activity interventions within the field of special education.

Keywords: Exercise Intervention, Intellectual Disability, Motor Performance, Postural Balance, Reaction Time.



GİRİŞ

Zihinsel yetersizliği olan bireylerde motor becerilerdeki sorunlar çođu zaman sinir-kas koordinasyonundaki aksaklıklardan ve postüral kontrol sisteminin zayıflığından kaynaklanmaktadır (Leyssens ve ark., 2022). Bu bireylerde denge sağlamak, çevresel uyarılara hızlı ve doğru tepki vermek ya da basit bir hareketi istikrarlı şekilde sürdürebilmek bile güçleşebilir. Çünkü proprioseptif duyularla alınan bilginin beyinde işlenmesi ve kaslara uygun yanıtın gönderilmesi süreci çođu zaman olması gereken hızda ve doğrulukta çalışmamasına bağlı olarak hareket becerisinin yanı sıra bireyin kendine güvenini, çevresiyle olan etkileşimini ve fiziksel güvenliğini de doğrudan etkiler (Kachouri ve ark., 2020). Özellikle gelişim çağındaki bireylerde bu sistemler tam olarak oturmadan geçirilen dönemler, motor gelişimde kalıcı eksikliklere yol açabilir (Fu ve ark., 2022). Vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin gerektiği gibi senkronize çalışmaması, kişinin hem dış uyarılara yanıt verme hızını düşürür hem de dengeyi bozarak düşme gibi riskleri artırır (Božanić Urbančić ve ark., 2023). İkili görev gerektiren aktivitelerde bu zorluklar daha da belirginleşerek basit bir harekete odaklanmak bile bölünmüş dikkat nedeniyle sekteye uğrayabilir (Ghai ve ark., 2017). Bu nedenle motor becerilerin geliştirilmesi fiziksel yeterlilikle birlikte yaşam kalitesi ve bağımsızlık açısından da öncelikli bir hedef olarak değerlendirilmelidir.

Egzersiz, zihinsel yetersizliği olan bireylerde motor işlevler ve nörogelişimsel süreçleri iyileştirmek için çok yönlü bir etki alanı sunar (Su ve ark., 2022). Özellikle postüral denge, çevresel uyarana verilen yanıt süresi ve temel hareket bece-

risi gibi bileşenler, sistemli bir egzersiz programıyla anlamlı biçimde gelişebilir (Fadaei Dehcheshmeh ve Majelan, 2024). Bu tür müdahaleler, kas kuvvetinden ziyade sensorimotor bütünlüğe odaklandığında daha geniş çaplı adaptasyonlar sağlayabilmektedir (Di Corrado ve ark., 2023). Özellikle merkez gövde kas gruplarını hedefleyen çalışmaların çeviklik, yön değiştirme ve denge gerektiren hareketlerde kontrolün daha iyi sağlandığına dair postüral stabilite üzerinde kısa sürede belirgin katkılar sunduğu gösterilmiştir (Yılmaz ve ark., 2024). Bununla birlikte egzersizin motor yanıt süreleri üzerindeki etkisi nöromüsküler sistemin çevresel uyarılara daha hızlı ve etkili biçimde tepki verebilme yetisinin artmasıyla ilişkilendirilmiş, kısa süreli bir direnç-çeviklik kombinasyonunun genç bireylerde denge ve reaksiyon performansını geliştirdiği belirtilmiştir (Zheng ve ark., 2025). Ayrıca bu bütünsel sistemin önemli bir çıktısı olarak sprint performansı da kuvvet üretimi ile birlikte hızlı motor ünite aktivasyonu ve elastik enerjinin doğru zamanda devreye girmesi gibi birbirine bağlı fizyolojik süreçlerin uyumlu çalışmasını gerektirdiği vurgulanmıştır (Zheng ve ark., 2025). Bu bağlamda egzersiz bedensel faaliyetin ötesinde nöromüsküler koordinasyonu yeniden yapılandıran bir öğrenme süreci olarak da değerlendirilebilir.

Literatürde, zihinsel yetersizliği olan bireylerde motor becerilerin geliştirilmesine yönelik yürütülen müdahale çalışmaları genellikle kısa süreli programlarla sınırlı kalmakta ve yoğunlukla yalnızca sınırlı sayıda motor çıktıya (örneğin denge veya kuvvet) odaklanmaktadır (Faigenbaum et al., 2023). Özellikle denge, reaksiyon süresi ve motor yanıt koordinasyonu gibi farklı sistem bileşenlerini bir arada ele alan uzun süreli ve yapısal uygulamalara daha az rastlanmakta, gelişim çağındaki bireyleri kapsayan, çoklu motor parametreyi eşzamanlı olarak izleyen çalışmalar ise oldukça sınırlı kalmaktadır (Thieschäfer & Büsch, 2022). Bu çalışma, zihinsel yetersizliği olan ergen bireylerde uygulanan 12 haftalık çok bileşenli fonksiyonel egzersiz programının postüral denge, reaksiyon süresi, sprint süresi ve el-göz koordinasyonu gibi sinir-kas kontrolüyle ilişkili motor performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada bu müdahale programının denge, reaksiyon süresi, el-göz koordinasyon ve sprint performansı gibi becerilerde ölçülebilir gelişmeler sağlayabileceği varsayılmaktadır.

YÖNTEM

Araştırma Grubu (Evren-Örneklem)

Araştırmaya, zihinsel yetersizlik tanısı almış ve özel eğitim kurumlarında eğitime devam eden 14 ila 16 yaş aralığında toplam 20 erkek birey katılmıştır. Katılımcılar, benzer yaş ve gelişim özelliklerine göre eşleştirilerek rastgele biçimde çalışma (n=10) ve kontrol (n=10) gruplarına atanmıştır. Gönüllülük esasına dayalı olarak yürütülen çalışmada, tüm bireylerin ebeveynlerinden yazılı onam alınmış

ve uygulamalar etik kurul onayı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubundaki katılımcılara 12 hafta boyunca haftada üç gün yapılandırılmış denge ve motor kontrol egzersizleri uygulanmış, kontrol grubundaki bireyler ise bu süre zarfında rutin eğitim ve günlük aktivitelerine devam etmiştir. Araştırma öncesinde çalışmanın ulusal etik standartlara uygunluğunu sağlamak amacıyla ilgili etik kuruldan onay alınmıştır.

Katılımcıların seçimi belirli ölçütlere göre gerçekleştirilmiştir. Dahil edilme kriterleri arasında; 14–16 yaş aralığında olma, resmi tanı belgelerine göre hafif veya orta düzey zihinsel yetersizlik tanısı taşıma, fiziksel aktiviteye katılımı engelleyecek bir sağlık sorununun bulunmaması ve veli onamının alınmış olması yer almıştır. Hariç tutma kriterleri ise şiddetli zihinsel yetersizlik, epilepsi öyküsü, ölçüm protokollerini tamamlayamama ve egzersiz sürecinde %25'i aşan oturma devamsızlığı olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada, katılımcıların motor performans düzeylerini değerlendirmek amacıyla dört farklı test uygulanmıştır. Ölçümler, egzersiz müdahalesi öncesinde (ön test) ve 12 haftalık uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından (son test) aynı koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

- *Postüral Denge (Sağ ve Sol Ayak)*: Katılımcıların sağ ve sol ayakta duruş stabilitesi TecnoGym ProKin 252N (Tecnobody) denge platformu kullanılarak değerlendirilmiştir. Her katılımcı 30 saniye boyunca platform üzerinde tek ayakla dengede kalmış cihaz tarafından hesaplanan denge skorları (daha düşük skor daha iyi dengeyi ifade eder) milisaniyelik salınım hassasiyetine göre kaydedilmiştir (Jain ve ark., 2023).
- *Reaksiyon Süresi*: Katılımcıların farklı görsel uyarıcılara karşılık verdikleri motor yanıt süreleri bilgisayar tabanlı bir “seçmeli reaksiyon süresi testi” (choice reaction time task) aracılığıyla ölçülmüştür. Test, her bir uyarıcı için farklı bir tepki gerektirecek şekilde yapılandırılmıştır ve ölçümler milisaniye (ms) cinsinden kaydedilmiştir (Deary ve ark., 2011).
- *Plate Tapping Test (Disk Dokunma Testi)*: Katılımcıların baskın elleriyle sabit aralıklarla yerleştirilmiş iki hedef diske 25 kez dönüşümlü olarak mümkün olan en kısa sürede dokunmalarını gerektiren el-göz koordinasyonu ve reaksiyonel motor yanıt hızını ölçen bir uygulamadır. Ölçüm, bu 25 dokunuşun tamamlanma süresinin saniye (sn) cinsinden kaydedilmesiyle yapılmıştır. Daha düşük süre daha iyi performansı yansıtır (Mack-Inocentio ve ark., 2020).

- *25 Yard Sprint Performansı*: Alt ekstremitte kas kuvveti, patlayıcı hız ve koordinasyon bileşenlerini değerlendirmek amacıyla uygulanır. Katılımcılar, 25 yard (22,86 metre) mesafeyi maksimum hızla koşarlar ve bu mesafeyi tamamlama süreleri kronometre veya elektronik zamanlama sistemleriyle ölçülmüştür. Elde edilen süreler saniye (sn) cinsinden kaydedilmiştir. Daha kısa süreler daha iyi sprint performansını gösterir (Altmann ve ark., 2019).

Tüm ölçümler katılımcıların fiziksel ve bilişsel durumlarına uygun şekilde standart test talimatları doğrultusunda ve aynı araştırmacılar tarafından uygulanmıştır. Testler sırasında katılımcıların dikkat düzeyini bozacak dış etkenler minimumda tutulmuştur.

Verilerin Toplanması/İşlem Yolu

Araştırma kapsamında çalışma grubundaki bireyler, 12 hafta boyunca haftada üç gün olacak şekilde planlanmış fonksiyonel egzersiz müdahalesine katılmışlardır. Uygulama süreci postüral denge, el-göz koordinasyonu ve motor yanıt hızını geliştirmeye yönelik istasyon temelli egzersizlerden oluşmuştur. Her antrenman seansı ortalama 35–45 dakika sürmüş, uygulamalar araştırmacılar gözetiminde birbirini yürütülmüştür. Müdahale boyunca bireylerin fiziksel yeterliliklerine uygun egzersiz ilerlemeleri sağlanmış ve katılım sürekliliği kayıt altına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen veriler, IBM SPSS Statistics 27.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle tüm değişkenlerin dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiş, çarpıklık, basıklık, histogram, kutu grafiği ve Q-Q grafikleri ile desteklenmiştir. Normallik varsayımının sağlandığı değişkenlerde parametrik analiz yöntemleri tercih edilmiştir. Gruplar arası ve grup içi farklılıkları değerlendirmek amacıyla karma desenli iki yönlü varyans analizi (Mixed ANOVA) uygulanmıştır. Bu kapsamda grup (çalışma/kontrol) ve zaman (ön test/son test) faktörleri arasındaki etkileşimler analiz edilmiş, grup içi karşılaştırmalar için eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılmıştır. Ayrıca ölçümler arasındaki değişimi daha ayrıntılı değerlendirebilmek amacıyla yüzdelerdeki değişim hesaplamaları yapılmış ve etki büyüklükleri analiz edilmiştir. Etki büyüklüğü ölçütü olarak Cohen's d ve kısmi eta kare (η^2) değerleri kullanılmış ve yorumlamalar, Cohen'in (1988) sınıflandırması esas alınarak gerçekleştirilmiştir (Cohen, 1988). Bu sınıflandırmaya göre Cohen's d değerleri için etki düzeyi küçük ($d \geq 0,20$), orta ($d \geq 0,50$) ve büyük ($d \geq 0,80$) olarak kabul edilmiştir. Kısmi eta kare (η^2) değerlerinde ise küçük ($\eta^2 \geq 0,01$), orta ($\eta^2 \geq 0,06$) ve büyük ($\eta^2 \geq 0,14$) sınıflamaları dikkate alınmıştır. Ek olarak aile yapısının (çekirdek/geniş) motor performans üzerindeki etkisi de analiz edilmiş

ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Ölçümler arasındaki yüzdelik değişim (%Δ), Merino-Muñoz ve arkadaşları (2020) tarafından önerilen formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \Delta = (\text{Pre Test} - \text{Post Test}) / (\text{Pre Test}) \times 100$$

Yüzde Değişim Formülü

Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda yapılan analizlerin sonuçları sunulmaktadır. Bulgular, tanımlayıcı istatistikler, normallik analizi ve et-kileşim (Mixed ANOVA) sonuçları şeklinde üç alt başlıkta yapılandırılmıştır

Tablo 1. Katılımcıların gruplara göre tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	Grup	Minimum	Maximum	Ortalama	SS
Yaş	Kontrol	14,00	16,00	14,60	0,70
	Çalışma	14,00	15,00	14,60	0,52
Boy	Kontrol	150,20	159,20	155,25	3,46
	Çalışma	151,50	169,20	161,85	5,96
Vücut Ağırlığı	Kontrol	45,60	49,80	47,07	1,34
	Çalışma	46,80	52,10	48,76	1,96

Tablo 1'de katılımcıların yaş, boy ve vücut ağırlığı gibi demografik değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre yaş ortalamasının çalışma grubunda $14,60 \pm 0,52$ yıl, kontrol grubunda ise $14,60 \pm 0,70$ olduğu görülmektedir. Boy ortalaması çalışma grubunda $161,85 \pm 5,96$ cm, kontrol grubunda ise $155,25 \pm 3,46$ cm olarak ölçülmüştür. Vücut ağırlığı ön test ortalamaları ise çalışma grubunda $48,76 \pm 1,96$ kg, kontrol grubunda $47,07 \pm 1,34$ kg olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Grupların Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) Değerleri

Değişkenler	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Vücut Ağırlığı (kg) Ön test	0,90	0,51	-0,11	0,99
Vücut Ağırlığı (kg) Son test	-0,06	0,51	-0,62	0,99
Denge Sağ Ön test	0,51	0,51	-0,87	0,99
Denge Sağ Son test	0,57	0,51	-0,51	0,99
Denge Sol Ön test	0,16	0,51	-1,11	0,99
Denge Sol Son test	0,18	0,51	-1,08	0,99
Reaksiyon (ms) Ön test	-0,12	0,51	-1,10	0,99
Reaksiyon (ms) Son test	-0,41	0,51	-1,08	0,99
Disk Dokunma (sn) Ön test	0,21	0,51	1,35	0,99
Disk Dokunma (sn) Son test	0,13	0,51	-0,44	0,99
Sprint 25 yard (sn) Ön test	-0,61	0,51	-0,54	0,99
Sprint 25 yard (sn) Son test	-0,09	0,51	1,29	0,99

Tablo 2’de Skewness ve kurtosis değerleri ± 1 sınırlarında yer almaktadır ve normal dağılım varsayımı ile tutarlıdır (Hair ve ark. 2013).

Tablo 3. Grupların Yüzdelerik Değişim ve Etki Büyüklüğü İstatistikleri

Değişkenler	Grup	Öntest Ort \pm SS	Sontest Ort \pm SS	% Δ	Cohen’s d
Vücut ağırlığı (kg)	Kontrol	47,07 \pm 1,35	46,31 \pm 1,94	-1.61%	0.44
	Çalışma	48,76 \pm 1,96	48,27 \pm 2,15	-1.01%	0.24
Denge (Sağ)	Kontrol	4,95 \pm 0,32	4,81 \pm 0,39	-2.83%	0.37
	Çalışma	6,61 \pm 0,69	6,15 \pm 0,74	-6.96%	0.64
Denge (Sol)	Kontrol	6,15 \pm 0,73	6,01 \pm 0,78	-2.28%	0.19
	Çalışma	5,99 \pm 0,78	5,71 \pm 0,78	-4.68%	0.36
Reaksiyon (ms)	Kontrol	653,92 \pm 3,76	648,16 \pm 8,20	-0.88%	0.09
	Çalışma	655,04 \pm 3,20	616,59 \pm 13,13	-5.87%	3.38
Disk Dokunma (sn)	Kontrol	22,38 \pm 0,72	22,08 \pm 0,37	-1.34%	0.50
	Çalışma	22,94 \pm 1,42	21,15 \pm 1,65	-7.80%	1.15
Sprint (sn)	Kontrol	5,41 \pm 0,18	5,13 \pm 0,08	-5.18%	1.90
	Çalışma	5,30 \pm 0,27	5,15 \pm 0,27	-2.83%	0.56

Tablo 3’te vücut ağırlığı değişkeninde kontrol grubunda $\% -1.61$ ’lik bir değişim ve $d = 0.44$, çalışma grubunda $\% -1.01$ ’lik bir değişim ve $d = 0.24$ etki büyüklüğü görülmektedir. Denge (sağ) değişkeninde kontrol grubunda $\% -2.83$ ’lük bir değişim ve $d = 0.37$, çalışma grubunda $\% -6.96$ ’lık bir değişim ve $d = 0.64$ bulunmuştur. Denge (sol)

değişkeninde kontrol grubunda %−2.28'lik bir değişim ve $d=0.19$, çalışma grubunda %−4.68'lik bir değişim ve $d=0.36$ hesaplanmıştır. Reaksiyon süresi (ms) değişkeninde kontrol grubunda %−0.88'lik bir değişim ve $d=0.09$, çalışma grubunda %−5.87'lik bir değişim ve $d=3.38$ gözlemlenmiştir. Disk dokunma testinde kontrol grubunda %−1.34'lük bir değişim ve $d=0.50$, çalışma grubunda %−7.80'lik bir değişim ve $d=1.15$ elde edilmiştir. Sprint performansında kontrol grubunda %−5.18'lik bir değişim ve $d=1.90$, çalışma grubunda %−2.83'lük bir değişim ve $d=0.56$ hesaplanmıştır.

Yapılan değerlendirmelere göre etki büyüklüğü açısından vücut ağırlığı değişkeninde kontrol grubunda küçük ($d=0.44$), çalışma grubunda ise küçük ($d=0.24$) düzeyde değişim gözlemlenmiştir. Denge (sağ) değişkeninde kontrol grubunda küçük ($d=0.37$), çalışma grubunda orta ($d=0.64$) düzeyde etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Denge (sol) için her iki grup da küçük düzeyde değişim göstermiştir (kontrol: $d=0.19$, çalışma: $d=0.36$). Reaksiyon süresi değişkeninde kontrol grubunda etkisiz-küçük ($d=0.09$) düzeyde bir değişim gözlenirken, çalışma grubunda çok büyük ($d=3.38$) bir etki büyüklüğü tespit edilmiştir. Disk dokunma testinde kontrol grubunda orta ($d=0.50$), çalışma grubunda büyük ($d=1.15$) düzeyde etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Sprint performansında kontrol grubunda büyük ($d=1.90$), çalışma grubunda ise orta ($d=0.56$) düzeyde bir etki büyüklüğü gözlenmiştir.

Tablo 4. Tekrarlayan Ölçümler için Grup \times Zaman Etkileşimi Sonuçları (Mixed ANOVA)

Değişkenler	Grup	Öntest Ort \pm SS	Sontest Ort \pm SS	Grup x Zaman Etkileşimi		
				F	p	η^2
Vücut ağırlığı (kg)	Kontrol	47,07 \pm 1,35	46,31 \pm 1,94	0,21	0,65	0,01
	Çalışma	48,76 \pm 1,96	48,27 \pm 2,15			
Denge (Sağ)	Kontrol	4,95 \pm 0,32	4,81 \pm 0,39	5,38	0,03*	0,23
	Çalışma	6,61 \pm 0,69	6,15 \pm 0,74			
Denge (Sol)	Kontrol	6,15 \pm 0,73	6,01 \pm 0,78	1,61	0,22	0,08
	Çalışma	5,99 \pm 0,78	5,71 \pm 0,78			
Reaksiyon (ms)	Kontrol	653,92 \pm 3,76	648,16 \pm 8,20	38,20	0,001**	0,69
	Çalışma	655,04 \pm 3,20	616,59 \pm 13,13			
Disk Dokunma (sn)	Kontrol	22,38 \pm 0,72	22,08 \pm 0,37	9,61	0,006*	0,35
	Çalışma	22,94 \pm 1,42	21,15 \pm 1,65			
Sprint (sn)	Kontrol	5,41 \pm 0,18	5,13 \pm 0,08	4,17	0,06	0,19
	Çalışma	5,30 \pm 0,27	5,15 \pm 0,27			

* $p<.05$ düzeyinde anlamlılık

** $p<.001$ düzeyinde anlamlılık

Tablo 4'te tekrarlı ölçümler ANOVA analizine göre, vücut ağırlığı değişkeninde grup \times zaman etkileşimi anlamlı olmadığı gösterilmiştir, $F(1, 18) = 0.215$, $p = .649$, $\eta^2 = .012$. Denge (sağ) değişkeninde grup \times zaman etkileşimi anlamlı bulunmuştur, $F(1, 18) = 5.381$, $p = .032$, $\eta^2 = .230$. Denge (sol) değişkeninde anlamlı bir etkileşim saptanmamıştır, $F(1, 18) = 1.610$, $p = .221$, $\eta^2 = .082$. Reaksiyon süresi (ms) açısından anlamlı bir grup \times zaman etkileşimi elde edilmiştir, $F(1, 18) = 38.201$, $p < .001$, $\eta^2 = .680$. Disk dokunma testinde de grup \times zaman etkileşimi anlamlıdır, $F(1, 18) = 9.607$, $p = .006$, $\eta^2 = .348$. Son olarak, sprint performansı değişkeninde etkileşim anlamlılık sınırında kalmış ancak anlamlı bulunmamıştır, $F(1, 18) = 4.166$, $p = .056$, $\eta^2 = .188$.

Tablo 5. Tekrarlayan Ölçümler İçin Grup \times Zaman \times Aile Yapısı Etkileşimi Sonuçları (Mixed ANOVA)

Değişkenler	Grup	Öntest Ort \pm SS	Sontest Ort \pm SS	Grup \times Zaman \times Aile Yapısı Etkileşimi		
				F	p	η^2
Vücut Ağırlığı (kg)	Kontrol	47,07 \pm 1,35	46,31 \pm 1,94	0,53	0,48	0,09
	Çalışma	48,76 \pm 1,96	48,27 \pm 2,15			
Denge (Sağ)	Kontrol	4,95 \pm 0,32	4,81 \pm 0,39	0,41	0,53	0,07
	Çalışma	6,61 \pm 0,69	6,15 \pm 0,74			
Denge (Sol)	Kontrol	6,15 \pm 0,73	6,01 \pm 0,78	3,00	0,10	0,36
	Çalışma	5,99 \pm 0,78	5,71 \pm 0,78			
Reaksiyon (ms)	Kontrol	653,92 \pm 3,76	648,16 \pm 8,20	1,11	0,31	0,17
	Çalışma	655,04 \pm 3,20	616,59 \pm 13,13			
Disk Dokunma (sn)	Kontrol	22,38 \pm 0,72	22,08 \pm 0,37	0,88	0,36	0,14
	Çalışma	22,94 \pm 1,42	21,15 \pm 1,65			
Sprint (sn)	Kontrol	5,41 \pm 0,18	5,13 \pm 0,08	0,04	0,84	0,01
	Çalışma	5,30 \pm 0,27	5,15 \pm 0,27			

Tablo 5 de görüldüğü üzere tekrarlı ölçümler ANOVA analizine göre, vücut ağırlığı değişkeninde grup \times zaman \times aile yapısı etkileşimi anlamlı değildir, $F(1, 18) = 0.533$, $p = .476$, $\eta^2 = .090$. Denge (sağ) değişkeninde grup \times zaman \times aile yapısı etkileşimi anlamlı bulunmamıştır, $F(1, 18) = 409$, $p = .532$, $\eta^2 = .071$. Denge (sol) değişkeninde anlamlı bir etkileşim saptanmamıştır, $F(1, 18) = 2.999$, $p = .103$, $\eta^2 = .360$. Reaksiyon süresi (ms) açısından anlamlı bir grup \times zaman \times aile yapısı etkileşimi elde edilmemiştir, $F(1, 18) = 1,107$, $p = .308$, $\eta^2 = .172$. Disk dokunma testinde de grup \times zaman \times aile yapısı etkileşimi anlamlı değildir, $F(1, 18) = .885$, $p = .361$, $\eta^2 = .142$. Disk dokunma testinde de grup \times zaman \times aile yapısı etkileşimi anlamlı değildir, $F(1, 18) = .040$, $p = .845$, $\eta^2 = .007$.

TARTIŞMA

Bu çalışmada 12 haftalık fonksiyonel egzersiz programının zihinsel engelli adölesanların motor becerileri üzerindeki etkisini incelenmiş, değişkenlere göre hem grup içi hem de gruplar arası düzeyde farklı istatistiksel sonuçlar ve etki büyüklükleri gözlemlenmiştir. Çalışma grubu kontrol grubuna kıyasla postüral denge (sağ ayak), reaksiyon sürati ve dokunma testi ölçümlerinde anlamlı düzeyde daha iyi sonuçlar elde etmiştir. Postüral denge (sol ayak), sprint ve vücut ağırlığı değişkenlerinde ise gruplar arası karşılaştırmada anlamlı bir fark görülmemiştir. Her iki grupta da görülen küçük düzeydeki vücut ağırlığı düşüşleri müdahale programının enerji harcama düzeyini sınırlı ölçüde teşvik edebildiği ve vücut kompozisyonunu etkileyecek şiddet ve süre düzeyine ulaşmamış olabileceği işaret etmektedir. Bulgular, vücut ağırlığında anlamlı değişim elde edilebilmesi için daha uzun süreli, metabolik yüklenmesi yüksek ve enerji dengesi üzerinde etkili programların uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Jakicic & Otto, 2006).

Entegre nöromotor antrenmanların denge becerisi üzerindeki etkisini analiz eden çalışmalarda bu antrenman yaklaşımlarının çocuk ve ergenlerde denge becerisini anlamlı düzeyde iyileştirdiği bildirmiştir (Ma ve ark., 2020). Benzer şekilde kuvvet-propriozeptif ve bilişsel-denge temelli hibrit egzersiz programlarının zihinsel yetersizliği olan çocuklarda hem tekli hem ikili görevlerde dengeyi artırdığı gösterilmiştir (Kachouri ve ark., 2016). Ek olarak gelişimsel koordinasyon bozukluğu eşlik eden bireylerde nöromüsküler temelli denge çalışmalarının hem statik hem dinamik postüral kontrolü olumlu etkilediği rapor edilmiştir (Balayi ve ark., 2022). Literatürle tutarlı olarak çalışmamızın sağ ayak denge becerisinde anlamlı bir gelişme sağlandığına yönelik bulguları, motor kontrol ve denge sistemlerini hedefleyen egzersizlerin nöromüsküler koordinasyonu artırdığını savunan görüşü desteklemektedir. Diğer taraftan gruplar arası sol ayak denge skorlarındaki anlamlı olmayan sonuçlar, muhtemel dominant taraf etkisine bağlı olarak uzuvlar arasında denge becerisinin farklı hızlarda ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir. Ancak elimizde lateralizasyonu belirleyen bir veri olmaması nedeniyle bu konuda kesin bir değerlendirme yapmak mümkün değildir.

Güncel bir araştırmada zihinsel yetersizliği olan çocuklarda propriyoreseptif eğitim odaklı Brailletonik egzersizlerinin denge becerisine ek olarak reaksiyon süresi üzerinde de olumlu etkiler yarattığı gösterilmiştir (Janbozorgi ve ark. 2024). Bu bulgularla tutarlı olarak pilot bir çalışma dans eğitimi merkezli egzersiz programına katılan bireylerde reaksiyon süresinin anlamlı biçimde kısaldığını ve elde edilen kazanımın sinir-kas sisteminin adaptasyonu ile ilişkili olduğunu öne sürmektedir (Kałużny, 2024). Fariq ve arkadaşları (2023) ise altı haftalık devre antrenmanının zihinsel yetersizliği olan bireylerde anaerobik kapasiteyle birlikte basit reaksiyon süresini de geliştirdiğini göstererek egzersizin sinaptik iletişim hızı üzerindeki et-

kisine dikkat çekmiştir (Fariq ve ark., 2023). Çalışmamızda reaksiyon süresinde görülen anlamlı azalma, literatürde motor yanıt hızı ve sinaptik iletim kapasitesiyle ilişkilendirilen nörofizyolojik adaptasyonlarla örtüşen bir gelişim olarak değerlendirilebilir. Ancak bilişsel süreçlere ilişkin doğrudan ölçüm yapılmamış olması bu yöndeki değerlendirmelerin kapsamını sınırlandırmaktadır.

Reaksiyon süresinde gözlenen gelişim, üst ekstremité koordinasyonu ve hızlı motor tepkiyi değerlendiren Disk Dokunma Testi (Plate Tapping Test) sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Çalışma grubundaki bireylerde bu testte gözlemlenen süre kısalması, el-göz koordinasyonunun ve reaksiyonel hareket başlatma hızının geliştiğini göstermektedir. Literatürde fonksiyonel egzersizlerin zihinsel yetersizliği olan bireylerde motor planlama, yönlendirilmiş hareket organizasyonu ve denge üzerindeki olumlu etkileri sıklıkla rapor edilmiştir (Farrokhian & Hemati Alamdarloo, 2021). Özellikle çok düzlemli ve istasyon temelli uygulamaların proprio-septif farkındalığı artırarak beden dışsal uyarana uygun biçimde konum değiş-tirme becerisini desteklediği gösterilmiştir (Li ve ark., 2023). Bu sonuçlar, kaslar arası senkronizasyon ve reaktif hareket üretiminin birlikte gelişmesinin sensörimotor performans bileşenlerini optimize ettiği yönündeki bulgularla paralellik göstermektedir (Smits-Engelsman & Jelsma, 2017). Çalışmamızda elde edilen disk dokunma testi bulguları, uygulanan müdahale programının çevresel uyarana dayalı hedefe yönelim, reaksiyonel motor yanıt üretimi ve el-göz koordinasyonu gibi sensörimotor çıktılar üzerinde olumlu etkiler yarattığını düşündürmektedir.

Mevcut çalışmada reaksiyon süresi, denge (sağ ayak) ve dokunma testi gibi nöromotor işlevlerde çalışma grubu lehine anlamlı düzeyde farklılıklar gözlemlenirken sprint performansı açısından aynı ölçüde bir kazanım yansımamıştır. Her iki grubun sprint performansında gelişim gözlemlenmiş ancak çalışma grubundaki iyileşme kontrol grubuna kıyasla daha sınırlı düzeyde gerçekleşmiştir. Güncel araştırmalar denge, kuvvet ve pliometrik unsurları birleştiren kombine egzersizlerin zihinsel yetersizliği olan sporcularda sprint, patlayıcı kuvvet, dinamik denge, sıçrama kapasitesi ve çeviklik gibi özellikleri iyileştirebileceğini ve bu potansiyelin kombine geliştirilmesinin sprint süresini doğrudan etkilediğini vurgulanmıştır (Jouira ve ark., 2024a; Jouira ve ark., 2024b). Aksović ve arkadaşları (2023) ise oyun temelli spor uygulamalarının zihinsel yetersizliği olan bireylerde sprint, koordinasyon ve güç gelişimi üzerinde uzun vadeli olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Aksović ve ark., 2023). Ayrıca sprint performansının gelişiminin alt ekstremité kuvvetinin yanı sıra hızlı motor ünite senkronizasyonu, kas-tendon elastisitesi, sinir-kas ileti hızları ve hareketin başlangıcında açığa çıkan nöromüs-küler uyarıcı gücü ile de ilişkili olduğu belirtilmiştir (Cormie ve ark., 2011). Ancak kontrol grubuna kıyasla çalışma grubunda ölçülen sınırlı performans artışı, sprint gibi kompleks motor çıktılarda daha uzun süreli ve özellikle pliometrik yoğunluğu yüksek antrenmanlara gereksinim duyulabileceğini göstermektedir. Mevcut

çalışmada ölçülen sprint performansındaki pozitif eğilim, egzersiz müdahalesinin patlayıcı kuvvet üretimi, motor birim aktivasyonu ve reaksiyonel hareket başlangıcı üzerindeki etkisine işaret etmektedir. Uyguladığımız fonksiyonel egzersizlerin bu bileşenleri kısmen desteklemekle birlikte sprintte gözlemlenen gelişim eğilimi, antrenman süresinin (12 hafta), seans süresinin (35–45 dakika) ve pliometrik yoğunluğun optimal eşik düzeyinin altında kalmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda gelecekteki çalışmalarda kısa süreli yüksek şiddetli pliometrik yüklemeler ve lineer hız kapasitesine yönelik özel antrenman bloklarının entegrasyonu önerilmektedir.

Son olarak analiz edilen sosyo-demografik değişken olarak aile yapısı ile motor performans parametreleri arasındaki ilişki analiz edilmiş ancak anlamlı bir sonuç tespit edilmemiştir. Bu bulgu, bireysel motor gelişim farklılıklarının genetik, nörogelişimsel ve algısal özelliklere dayalı olarak şekillenebileceğini savunan çalışmalarla uyumludur (Adolph & Franchak, 2017; Gui & Ronald, 2025). Diğer taraftan bazı araştırmalar aile biçiminden çok ebeveyn tutumu, sosyal destek ve çevresel etkileşimin motor gelişimi etkilediğini savunmaktadır (He ve ark., 2024; Peng & Wang, 2023). Bu bulgular, motor beceri gelişiminin aile tipi gibi sosyal yapısal faktörlerden ziyade bireysel yatkınlıklar, içsel gelişim süreçleri ve çevresel uyaranların etkileşimiyle şekillenebileceğini düşündürmektedir. Bu konuda daha net sonuçlara ulaşmak için farklı örneklerle yürütülecek boylamsal izleme çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Çalışma bulgularının yorumlanmasında bazı sınırlılıkların dikkate alınması göz önünde bulundurulmalıdır. Katılımcıların tamamı 14–16 yaş aralığındaki erkek bireylerden oluşmaktadır. Bu durum, sonuçların farklı yaş ve cinsiyet gruplarını temsil etmesini kısıtlayabilir. Ayrıca müdahale sonrasında uzun vadeli bir izleme yapılmamış olması kazanımların kalıcılığını değerlendirmemizi zorlaştırmaktadır. Bu yönleriyle gelecekteki araştırmalarda daha geniş katılımcı profilleriyle ve izleme ölçümleri içeren tasarımlarla ilerlemek faydalı olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, zihinsel yetersizliği olan ergen bireylerde uygulanan 12 haftalık fonksiyonel egzersiz programının özellikle sağ ayak dengesi, reaksiyon süresi ve el-göz koordinasyonu gibi nöro-motor becerilerde anlamlı gelişmeler sağladığını göstermektedir. Sprint performansı, sol ayak dengesi ve vücut ağırlığı gibi parametrelerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Elde edilen sonuçlar, fonksiyonel egzersizlerin koordinasyon ve denge gelişimine katkı sağladığını ancak sprint performansı gibi becerilerde gelişim için daha spesifik yüklenmelere ihtiyaç duyulabileceğini ortaya koymaktadır.

Uygulayıcılar açısından haftada üç gün uygulanan bu egzersiz modeli dikkat, denge ve reaksiyon yanıtı gibi becerileri desteklemek amacıyla özel eğitim bireyleriyle çalışan uzmanlar için erişilebilir ve sahaya aktarılabilir bir uygulama olarak değerlendirilebilir. Egzersizlerin bireysel yeterliliklere göre uyarlanması ve sürecin düzenli izlenmesi, kazanımların sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makalenin yazarları arasında, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): TA(%50), MS(%50)

Veri Toplanması (Data Acquisition): TA(%50), SÜ(%50)

Veri Analizi (Data Analysis):TA(% 60), MS(% 40)

Makalenin Yazımı (Writing Up): TA(%50), SÜ(%50)

Makale Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): TA(%50), SÜ(%50)

KAYNAKLAR

- Adolph, K. E., & Franchak, J. M. (2017). The development of motor behavior. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive Science*, 8(1-2), 10.1002/wcs.1430. <https://doi.org/10.1002/wcs.1430>
- Aksović, N., Dobrescu, T., Bubanj, S., Bjelica, B., Milanović, F., Kocić, M., Zelenović, M., Radenković, M., Nurkić, F., Nikolić, D., Marković, J., Tomović, M., & Vulpe, A.-M. (2023). Sports Games and Motor Skills in Children, Adolescents and Youth with Intellectual Disabilities. *Children*, 10(6), 912. <https://doi.org/10.3390/children10060912>
- Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. *PLoS one*, 14(8), e0220982. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982>
- Balayi, E., Sedaghati, P., & Ahmadabadi, S. (2022). Effects of neuromuscular training on postural control of children with intellectual disability and developmental coordination disorders : Neuromuscular training and postural control. *BMC musculoskeletal disorders*, 23(1), 631. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05569-2>
- Božanić Urbančić, N., Battelino, S., & Vozel, D. (2023). Appropriate Vestibular Stimulation in Children and Adolescents-A Prerequisite for Normal Cognitive, Motor Development and Bodily Homeostasis-A Review. *Children (Basel, Switzerland)*, 11(1), 2. <https://doi.org/10.3390/children11010002>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cormie, P., McGuigan, M.R. & Newton, R.U. Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Med* 41, 17-38 (2011). <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
- Deary, I. J., Liewald, D., & Nissan, J. (2011). A free, easy-to-use, computer-based simple and four-choice reaction time programme: The Deary-Liewald reaction time task. *Behavior Research Methods*, 43(1), 258-268. <https://doi.org/10.3758/s13428-010-0024-1>
- Di Corrado, D., Francavilla, V. C., La Paglia, R., Parisi, M. C., Buscemi, A., & Coco, M. (2023). Short-Term Effects of Specific Sensorimotor Training on Postural Assessment in Healthy Individuals: A Pilot Study with a Randomized Placebo-Controlled Trial. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 8(2), 46. <https://doi.org/10.3390/jfkm8020046>

- Fadaei Dehcheshmeh, M., & Shamsi Majelan, A. (2024). The Effect and Durability of Exercises and Sports Games on the Fundamental Motor Skills of Children with Intellectual Impairment: A Randomized Controlled Trial. *Caspian Journal of Pediatrics*, 10, 0-0.
- Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., MacDonald, J., & Myer, G. D. (2016). Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: Narrative review. *British journal of sports medicine*, 50(1), 3-7. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094621>
- Fariq, F. I. M., Hamzah, N. A., Ahmad, N. S., & Ariffin, N. S. I. (2023). Effects of 6-week Circuit Training on Anaerobic Performance and Simple Reaction Time in Individuals with Intellectual Disability (ID) in Kelantan State. *Jurnal Sains Kesihatan Malaysia*, 21(1), 95-104. <http://dx.doi.org/10.17576/JSKM-2023-2101-09>
- Farrokhian, S., Hemati Alamdarloo, G., & Asadmanesh, E. (2021). The effectiveness of functional training on static balance, dynamic balance and flexibility of females with intellectual disability. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(3), 8. <https://org.doi/10.29359/BJHPA13.3.08>
- Fu, T., Zhang, D., Wang, W., Geng, H., Lv, Y., Shen, R., & Bu, T. (2022). Functional Training Focused on Motor Development Enhances Gross Motor, Physical Fitness, and Sensory Integration in 5-6-Year-Old Healthy Chinese Children. *Frontiers in pediatrics*, 10, 936799. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.936799>
- Gui, A., Hollowell, A., Wigdor, E. M., Morgan, M. J., Hannigan, L. J., Corfield, E. C., Odintsova, V., Hottenga, J. J., Wong, A., Pool, R., Cullen, H., Wilson, S., Warrier, V., Eilertsen, E. M., Andreassen, O. A., Middeldorp, C. M., St Pourcain, B., Bartels, M., Boomsma, D. I., Hartman, C. A., ... Ronald, A. (2025). Genome-wide association meta-analysis of age at onset of walking in over 70,000 infants of European ancestry. *Nature human behaviour*, 10.1038/s41562-025-02145-1. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41562-025-02145-1>
- Jain, S., Walia, S., Khanna, S., & Wadhwa, G. (2023). Validity and reliability of Prokin 252N (Tecnobody) balance system for assessment of standing balance in individuals with incomplete spinal cord injury. *International Journal of Scientific Development and Research*, 8(1), 1084-1094.
- Jakicic, J. M., & Otto, A. D. (2006). Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 226S-229S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.1.226S>
- Janbozorgi, Z., Khalaji, H., & Moradi, J. (2024). The effect of individual and paired Brailletonik exercises on balance and reaction time in children with intellectual disability. *BMC sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 16(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00891-9>
- Jouira, G., Alexe, D. I., Tohãnean, D. I., Alexe, C. I., Tomozei, R. A., & Sahli, S. (2024). The Relationship between Dynamic Balance, Jumping Ability, and Agility with 100 m Sprinting Performance in Athletes with Intellectual Disabilities. *Sports*, 12(2), 58. <https://doi.org/10.3390/sports12020058>
- Jouira, G., Rebai, H., Alexe, D. I., & Sahli, S. (2024). Effect of Combined Training With Balance, Strength, and Plyometrics on Physical Performance in Male Sprint Athletes With Intellectual Disabilities. *Adapted physical activity quarterly : APAQ*, 41(3), 382-401. <https://doi.org/10.1123/apaq.2023-0105>
- Ghai, S., Ghai, I., & Effenberg, A. O. (2017). Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 557-577. <https://doi.org/10.2147/CIA.S125201>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2013). *Multivariate Data Analysis*: Pearson Education Limited.
- He, Y., Zhou, L., Liang, W., Liu, Q., Liu, W., & Wang, S. (2024). Individual, family, and environmental correlates of fundamental motor skills among school-aged children: a cross-sectional study in China. *BMC Public Health*, 24(1), 208. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17728-2>
- Kachouri, H., Borji, R., Baccouch, R., Laatar, R., Rebai, H., & Sahli, S. (2016). The effect of a combined strength and proprioceptive training on muscle strength and postural balance in boys with intellectual disability: An exploratory study. *Research in developmental disabilities*, 53-54, 367-376. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.03.003>
- Kałużny, O. (2023). The effect of dance workshops participation on reaction time in persons with moderate intellectual disabilities-pilot study. *Journal of Intellectual Disabilities*, 28(2), 469-477. <https://doi.org/10.1177/17446295231163247>
- Leyssens, L., Van Hecke, R., Moons, K., Luypaert, S., Danneels, M., Patru, J., Willems, M., & Maes, L. (2022). Postural balance problems in people with intellectual disabilities: Do not forget the sensory input systems. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities : JARID*, 35(1), 280-294. <https://doi.org/10.1111/jar.12948>
- Mack-Inocentio, D., Menai, M., Doré, E., Doreau, B., Gaillard, C., Finaud, J., Pereira, B., & Duché, P. (2020). Large-Scale Assessment of Health-Related Physical Fitness in French Older Adults: Feasibility and Validity. *Frontiers in Public Health*, 8, 487308. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.487308>

- Ma, Y., Wang, L., Li, M., & Wang, T. (2019). Meta-analysis of the effects of exercise programs in improving the balance ability of children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual & Developmental Disability, 45*(2), 144-154. <https://doi.org/10.3109/13668250.2019.1632040>
- Merino-Muñoz, P., Pérez-Contreras, J., & Aedo-Muñoz, E. (2020). The percentage change and differences in sport: a practical easy tool to calculate. *Sport Performance & Science Reports, 118*, 446-450. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33416.24328>
- Peng, C., & Wang, X. (2023). Sociological Influencing Factors of Preschool Children's Motor Skill Development Level. *Applied & Educational Psychology, 4*(8), 23-29.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Jelsma, L. D., & Ferguson, G. D. (2017). The effect of exergames on functional strength, anaerobic fitness, balance and agility in children with and without motor coordination difficulties living in low-income communities. *Human Movement Science, 55*, 327-337. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.07.006>
- Su, W. C., Amonkar, N., Cleffi, C., Srinivasan, S., & Bhat, A. (2022). Neural Effects of Physical Activity and Movement Interventions in Individuals With Developmental Disabilities-A Systematic Review. *Frontiers in Psychiatry, 13*, 794652. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.794652>
- Thieschäfer, L., & Büsch, D. (2022). Development and trainability of agility in youth: A systematic scoping review. *Frontiers in Sports and Active Living, 4*, 952779. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.952779>
- Yılmaz, O., Soylu, Y., Erkmen, N., Kaplan, T., & Batalik, L. (2024). Effects of proprioceptive training on sports performance: a systematic review. *BMC sports Science, Medicine & Rehabilitation, 16*(1), 149. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00936-z>
- Zheng, T., Kong, R., Liang, X., Huang, Z., Luo, X., Zhang, X., & Xiao, Y. (2025). Effects of plyometric training on jump, sprint, and change of direction performance in adolescent soccer player: A systematic review with meta-analysis. *PLoS one, 20*(4), e0319548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319548>