



Derleme

**AEROBİK, ESNEKLİK VE KUVVET EGZERSİZLERİNİN SEREBRAL
PALSİLİ ÇOCUKLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNE YÖNELİK BİR
DERLEME**

**A REVIEW ON THE EFFECTS OF AEROBIC, FLEXIBILITY AND
STRENGTH EXERCISE ON CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY**

Gönderilen Tarih: 16/06/2023
Kabul Edilen Tarih: 25/07/2023

Tuğçe Nur ERDOĞMUŞ

Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye.

Orcid: 0000-0001-9396-7197

Aysberg Şamil ÖNLÜ

Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye.

Orcid: 0000-0002-1291-821X

Erdem ÇAKAN

Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye.

Orcid: 0000-0003-2618-4680

Dicle ARAS

Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye.

Orcid: 0000-0002-9443-9860

1992

* Sorumlu Yazar: Tuğçe Nur ERDOĞMUŞ, Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, E-mail: tnerdogmus@ankara.edu.tr

Aerobik, Esneklik ve Kuvvet Egzersizlerinin Serebral Palsili Çocuklar Üzerindeki Etkilerine Yönelik Bir Derleme

ÖZ

Serebral palsili (SP) bireylerde aktivite, genellikle kas zayıflığı ya da spastisite ile sınırlanmıştır. Yapılan son çalışmalarda fiziksel aktivitenin spastisite ve hareket paternleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, fiziksel aktivitenin artırılmasının, bu popülasyondaki morbidite ve mortalite oranlarını iyileştirdiğini gösterilmektedir. Bu derlemenin amacı, farklı egzersiz türlerinin (aerobik, esneklik, kuvvet) serebral palsili çocuklar üzerindeki etkilerine ilişkin güncel çalışmaları incelemek ve etkilerini özetleyerek konu hakkında güncel ve derleyici bilgi sunmaktır. Doküman analizi kullanılarak gerçekleştirilen bu araştırmada Google Scholar, PubMed ve Web of Science veri tabanlarında sistematik bir tarama gerçekleştirilmiştir. Taramada, "cerebral palsy (serebral palsi)" ve "exercise (egzersiz)" ve "rehabilitation (rehabilitasyon)" ve "children (çocuklar)" ve "aerobic (aerobik)" ve "stretching (esnetme)" ve "strengthening (kuvvetlendirme)" ve "endurance (dayanıklılık)" anahtar sözcükleri ve kombinasyonları kullanılmış, 2002-2022 yılları arasında yayınlanan makaleler incelenmiştir. Araştırma sonucunda serebral palsili çocuklarda egzersizin, spastisite ve hareket paternleri üzerinde olumlu birçok etkisi olduğu görülmüş, çocukların fiziksel, bilişsel ve sosyal durumlarında yararlı sonuçlar doğurduğu bulunmuştur. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalardan elde edilen bulgulara göre serebral palsili çocuklarda egzersiz yapılması mutlaka önerilmektedir. Aynı zamanda daha büyük popülasyonlar ile yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler: Serebral palsi, egzersiz, aerobik, kuvvet, esneklik

A Review on The Effects of Aerobic, Flexibility and Strength Exercise on Children with Cerebral Palsy

ABSTRACT

Activity in individuals with cerebral palsy (CP) is usually limited by muscle weakness or spasticity. Recent studies have shown that physical activity has positive effects on spasticity and movement patterns, and increasing physical activity improves morbidity and mortality rates in this population. The purpose of this review is to examine the current studies on the effects of different types of exercise (aerobics, flexibility, strength) on children with cerebral palsy and to summarize their effects and to provide up-to-date and compiling information on the subject. In this study, which was carried out using document analysis, a systematic review was carried out in Google Scholar, PubMed and Web of Science databases. The keywords and combinations of "cerebral palsy" and "exercise" and "rehabilitation" and "children" and "aerobic" and "stretching" and "strengthening" and "endurance" were used in the search and articles published between 2002 and 2022 were analysed. As a result of the research, it was seen that exercise had many positive effects on spasticity and movement patterns in children with cerebral palsy, and it was found to have beneficial results in children's physical, cognitive and social conditions. According to the findings obtained from the studies included in the research, it is strongly recommended to exercise in children with cerebral palsy. Further studies with larger populations are also needed.

Keywords: Cerebral palsy, exercise, aerobics, strength, flexibility.

GİRİŞ

Serebral palsy (SP) gelişmiş ülkelerde 1000 canlı doğumda 1,5 ile 2,5 arasında bir prevalans ile çocuklarda en sık görülen fiziksel engeldir¹. SP, gelişmekte olan fetüs veya bebek beyininde meydana gelen, aktivite sınırlaması ile hareket ve duruş gelişimindeki bir grup bozukluğa neden olan, ilerleyici olmayan rahatsızlıklar olarak tanımlanmaktadır². SP'de motor bozukluklara sıklıkla duyu, biliş, iletişim, algı-davranış bozuklukları ve/veya nöbet bozukluğu eşlik etmektedir². Bu bozukluklar sebebiyle, SP'li çocuk ve ergenler, bağımsız olarak yürümek, merdiven çıkmak, koşmak veya engebeli arazide gezinmek gibi aktivitelerde zorluk yaşamaktadır³. SP'yi gruplara ayırmak için çeşitli sınıflandırmalar kullanılmıştır ancak Tablo 1'de sunulan Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS), hareket ve egzersiz açısından en kullanışlı olanıdır⁴.

Tablo 1. Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS)

| Seviye | Tanımlama |
|--------|---|
| I | Kısıtlama olmaksızın yürürler ancak daha ileri kaba motor becerilerde kısıtlanma vardır. |
| II | Yardımcı cihaz yardımı olmadan yürüyebilirler, ev dışında ve toplumda yürümede kısıtlanma vardır. |
| III | Mobiliteye yardımcı cihazlarla yürürler, ev dışı ve toplumda yürümede kısıtlanma vardır. |
| IV | Kendi kendine hareket sınırlıdır, çocuklar taşınırlar veya ev dışı ve toplumda enerjili mobilite cihazları kullanırlar. |
| V | Kendi kendine hareket yardımcı teknoloji kullanımıyla bile ileri derecede sınırlıdır. |

Çocukluk döneminde düzenli olarak fiziksel aktiviteye katılımın, fiziksel, psikolojik ve sosyal refahta hem kısa hem de uzun süreli yararları bulunmaktadır. Bunların arasında vücut kompozisyonu, iskelet sağlığı ve kardiyorespiratuvar dayanıklılıktaki olumlu değişiklikler ve depresyon, anksiyete ve benlik kavramı semptomlarında iyileşme yer alır^{5,6}. SP'li bireylerde egzersiz kabiliyeti, genellikle kas zayıflığı⁷ veya spastisite^{8,9} ile sınırlanmıştır. Geçmişte, SP'li çocuklarda fiziksel aktiviteyi teşvik eden programların, spastisiteyi ve anormal hareket paternlerini arttıracakı düşünülürdüğü için önerilmemiştir¹⁰. Ancak yapılan son araştırmalar, fiziksel aktivitenin spastisite veya hareket paternleri üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığını, artan fiziksel aktivitenin, morbidite ve mortalite oranlarını iyileştirdiğini göstermektedir⁴.

Dolayısıyla bu makalede serebral palsili bireylerde egzersiz uygulamalarının faydaları ve fiziksel aktivitenin farklı metotlar kullanılarak artırılmasının serebral palsili bireyler üzerindeki etkileri sorularına yanıt aranmaktadır. Bu noktada alanyazın incelendiğinde serebral palsili bireylerde uygulanan kuvvet, esneklik ve aerobik egzersizler ile ilgili çalışmalar ve elde edilen bulguların paylaşıldığı makaleler bilimsel literatürde yer almaktadır fakat bu çalışmaların birlikte sunulduğu bir makale ya da analiz çalışması bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı serebral palsili bireylere uygulanabilecek tedavi ve terapi yöntemlerinin geliştirilmesinin zor olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın gerekçesi, serebral palsili bireylerde uygulanan egzersiz türlerinin verdiği sonuçların bir arada görünmemesi ve bu durumun da yeni yöntemlerin geliştirilmesini zorlaştırmasıdır. Bu araştırmanın sonucunda serebral palsili bireylerde farklı egzersiz türlerinin kişilerin günlük yaşantılarını, bilişsel ve fizyolojik durumlarını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Bu noktada araştırmanın amacı konuyla ilgili çalışmaları bir araya getirerek, serebral palsili bireylerin farklı egzersiz türlerinden nasıl etkilendiğini ortaya koymaktır ve bu etkilerin birlikte gözlenmesini kolaylaştırmaktır. Bu amaçlar

doğrultusunda mevcut araştırmada farklı egzersiz türlerinin serebral palsili çocuklarda etkisi üzerine yapılan güncel araştırmalar incelenmiş ve özetlenmiş, konuyla ilgili güncel ve derleyici bilgiler sunulmuştur. Bu nedenle ilk olarak kısaca, konunun öneminin anlaşılabilmesi için, serebral palsili çocuklarda aerobik egzersizlerin etkisi, esneklik egzersizlerinin etkisi ve kuvvet egzersizlerinin etkisinden bahsedilecektir.

Aerobik Egzersizlerin Etkisi

SP'li bireylerde, kardiyorespiratuvar dayanıklılık, kas kuvveti ve fiziksel aktiviteye katılım azalmıştır^{11,12,13}. SP'li çocuk ve ergenlerin maksimal oksijen tüketimi (VO_2max) değerleri ile normal gelişen çocuk ve ergenlerdeki VO_2max değerlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, SP'li çocukların aerobik güçlerinin, azaldığı sonucuna varılmıştır^{14,15}. Buna karşın SP'li çocuklarda aerobik antrenmana verilen yanıt üzerine henüz çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada, kısa süreli orta şiddetli aerobik antrenmanın, SP'li çocukların kardiyorespiratuvar uygunluğunu iyileştirdiği ve VO_2max ile maksimum kalp atım hızını yaşları ile uyumlu seviyelere getirdiği görülmüştür¹⁶. SP'li bireylerde azalan kardiyorespiratuvar uygunluk ve kas kuvveti nedeniyle, kuvvet ve dayanıklılığı geliştirmek ve sürdürmek için güvenli ve etkili müdahaleler gerekmektedir¹⁷. Literatürde bulunan araştırmalarda egzersizler, bisiklet^{18,19}, yürüyüş²⁰, koşu^{21,22}, atlama²¹, yüzme²² ve mat egzersizlerini²² içermektedir.

Esneklik Egzersizlerinin Etkisi

SP, iskelet kas sisteminde kas zayıflıklarına, kaslar ve çevrelerindeki eklemlerde sertleşmeye sebep olan ve bunlara bağlı olarak kemik yapısında ve yürüyüş mekanizmasında bozukluklar doğuran nörolojik bir rahatsızlıktır²³. Pasif germe yöntemi, iskelet kaslarındaki bu gerginlik ile mücadele için yaygın kullanılan bir yöntemdir²⁴. Germe aynı zamanda eklemlerin hareket açıklıklarını (ROM) artırmaya ve kas yapısının bozulmasını engelleyerek kaba motor becerilerini geliştirmek için kullanılan geleneksel yöntemlerdendir²⁵ SP'li çocuklarda fiziksel terapi yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanılan esnetme yönteminin verimliliği ile ilgili bilgiler iki sebepten dolayı sınırlıdır. İlk olarak, SP'li çocuklardaki kas kontraktürlerinin mekanizması ve etiyojisi tam olarak anlaşılmasında ve bu yüzden esnetme egzersizlerinin uygulanması teorisinin geçerliliği net olarak doğrulanmamaktadır. İkinci olarak, esnetme egzersizlerinin etkinliğini değerlendiren klinik çalışmalar terapistlerin tedavi için karar vermelerine yetecek kadar sonuç vermemektedir²⁶.

Kuvvet Egzersizlerinin Etkisi

Serebral palsili bireylerin sahip oldukları motor bozulma çok faktörlü olarak tanımlanmaktadır²⁷. Serebral palsili çocukların, sağlıklı çocuklara göre yürüyüş için 3 kat daha fazla enerji harcamaları gerekmektedir²⁸. Yapılan bir çalışmada SP'li çocuklarda kas kuvveti eksikliği olduğu görülmüş ve Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS) seviyeleri kullanılarak sınıflandırılan kas kuvveti durumuyla SP'li çocukların yürüme becerileri arasında ilişkiye rastlanmıştır²⁹. 12 haftalık kuvvet ve aerobik interval antrenmanın SP'li çocuklarda kaba motor fonksiyonları geliştirdiği ve maksimal oksijen tüketimi (VO_2max) değerlerini yükselttiği görülmüştür³⁰. Bir başka çalışmada ise, yürür nitelikte olan SP'li çocuklarda ve ergenlerde ilerleyici kuvvet antrenmanları incelenmiş, izotonik egzersizlerin izometrik kuvvetin artışına olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir³¹.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Yöntemi

Araştırma kapsamında farklı seviyelerde serebral palsili olan çocukların biyomotor özelliklerinin iyileştirilmesi için gerçekleştirilen çeşitli antrenman müdahalelerin yer aldığı çalışmaların doküman analizi gerçekleştirilmiştir. Doküman analizi, araştırmanın konusuna yönelik bilgiler içeren yazılı materyallerin analizidir³². Bu çalışmada farklı egzersiz türlerinin serebral palsili çocuklarda etkisi üzerine yapılan çalışmalar incelendiği için doküman analizi yöntemi tercih edilmiştir. Veriler elektronik dokümanlardan elde edilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın amacı doğrultusunda Eylül 2022’de Google Scholar, PubMed ve Web of Science veri tabanlarında sistematik bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Taramada, “cerebral palsy (serebral palsi)” ve “exercise (egzersiz)” ve “rehabilitation (rehabilitasyon)” ve “children (çocuklar)” ve “aerobic (aerobik)” ve “stretching (esnetme)” ve “strengthening (kuvvetlendirme)” ve “endurance (dayanıklılık)” anahtar sözcükleri ve kombinasyonları kullanılmış, 2002-2022 yılları arasında yayınlanan makaleler incelenmiştir. Araştırmada gözden kaçmış olabilecek çalışmaları belirlemek için, seçilen makalelerin referansları da kontrol edilmiştir. Literatür taraması ile veri tabanlarında 1543 çalışma tespit edilmiş, başlık ve özete göre yapılan ilk taramanın ardından 1268 çalışma çıkarılmıştır. İkinci tarama ile yinelenen çalışmalar da çıkarılmış, 67 makalenin tam metni değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonucu 26 çalışma, herhangi bir egzersiz protokolünün uygulanmaması (n=9) ve SP’li çocuklar ile yürütülmemesi (n=17) nedenleriyle çıkarılmıştır. Ulaşılan çalışmalar öncelikle klinik araştırma ve literatür inceleme çalışmaları olarak sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak 41 makale çalışmaya alınmıştır. Makalelerin 14’ü SP’li çocuklarda aerobik egzersizlerin etkilerini değerlendirirken, 17’si kuvvet egzersizlerinin etkilerini, 10’u da esneklik egzersizlerinin etkilerini incelemiştir (Şekil 1).

Araştırmaya Dâhil Edilme Kriterleri

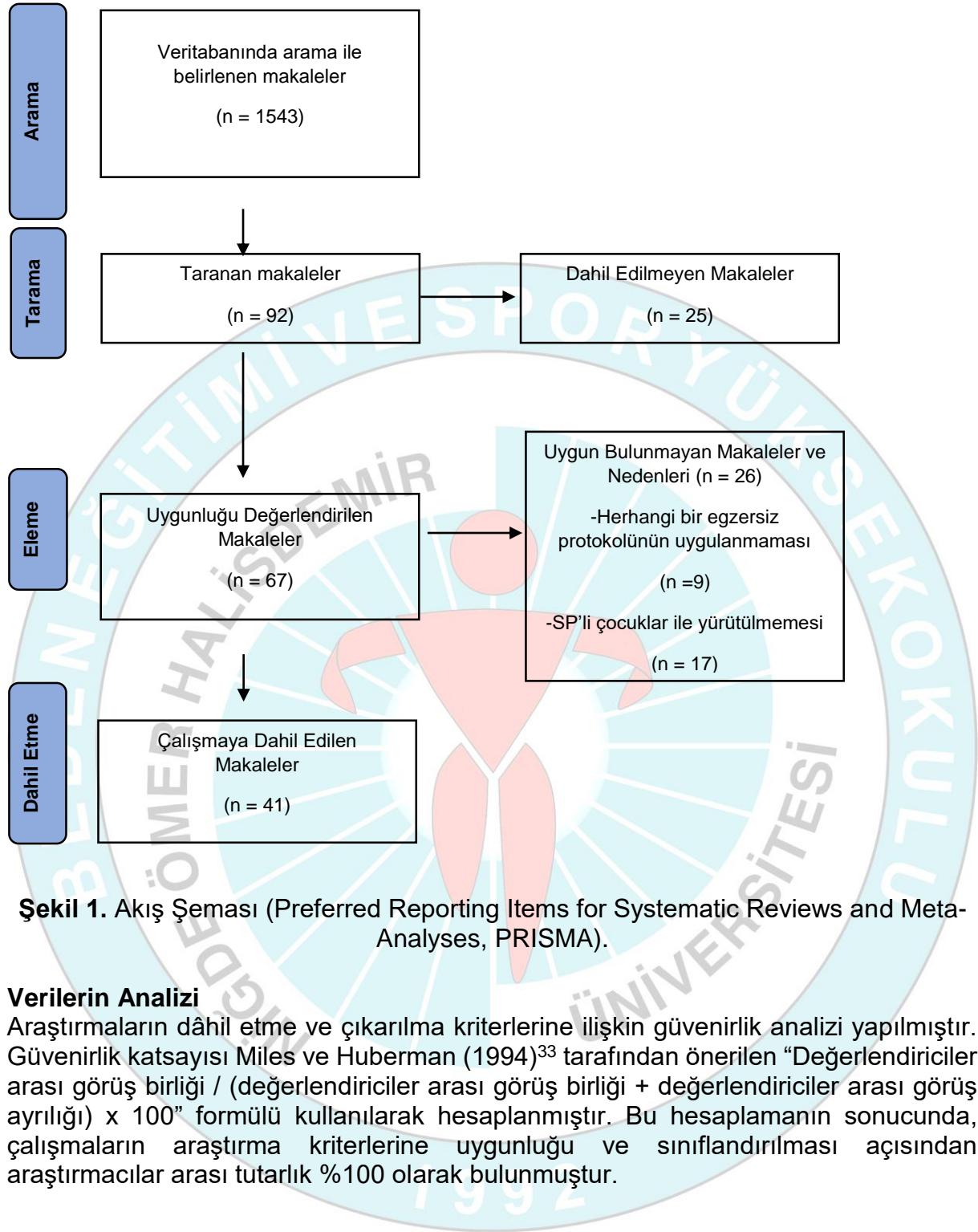
Çalışmaların; SP’de aerobik, esneklik ve kuvvet egzersizlerinin etkisinin değerlendirilmesi, çocuklar (18 yaşından küçük bireyler) ile yürütülmesi, bir egzersiz protokolünün uygulanması, yayın dilinin Türkçe veya İngilizce olması, 2002 ile 2022 tarihleri arasında yayınlanmış olması, vaka çalışması, randomize kontrollü çalışma, ön test-son test çalışmaları olması dâhil edilme kriterleridir. Bu kriterleri karşılayan ancak açık erişim olmayan makaleler de çalışmaya dâhil edilmiştir.

Araştırmadan Çıkarılma Kriterleri

Çalışmada herhangi bir egzersiz veya antrenman protokolünün bulunmaması, araştırmanın sistematik derleme, literatür derlemesi veya tanımlayıcı çalışma niteliğinde olması araştırmadan çıkarılma kriterleridir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışma kapsamı 0-18 yaş aralığındaki bireylerin dâhil edilmesi ve herhangi bir egzersiz protokolünün uygulanmasıyla sınırlandırılmıştır. Aynı zamanda araştırma literatür taraması yöntemiyle sınırlı kalmıştır.



Şekil 1. Akış Şeması (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA).

Verilerin Analizi

Araştırmaların dâhil etme ve çıkarılma kriterlerine ilişkin güvenilirlik analizi yapılmıştır. Güvenirlik katsayısı Miles ve Huberman (1994)³³ tarafından önerilen “Değerlendiriciler arası görüş birliği / (değerlendiriciler arası görüş birliği + değerlendiriciler arası görüş ayrılığı) x 100” formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamanın sonucunda, çalışmaların araştırma kriterlerine uygunluğu ve sınıflandırılması açısından araştırmacılar arası tutarlık %100 olarak bulunmuştur.

BULGULAR

Bu çalışmanın amacı, farklı seviyelerde serebral palsili olan 0-18 yaş aralığındaki bireylere yönelik 2002-2022 yılları arasında yapılmış olan çeşitli antrenman müdahalelerin yer aldığı çalışmaları içeren makaleleri incelemektir. Bu amaç doğrultusunda incelenen çalışmaların bazı özelliklere göre dağılımı Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. İncelenen Çalışmaların Bazı Özelliklere Göre Dağılımı

| Özellikler | Sayı | | | Yüzde | | |
|-----------------------------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|
| | Aerobik | Esneklik | Kuvvet | Aerobik | Esneklik | Kuvvet |
| Çalışma Tipi | | | | | | |
| Vaka Çalışması | 3 | - | 1 | 21,4 | - | 5,8 |
| Ön Test-Son Test | 7 | 4 | 9 | 50,0 | 40,0 | 53,0 |
| Randomize Kontrollü Çalışma | 4 | 6 | 7 | 28,6 | 60,0 | 41,2 |
| Yayın Yılı | | | | | | |
| 2002-2006 | 2 | - | 5 | 14,3 | - | 29,5 |
| 2007-2011 | 8 | 1 | 5 | 57,2 | 10,0 | 29,5 |
| 2012-2016 | 3 | 5 | 2 | 21,4 | 50,0 | 11,6 |
| 2017-2022 | 1 | 4 | 5 | 7,1 | 40,0 | 29,4 |
| Denek Sayısı | | | | | | |
| 1 çocuk | 1 | - | 1 | 7,1 | - | 5,8 |
| 1-5 çocuk | 2 | - | - | 14,3 | - | - |
| 5-15 çocuk | 4 | 4 | 7 | 28,6 | 40,0 | 41,2 |
| 15-25 çocuk | 3 | 3 | 4 | 21,4 | 30,0 | 23,6 |
| >25 çocuk | 4 | 3 | 5 | 28,6 | 30,0 | 29,4 |
| Toplam | 14 | 10 | 17 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Araştırmada incelenen makaleler “Aerobik egzersizlere ilişkin bulgular” “Esneklik egzersizlerine ilişkin bulgular” ve “Kuvvet egzersizlerine ilişkin bulgular” olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

Aerobik Egzersizlere İlişkin Bulgular

Seçilen çalışmalarda serebral palsili çocuklarda aerobik egzersizlerin etkilerini değerlendiren çalışmaların özellikleri Tablo 3'te kronolojik olarak özetlenmiştir. Schlough ve ark. (2005)²⁰ çalışmalarını KMFSS seviye III olan spastik SP'li 3 çocuk ile gerçekleştirmiştir. Tek sistem tasarımı (A₁ B₁ A₂ B₂) çalışma deseni olarak kullanılmış, aerobik egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında dayanıklılık, kuvvet, işlev ve benlik algısındaki değişiklikler incelenmiştir. Çalışma A₁ B₁ A₂ aşamaları 15 hafta, B₂ aşaması 10 hafta olmak üzere toplam 25 hafta sürmüştür. Antrenman, koşu bandı veya eliptik ve hafif ağırlık kaldırma egzersizleri kullanarak 15 hafta boyunca haftada 5-6 kez gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar aynı zamanda haftada iki kez 500 metre yüzmüştür. Farklı aşamalarda elde edilen verilerin elde edilmesinde enerji harcama indeksi (EEI), dinamometre yardımıyla alt ekstremitte kas kuvveti, Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü (GMFM) ve Üniversite Öğrencileri için Benlik Algı Profili (SPPCS) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, EEI'nin bileşenlerinden en az birinde önemli bir gelişme görülmüştür. Quadriseps, hamstrings ve ayak bileği plantar fleksörleri ve dorsi fleksörlerinin birleşik ortalama gücü tüm katılımcılar için iki taraflı artmıştır. Çalışmanın en az bir aşamasında tüm katılımcıların kaba motor işlevi ve tüm katılımcıların benlik algısı gelişmiştir.

Thorpe ve Case, (2005)³⁴ tarafından KMFSS seviye I, II ve III olan spastik, diplejik ve hemiplejik 7 çocuk ile gerçekleştirilen çalışmada, katılımcılara 10 hafta boyunca haftada 3 kez günde 45 dakika su içi aerobik egzersiz uygulanmıştır. Çalışmadan önce ve sonra, enerji harcama indeksi (EEI), kas gücü, yürüyüş hızı, kaba motor beceri, fonksiyonel hareketlilik, denge değerlendirilmiştir. Ölçümlerde TUG (Zamanlı kalk ve yürü testi, “the timed up & go test”) testi, fonksiyonel erişim testi (FRT) ve Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88 kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kas gücü ve yürüyüş hızında gelişme görülmüştür.

Verschuren ve ark. (2007)³⁵ gerçekleştirdikleri 8 aylık çalışmada, KMFSS seviye I ve II olan 7-18 yaş arası 86 çocuk ile aerobik ve anaerobik egzersiz uygulamıştır.

Katılımcılar antrenman ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Antrenman, 3-6 dakika süren 8 standart aerobik egzersiz ve 20-30 saniye süren 8 standart anaerobik egzersizden oluşturulmuş ve haftada 2 kez, 45 dakika sürmüştür. Aerobik güç 10 m mekik koşu testi ile değerlendirilirken, anaerobik güç ise Kas Gücü Sprint Testi ile değerlendirilmiştir. Ek olarak çeviklik, kas gücü, öz yeterlilik, kaba motor fonksiyon, katılım düzeyi ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, aerobik ve anaerobik kapasite, çeviklik, kas gücü, atletik yeterlilikte anlamlı gelişmeler görülmüştür.

Unnithan ve ark. (2007)³⁰ KMFSS seviye II ve III olan spastik diplejik SP'li 8 çocuk ile 12 hafta boyunca haftada üç gün kuvvet antrenmanı ve aralıklı aerobik antrenman gerçekleştirmiştir. Kuvvet antrenmanı üst ekstremitelerin (dirsek fleksörleri ve ekstansörleri, omuz abdükörleri, fleksörler, ekstansörler ve iç ve dış rotatörler, önkol pronatörleri ve supinatörleri) ve alt ekstremitelerin (quadiceps, hamstrings ve gastrocnemius) güçlendirilmesi için çeşitli ağırlıklarla yapılmıştır. Aralıklı aerobik antrenman ise, açık havada, 60 m yokuş yukarı 3 kez yürümek şeklinde yapılmıştır. Yürüyüşler arasındaki toparlanma süresi, yürüyüşü gerçekleştirmek için geçen sürenin üç katı olmuştur (çalışma: dinlenme oranı 1:3). Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kol krampına ekonomisinde önemli gelişmeler, zirve VO₂'de önemli bir artış ve Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü skorunda iyileşmeler görülmüştür.

Retarekar ve ark. (2009)³⁶ araştırmalarını KMFSS Seviye III olan spastik diplejik SP'li 5 yaşındaki bir kız çocuğu ile gerçekleştirmiştir. Su içi aerobik egzersizin ICF'nin (International Classification of Functioning) katılım, aktivite ve vücut fonksiyon bileşenleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada tek denekli A₁-B-A₂ tasarımı kullanılmıştır. Başlangıç aşamasında (A₁), su içi aerobik antrenmandan önceki 6 hafta boyunca veri toplanmıştır. Antrenman aşaması (B), 12 hafta sürmüştür. İzleme aşamasında ise (A₂), su içi aerobik antrenmandan sonraki 12 hafta boyunca veri toplanmıştır. Aerobik antrenman 12 hafta boyunca, haftada 3 gün, ardışık olmayan günlerde havuzda yer alan ve değişken hız ve su yüksekliğine sahip bir sualtı koşu bandında yapılmıştır. Koşu bandı 13,4 m/dk'dan daha düşük bir hızda başlatılmış ve her 2 dakikada bir 5,4 m/dk.'lık bir artış yapılmıştır. Sonuç olarak, tüm ICF bileşenlerinde (katılım, aktivite ve vücut fonksiyon) iyileşmeler gözlemlenmiştir. Kaba motor becerilerde ve dayanıklılıktaki gelişmeler, diğer su içi egzersiz çalışmalarında bildirilenlere benzer bulunmuştur.

Kelly ve ark. (2009)³⁷ tarafından 9-11 yaşlarında olan 5 çocuk ile gerçekleştirilen bir çalışmaya, KMFSS Seviye I, II ve III olan spastik, hemiplejik, diplejik, kuadriplejik SP'li çocuklar alınmıştır. Katılımcılar 12 hafta boyunca haftada 3 kez günde 60 dakika aerobik antrenman gerçekleştirmiştir. Antrenman sığ su aerobiği, uzun yüzme ve suda yürüme egzersizlerinden oluşmuştur. Ölçümlerde Enerji Harcama İndeksi (EEI) ve Pediatrik Yaşam Kalitesi Çok Boyutlu Yorgunluk Ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yalnızca çocukların memnuniyet ve performans derecelendirmelerinin arttığı anlaşılmıştır.

Gorter ve ark. (2009)³⁸ araştırmalarına 8-13 yaşlarındaki, KMFSS Seviye I ve II olan SP'li 13 çocuğu dâhil etmiştir. Ölçümler antrenmandan 2 hafta önce ve antrenmandan 11 hafta sonra olacak şekilde 2 kez yapılmıştır. Çalışmada maksimum aerobik güç, yürüme mesafesi, yürüme hızı ve fonksiyonel mobilite ölçülmüştür. Maksimum aerobik güçü belirlemek için Bruce koşu bandı testi, yürüme mesafesini ve yürüme hızını

belirlemek içinse 6 dakikalık koşu testi kullanılmıştır. Fonksiyonel mobilitayı ölçmek için Zamanlı Merdiven Yukarı ve Aşağı Merdiven testi (TUDS) ve Ambulasyon Anketi kullanılmıştır. Antrenman 9 hafta boyunca haftada 2 kez, günde yarım saat yapılmıştır. Antrenman aerobik dayanıklılığa odaklandığı için program 3 dakika efor ve 3 dakika dinlenme şeklinde planlanmıştır. Bir antrenman seansında bulunan istasyonlar arasında trambolinde atlama, tırmanma/bükülme/atlama/koşu kombinasyonları, basketbol ve koşu bulunmaktadır. Diğer bir antrenman seansı ise koşu bandında yatay yürüme, koşu bandında eğimli yürüyüş, adım ve bisiklet egzersizlerinden oluşmaktadır. Sonuçlara göre antrenmandan hemen sonra aerobik dayanıklılık, yürüme mesafesi ve ambulasyonda anlamlı bir iyileşme gözlenmiştir. Maksimum koşu bandı süresi, antrenmandan 11 hafta sonrasında önemli ölçüde iyileşmiştir. Fonksiyonel antrenmanın SP'li çocukların aerobik gücü ve fonksiyonel yürüme yeteneğini geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Fowler ve ark. (2010)³⁹ spastik diplejik SP'li çocuklarla yaptıkları çalışmaya KMFSS Seviye I, II ve III olan SP'li 62 çocuk alınmıştır. Katılımcılar rastgele bisiklet grubuna veya kontrol grubuna atanmıştır. Araştırmada yapılan ölçümler, 600 Yard Yürüme-Koşu Testi, 30 Saniye Yürüme Testi (30sWT), Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü D ve E bölümleri (GMFM-66) ve diz ekstansör ve fleksörlerinin izometrik ve izokinetik zirve momentleridir. Antrenman 12 hafta sürmüştür ve tüm katılımcılara fiziksel aktivite takvimi verilmiştir. Bisiklet grubu, bu fiziksel aktivitelere ek olarak 12 hafta boyunca haftada 3 gün bisiklet sürmüştür. Sonuçlara göre bisiklet grubunda 600 Yard Yürüme-Koşu Testi, GMFM-66, 120°/sn.'de zirve diz ekstansör momentleri ve 30°/sn.'de zirve diz fleksör momentlerinde önemli gelişmeler görülmüştür. Lokomotor dayanıklılık, kaba motor fonksiyon ve bazı güç ölçümlerindeki bu önemli gelişmeler kontrol grubunda görülmemiştir.

Olama, (2011)⁴⁰ spastik hemiparetik 30 SP'li çocukla gerçekleştirdiği bir çalışmada, koşu bandı antrenmanı ve dayanıklılık egzersizlerinin etkilerini karşılaştırmıştır. Altı aylık egzersiz programının uygulanmasından önce ve sonra quadriceps femoris kası ve hamstring kası ve zirve denge torkunun oranı ölçülmüştür. A grubuna fizyoterapi programı ve koşu bandı antrenmanı verilirken, B grubuna buna ek olarak bir dayanıklılık egzersizi olan DeLorme direnç egzersizi verilmiştir. Quadriceps femoris kası ve her iki alt ekstremitede hamstring kasının zirve torkunun oranı dinamometre ile motor yeterlilik ise Bruiniks-Oseretstity motor yeterlilik testi ile ölçülmüştür. Denge 8 maddeli bir ölçek ile ölçülmüştür. Her iki grubun egzersiz sonrası sonuçları karşılaştırıldığında, tüm değişkenlerde önemli iyileşme gözlenmiştir.

Ballaz ve ark. (2011)⁴¹ tarafından akut egzersizin etkilerini gözlemlemek için yapılan çalışma 6-15 yaş arasında ve KMFSS seviye I olan spastik SP'li 8 çocuk ve 8 normal gelişim gösteren çocuktan oluşan kontrol grubu ile gerçekleşmiştir. Katılımcılar lokomotor temelli yoğun aerobik egzersizi yapmıştır. Antrenman önce ve sonrası Stroop testinin pediatrik versiyonu ile ölçüm yapılmıştır. SP'li katılımcılar için 10 m mekik koşu testi ve kontrol grubu 20 m mekik koşu testi uygulamıştır. Sonuç olarak, yoğun egzersizin SP'li çocuklarda dürtüyü artırarak ve yürütücü işlevi azaltarak bilişsel işlevleri etkilediği görülmüştür.

Nsenga ve ark. (2013)¹⁶ çalışmalarını KMFSS seviye I ve II olan SP'li 20 çocuk ve 10 kişiden oluşan kontrol grubu ile gerçekleştirmiştir. SP'li çocukların 16'sı hemiplejik, 4'ü diplejiktir. Hepsi basit sözlü komutları uygulayabilmektedir ve deney ve kontrol grubu

olarak ikiye ayrılmıştır. Katılımcılar haftada 3 gün, 8 haftalık bir bisiklet ergometresi antrenmanı uygulamıştır. Antrenmanların öncesinde fizyoterapist gözetiminde 30 dakikalık bacak, uyluk ve kol kasları germe ve nefes egzersizleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda kontrol ve deney gruplarının her ikisinde de anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Ancak aerobik antrenman yapan SP'li katılımcılar VO₂max, KAHmaks, VEmaks ve maksimal güç değerlerini önemli ölçüde artırmıştır.

Fragala-Pinkham ve ark. (2013)⁴² çalışmalarını KMFSS Seviye I ve III olan SP'li sekiz çocuk ile su içi aerobik egzersizleriyle gerçekleştirmiştir. KMFSS Seviye I'de 3 çocuk ve KMFSS seviye III'de 5 çocuk yer almıştır. Çocukların 4'ü spastik diplejik, 2'si sağ hemiplejik, 1'i spastik triplejik, 1'i sol hemiplejik ve otizmlidir. Araştırma sonucunda kaba motor fonksiyon ve yürüme dayanıklılığında önemli gelişmeler görülmüştür.

Lauglo ve ark. (2016)⁴³ araştırmalarına KMFSS Seviye I, II, III, IV olan SP'li 20 çocuk dâhil olmuştur. Serebral palsili çocukların 9'u hemiplejik, 4'ü kuadriplejik, 3'ü diplejik, 3'ü diskinetik, 1'i ataksiktir. Yüksek şiddetli aralıklı egzersiz, bir koşu bandında yürümeyi-koşma şeklinde yapılmıştır. Tüm katılımcılar her seansta toplam 16 dakika yüksek yoğunluklu egzersiz gerçekleştirmiştir. Dinlenme aralığı 1,5-4 dakikadır. Egzersiz seansları, maksimum 24 seans tamamlanana kadar haftada 2-4 kez yapılmıştır. Çalışmada maksimal ve submaksimal VO₂, vücut kompozisyonu, submaksimal efor ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesi ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, HIIT sonrası SP'li çocuklarda VO₂max'ta belirgin bir iyileşme görülmüştür. Bu durum, antrenman sonrası gelişmiş aerobik egzersiz kapasitesi ve artan enerji rezervi şeklinde yorumlanmıştır. Bununla birlikte, diğer değerlerde değişiklik görülmemiştir.

Diğer çalışmalardan farklı olarak Mattern-Baxter ve ark. (2019)⁴⁴ çalışmalarını 14-32 aylık çocuklar ile gerçekleştirmiştir. KMFSS Seviye I ve II olan spastik diplejik SP'li 19 çocuğun, dokuzu erkek onu kızdır. Katılımcılar düşük yoğunluk grubu ve yüksek yoğunluk grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Ölçümler evde, egzersiz öncesinde, egzersizin tamamlanmasından hemen sonra, egzersizden sonraki 1. ayda ve egzersizden sonraki 4. ayda olacak şekilde toplamda 4 kez yapılmıştır. Katılımcılara küçük, taşınabilir bir koşu bandı verilmiş ve bir hafta boyunca pratik yaptırılmıştır. Pratiği takip eden 6 hafta düşük yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu koşu yaptırılmıştır. Koşu bandında düşük yoğunluk grubundaki çocuklar haftada 2 gün, günde 1 kez 20 dakika boyunca yürürken, yüksek yoğunluk grubundaki çocuklar haftada 5 gün, günde 2 kez 20 dakika yürümüştür. Araştırmada gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Yalnızca yüksek yoğunluk grubundaki çocuklar, egzersiz sonrası tüm değerlendirmelerde temel hareket becerilerinden (FMS) yürüme bağımsızlığında iyileşme göstermiştir.

Tablo 3. Aerobik Egzersizlerin Serebral Palsili Çocuklara Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

| Çalışma | Araştırma Grubu | Araştırma Süresi | Araştırma Yöntemi | Sonuç |
|---|---|------------------|---|--|
| Schlough ve ark. (2005) ²⁰ | Seviye III olan spastik serebral palsili 3 çocuk | 25 hafta | Antrenman, koşu bandı veya eliptik ve bazen hafif ağırlık kaldırma kullanarak haftada 5-6 kez gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar aynı zamanda haftada 2 kez 500 metre yüzmüştür | EEl'nin bileşenlerinden en az birinde, quadriceps, hamstrings ve ayak bileği plantar fleksörleri ve dorsi fleksörlerinin birleşik ortalama gücünde, kaba motor işlevi ve benlik algısında gelişme görülmüştür. |
| Thorpe ve Case, (2005) ³⁴ | Seviye I, II ve III olan spastik, diplejik ve hemiplejik 7 çocuk | 10 hafta | Antrenman haftada 3 kez günde 45 dakika su içi aerobik egzersiz uygulanmıştır. | Kas gücü ve yürüyüş hızında gelişme görülmüştür. |
| Verschuren ve ark. (2007) ³⁵ | Seviye I ve II olan 86 çocuk | 8 ay | Antrenman haftada 2 kez, 45 dakika gerçekleştirilmiştir. Antrenman, 3-6 dakika süren 8 standart aerobik egzersiz ve 20-30 saniye süren 8 standart anaerobik egzersizden oluşmaktadır. | Aerobik ve anaerobik kapasite, çeviklik, kas gücü, atletik yeterlilikte anlamlı gelişme görülmüştür |
| Unnithan ve ark. (2007) ³⁰ | Seviye II ve III olan Spastik Diplejik SP'li 8 çocuk | 12 hafta | Antrenman haftada 3 gün yapılmıştır Kuvvet antrenmanı ve aralıklı aerobik antrenman gerçekleştirilmiştir. | Kol kranklama ekonomisinde önemli gelişmeler, VO ₂ maks'ta önemli bir artış ve KMFSS skorunda iyileşmeler görülmüştür. |
| Retarekar ve ark. (2009) ³⁶ | Seviye III Spastik Diplejik SP'li 1 çocuk | 12 hafta | Egzersiz haftada üç gün yapılmıştır. Su içi aerobik egzersiz gerçekleştirilmiştir. | ICF bileşenlerinde (katılım, aktivite ve vücut fonksiyon) iyileşmeler gözlemlenmiştir. |
| Kelly ve ark. (2009) ³⁷ | Seviye I, II ve III olan spastik, hemiplejik, diplejik, kuadriplejik serebral palsili 5 çocuk | 12 hafta | Haftada 3 kez günde 60 dakika su içi aerobik gerçekleştirilmiştir. Antrenman sığ su aerobiği, uzun yüzme ve suda yürüme egzersizlerinden oluşmuştur. | Yalnızca memnuniyet ve performans derecelendirmeleri artmıştır. |
| Gorter ve ark. (2009) ³⁸ | Seviye I, II olan SP'li 13 çocuk | 9 hafta | Antrenman haftada 2 kez yapılmıştır. Fonksiyonel fiziksel antrenman gerçekleştirilmiştir. | Aerobik dayanıklılık ve fonksiyonel yürüme yeteneği gelişmiştir. |
| Fowler ve ark. (2010) ³⁹ | Seviye I, II, III olan spastik SP'li 62 çocuk | 12 hafta | Haftada 3 kez gerçekleştirilmiştir. Sabit bisiklet sürülmüştür. | Bisiklet grubunda 600 Yard Yürüme-Koşma Testi, GMFM-66, 120°/s'de zirve diz ekstansör momentleri ve 30°/s'de zirve diz fleksörlerinde önemli gelişmeler görülmüştür. |

| | | | | |
|--|---|----------------------------|--|--|
| Olama ve ark. (2011) ⁴⁰ | Spastik hemiparetik SP'li 30 çocuk | 6 ay | A grubuna fizyoterapi programı ve koşu bandı antrenmanı verilirken, B grubuna A grubuna verilen fizyoterapi programına ek olarak bir dayanıklılık egzersizi olan DeLorme direnç egzersizi verilmiştir. | Quadriseps femoris kası ve her iki alt ekstremite hamstring kasının tepe torkunun oranı, motor yeterlilik ve denge değişkenlerinde her iki grupta da önemli iyileşme gözlenmiştir. |
| Ballaz ve ark. (2011) ⁴¹ | Seviye I olan spastik serebral palsil SP'li ve normal gelişim gösteren 16 çocuk | 10 hafta | Katılımcılar lokomotor temelli aerobik egzersizi yoğun bir şekilde gerçekleştirmiştir. | SP'li çocuklarda hem dürtüyü artırarak hem de yürütücü işlevi azaltarak bilişsel işlevleri etkilediği görülmüştür. |
| Nsenga ve ark. (2013) ¹⁶ | Seviye I, II olan SP'li ve normal gelişen 30 çocuk | 8 hafta | Antrenman haftada 3 gün yapılmıştır. Bisiklet ergometresi antrenmanı gerçekleştirilmiştir. | VO ₂ maks, KAHmaks, VEmaks ve maksimal güç değerleri önemli ölçüde artmıştır. |
| Fragala-Pinkham ve ark. (2013) ⁴² | Seviye I, III olan SP'li 8 çocuk | 14 hafta | Su içi aerobik egzersiz gerçekleştirilmiştir. | Kaba motor fonksiyon ve yürüme dayanıklılığında önemli gelişmeler görülmüştür. |
| Lauglo ve ark. (2016) ⁴³ | Seviye I, II, III, IV olan SP'li 20 çocuk | 24 seans tamamlanana kadar | Egzersiz 24 seans tamamlanana kadar haftada 2-4 kez yapılmıştır. Yüksek şiddetli aralıklı antrenman gerçekleştirilmiştir. | VO ₂ max'ta belirgin bir iyileşme görülmüştür. |
| Mattern-Baxter ve ark. (2019) ⁴⁴ | Seviye I, II olan spastik SP'li 19 çocuk | 6 hafta | Düşük yoğunluk grubu haftada 2 gün, yüksek yoğunluk grubu haftada 5 gün gerçekleştirmiştir. Düşük yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu koşu bandı koşusu gerçekleştirilmiştir. | Sadece yüksek yoğunluk grubunda, egzersiz sonrası tüm değerlendirmelerde FMS'de yürüme bağımsızlığında iyileşme görülmüştür. |

FMS (Fundamental Motor Skills): Temel Hareket Becerileri; GMFM (Gross Muscle Function Measures): Kaba Motor Fonksiyon Ölçümleri.

EEl: Enerji Harcama İndeksi; GMFM (Gross Muscle Function Measures): Kaba Motor Fonksiyon Ölçümleri.

Esneklik Egzersizlerine İlişkin Bulgular

Seçilen çalışmalarda SP'li çocuklarda esneklik egzersizlerinin etkilerini değerlendiren çalışmaların özellikleri Tablo 4'te kronolojik olarak özetlenmiştir. Wu ve ark. (2011)⁴⁵ çalışmalarını altısı diplejik ve altısı hemiplejik olan 12 çocuk ile gerçekleştirmiştir. Bunlardan dördünün sağ ve sekizinin sol alt ekstremitesinde bozulma gözlenmiş, buna bağlı olarak da ayak bileklerinde fonksiyon bozuklukları ile yürüme problemler görülmüştür. Altı hafta ve haftada 3 gün uygulanan çalışmada, katılımcılar 60 dakika süren, ayak bileği dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonunu içeren protokolü uygulamıştır. Protokol; 20 dakikalık pasif esnetme egzersizleri ile ısınma, 15 dakikalık destekli aktif hareket, 15 dakika dirence karşı aktif hareket ve 10 dakikalık pasif esnetme egzersizlerini içermektedir. Araştırma sonunda katılımcıların ayak bileklerindeki hareket ve ayak bileğine bağlı eklemlerde yürümeyi etkileyecek olumlu değişiklikler gözlenmiştir.

Theis ve ark. (2013)⁴⁶ 6-12 yaşlarındaki KMFSS seviye I ve II olan 8 diplejik çocuk ile çalışmıştır. Kendi kendine ve pasif esnetme yöntemlerinden her ikisi sırasıyla kullanılmış ve bu yöntemlerin akut etkilerine bakılmıştır. Ayak bileğinin dorsifleksiyonu sağlanarak yapılan egzersizlerde, pasif esnetme yöntemi kullanılarak 20 saniye boyunca maksimum hareket açıklığında beklenmiş ve takip eden 60 saniye süresince eklem dinlendirilmiştir. Kendi kendine esnetmede ise katılımcılar ellerini duvara yasladıktan sonra, ayakları yere tam basarken, kalçalarını duvara yaklaştırarak ayak bileği dorsifleksiyonunu sağlamış, aynı şekilde 20 saniye esnetme uygulayıp takip eden 60 saniye dinlenmiştir. Her iki ayak bileği için de aynı protokoller sırasıyla uygulanmıştır. Sonuç olarak çocukların dorsifleksiyon açısı ile kas ve tendon uzunluklarında artış gözlenmiştir.

Elshafey ve ark. (2014)⁴⁷ tarafından gerçekleştirilen çalışmada 5-8 yaşlarındaki KMFSS seviye I ve II olan, 30 spastik diplejik çocuk yer almıştır. Kontrol grubuna geleneksel pasif germe egzersizleri ile fizik tedavi programı, deney grubuna fonksiyonel germe egzersizleriyle fizik tedavi programı uygulanmıştır. Fizik tedavi denge egzersizi, gövde kontrolü ve kalça fleksörleri, kalça addüktörleri, hamstring ve baldır kası için pasif germe egzersizlerini içermektedir. Egzersizler 3-5 kez 30 saniye dinlenme ile 30 saniye boyunca yapılmıştır. Fonksiyonel germe egzersizleri ise, alt ekstremitte kasını germek için dizler uzatılmış olarak alt ekstremiteler arasındaki mesafenin kademeli olarak artırılarak yürüme, ayakta durma ve adım atma aktivitelerinden oluşmuştur. Egzersiz 3 ay boyunca haftada 3 kez, seans başına 2 saat sürmüştür. Her iki grup için H/M oranı (H-refleksinin-M cevabına olan oranı, spastisitenin nörofizyolojik-elektrofizyolojik ölçüm yöntemlerinden biridir), popliteal açı ve yürüyüş parametreleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda çalışma grubunda H/M oranı azalırken, popliteal açı artmış ve yürüyüş parametreleri geliştirilmiştir.

Theis ve ark. (2015)⁴⁸ 7'si diplejik ve 6'sı kuadriplejik olan 13 SP'li çocukla çalışmıştır. Çocuklardan 6'sının KMFSS seviyesi III, 7'sinin ise seviye IV'tür. Toplam 6 hafta süren çalışmada deney grubu; tekerlekli sandalye üzerinde, asistan yardımı ile bacakları düz konuma getirilip ayak bileği dorsifleksiyonu yapmış, bu pozisyonda 60 saniye pasif germe uyguladıktan sonra 30 saniye dinlenmiş ve bu şekilde 15 dakika boyunca egzersizi sürdürmüştür. Kontrol grubu ekstra bir protokol izlememiş ve günlük aktivitesine devam etmiştir. Ölçümler ilk egzersizden 24-48 saat öncesine kadar ve son egzersizden 48-72 saat içerisinde alınmıştır. Sonuçlara göre deney grubunun eklem, kas katılımı ve kas gerginliği azalmış, kontrol grubunda ise artmıştır.

Tupimai ve ark. (2016)⁴⁹, yaş ortalaması 11 ve KMFSS seviyesi I, II, III olan 12 SP'li çocuk ile çalışmıştır. Çalışmada, kontrol ve deney grupları pasif germe ve vücut titreşimi metotlarının her ikisini de kullanmıştır. Uygulanan esnetme, kişilerin eğik masaya göğüslerinden ve dizlerinden bağlanarak 80 derecelik konumda yatmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Vücut titreşimi metodu ise tüm vücuda titreşim uygulanırken her 1 dakika esnetme ve takip eden 1 dakika dinlenme şeklinde 30 dakika boyunca uygulanmıştır. Titreşim ise 20 Hz şiddetinde titreşim platformunda uygulanmıştır. Çalışmanın başlangıcında kontrol grubuna vücut titreşimi ve esnetme egzersizleri, deney grubuna ise sadece esnetme egzersizleri uygulanmıştır. Bu uygulamaların sonunda, yapılan egzersizlerin ve vücut titreşimi metodunun akut etkisine bakılmak için, ölçümler alınmış ve katılımcılar 2 haftalık bir süre boyunca dinlendirilmiştir. Sonrasında kontrol grubu sadece esnetme metodunu uygularken, deney grubu esnetme ve vücut titreşimi metodu kullanmıştır. Bu uygulamadan sonra da her iki grup için yeniden ölçümler yapılmış ve katılımcılar 2 haftalık bir süre boyunca tekrar dinlendirilmiştir. Sonrasında aynı protokoller, (kontrol grubu hem vücut titreşimi hem esnetme ve deney grubu sadece esnetme olarak) aynı şekilde 6 hafta boyunca uygulanmış ve takip eden 2 hafta katılımcılar dinlendirilmiştir. Dinlenmeden sonra kontrol grubu sadece esnetme, deney grubu ise hem vücut titreşimi hem de esnetme metotlarını uygulamış ve sonrasında ölçümler alınıp çalışma tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda deneklerde olumlu ilerlemeler görülmüş fakat vücut titreşimi ve germe metodunun kullanıldığı yöntemde sadece germeye göre daha olumlu ilerlemeler gözlenmiştir.

Awan ve Masood, (2016)⁵⁰ tarafından gerçekleştirilen araştırma esneklik egzersizlerinin kabızlık ile ilişkisini incelemek için kabızlık şikâyeti olan 30 SP'li spastik çocuk üzerinde yapılmıştır. Katılımcılar diplejik, hemiplejik veya kuadriplejiktir. Egzersiz olarak 6 hafta boyunca günde en az 1 kez ve 5 tekrarlı, 30 saniye boyunca germe yapılmıştır. Her katılımcı için dışkılama sıklığı, kabızlık şiddeti, kabızlık değerlendirme ölçeği ile spastisite düzeyi de Modifiye Ashwort Skalası (MASS) ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda dışkılama sıklığı, kabızlık şiddeti ve spastisitede anlamlı değişiklikler görülmüş, spastisite seviyelerindeki değişiklikler ile kabızlığın şiddeti arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Kalkman ve ark. (2019)²⁵, KMFSS seviye I-III olan 16 SP'li çocuk üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, bütün katılımcılara yürüme analizi yapılmıştır. Çocuklar direnç egzersizi ile birlikte esnetme egzersizleri uygulayacakları deney grubu ve sadece esnetme egzersizleri uygulayacakları kontrol grubu olarak 2 gruba rastgele dağıtılmıştır. Yapılan çalışmada uygulanan egzersizler haftada 4 defa uygulanmış ve egzersizlerin dorsifleksiyon hareket açıklığı odaklı olduğu belirtilmiştir. Direnç egzersizi olarak ayakta tek bacak üzerinde topuk kaldırma egzersizi uygulanmıştır. Egzersiz hedefleri 3 set 12 tekrar şeklinde belirtilmiş ve katılımcı 6 tekrardan fazlasını tamamlayamadı ise toplam antrenman hacmini tamamlayabilmek için dördüncü bir set uygulanmıştır. 12 tekrarı uygulayabilen katılımcılara ise sırtlarına giyilebilecek şekilde ekstra ağırlıklar eklenerek egzersiz direnci artırılmıştır. Kontrol grubu aynı progresif yüklenme protokolü dâhilinde ağırlık kullanarak biceps bükme hareketi uygulamıştır. Her iki grubun kalf kaslarındaki germe egzersizleri, direnç egzersizlerinden hemen sonra yaptırılmıştır. Esnetme egzersizleri, maksimum hareket açıklığında bir dakika ve takip eden otuz saniye dinlenme şeklinde 10 tekrar uygulanmıştır. Sonuç olarak direnç egzersizleri ile esnetme egzersizleri birlikte uygulandığında, sadece esnetme egzersizlerine göre daha olumlu sonuçlar alınmış ancak direnç egzersizleri tendonları

daha katı hale getirdiğinden, direnç egzersizleri uygulandığında esnetme uyarımının artırılması tavsiye edilmiştir.

Elanchezian ve Swarnakumarın'ın (2019)⁵¹ gerçekleştirdiği araştırmaya 4-12 yaşlarındaki KMFSS seviye II, II ve III olan spastik diplejik SP'li 40 çocuk alınmıştır. Katılımcılar deneysel ve geleneksel olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Konvansiyonel gruba düzenli konvansiyonel antrenman verilirken, deney grubuna antrenman öncesi soğuk terapi, her iki bacakta pasif germe verilmiştir. Soğuk terapi olarak soğuk jel, SP'li çocukların her iki alt ekstremitesine uygulanmıştır. Konvansiyonel gruptaki deneklere pasif hareket ve pasif germe verildikten sonra a) oturarak ayağa kalkma, b) oturarak yürüme, c) art arda iki bacakla topa tekme atma, d) etkilenen bacağını göğsüne doğru kaldırmak için ellerini kullanma (kalça fleksiyonu) ve bu pozisyonu bir saniye koruduktan sonra bacağı yavaşça orijinal pozisyonuna geri getirme, e) oturur pozisyonda bacağı öne, yere paralel olarak uzatma, tutabilecekleri kadar tutma hareketleri yaptırılmıştır. Deney grubundakilerin kalça addüktörleri, hamstring ve gastrocnemius ve soleus kasları üzerine 20 dakika boyunca soğuk jel uygulanmış, ardından her kas 3 set ve 5 tekrar pasif olarak gerilmiştir. Her iki bacakta, setler arasında 60 saniye dinlenme verilmiş, hareketler 30 saniye dinlenme aralığıyla 60'ar saniye boyunca manuel olarak statik gerilmiştir. Her iki gruba da 6 hafta boyunca haftada 3 gün, günde 45 dakika geleneksel antrenman uygulanmıştır. Spastisite adım uzunluğunu ölçmek için Modifiye Ashworth Skalası ve yürüme parametrelerini ölçmek için kadanslar kullanılmıştır. Fonksiyonel aktiviteyi ölçmek için ise TUG kullanılmıştır. Çalışma sonucunda iki grupta da spastisitede azalma görülürken, yürüme parametrelerinde artış görülmüştür. Aynı zamanda TUG testinde anlamlı değişiklikler bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda tüm değişkenlerin son test ortalama değerleri, deney grubunda geleneksel grubuna göre daha çok gelişmiştir. Soğuk tedavi ve pasif germe sonucunda spastik kasların tonusunda azalma ve yürüme parametreleri ile fonksiyonel yetenekte düzelme olduğu sonucuna varılmıştır.

Ahmadizadeh ve ark. (2019)⁵² tarafından yapılan bir çalışmada esneklik egzersizleri ile tüm vücut vibrasyonun SP'li çocukların eklem hareket açıklığı üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bunun için yaşları 4-12 arasında, KMFSS seviye I, II ve III olan SP'li 20 çocuk çalışmaya dâhil edilmiştir. Çocukların 6'sı diplejik, 3'ü hemiplejik ve 1'i kuadruplejiktir. Katılımcılar rastgele şekilde deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kontrol grubu sadece pasif statik germe egzersizi yaparken, deney grubu tüm vücut vibrasyonu ile pasif statik germe yapmıştır. Egzersizler 6 hafta boyunca haftada 3 kez uygulanmıştır. Her iki grup için germe egzersizleri, kalça fleksör, kalça addüktör, hamstring kasları ve plantar fleksör kasların 40 saniye boyunca 3 kez pasif gerdirilmesinden oluşmaktadır. Tüm vücut vibrasyonunda ise katılımcılar 3 dakika titreşimden sonra 3 dakika dinlenmiş ve bu 3 kez tekrarlanmıştır. Katılımcıların aldığı toplam titreşim süresi 9 dakikadır. Veri toplamak için gonyometre, Modifiye Ashworth Skalası ve 6 Dakika Yürüme Testi kullanılmıştır. Sonuçlara göre tüm vücut vibrasyonu ile germenin kalça fleksiyonu, abduksiyon ve ayak bileği dorsal fleksiyonunda aktif hareket açıklığını artırdığı ve SP'li çocuklarda yürüme hızını iyileştirebileceği belirlenmiştir.

Kruse ve ark. (2022)⁵³ propioreseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) tekniği ile yapılan germenin ve statik germenin akut etkilerini KMFSS seviyesi I olan 7, II olan 2, III olan 2 ve 7'si unilateral, 11'i bilateral olan SP'li 18 çocuk üzerinde incelemiştir. Her iki esnetme yöntemi de benzer şekillerde uygulanmıştır. Toplamda 10 germe egzersizi,

30 saniyelik germe ve 30 saniyelik dinlenmeler ile yapılmıştır. Germe sırasında katılımcı yüz üstü uzanmış ve sırasıyla, diz 90° fleksiyon ve ekstansiyon halindeyken ayak bileğine 30 saniye dorsifleksiyon uygulanmıştır. PNF'de ise ilk 5 saniye ayak bileğinin maksimum dorsifleksiyon hareket açıklığında submaksimal izometrik kasılma gerçekleştirilmiş ve sonraki 25 saniye pasif germe uygulanmıştır. Sonuç olarak her 2 uygulama, maksimum dorsifleksiyon hareket açıklığını benzer derecelerde akut olarak artırdığı fakat PNF sonrası, gastrocnemius kasındaki kuvvetin, statik germeye oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir.



Tablo 4. Esneklik Egzersizlerinin Serebral Palsili Çocuklara Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

| Çalışma | Araştırma Grubu | Araştırma Süresi | Araştırma Yöntemi | Sonuç |
|---------------------------------------|---|------------------|--|---|
| Wu ve ark. (2011) ⁴⁵ | Seviye I, II ve III olan SP'li 12 çocuk | 6 hafta | Haftada 3 gün gerçekleştirilmiştir. 20 dakika pasif esnetme içeren ısınma, 15 dakika aktif hareket, 15 dakika dirence karşı aktif hareket ve 10 dakika pasif esnetme şeklinde uygulanmıştır. | Katılımcıların ayak bileklerindeki hareket açıklıklarında olumlu gelişmeler ve ayak bileğine bağlı eklemlerde yürümeyi etkileyecek olumlu değişiklikler gözlenmiştir. |
| Theis ve ark. (2013) ⁴⁶ | Seviye II-III olan SP'li 8 çocuk | Belirsiz | Kendi kendine ve pasif esnetme metotları uygulanmıştır. Her iki esnetme metodunda da gastrocnemius kası 20 saniye esnetilip 60 saniye dinlendirilmiştir. | Çalışma sonucunda dorsifleksiyon açılarında artış gözlenmiş, kas ve tendon uzunluklarında artışlar gözlenmiştir. |
| Elshafey ve ark. (2014) ⁴⁷ | Seviye I ve II olan, spastik SP'li 30 çocuk | 3 ay | Egzersiz haftada üç kez, seans başına iki saat gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubuna geleneksel pasif germe egzersizleri ile fizik tedavi programı uygulanırken, çalışma grubuna fonksiyonel germe egzersizleri ile fizik tedavi programı uygulanmıştır. | Çalışma grubunda H/M oranı azalırken, popliteal açısı artmıştır ve yürüyüş parametreleri gelişmiştir. |
| Theis ve ark. (2015) ⁴⁸ | Seviye III ve IV olan SP'li 13 çocuk | 6 hafta | Deney grubu 15 dakika boyunca ayak bilekleri dorsifleksiyonu egzersizini tekrarlamıştır. Kontrol grubu ise düzenli fiziksel hareketlerine devam ederek ekstra bir egzersiz yapmamışlardır. | Çalışma sonunda deney grubunun eklem, kas katılıklarında ve kas gerginliklerinde azalmalar meydana gelerek olumlu gelişmeler olmuştur. |
| Tupimai ve ark. (2016) ⁴⁹ | Seviye I, II ve III olan SP'li 12 çocuk | 12 hafta | Tüm gruplar sırasıyla hem pasif esnetme hem de vücut titreşimi metodunu uygulamıştır. Sonrasında aynı protokoller 2 ayrı faz şeklinde 6 haftalık sürelerde çalışılmış ve iki faz arasında 2 hafta dinlenilmiştir. | Çalışma sonucunda her iki yöntemde kullanıldığı durumlarda sadece esnetmeye göre daha olumlu etkiler gözlenmiştir. |

| | | | | |
|--|---|----------|---|--|
| Awan ve Masood, (2016) ⁵⁰ | Spastik olan SP'li 30 çocuk | 6 hafta | Günde en az bir kez ve beş tekrarlı, 30 saniye boyunca germe yapılmıştır. | Dışkılama sıklığı, kabızlık şiddeti ve spastisitede anlamlı değişiklikler görülmüştür. |
| Kalkman ve ark. (2019) ²⁵ | Seviye I-III olan SP'li 16 çocuk | 10 hafta | Deney grubu gastrocnemius kasının hipertrofisini etkileyen egzersizleri gerçekleştirip pasif esnetme uygulamıştır. Kontrol grubu farklı kas gruplarının hipertrofisini etkileyen egzersizleri gerçekleştirip aynı pasif esnetmeyi uygulamıştır. | İki grupta da ayak bileği dorsifleksiyonu açısında gelişmeler gözlenmiş fakat deney grubunda daha olumlu ilerlemeler görülmüştür. |
| Elanchezhian ve Swarnakumari, (2019) ⁵¹ | Seviye I, II ve III olan spastik SP'li 40 çocuk | 6 hafta | Haftada 3 gün, günde 45 dakika antrenman uygulanmıştır. Geleneksel grup düzenli antrenman gerçekleştirirken, deney grubu aynı antrenman öncesi soğuk terapi ve pasif germe uygulamıştır. | Soğuk tedavi ve pasif germe sonrası spastik kaslarda tonus azalması ve yürüme parametrelerinde ve fonksiyonel yetenekte düzelme olduğu görülmüştür. |
| Ahmadizadeh ve ark. (2019) ⁵² | Seviye I, II ve III olan SP'li 20 çocuk | 6 hafta | Egzersizler haftada 3 kez yapılmıştır. Kontrol grubu sadece pasif statik germe egzersizi yaparken, deney grubu tüm vücut vibrasyonu ile pasif statik germe yapmıştır. | Tüm vücut vibrasyonu ile germenin kalça fleksiyonu, abduksiyon ve ayak bileği dorsal fleksiyonunda aktif hareket açıklığını artırdığı ve yürüme hızını iyileştirebileceği görülmüştür. |
| Kruse ve ark. (2022) ⁵³ | Seviye I, II ve III olan 18 çocuk | Belirsiz | Katılımcılar iki gruba ayrılmış, gruplardan birine PNF değerine statik esnetme uygulanmıştır. Gastrocnemius kası, 30 saniye ayak bileği dorsifleksiyonu ve takip eden 30 saniye dinlenme şeklinde 10 tekrar sayısında esnetilmiştir. | Her iki grupta da ayak bileği maksimal dorsifleksiyon hareket açısında benzer artış görülmüştür. PNF sonrası kasın uygulayabildiği kuvvetin, statik esnetmeden sonra uygulanan kuvvetten daha az olduğu görülmüştür. |

Kuvvet Egzersizlerine İlişkin Bulgular

Seçilen çalışmalarda SP'li çocuklarda kuvvet egzersizlerinin etkilerini değerlendiren çalışmaların özellikleri Tablo 5'te kronolojik olarak özetlenmiştir. Blundell ve ark. (2003)⁵⁴ yaptıkları çalışmada, 4-8 yaşlarında, 7'si spastik diplejik ve 1'i spastik kuadriplejik olmak üzere 8 SP'li çocukla çalışmıştır. 4 hafta süren çalışma okul sonrası için düzenlenmiş ve haftada 2 kez birer saat şeklinde, dairesel grup antrenman metodu kullanılarak uygulanmıştır. Bu metotta kullanılan her bir istasyon, yüksek şiddet ve tekrarlı olacak şekilde düzenlenmiştir. Antrenman; ısınma (tüm vücut), alt uzuv güçlendirme ve fonksiyonel antrenman (koşu bandında yürüyüş, obje kaldırmalı ayakta denge egzersizleri), kuvvet antrenmanı (Lateral step-up and down, sit-to-stands, leg press ve heel raise egzersizleri) bölümlerinden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda katılımcıların izometrik güç performanslarında artış gözlenmiş, oturarak ayağa kalkma performanslarında iyileşme görülmüştür. Çalışmanın 8 hafta sonrasında ise kazanılan gelişmelerin korunduğu gözlenmiştir.

Dodd ve ark. (2003)⁵⁵ gerçekleştirdiği çalışmada, 8-18 yaşlarında olan KMFSS seviye I ve III spastik diplejik SP'li 21 çocuk ev temelli, 6 haftalık bir kuvvet antrenmanı uygulamıştır. Antrenman grubu 6 hafta boyunca kuvvet antrenmanı yapmış, kontrol grubu ise yalnızca günlük aktivitelerini gerçekleştirmiştir. Katılımcılar 6 haftadan sonraki 12 hafta boyunca takip edilmiştir. Ayak bileği plantar fleksörlerinin, diz ekstansörlerinin ve kalça ekstansörlerinin gücü dinamometre kullanılarak ölçülmüştür. Ek olarak, her katılımcının birleşik bir ayak bileği plantar fleksör, diz ekstansör ve kalça ekstansör kuvvet skoru hesaplanmıştır. Ayrıca, GMFM-D, Süreli Merdiven Testi ve Kendi Kendine Seçilen Yürüme Hızı Testi kullanılmıştır. Sonuç olarak ayakta durma, koşma, sıçrama ve daha hızlı merdiven çıkma için Kaba Motor Fonksiyon Ölçüm boyutları olan D ve E'de gelişme görülmüştür.

Morton ve ark. (2005)⁵⁶ tarafından yapılan çalışmada 6-12 yaşlarında olan hipertonic SP'li 8 çocuğa 6 hafta boyunca haftada 3 kez ilerleyici, serbest ağırlıklarla kuvvetlendirme programı uygulanmış ve antrenmandan sonraki dört hafta katılımcılar takip edilmiştir. Kullanılan antrenman ağırlığı (TW), her birey için ortalama maksimum izometrik kas gücü değerinin %65'idir. Konsantrik ve eksantrik kasılmalar kas tepkilerini artırmak için kullanılmıştır. Maksimum izometrik kas kuvveti ve pasif gerilmeye karşı direnç ölçülmüştür. Sırasıyla fonksiyon ve yürüme parametrelerini değerlendirmek için Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü ve 10 metrelik zamanlı yürüme testi kullanılmıştır. Araştırmada bulgularına göre, quadiceps/hamstring kuvvet oranı artmış ve bu değişiklikler takip edilen süre boyunca korunmuştur. Kas tonusu azalmış, takipte azalmaya devam etmiştir. Kaba motor fonksiyon ölçümünün ayakta durma (D) ve yürüme, koşma ve atlama (E) hedef alanları devam eden bir gelişme göstermiştir. Yürüme hızı ve adım hızı artmıştır.

Engsberg ve ark. (2006)⁵⁷ yaptığı çalışmada hepsi spastik diplejik olmak üzere 15 SP'li çocukla çalışılmıştır. Çalışmanın amacı SP'li çocukların ayak bileği kuvvetindeki artışın, yürüyüşlerinde ve fonksiyonlarında olumlu değişime yol açıp açmayacağını öğrenmektir. 15 katılımcı, rastgele şekilde 4 gruba ayrılmıştır (dorsi fleksör grubu, plantar fleksör grubu, dorsi-plantar fleksör grubu, kontrol grubu). 12 haftalık çalışmanın sonuçları izokinetik dinamometre ile ölçülmüştür. Sonuç olarak deney gruplarındaki katılımcıların çoğunun, antrene ettiği kas gruplarında kuvvet artışlarına rastlanmıştır. Deney gruplarındaki katılımcıların çalıştırdığı kas gruplarının iki farklı açıda (30° ve 90°) gerçekleştirdiği egzersizlerdeki eksantrik kuvvetlerinde anlamlı artış görülmüştür. Deney gruplarının GMFM "yürü-koş-zıpla" ölçümlerinde de anlamlı gelişmeler

görülmüştür. Çalışma sonucunda araştırmacılar SP'li çocukların ayak bileği kuvvetlerindeki gelişimin; ayak bileğinin işlevsel gelişimine, yürüyüş hızının artmasına ve hayat kalitesinin yükselmesine sebep olabileceği sonucuna varmıştır. Unger ve ark. (2006)⁵⁸ spastik SP'li 31 çocuk ile 8 hafta boyunca haftada 1-3 kez ve 40-60 dakika süren kuvvet antrenmanını, serbest ağırlıklar ve direnç cihazları kullanarak uygulamıştır. Katılımcıların 15'i diplejik ve 16'sı hemiplejiktir. Antrenman üst ve alt uzuvları ve gövdeyi hedefleyen, 28 istasyonlu, 8-12 egzersizden oluşan dairesel yüklenmelerden oluşmaktadır. Araştırmada, yürüyüşün çeşitli parametrelerini ve vücut imajı ve fonksiyonel yeterlilik algılarını değerlendirmek için üç boyutlu yürüyüş analizi ve bir anket kullanılmıştır. Sonuçlara göre antrenman grubunda, çömelme yürüyüşü (orta duruşta ayak bileği, diz ve kalça açılarının toplamı) ve vücut imajı algılarında gelişme görülmüştür. Eek ve ark. (2008)²⁹ yaptığı çalışmanın amacı, 9-15 yaşları arası 16 SP'li çocukla yapılan kuvvet antrenmanının yürüyüş üzerindeki etkilerini incelemektir. 8 hafta ve haftada 3 gün süren çalışma alt ekstremitedeki kaslara yönelik olarak planlanmış, serbest ağırlıklar, elastik bantlar ve vücut ağırlığıyla yapılan direnç çalışmaları kullanılmıştır. Antrenmanın 2 günü evde aileden yardım alarak, 1 günü de fizyoterapist eşliğinde grup çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Ev antrenmanı, hareketler 3 set 10 tekrar olacak şekilde oluşturulmuş ve hareketlerdeki direnç bilek ağırlıklarıyla kolay-orta-zor şeklinde artırılmıştır. Sonuç olarak, kalça kasları ve diz fleksörlerinin kuvvetinde ve GMFM puanlarında artış gözlemlenmiş ve adım uzunlukları artmıştır. Bunun yanında yürüyüş fonksiyonlarında gelişme gözlemlenmiştir. Bu çalışmada kas kuvvetindeki gelişimin, SP'li çocukların yürüyüş fonksiyonunun iyileşmesindeki en önemli etken olduğuna değinilmiştir.

Lee ve ark. (2008)⁵⁹ tarafından yapılan çalışmaya 4-12 yaşlarındaki, KMFSS seviye II ve III spastik diplejik veya hemiplejik 17 çocuk alınmıştır. Çalışmanın amacı alt ekstremitte kuvvet egzersizlerinin kas kuvveti ve yürüme fonksiyonunun iyileştirilmesi üzerindeki etkilerini incelemektir. Deney grubu 5 hafta boyunca haftada 3 kez, günde 60 dakika alt ekstremitte kas gruplarını hedef alan kuvvet programı gerçekleştirirken, kontrol grubu yalnızca fizik tedavide yer almıştır. Antrenman; ısınma germe egzersizi, squat to stand, lateral step up, merdiven inip çıkma, alt ekstremitte kaslarının izotonik egzersizi, bisikletle izokinetik egzersiz ve soğuma egzersizinden oluşmuştur. Değerlendirmeler antrenman öncesi, hemen sonrası ve antrenmandan sonraki 6 haftalık takip sürecinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler; alt ekstremitte kas tonusu ve kuvveti, Kaba Motor Fonksiyon ölçümü, lateral adım, çömelerek ayağa kalkma ve 3 boyutlu yürüyüş analizinden oluşmaktadır. Sonuç olarak deney grubunun GMFM skoru D ve E anlamlı derece gelişmiş, yürüme hızı ve adım uzunluğunda anlamlı bir artış görülmüştür.

McNee ve ark. (2009)⁶⁰ gerçekleştirdikleri araştırmaya, KMFSS seviye I, II ve III olan spastik SP'li 13 çocuğu dâhil etmiştir. Katılımcıların 8'i diplejik, 5'i hemiplejiktir. Antrenman, 10 hafta boyunca haftada 4 kez topuk yükseltme veya Thera-Bandresistance'ı içermektedir. Her antrenman seansı, 3-5 dakikalık bir aerobik ısınma ve ardından katılımcının ayakta dururken gerçekleştirdiği plantar fleksör germe hareketlerinden ve plantar fleksör güçlendirme egzersizlerinden oluşturulmuştur. Egzersizler 3-4 set, katılımcıların üretebilecekleri maksimum tekrar sayısında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler antrenmandan önce, antrenmandan 5 ve 10 ve 12 hafta sonra yapılmıştır. Medial ve lateral gastroknemius hacimleri 3 boyutlu ultrason görüntülerinden hesaplanmıştır. Fonksiyonel özellikler; üç boyutlu yürüme analizi, zamanlı kalk ve yürü testi, Gillette İşlevsel Değerlendirme Anketi ve İşlevsel Hareketlilik

Ölçeği kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, tek taraflı topuk üzerine yükselmelerinin sayısı da değerlendirilmiştir. Medial ve lateral gastroknemius hacimleri 5. haftada %17 ve %14 artmıştır, bu artış 10 ve 12. Haftalarda devam etmiştir. Topuk yükselmesi 5. haftada artmış ve 10 ve 12. haftalarda korunmuştur. Sonuç olarak, SP'li çocuklarda kas hacmi ve topuk yükselmesi artmıştır. Reid ve ark. (2010)⁶¹ gerçekleştirdiği çalışma, 9-15 yaşlarındaki, Manuel Yetenek Sınıflandırma Sistemi (MACS) seviye I, II ve III olan üst ekstremitelerde spastisitesi teşhisi konan SP'li 14 çocuk ile 6 hafta boyunca haftada 3 kez, üst ekstremitelerinde eksantrik kasılmalar ile yapılmış, eksantrik bir kuvvet antrenmanı programının nöromusküler sonuçlarını belirlemek amaçlanmıştır. Ölçümler dinamometre ve elektromiyografi (EMG) kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre, eksantrik kuvvet antrenmanının SP'li çocuklarda hareket aralığı boyunca torku artırdığı görülmüştür. Bu da eksantrik egzersizlerin ko-kontraksiyonu azaltabileceğini ve net tork gelişimini iyileştirebileceğini göstermektedir.

Scholtes ve ark. (2010)⁶² tarafından yapılan çalışmada, PRE (ilerleyici direnç antrenmanı) kuvvet antrenmanının 51 spastik uniteral ve bilateral SP'li çocukların kas kuvveti ve mobilitesine etkisini ölçmek amaçlanmıştır. Deney grubu 12 hafta ve haftada 3 günlük bir çalışma programına tabi tutulmuştur. Antrenman yükü SP'li çocukların maksimum kuvvetlerine göre ilerleyici şekilde artırılmıştır. Çalışmadan öncesi, sırası, çalışmanın hemen sonrası ve 6 hafta sonrasında kuvvet, mobilite ve spastisite değerlendirilmiştir. Çalışmanın hemen sonrasında yapılan ölçümlerde kas kuvvetinde anlamlı değişimler gözlemlenmiş ancak mobilite veya spastisitede değişime rastlanmamıştır. Deney grubunun leg press ve ayak bileği plantar fleksiyonu parametrelerinde anlamlı değişiklikler görülmüştür. Araştırmacılar, 12 haftalık PRE kuvvet antrenmanının; SP'li çocukların diz ekstensörlerinin ve kalça abdüktörlerinin izometrik kuvvetini ve maksimal leg press kuvvetini geliştirdiğini belirtmiştir.

Jung ve ark. (2013)⁶³ yaptığı çalışmada SP'li çocuklarda yapılan ayak bileği plantar fleksör kuvvet antrenmanının, kuvvet ve kas aktivitesindeki değişimlere odaklanarak, motor kontrollerdeki, yürüyüş becerisi parametrelerindeki ve kaba motor fonksiyonlarındaki etkisi araştırılmıştır. Dört ve 10 yaşları arası 6 SP'li çocuğa 6 haftalık kuvvet programı uygulanmıştır. Katılımcılara çalışma öncesi ve sonrası ayak bileği plantar fleksör kuvveti, kas aktivitesi, yürüyüş hızı ve ritmi, adım uzunluğu ve GMFM ölçüm metodunun D ve E (ayakta durma ve yürüme-koşma-sıçrama) testi uygulanmıştır. Antrenman, heel raise egzersizinden oluşmuş ve egzersiz sırasında ağırlık yeleği kullanılmıştır. Başlangıç iş yükü ilk 2 sette maksimal ağırlığın %20'sidir ve dengenin korunduğu her tekrarda, ağırlık artırılmıştır. Hareket 3-5 set, 8-12 tekrar aralığında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak katılımcıların çoğunun ayak bileği plantar fleksör kuvveti artmış, son test sonuçlarındaki yürüyüş hızlarında, yürüyüş ritimlerinde ve adım uzunluklarında anlamlı değişimler gözlemlenmiştir. Buna göre kontrollü ayak bileği plantar fleksör kuvvet antrenmanının, SP'li çocukların kuvvet ve yürüyüşünün spatio-temporal parametrelerinde gelişmeye yol açabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Dos Santos ve ark. (2013)⁶⁴ yaptığı vaka çalışmasında, fonksiyonel kuvvet antrenmanının 9 yaşındaki spastik diplejik SP'li çocuk katılımcıya etkilerini ölçmek amaçlanmıştır. Haftada 4 kez olacak şekilde toplam 10 hafta süren bir çalışma yürütülmüştür. Her bir antrenman seansı 60 ile 90 dakika arasında sürmüş, profesyonel bir fizyoterapist eşliğinde gerçekleştirilmiştir. İlk seansta yapılacak hareketler bir direnç olmadan gösterilmiş, hareketlerde ustalaştıktan sonra antrenman yükleri belirlenmiştir. Yük, belirlenen vücut bölgesinin etrafına serbest ağırlıklar yerleştirilerek

belirlenerek her bir hareket 3 set 10 tekrar şeklinde yapılmıştır. 2 gün 10 dakikalık ısınma yürüyüşü sonrasında her tekrar 30 saniye olacak şekilde “bridging”, “step forward”, “sit-to-stand”, “step backward” ve lateral yürüyüş yapılmıştır. Diğer 2 gün ısınma olarak 10 dakikalık adaptive tricycle, sonrasında yüksek diz çekme, merdiven çıkma A (becerinin “tekli duruş” (single stance) kısmı odaklı), merdiven çıkma B (becerinin “çifte duruş” (double stance) kısmı odaklı) ve merdiven inme yapılmıştır. Çalışma sonucunda, katılımcının GMFM (Gross Motor Functional Measure) puanı artmış ve TUG testi süresi azalmıştır. Katılımcının değerlendirme veya egzersiz sırasında herhangi bir ağrı veya rahatsızlık bildirmediği belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, GMFM testi sonucunda becerilerde (yere diz çökme, benchten yere oturma, ayakta durma ve oturma, destekle öne adım atma ve merdiven çıkma vb.) anlamlı gelişmeler olduğunu belirtmiştir. Kişiye özel hazırlanmış, ilerleyici yüklenme içeren kuvvet antrenmanının bu grupta pozitif etkiler vereceği sonucuna ulaşılmıştır. Van Vulpen ve ark. (2017)⁶⁵ tarafından yapılan çalışmada, yüksek şiddetli fonksiyonel dayanıklılık antrenmanının SP’li çocukların kas kuvveti gelişimine ve yürüyüş becerilerine olan etkisini ölçmek amaçlanmıştır. 14 haftalık rutin bakım dönemiyle bakım dönemi sonrasında gerçekleştirilen 14 haftalık kuvvet antrenman programı, 22 spastik SP’li çocuk üzerinde uygulanmıştır. Bu iki dönemin öncesinde, arasında, sonrasında ve 14 haftalık antrenman programının 14 hafta sonrasında ölçümler yapılmıştır. Rutin bakım döneminde ve kuvvet antrenmanı sonrası 14 haftalık takip döneminde çocukların düzenli fiziksel terapi seansları devam etmiştir. Antrenman seansı, ısınma, 3-4 kuvvet egzersizi ve bitiş oyunu olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. Kuvvet egzersizleri koşu, yürüyüş, sandalye itme, merdiven çıkma, scooter’ı dengeli sürme ve kaldırım yürüyüşlerinden oluşmaktadır. Hareketler, maksimal hızlarının (merdiven çıkmada adımlarının) %50 ve %70’i aralığında gerçekleştirilmiştir. Hareketler sırasında ağırlık yeleği, kemerle bağlanmış kutular gibi dirençler kullanılmıştır. Antrenman programı için ailelerin belirlediği tedavi amacına yönelik olarak 3 veya 4 egzersiz seçilmiştir. Her bir egzersiz 25 saniyelik maksimal eforda gerçekleştirilmiş, 6-8 tekrar yapılmıştır. Bu seanslar haftada 1 veya 2 gün ve 30 dakika sürmüştür. Çalışma sonucunda en büyük gelişim, antrenman dönemi içerisinde görülmüş, antrenman dönemi içerisinde yürüyüş kapasitesinde anlamlı artış gözlenmiştir. Bunun yanında kas kuvvetlerinde de artışa rastlanmıştır. Rutin bakım döneminde ise performans çıktılarında bir farklılığa rastlanmamıştır. Araştırmada, fonksiyonel kuvvet antrenmanının SP’li çocukların yürüyüş kapasitelerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Peungsuwan ve ark. (2017)⁶⁶ 7-16 yaşlarındaki, KMFSS seviye I, II ve III olan spastik SP’li 15 çocuk ile kombine antrenman gerçekleştirmiş, bunun fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Egzersiz grubundaki katılımcılar 8 hafta boyunca, haftada 3 gün, günde 70 dakika kombine kuvvet ve dayanıklılık antrenman programına katılırken, kontrol grubundaki katılımcılar herhangi bir egzersiz programına katılmamıştır. Antrenman bisiklet ve eliptik ergometreler gibi basit ekipmanlar kullanılarak uygulanmıştır. Katılımcılara 6 dakikalık yürüyüş, 30 saniyelik oturma-kalkma, 10 m yürüme ve Fonksiyonel Uzanma Testleri yapılmıştır. Çalışmayla elde edilen bulgulara göre, kombine egzersiz antrenmanı, yürüme kabiliyetini, alt ekstremitte fonksiyonel kuvvetini ve dengeyi geliştirmiştir.

Foshdahl ve ark. (2019)⁶⁷ yaptığı çalışmanın çıkış noktası, yatalak olmayan SP’li çocukların yürüyüş bozukluğu ve aktif diz ekstansiyonunda görülen azalmalar olmuştur. Bununla birlikte esneklik ve PRE (ilerleyici direnç antrenmanı) kuvvet

çalışmalarını birlikte yaparak SP'li çocukların aktif diz ekstansiyonu ve yürüyüş becerilerindeki etkisi de ölçülmek istenmiştir. Rastgele belirlenmiş çalışma (n=17) ve kontrol (n=20) grubuna ayrılan toplam 37 katılımcı araştırmada yer almıştır. Çalışma grubuna haftada 3 gün olacak şekilde 16 haftalık birleşik antrenman programı uygulanmış, daha sonrasında haftada 1 defa olacak şekilde 16 haftalık durum koruma programı uygulanmış ve araştırma toplam 32 hafta sürmüştür. Antrenman haftada 2 kez fizyoterapist eşliğinde, 1 kez de evde yapılmıştır. Fizyoterapist eşliğinde yardımcı germe sonrası squat, heel rise ve merdivende step-up yapılmıştır (bu hareketlerde yüklü sırt çantası kullanılmıştır.). Bu egzersizlerden sonra tek diz için maksimal ekstansiyon yapabileceği bir egzersiz, fizyoterapist eşliğinde uygulanmıştır. Ev antrenmanında pasif hamstring germesi sonrası ağır sırt çantalı squat uygulanmıştır. Her 3 haftanın son antrenmanında, 8 tekrar testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre çalışma ve kontrol grupları arasında herhangi bir anlamlı farka rastlanmamıştır. Ancak her iki grubun 6 metre yürüyüş testinden aldıkları sonuçlarda anlamlı farklılık görülmüştür. Sonuç olarak, 16 hafta uygulanan birleşik antrenman metodu ve ardından 16 hafta uygulanan durum koruma programı, yatalak olmayan SP'li çocukların yürüyüş fonksiyonlarında anlamlı değişikliğe sebep olmamıştır.

Kruse ve ark. (2019)⁶⁸ tarafından yapılan çalışmada KMFSS seviye I ve II olan SP'li 22 çocuk ile fonksiyonel ilerleyici direnç antrenmanı (PRE) ve yüksek yoğunluklu dairesel antrenmanın (HICT) etkileri incelenmiştir. Katılımcılar rastgele PRE ve HICT grubuna alınmıştır. Antrenmanlar 8 hafta boyunca haftada 3 kez evde gerçekleştirilen fonksiyonel alt ekstremite egzersizlerinden oluşmaktadır. PRE, 10 dakikalık ısınma ile başlamış, ısınmayı, 3 aşamada gerçekleştirilen 10-12 tekrarlı setler halinde 5 fonksiyonel alt ekstremite egzersizi (oturmak için ayağa kalkma egzersizi, topuk yükseltme, ileriye doğru hamle, lateral step-up egzersizi ve köprü egzersizi) takip etmiş ve 5 dakikalık soğuma ile antrenman tamamlamıştır. HICT, PRE ile aynı antrenmandan oluşmaktadır ancak egzersiz yükü 30 saniyelik bir aralıkta tamamlanabilen tekrar sayısı ile tanımlanmış, katılımcılardan aralık içinde mümkün olduğu kadar çok tekrar yapmaları istenmiştir. Ayak bileği eklemi hareket açıklığını ve gastroknemius medialis, vastus lateralis, rektus femoris ve aşil tendonunun özelliklerini (örn. kalınlık, güç, sertlik) değerlendirmek için başlangıçta, antrenman öncesi, antrenman sonrası ve takip sürecinde ölçümler alınmıştır. Çalışma sonucunda sadece PRE sonrasında vastus lateralisin kalınlığı artmış, diğer parametrelerde değişiklik görülmemiştir.

Ryan ve ark. (2020)⁶⁹ gerçekleştirdiği çalışmaya 10-19 yaşlarındaki KMFSS seviye I, II ve III olan SP'li 64 çocuk ile 30 seans ilerleyici direnç antrenmanı gerçekleştirilmiştir. Antrenman seanslarının 10'u denetimli seans ve 20'si ev seansıdır. Katılımcılar PRE grubu ve normal grup olarak ikiye ayrılmıştır. Ayak bileği plantar fleksörlerini (öncelikle gastroknemius) hedef alan egzersizlerin yoğunluğunu ilerletmek için standart bir program kullanılmış, maksimum 12 tekrardan maksimum 6 tekrara düşürülmüş ve setler 4'ten 8'e yükseltilmiştir. Direnç, bir leg press veya hack squat makinesinde serbest ağırlıklar, ağırlıklı yelekler, ayak bileği ağırlıkları veya direnç bandı kullanılarak artırılmıştır. Ölçümler, GMFM-66, 6 dakikalık yer üstünde yürüyüş ve yürüme verimliliği, ortalama günlük fiziksel aktivite süresi ve ortalama günlük hareketsiz davranış yüzdesi, 7 gün boyunca giyilen ivmeölçer ile yapılmıştır. Araştırma sonunda, ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik progresif direnç antrenmanının yürüyüş verimliliğini, kas gücü ve aktivitesini, katılımı veya herhangi bir biyomekanik sonucu iyileştirmediği görülmüştür.

Tablo 5. Kuvvet Egzersizlerinin Serebral Palsili Çocuklara Etkisi Üzerine Yapılan Çalışmalar

| Çalışma | Araştırma Grubu | Araştırma Süresi | Araştırma Yöntemi | Sonuç |
|---------------------------------------|---|------------------|---|--|
| Blundell ve ark. (2003) ⁵⁴ | Spastik SP'li 8 çocuk | 4 hafta | Antrenman haftada 2 gün yapılmıştır ve 1 saat sürmüştür. Antrenmanda dairesel grup antrenmanı metodu kullanılmıştır. | İzometrik güç performanslarında artış gözlenmiş, oturarak ayağa kalkma performanslarında iyileşme görülmüştür. Çalışmanın 8 hafta sonrasında kazanılan gelişmelerin korunduğu gözlenmiştir. |
| Dodd ve ark. (2003) ⁵⁵ | Seviye I ve III olan, spastik SP'li 21 çocuk | 6 hafta | Ev tabanlı bir kuvvet antrenmanı gerçekleştirilmiştir. 12 haftalık takip dönemi vardır. | Ayakta durma, koşma ve zıplama ve daha hızlı merdiven çıkma için Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü boyutları D ve E'de gelişmiştir. |
| Morton ve ark. (2005) ⁵⁶ | Hipertonik SP'li 8 çocuk | 6 hafta | Haftada 3 kez ilerleyici, serbest ağırlıklarla kuvvetlendirme programı uygulanmıştır. Antrenmanın ardından 4 haftalık takip yapılmıştır. | Quadriiceps/hamstring kuvvet oranı ve kas gücü artmıştır. Kas tonusu azalmıştır. GMFM'de ayakta durma (D) ve yürüme, koşma ve atlama (E) gelişme göstermiştir. Yürüme hızı ve adım hızı artmıştır. |
| Engsberg ve ark. (2006) ⁵⁷ | Seviye I-III olan, Bilateral Spastik SP'li 55 çocuk | 12 hafta | Antrenman haftada 3 gün yapılmıştır. Antrenman, her hareket (plantar fleksiyon ve dorsal fleksiyon) için 3 set 5 tekrar, 30 ve 90 derecelik hareket açıklığında olacak şekilde ayarlanmıştır. | Deney gruplarının Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü ve "yürü-koş-zıpla" ölçümlerinde anlamlı gelişmeler görülmüştür. |
| Unger ve ark. (2006) ⁵⁸ | Spastik SP'li 31 çocuk | 8 hafta | Haftada 1-3 kez, seans başına 40-60 dakika süren kuvvet antrenmanını, serbest ağırlıklar ve direnç cihazları kullanarak gerçekleştirmiştir. Antrenman üst ve alt uzuvları ve gövdeyi hedefleyen, 28 istasyonlu, 8-12 egzersizden oluşan dairesel antrenmandan oluşmaktadır. | Çömelme yürüyüşünün derecesi ve vücut imajı algısında gelişme görülmüştür. |
| Eek ve ark. (2008) ²⁹ | Seviye I, II olan, Spastik SP'li 16 çocuk | 8 hafta | Antrenman haftada 3 gün yapılmıştır. Antrenman, 2 günü evde aileden yardım alarak, günü de fizyoterapist eşliğinde grup çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. | Kalçadaki kasların ve diz fleksörlerin kuvvetinde ve GMFM puanlarında artış gözlemlenmiş ve adım uzunlukları artmıştır. Yürüyüş fonksiyonlarında gelişme gözlemlenmiştir. |
| Lee ve ark. (2008) ⁵⁹ | Seviye II ve III olan, spastik SP'li 17 çocuk | 5 hafta | Deney grubu haftada 3 kez günde 60 dakika alt ekstremita kas gruplarını hedef alan kuvvetlendirme programı gerçekleştirirken, kontrol grubu yalnızca fizik tedavide yer almıştır. | Deney grubunda GMFM skoru D ve E önemli derece gelişirken, yürüme hızı ve adım uzunluğunda önemli bir artış görülmüştür. |

| | | | | |
|---|---|----------|--|--|
| McNee ve ark. (2009) ⁶⁰ | Seviye I, II ve III olan spastik SP'li 13 çocuk | 10 hafta | Antrenman haftada 4 kez yapılmıştır. Topuk yükseltme veya Thera-Bandresistance'ı içermektedir. Plantar fleksör germe ve plantar fleksör güçlendirme egzersizleri yapılmıştır. | Medial ve lateral gastroknemius hacimleri artmıştır. Topuk yükselmesi artmıştır. |
| Reid ve ark. (2010) ⁶¹ | Seviye I, II ve III olan üst ekstremité spastisitesi teşhisi konan SP'li 14 çocuk | 6 hafta | Antrenman haftada 3 kez yapılmıştır. İlerleyici direnç-kuvvetlendirme antrenmanı gerçekleştirilmiştir. | Hareket aralığı boyunca torkun arttığı görülmüştür. |
| Scholtes ve ark. (2010) ⁶² | Seviye I-III olan, Spastik Uniteral ve Bilateral SP'li 26 çocuk | 12 hafta | Antrenman haftada 3 gün yapılmıştır. Antrenman, çocuklara uyarlanmış "leg press" ve 3 fonksiyonel egzersizden ("otur-kalk", "lateral step-up" ve half knee-rise) oluşmuştur. Fonksiyonel egzersizler sırasında ağırlık yeleği kullanılmıştır. | Mobilite veya spastisitede herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Çalışma grubunun leg press ve ayak bileği plantar fleksiyonu izometrik kas kuvveti ölçümlerinde anlamlı değişiklikler görülmüştür. |
| Jung ve ark. (2013) ⁶³ | Seviye I Spastik SP'li 6 çocuk | 6 hafta | Kuvvet antrenmanı haftada 3 gün gerçekleştirilmiştir. Antrenman, heel raise egzersizinden oluşmaktadır. | Ayak bileği plantar fleksör kuvvet artışı gözlenmiştir. Yürüyüş hızı, yürüyüş ritmi ve adım uzunluklarında anlamlı değişiklikler görülmüştür. |
| Dos Santos ve ark. (2013) ⁶⁴ | Seviye IV Spastik Diplejik SP'li 1 çocuk | 10 hafta | Antrenman haftada 4 gün yapılmıştır. Fonksiyonel ilerleyici kuvvet antrenmanı gerçekleştirilmiştir. | GMFM puanı artmış, becerilerde gelişim görülmüştür ve TUG testi süresi azalmıştır. |
| Van Vulpen ve ark. (2017) ⁶⁵ | Seviye I-II olan Bilateral veya Spastik SP'li 35 çocuk | 14 hafta | Kuvvet antrenmanı haftada 3 gün yapılmıştır. Antrenman, ısınma, 3-4 kuvvet egzersizi ve bitiş oyunu olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. | Katılımcıların antrenman dönemi içerisinde yürüyüş kapasitelerinde anlamlı artış gözlenmiştir. Kas kuvvetlerinde artış görülmüştür. |
| Peungsuwan ve ark. (2017) ⁶⁶ | Seviye I, II ve III olan spastik SP'li 15 çocuk | 8 hafta | Egzersiz grubu haftada 3 gün, günde 70 dakika kombine kuvvet ve dayanıklılık antrenman programına katılırken, kontrol grubundaki katılımcılar herhangi bir egzersiz programına katılmamıştır. Antrenman bacak sabit bisikletler ve eliptik makineler gibi basit ekipmanlar kullanılarak fonksiyonel temelli bir egzersiz programı olarak uygulanmıştır | Yürüme kabiliyeti, fonksiyonel alt ekstremité kuvveti ve denge gelişmiştir. |

| | | | | |
|---------------------------------------|--|----------|---|---|
| Foshdahl ve ark. (2019) ⁶⁷ | Seviye I-III olan Bilateral Spastik SP'li 17 çocuk | 32 hafta | Çalışma grubuna haftada 3 gün olacak şekilde 16 haftalık birleşik antrenman programı uygulanmış, daha sonrasında haftada 1 defa olacak şekilde 16 haftalık durum koruma programı uygulanmıştır. Esneme ve PRE kuvvet çalışması yapılmıştır. | Çalışma ve kontrol grupları arasında, 16 hafta ve 32 hafta sonunda yürüyüş becerisi parametrelerinde herhangi bir anlamlı fark görülmemiştir. |
| Kruse ve ark. (2019) ⁶⁸ | Seviye I ve II olan SP'li 22 çocuk | 8 hafta | Antrenman haftada 3 kez yapılmıştır. Evde gerçekleştirilen fonksiyonel alt ekstremitte egzersizlerinden oluşmaktadır. | Sadece PRE sonrasında vastus lateralis kalınlığı artmıştır. Diğer parametrelerde değişiklik görülmemiştir. |
| Ryan ve ark. (2020) ⁶⁹ | Seviye I, II ve III olan SP'li 64 çocuk | 10 hafta | 30 seans PRE gerçekleştirilmiştir. Antrenman seanslarının 10'u denetimli seans ve 20'si ev seansıdır. Ayak bileği plantar fleksörlerini (öncelikle gastrocnemius) hedef alan egzersizlerdir. | Yürüyüş verimliliği, kas gücü ve aktivitesi, katılımı veya herhangi bir biyomekanik sonucu iyileştirmedeği görülmüştür. |

Not: HICT (High Intensity Circuit Training): yüksek yoğunluklu dairesel antrenman; PRE (Progressive Resistance Exercise): İlerleyici direnç egzersizi.

Not: GMFM (Gross Muscle Function Measures): Kaba Motor Fonksiyon Ölçümleri; TUG (The Timed Up & Go Test): Zamanlı kalk ve yürü testi.

TARTIŞMA

Çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, farklı egzersiz türlerinin SP'li çocuklarda kas gücü, kas kuvveti, yürüyüş hızı, yürüyüş verimliliği, denge, benlik algısı, maksimum hareket açıklığı vb. birçok parametre üzerinde olumlu gelişmeler sağladığı görülmüştür. SP'li çocuklarda aerobik egzersizlerin etkisi incelendiğinde, genellikle su içi aerobik egzersizlerin gerçekleştirildiği görülmektedir. Çünkü su içi egzersizler çocukların fonksiyonel durumunu, mobilitesini ve kendine güvenini artıran, yeni hareket paternlerini öğrenmesini sağlayan egzersizlerdir. Kas gücü ve yürüyüşe dair parametrelerde^{34,35,38,42,44} ve aerobik ve anaerobik güç değerlerinde^{16,30,35,38,43} artış görülmüştür. Katılımcıların memnuniyet ve performans dereceleri de artmıştır³⁷. Aynı zamanda bu antrenmanların bilişsel işlev üzerinde pozitif etkileri görülmüştür⁴¹. Bazı kaba motor becerilerde ve tepe torkunda da gelişme elde edilmiştir^{20,39}.

SP'li çocuklarda esneklik egzersizlerin etkisi incelendiğinde ise, esneklik egzersizlerinin etkinliğini değerlendiren klinik çalışmalar oldukça sınırlıdır ve son zamanlarda artmaya başlamıştır. Gerçekleştirilen araştırmaların çoğu ayak bileği hareketi üzerine yoğunlaşmıştır. Bazı çalışmalarda maksimum hareket açıklığı ve ayak bileği dorsifleksiyonu açısında olumlu etkiler görülmüştür^{25,45,46,52,53}. Ek olarak, eklem, kas katılığında ve kas gerginliğinde azalma görülmüştür^{48,51}. Kas ve tendon uzunluklarında artışlar gözlenmiştir⁴⁶. Diğerlerinden farklı olan bir çalışmanın sonucunda ise dışkılama sıklığı, kabızlık şiddeti ve spastisitede anlamlı iyileşmeler ortaya çıkmıştır⁵⁰.

SP'li çocuklarda kuvvet egzersizlerinin etkisi incelendiğinde farklı kuvvet egzersizleriyle gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur. Kas kuvvetindeki gelişimin, SP'li çocukların yürüyüş fonksiyonunun iyileşmesindeki en önemli etken olduğu düşünüldüğü için bu alandaki çalışmalar kuvvet egzersizleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Kuvvet hedefi olarak genelde plantar fleksiyon hareketi ve ilerleyici direnç egzersizleri hedeflenmiştir çünkü bu kişilerin bağımsız, desteksiz yürümesi hedeflenmektedir. Çalışmaların çoğunda kaba motor fonksiyon ölçülmüş ve kaba motor fonksiyonlarda gelişme görülmüştür^{29,30,55,56,57,59,64}. Esneklik egzersizlerindeki benzer bir şekilde, çeşitli kasların gücü, hacmi, aktivitesi veya kuvveti artmış, kas tonusu azalmıştır^{56,60,62,63,65,68}. Aynı zamanda vücut imajı algısında da artış görülmüştür⁵⁸. Buna karşın kuvvet egzersizlerinin etkisinin görülmediği bazı çalışmalar da bulunmaktadır^{67,69}. Bu ayrımın nedenin; antrenmanların uygulandığı süre, antrenmana dâhil edilen yüklenmelerin çeşitliliği veya araştırmaya dâhil edilen kişilerin mevcut durumlarındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Mevcut sonuçlara göre serebral palsili çocuklarda egzersizin, spastisite ve hareket paternleri üzerinde olumlu birçok etkisi olduğu görülmüş, çocukların fiziksel, bilişsel ve sosyal durumlarında yararlı sonuçlar doğurduğu bulunmuştur. Ek olarak serebral palsili bireylerde fiziksel aktivitenin farklı metotlar kullanılarak artırılması farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle serebral palsili çocuklarda geliştirilmek istenen motor beceriye uygun olan egzersizlerin yapılması mutlaka önerilmektedir. Aynı zamanda daha büyük popülasyonlar ile yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Paneth N., Hong T., Korzeniewski S. (2006). The descriptive epidemiology of cerebral palsy. *Clinics in Perinatology*. 33(2), 251–267.
2. Bax M., Goldstein M., Rosenbaum, P., Leviton A., Paneth N., Dan B., Jacobsson B., Damiano D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 47(8), 571–576.
3. Styer-Acevedo, J. (1999) Physical therapy for the child with cerebral palsy, İçinde: *Pediatric physical therapy*. Tecklin JS. (Editör). Lippincott Williams & Wilkins, 107-162.
4. Toldi J., Escobar J., Brown A. (2021). Cerebral palsy: sport and exercise considerations. *Current Sports Medicine Reports*. 20(1), 19–25.
5. American College of Sports Medicine (2000). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins.
6. World Health Organization. (2003). Health and development through physical activity and sport. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67796> [Erişim tarihi: 20.05.2022].
7. Ross SA., Engsberg, JR. (2002). Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 44(3), 148–157.
8. Engsberg JR., Ross SA., Olree K. S., Park TS. (2000). Ankle spasticity and strength in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 42(1), 42–47.
9. Lebedowska MK., Fisk JR. (2003). Quantitative evaluation of reflex and voluntary activity in children with spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 84(6), 828–837.
10. Bobath KA. (1980). Neurological basis for the treatment of cerebral palsy. William Heineman Books.
11. Balemans AC., Van Wely L., De Heer S. J., Van Den Brink J., De Koning JJ., Becher JG., Dallmeijer AJ. (2013). Maximal aerobic and anaerobic exercise responses in children with cerebral palsy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 45(3), 561-568.
12. Nooijen C., Slaman J., Van Der Slot W., Stam H., Roebroek M., Van Den Berg-Emons R. (2014). Health-related physical fitness of ambulatory adolescents and young adults with spastic cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 46(7), 642-647.
13. Verschuren O., Takken T. (2010). Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 31(6), 1352–1357.
14. Hoofwijk M., Unnithan V., Bar-Or O. (1995). Maximal treadmill performance of children with cerebral palsy. *Pediatric Exercise Science*. 7(3), 305-313.
15. Lundberg Å. (1984). Longitudinal study of physical working capacity of young people with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 26(3), 328–334.
16. Nsenga AL., Shephard RJ., Ahmaid S. (2013). Aerobic training in children with cerebral palsy. *International Journal of Sports Medicine*. 34(6), 533–537.
17. Verschuren O., Ketelaar M., Takken T., Helders PJ., Gorter JW. (2008). Exercise programs for children with cerebral palsy: A systematic review of the literature. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 87(5), 404–417.
18. Berg K. (1970). Effect of physical training of school children with cerebral palsy. *Acta paediatrica Scandinavica*. 204, 27.

19. Shinohara TA., Suzuki N., Oba M., Kawasumi M., Kimizuka M., Mita K. (2002). Effect of exercise at the AT point for children with cerebral palsy. *Bulletin Hospital for Joint Diseases*. 61(1-2), 63–67.
20. Schlough K., Nawoczenski D., Case LE., Nolan K., Wigglesworth JK. (2005). The effects of aerobic exercise on endurance, strength, function and self-perception in adolescents with spastic cerebral palsy: A report of three case studies. *Pediatric Physical Therapy*. 17(4), 234–250.
21. Lundberg Å, Ovenfors Co, Saltin B. (1967) Effect of physical training on school-children with cerebral palsy. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 56(2), 182–188.
22. Van den Berg-Emons RJ., Van Baak MA., Speth L., Saris, WH. (1998). Physical training of school children with spastic cerebral palsy: Effects on daily activity, fat mass and fitness. *International Journal of Rehabilitation Research*. 21(2), 179–194.
23. Dormans JP., Rang M. (1990). The problem of Monteggia fracture-dislocations in children. *Orthopedic Clinics of North America*. 21(2), 251-256.
24. James M., Farmer SE. (2001). Contractures in orthopaedic and neurological conditions: a review of causes and treatment. *Disability and Rehabilitation*. 23(13), 549-558.
25. Kalkman BM., Holmes G., Bar-On L., Maganaris CN., Barton GJ., Bass A., Wright DM., Walton R., O'Brien TD. (2019). Resistance training combined with stretching increases tendon stiffness and is more effective than stretching alone in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Frontiers in Pediatrics*. 7, 333.
26. Wiart L., Darrah J., Kembhavi G. (2008). Stretching with children with cerebral palsy: What do we know and where are we going?. *Pediatric Physical Therapy*. 20(2), 173–178.
27. Gormley ME. (2001). Treatment of neuromuscular and musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Pediatric Rehabilitation*. 4(1), 5–16.
28. Unnithan VB., Dowling JJ., Frost G., Bar-Or O. (1996). Role of cocontraction in the O₂ cost of walking in children with cerebral palsy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 28(12), 1498–1504.
29. Eek MN., Beckung E. (2008). Walking ability is related to muscle strength in children with cerebral palsy. *Gait & Posture*. 28(3), 366–371.
30. Unnithan VB., Katsimanis G., Evangelinou C., Kosmas C., Kandrali I., Kellis E. (2007). Effect of strength and aerobic training in children with cerebral palsy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 39(11), 1902–1909.
31. Mockford M., Caulton JM. (2008). Systematic review of progressive strength training in children and adolescents with cerebral palsy who are ambulatory. *Pediatric Physical Therapy*. 20(4), 318–333.
32. Yıldırım A., Şimşek H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık. Ankara.
33. Miles MB., Huberman AM. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publication.
34. Thorpe D., Reilly M. Case L. (2005). The effects of an aquatic resistive exercise program on ambulatory children with cerebral palsy. *Journal of Aquatic Physical Therapy*. 13. 21-34.
35. Verschuren O., Ketelaar M., Gorter JW., Helders PJ., Uiterwaal CS., Takken T. (2007). Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 161(11), 1075–1081.

36. Retarekar R., Fragala-Pinkham MA., Townsend EL. (2009). Effects of aquatic aerobic exercise for a child with cerebral palsy: Single-subject design. *Pediatric Physical Therapy*. 21(4), 336–344.
37. Kelly ME., Darrah J., Sobsey R, Haykowsky M. Legg D. (2009). Effects of a community-based aquatic exercise program for children with cerebral palsy: A single subject design. *Journal of Aquatic Physical Therapy*. 17(2), 1-11.
38. Gorter H., Holty L., Rameckers EE., Elvers HJ., Oostendorp RA. (2009). Changes in endurance and walking ability through functional physical training in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*. 21(1), 31–37.
39. Fowler EG., Knutson LM., Demuth SK., Siebert KL., Simms VD., Sugi MH., Souza RB., Karim R., Azen SP. (2010). Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 90(3), 367–381.
40. Olama KA, (2011). Endurance exercises versus treadmill training in improving muscle strength and functional activities in hemiparetic cerebral palsy. *The Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. 12, 193–199.
41. Ballaz L., Plamondon S., Lemay M. (2011). Group aquatic training improves gait efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*. 33(17-18), 1616-1624.
42. Fragala-Pinkham MA., Smith HJ., Lombard KA., Barlow C., O'Neil ME. (2014). Aquatic aerobic exercise for children with cerebral palsy: a pilot intervention study. *Physiotherapy Theory and Practice*. 30(2), 69–78.
43. Lauglo R., Vik T., Lamvik T., Stensvold D., Finbråten AK., Moholdt T. (2016). High-intensity interval training to improve fitness in children with cerebral palsy. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2(1), e000111.
44. Mattern-Baxter K., Looper J., Zhou C., Bjornson K. (2020). Low-intensity vs high-intensity home-based treadmill training and walking attainment in young children with spastic diplegic cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 101(2), 204–212.
45. Wu YN., Hwang M., Ren Y., Gaebler-Spira D., Zhang LQ. (2011). Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 25(4), 378–385.
46. Theis N., Korff T., Kairon H., Mohagheghi AA. (2013). Does acute passive stretching increase muscle length in children with cerebral palsy?. *Clinical Biomechanics*. 28(9-10), 1061–1067.
47. Elshafey MA., Abd-Elaziem A., Gouda RE. (2014). Functional stretching exercise submitted for spastic diplegic children: A randomized control study. *Rehabilitation Research and Practice*. 2014, 814279.
48. Theis N., Korff T., Mohagheghi AA. (2015). Does long-term passive stretching alter muscle-tendon unit mechanics in children with spastic cerebral palsy?. *Clinical Biomechanics*. 30(10), 1071–1076.
49. Tupimai T., Peungsuwan P., Prasertnoo J., Yamauchi J. (2016). Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*. 28(1), 7–13.
50. Awan WA., Masood T. (2016). Role of stretching exercises in the management of constipation in spastic cerebral palsy. *Journal of Applied Mathematics and Computing*. 28(4), 798–801.

51. Elanchezian C., Swarnakumari P. (2019). Efficacy of cold therapy and passive stretching to improve gait in spastic diplegic cerebral palsy children. *International Journal of Pediatrics*. 7(9), 10109-10118.
52. Ahmadizadeh Z., Khalili MA., Ghalam MS., Mokhlesin M. (2019). Effect of whole body vibration with stretching exercise on active and passive range of motion in lower extremities in children with cerebral palsy: A randomized clinical trial. *Iranian Journal of Pediatrics*. 29(5), e84436.
53. Kruse A., Habersack A., Jaspers RT., Schrapf N., Weide G., Svehlik M., Tilp, M. (2022). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching of the plantar flexors on ankle range of motion and muscle-tendon behavior in children with spastic cerebral palsy-A randomized clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19(18), 11599.
54. Blundell SW., Shepherd RB., Dean CM., Adams RD., Cahill BM. (2003). Functional strength training in cerebral palsy: A pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clinical Rehabilitation*. 17(1), 48-57.
55. Dodd K., Taylor N., Graham H. (2003). A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 45(10), 652-657.
56. Morton JF., Brownlee M., McFadyen AK. (2005). The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*. 19(3), 283-289.
57. Engsberg JR., Ross SA., Collins DR. (2006). Increasing ankle strength to improve gait and function in children with cerebral palsy: A pilot study. *Pediatric Physical Therapy*. 18(4), 266-275.
58. Unger M., Faure M., Frieg A. (2006). Strength training in adolescent learners with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 20(6), 469-477.
59. Lee JH., Sung IY., Yoo JY. (2008). Therapeutic effects of strengthening exercise on gait function of cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*. 30(19), 1439-1444.
60. McNee AE., Gough M., Morrissey MC., Shortland AP. (2009). Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 51(6), 429-435.
61. Reid S., Hamer P., Alderson J., Lloyd D. (2010). Neuromuscular adaptations to eccentric strength training in children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 52(4), 358-363.
62. Scholtes VA., Becher JG., Comuth A., Dekkers H., Van Dijk L., Dallmeijer AJ. (2010). Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 52(6), e107-e113.
63. Jung JW., Her JG., Ko J. (2013). Effect of strength training of ankle plantarflexors on selective voluntary motor control, gait parameters, and gross motor function of children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*. 25(10), 1259-1263.
64. Dos Santos AN., da Costa CS., Golineleo MT., Rocha NA. (2013). Functional strength training in child with cerebral palsy KMFSS IV: Case report. *Developmental Neurorehabilitation*. 16(5), 308-314.

65. van Vulpen LF., de Groot S., Rameckers E., Becher JG., Dallmeijer AJ. (2017). Improved walking capacity and muscle strength after functional power-training in young children with cerebral palsy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 31(9), 827–841.
66. Peungsuwan P., Parasin P., Siritaratiwat W., Prasertnu J., Yamauchi J. (2017). Effects of combined exercise training on functional performance in children with cerebral palsy: a randomized-controlled study. *Pediatric Physical Therapy*. 29(1), 39–46.
67. Fosdahl MA., Jahnsen R., Kvalheim K., Holm I. (2019). Effect of a combined stretching and strength training program on gait function in children with cerebral palsy, kmfss level I & II: a randomized controlled trial. *Medicina*, 55(6), 250.
68. Kruse A., Schranz C., Svehlik M., Tilp M. (2019). The effect of functional home-based strength training programs on the mechano-morphological properties of the plantar flexor muscle-tendon unit in children with spastic cerebral palsy. *Pediatric Exercise Science*. 31(1), 67–76.
69. Ryan JM., Lavelle G., Theis N., Noorkoiv M., Kilbride C., Korff T., Baltzopoulos V., Shortland A., Levin W., Star Trial Team. (2020). Progressive resistance training for adolescents with cerebral palsy: The STAR randomized controlled trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 62(11), 1283–1293.

