

# SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA KAS TONUSU VE SPASTİSİTE ŞİDDETİ İLE YÜRÜME PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Hakan AYDIN<sup>1</sup>, Nilgün BEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lokman Hekim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Lokman Hekim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

 0000-0003-2761-7935  0000-0002-2243-5828

## ÖZ

**Amaç:** Spastik serebral palsy (SP), çocuklukta görülen en yaygın motor bozukluklardan biridir ve kas tonusu ile spastisite şiddetindeki artış yürüme parametrelerini olumsuz etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı, unilateral ve bilateral spastik SP'li çocuklarda alt ekstremite kaslarının kas tonusu ve spastisite şiddeti ile yürüme parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. **Yöntem:** Çalışmaya 6-18 yaş arasında, unilateral veya bilateral spastik SP tanısı almış, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS) I,II ve III seviyesindeki toplam 30 çocuk dâhil edilmiştir. Kas tonusu Modifiye Ashworth Skalası (MAS), spastisite şiddeti Modifiye Tardieu Skalası (MTS) ile değerlendirilmiştir. Yürüme parametreleri ise Edinburgh Görsel Yürüme Analizi (EGYA) ile analiz edilmiştir. **Bulgular:** Alt ekstremite kaslarının tonus düzeyleri ve spastisite şiddetleri ile EGYA toplam puanları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir. Özellikle diz ekstansör ve kalça addüktör kaslarının spastisite komponentlerinde çok güçlü anlamlı korelasyonlar tespit edilmiştir. Tonus artışı incelendiğinde sol diz ekstansör kasları ile EGYA total puanı ( $r=0,849$ ;  $p<0,01$ ) ve EGYA sol total puanı arasında ( $r=0,848$ ;  $p<0,01$ ) çok güçlü pozitif korelasyonlar olduğu görülmüştür. Spastisite şiddeti artışı ile yürüme parametreleri arasında da benzer şekilde anlamlı pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Spastisite şiddeti incelendiğinde sol diz ekstansör kasları ile EGYA sol total ( $r=0,790$ ;  $p<0,01$ ), EGYA total ( $r=0,789$ ;  $p<0,01$ ) ve EGYA sagittal total skorları ( $r=0,775$ ;  $p<0,01$ ) arasında çok güçlü pozitif korelasyon gözlenmiştir. Bulgular, spastik SP'li çocuklarda özellikle diz ekstansör ve kalça addüktör kaslarında tonus ve spastisite şiddeti artışının yürüme kalitesini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. **Sonuç:** Yürüme kalitesini arttırmaya yönelik spastisite inhibisyonunu hedefleyen tedavi yaklaşımlarının spesifik kaslara odaklanması gerektiğini ve bu faktörlerin klinik müdahalelerde dikkate alınması gerektiği görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Serebral palsy, kas spastisitesi, yürüme analizi, rehabilitasyon

## INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MUSCLE TONE AND SPASTICITY SEVERITY AND WALKING PARAMETERS IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

### ABSTRACT

**Aim:** Spastic cerebral palsy (CP) is one of the most common motor disorders observed in childhood, and increased muscle tone and spasticity severity may adversely affect gait parameters. This study aimed to investigate the relationship between lower extremity muscle tone and spasticity severity with gait parameters in children with unilateral and bilateral spastic CP. **Methods:** A total of 30 children aged between 6 and 18 years, diagnosed with unilateral or bilateral spastic CP and classified as levels I, II, or III according to the Gross Motor Function Classification System (GMFCS), were included in the study. Muscle tone was assessed using the Modified Ashworth Scale (MAS), and spasticity severity was evaluated with the Modified Tardieu Scale (MTS). Gait parameters were analyzed using the Edinburgh Visual Gait Score (EVGS). **Results:** Significant positive correlations were found between the tone levels and spasticity severity of lower extremity muscles and the total EVGS scores. Particularly strong correlations were observed in the spasticity components of the knee extensor and hip adductor muscles. Regarding increased tone, a very strong positive correlation was found between the left knee extensor muscles and both the total EVGS score ( $r=0.849$ ,  $p<0.01$ ) and the left-side EVGS score ( $r=0.848$ ,  $p<0.01$ ). Similarly, a significant positive correlation was observed between increased spasticity severity and gait parameters. When the severity of spasticity was examined, a very strong positive correlation was observed between the left knee extensor muscles and the EGYA left total ( $r=0.790$ ;  $p<0.01$ ), EGYA total ( $r=0.789$ ;  $p<0.01$ ), and EGYA sagittal total scores ( $r=0.775$ ;  $p<0.01$ ). The findings indicate that increased tone and spasticity severity, particularly in the knee extensor and hip adductor muscles, negatively affect gait quality in children with spastic CP. **Conclusion:** Therapeutic approaches targeting spasticity inhibition should focus on specific muscle groups to improve gait quality, and these factors should be taken into account in clinical interventions.

**Keywords:** Cerebral palsy, muscle spasticity, gait analysis, rehabilitation

### İletişim/Correspondence

Hakan AYDIN

Lokman Hekim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

E-posta: fzt.hakanaydin@gmail.com

Geliş tarihi/Received: 11.04.2025

Kabul tarihi/Accepted: 25.04.2025

DOI: 10.52881/gsbdergi.1673934

## GİRİŞ

Serebral palsi (SP), çocukluk döneminde ortaya çıkan en yaygın motor disfonksiyonlardan biri olup, gelişmekte olan beyinde prenatal, perinatal veya postnatal dönemde meydana gelen hasarlara bağlı olarak kalıcı motor ve postür bozuklukları ile karakterizedir (1). SP olgularının yaklaşık %75'ini oluşturan spastik tip, artmış kas tonusu, hareketlerde rijidite, yürüme ve denge bozukluğu gibi bulgularla kendini göstermektedir (2). Spastik SP (SP), etkilenen ekstremité sayısına göre unilateral veya bilateral olarak sınıflandırılmakta; bu iki form, klinik ve fonksiyonel açıdan farklı yürüyüş paternlerine neden olmaktadır (3). Spastik SP'li çocuklarda yürüyüş parametrelerindeki bozulmaların temelinde nöromotor kontrol bozukluklarının yanı sıra artmış kas tonusu ve spastisitenin de önemli rol oynadığı bilinmektedir.

Unilateral Spastik SP'de, tek taraflı etkilenim ifade edilirken, güncel literatürde çok etkilenen taraf ve az etkilenen taraf olarak değerlendirilir. Bu durum yürümenin zaman mesafe karakteristiklerinden adım uzunluğu, destek fazı süresi ve denge parametreleri üzerinde asimetrik etkilere neden olabilmektedir. Buna karşılık bilateral Spastik SP'de, her iki alt ekstremitéde de spastisite ve hareket kısıtlılıkları yaygındır. Bilateral artmış kas tonusu ve spastisite şiddeti yürüme hızı, adım uzunluğu ve denge parametreleri gibi çeşitli yürüme parametrelerinde bozulmalara yol açabilir (4). "Crouch gait - Bükük diz yürüyüşü" ya da "Equinus gait - Ekin yürüyüşü" gibi yürüme paterni bozuklukları, bilateral Spastik SP'de daha sık görülmektedir (5).

Ancak literatürde kas tonusu ve spastisite şiddeti ile yürüyüş parametreleri arasındaki ilişki her zaman doğrusal değildir. Bazı

çalışmalarda spastisitenin yürüme parametreleri üzerindeki etkisi sınırlı bulunurken, kas kuvveti ve selektif motor kontrol gibi faktörlerin yürüme paternlerini daha fazla etkilediği bildirilmiştir (3). Ancak spastisiteyi azaltmaya yönelik müdahalelerin yürüyüş kalitesini artırabildiğine dair güçlü kanıtlar mevcuttur (6,7). Spastik SP'li çocuklarda kullanılan fizyoterapi yaklaşımlarının etkinliği, uygulanan tekniklerin postüral kontrol ve alt ekstremité fonksiyonlarına olan etkileri ile değerlendirilmektedir (8).

Yürüme bozukluklarının değerlendirilmesinde Edinburgh Görsel Yürüme Analizi (EGYA), klinik değerlendirmelere sistematik katkı sunmaktadır.

Spastisitenin değerlendirilmesinde ise Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ve Modifiye Tardieu Skalası (MTS) yaygın olarak kullanılmaktadır. MAS hızlı pasif harekete karşı kas direncini ölçerken aslında kas tonusunu değerlendirmektedir. MTS ise spastisite seviyesini ayırt etmeye yönelik daha detaylı bir değerlendirme sağlayarak spastisite şiddetini ölçmek için kullanılmaktadır (9,10). Bu nedenle spastisite ile ilgili değerlendirme yaparken MAS ve MTS'yi birlikte kullanmak spastisitenin farklı komponentlerini değerlendirmeye olanak tanıyarak klinik durumu ortaya koyma ve tedavide daha doğru planlama yapmayı sağlayacaktır.

Literatürde SP'li çocuklarda spastisite ile yürüyüş parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma vardır. Ancak kas tonusu artışı ve spastisite şiddeti gibi farklı spastisite komponentlerini EGYA ile değerlendirilebilen yürüme parametrelerine etkilerini aynı anda değerlendiren çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamız, spastik SP'li çocuklarda yürüme parametrelerini etkileyen alt ekstremité

kaslarındaki spastisite komponentlerini belirlemek için klinik ortamında uygulanabilecek değerlendirme yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca pratikte hedefe yönelik klinik yaklaşımlara yön verebilmek amacıyla, unilateral ve bilateral spastik SP'li çocuklarda alt ekstremitte kas tonusu ve spastisite şiddeti ile yürüme parametreleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu amaçla istatistiksel olarak değerlendirmeler yapılmış ve literatür bulguları ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

## YÖNTEM

**Olgular:** Çalışmamıza 6-18 yaş aralığında, unilateral veya bilateral Spastik SP tanısı almış, toplam 30 çocuk dâhil edilmiştir. Çalışmamızın örneklem büyüklüğünü belirlemek için güç analizi yapılmıştır. Pearson's korelasyon analizi için yapılan güç analizi şu parametrelerle hesaplanmıştır: Beklenen Etki Büyüklüğü ( $r$ ) 0.5 (yüksek düzey); Alfa ( $\alpha$ ): 0.05; İstenen İstatistiksel Güç (power): %80, Test Türü: İki yönlü korelasyon analizi. Yapılan güç analizi sonucunda, gerekli örneklem büyüklüğünün 29 kişi olması gerektiği görülmüştür (3).

**Verilerin toplanması:** Çalışmaya katılan tüm olgular, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS) ile motor seviyelerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmaya KMFSS I, II ve III seviyesindeki çocuklar dahil edilmiştir. KMFSS özellikle SP'li çocukların kaba motor fonksiyonlarını sınıflandırmak için geliştirilmiş, beş düzeyli bir sistemdir. Çocukların oturma, yürüme, merdiven çıkma gibi kaba motor becerilerindeki bağımsızlık düzeyi temel alınarak değerlendirme yapılır. Düzey I: Yürüyebilir, merdiven inip çıkabilir, koşabilir ve zıplayabilir. Ancak hız, denge ve koordinasyon sınırlı olabilir. Düzey II:

Yardımcı cihaz kullanmadan yürüyebilir ama zorluk yaşar. Dış mekanlarda uzun mesafelerde zorlanabilir. Düzey III: Destekli yürüme cihazları (walker, tripod, vb.) ile yürüyebilir. Genelde uzun mesafelerde tekerlekli sandalye ile taşınır. Düzey IV: Kendi başına yürümesi sınırlıdır, genelde motorlu veya manuel tekerlekli sandalye kullanır. Mobilite için başka birinin yardımına ihtiyacı vardır. Düzey V: Postür ve hareket kontrolü ciddi şekilde sınırlıdır. Başının ve gövdesinin desteklenmesi gerekir, bağımsız hareket edemez (8). Tüm aktiviteler için başka birinin yardımına ihtiyacı vardır. KMFSS'nin Türkçe versiyonunun geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2024 yılında yapılmıştır (11).

Katılımcıların belirlenen kaslarına ait kas tonusu ve spastisite şiddetleri, sırasıyla MAS ve MTS kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm katılımcıların, kalça fleksör, kalça addüktör, diz fleksör, diz ekstansör ve ayak bileği plantar fleksör kas grupları bilateral olarak değerlendirilmiş ve veriler kaydedilmiştir. Yürümeye ilişkin parametreleri ise, EGYA ile değerlendirilmiştir. MAS ve MTS'nin SP'li bireylerde kullanılmasına yönelik Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2010 yılında yapılmıştır. (12)

**Kas tonusu:** Olguların alt ekstremitelerinde belirlenen kaslarına ilişkin tonus artışı, kasların pasif harekete karşı gösterdiği direnç düzeyini belirlemede kullanılan MAS ile elde değerlendirilmiştir. MAS spastisiteyi (artmış kas tonusu) değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan klinik bir ölçüm aracıdır. Özellikle SP'li bireylerde, inme sonrası, omurilik yaralanmalarında ve diğer üst motor nöron lezyonlarında kas tonusunu değerlendirmede kullanılır (12). Değerlendirmede hastanın kas grubu pasif

hareketle hızlıca gerilir. Bu germe sırasında kasın gösterdiği direnç derecelendirilir. Skala 0'dan 4'e kadar toplam 5 farklı puanlama yapmayı sağlar. MAS 'a göre puanlama şu şekildedir; 0: kas tonusunda artış yok, 1: Normal eklem hareketinin (NEH) son açılarında hafif tonus artışı, 1+: NEH'in yarısından azında tonus artışı, 2: NEH boyunca tonus artışı, 3: NEH boyunca pasif harekette zorluk oluşturan tonus artışı, 4: Eklemde rijidite mevcut, pasif harekete izin vermeyen tonus artışı (12).

**Spastisite şiddeti:** Olguların alt ekstremitelerinde belirlenen kasların spastisite şiddeti, kasın farklı hızlardaki pasif germeye verdiği yanıtların değerlendirilmesinde kullanılan ve spastisitenin şiddetini ortaya koyabilen MTS ile değerlendirilmiştir (9). MTS, spastisitenin değerlendirilmesinde kullanılan ve kas tonusunun nörolojik bileşenlerini daha ayrıntılı analiz edebilen bir ölçektir. SP'li çocuklar başta olmak üzere üst motor nöron lezyonu olan bireylerde sıklıkla kullanılır. Değerlendirmede kasların farklı hızlarda uygulanan pasif germeye verdiği yanıtlar önemlidir. R1 ve R2 olarak 2 açı bulunur ve ölçülür. R1 değerlendirilen kasın hızlı pasif germeye verdiği ilk refleks yanıtın (istemsiz direnç/ kasılma) oluştuğu açıyı ifade eder. R2 ise kasın yavaş pasif gerilmesi ile gidilebilen son hareket açıklığını ifade eder. R2-R1 farkı spastisite şiddetini belirtir (fark arttıkça spastisite şiddeti artar). (12)

**Yürüyüşün değerlendirilmesi:** Olguların gözlemsel yürüme analizleri, EGYA ile yapılmıştır. EGYA, özellikle SP'li çocuklar gibi yürüyüş bozukluğu olan bireylerde yürüme parametrelerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş gözleme dayalı bir klinik ölçüm aracıdır. Bu analiz, daha karmaşık ve pahalı olan 3 boyutlu yürüme analiz sistemlerinin yerine basit,

uygulanabilir ve klinik ortama uygun bir alternatif sunar. Toplam 17 alt başlık içerir. Her başlık sağ ve sol alt ekstremiteler için ayrı değerlendirilir. Her bir alt başlık 0 (normal) ile 2 (ciddi bozukluk) arasında puanlanır. Sağ için 0-34 ve sol için 0-34 olmak üzere toplamda 0-68 puan arasında puanlama yapılabilir. Toplam skor arttıkça yürüyüş bozukluğu şiddeti artar. Değerlendirme sagittal ve frontalden çekilen video kayıtları üzerinden yapılır. Yürüyüş döngüsünde kalça, diz, ayak bileği, pelvis ve gövde hareketleri sagittal ve frontal düzlemde değerlendirilir. EGYA diğer yürüme analizi yöntemlerine göre uygulaması kolay, düşük maliyetli, karmaşık ekipman gerektirmeyen, rehabilitasyon sürecinin izlenmesine yardımcı olan ve klinik karar vermede yol gösterici olan bir yöntemdir. EGYA değerlendirme kalitesini artırmak ve gözlemciler arası tutarlılığı sağlamak adına belirli standartlar bulunmaktadır. Kameralar HD çözünürlükte olmalı (720p ve üzeri) ve yerden yaklaşık 85cm yüksekliğe sagittal ve frontal çekim sağlayacak şekilde tripodla sabitlenmelidir. Kamera, yürüme yoluna 3 metre mesafede konumlandırılmalı ve bireyin yürüme sırasında tüm vücut hareketleri kadraja alınmalıdır. Değerlendirme yapılırken birey çıplak ayak ve eklem hareketlerini rahatça görebilecek şekilde giyinmiş olmalıdır. Işıklandırma yeterli ve homojen olmalı, arka plan sade, parlamayı engelleyecek şekilde olmalıdır. Yürüyüş alanı ise en az 5 metre uzunluğunda işaretlenmiş düz bir hat olmalı, birey bu hatta en az 3 tur yürümelidir (4). EGYA'nın SP'li çocuklarda geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. (13).

Çalışmamızda standartlara uygun şekilde düzenlenen alanda aynı anda hem sagittal hem frontalden kayıt alacak şekilde 2 adet HD kamera (720p) kullanılmıştır.

Katılımcıların rahat hissedecekleri bir ortam oluşturulmuş ve değerlendirmeye uygun giyinmeleri sağlanarak çıplak ayak ile yürüme videoları çekilmiştir. Bireyin kullandığı herhangi bir ortez varsa video çekimi öncesi çıkarılmıştır. Bağımsız yürümek için walker veya tripodaya ihtiyaç duyan katılımcıların (özellikle KMFSS III seviyesindekiler) bu yürüme yardımcılarını kullanarak yürümeleri sağlanmıştır. EGYA puanlarını kaydetmek için her parametrenin ayrı not edilebildiği bir form oluşturulmuştur. Çekilen videoları ayrıntılı değerlendirmek için kare kare ağır çekim ve açı ölçüm imkanı sunan 'Tracker' isimli ücretsiz video analiz programı kendi internet sitesinden edinilerek kullanılmıştır. Her birey için hem sağ hem sol alt ekstremiteye ilişkin yürüme parametreleri EGYA ile değerlendirilmiş, sağ total ve sol total EGYA puanları kaydedilmiştir. Ayrıca sagittal ve frontal düzlemlerde değerlendirilen parametrelerin total EGYA puanları da sagittal total ve frontal total EGYA puanları şeklinde kaydedilmiştir. Son olarak total EGYA skorları da hesaplanarak kaydedilmiştir.

Tüm değerlendirmeler pediatrik rehabilitasyon alanında tecrübeli bir fizyoterapist tarafından, bir rehabilitasyon merkezinde usulüne uygun şekilde yapılmıştır.

**İstatistiksel analiz:** Toplanan veriler doğrultusunda yapılan istatistiksel analizde anlamlılık sınırı  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Kas tonusu ve spastisite şiddeti ile yürüme parametreleri arasındaki ilişkiler Pearson's korelasyon analizi (r) ile analiz edilmiştir (verilerin dağılımı parametrik olduğundan). Anlamlı farklılık tespit edilen ( $p < 0.05$ ) verilerin korelasyon katsayıları

(r değeri) ve ilişki düzeyleri belirtilen şekilde yorumlanmıştır: 0,00-0,30: zayıf ilişki; 0,30-0,50: orta ilişki; 0,50-0,70: güçlü ilişki; 0,70-1: çok güçlü ilişki (14).

## BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen olguların tanımlayıcı verileri, Tablo 1'de paylaşılmıştır. Çalışmaya toplamda 30 çocuk katılmış olup, katılımcıların %46.7'si kız (n = 14) ve %53.3'ü erkek (n = 16) bireylerden oluşmaktadır. Tüm olguların yaşları ortalama  $11.17 \pm 3.49$  yıldır. Olguların KMFSS seviyelerine göre dağılımı incelendiğinde, I. Seviyede 12 (%40); II. Seviyede 9 (%30) ve III. Seviyede 9 (%30) çocuk bulunduğu belirlenmiştir. KMFSS- I grubunun yaş ortalaması  $12.80 \pm 3.77$  yıl, KMFSS- II grubunun yaş ortalaması  $9.60 \pm 2.32$  yıl ve KMFSS- III grubunun yaş ortalaması ise  $11.10 \pm 3.75$  yıl olarak belirlenmiştir. Olgularda unilateral Spastik SP'li birey sayısı 12 (%40) iken (6 sağ unilateral spastik SP'li, 6 sol unilateral spastik SP'li); bilateral spastik SP'li birey sayısı ise 18'dir (%60).

**Tablo 1.** Tanımlayıcı veriler

Özellik	Sayı (n)	Ortalama $\pm$ SS veya Oran
Katılımcı Sayısı	30	%100
Yaş (yıl)	30	$11.17 \pm 3.49$
Cinsiyet (K/ E)	14 / 16	%46.7 / %53.3
KMFSS Seviye I	12	%40
KMFSS Seviye II	9	%30
KMFSS Seviye III	9	%30
Unilateral spastik SP'li (sağ)	6	%20
Unilateral spastik SP'li (sol)	6	%20
Bilateral spastik SP'li	18	%60

Çalışmamızın bulguları MAS ve MTS ile değerlendirilen kas gruplarının tonusu ve spastisite şiddeti verileri ile EGYA ile

değerlendirilen yürüme parametreleri arasında farklı düzeylerde anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir.

Olgularımızdan elde edilen MAS değerleri ile EGYA verileri arasında yapılan istatistiksel korelasyon analizi sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Kas tonusu (MAS) ve EGYA parametreleri ilişkisi

EGYA		SAĞ					SOL				
		Kalça Fleksör Kasları	Kalça Addüktör Kasları	Diz Fleksör Kasları	Plantar Fleksör Kasları	Diz Ekstansör Kasları	Kalça Fleksör Kasları	Kalça Addüktör Kasları	Diz Fleksör Kasları	Plantar Fleksör Kasları	Diz Ekstansör Kasları
Sağ Total	r	0.356	0.617**	0.368*	0.418*	0.486**	0.367*	0.610**	0.245	0.271	0.740**
	p	0.053	0.000	0.045	0.022	0.006	0.046	0.000	0.193	0.148	0.000
Sol Total	r	0.304	0.657**	0.246	0.137	0.588**	0.565**	0.782**	0.640**	0.500**	0.848**
	p	0.102	0.000	0.189	0.471	0.001	0.001	0.000	0.000	0.005	0.000
EGYA Total	r	0.353	0.681**	0.328	0.296	0.574**	0.498**	0.744**	0.474**	0.413*	0.849**
	p	0.056	0.000	0.077	0.112	0.001	0.005	0.000	0.008	0.023	0.000
Sagittal Total	r	0.359	0.675**	0.345	0.372*	0.567**	0.492**	0.718**	0.435*	0.454*	0.824**
	p	0.051	0.000	0.062	0.043	0.001	0.006	0.000	0.016	0.012	0.000
Frontal Total	r	0.258	0.534**	0.234	0.056	0.455*	0.402*	0.640**	0.473**	0.229	0.713**
	p	0.169	0.002	0.214	0.768	0.012	0.028	0.000	0.008	0.223	0.000

EGYA: Edinburgh Görsel Yürüme Analizi; \*: p < 0.05; \*\*: p < 0.001; r: Pearson Correlation Test

Çalışmamızda istatistiksel analizler ile ortaya konan MAS ve EGYA arasındaki anlamlı korelasyonların daha net anlaşılabilmesi için etki büyüklüğüne göre

(r değeri) oluşturulmuş ısı haritası Şekil 1’de sunulmuştur.

**Şekil 1.** MAS- EGYA alt parametreleri korelasyon ısı haritası

EGYA	SAĞ KALÇA FL	SAĞ KALÇA ADD	SAĞ DİZ FL	SAĞ PLANTA R FL	SAĞ DİZ EKS	SOL KALÇA FL	SOL KALÇA ADD	SOL DİZ FL	SOL PLANTA R FL	SOL DİZ EKS
SAĞ TOTAL		0.617	0.368	0.418	0.486	0.367	0.610			0.740
SOL TOTAL		0.657			0.588	0.565	0.782	0.640	0.500	0.848
EGYA TOTAL		0.681			0.574	0.498	0.744	0.474	0.413	0.849
SAGİTTAL TOTAL		0.675		0.372	0.567	0.492	0.718	0.435	0.454	0.824
FRONTAL TOTAL		0.534			0.455	0.402	0.640	0.473		0.713

FL: fleksör; ADD: addüktör; EKS: ekstansör

KORELASYON DÜZEYİ (r) ZAYIF (0-0.3) ORTA (0.3-0.5) GÜÇLÜ (0.5-0.7) ÇOK GÜÇLÜ (0.7-1)

Tablo 2 ve Şekil 1'e göre özellikle diz ekstansör ve kalça addüktör kaslarının tonus düzeyleri ile EGYA skorları arasında anlamlı pozitif çok güçlü veya güçlü korelasyonlar tespit edilmiştir. Tonus artışları incelendiğinde en yüksek korelasyon, sol diz ekstansör kasları ile EGYA total ( $r = 0.849$ ;  $p < 0.001$ ) ve EGYA sol total ( $r = 0.848$ ;  $p < 0.001$ ) arasında gözlenmiştir. Total EGYA skorlarını arttırarak yürüme parametrelerini en çok bozan kas tonusu artışları sırasıyla; sol diz ekstansör, sol kalça addüktör, sağ kalça addüktör, sağ diz ekstansör, sol kalça fleksör, sol diz fleksör ve sol plantar fleksör kaslarındaki tonus artışıdır.

Sağ total EGYA skorlarını arttırarak sağ alt ekstremitedeki yürüme parametrelerini en çok bozan kas tonusu artışları sırasıyla; sol diz ekstansör, sağ kalça addüktör, sol kalça addüktör, sağ diz ekstansör, sağ plantar fleksör, sağ diz fleksör ve sol kalça fleksör kaslarındaki tonus artışıdır. Sol total EGYA skorlarını arttırarak sol alt ekstremitedeki yürüme parametrelerini en çok bozan kas tonusu artışları ise sırasıyla; sol diz

ekstansör, sol kalça addüktör, sağ kalça addüktör, sol diz fleksör, sağ diz ekstansör, sol kalça fleksör ve sol plantar fleksör kaslarındaki tonus artışıdır.

Sagittal total EGYA skorlarını arttırarak sagittal yürüme parametrelerini en çok bozan kas tonusu artışları sırasıyla; sol diz ekstansör, sol kalça addüktör, sağ kalça addüktör, sağ diz ekstansör, sol kalça fleksör, sol plantar fleksör, sol diz fleksör ve sağ plantar fleksör kaslarındaki tonus artışıdır. Frontal total EGYA skorlarını arttırarak frontal yürüme parametrelerini en çok bozan kas tonusu artışları ise sırasıyla; sol diz ekstansör, sol kalça addüktör, sağ kalça addüktör, sol diz fleksör, sağ diz ekstansör ve sol kalça fleksör kaslarındaki tonus artışıdır. Bu bulgular artmış kas tonusunun yürüyüş parametrelerinde belirgin bozulmalara yol açtığını ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, olgularımızdan elde edilen MTS değerleri ile EGYA verileri arasında yapılan istatistiksel korelasyon analizi sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3:** Spastisite şiddeti (MTS- IR2-R11) ve EGYA parametreleri ilişkisi

EGYA		SAĞ					SOL				
		Kalça Fleksör Kasları	Kalça Addüktör Kasları	Diz Fleksör Kasları	Plantar Fleksör Kasları	Diz Ekstansör Kasları	Kalça Fleksör Kasları	Kalça Addüktör Kasları	Diz Fleksör Kasları	Plantar Fleksör Kasları	Diz Ekstansör Kasları
Sağ Total	r	0.383*	0.532**	0.444*	0.476**	0.590**	0.339	0.445*	0.195	0.113	0.685**
	p	0.037	0.002	0.014	0.008	0.001	0.067	0.014	0.301	0.551	0.000
Sol Total	r	0.249	0.612**	0.171	0.410*	0.634**	0.546**	0.649**	0.607**	0.408*	0.790**
	p	0.185	0.000	0.368	0.024	0.000	0.002	0.000	0.000	0.025	0.000
EGYA Total	r	0.338	0.612**	0.328	0.474**	0.654**	0.474**	0.586**	0.430*	0.280	0.789**
	p	0.068	0.000	0.076	0.008	0.000	0.008	0.001	0.018	0.135	0.000
Sagittal Total	r	0.328	0.598**	0.362*	0.514**	0.661**	0.492**	0.563**	0.402*	0.281	0.775**
	p	0.077	0.000	0.049	0.004	0.000	0.006	0.001	0.028	0.132	0.000
Frontal Total	r	0.276	0.511**	0.190	0.278	0.484**	0.321	0.510**	0.406*	0.207	0.642**
	p	0.140	0.004	0.316	0.137	0.007	0.084	0.004	0.026	0.272	0.000

EGYA: Edinburgh Görsel Yürüme Analizi; \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.001$ ; r: Pearson Correlation Test

Çalışmamızda istatistiksel analiz yöntemleriyle ortaya konan MTS ve EGYA arasındaki anlamlı korelasyonların daha net

anlaşılabilmesi için etki büyüklüğüne göre oluşturulmuş ısı haritası Şekil 2’de sunulmuştur.

Şekil 2. MTS- EGYA alt parametre korelasyon ısı haritası

EGYA	SAĞ KALÇA FL	SAĞ KALÇA ADD	SAĞ DİZ FL	SAĞ PLANTAR FL	SAĞ DİZ EKS	SOL KALÇA FL	SOL KALÇA ADD	SOL DİZ FL	SOL PLANTAR FL	SOL DİZ EKS
SAĞ TOTAL	0.383	0.532	0.444	0.476	0.590		0.445			0.685
SOL TOTAL		0.612		0.410	0.634	0.546	0.649	0.607	0.408	0.790
EGYA TOTAL		0.612		0.474	0.654	0.474	0.586	0.430		0.789
SAGİTTAL TOTAL		0.598	0.362	0.514	0.661	0.492	0.563	0.402		0.775
FRONTAL TOTAL		0.511			0.484		0.510	0.406		0.642

FL: fleksör; ADD: addüktör; EKS: ekstansör

KORELASYON DÜZEYİ (r)	ZAYIF (0-0.3)	ORTA (0.3-0.5)	GÜÇLÜ (0.5-0.7)	ÇOK GÜÇLÜ (0.7-1)
-----------------------	---------------	----------------	-----------------	-------------------

Tablo 3 ve Şekil 2’ye göre özellikle diz ekstansör ve kalça addüktör kaslarındaki spastisite şiddeti ile EGYA skorları arasında anlamlı pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir. Spastisite şiddeti incelendiğinde sol diz ekstansör kasları ile EGYA sol total ( $r = 0.790$ ;  $p < 0.001$ ), EGYA total ( $r = 0.789$ ;  $p < 0.001$ ) ve EGYA sagittal total skorları ( $r = 0.775$ ;  $p < 0.001$ ) arasında çok güçlü pozitif korelasyon gözlenmiştir. Total EGYA skorlarını arttırarak yürüme parametrelerini en çok bozan kas tonusu artışları sırasıyla; sol diz ekstansör, sağ diz ekstansör, sağ kalça addüktör, sol kalça addüktör, sağ plantar fleksör, sol kalça fleksör ve sol diz fleksör kaslarındaki spastisite artışıdır.

Sağ total EGYA skorlarını arttırarak sağ alt ekstremitedeki yürüme parametrelerini en çok bozan spastisite şiddeti artışları sırasıyla; sol diz ekstansör, sağ diz ekstansör, sağ kalça addüktör, sağ plantar fleksör, sol kalça addüktör, sağ diz fleksör

ve sağ kalça fleksör kaslarındaki spastisite şiddeti artışıdır. Sol total EGYA skorlarını arttırarak sol alt ekstremitedeki yürüme parametrelerini en çok bozan spastisite şiddeti artışları sırasıyla; sol diz ekstansörleri, sol kalça addüktör, sağ diz ekstansör, sağ kalça addüktör, sol diz fleksör, sağ plantar fleksör ve sol plantar fleksör kaslarındaki spastisite şiddeti artışıdır.

Sagittal total EGYA skorlarını arttırarak sagittal yürüme parametrelerini en çok bozan spastisite şiddeti artışları sırasıyla sol diz ekstansör, sağ diz ekstansör, sağ kalça addüktör, sol kalça addüktör, sağ plantar fleksör, sol kalça fleksör, sol diz fleksör ve sağ diz fleksör kaslarındaki spastisite şiddeti artışıdır. Frontal total EGYA skorlarını arttırarak frontal yürüme parametrelerini en çok bozan spastisite şiddeti artışları sırasıyla; sol diz ekstansör, sağ kalça addüktör, sol kalça addüktör, sağ diz ekstansör ve sol diz fleksör kaslarındaki spastisite şiddeti artışıdır. Bu bulgular,

spastisite şiddeti artışının yürüme parametrelerinde belirgin bozulmalara sebep olabileceğini göstermektedir.

### TARTIŞMA

SP, çocukluk çağında motor fonksiyonlarda zayıflığa yol açan, genellikle kalıcı ve düzelmeyen bir hastalık olup, kas tonusu ve spastisite düzeyindeki artışlar, hastaların günlük yaşamlarını etkileyen önemli faktörlerdir. Çalışmamızın bulguları, spastik SP'li çocuklarda, spastisite bulunan kaslardaki tonus artışı ve spastisite şiddeti artışının yürüme parametrelerini olumsuz etkilediğini, özellikle alt ekstremitelerde diz ekstansör ve kalça addüktör kaslarındaki spastisite komponentlerinin artışının yürüme kalitesini en olumsuz etkileyen faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmamız alt ekstremitedeki kaslarda tonus ve spastisite şiddeti artışının ipsilateral yürüme parametrelerini daha çok etkilemekle birlikte kontralateral yürüme parametrelerini de önemli derecede etkileyebildiğini göstererek tedavi planlamasına yön verecek önemli bulguları ortaya koymuştur. Bu durumu MAS ve MTS verileri ile EGYA parametrelerinin ilişkilerini sunduğumuz tablolar ve ısı haritaları üzerinden değerlendirmek mümkündür.

2022 yılında yapılan bir çalışmada, unilateral ve bilateral spastik SP hastalarında kas tonusu ile yürüme parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve kas tonusundaki artışın yürüme parametreleri üzerinde anlamlı olumsuz etkilere yol açtığını belirtmiştir (3). Bu bulgu, çalışmamızın bulguları ile paralellik göstermektedir; özellikle sol diz ekstansör kasları ile EGYA toplam ve sol total skorları arasındaki güçlü pozitif korelasyon, kas tonusunun yürüme kalitesini nasıl etkileyebileceğine dair önemli bir bulgudur.

Ayrıca, MTS ile elde edilen spastisite şiddeti verilerinin de benzer şekilde EGYA parametreleri ile ilişkilendirilmesi, spastisitenin yürüme üzerinde bozulmaya yol açan bir diğer önemli faktör olduğunu göstermektedir. 2021 tarihli iki çalışma, spastisiteyi hedef alan tedavi yaklaşımlarının yürüme parametrelerini iyileştirdiğini raporlayarak çalışmamızın bulgularıyla uyumlu sonuçlar elde etmişlerdir (6, 15).

Bu çalışmanın bir diğer önemli bulgusu, tonus artışı ve spastisite şiddeti artışlarının hem ipsilateral hem de kontralateral yürüme parametrelerini etkileyebilmesidir. Bu durum, hem unilateral hem de bilateral spastik SP hastalarında tedavi planlamasının sadece etkilenen ekstremiteler ile sınırlı kalmaması gerektiğini, diğer ekstremiteleri de göz önünde bulunduracak şekilde bir yaklaşım gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, alt ekstremitedeki kas tonusu ve spastisite şiddetinin EGYA gibi klinik değerlendirme araçları ile izlenmesi, tedavi sürecinde daha hassas müdahaleler yapılmasına olanak tanıyabilir.

Yapılan literatür taramaları, spastisite şiddetinin yürüme parametreleri üzerindeki etkisini anlamada farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, Bjornson ve arkadaşları (2007), spastisiteyi hedef alan tedavi yaklaşımlarının yürümeyi iyileştirdiğini göstermiştir (7). Ancak, bazı çalışmalarda kas kuvveti ve selektif motor kontrol gibi faktörlerin yürüme üzerinde daha fazla etkisi olduğu bildirilmiştir (3). Bu durum, kas tonusu ve spastisite şiddeti arasındaki ilişkinin her zaman doğrusal olmadığını, diğer motor faktörlerin de bu parametreleri etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, çalışmamızın bulguları, Spastik SP'li çocuklarda özellikle diz ekstansör ve kalça addüktör kaslarının tonus artışı ve spastisite şiddeti artışının

yürüme kalitesini önemli derecede etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, gelecekteki tedavi yaklaşımlarının daha hedeflenmiş ve spesifik kas gruplarına odaklanarak, yürüme parametrelerini iyileştirebileceği yönünde önemli ipuçları sunmaktadır. Ayrıca çalışmamız SP'de görülen yürüme bozukluklarında hangi kasların hangi yürüme parametrelerinde daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Tedavi süreçlerinde kas tonusu ve spastisite şiddeti dikkate alınarak, çocuğa özgü müdahaleler yapılması gerektiği vurgulanmalıdır.

### Sınırlılıklar

Bu çalışmanın sınırlılıkları vardır. İlk olarak SP'li çocuklarda spastisiteyi etkileyen birçok faktörün yer almasıdır. Olabildiğince sakın ve nötral şartlar sağlandıktan sonra değerlendirme yapılmış olsa da çocukların spastisite komponentlerini etkileyen tüm faktörleri elimine etmek çok zordur.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Spastik SP'li çocuklarda kas tonusu ve spastisite şiddetinin yürüme parametreleri üzerinde belirgin etkileri bulunmaktadır. Özellikle diz ekstansör ve kalça addüktör kasları gibi alt ekstremitte kas gruplarında tonus ve spastisite şiddeti artışı, yürüyüş parametrelerinde ciddi bozulmalara yol açmaktadır. Bu nedenle, spastisiteyi azaltmayı hedefleyen tedavi yaklaşımlarının özellikle diz ve kalça kaslarına yönelik olması yürüme parametrelerini düzeltebilmek açısından önemlidir. Ayrıca MAS ve MTS'nin birlikte değerlendirilmesi, spastisite yönetiminde daha hassas ve klinik açıdan yürüme parametrelerinden hangilerine yönelik etki oluşturulmak istendiği belirlenerek anlamlı

yaklaşımlar geliştirilmesine katkı sunmaktadır. SP'li çocuklarda fonksiyonel terapötik çıktılar elde edebilmek için rehabilitasyon programları en erken dönemde spastisite gelişen kaslara yönelik doğru yaklaşımları da içeren bütüncül yaklaşımlar doğrultusunda oluşturulmalıdır (16).

### Maddi Destek

Yazarlar finansal destek olmadığını teyit etmektedirler.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını teyit ederler.

### Araştırmanın Etik Boyutu

Bu çalışmanın verileri sorumlu araştırmacının doktora tezi için planladığı randomize kontrollü çalışmanın ön test verilerinden elde edilmiştir. Çalışma tasarımı, 'Lokman Hekim Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onaylanmıştır (Karar No: 2024/121 ve Kod No: 2024111). Araştırma örneklemini oluşturan bireylerin ebeveynlerinden çalışmaya katılımlarına dair yazılı onamları alınmıştır. Bu çalışma Helsinki Bildirgesine uygun olarak yürütülmüştür.

### Araştırma Katkı Oranı Beyanı

Çalışmanın tasarımı: NB; İlgili literatürün taranması: HA; Makale taslağının oluşturulması: HA; Veri toplama: HA; Veri analizi: HA; İçerik için eleştirel gözden geçirme: NB; Yayınlanacak versiyonun son onayı: NB.

### KAYNAKLAR

1. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. Dev Med Child Neurol. 2005;47(8):571-576. doi:10.1017/s001216220500112x
2. Odding E, Roebroeck ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. Disabil

- Rehabil. 2006;28(4):183-191. doi:10.1080/09638280500158422
3. Tabard-Fougère A, Rutz D, Pouliot-Laforte A, De Coulon G, Newman CJ, Armand S. et al. Are Clinical Impairments Related to Kinematic Gait Variability in Children and Young Adults With Cerebral Palsy?. *Front Hum Neurosci.* 2022;16:816088. Published 2022 Mar 2. doi:10.3389/fnhum.2022.816088
  4. Domagalska M, Szopa A, Syczewska M, Pietraszek S, Kidoń Z, Onik G. The relationship between clinical measurements and gait analysis data in children with cerebral palsy. *Gait Posture.* 2013;38(4):1038-1043. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.05.031
  5. Scholtes VA, Dallmeijer AJ, Rameckers EA, et al. Lower limb strength training in children with cerebral palsy--a randomized controlled trial protocol for functional strength training based on progressive resistance exercise principles. *BMC Pediatr.* 2008;8:41. Published 2008 Oct 8. doi:10.1186/1471-2431-8-41
  6. de Roo EG, Koopman SB, Janssen TW, Aertssen WFM. The effects of extracorporeal shock wave therapy in children with cerebral palsy: a systematic review. *Int J Surg.* 2025;111(4):2773-2790. doi:10.1097/JS9.0000000000002251
  7. Abbaskhanian A, Rashedi V, Delpak A, Vameghi R, Gharib M. Rehabilitation Interventions for Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review . *J. Pediatr. Rev* 2015; 3 (1).
  8. Sahinoğlu D, Coskun G, Bek N. Effects of different seating equipment on postural control and upper extremity function in children with cerebral palsy. *Prosthet Orthot Int.* 2017;41(1):85-94. doi:10.1177/0309364616637490
  9. Mutlu A, Livanelioglu A, Gunel MK. Reliability of Ashworth and Modified Ashworth scales in children with spastic cerebral palsy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:44. Published 2008 Apr 10. doi:10.1186/1471-2474-9-44
  10. Şimşek, A., Yıldız, R., & Elbasan, B. Hemiplejik ve diplejik serebral palsili çocuklarda gövde kontrolü ile denge arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon,* 2017; 28(2): 68-72.
  11. Ataç T, Özal C, Kerem Günel M. Reliability and Validity of the Turkish Version of the Gross Motor Function Measurement (GMFM-88&66) in Children with Cerebral Palsy. *Children (Basel).* 2024;11(9):1076. Published 2024 Sep 2. doi:10.3390/children11091076
  12. Numanoğlu A. Spastik Serebral Palsili çocuklarda spastisiteyi değerlendirmede iki farklı klinik yöntemin gözlemci içi güvenilirliğinin incelenmesi. 2010. Master's Thesis. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
  13. Read HS, Hazlewood ME, Hillman SJ, Prescott RJ, Robb JE. Edinburgh visual gait score for use in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2003;23(3):296-301.
  14. Göksoy S, Emen E, Yenipinar Ş. Öğretmenlerin öz liderlik rolleri ile örgütsel vatandaşlık davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.* 2014; 11(1):103-116.
  15. Banky M, Clark RA, Mentiplay BF, Olver JH, Williams G. Clinical spasticity assessment using the Modified Tardieu Scale does not reflect joint angular velocity or range of motion during walking: Assessment tool implications. *J Rehabil Med.* 2021;53(1):jrm00137. doi:10.2340/16501977-2777
  16. Tüfek MT, Elbasan, B. Çocukluk çağında erken müdahalede hedef odaklı yaklaşımlar: geleneksel derleme. *Gazi Sağlık Bil.* 2022;7(1):101-111.