

## Araştırma Makalesi

# Okulöncesi Otizmlı Çocukların Postür ve Yürüyüş Özelliklerinin Akranları ile Karşılaştırılması

Comparison of Posture and Gait Characteristics of Preschool Children with Autism with Their Peers

Fisun YANARDAĞ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Dr., Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Eskişehir, Türkiye

## ÖZ

**Amaç:** Otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan okulöncesi çocukların postür ve yürüyüş bozukluklarını inceleyerek OSB'li olmayan akranlarıyla karşılaştırmaktır. **Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya 15 OSB'li ve 10 OSB'li olmayan, 4-7 yaş arasında çocuk dahil edilmiştir. OSB'li çocukların otizmden etkilenme düzeyi Gilliam Otizm Derecelendirme Ölçeği (GARS-2) ile belirlenmiştir. Katılımcıların uzamsal-zamansal yürüyüş özellikleri (yürüyüş hızı, kadens, adım ve çift adım uzunluğu, tek ve çift ayak destek yüzeyi, duruş ve sallanma fazı süresi ve ayak basma açıları) 8 metrelik elektronik yürüyüş parkurunda altı tekrar alınarak değerlendirilmiştir (GaitRite 739P). Ayrıca katılımcıların gözler açık, ayakta dengede ve ağırlık merkezi ölçümleri bilgisayarlı dinamik postürografi (Smart Balance Master, NeuroCom) ile gerçekleştirilmiştir. **Sonuçlar:** Araştırma ve kontrol grubu arasında yaş, vücut ağırlığı ve boy uzunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Yürüyüşün uzamsal-zamansal parametreleri bakımından araştırma ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). OSB'li çocuklar mediolateral yönde daha fazla salınım gösterse de bu fark anlamlı düzeyde değilken ( $p>0,05$ ), denge puanları akranlarına göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ( $p=0,026$ ). Otizmden etkilenme derecesi ile denge ve yürüyüş puanları arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). **Tartışma:** Otizmden etkilenen çocuklarda ortaya çıkabilecek yürüyüş ve denge gibi temel motor sorunların varlığını okulöncesi dönemde tespit etmek üzere bilgisayar temelli ölçümlerle objektif değerlendirmek erken müdahale için yararlı olup otizm semptomlarının daha yoğun olduğu çocuklarda muhtemel postür ve yürüyüş anormallikleri okul çağında takip edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Otizm; Yürüyüş; Postür; Motor Beceri; Değerlendirme.

## ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this study was to examine the posture and gait disorders of preschool children with autism spectrum disorder (ASD) and compare them with their peers without ASD. **Material and Methods:** The study included 15 children with ASD and 10 children without ASD, aged 4-7 years. The level of autism severity of children with ASD was determined with the Gilliam Autism Rating Scale (GARS-2). The participants' spatiotemporal gait characteristics (gait speed, cadence, stride, and double stride length, single- and double-foot support, stance and sway phase duration, and foot landing angles) were assessed using an 8-meter electronic walking track with six repetitions (GaitRite 739P). In addition, equilibrium, and center of gravity measurements of the participants with eyes open and standing were performed by the Computerized Dynamic Posturography (Smart Balance Master, NeuroCom). **Results:** No significant difference was found between the research and control groups in terms of age, body weight and height ( $p>0,05$ ). No significant difference was found between the experimental and control groups in terms of spatiotemporal parameters of gait ( $p>0,05$ ). Although children with ASD showed more sway in the mediolateral direction, this difference was not significant ( $p>0,05$ ), while their equilibrium scores were significantly lower than their peers ( $p=0,026$ ). No significant correlation was found between the autism severity and equilibrium & gait scores ( $p>0,05$ ). **Discussion:** Objective assessment with computer-based measurements to detect the presence of basic motor problems such as gait and balance that may occur in children affected by autism in the preschool period is useful for early intervention, and possible posture and gait abnormalities in children with more intense autism symptoms should be followed up at school age.

**Keywords:** Autism; Gait; Posture; Motor Skill; Measuring.

**Sorumlu Yazar (Corresponding Author):** Fisun YANARDAĞ E-mail: fisunyanardag@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-4143-1267

Geliş Tarihi (Received): 27.11.2023; Kabul Tarihi (Accepted): 03.01.2024

© Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı altında dağıtılmaktadır.

Otizm spektrum bozukluğu (OSB), yaşamın erken döneminde ortaya çıkan ve sosyal iletişim-etkileşimde yetersizlik, sınırlı ilgi ve tekrarlı/yinelenen davranışlarla karakterize nörogelişimsel bir bozukluktur (American Psychiatric Association, 2013). Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabının 5. Versiyonuna (DSM-V) kadar OSB'ye ait alt kategoriler otistik bozukluk, Asperger Sendromu, Atipik otizm, çocukluk dezente-gratif bozukluğu ve Rett sendromu olarak tanımlanırken, 2013 yılında itibaren otizm tek bir şemsiye bozukluk olarak şiddet düzeylerine göre sınıflandırılmaya başlanmıştır (American Psychiatric Association, 2013). Yaşamın ilk yıllarından itibaren oyun, sosyal etkileşim-iletişim, katılım (Bar-Haim ve Bart, 2006), aktivite (Jasmin ve ark., 2009) ve okula uyum (Bart ve ark., 2007) için önemli olan motor beceriler, OSB teşhis ölçütleri içerisinde yer almasa da literatürde çok sayıda araştırmanın konusu olmuştur. Bu araştırmalar, motor beceri (Whyatt ve Craig, 2012), motor performans (Kaur ve ark., 2018), motor kontrol (Schimitz ve ark., 2003), motor öğrenme (Bo ve ark., 2016), motor taklit (Ham ve ark., 2011), praxis (MacNeil ve Mostofsky, 2012) ve yürüyüş (Rinehart ve ark., 2006a) üzerine odaklanarak bu alanlarda OSB'li çocukların olası farklılıklarını, bu farklılıkların doğasını (Paquet ve ark., 2019) ve altta yatan nedenleri (Bhat, 2021) incelemeyi amaçlamıştır.

Okulöncesi ve erken çocukluk döneminden başlayan motor güçlüklerin okul çağı ve ergenlik dönemine geçiş gösterme eğilimi (Mosconi ve Sweney, 2015) ve otizm görülme sıklığının dünyada giderek artış göstermesi (Center for Disease Control and Prevention [CDC], 2023) nedenleriyle motor sorunların erken dönemde tespiti (Hollaway ve ark., 2018) ve müdahaleye ilişkin araştırmaların (Atun-Einy ve ark., 2013; Duronjic ve Valkova, 2010) literatürde giderek yaygınlaştığı görülmektedir. 19-23 aylık OSB tanılı çocukların %33'ünün gelişimsel motor becerilerde gecikme sergilediklerini (Malhi ve Singhi, 2014), 21-41 aylık OSB tanılı çocukların tümünün kaba motor becerilerde akranlarının gerisinde olduğu (Provast ve ark., 2007) ve 3-4 yaş OSB'li çocukların %63'ünün kaba motor becerilerde düşük performans gösterdiğini ortaya koymaktadır (Jasmin ve ark., 2009). OSB'de motor koordinasyon, üst ekstremitate hareketleri, yürüyüş ve postüral stabilite sorunlarına yönelik 83 araştırmaya ilişkin yapılmış bir meta-analiz çalışması OSB'li bireylerde motor koordinasyon sorunlarının yaygınlığına dikkat çekerek, motor ve hareket becerilerine ilişkin yetersizliklerin OSB için kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Fournier ve ark.,

2010a). Bhat (2021), OSB tanısı olan 13.887 çocuktan oluşan örneklem grubunun %88.2'sinin motor bozukluk riski taşıdığını rapor etmiştir.

OSB'li çocukların motor yeterlik ve motor koordinasyon sorunlarının içerisinde yer alan hareket ve yürüyüş özellikleri, akranlarına kıyasla bazı anormallikler göstermektedir (Ming ve ark., 2007; Vernazza ve ark., 2005). OSB'li çocukların hareket ve yürüyüş özelliklerinin doğası ve altında yatabilecek stabilite ve postüral kontrol sorunlarının varlığını inceleyen araştırmalar, OSB'li çocukların akranlarından daha farklı postüral kontrole sahip olduğunu, daha az stabil ve daha değişken postüral özellikler gösterdiklerini ortaya koymaktadır (Fournier ve ark., 2010b; Memari ve ark., 2014). Son yıllarda araştırmacılar, OSB'ye özgü yürüyüş biçimlerinin varlığını belirleme, postüral kontrol ile ilişkisini saptama, egzersiz ve yürüyüş eğitiminin etkilerini tespit etmek amacıyla OSB'li çocuklarda yürüyüşün kinematik (Barkocy ve ark., 2017; Gong ve ark., 2020), kinetik (Eggleston ve ark., 2017; Hasan ve ark., 2017) ve zaman-mesafe (Lim ve ark., 2016; Weiss ve ark., 2013) özelliklerini değerlendiren çalışmalar yürütmektedir. Ancak farklı yaş, cinsiyet ve otizm şiddeti olan çocukların yürüyüş özelliklerini farklı yöntemler kullanarak değerlendiren çalışmalar nedeniyle literatürdeki araştırma sonuçları arasında bazı uyumsuzluklar olduğu dikkat çekmektedir (Fournier ve ark., 2010; Kindregan ve ark., 2015). Örneğin; bir çalışmada okul çağındaki OSB'li çocukların akranlarına göre daha düşük yürüyüş performansı (kadans, hız, adım uzunluğu) gösterdiği tespit edilirken (Lim ve ark., 2016), başka bir çalışmada OSB'li çocuklarla OSB'li olmayan çocuklar arasında yürüyüş özellikleri (kadans, hız, çift adım uzunluğu, çift destek periyodu) arasında fark tespit edilmemiştir (Rinehart ve ark., 2006a). Benzer durum okulöncesi OSB'li çocuklarda da görülmekte olup bir çalışmada OSB'li olmayan çocuklarla yürüyüşün uzamsal-zamansal parametreleri (kadans, hız, çift adım uzunluğu, çift destek periyodu) arasında farklılık tespit edilmemiştir (Rinehart ve ark., 2006b).

OSB'li çocuklarda yürüyüşle ilgili çalışmalara benzer biçimde, postüral kontrol ile ilgili literatürde farklı ölçme yöntemleri (bilgisayar temelli ölçümler, test bataryaları, saha ölçümleri vb.) ve değişkenler (basınç merkezi, salınım, stabilite indeksi, yer değişikliği, süre vb.) kullanılarak analizler yapıldığı ve sonucunda farklı verilerle karşılaştığı görülmektedir (Craig ve ark., 2018; Fournier ve ark., 2014; Mache ve Todd, 2016; Minshew ve ark., 2004; Molloy ve ark., 2003; Shabana ve ark., 2012; Travers ve ark.,

2018). Üstelik bu çalışmalarda; katılımcıların geniş yaş dağılımından gelmeleri, otizm gibi heterojen bir grupta yetersizlikten etkilenme derecesinin analizlerde yeterince dikkate alınmaması (Coll ve ark., 2020) ve zekâ aralığı puanı 70 altı olan katılımcıların çalışmalara dahil edilmemesi eleştirilen konular arasındadır (Fournier ve ark., 2010a). Literatürde sadece okulöncesi OSB'li çocukların yürüyüş ve postüral kontrol performanslarını değerlendiren ve otizmden etkilenme derecesi ile ilişkisini ortaya koyan ve erken müdahale için klinik ortamlara ipuçları sunan araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, otizmden etkilenen ve tanı konmuş OSB'li okulöncesi çocukların yürüyüşün zaman-mesafe özelliklerini ve ayakta durma sırasındaki postüral kontrol performanslarını değerlendirerek otizmden etkilenmeyen akranlarıyla karşılaştırmak ve katılımcıların otizmden etkilenme derecesi ile yürüyüş-postür performanslarının muhtemel ilişkisini incelemektir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya 4-7 yaş arası toplam 25 çocuk dahil edilmiştir. DSM-V'e göre OSB teşhisi alan ve Gilliam Otistik Bozukluk Derecelendirme Ölçeği-2 (Gilliam Autistic Rating Scale-2, GARS-2) ile OSB'den etkilenme derecesi tespit edilen 15 katılımcı araştırma grubunda yer almıştır. Genetik ve sağlık problemi olanlar, ilave yetersizliği olanlar (örneğin; işitme kaybı), ortopedik problemi olup yardımcı cihaz kullananlar çalışma dışında tutulmuştur. Kontrol grubuna aynı yaş aralığında olan ve otizmden etkilenmeyen 10 çocuk dahil edilmiş olup psikiyatrik, nörolojik ve ortopedik problemi olanlar çalışma dışı tutulmuştur. Helsinki bildirgesine uygun olarak çalışmaya katılan çocukların ebeveynlerine çalışmanın amacı, yöntem ve erişilmek istenen sonuçlar hakkında detaylı bilgi verilerek çalışmaya katılım konusunda imzalı onamları alındı.

### *Değerlendirme Yöntemleri*

Tüm katılımcıların, yaş (ay), boy (cm), vücut ağırlığı (kg) ve araştırma grubunda olanların otizmden etkilenme dereceleri (GARS-2) dosya bilgilerinden kayıt altına alınmıştır. GARS-2, Gilliam (2006) tarafından geliştirilen ve Diken ve ark. tarafından 2011 yılında Türkçe geçerlik ve güvenilirliği yapılan, 3-22 yaş OSB'li bireylerin otizmden etkilenme derecesini belirleyen standardize bir araçtır. GARS-2, tekrarlı/yinelenen davranışlar, iletişim ve sosyal etkileşim alt alanlarının her birinden 14 madde olmak üzere toplam 42 maddeden oluşmaktadır. Otistik bozukluk indeksi (OBİ) 85 veya üzeri ise "otistik

bozukluk görülme olasılığı oldukça yüksek", 70-84 arasında ise "otistik bozukluk görülme olasılığı var", 69 veya altındaysa "otistik bozukluk görülme olasılığı yok" olarak kategorize edilmekte olup ölçek puanının yüksek olması bireyin daha fazla otizmden etkilendiği şeklinde yorumlanmaktadır (Montgomery ve ark., 2008).

Katılımcıların yürüyüş özelliklerini zaman-mesafe bakımından değerlendirmek üzere GAITRite sistemi (GAITRite Gold, CIR Systems, PA, USA) kullanılmıştır. Yürüyüş analiz sistemi 793 cm x 61 cm 'lik aktif yürüyüş alanına sahip olup üzerinde yer alan sensor petleri bilgisayarla bağlantılıdır. Yürüyüş alanı içerisine 29.952 adet sensor yerleştirilmiş ve mekanik basınç ile aktif hale gelmektedir. Katılımcılardan ayakkabısız olarak yürüyüş analiz sistemi üzerindeki aktif alanda kendi hızları ile yürümeleri istenmiş ve işlem altı kez tekrarlanarak değerlendirme tamamlanmıştır (Lim ve ark., 2016; Rinehart ve ark., 2006a). Yürüyüş analiz sistemi ile katılımcıların yürüyüş hızı (cm/sn), kadans (adım/dk), adım uzunluğu (cm), adım süresi (sn), çift adım uzunluğu (cm), adım genişliği (cm), duruş fazı süresi (%), sallanma fazı süresi (%) ve ayak açısı (0) değişkenleri değerlendirilmiştir (Weiss ve ark., 2013).

Katılımcıların postüral kontrol performanslarını değerlendirmek için Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (Smart Balance Master, NeuroCom International, Inc., Clackamas, OR, USA) kullanılmıştır (NeuroCom International Inc., 2003). Bilgisayarlı Dinamik Postürografi sistemi ile bireylerin postüral kontrol düzeyleri ana değerlendirme testi olan ve altı aşamadan oluşan duyuusal organizasyon testi (Sensory Organization Test [SOT]) ile ölçülmektedir (Doumas ve ark., 2016). SOT testi, visual-proprioceptif-vestibuler duyu sistemlerinin entegrasyonu ve ağırlık merkezini yeniden düzenleyebilmeyi ölçmek için oldukça yaygın kullanılan basınç merkezini temel alan bir değerlendirmedir (Cone ve ark., 2017). Bu çalışmada, katılımcılar SOT testinin ilk aşaması için değerlendirmeye alınmıştır. SOT testinin ilk aşaması; kuvvet platformu hareketsiz, gözler açık ve çevre hareketsiz koşul altındadır. SOT'un kalan beş aşaması, okulöncesi çocukların motor kontrol yetersizlikleri, sınırlı dikkat süreleri ve oryantasyon sorunları nedeniyle uygulanamamıştır. SOT'un ilk aşaması sırasında, katılımcılardan kuvvet platformu üzerinde hareket etmeden 15 saniye boyunca beklemeleri istenmiş ve test işlemi üç kez tekrarlanmıştır (Minschew ve ark., 2004). Platform üzerindeyken test sırasında katılımcıların adımlama, başını ve elini hareket ettirme girişimleri olmuştur. Bu

tür durumlarda test işlemi sonlandırılmış ve test tekrarlanmıştır. Katılımcıların her test ölçüm süresi olan 15 saniye boyunca hareketsiz olarak ayakta durmalarını sağlayabilmek için göz hizası seviyesinde platform duvarına bir tablet yerleştirilmiş ve tablete en sevdiği çizgi film videoları açılmıştır. Bu uyarılama, test sırasında çocukların hareketsiz kalmalarına yardımcı olarak testi kesintiye uğratmadan tamamlamalarını sağlamıştır. Sistem, SOT 1 testinde üç tekrar alarak, ayakta gözler açıkken denge, ağırlık merkezi ve strateji puanlarının ortalama değerlerini hesaplayarak katılımcıların postüral kontrol performansını belirlemektedir. Her aşama için SOT puanları 0-100 aralığında verilmekte olup yüksek puanlar daha iyi performansı temsil ederken, stabilitenin sınırlarında salınım gösteren katılımcılar sıfıra doğru yaklaşarak düşük puanlar almaktadır (NeuroCom International Inc., 2003).

#### İstatistiksel Analiz

Çalışmadan elde edilen veriler istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS yazılım (Versiyon 24.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılmıştır. Kategorik değişkenler için yüzde (%) ve frekans (n) kullanılarak betimleyici analiz yapılmıştır. Ölçümle belirtilen değişkenler için aritmetik ortalama ve standart sapma ( $X \pm SD$ ) değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir (Büyüköztürk, 2019). Verilerin normal dağılım göstermesi nedeniyle araştırma ve

kontrol grubu verileri, ilişkisiz (bağımsız) örneklemeler t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Katılımcıların otizm şiddetinden etkilenme derecesi ile yürüyüş ve postüral kontrol performansları arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Korelasyon katsayısının mutlak değer olarak, 0,70-1,00 arasında olması yüksek; 0,70-0,30 arasında olması, orta; 0,30-0,00 arasında olması ise, düşük düzeyde bir ilişki olarak tanımlanmıştır (Büyüköztürk, 2019). İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p > 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

#### SONUÇLAR

Çalışmaya araştırma grubunda OSB'li 15, kontrol grubunda OSB'li olmayan 10 çocuk olmak üzere toplam 25 katılımcı dahil edilmiştir. Araştırma ( $66,53 \pm 11,64$  ay) ve kontrol grubunda ( $61,70 \pm 7,67$  ay) yer alan çocukların yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Araştırma grubunda yer alan katılımcıların cinsiyet dağılımı %26 kız ve %74 erkek, kontrol grubunda ise cinsiyet dağılımı %66 erkek ve %33 kız olarak belirlenmiştir. Katılımcıların boy uzunluğu (araştırma= $115,06 \pm 6,62$  cm, kontrol= $114,50 \pm 7,45$  cm) ve vücut ağırlığı (araştırma= $20,66 \pm 3,48$  kg, kontrol= $22,30 \pm 5,67$  kg) ortalamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Araştırma grubunda yer alan katılımcıların otizmden etkilenme puanları  $92,66 \pm 15,90$  olarak tespit edilmiştir. Araştırma ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların demografik bulguları Tablo 1'de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Katılımcıların demografik bulguları

	Araştırma		Kontrol		t	p
	X	SS	X	SS		
<b>Yaş (ay)</b>	66,53	11,64	61,70	7,67	1,152	0,261
<b>Vücut ağırlığı (kg)</b>	20,66	3,48	22,30	5,67	-,895	0,380
<b>Boy uzunluğu (cm)</b>	115,06	6,62	114,50	7,45	,199	0,844
<b>GARS-2</b>	92,66	15,90	---			

GARS-2: Gilliam Otistik Bozukluk Derecelendirme Ölçeği-2; \*  $p < 0,05$

Katılımcıların yürüyüş özelliklerine ilişkin zaman-mesafe değişkenleri analiz edildiğinde; gruplar arasında yürüyüş hızı (cm/sn), kadans (adım/dk), adım uzunluğu (cm), adım süresi (sn), çift adım uzunluğu (cm), adım genişliği (cm), duruş fazı

süresi (%), sallanma fazı süresi (%) ve ayak açısı (0) puanları bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Araştırma ve kontrol grubunun zaman-mesafe değişkenlerine ilişkin yürüyüş analizi bulguları Tablo 2'de yer almaktadır.

**Tablo 2.** Katılımcıların yürüyüş analizi bulguları

	Araştırma		Kontrol		t	p
	X	SS	X	SS		
Yürüyüş hızı (cm/sn)	111,21	14,62	119,59	17,42	-1,30	0,206
Kadans (adım/dk)	145,72	11,51	143,2	19,82	0,364	0,722
Adım uzunluğu/sağ (cm)	46,17	6,78	50,49	4,02	-1,805	0,084
Adım uzunluğu/sol (cm)	45,92	7,45	49,81	3,4	-1,767	0,092
Adım süresi/sağ (sn)	0,41	0,03	0,43	0,07	-0,548	0,593
Adım süresi/sol (sn)	0,41	0,03	0,42	0,05	-0,72	0,476
Çift adım uzunluğu/sağ (cm)	92,55	14,13	101,03	7,17	-1,744	0,095
Çift adım uzunluğu/sol (cm)	92,73	14,31	100,84	7,53	-1,638	0,115
Adım genişliği/sağ (cm)	9,08	1,81	7,90	2,08	1,509	0,145
Adım genişliği/sol (cm)	9,09	1,94	7,84	2,21	1,498	0,148
Sallanma fazı süresi/sağ (%)	41,08	2,25	41,08	1,51	0,008	0,994
Sallanma fazı süresi/sol (%)	41,18	2,23	42,34	2,81	-1,148	0,263
Duruş fazı süresi/sağ (%)	58,89	2,23	58,92	1,51	0,033	-0,974
Duruş fazı süresi/sol (%)	58,83	2,26	57,67	2,8	1,143	0,265
Ayak açısı/sağ (°)	-1,40	9,82	2,20	6,90	-1,002	0,327
Ayak açısı/sol (°)	-3,20	14,44	1,20	7,26	-,887	0,384

\*  $p < 0,05$ 

Katılımcıların postüral kontrol düzeylerine ilişkin stabilite değişkenleri analiz edildiğinde; gruplar arasında denge ve strateji puanları bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Katılımcıların ağırlık merkezi değişkenine ilişkin analiz sonuçları, medio-lateral ve antero-posterior

yönlere salınımları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır ( $p > 0,05$ ). Araştırma ve kontrol grubunun postüral kontrol değişkenlerine ilişkin bulguları Tablo 3'de yer almaktadır.

**Tablo 3.** Katılımcıların postural bulguları

	Araştırma		Kontrol		t	p
	X	SS	X	SS		
Denge	73,06	14,47	82,6	3,37	-2,453	<b>0,026*</b>
Strateji	87,13	9,31	96,1	1,72	-3,63	<b>0,002*</b>
Ağırlık merkezi salınımı (medial-lateral)	-0,12	1,86	-0,07	1,21	-0,085	0,933
Ağırlık merkezi salınımı (anterior-posterior)	-2,19	1,29	-2,54	0,97	0,719	0,480

\*  $p < 0,05$

Araştırma grubunda yer alan katılımcıların otizmden etkilenme düzeyleri ile yürüyüş ve postüral kontrol değişkenleri arasında ilişkiler incelendiğinde, otizm

### TARTIŞMA

Çalışmada, otizmden etkilenen ve tanı konmuş OSB'li okulöncesi çocukların yürüyüşün zaman-mesafe özellikleri ve ayakta durma sırasındaki postüral kontrol performansları değerlendirilerek otizmden etkilenmeyen akranlarıyla karşılaştırılmış ve otizmden etkilenme derecesi ile yürüyüş-postür performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. Okulöncesi OSB'li çocuklarda yürüyüşün zaman-mesafe özellikleri, OSB'li olmayan akranlarından anlamlı düzeyde farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Çocukların okulöncesi dönemde olmalarının getirdiği sınırlı motor kontrol, dikkat süresi ve oryantasyon becerileri nedeniyle daha zorlayıcı postüral kontrol testleri uygulanmasa da, OSB'li çocukların gözler açık ve ayakta hareketsiz dururken denge ve strateji puanlarının akranlarından anlamlı düzeyde düşük olduğu bulunmuştur. Kuvvet platformu üzerinde hareketsiz dururken OSB'li çocukların ağırlık merkezlerinin medio-lateral ve antero-posterior yönde salınım miktarlarının akranlarından anlamlı düzeyde farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, okulöncesi ve OSB'li olan ve mevcut bilgisayar temelli sistemler ile yürüyüş ve postüral kontrolü değerlendiren literatürdeki sınırlı sayıda araştırmanın sonuçları ile karşılaştırılmış ve gelecek araştırmalar için araştırmacılara ve klinikteki uygulamacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Erken çocukluk döneminde olan ve otizmden etkilenmiş çocukların duyu-motor sorunları, sosyal ve bilişsel işlevlerinin gelişimi için öncü rolünde olup (Hannant ve ark., 2016), okul ve ergenlik çağıında duyu-motor sorunlarda azalma sınırlı miktarda görülse de, ergenlikten yetişkinliğe geçişte duyu-motor sorunlar varlığını hala sürdürmektedir (Mosconi ve Sweeney, 2015). Bu bağlamda, okulöncesi dönem duyu-motor sorunların varlığını tespit etme ve tedavi için kritik bir aralıktır. Ancak, okulöncesi OSB'li çocuklarda yaygın görülen motor koordinasyon sorunlarına rağmen (Fournier ve ark., 2010a), OSB'li çocukların bu yaş aralığında yürüyüş ve postür gibi önemli motor sorunlarını değerlendirmeye yönelik literatürde sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Çalışmaların, genellikle okul çağı, ergenlik ve genç yetişkin döneminde olan OSB'li bireylerle ilgili olduğu görülmektedir (Lim ve ark., 2016; Minshew ve ark., 2004; Morrison ve ark., 2018; Rinehart ve ark., 2006b; Weis ve ark., 2013).

semptomlarının yoğunluğu ile yürüyüş özellikleri ve postüral performans düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ).

4-7 yaş çocukların postüral ve yürüyüş anormalliklerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, OSB'li çocuklarda yürüyüşün zaman-mesafe özellikleri değerlendirilmiş ve OSB'li olmayan akranları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yürüyüş analiz sistemi, bu çalışmada kullanılan analiz sistemi ile aynı olup çalışma sonucunda OSB'li çocukların yürüyüş hızı  $X=118$  cm/sn, kadans  $X=135$  adım/dk, çift adım uzunluğu  $X=104$  cm ve adım genişliği  $X=9,25$  cm olarak tespit edilirken kontrol grubu ile arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir (Rinehart ve ark., 2006a). Bu çalışmada ise OSB'li çocukların yürüyüş hızı  $X=111$  cm/sn, kadans  $X=145$  adım/dk, çift adım uzunluğu  $X=92,55$  cm ve adım genişliği  $X=9,08$  cm olarak tespit edilirken tipik akranları ile arasında benzer biçimde anlamlı fark tespit edilmemiştir. Verrezza-Martin ve ark. (2006), yine okulöncesi (4-6 yaş) OSB'li çocukların yürüyüş hızı, kadans, çift adım süresi, adım uzunluğu, duruş ve sallanma fazı sürelerini kinematik analiz yöntemiyle değerlendirerek OSB'li olmayan akranlarıyla karşılaştırmıştır. Analiz sonucunda, adım uzunluğu dışında diğer değişkenler bakımından gruplar arasında anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Rinehart ve ark. (2006a) tarafından okulöncesi OSB'li çocuklarla yapılan yürüyüş analiz çalışmasının benzeri OSB'li okul çağı çocuklarla (8-13 yaş) yine Rinehart ve ark. (2006b) tarafından gerçekleştirilmiştir. Aynı değişkenleri farklı bir yürüyüş analiz sistemi ile değerlendirerek OSB'li olmayan akranları ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda hız, kadans, çift adım uzunluğu ve çift destek süresi değişkenlerinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Rinehart ve ark., 2006b). Ancak, ergenlik dönemi ve daha üzerinde yaşlara sahip OSB'li bireylerle yapılmış çalışmaların sonuçları incelendiğinde, yürüyüşün zaman-mesafe değişkenlerinde OSB'li bireylerin akranlarından daha farklı özellikler sergilemeye başladıkları görülmektedir. Örneğin; Nobile ve ark. (2011) tarafından yapılmış bir çalışmada, OSB'li bireylerin yürüyüş hızı, adım genişliği, çift adım uzunluğu değerleri tipik akranlarından anlamlı düzeyde düşük bulunurken, kadans, çift adım süresi, duruş fazı süresi ve çift destek süreleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Benzer biçimde, Lim ve ark. (2016) okul ve ergenlik çağıında olan OSB'li bireylerin yürüyüşün zaman-mesafe özelliklerini bu çalışmada kullanılan analiz sistemi ile değerlendirerek tipik

akranları ile karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları, OSB'li bireylerin kadans, yürüyüş hızı ve adım uzunluğu ölçümlerinin akranlarından anlamlı düzeyde düşük olduğunu yansıtmaktadır. Başka bir çalışmada, 16-22 yaş OSB'li bireylerin adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, ayak açısı, kadans, hız, adım süresi, duruş fazı süresi ve çift destek süresi değişkenlerinin değerlerinin tipik akranlarından anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir (Weis ve ark., 2013). Morrison ve ark. (2018), 17-25 yaş OSB'li bireylerin yürüyüş özelliklerini bu çalışmada kullanılan aynı yürüyüş sistemi ile değerlendirip akranları ile karşılaştırmışlardır. Analiz sonuçları, OSB'li bireylerin akranlarına göre daha anlamlı düzeyde yavaş yürüdükleri, dakikadaki adım sayılarının daha az olduğu, adım ve çift adım sürelerinin daha uzun sürdüğünü göstermektedir. Tüm bu analiz sonuçları, OSB'li bireylerin okulöncesi dönem ve okul çağıının ilk yıllarında akranlarına benzer yürüyüş özellikler gösterse de bunun ilerleyen yaşlarda değiştiği ve daha atipik yürüyüş özellikleri gösterdiğini yansıtmaktadır. Bu sonuçların altında çoklu nedenler olabileceği muhtemeldir. Bu nedenler arasında; OSB'li bireylerin motor kontrolden sorumlu merkezi sinir sistemi bölgelerinin atipik yapı ve işlevsel özellikler göstermesi (Nebel ve ark., 2014), duyu sistemlerinde anormallikler (Thompson ve ark., 2017), eşlik eden algı-biliş güçlükleri (Mottron ve ark., 2014) ve tüm bunların yol açabileceği motor beceri repertuarında sınırlılıklar (Mostofsky ve ark., 2009) ile aktivite ve katılım üzerine olumsuz etkileri sıralanabilir (Coll ve ark., 2020).

İnsanlarda tipik motor gelişimin en önemli bileşeni postürü sürdürebilme becerisi olup OSB'li bireylerin atipik motor gelişim süreci postüral kontrolü de etkilemektedir. Ancak, otizmden etkilenmiş ve yaşamın erken döneminde olan çocuklarla ilgili araştırmaların sınırlı olduğu, daha çok statik ve dinamik denge gibi motor performans değerlendiren test bataryalarıyla (örneğin; movement assessment battery for children [MABC-2]) postüral kontrolün incelendiği de görülmektedir (Craig ve ark., 2018). Üstelik otizmden etkilenmiş bireylerde görülen postüral kontrol sorunlarının altında yatan faktörler tam olarak ortaya konmuş durumda değilken (Fournier ve ark., 2014), araştırmaların daha çok okul çağı (Cheldavi ve ark., 2014; Memari ve ark., 2013; Stins ve ark., 2015) ve sonrası dönemde olan OSB'li bireyler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Kohen-Raz ve ark., 1992; Morris ve ark., 2015; Morrison ve ark., 2018). Literatürde postüral kontrol üzerine yapılmış araştırmalar incelendiğinde, daha

çok bilgisayara temelli ve laboratuvar ortamında değerlendirmeler yapıldığı görülürken, visual-proprioceptif-vestibuler sistemlerin kullanılarak postür kontrolü sırasında bireylerin stabilite, ağırlık merkezi salınımı ve postürü sürdürmek üzere kalça ve ayak strateji tercihleri analiz edilmektedir (Fournier ve ark., 2010b; Minshew ve ark., 2004; Molloy ve ark., 2003). Bu çalışmada, okulöncesi dönemde olan OSB'li çocukların postüral kontrol yeterliliklerini değerlendirmek üzere bir test bataryası yerine bilgisayarlı ölçüm aracı olan bilgisayarlı dinamik postürografi sistemi kullanılmıştır. SOT testinin altı aşamasından sadece ilk aşaması (SOT 1) OSB'li çocuklara uygulanabilmiş ve tipik akranlarıyla karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları stabilite ve strateji puanları bakımından OSB'li çocukların akranlarına göre anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Ağırlık merkezi salınım düzeyleri bakımından ise gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Aynı sistemi kullanarak yapılmış başka bir araştırmada, OSB'li bireylerin kontrol grubuna göre SOT 1 testinde stabilite puanlarının mevcut çalışmanın sonuçlarına benzer, anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir (Minshew ve ark., 2004). Kohen-Raz ve ark. (1992) tarafından yapılan bir çalışmada, OSB'li okul çağı çocuklarının akranlarına göre stabilite puanlarının daha düşük olduğu, topuk ve ayak ucu arasında ağırlık dağılımının daha fazla sapma gösterdiği, anterior-posterior yönde salınım miktarının normal postüral yanıtlar için yetersiz olduğunu ortaya koyarken, otizmden daha fazla etkilenen çocukların postüral sapma miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, Kohen-Raz ve arkadaşlarının (1992) sonuçlarından farklı olarak otizmden etkilenme derecesi ile stabilite arasında anlamlı bir ilişki bulunmasa da ( $p>0,05$ ), otizmden daha fazla etkilenen çocukların anterior-posterior yönde salınım miktarlarının otizmden daha az etkilenenlere göre anlamlı düzeyde daha az olduğu belirlenmiştir. Kohen-Raz ve ark. (1992), okul çağı OSB'li çocukların yetersiz anterior-posterior salınımıyla ayak stratejisinde sınırlılığa dikkat çekerek okul çağındaki çocukların okulöncesi dönem çocuklara göre bile daha fazla postüral instabilite gösterdiğini tespit etmiştir. Oster ve Zhou (2022) okulöncesi, ilkokul çağı ve ergenlik döneminde olan OSB'li bireylerin denge bozukluklarını değerlendirmek üzere, bu çalışmada kullanılan dinamik postürografi sistemini kullanmışlardır. Uygulanan SOT testi sonuçlarına göre okulöncesi çocukların postürü sürdürmek için visual-proprioceptif-vestibuler sistemler arasında entegrasyonu sağlayamadığı ve



%80'inde anormal stabilite işlevlerinin görüldüğünü rapor etmiştir. Bu çalışmada ise tüm çocukların SOT testi sırasında anormal stabilite işlevleri gösterdiği ve sadece SOT 1 testini tamamlayabildikleri görülmüştür. Memari ve ark. (2013) tarafından okul çağı OSB'li çocuklarla yapılan çalışmanın bulguları, postüral salınım miktarı ile otizmden etkilenme derecesi arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişki olduğunu, yaş ve biliş puanları arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymaktadır. Mevcut çalışmada ise otizmden etkilenme derecesinin stabilite ve strateji puanları üzerinde bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Tipik gelişim gösteren çocuklarda, yaşla birlikte postüral salınım miktarı azalma eğilimi gösterirken, OSB'den etkilenen çocuklarda artan yaşla birlikte stabilite artışı ilişkisi gösterilememiştir (Minshew ve ark., 2004). Çocukların davranışsal, bilişsel, sosyal ve iletişim becerilerinde heterojenik özellikler göstermesi, okulöncesi dönemde olan OSB'li bazı çocukların postüral kontrol sorunlarının gölgelenmesine yol açabilir (Memari ve ark., 2013). Mevcut çalışmanın sonuçları, OSB popülasyonunda postüral stabilite sorunlarının okulöncesi dönemden itibaren görülmeye başladığını ortaya koyarken, değerlendirme ve erken müdahale için izlenmesi gereken önemli bir değişken olduğunu yansıtmaktadır.

Çalışmanın dar bir yaş aralığı, sınırlı sayıda katılımcı ile kesitsel olarak yapılması, sonuçların genellemesi ve yorumlanmasında dikkatli olmayı gerektirmektedir. Bilgisayar sistemleri ile gelişimsel değerlendirme yöntemlerini kombine kullanmak, postüral stabilite sorunlarının aynı yaş ve cinsiyetteki akranları ile karşılaştırılmasına ve müdahalenin bireyselleştirilmesine yardımcı olabilir. Bu çalışmada katılımcıların zekâ puan aralıkları değerlendirilmemiştir. Ancak, katılımcıların değerlendirme işlemleri sırasında verilen yönergeleri takip edebilmiştir. SOT testinin tüm aşamalarını tamamlayamamalarının nedenleri arasında; henüz yeterince gelişmemiş motor becerileri, test aşamalarının daha uzun süre dikkat ve oryantasyon becerileri gerektirmesi gibi nedenler sıralanabilir. Yürüyüşün zaman-mesafe özellikleri dışında, kinematik ve kinetik boyutunun da analiz edilmesi kassal aktivasyon sorunlarının belirlenmesine yardımcı olarak yürüyüş anormalliklerinin daha net ortaya konmasına yardımcı olabilir. OSB'li okulöncesi çocukların yürüyüş ve postüral özelliklerini değerlendirirken muhtemel duyuşal işleme bozukluklarının varlığı da incelenmelidir.

Çalışma sonuçları, OSB'li okulöncesi çocukların zaman-mesafe bakımından tipik

akranlarıyla benzer yürüyüş özellikleri sergilese de stabiliteyi korumada güçlükler yaşadığını, otizm semptomlarının daha yoğun görüldüğü çocuklarda daha fazla postüral sapmalar olduğunu ortaya koymaktadır. OSB'li okulöncesi çocukların motor becerilerdeki eksikliklerini gidermek üzere öncelikle postüral stabilitede gözlemlenen sınırlılıkların doğasını daha iyi anlamak gerekebilir. Araştırmacı, etkili erken motor ve postüral müdahale stratejileri geliştirmek için OSB'li çocuklardaki bu mevcut eksikliklere yönelik çalışmaya devam etmelidir.

#### **Etik Onay**

Araştırmanın etik kurul onayı, 29.11.2023 tarihli Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 649785 karar numarasıyla alınmıştır.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı**

Tek yazarlı bir çalışma olduğu için tüm süreçler yazar tarafından yürütülmüştür.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yoktur.

#### **Destek/Teşekkür**

Anadolu Üniversitesi, Engelliler Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederim.

#### **Kaynaklar**

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5*, (5. Baskı). American Psychiatric Association.
- Atun-Einy, O., Lotan, M., Harel, Y., Shavit, E., Burstein, S., & Kempner, G. (2013). Physical therapy for young children diagnosed with Autism Spectrum Disorders—clinical frameworks model in an Israeli setting. *Front Pediatr*, 1, 19. <https://doi.org/10.3389/fped.2013.00019>
- Bar-Haim, Y., & Bart, O. (2006). Motor function and social participation in kindergarten children. *Soc Dev*, 15, 2, 296-310. <https://doi.org/10.1046/j.1467-9507.2006.00342.x>
- Barkocy, M., Dexter, J., & Petranovich, C. (2017). Kinematic gait changes following serial casting and bracing to treat toe walking in a child with autism. *Pediatr Phys Ther*, 29(3), 270-274. <https://doi.org/10.1097/pep.0000000000000404>
- Bart, O., Hajami, D., & Bar-Haim, Y. (2007). Predicting school adjustment from motor abilities in kindergarten. *Infant Child Dev*, 16, 597-615. <https://doi.org/10.1002/icd.514>
- Bhat, A. N. (2021). Motor impairment increases in children with autism spectrum disorder as a function of social communication, cognitive and functional impairment, repetitive behavior severity, and comorbid diagnoses: a spark study report. *Autism Res*, 14, 202-219. <https://doi.org/10.1002/aur.2453>
- Bo, J., Lee, C.-M., Colbert, A., & Shen, B. (2016). Do children with autism spectrum disorders have motor learning difficulties? *Res Autism Spectr Disord*, 23, 50-62. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2015.12.001>



- Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı* (25. Baskı). Pegem Akademi.
- Cheldavi, H., Shakerian, S., Boshehri, S. N. S., & Zarghami, M. (2014). The effects of balance training intervention on postural control of children with autism spectrum disorder: role of sensory information. *Res Autism Spectr Disord*, 8(1), 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2013.09.016>
- Coll, S. M., Foster, N. E., Meilleur, A., Brambati, S. M., & Hyde, K. L. (2020). Sensorimotor skills in autism spectrum disorder: a meta-analysis. *Res Autism Spectr Disord*, 76, 101570. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2020.101570>
- Cone, B. L., Goble, D. J., & Rhea, C. K. (2017). Relationship between changes in vestibular sensory reweighting and postural control complexity. *Exp Brain Res*, 235, 547-554. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4814-2>
- Craig, F., Lorenzo, A., Lucarelli, E., Russo, L., Fanizza, I., & Trabacca, A. (2018). Motor competency and social communication skills in preschool children with autism spectrum disorder. *Autism Res*, 11(6), 893-902. <https://doi.org/10.1002/aur.1939>
- Doumas, M., McKenna, R., & Murphy, B. (2016). Postural control deficits in autism spectrum disorder: the role of sensory integration. *Journal of Autism and Dev Disord*, 46, 853-861. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2621-4>
- Duronjić, M., & Válková, H. (2010). The influence of early intervention movement programs on motor skills development in preschoolers with autistic spectrum disorders (case study). *Acta Univ Palacki Olomuc Gymn*, 40(2), 37-45.
- Eggleston, J. D., Harry, J. R., Hickman, R. A., & Dufek, J. S. (2017). Analysis of gait symmetry during over-ground walking in children with autism spectrum disorder. *Gait Posture*, 55, 162-166. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.026>
- Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010a). Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis. *J Autism Dev Disord*, 40, 1227-1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>
- Fournier, K. A., Kimberg, C. I., Radonovich, K. J., Tillman, M. D., Chow, J. W., Lewis, M. et.al. (2010b). Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. *Gait Posture*, 32(1), 6-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.02.007>
- Fournier, K. A., Amano, S., Radonovich, K. J., Bleser, T. M., & Hass, C. J. (2014). Decreased dynamical complexity during quiet stance in children with autism spectrum disorders. *Gait Posture*, 39(1), 420-423. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.08.016>
- Gilliam, J. E. (2006). GARS: *Gilliam Autism Rating Scale-2*. Austin, TX: Pro-ed.
- Gong, L., Liu, Y., Yi, L., Fang, J., Yang, Y., & Wei, K. (2020). Abnormal gait patterns in autism spectrum disorder and their correlations with social impairments. *Autism Res*, 13(7), 1215-1226. <https://doi.org/10.1002/aur.2302>
- Ham, H.S., Bartolo, A., Coley, M., Rajendran, G., Szabo, A., & Swanson, S. (2011). Exploring the relationship between gestural recognition and imitation: evidence of dyspraxia in autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*, 41, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1011-1>
- Hannant, P., Cassidy, S., Tavassoli, T., & Mann, F. (2016). Sensorimotor difficulties are associated with the severity of autism spectrum conditions. *Front Integr Neurosci*, 10, 28. <https://doi.org/10.3389/fnint.2016.00028>
- Hasan, C. Z. C., Jailani, R., Tahir, N. M., Yassin, I. M., & Rizman, Z. I. (2017). Automated classification of autism spectrum disorders gait patterns using discriminant analysis based on kinematic and kinetic gait features. *J Appl Biol Sci*, 7(1), 150-156.
- Holloway, J. M., Long, T. M. & Biasini, F. (2018). Relationship between gross motor skills and social function in young boys with autism spectrum disorder. *Pediatr Phys Ther*, 30(3), 184-190. <https://doi.org/10.1097/pep.0000000000000505>
- Jasmin, E., Couture, M., McKinley, P., Reid, G., Fombonne, E., & Gisel, E. (2009). Sensori-motor and daily living skills of preschool children with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*, 39(2), 231-241. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0617-z>
- Kaur, M., Srinivasan, S.M. & Bhat, A. N. (2018). Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without autism spectrum disorder (ASD). *Res Dev Disabil*, 72, 79-95. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.025>
- Kindregan, D., Gallagher, L., & Gormley, J. (2015). Gait deviations in children with autism spectrum disorders: a review. *Autism Res Treat*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/741480>
- Kohen-Raz, R., Volkman, F. R., & Cohen, D. J. (1992). Postural control in children with autism. *J Autism Dev Disord*, 22(3), 419-432. <https://doi.org/10.1007/bf01048244>
- Lim, B. O., O'Sullivan, D., Choi, B. G., & Kim, M. Y. (2016). Comparative gait analysis between children with autism and age-matched controls: analysis with temporal-spatial and foot pressure variables. *J Phys Ther Sci*, 28(1), 286-292. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.286>
- Mache, M. A., & Todd, T. A. (2016). Gross motor skills are related to postural stability and age in children with autism spectrum disorder. *Res Autism Spectr Disord*, 23, 179-187. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.01.001>
- MacNeil, L.K., & Mostofsky, S.H. (2012). Specificity of dyspraxia in children with autism. *Neuropsychology*, 26(2), 165-171. <https://doi.org/10.1037/a0026955>
- Malhi, P., & Singhi, P. (2014). A retrospective study of toddlers with autism spectrum disorder: clinical and developmental profile. *Ann Indian Acad of Neurol*, 17(1), 25. <https://doi.org/10.4103%2F0972-2327.128537>
- Memari, A. H., Ghanouni, P., Shayestehfar, M., & Ghaheri, B. (2014). Postural control impairments in individuals with autism spectrum disorder: a critical review of current literature. *Asian J Sports Med*, 5(3), e22963. <https://doi.org/10.5812/asjsm.22963>
- Memari, A. H., Ghanouni, P., Gharibzadeh, S., Eghlidi, J., Ziaee, V., & Moshayedi, P. (2013). Postural sway patterns in children with autism spectrum disorder compared with typically developing children. *Res Autism Spectr Disord*, 7(2), 325-332. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.09.010>
- Ming, X., Brimacombe, M., & Wagner, G. C. (2007). Prevalence of motor impairment in autism spectrum disorders. *Brain Dev*, 29(9), 565-570. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2007.03.002>

- Minshew, N. J., Sung, K., Jones, B. L., & Furman, J. M. (2004). Underdevelopment of the postural control system in autism. *Neurology*, 63(11), 2056-2061. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000145771.98657.62>
- Molloy, C. A., Dietrich, K. N., & Bhattacharya, A. (2003). Postural stability in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord*, 33, 643-652. <https://doi.org/10.1023/b:jadd.0000006001.00667.4c>
- Montgomery, J. M., Newton, B., & Smith, C. (2008). Review of GARS-2: Gilliam Autism Rating Scale-Second Edition [Review of the test Gars-2: Gilliam autism rating scale-Second edition, by J. Gilliam]. *J Psychoeduc Assess*, 26(4), 395-401. <https://doi.org/10.1177/0734282908317116>
- Morris, S. L., Foster, C. J., Parsons, R., Falkmer, M., Falkmer, T., & Rosalie, S. M. (2015). Differences in the use of vision and proprioception for postural control in autism spectrum disorder. *Neuroscience*, 307, 273-280. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.08.040>
- Morrison, S., Armitano, C. N., Raffaele, C. T., Deutsch, S. I., Neumann, S. A., Caracci, H., et al. (2018). Neuromotor and cognitive responses of adults with autism spectrum disorder compared to neurotypical adults. *Exp Brain Res*, 236, 2321-2332. <https://doi.org/10.1007/s00221-018-5300-9>
- Mosconi, M. W., & Sweeney, J. S. (2015). Sensorimotor dysfunction as primary features of autism spectrum disorders. *Sci China Life Sci*, 58, 1016-1023. <https://doi.org/10.1007/s11427-015-4894-4>
- Mostofsky, S. H., Powell, S. K., Simmonds, D. J., Goldberg, M. C., Caffo, B., & Pekar, J. J. (2009). Decreased connectivity and cerebellar activity in autism during motor task performance. *Brain*, 132(9), 2413-2425. <https://doi.org/10.1093/brain/awp088>
- Mottron, L., Belleville, S., Rouleau, G. A., & Collignon, O. (2014). Linking neocortical, cognitive, and genetic variability in autism with alterations of brain plasticity: the Trigger-Threshold-Target model. *Neurosci Biobehav Rev*, 47, 735-752. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.07.012>
- Nebel, M. B., Joel, S. E., Muschelli, J., Barber, A. D., Caffo, B. S., Pekar, J. J., et al. (2014). Disruption of functional organization within the primary motor cortex in children with autism. *Hum Brain Mapp*, 35(2), 567-580. <https://doi.org/10.1002/hbm.22188>
- NeuroCom International Inc. (2003). Instructions for use: Equitest system operator's manual. (Version 8). Clackamas: NeuroCom International Inc.
- Nobile, M., Perego, P., Piccinini, L., Mani, E., Rossi, A., Bellina, M., & Molteni, M. (2011). Further evidence of complex motor dysfunction in drug naive children with autism using automatic motion analysis of gait. *Autism*, 15(3), 263-283. <https://doi.org/10.1177/1362361309356929>
- Paquet, A., Olliac, B., Golse, B., Vaivre-Douret, L. (2019). Nature of motor impairments in autism spectrum disorder: A comparison with developmental coordination disorder. *J Clin Exp Neuropsychol*, 41(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/13803395.2018.1483486>
- Provost, B., Lopez, B. R., & Heimerl, S. (2007). A comparison of motor delays in young children: autism spectrum disorder, developmental delay, and developmental concerns. *J Autism Dev Disord*, 37, 321-328. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0170-6>
- Rinehart, N. J., Tonge, B. J., Iansek, R., McGinley, J., Brereton, A. V., Enticott, P. G., et al. (2006a). Gait function in newly diagnosed children with autism: cerebellar and basal ganglia related motor disorder. *Dev Med and Child Neuro*, 48(10), 819-824. <https://doi.org/10.1017/s0012162206001769>
- Rinehart, N. J., Tonge, B. J., Bradshaw, J. L., Iansek, R., Enticott, P. G., McGinley, J. (2006b). Gait uncton in high-functioning autism and Asperger's disorder: evidence for basal-ganglia and cerebellar involvement? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 15, 256-264. <https://doi.org/10.1007/s00787-006-0530-y>
- Shabana, M. I., El Shennawy, A. M., El Dessouky, T. M., & Sabry, S. A. (2012). Assessment of postural control system in autistic patients. *Egypt J Otolaryngol*, 28, 44-48. <https://doi.org/10.7123/01.EJO.0000411082.28842.4c>
- Schmitz, C., Martineau, J., Barthelemy, C., and Assaiante, C. (2003). Motor control and children with autism: deficit of anticipatory function? *Neurosci Lett*, 348, 17-20. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(03\)00644-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(03)00644-X)
- Stins, J. F., Emck, C., de Vries, E. M., Doop, S., & Beek, P. J. (2015). Attentional and sensory contributions to postural sway in children with autism spectrum disorder. *Gait Posture*, 42(2), 199-203. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.010>
- Oster, L. M., & Zhou, G. (2022). Balance and vestibular deficits in pediatric patients with autism spectrum disorder: An underappreciated clinical aspect. *Autism Res Treat*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7568572>
- Thompson, A., Murphy, D., Dell'Acqua, F., Ecker, C., McAlonan, G., Howells, H. et al. (2017). Impaired communication between the motor and somatosensory homunculus is associated with poor manual dexterity in autism spectrum disorder. *Biol Psychiatry*, 81(3), 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2016.06.020>
- Travers, B. G., Mason, A. H., Gruben, K. G., Dean III, D. C., & McLaughlin, K. (2018). Standing balance on unsteady surfaces in children on the autism spectrum: The effects of IQ. *Res Autism Spectr Disord*, 51, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.03.008>
- Vernazza-Martin, S., Martin, N., Vernazza, A., Lepellec-Muller, A., Rufo, M., Massion, J. et al. (2005). Goal directed locomotion and balance control in autistic children. *J Autism Dev Disord*, 35, 91-102. <https://doi.org/10.1007/s10803-004-1037-3>
- Weiss, M. J., Moran, M. F., Parker, M. E., & Foley, J. T. (2013). Gait analysis of teenagers and young adults diagnosed with autism and severe verbal communication disorders. *Front Integr Neurosci*, 7, 33. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00033>
- Whyatt, C. P., & Craig, C. M. (2012). Motor skills in children aged 7-10 years, diagnosed with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord*, 42(9), 1799-1809. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1421-8>