



Farklı yaş gruplarındaki sporcuların denge ve kuvvet performanslarının karşılaştırılması

Comparison of balance and strength performances of athletes in different age groups

Mert AYDOĞMUŞ¹  Mehmet Emin SEYHAN^{2*}  Şükran İRİBALCI³  Serkan REVAN⁴ 

¹ Karabük Üniversitesi Hasan Doğan Spor Bilimleri Fakültesi; aydogmus1978@hotmail.com; Karabük/Türkiye

² Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; mehmeteminseyhan1@gmail.com; Konya/Türkiye

³ Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi; sarikan@selcuk.edu.tr; Konya/Türkiye

⁴ Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi; serkanrevan@gmail.com; Konya/Türkiye

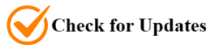
* Sorumlu Yazar: Dr. Mehmet Emin Seyhan; mehmeteminseyhan1@gmail.com

Özet: Bu çalışmada farklı yaş gruplarındaki sporcuların kuvvet ve denge performans ilişkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya minikler ve yıldızlar kategorisinde, farklı spor branşlarıyla ilgilenen toplam 155 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmaya katılan deneklerin dinamik dengeleri (Y-denge testi), statik dengeleri (Flamingo denge testi) ve kuvvet (kavrama/sırt/bacak) değerleri belirlenmiştir. Katılımcıların tanımlayıcı istatistiklerine ait verilerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Normal dağılıma uygun olan veriler için ikili gruplar arasındaki farkların incelenmesinde bağımsız örneklem t testi, ikili korelasyonların incelenmesi için ise Pearson korelasyon katsayısı (r) kullanılmıştır. Normal dağılım varsayımını karşılamayan verilerde nonparametrik testler kullanılmış ve ikili grup karşılaştırmaları için Mann-Whitney U testi, ikili ilişkilerin incelenmesi için de Spearman korelasyon katsayısı (ρ) kullanılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi 0,01 ve 0,05 olarak kabul edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, kavrama kuvveti (sağ ve sol), bacak kuvveti, sırt kuvveti ve Y denge testi değişkenlerinden kompozit skor (sağ ve sol) değerlerinde yaş grupları arasında yıldızlar kategorisi lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,01). Flamingo (sağ-sol) test skorlarında ise kategoriye göre anlamlı fark gözlenmemiştir (p>0,01). Kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile anterior (sağ ve sol) ve flamingo (sağ ve sol) değişkenleri arasında negatif yönde çok zayıf düzeyde ilişki tespit edilirken, kompozit skor (sağ ve sol) değişkenleri ile pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki saptanmıştır. Bacak kuvveti ile posteromedial (sağ) ve posterolateral (sol) arasında pozitif yönde çok zayıf, kompozit skor (sağ ve sol) arasında ise pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Sırt kuvveti ile posteromedial (sağ ve sol) ve posterolateral (sol) arasında pozitif yönde çok zayıf, kompozit skor (sağ ve sol) arasında ise pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Sonuç olarak bu sporcu örneğinde kuvvet performansı ile statik ve dinamik denge değerleri arasında korelasyon saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel uygunluk, kuvvet, denge.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the strength and balance performance relationships of athletes in different age groups. A total of 155 athletes from different sports branches in the junior and star categories participated in the study voluntarily. Dynamic balance (Y-balance test), static balance (Flamingo balance test) and strength (grip/back/leg) values of the subjects participating in the study were determined. Mean and standard deviation values of the data belonging to the descriptive statistics of the participants were calculated. For data suitable for normal distribution, independent sample t-test was used to examine the differences between paired groups, and Pearson correlation coefficient (r) was used to examine paired correlations. Nonparametric tests were used for data that did not meet the normal distribution assumption, and Mann-Whitney U test was used for paired group comparisons, and Spearman correlation coefficient (ρ) was used to examine paired relationships. The significance level in the study was accepted as 0.01 and 0.05. As a result of the analyses, a statistically significant difference was found in favor of the star category between the age groups in terms of grip strength (right and left), leg strength, back strength and composite score (right and left) values of Y balance test variables (p<0.01). No significant difference was observed in flamingo (right-left) test scores according to category (p>0.01). While a very weak negative correlation was found between grip strength (right and left) and anterior (right and left) and flamingo (right and left) variables, a high positive correlation was found with composite score (right and left) variables. A very weak positive correlation was found between leg strength and posteromedial (right) and posterolateral (left), and a moderate positive correlation was found between composite score (right and left). A very weak positive correlation was found between back strength and posteromedial (right and left) and posterolateral (left), and a moderate positive correlation was found between composite score (right and left). As a result, a correlation was found between strength performance and static and dynamic balance values in this athlete sample.

Keywords: Physical fitness, strength, balance.



Academic Editor: Akan Bayraktar

Received: 03.02.2025

Accepted: 24.03.2025

Published: 28.03.2025

Citation: Aydoğmuş, M., Seyhan, M. E., İribalci, Ş., & Revan, S. (2025). Farklı yaş gruplarındaki sporcuların denge ve kuvvet performanslarının karşılaştırılması, *Herkes için Spor ve Rekreasyon Dergisi*, 7(1), 103-111.

<https://doi.org/10.56639/jsar.1632562>

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1.Giriş

Günümüzde çocukluk ve ergenlik dönemindeki fiziksel uygunluk düzeyinin incelenmesi, bireylerin uzun vadeli sağlık sonuçlarını

etkileyen önemli bir faktör olarak görülmektedir. Fiziksel uygunluk, bireyin yaşam boyu hareketlilik, sağlık ve performans açısından optimal bir durumda kalabilme yeteneğini ifade eder (Ortega vd., 2008). Fiziksel uygunluk bileşenleri arasında yer alan denge ve kuvvet çocukların hem sportif hem de günlük yaşam aktivitelerindeki başarılarını belirleyen kritik unsurlar arasında yer almaktadır (Granacher vd., 2011).

Denge, vücudun statik ve dinamik durumlarda düzgün bir şekilde kontrol edilmesini ifade eder ve motor becerilerin gelişimi için temel bir bileşen olarak kabul edilir. Çocuklarda denge gelişimi, büyüme sürecindeki nöromusküler koordinasyonun olgunlaşması ile ilişkilidir (Woolacott ve Shumway-Cook, 2002). Özellikle erken yaşlarda kazanılan denge becerileri hem spor performansı hem de yaralanma risklerinin azaltılması açısından önem taşımaktadır (Hrysonmallis, 2011). Buna ek olarak, kuvvet gelişimi de çocukluk döneminden itibaren izlenmesi gereken bir diğer önemli parametredir. Kuvvet, kasların karşı koyduğu dirence karşı hareket üretebilme yeteneği olarak tanımlanır ve büyüme ile birlikte artan kas kütlesi ve hormonal değişimlere bağlı olarak farklı yaş gruplarında değişkenlik gösterebilir (Malina ve Bouchard, 2004).

Ergenlik öncesi ve ergenlik dönemi, kuvvet ve denge gibi fiziksel uygunluk özelliklerinin belirgin bir şekilde gelişim gösterdiği kritik dönemlerdir. Araştırmalar, düzenli fiziksel aktivitenin çocuklarda kuvvet ve denge gelişimine önemli ölçüde katkı sağladığını ortaya koymaktadır (Lloyd ve Oliver, 2012). Özellikle bu yaş aralığında yapılan kuvvet antrenmanlarının, kemik yoğunluğu, kas kuvveti ve motor performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu vurgulanmaktadır. Ancak, bu tür antrenmanların yaşa ve fizyolojik gelişime uygun şekilde planlanması gerektiği, aksi takdirde aşırı yüklenme ve yaralanma risklerinin artabileceği belirtilmektedir (Behm vd., 2008). Fiziksel uygunluk bileşenlerinden denge ve kuvvetin birbirleriyle ilişkili olduğu ve çocukların günlük yaşam aktivitelerinde bu iki özelliğin bir arada çalıştığı da bilinmektedir. Örneğin, bir çocuğun merdiven çıkma, zıplama veya koşma gibi temel hareket becerilerinde başarılı olabilmesi hem denge hem de kuvvet yeteneğinin yeterli düzeyde olmasını gerektirir (Granacher vd., 2011). Ayrıca, çocuklarda fiziksel uygunluk seviyelerinin düşük olmasının obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve kas-iskelet sistemi problemleri gibi sağlık sorunlarıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ortega vd., 2008).

Çalışmada genç sporcuların kuvvet ve denge parametreleri yaşa bağlı olarak nasıl değiştiği, antrenman programlarında hangi tür denge çalışmalarına öncelik verilmesi gerektiği, spor branşlarına özgü denge ve kuvvet antrenmanlarının nasıl planlanması gerektiği araştırmayı önemli kılmaktadır. Çalışma farklı yaş gruplarında kuvvet ve denge parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek, sporcuların yaşa bağlı performans değişiklikleri konusunda literatüre yeni bir bakış açısı kazandırmayı, spora yeni başlayan çocuk ve genç sporcular için antrenman programlarının denge ve kuvvet gelişimini nasıl optimize edebileceğini, Flamingo denge testi ve Y-denge testi gibi ölçüm araçlarının sporcuların performansını değerlendirmedeki etkinliğini dair önemli veriler sunmaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı farklı yaş gruplarındaki sporcuların kuvvet ve denge performans ilişkisinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

2.Yöntem

Araştırma Modeli: Bu araştırma, farklı yaş gruplarındaki sporcuların kuvvet ve denge performans ilişkilerini değerlendirmek amacıyla tasarlanmış betimsel ve ilişkisel bir çalışmadır. Araştırma modelinde bağımsız değişken olarak yaş grupları (minikler ve yıldızlar kategorisi) yer alırken; bağımlı değişkenler olarak dinamik denge (Y-Denge testi), statik denge (Flamingo denge testi) ve kuvvet değerleri (kavrama, bacak ve sırt kuvveti) belirlenmiştir.

Araştırma Grubu: Araştırmaya Zonguldak Gençlik ve Spor İl Müdürlüğüne bağlı kulüplerde en az iki yıldır takım sporlarıyla ilgilenen 9-11 (minikler) 12-15 (yıldızlar) yaş aralığındaki sporcular katılmıştır. Çalışma öncesinde tüm sporcuların kulüplerinden ve ailelerinden gerekli izinler alınarak, çalışmaya katıldıklarına dair gönüllü onam formunu imzalamaları istenmiştir.

Verilerin Elde Edilmesi: Araştırmada boy uzunluğu, vücut ağırlığı, el kavrama, sırt ve bacak kuvveti, flamingo denge testi ve Y Denge testi ölçümleri alınmıştır.

Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümü: Sporcuların boy uzunlukları 0,01 cm hassasiyetinde olan boy skalası, vücut ağırlığı (kg) şort ve tişört giyerek ayakkabısız olarak anatomik duruş pozisyonundayken kilogram (kg) cinsinden 0,1 kg hassasiyetli elektronik baskül kullanılarak ölçülmüştür.

El Kavrama- Sırt- Bacak Kuvvet Ölçümü: Çalışmaya katılan tüm katılımcıların el kavrama, sırt ve bacak kuvveti Takei marka dinamometre kullanılarak ölçüldü. Çalışma öncesinde ısınma egzersizleri yaptırıldı. Her ölçüm iki kez tekrar edildi ve ölçümler arasında 1 dakika dinlenme verilerek en yüksek değer kaydedildi.

El kavrama kuvvet ölçümü: Dinamometre el büyüklüğüne göre ayarlandıktan sonra katılımcıların omuz bölgesini 45 derecelik abdüksiyon pozisyonuna getirmesi ve el dinamometresini maksimum kuvvetle sıkması istenmiştir (Günay vd., 2013).

Sırt kuvveti ölçümü: Deneklerin dizleri gergin durumda iken sırt dinamometre sehpası üzerine ayaklarını yerleştirdikten sonra kollar gergin, sırt düz, gövde hafifçe öne eğik pozisyonda iken elleriyle kavradığı dinamometre barını dikey olarak, maksimum oranda yukarı çekmesi ile tamamlanmıştır (Günay vd., 2013).

Bacak kuvveti ölçümü: Kişi dizleri bükük durumda dinamometre sehpasının üzerine ayaklarını yerleştirdikten sonra, kollar gergin, sırt düz ve gövde hafifçe öne eğikken, elleri ile kavradığı dinamometre barını dikey olarak maksimum oranda bacaklarını kullanarak yukarıya doğru çekmesi istenmiştir (Günay vd., 2013).

Flamingo Denge Testi Ölçümü: Sporcuların statik dengelerini belirlemek için flamingo denge testi kullanılmıştır. Deneğin sağ ayağı denge tahtasında dururken, diğer ayağını yerden kaldırarak aynı taraf eliyle dizini maksimum fleksiyona getirip tutması ve göz hizasında bir noktaya odaklanması istenmiştir. Denek destek aldığı eğitmenin elini bıraktığında kronometre çalıştırılıp ölçüm başlatılmış ve kronometre deneğin ayağını elinden bırakması veya vücudunun herhangi bir noktasının yere değmesi esnasında durdurulmuştur. Her denge bozulmasını takiben deneğin kendisini doğru pozisyona getirmesi için eğitmen yardımcı olmuştur. Puanlama olarak 1 dakika boyunca yapılan hata sayısı alınarak not edilmiş ve aynı test sol ayak için de uygulanmıştır (Çakır & Özbar, 2019).

Y Denge Testi Ölçümü: Sporcuların alt ekstremitte dinamik dengelerini belirlemek için Y dinamik denge testi kullanılmıştır. Testin amacı, bacağın tek ayak üzerinde sabit duruşunu korurken diğer bacak ile mümkün olduğunca ileri noktaya ulaşmaya çalışmaktır. Sporculara ayakları çıplak olarak, Y dinamik denge test platformunun üzerinde eller bel bölgesinde sabit tutularak ve ayağı merkez noktada sabit bir şekilde dengede durması söylenmiştir. Daha sonra bir ayağı ile sabit duruşunu koruyarak, diğer ayağıyla anterior (0°), posteromedial (45°) ve posterolateral (45°) yönlere doğru ayak parmak ucu ile blokları itmeleri istenmiştir. Katılımcı eğer dengeli bir şekilde başlangıç pozisyonuna dönemediyse veya destek ayağını platformdan kaldırırsa deneme geçersiz kabul edilerek ve test tekrar edilmiştir. Test her üç yönde (anterior, posteromedial, posterolateral) 3 kez tekrar edildikten sonra maksimum uzanma değerleri kullanılarak kompozit uzanma mesafesi, ekstremitenin üç yöndeki maksimum uzanım mesafelerinin toplanıp ekstremitte uzunluğunun üç katına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Kienzey & Armstrong, 1998).

Verilerin Analizi: İstatistiklerin hesaplanmasında SPSS 25.0 (IBM, USA) analiz programından faydalanılmıştır. Katılımcıların tanımlayıcı istatistiklerine ait verilerin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun test edilmesi için kullanılabilir olan testlerden çarpıklık ve basıklık Z puanlarının kullanımı tercih edilmiş ve her iki parametre $-1,96 < Z < 1,96$ sınırları (%95) içerisinde yer alıyor ise bu değişkenlerin normal dağılıma uygun oldukları kabul edilmiştir (Kamuk, 2020). Normal dağılıma uygun olan veriler için ikili gruplar arasındaki farkların incelenmesinde Bağımsız Örneklem t Testi, ikili korelasyonların incelenmesi için ise Pearson korelasyon katsayısı (r) kullanılmıştır. Normal dağılım varsayımını karşılamayan verilerde nonparametrik testler kullanılmış ve ikili grup karşılaştırmaları için Mann-Whitney U testi, ikili ilişkilerin incelenmesi için de Spearman korelasyon katsayısı (rho) kullanılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi 0,01 ve 0,05 olarak kabul edilmiştir.

Araştırmanın Etiği: Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 05.04.2024-E.734915 tarih ve sayı numarası ile izin alınmıştır.

3.Bulgular

Katılımcılara ait kuvvet ve statik denge bileşenlerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri **Tablo 1**' de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılara ve Performanslarına Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Kategori	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	Minikler	71	10,2	0,8	9	11
	Yıldızlar	84	13,5	1,5	12	17
Vücut ağırlığı (kg)	Minikler	71	32,9	7,6	22	56
	Yıldızlar	84	50	13	30	83
Boy uzunluğu (cm)	Minikler	71	138,1	7,2	128	155
	Yıldızlar	84	157	12,5	134	190
Kuvvet (kg)						
Kavrama kuvveti (sağ)	Minikler	71	14	3,6	8,2	23,1
	Yıldızlar	84	24,7	9,2	10,7	57,7
Kavrama kuvveti (sol)	Minikler	71	13,5	3,4	7,8	23,1
	Yıldızlar	84	23,1	8,8	11,2	56,2
Bacak kuvveti	Minikler	71	33,9	11,8	20	71,5
	Yıldızlar	84	62,1	27,1	21	170,5
Sırt kuvveti	Minikler	71	41,8	14,3	22,5	92,5
	Yıldızlar	84	73,9	31	22,5	181,1
Statik denge testi (adet)						
Flamingo (sağ)- (dakika)	Minikler	71	8,6	4,7	1	22
	Yıldızlar	84	7,4	4,7	0	22
Flamingo (sol)- (dakika)	Minikler	71	9,7	5	0	21
	Yıldızlar	84	8,7	5,4	0	25

Tablo 2. Katılımcıların Dinamik Denge Bileşenlerinin Ortalama, Standart Sapma, Minimum ve Maksimum Değerleri

Değişkenler	Kategori	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Anterior (sağ)	Minikler	71	81,9	8	63,5	100
	Yıldızlar	84	80,2	7,6	60,8	98,7
Anterior (sol)	Minikler	71	80,4	8,3	62	100
	Yıldızlar	84	78,3	7	58,8	94
Posteromedial (sağ)	Minikler	71	82	8,3	64,9	114,3
	Yıldızlar	84	83,2	9,1	57,8	101,1
Posteromedial (sol)	Minikler	71	80	9,1	59,5	108
	Yıldızlar	84	80,6	8,7	58,9	103,1
Posterolateral (sağ)	Minikler	71	74,7	8,9	54,8	100
	Yıldızlar	84	75,9	9,7	50,5	100
Posterolateral (sol)	Minikler	71	76,9	10,4	45,5	100
	Yıldızlar	84	78,7	8,8	56,7	97,9
Kompozit skor (sağ)	Minikler	71	75	6,6	61	91
	Yıldızlar	84	86,6	7,6	73	109
Kompozit skor (sol)	Minikler	71	75	6,6	61	91
	Yıldızlar	84	86,7	7,7	72	109

Tablo 3. Yaş Kategorisine Göre Kuvvet ve Statik Denge Değişkenlerindeki Farkın İncelenmesi (Mann-Whitney U Testi)

Değişkenler	Kategori	N	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	U	Z	p
Kavrama kuvveti (sağ)	Minikler	71	43,54	3091,00	535,0	-8,79	0,00*
	Yıldızlar	84	107,13	8999,00			
Kavrama kuvveti (sol)	Minikler	71	44,15	3135,00	579,0	-8,63	0,00*
	Yıldızlar	84	106,61	8955,00			
Bacak kuvveti	Minikler	71	47,03	3339,00	783,0	-7,90	0,00*
	Yıldızlar	84	104,18	8751,00			
Sırt kuvveti	Minikler	71	47,74	3389,50	833,5	-7,72	0,00*
	Yıldızlar	84	103,58	8700,50			
Flamingo (sağ)	Minikler	71	84,66	6011,00	2509,0	-1,70	0,09
	Yıldızlar	84	72,37	6079,00			
Flamingo (sol)	Minikler	71	84,77	6019,00	2501,0	-1,73	0,08
	Yıldızlar	84	72,27	6071,00			

* $p < 0,01$

Tablo 3'te verilen istatistiklere göre, kavrama kuvveti (sağ) ($U=535,0$; $p < 0,01$), kavrama kuvveti (sol) ($U=579,0$; $p < 0,01$), bacak kuvveti ($U=783,0$; $p < 0,01$) ve sırt kuvveti ($U=833,5$; $p < 0,01$) değişkenlerinde kategoriler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır. Flamingo (sağ-sol) test skorlarında ise kategoriye göre anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4. Yaş Kategorisine Göre Dinamik Denge Değişkenlerindeki Farkın İncelenmesi (Bağımsız Örneklem t Testi)

Değişkenler	Kategori	N	Ortalama	Standard Sapma	t	p
Anterior (sağ)	Minikler	71	81,85	8,04	1,322	0,19
	Yıldızlar	84	80,19	7,58		
Anterior (sol)	Minikler	71	80,36	8,26	1,683	0,09
	Yıldızlar	84	78,30	6,98		
Posteromedial (sağ)	Minikler	71	82,03	8,32	-0,805	0,42
	Yıldızlar	84	83,16	9,06		
Posteromedial (sol)	Minikler	71	79,95	9,14	-0,439	0,66
	Yıldızlar	84	80,58	8,68		
Posterolateral (sağ)	Minikler	71	74,67	8,91	-0,824	0,41
	Yıldızlar	84	75,92	9,74		
Posterolateral (sol)	Minikler	71	76,86	10,37	-1,181	0,24
	Yıldızlar	84	78,67	8,78		
Kompozit skor (sağ)	Minikler	71	74,99	6,63	-10,071	0,00*
	Yıldızlar	84	86,63	7,60		
Kompozit skor (sol)	Minikler	71	75,03	6,64	-9,965	0,00*
	Yıldızlar	84	86,68	7,73		

* $p < 0,01$

Yaş kategorisine göre yapılan incelemelerden elde edilen sonuçlar **Tablo 4**'te verilmiştir. Buna göre, yalnızca kompozit skor (sağ) ve kompozit skor (sol) değişkenlerinde yaş kategorisine göre fark olduğu ($p<0,01$), diğer değişkenlerde fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Tablo 5. Normallik Testi Sonuçları (Çarpıklık ve Basıklık Z Değerleri)

Değişkenler	Çarpıklık			Basıklık		
	İstatistik	SE	Z	İstatistik	SE	Z
Kavrama kuvveti (sağ)	1,73	0,19	8,86	4,16	0,39	10,74
Kavrama kuvveti (sol)	1,92	0,19	9,84	5,16	0,39	13,33
Bacak kuvveti	1,78	0,19	9,13	4,55	0,39	11,75
Sırt kuvveti	1,59	0,19	8,15	3,27	0,39	8,45
Anterior (sağ)*	0,01	0,19	0,03	0,01	0,39	0,03
Anterior (sol)*	0,13	0,19	0,67	0,04	0,39	0,11
Posteromedial (sağ)*	0,17	0,19	0,88	0,54	0,39	1,39
Posteromedial (sol)*	0,22	0,19	1,15	0,35	0,39	0,90
Posterolateral (sağ)*	0,19	0,19	0,96	0,18	0,39	0,45
Posterolateral (sol)*	-0,33	0,19	-1,67	0,27	0,39	0,70
Kompozit skor (sağ)*	0,24	0,19	1,21	-0,38	0,39	-0,98
Kompozit skor (sol)*	0,26	0,19	1,35	-0,40	0,39	-1,03
Flamingo (sağ)	0,81	0,19	4,16	0,36	0,39	0,92
Flamingo (sol)	0,87	0,19	4,48	0,68	0,39	1,76

* Normal dağılıma uygun; SE= Standart hata

Tablo 5'te verilen normallik testi sonuçlarına göre; kavrama kuvveti (sağ ve sol), bacak kuvveti, sırt kuvveti ve flamingo testi (sağ ve sol) değişkenleri normal dağılım göstermezken ($-1,96>Z_{\text{çarpıklık}}>1,96$ ve $-1,96>Z_{\text{basıklık}}>1,96$), diğer değişkenlerin normal dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir ($-1,96<Z_{\text{çarpıklık}}<1,96$ ve $-1,96<Z_{\text{basıklık}}<1,96$).

Tablo 6. Kuvvet Ölçümleri ile Dinamik ve Statik Denge Ölçümleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

		Kavrama kuvveti (sağ)	Kavrama kuvveti (sol)	Bacak kuvveti	Sırt kuvveti
Dinamik Denge Parametreleri					
Anterior (sağ)	rho	-0,240**	-0,250**	-0,084	-0,067
	rho	0,003	0,002	0,298	0,409
Anterior (sol)	rho	-0,243**	-0,237**	-0,081	-0,069
	rho	0,002	0,003	0,318	0,393
Posteromedial (sağ)	rho	0,104	0,122	0,241**	0,246**
	rho	0,196	0,129	0,003	0,002
Posteromedial (sol)	rho	0,006	0,001	0,144	0,164*
	rho	0,944	0,989	0,073	0,042
Posterolateral (sağ)	rho	0,038	0,062	0,066	0,094
	rho	0,635	0,441	0,415	0,246
Posterolateral (sol)	rho	0,060	0,078	0,202*	0,219**
	rho	0,456	0,333	0,012	0,006
Kompozit skor (sağ)	rho	0,772**	0,792**	0,673**	0,674**
	rho	0,000	0,000	0,000	0,000
Kompozit skor (sol)	rho	0,773**	0,794**	0,674**	0,679**
	rho	0,000	0,000	0,000	0,000
Statik Denge Parametreleri					
Flamingo (sağ)	rho	-0,169*	-0,120	-0,290**	-0,298**
	rho	0,036	0,136	0,000	0,000
Flamingo (sol)	rho	-0,202*	-0,171*	-0,299**	-0,337**
	rho	0,012	0,033	0,000	0,000

* $p<0,05$; ** $p<0,01$

Tablo 6'da kuvvet parametreleri ile dinamik ve statik denge ölçümleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapılmış olan Spearman ρ testine ait bulgular verilmektedir. Tabloya göre, kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile anterior (sağ ve sol) ve flamingo (sağ ve sol) değişkenleri arasında negatif yönde çok zayıf düzeyde ilişki tespit edilirken, kompozit skor (sağ ve sol) değişkenleri ile pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki saptanmıştır. Bacak kuvveti ile posteromedial (sağ) ve posterolateral (sol) arasında pozitif yönde çok zayıf, kompozit skor (sağ ve sol) arasında ise pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Sırt kuvveti ile posteromedial (sağ ve sol) ve posterolateral (sol) arasında pozitif yönde çok zayıf, kompozit skor (sağ ve sol) arasında ise pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Bacak kuvveti ile flamingo (sağ ve sol) negatif yönde zayıf ilişki bulunurken aynı şekilde sırt kuvveti ile flamingo

(sağ ve sol) negatif yönde zayıf ilişki bulunmuştur.

Tablo 7. Statik ve Dinamik Denge Ölçümleri Arasındaki Korelasyon Düzeyinin İncelenmesi

		Statik Denge Ölçümleri	
		Flamingo (sağ)	Flamingo (sol)
Dinamik Denge Ölçümleri	Anterior (sağ)	rho	-0,089
		rho	0,269
	Anterior (sol)	rho	-0,064
		rho	0,431
	Posteromedial (sağ)	rho	-0,191*
		rho	0,017
	Posteromedial (sol)	rho	-0,186*
		rho	0,020
	Posterolateral (sağ)	rho	-0,134
		rho	0,095
	Posterolateral (sol)	rho	-0,248**
		rho	0,002
	Kompozit skor (sağ)	rho	-0,129
		rho	0,111
	Kompozit skor (sol)	rho	-0,132
		rho	0,102

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tablo 7’de statik ve dinamik denge ölçümleri arasındaki korelasyonun incelenmesi sonucunda elde edilen istatistiksel analizler sunulmuştur. Tabloya göre, flamingo (sağ) değişkeni ile posteromedial (sağ ve sol) ve posterolateral (sol) arasında negatif yönde çok zayıf ilişki tespit edilmiştir. Flamingo (sol) değişkeni ile Anterior (sağ), posteromedial (sol) ve posterolateral (sağ) arasında negatif yönde çok zayıf ilişki bulunmuşken, posteromedial (sağ) ve posterolateral (sol) arasında negatif yönde zayıf ilişki gözlenmiştir.

4. Tartışma

Farklı yaş gruplarındaki sporcuların kuvvet ve denge performans ilişkisinin değerlendirilmesinin amaçlandığı bu çalışmanın en önemli bulgusu; kavrama kuvveti (sağ ve sol), bacak kuvveti, sırt kuvveti ve Y denge testi değişkenlerinden kompozit skor (sağ ve sol) değerlerinde yaş grupları arasında yıldızlar kategorisi lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş olmasıdır. Bunun yanında kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile kompozit skor (sağ ve sol) değişkenleri ile pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki saptanırken, ek olarak bacak kuvveti ile kompozit skor (sağ ve sol) arasında da pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Bunun yanında sırt kuvveti ile kompozit skor (sağ ve sol) arasında ise pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Araştırmanın bulguları kuvvet performansı ile statik ve dinamik denge değerleri arasında korelasyon olduğunu açıkça göstermektedir.

Statik ve dinamik denge testleri, çocuklarda kuvvet performansını değerlendirmek için sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. [Sember ve diğerleri \(2020\)](#) çalışmasında, 9-12 yaş aralığında 262 sağlıklı (139 erkek ve 123 kız) çocuğun statik ve dinamik denge testleri ve patlayıcı kas kuvveti ölçümleri arasında pozitif bir ilişki bulmuştur. Benzer şekilde, [Golle ve diğerleri \(2015\)](#) tarafından 9-12 yaş arasında 88 kız ve 152 erkek Alman çocuğun fiziksel uygunluk yüzdelerinin belirlendiği çalışmada statik ve dinamik denge testlerinin kuvvetle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada benzer olarak denge ve kuvvet arasında pozitif yönde ilişki tespit edilmiştir.

Denge ve kuvvet arasındaki ilişki hem fiziksel performans hem de yaralanma önleme stratejileri açısından önem taşımaktadır. [Granacher ve diğerleri \(2011\)](#), çocuklarda denge antrenmanlarının kas kuvveti, postüral kontrol ve motor koordinasyon üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmiştir. 9-12 yaş arası 120 çocuğun denge ve kas kuvveti arasındaki ilişkisinin incelendiği farklı bir çalışmada denge ölçümleri tek ayak üzerinde durma testi ile kas kuvveti ise el dinamometresi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, denge ve kas kuvveti arasında pozitif bir korelasyon olduğunu gösterirken kas kuvveti arttıkça denge performansın da iyileşmeler gözlenmiştir ([Wang ve Chen, 1999](#)). Yapmış olduğumuz çalışmada benzer olarak denge ve el kavrama kuvveti arasında pozitif yönde bulgulara rastlanmıştır.

[Kryeziu ve diğerleri \(2025\)](#) yapmış olduğu araştırmada 9-11 yaş grubundaki çocukların fiziksel uygunlukları yaşa göre değerlendirmiş ve yaş ilerledikçe fiziksel uygunlukta denge ve kuvvet arasında olumlu bir ilişki tespit edilmiştir. Benzer şekilde 9-17 yaş arası çocukların fiziksel uygunluk düzeylerinin zaman içindeki değişimlerinin incelendiği çalışmada kuvvet ve denge ölçümlerinde, yaşa bağlı iyileşmeler rapor edilmiştir ([Fühner vd., 2021](#)). Yapmış olduğumuz çalışmada benzer olarak denge ve kuvvet arasında ilişki incelendiğinde yıldızlar kategorisi lehine pozitif yönde bulgular ile desteklenmektedir. Bu durum yaşın artışı ile birlikte denge ve kuvvet arasındaki ilişkinin arttığı ve iyileşmelerin daha fazla olduğu düşünülmektedir.

10-12 yaş arasında 2293 erkek çocuğun katıldığı çalışmada fiziksel uygunluk düzeyleri ölçülmüş, denge ve kuvvet gelişiminin

sağlıklı yaşam profiline etkisi olduğu görülmüştür (Larsen vd., 2021). Farklı bir araştırmada, 118 sağlıklı çocukta fiziksel aktivite ile postüral kontrol arasındaki ilişki incelenmiş, postural kontrolün geliştirilmesinde kuvvet kazanımları belirleyici bulunmuştur (Garcia-Soidán vd., 2020). Fiori ve diğerleri (2020) 6-11 yaş İtalyan çocuk üzerinde (n=30472) yürüttükleri araştırmada beden kütle indeksi ile denge ve fiziksel uygunluk ilişkili bulunmuştur. Beden kütle indeksinin artışıyla denge performansında azalma görülmüştür. Kuvvetin etkisi dengede belirleyici bulunmuştur.

Covid-19 sonrası çocukların denge performansı ve kuvvet kayıplarına odaklanan bir çalışmada 8-12 yaş arasında (69 erkek ve 81 kız) sağlıklı çocuklarda kuvvet kaybının, denge performansı üzerinde olumsuz etkileri tespit edilmiştir (Martínez-Córcos vd., 2022).

Farklı yaş gruplarında (10-18) 389 sporcunun postural stabilite ve kas kuvveti ilişkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda, 10-12 yaş aralığındaki sporcuların, modifiye denge hatası puanlama sisteminde tek ayak üzerinde durma testinde daha kötü performans gösterdiği ve Y-denge testinde posterolateral ve posteromedial yönlerde 16-18 yaş sporculara göre daha fazla asimetri gösterdikleri gözlenmiştir (Breen vd., 2016). Denge ve kuvvet ilişkisinin yaşa bağlı değişimleri, çocukların büyüme ve gelişim süreçleriyle yakından ilişkilidir. Tomkinson ve diğerleri (2018) çalışmasında 9-17 yaşlarında Avrupa'daki çocuklar üzerinde, denge ve kuvvet performansının yaşa ve cinsiyete göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Erkek çocuklarının kas kuvveti açısından avantajlı olduğu ve bu durumun denge performanslarına da yansıtıldığı tespit edilmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada denge ve kuvvet arasındaki ilişki yaşın artması ile birlikte pozitif yönde artışlar ortaya çıkarmıştır. Bu durum ergenlik öncesi yaşlar da denge kuvvet arasındaki ilişkinin, ergenlik sonrası yaşlarda denge kuvvet arasındaki ilişkiden zayıf olduğunu vurgulamaktadır.

6-18 yaş arasındaki denge performansına dair sistematik bir incelemede yaş arttıkça denge performansının geliştiğini, ancak cinsiyet farkının belirgin olmadığını göstermektedir (Schedler vd., 2019). Başka bir çalışmada 10-16 yaş pubertal (ergenlik öncesi) ve postpubertal (ergenlik sonrası) erkek genç sporcuların kas gücü ve denge performanslarını karşılaştırmasında ergenlik sonrası sporcuların daha iyi performans sergilediğini görülmüştür (Hammami vd., 2016). Fiziksel aktivite ve spor katılımı, denge ve kuvvet arasındaki ilişkinin önemli bir belirleyicisidir. Berisha (2021) 777 (383 kız ve 394 erkek) çocuklarda yaptığı araştırmada, fiziksel aktivite düzeyinin yanı sıra cinsiyet ve yaş gibi faktörlerin denge ve kuvvet üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Çalışma düzenli fiziksel aktivitenin, denge ve kuvvet ilişkisini güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Yapmış olduğumuz çalışmada benzer olarak yaş arttıkça denge performansı arttığını, farklı olarak cinsiyetler arasında bir değişim olup olmadığını bu çalışmada değinmedik.

Denge ve kuvvet ilişkisinde dikkate alınması gereken bir diğer önemli faktör, postural kontrolün gelişimidir. Mani ve diğerleri (2019) 48 sağlıklı çocuk üzerinde yaptığı çalışmada, tek ayak üzerinde durma gibi basit testlerin, postural kontrol ve alt ekstremitte kuvveti arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için etkili araçlar olduğu gösterilmiştir. Çalışmada, alt ekstremitte kuvvetindeki artışın, postural stabiliteyi önemli ölçüde iyileştirdiği belirtilmiştir. Bu sonuç, denge ve kuvvetin birbirini destekleyen unsurlar olduğunu doğrulamaktadır. Mevcut araştırmada, kavrama kuvveti (sağ ve sol) ile kompozit skor (sağ ve sol) değişkenleri ile pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki saptanırken, ek olarak bacak kuvveti ile kompozit skor (sağ ve sol) arasında da pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Bunun yanında sırt kuvveti ile kompozit skor (sağ ve sol) arasında ise pozitif yönde orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmada benzer olarak denge ve kuvvet arasında ilişki incelendiğinde yıldızlar kategorisi lehine pozitif yönde bulgular ile desteklenmektedir. Bu durum yaşın artışı ile birlikte denge ve kuvvet arasındaki ilişkinin arttığı ve iyileşmelerin daha fazla olduğu düşünülmektedir. Yaşın artışı ile birlikte salt kuvvetin artması da denge performansını etkilemektedir.

Sonuçlar

Sonuç olarak, mevcut araştırmanın bulgularına göre, 9-15 yaş grubundaki genç sporcularda denge ve kuvvet arasında ilişki olduğu ve bunun da hem fiziksel uygunluk hem de genel sağlık açısından kritik öneme sahip olduğu söylenebilir. Bu bulgular, literatürdeki çalışmalarla uyumlu olmakla birlikte, özellikle büyüme ve gelişim sürecinde denge ve kuvvet antrenmanlarının bilinçli bir şekilde uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır. Gelecekte bu alandaki araştırmalar, daha spesifik antrenman protokolleri geliştirilerek, çocukların fiziksel ve motor gelişimlerini desteklemeye yönelik önemli katkılar sağlayabilir.

Sınırlılıklar

Mevcut çalışmanın bazı sınırlılıkları vardı. İlk olarak, araştırma grubu belli bir bölgedeki, takım sporlarıyla ilgilenen sporcuları içermektedir. Bu nedenle verilerin genelleştirilebilir olup olmadığını belirlemek için daha büyük örneklem grupları üzerinde araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır. İkinci olarak, mevcut çalışmadaki fiziksel performansın ölçümü ve değerlendirilmesi yalnızca saha testleriyle gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ortamında, farklı ölçüm metodlarının kullanılması araştırma sonuçlarını değiştirebilir. Son olarak, sporcuların denge-kuvvet antrenmanları ve mevcut antrenman geçmişleri belgelenmedi. Bu farklılıklar kuvvet ve denge performanslarını etkilemiş olabilir.

Yazar Katkıları: Bu çalışmanın kavramsallaştırması M.A., M.E.S., Ş.İ. ve S.R. tarafından, metodoloji, doğrulama ve analiz M.A., M.E.S., Ş.İ. ve S.R. tarafından, araştırma ve kaynaklar M.A., M.E.S., Ş.İ. ve S.R. tarafından, yazım-rijinal taslak hazırlama, yazım-inceleme ve düzenleme M.A., M.E.S., Ş.İ. ve S.R. tarafından yapılmıştır. Yazarlar yayınlanan makalenin bu versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.

Çıkar Çatışmaları: Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Finansal Destek: Herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı: Veriler kamuya açıktır.

Kaynaklar

- Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian society for exercise physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), 547–561. <https://doi.org/10.1139/H08-020>
- Berisha, M. (2021). Determination of flexibility and mobility levels for female physical education students and motor asymmetry analysis. *Physical Education of Students*, 25(5), 272–279. <https://doi.org/10.15561/20755279.2021.0503>
- Breen, E. O., Howell, D. R., Stracciolini, A., Dawkins, C., & Meehan, W. P. (2016). Examination of age-related differences on clinical tests of postural stability. *Sports Health*, 8(3), 244–249. <https://doi.org/10.1177/19417381166631084>
- Çakır, E., & Özbar, N. (2019). Bayan futsal oyuncularında flamingo ve stork denge testinin karşılaştırılması ile kassal kuvvetin testleri üzerine etkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 24(3), 181–188.
- Fiori, F., Bravo, G., Parpinel, M., Messina, G., Malavolta, R., & Lazzar, S. (2020). Relationship between body mass index and physical fitness in Italian prepubertal schoolchildren. *Plos One*, 15(5), e0233362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233362>
- Fühner, T., Kliegl, R., Arntz, F., Kriemler, S., & Granacher, U. (2021). An update on secular trends in physical fitness of children and adolescents from 1972 to 2015: A systematic review. *Sports Medicine*, 51(2), 303–320. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01395-7>
- García-Soidán, J. L., García-Liñeira, J., Leirós-Rodríguez, R., & Soto-Rodríguez, A. (2020). Physical activity practice and optimal development of postural control in school children: Are they related? *Journal of Clinical Medicine*, 9(9), 2988. <https://doi.org/10.3390/jcm9092988>
- Golle, K., Muehlbauer, T., Wick, D., & Granacher, U. (2015). Physical fitness percentiles of German children aged 9–12 years: Findings from a longitudinal study. *Plos One*, 10(11), e0142393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142393>
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Kressig, R. W., & Zahner, L. (2011). An intergenerational approach in the promotion of balance and strength for fall prevention: A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 304–315. <https://doi.org/10.1159/000322197>
- Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, İ. (2013). *Spor fizyolojisi ve performans ölçümü* (3rd ed.). Ankara: İlksan Matbaası, Gazi Kitabevi.
- Hammami, R., Chaouachi, A., Makhlof, I., Granacher, U., & Behm, D. G. (2016). Associations Between Balance and Muscle Strength, Power Performance in Male Youth Athletes of Different Maturity Status. *Pediatric exercise science*, 28(4), 521–534. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0231>
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221–232. <https://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>
- Kamuk, Y. U. (2020). Spor bilimleri alanında yayınlanan makalelerde kullanılan istatistiksel yöntemlerin incelenmesi. *Spormetre*, 18(3), 73–85. <https://doi.org/10.33689/spormetre.696051>
- Kienzey, S. J., & Armstrong, C. W. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(5), 356–360. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.27.5.356>
- Kryeziu, A. R., Begu, B., Badau, D., & Iseni, A. (2025). Relative age effect (RAE) according to norm values on anthropometric performance and physical fitness in 9–11-year-old children. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.3390/jfmk10010032>
- Larsen, M. N., Madsen, M., Cyril, R., Madsen, E. E., Lind, R. R., Ryom, K., Christiansen, S. R., Elbe, A. M., & Krstrup, P. (2021). Well-being, physical fitness and health profile of 10–12 years old boys in relation to leisure-time sports club activities: A cross-sectional study. *BMJ Open*, 11(11), e050920. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-050920>
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61–72. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31825760ea>
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics.
- Mani, H., Miyagishima, S., Kozuka, N., Kodama, Y., Takeda, K., & Asaka, T. (2019). Development of postural control during single-leg standing in children aged 3–10 years. *Gait & Posture*, 68, 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.11.018>
- Martínez-Córcoles, V., Nieto-Gil, P., Ramos-Petersen, L., & Ferrer-Torregrosa, J. (2022). Balance performance analysis after the COVID-19 quarantine in children aged between 8 and 12 years old: Longitudinal study. *Gait & Posture*, 94, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.01.011>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjörström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Schedler, S., Kiss, R., & Muehlbauer, T. (2019). Age and sex differences in human balance performance from 6-18 years of age: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 14(4), e0214434. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214434>
- Sember, V., Grošelj, J., & Pajek, M. (2020). Balance tests in pre-adolescent children: Retest reliability, construct validity, and relative ability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5474. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155474>
- Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., Lang, J. J., & Ortega, F. B. (2018).

- European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9–17 years: Results from 2,779,165 Eurofit performances representing 30 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1445–1463. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097799>
- Wang, W. Y., & Chen, S. M. (1999). Balance and muscular strength in normal children aged 9-12 years. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 15(4), 226–233.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. *Gait & Posture*, 16(1), 1–14. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00156-4](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00156-4)

Sorumluluk Reddi/Yayıncının Notu: Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler JSAR'a ve/veya editör (ler)e değil, yalnızca bireysel yazar (lar)a ve katkıda bulunan (lar)a aittir. JSAR ve/veya editör(ler), içerikte atıfta bulunulan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan herhangi bir sorumluluk kabul etmez.