



ISSN: 2651-4451 • e-ISSN: 2651-446X

## Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation

2021 32(2)191-199

Bensu SÖĞÜT, MSc, PT<sup>1</sup>  
Gülcan HARPUR, PhD PT<sup>1</sup>  
Volga BAYRAKÇI TUNAY, PhD, PT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hacettepe University, Faculty of Physical  
Therapy and Rehabilitation, Ankara, Turkey

### Correspondence (İletişim):

Bensu SÖĞÜT, MSc, PT;  
Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy  
and Rehabilitation, Sıhhiye, 06100, Ankara, Turkey  
Email: bensusogut@gmail.com  
Phone: (0312) 281 42 08  
ORCID ID: 0000-0001-8897-2848

Gülcan HARPUR  
e-mail: aktasgulcan@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0003-2298-0807

Volga BAYRAKÇI TUNAY  
e-mail: volgame1@yahoo.com  
ORCID ID: 0000-0002-0946-9484

Received: 26.10.2020 (Geliş Tarihi)  
Accepted: 24.02.2021 (Kabul Tarihi)



Content of this journal is licensed under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

# YILDIZ DENGE TESTİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

## ARAŞTIRMA MAKALESİ

### ÖZ

**Amaç:** Yıldız denge testi (YDT) denge, propriosepsiyon ve kas koordinasyonu bileşenlerini içeren dinamik bir testtir. Literatürde alt ekstremitte fonksiyonel performansını değerlendirmek için sıklıkla kullanılan bu testi etkileyen faktörlerde fikir birliğine ulaşılmamıştır. Bu çalışmanın amacı sağlıklı, fiziksel olarak aktif bireylerde, YDT sonuçlarını etkileyebilecek faktörleri araştırmaktır.

**Yöntem:** Çalışmaya 30 erkek, 21 kadın olmak üzere 51 sağlıklı, fiziksel olarak aktif birey dahil edildi (yaş=22,74±1,93 yıl, beden kitle indeksi=22,52±2,29 kg/m<sup>2</sup>, Tegner skoru >5). YDT'yi değerlendirmek için anterior, posteromedial ve posterolateral uzanma yönleri seçildi ve uzanma miktarı kaydedildi. Alt ekstremitte uzunluğu, gastrocnemius/soleus kas esnekliği, dorsifleksiyon normal eklem hareketi (DFNEH) ve kuadriseps kas kuvvetinin test sonuçlarına etkisi değerlendirildi. İstatistiksel analizde doğrusal regresyon analizi kullanıldı.

**Sonuçlar:** Alt ekstremitte uzunluğu YDT'de tüm yönler ile orta düzeyde ve pozitif ilişki gösterdi (Anterior r=0,443, r<sup>2</sup>=0,199, p<0,001; posteromedial r=0,404, r<sup>2</sup>=0,157, p=0,004; posterolateral r=0,403, r<sup>2</sup>=0,162, p=0,003). Gastrocnemius/soleus kas esnekliği ile YDT uzanma mesafeleri arasında ilişki bulunmadı (p>0,05). DFNEH ile anterior yön arasında orta düzeyde ve pozitif ilişki gözlemlenirken (r=0,311, r<sup>2</sup>=0,103 p=0,034); posteromedial ve posterolateral yönler ile arasında anlamlı ilişki gözlemlenmedi (p>0,05). Kuadriseps kas kuvveti ile YDT uzanma mesafeleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı (p>0,05).

**Tartışma:** YDT'de bireyler veya gruplar karşılaştırıldığında objektif değerlendirme yapılabilmesi için alt ekstremitte uzunluğunun bireylerin uzanma mesafeleri ile normalize edilmesi gerekmektedir. Anterior yön uzanma mesafesinde limitasyon görülüyorsa, DFNEH değerlendirilmesi, limitasyonun sebebinin anlaşılmasında faydalı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Alt Ekstremitte; Fiziksel Performans; Normal Eklem Hareketi; Postural Denge.

## AN INVESTIGATION OF THE FACTORS AFFECTING STAR EXCURSION BALANCE TEST

### ORIGINAL ARTICLE

### ABSTRACT

**Purpose:** Star excursion balance test (SEBT) is a dynamic test that includes components of balance, proprioception and muscle coordination. There is no consensus in the literature on the factors affecting the test, which is frequently used to evaluate lower extremity functional performance. The purpose of this study was to investigate the effects of the factors on SEBT outcomes in healthy physically active individuals.

**Methods:** Fifty one physically active healthy individuals (30 males, 21 females) were included in this study (age=22.74±1.93 years; body mass index=22.52±2.29 kg/m<sup>2</sup>, Tegner score >5). Anterior, posteromedial, and posterolateral directions were chosen to evaluate SEBT, and reach distances was recorded. Lower extremity length, gastrocnemius/soleus flexibility, dorsiflexion range of motion (DFROM), and quadriceps muscle strength were evaluated. Linear regression analysis was used for statistical analysis.

**Results:** Lower extremity length showed a moderate and positive correlation with all directions in the SEBT (Anterior r=0.44, r<sup>2</sup>=0.19, p<0.001; posteromedial r=0.40, r<sup>2</sup>=0.15, p=0.004; posterolateral r=0.40, r<sup>2</sup>=0.16, p=0.003). There was no correlation between gastrocnemius/soleus muscle flexibility and SEBT reach distances (p>0.05). The DFROM showed a moderate and positive relationship with anterior direction (r=0.31, r<sup>2</sup>=0.01 p=0.03), and no significant relationship was found for posteromedial and posterolateral directions (p>0.05). There was no correlation between quadriceps muscle strength and SEBT reach distances (p>0.05).

**Conclusion:** The SEBT outcomes should be normalized to lower extremity length while comparing the test outcomes between individuals. In addition, when the deficit is observed for anterior reach direction, ankle DFROM should be assessed to better understand the deficits in anterior reach distances.

**Key Words:** Lower Extremity; Physical Performance; Range of Motion; Postural Balance.

## GİRİŞ

Yıldız denge testi (YDT) alt ekstremitte dinamik denge ve postüral kontrolünü değerlendirmek için sıklıkla kullanılan testlerden biridir. YDT sekiz farklı yönde 45'er derece aralıkla çizilen hatlarda, denge korunarak ve tek bacak çömelme hareketi yapılarak bireyin açığa çıkardığı maksimum uzanmayı ölçen bir testtir (1). Bu test sayesinde dinamik denge kolay, güvenilir ve ucuz bir yöntemle ölçülebilir ve test sonuçları kas kuvveti, esneklik ve propriosepsiyon hakkında bilgi verilebilir (2). Uzanma mesafeleri dinamik postüral kontrol için gösterge olarak kabul edilir ve daha iyi uzanma mesafesi daha iyi dinamik postüral kontrole işaret eder. Önceleri rehabilitasyon ölçüm aracı olarak kullanılmaya başlanan bu test, rehabilitasyonun ilerlemesinin takibinde, dinamik postüral kontrol seviyesi ölçümlerinde ve alt ekstremitte yaralanma riskini belirlemede de kullanılabilir. Yapılan faktör analizi çalışmasında testte kaydedilen sekiz yönün birbirleri ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (3). Bu sayede testin yalnızca üç yönde yapılmasının (anterior, posteromedial, posterolateral) daha etkili olacağı ve test süresini kısaltacağı belirlenmiştir.

Literatür incelendiğinde yapılan çalışmalar, YDT uzanma mesafelerini etkileyen faktörler bulunduğunu bildirmişlerdir. Alt ekstremitte uzunluğu, test sırasında uzanma mesafesi ile ilişkili görülen faktörlerdendir (4,5). Gribble ve ark. çalışmalarında kadın ve erkek bireyler arasında belirgin olarak farklı uzanma mesafesi bulunmuş ancak sonuçlar normalize edildiğinde farkın ortadan kalktığı görülmüştür. Bu sebeple test sonuçlarını bireyler veya gruplar arasında kıyaslayabilmek için, uzanılan mesafenin, kişinin ekstremitte uzunluğu ile normalize edilmesi önerilmektedir (4). YDT'nin alt ekstremitte esnekliği ile de ilişkili olabileceği çalışmalarda gösterilmiştir. Endo ve ark. (6) kalça ve ayak bileği esnekliğinin YDT anterior ve lateral yönlerde uzanma mesafesi ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Ayak bileği eklem hareket açıklığını etkileyebilecek gastroknemius ve soleus kaslarının esnekliğinin, uzanma mesafelerini negatif yönde etkileyebileceği öne sürülmüştür (7). Gastroknemius kas esnekliği pasif ve aktif ölçüm sonuçları ile YDT uzanma mesafeleri arasındaki ilişki incelenmiş olmasına karşın, soleus

esnekliğini değerlendiren bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Ayak bileği normal eklem hareketinin hem sağlıklı bireylerde hem de çeşitli yaralanmaları bulunan bireylerde, YDT sonuçları ile, özellikle anterior yönde uzanma mesafesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (8). Bunun yanında, alt ekstremitte kas kuvvetinin YDT'yi etkileyebileceği düşünülmüştür. Kuadriseps kas kuvveti ile YDT uzanma mesafelerinin ilişkisini inceleyen çalışmalarda, çoğunlukla ön çapraz bağ yaralanması geçirmiş bireyler ile çalışılmıştır ve birbirinden farklı sonuçlara rastlanmıştır (9,10). Literatürde .YDT sonuçlarını etkileyen bir takım faktörler ayrı ayrı araştırılsa da bu faktörlerin hangi oranda hangi oranda etki ettiği hakkında yeterli bilgi yoktur. Bu çalışmanın amacı, literatürde YDT sonuçlarını etkileyebilecek faktörleri belirlemek ve sağlıklı, fiziksel aktif bireylerde bu faktörlerin test sonuçlarını hangi oranda etkilediğini araştırmaktır. Çalışma hipotezimiz, alt ekstremitte uzunluğunun, gastroknemius/soleus kas esnekliğinin, ayak bileği normal eklem hareketinin ve kuadriseps kas kuvvetinin YDT sonuçlarını etkileyeceği yönündeydi.

## YÖNTEM

### Bireyler

Bu çalışmaya 51 sağlıklı, fiziksel olarak aktif birey (30 erkek, 21 kadın; yaş=22,74±1,93 yıl; vücut ağırlığı=68,38±10,98 kg; boy uzunluğu=173,82±9,48 cm; beden kütle indeksi=22,52±2,29 kg/m<sup>2</sup>) katıldı. Bu çalışma "Kesitsel Çalışma" olarak planlandı. Çalışmanın örneklem büyüklüğü G\*Power (G\*Power, Franz Faul, Almanya) programı kullanılarak yapıldı.  $\alpha=0,05$  Tip I hata,  $\beta=0,05$  Tip II hata oranları ile korelasyon katsayısı orta düzeyde ilişki ( $r=0,40$ ) olarak kabul edildiğinde, örneklem büyüklüğü 46 birey olarak hesaplandı. Çalışmanın gücünü arttırmak için 51 birey çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya 18-40 yaş aralığında, en az iki yıl alt ekstremitte kas iskelet sistemi yaralanması geçirmemiş bireyler dahil edildi. Tegner aktivite skalasına göre aktivite düzeyi 5 ve üzeri olan bireyler çalışmaya dahil edildi. Tegner Aktivite Skalası fiziksel aktivite seviyesini 0-10 arasında derecelendiren bir skaldır, aktivite düzeyinin 5 ve üzerinde olduğu belirlenen

bireyler aktif olarak tanımlanmıştır (11). Sistemik veya nörolojik problemi olan bireyler ve alt ekstremitelerde kas iskelet sistemi cerrahisi geçirmiş bireyler çalışmaya dahil edilmedi. Denge performansı beden kitle indeksinden etkilenebileceği için beden kitle indeksi  $24,9 \text{ kg/m}^2$ 'den büyük olan bireyler çalışmaya dahil edilmedi (12,13). Çalışmaya katılan bütün bireylerden imzalı onam formu alındı. Çalışma için gerekli etik kurul izni Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı (Onay Tarihi: 05.02.2019 ve Onay Numarası: GO/19/127). Çalışmaya dahil edilecek bireyler araştırmacıların yakınlarından ve tanıdıklarından kartopu yöntemi ile sağlandı. Çalışma Şubat-Eylül 2019 tarihleri arasında yapıldı.

### Değerlendirmeler

Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş, cinsiyet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi ve dominant ekstremitesi testlerden önce kaydedildi. Bireylerin yalnızca dominant ekstremiteleri değerlendirmeye alındı. Dominant ekstremitede, bireylerin topa vurmak için tercih ettikleri ekstremitede olarak belirlendi (14).

Alt ekstremitede dinamik dengesini değerlendirmek için YDT [sınıf içi Intraclass Correlation Coefficient (ICC)=0,67–0,97, sınıflar arası ICC=0,81–1,0] kullanıldı (15,16). Testte, düz bir zemine Y şeklinde üç mezura sabitlendi. Öne uzanan mezura anterior, arkada kalan iki mezura posteromedial ve posterolateral uzanma yönleri olarak belirlendi. Anterior ile posteromedial veya posterolateral uzanma yönleri arasındaki açı 135 derece iken, posteromedial ve posterolateral uzanma yönleri arasındaki açı 90 derece idi. Test sırasında, katılımcılardan dominant ekstremitelerinin zeminde kalması ve anteriora uzanma yapılırken, ayağın en uzun parmağı orta noktaya gelecek şekilde; posteromedial ve posterolateral yönlere uzanma yapılırken, topuğu ortaya gelecek şekilde durması istendi (15). Denge testi sırasında bireylerden tek bacak dengesini koruyarak, dominant olmayan ekstremitesi ile uzanabildiği maksimum mesafeye giderek, parmak ucu ile yerle hafif temas edip, dengeli bir şekilde başlangıç noktasına dönmesi istendi (1) (Şekil 1). Her bir bireyin her yön için dört tekrar

deneme yapması ve testi öğrenmesi sağlandı. Test sırasında bireylerden yalınayak olması ve ellerin belde sabit tutulması istendi. Yapılan ölçümlerde kişi tek ayak üzerindeki dengesini koruyamadığında, sabit ayağın topuğunun yerle teması kesildiğinde, serbest olan ayak yere ağırlık aktardığında veya yönler arası geçişte dominant olmayan ekstremitede başlangıç pozisyonuna getirilemediğinde yapılan test iptal edildi ve test baştan başlatıldı (17). Ölçümler üç tekrarlı olarak yapıldı ve ölçümlerin ortalaması alındı (18).

Alt ekstremitede uzunluğu, kişi sırt üstü pozisyonda uzanırken spina iliaca anterior superiorundan medial malleole kadar olan uzunluk olarak kaydedildi (ICC=0,80) (19). Ölçüm mezura ile yapıldı.

Gastroknemius ve Soleus kasların esneklik ölçümünde inklinometre (Goniometer Pro, Bloomfield, NJ, ABD) kullanıldı (ICC=0,99) (20). Katılımcılardan ayakları yataktan sarkacak şekilde yüzüstü uzanması istendi ve inklinometre ayağın lateralinde sabit tutuldu. Gastroknemius kası esneklik ölçümünde diz ekstansiyondayken, soleus kası esnekliği için diz 90 derece fleksiyondayken ayak bileği fizyoterapist tarafından dorsifleksiyon yönünde erişebilen son açığa kadar hareket ettirildi ve dorsifleksiyondaki son açı kaydedildi (21). Her bir kas için esneklik ölçümü üç tekrarlı olacak şekilde yapıldı. Üç tekrarın ortalaması alındı.

Dorsifleksiyon normal eklem hareketi (DFNEH), öne hamle testi ile ölçüldü. (ICC=0,99) (22) Test sırasında bireylerden düz bir zeminde ellerini duvara koyarak dominant bacağı öne almaları, diğer bacakla arkada dengeyi sağlamaları istendi. Ölçümler ayakta durma pozisyonunda yapıldı. Ölçüm aracı olarak mezura kullanıldı. Mezura sıfır noktası duvara gelecek şekilde zeminde sabitlendi. Katılımcılardan dominant ayakları ile mezuranın üzerine basmaları ve ağırlıklarını elleri aracılığıyla duvara yüklemeleri, bu pozisyonda öndeki ayakları zeminle topuk temasını korurken dizle riyle duvara hafifçe dokunmaları istendi (23). Birey başarılı olursa, test edilen ayak duvardan 1 cm daha geriye alındı ve test tekrar edildi (23). Ölçüm yapılırken bir fizyoterapist tarafından kişinin test edilen ayağının topuk temasını kaybedip kaybetmediği, elleri ile duvara ağırlık aktarmanın devam edip etmediği kontrol edildi; hatalı



Şekil 1: Yıldız Denge Testi anterior, posteromedial ve posterolateral yönde uzanmalar.

durumlarda kişi uyarıldı ve ölçümler tekrarlandı. Ölçümler yalnızca dominant ekstremitede ve üç tekrarlı olarak yapıldı, başarılı olunan en uzak mesafe kaydedildi (22).

Kuadriseps kas kuvveti izokinetik dinamometre (IsoMed2000 D&R GmbH, Almanya) ile ölçüldü (ICC=0,76-0,89) (24). Ölçümler, 0-90° diz fleksiyon ekleme hareket açıklığında, 180 °/sn açısal hızda ve beş tekrarlı olarak yapıldı (25). Katılımcıların teste başlamadan önce 10 dakika bisiklet ergometresi ile ısınma yapmaları sağlandı (25). Katılımcılar dinamometrenin koltuğunda kalça-diz açıları 90° olacak şekilde pozisyonlandı (26). Dinamometrenin pivotu lateral femoral epikondile gelecek şekilde lazer yardımı ile ayarlandı. Gövde, bel ve distal femur kemer kullanılarak koltuğa sabitlendi. Cihazın kuvvet kolu lateral malleolun 2 cm üzerine gelecek şekilde ayarlandı (26). Katılımcıların test prosedürünü öğrenmesi için beş tekrarlı pratik yapıldı. Daha sonra, bireylerden beş tekrar boyunca kuvvet kolunu olabildiğince kuvvetli itip çekmesi istendi (10). Test boyunca bireylere aynı standartta sözel geri bildirim yapıldı.

### İstatistiksel Analiz

Analizler IBM SPSS 21.0 (SPSS Inc, IL, ABD) prog-

ramı kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile belirlendi. Tanımlayıcı istatistik için sayısal değişkenlerde ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri; kategorik değişkenlerde ise sayı ve yüzde değerleri verildi. Üç tekrarın göreceli güvenilirlik ölçümü için ICC (3,1) değeri hesaplandı (27). Faktörlerin test sonuçları ile ilişkilerinin değerlendirilmesinde doğrusal regresyon analizi kullanıldı. İlişki derecesine Pearson korelasyon katsayısı ile bakıldı. Korelasyon katsayısı  $r > 0,60$  ise güçlü ilişki,  $r = 0,30-0,60$  arasıdaysa orta düzeyde ilişki ve  $r < 0,30$  ise, zayıf ilişki olarak kabul edildi (28). Faktörlerin test sonuçları üzerine etki oranı  $r^2$  ve Beta değerleri ile hesaplandı. İstatistiksel yanılma olasılığı  $p < 0,05$  olarak belirlendi.

### SONUÇLAR

Çalışmaya 30 erkek, 21 kadın olmak üzere 51 sağlıklı birey dahil edildi. Bireylerin % 12'sinin sol bacağı dominantken, % 88,24'ünün sağ bacağı dominanttı. Bireylerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve beden kitle indeksi tanımlayıcı bilgileri Tablo 1'de gösterilmiştir.

YDT uzanma mesafeleri ile ekstremitte uzunluğu, gastroknemius kas esnekliği, soleus kas esnekli-

Tablo 1: Katılımcıların Demografik Özellikleri.

| Özellik | Yaş (yıl)  | Boy (cm)    | Vücut Ağırlığı (kg) | Beden Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) |
|---------|------------|-------------|---------------------|--|
| N=51    | 22,74±1,93 | 173,82±9,48 | 68,38±10,98         | 22,52±2,29                               |

**Tablo 2:** Yıldız Denge Testi Uzanma Mesafeleri ile Ekstremitte Uzunluğu, Gastroknemius ve Soleus Kas Esnekliği, DFNEH ve Kuadriseps Kas Kuvveti Arasındaki İlişki

| Parametre | Ekstremitte Uzunluğu (cm) |                |          | Gastroknemius Esnekliği (°) |                |       | Soleus Esnekliği (°) |                |       | DFNEH (cm) |                |        | Kuadriseps Kas Kuvveti (Nm/Kg) |                |       |
|-----------|---------------------------|----------------|----------|-----------------------------|----------------|-------|----------------------|----------------|-------|------------|----------------|--------|--------------------------------|----------------|-------|
|           | r                         | r <sup>2</sup> | p        | r                           | r <sup>2</sup> | p     | r                    | r <sup>2</sup> | p     | r          | r <sup>2</sup> | p      | r                              | r <sup>2</sup> | p     |
| YÖN       |                           |                |          |                             |                |       |                      |                |       |            |                |        |                                |                |       |
| YDT-A     | 0,443                     | 0,199          | <0,001 * | 0,015                       | 0              | 0,921 | 0,089                | 0,011          | 0,546 | 0,311      | 0,103          | 0,034* | 0,091                          | 0,008          | 0,529 |
| YDT-PM    | 0,404                     | 0,157          | 0,002*   | 0,114                       | 0,013          | 0,44  | 0,032                | 0,001          | 0,839 | 0,005      | 0              | 0,974  | 0,187                          | 0,035          | 0,194 |
| YDT-PL    | 0,403                     | 0,162          | 0,003*   | 0,165                       | 0,024          | 0,267 | 0,118                | 0,023          | 0,384 | 0,141      | 0,016          | 0,338  | 0,177                          | 0,031          | 0,220 |

\*p<0,05. YDT-A: Yıldız denge testi anterior yön, YDT-PM: Yıldız denge testi posteromedial yön, YDT-PL: Yıldız denge testi posterolateral yön, DFNEH: Dorsifleksiyon normal eklem hareketi

ği, DFNEH ve kuadriseps kas kuvveti arasındaki ilişki sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

YDT grup içi korelasyon katsayısı ölçümü; anterior yön için ICC(3,1)=0,972, posteromedial yön için ICC(3,1)=0,984 ve posterolateral yön için ICC(3,1)=0,979 hesaplandı.

YDT anterior yön uzanma mesafesi ile ekstremitte uzunluğu arasındaki ilişki orta düzeyde ve pozitif yöndeydi (r=0,443, p=0,001). Ekstremitte uzunluğu % 19,9 oranında anterior yönde uzanma mesafesini etkiledi (r<sup>2</sup>=0,199) ve ekstremitte uzunluğunda 1 cm’lik artışın bu yönde 0,473 cm’lik bir artışa sebep olduğu görüldü (β=0,473). YDT posteromedial yön uzanma mesafesi ile ekstremitte uzunluğu ilişkisi orta düzeyde ve pozitif yöndeydi (r=0,404, p=0,002). Ekstremitte uzunluğu % 15,7 oranında posteromedial yönde uzanma mesafesini etkiledi (r<sup>2</sup>=0,157) ve ekstremitte uzunluğunda 1 cm’lik artışın bu yönde 0,628 cm’lik artışa sebep olduğu görüldü (β=0,628). YDT posterolateral yön uzanma mesafesi ile ekstremitte uzunluğu ilişkisi orta düzeyde ve pozitif yöndeydi (r=0,403, p=0,003). Ekstremitte uzunluğu % 16,2 oranında posterolateral yönde uzanma mesafesini etkiledi (r<sup>2</sup>=0,162) ve ekstremitte uzunluğunda 1 cm’lik bir artışın bu yönde 0,621 cm’lik artışa sebep olduğu görüldü (β=0,621).

Gasroknemius ve soleus kas esnekliği ile YDT arasında üç yönde de ilişki bulunmadı (p>0,05). DFNEH ile YDT arasında yalnızca anterior yönde orta düzeyde ve pozitif ilişki görüldü. (r=0,311, p=0,034). DFNEH % 10,3 oranında anterior yönde uzanma mesafesini etkiledi (r<sup>2</sup>=0,103) ve DFNEH’de bir cm’lik artışın anterior yönde 0,736 cm’lik bir artışa sebep olduğu görüldü (β= 0,736). DFNEH ile YDT posteromedial ve posterolateral yönler arasında ilişki görülmedi (p>0,05). Kuadri-

seps kas kuvveti ile YDT uzanma mesafeleri arasında üç yönde de ilişki bulunmadı (p>0,05).

Anterior yönde etkili bulunan iki faktöre birlikte bakıldı ve ekstremitte uzunluğu ve DFNEH birlikte uzanma mesafesini % 27,5 oranında etkiledi (r=0,513, p=0,012).

## TARTIŞMA

Yıldız denge testini etkileyen faktörleri araştırdığımız bu çalışmada alt ekstremitte uzunluğunun ve ayak bileği normal eklem hareketinin YDT uzanma mesafelerini etkilediği ancak gastroknemius/soleus kas esnekliğinin ve kuadriseps kas kuvvetinin uzanma mesafelerinde anlamlı değişime sebep olmadığı görüldü. Bu nedenle, araştırma hipotezi tamamı ile desteklenemedi.

YDT’de yapılan üç tekrarın grup içi korelasyon katsayısı ölçümümüzde anterior yön ICC(3,1)=0,972, posteromedial yön ICC(3,1)=0,984 ve posterolateral yön ICC(3,1)=0,979 olarak belirlendi. Hertel ve ark. (16) YDT’nin sekiz uzanma yönünü inceledikleri çalışmalarında, anterior, posteromedial ve posterolateral yön için grup içi ICC(3,1) değerlerini bir araştırmacıda 0,86-0,95 arasında bulurken diğer bir araştırmacı için 0,85-0,94 arasında bulmuştur. Çalışmamızda, önceki çalışmalara kıyasla daha yüksek grup içi güvenilirlik değerleri bulundu.

Çalışmamızda alt ekstremitte uzunluğu ile YDT uzanma mesafesi ilişkisi anterior, posteromedial ve posterolateral yön uzanma mesafelerinde orta düzeyde ve pozitif bulundu. Uzanma yönleri arasında ekstremitte uzunluğu ile en yüksek ilişkinin anterior yönde olduğu ve uzanma mesafesine etkisinin % 19,9 oranında bulunduğu görüldü. Gribble ve ark. (4) çalışmalarında ekstremitte uzunluğunun YDT sonuçlarını her üç yönde de

etkilediğini bulmuş ve bizim çalışmamıza benzer şekilde bu etkinin en yüksek anterior yönde % 23 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında neden anterior yönün ekstremitelere uzunluğu ile ilişkisinin diğer yönlerle göre daha fazla olduğuna ilişkin bir yorumda bulunulmamıştır. YDT’de yapılan uzanmalar postural stratejiler içerebilmektedir (29,30). Anterior yöne uzanmada gövdenin ağırlığının daha çok posteriora kaydırılarak dengenin sağlandığı ve ekstremitenin bu şekilde uzatıldığı bir strateji kullanıldığı görülebilmektedir (5). Posterior yönlerde ekstremitelere ve gövde kaslarının farklı açılarda kullanıldığı bir strateji izlenmesi sebebi ile ekstremitelere uzunluğunun anterior yönlerde daha etkili bulunduğu düşünülebilir. Branch ve ark. (5) sağlıklı bireylerde antropometrik ölçümlerin dinamik dengeye etkisini incelemek için YDT’yi kullanmış ve hem boy uzunluğunun hem de alt ekstremitelere uzunluğunun YDT uzanma mesafeleri ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Ekstremitelere uzunluğu YDT ile daha yüksek ilişkili bir faktör olduğu için ve alt ekstremitelere uzunluğu, boy uzunluğu ile de ilişkili olduğu için, normalizasyon yapılırken yalnızca alt ekstremitelere uzunluğunun kullanılması yeterli bulunmuştur. Normalizasyon yapılırken (uzanma miktarı/alt ekstremitelere uzunluğu)x100 formülü uygulanmaktadır. Daha uzun ekstremitelere sahip bireylerin, birincil olarak dinamik postural kontrol değerlendirmesinde kullanılan bir testte fark oluşturmasını engellemek amacıyla, bireylerin uzanma mesafelerinin alt ekstremitelere uzunluğuna göre normalize edilmesini, test sonuçlarının istenilen bilgiyi vermesine yardımcı olabileceği gibi bu sayede bireyler ve gruplar arasında sonuçları kıyaslamaya da olanak tanır (4,5).

YDT uzanma mesafelerinin alt ekstremitelere esnekliği ve esneklik limitasyonundan etkilendiği önceki çalışmalar tarafından bildirilmiştir (6,7). Esneklik hem sportif aktivitelerin başarıyla sürdürülebilmesi için hem de yaralanma riskini düşürebilmek için temel faktörlerdendir. Çalışmamızda gastroknemius/soleus kaslarının esnekliği ile YDT uzanma mesafeleri arasındaki ilişki araştırıldı ancak anlamlı bir ilişki bulunmadı. Endo ve ark. (6) gastroknemius kası gerginliği ile YDT anterior, posteromedial ve posterolateral uzanma mesafesi arasında negatif ilişki olduğunu

bulmuş; gastroknemius gerginliği arttıkça anteriora uzanma mesafesinin azalacağını bildirmiştir. Gastroknemius esnekliğini ayak bileği pasif normal eklem hareketi ölçümü ile yapan bu çalışma bulguları ile bizim bulgularımız farklılık göstermektedir. Gastroknemius/soleus kas esnekliği ölçümü, çalışmamızda diz ekstansiyonda ve fleksiyondayken ayak bileğinin dorsifleksiyon yönünde ulaşabildiği maksimum açının pasif ölçümü ile yapıldı. Ancak YDT aktif bir dinamik postural kontrol testidir. Bu sebeple test sırasında açığa çıkan hareket paternleri fonksiyona uygun olarak kullanılır. Eklem hareket açıklığının tamamı fonksiyona dahil edilmediği için, bir limitasyon olmadığı sürece test sonuçlarında farklılık yaratmıyor olabilir. Çalışmamızda gastroknemius/soleus kas esnekliklerinin YDT uzanma mesafeleri ile ilişkili bulunmaması, katılımcılarımızda testi engelleyecek bir esneklik limitasyonu bulunmamasından kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda DFNEH ölçümü öne hamle testi ile yapıldı. DFNEH ile YDT uzanma mesafeleri ilişkisi incelendiğinde, yalnızca anterior yön uzanma mesafesi ile orta düzeyde pozitif ilişkili bulundu. Basnett ve ark. (30) unilateral ve bilateral ayak bileği instabilitesi olan bireylerde, DFNEH ve YDT uzanma mesafesi arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, anterior yönde uzanma mesafesi ile DFNEH arasında orta düzeyde, posterolateral yönde uzanma mesafesi ile DFNEH arasında düşük düzeyde ilişki olduğunu ancak posteromedial yönde ilişkisinin çok düşük düzeyde ve önemsiz olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmacılar, anterior yönde uzanmanın, diğer yönlerle göre daha çok DFNEH gerektirdiğini, posteromedial ve posterolateral yönlerde önemli düzeyde ilişki bulunmamasının bu durumdan kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Literatür incelendiğinde çalışmalarda çoğunlukla araştırmamıza benzer şekilde anterior yönde uzanma mesafesi DFNEH ile ilişkili bulunmuş; posteromedial ve posterolateral yönlerde ilişki bulunmamış veya zayıf düzeyde ilişkili gösterilmiştir (8,32). Çalışmamızda DFNEH’in anteriora uzanma mesafesini etkileme miktarı % 10,3 olarak bulundu; ancak önceki çalışmalar bu oranın %31’e varabileceğini göstermektedir (30). Posteromedial ve posterolateral yönler incelendiğinde ise kalça fleksiyon açısının

tek başına % 88,6 ve % 94,5 oranlarında uzanma miktarına etkisi olduğu görülmüştür (32). Bu durum posterior yönlere uzanmada alt ekstremitenin proksimal eklemlerinin, ayak bileği normal eklem hareket açıklığına göre çok daha belirleyici olabildiğini gösterir. DFNEH'in YDT'de anterior yön uzanma mesafesi ile diğer yönlere kıyasla ilişkili bulunması sebebi ile, ayak/ayak bileği yaralanması geçiren bireylerde yapılan ölçümlerde, özellikle anterior yön dikkate alınabilir.

Literatürde alt ekstremitte kas kuvveti ile YDT uzanma mesafeleri ilişkisini inceleyen çalışmalara rastlanmaktadır (5,33). Çalışmamızda kuadriseps kas kuvveti ile YDT ilişkisini incelediğimizde, üç yönde de anlamlı bir ilişki olmadığını belirledik. Önceki çalışmalar özellikle kalça kaslarının uzanma mesafeleri ile ilişkili olabileceğini göstermiştir (5,34). Kuadriseps kas kuvveti ile YDT ilişkisi inceleyen çalışmalar, çoğunlukla ön çapraz bağ yaralanması geçirmiş bireylerde yapılmakla birlikte, sağlıklı bireyler içeren araştırmalar sınırlıdır. Clagg ve ark. (9) spora dönüş fazına gelmiş ön çapraz bağ cerrahisi öyküsü olan bireylerde, kuadriseps kas kuvvetinin YDT anterior ve posteromedial yön uzanma mesafelerini etkilemediğini; ancak posterolateral yön uzanma mesafesi ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Fakat araştırmacılar neden kuadriseps kas kuvvetinin sadece posterolateral yön uzanma mesafesinde etkili olduğunu açıklayamamıştır. Bunun yanında, sağlam ekstremitede kuadriseps kas kuvveti ve YDT uzanma mesafeleri arasında bir ilişki gözlemlenmemiştir. Hallagin ve ark. (10) ise, ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş bireylerde preoperatif dönemde ve postoperatif 12. haftada, yaralanma geçiren ekstremitenin her iki ölçümünde de YDT'de anterior yön uzanma mesafesi ile kuadriseps kas kuvveti arasında zayıf düzeyde pozitif ilişki bulmuş; ancak cerrahi geçirmeyen ekstremitede üç yönde de kuadriseps kas kuvveti ile ilişkili bulmamıştır. Shimwell ve ark. (33) sağlıklı amatör koşucularda YDT'nin kalça abduktör ve diz ekstansör kas kuvveti için belirleyici olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırdığı çalışmalarında, kuadriseps kas kuvveti ve YDT uzanma mesafeleri arasında anlamlı bir ilişki bulmamışlardır. Araştırmamızın sonuçları bu çalışmayı desteklemektedir. YDT sırasında farklı yönlere uzanma yapılırken fark-

lı uzanma stratejileri kullanıldığı gösterilmiştir (27,29). Ön çapraz bağ yaralanması, alt ekstremitte kas kuvvetinde ve diziliminde değişimlere neden olan ve nöromusküler mekanizmayı etkileyen bir yaralanmadır ve çalışmalar cerrahi öncesi performansa dönüşün iki yılı bulabildiğini göstermektedir (35). Bu yüzden, sağlıklı bireylerle yapılan çalışmalara kıyasla farklı stratejiler ve bozukluklar izlenmiş olabilir. Sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalar, alt ekstremitte normal eklem hareketi ölçümlerinin kas kuvvetine kıyasla YDT uzanma mesafelerinin açıklanmasında daha büyük rolü olduğunu göstermiştir (5). YDT, kas kuvveti ile birincil ilişki gösteren bir test olarak değerlendirilmeyebilir.

Çalışmamızın limitasyonlarından biri, katılımcılarımızın yalnızca fiziksel aktif sağlıklı genç bireylerden oluşmasıdır ve bu sebeple çalışma sonuçları bu popülasyona özeldir. Diğer bir limitasyonumuz, YDT'de, bireylerin test esnasında gövde stratejilerini ne yönde kullandığının objektif olarak değerlendirilememiş olmasıdır. Test sırasında fleksiyon veya ekstansiyon yönünde gövde stratejisi kullanılması, araştırılan faktörlerin test üzerindeki etkisini etkilemiş olabilir. Son olarak, çalışmada sadece dominant ekstremitede faktörlerin YDT sonuçlarına etkisi farklı olabilir.

Sonuç olarak, sağlıklı bireylerde yaptığımız bu çalışmada, alt ekstremitte uzunluğunun ve ayak bileği normal eklem hareketinin YDT'de uzanma mesafelerini etkileyebileceği; ancak kuadriseps kas kuvveti ve gastroknemius/soleus kas esnekliğinin etkili olmayabileceğini buldu. YDT'de bireyleri veya grupları kıyaslayabilmek için alt ekstremitte uzunluğu, uzanma mesafeleri ile normalize edilmelidir ve eğer anterior yön uzanma mesafesi kısıtlı görülüyorsa DFNEH'nin değerlendirilmesi, kısıtlılığın sebebini bulmak için faydalı olabilir.

**Destekleyen Kuruluş:** Yok.

**Çıkar Çatışması:** Yok.

**Etik Onay:** Çalışma için gerekli etik kurul izni Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 05.02.2019 tarihinde (GO/19/127) sayılı etik kurul izni ile alındı.

**Aydınlatılmış Onam:** Yazılı aydınlatılmış onam for-

mu tüm katılımcılar tarafından okunup, imzalandı.

**Hakem Değerlendirmesi:** Bağımsız dış hakemler tarafından değerlendirilmiştir.

**Yazar Katkıları:** Fikir/Kavram- BS, GH; Tasarım – BS, GH; Denetleme/Danışmanlık –GH, VBT; Kaynaklar ve Fon Sağlama – BS, GH, VBT; Materyaller – BS, GH, VBT; Veri Toplama ve/veya İşleme – BS; Analiz ve/ veya Yorumlama – BS, GH; Literatür Taraması – BS, GH, VBT; Makale Yazımı – BS, GH; Eleştirel İnceleme – BS, GH, VBT

**Açıklamalar:** Bu çalışma 6-9 Kasım 2019 tarihleri arasında Gaziantep'te gerçekleştirilen 10. Uluslararası Katılımlı Spor Fizyoterapistleri Kongresi'nde poster bildiri olarak, 13-16 Kasım 2019 tarihleri arasında Antalya'da gerçekleştirilen 17. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Gribble P. The star excursion balance test as a measurement tool. *Athl Ther Today*. 2003;8(2):46-7.
- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins BJ. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009;4(2):92.
- Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(3):131-7.
- Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2003;7(2):89-100.
- Branch G. The relationship between star excursion balance test and lower extremity strength, range of motion and anthropometric characteristics. *Med Sportiva*. 2012;17(1), 24-8.
- Endo Y, Sakamoto M. Relationship between lower extremity tightness and star excursion balance test performance in junior high school baseball players. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(5):661-663.
- Overmoyer GV, Reiser RF. Relationships between lower-extremity flexibility, asymmetries, and the Y balance test. *J Strength Cond Res*. 2015;29(5):1240-7.
- Kang MH, Lee DK, Park KH, Oh JS. Association of ankle kinematics and performance on the y-balance test with inclinometer measurements on the weight-bearing-lunge test. *J Sport Rehab*. 2015;24(1):62-7.
- Clagg S, Paterno MV, Hewett TE, Schmitt LC. Performance on the modified star excursion balance test at the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(6):444-52.
- Hallagin C, Garrison JC, Creed K, Bothwell JM, Goto S, Hannon J. The relationship between pre-operative and twelve-week post-operative y-balance and quadriceps strength in athletes with an anterior cruciate ligament tear. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017;12(6):986.
- Briggs KK, Steadman JR, Hay CJ, Hines SL. Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *Am J Sports Med*. 2009;37(5):898-901.
- Kejonen P, Kauranen K, Vanharanta H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(1):17-22.
- McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(4):484-9.
- Gabbard C, Hart S. A question of foot dominance. *J Gen Psychol*. 1996;123(4):289-96.
- Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of the star excursion balance test. *J Sports Phys Ther*. 2010;11(4):128-32.
- Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil*. 2000;9(2):104-16.
- Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(9):551-8.
- Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;27(5):356-60.
- Jamaluddin S, Sulaiman AR, Imran MK, Juhara H, Ezane MA, Nordin S. Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy. *Singapore Med J*. 2011;52(9):681-4.
- Ortiz A, Val S, Delgado D. Reliability and concurrent validity of the goniometer-pro app vs a universal goniometer in determining passive flexion of knee. *Int J Comput Appl*. 2017;975:8887.
- Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, Wood SL, Rogers SM, Dugan JL, et al. Reliability of lower quarter physical performance measures in healthy service members. *US Army Med Dep J*. 2011.
- Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther*. 2011;16(5):516.
- Hoch MC, McKeon PO. Joint mobilization improves spatiotemporal postural control and range of motion in those with chronic ankle instability. *J Orthop Res*. 2011;29(3):326-32.
- Dirnberger J, Wiesinger HP, Stoggl T, Kosters A, Muller E. Absolute and relative strength-endurance of the knee flexor and extensor muscles: a reliability study using the IsoMed 2000-dynamometer. *Sportverletz Sportschaden*. 2012;26(3):142-7.
- Sangnier S, Tourny-Chollet C. Comparison of the decrease in strength between hamstrings and quadriceps during isokinetic fatigue testing in semiprofessional soccer players. *Int J Sports Med*. 2007;28(11):952-7.
- Harput G, Guney-Deniz H, Ozer H, Baltacı G, Mattacola C. Higher body mass index adversely affects knee function after anterior cruciate ligament reconstruction in individuals who are recreationally active. *Clin J Sport Med*. 2020;30(6):e194-e200.
- Harput G, Howard JS, Mattacola C. Comparison of muscle activation levels between healthy individuals and persons who have undergone anterior cruciate ligament reconstruction during different phases of weight-bearing exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016;46(11):984-92.
- Fayers PM, Hays R, Hays RD. Assessing quality of life in clinical trials: methods and practice. Oxford University Press, USA, 2005.
- Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train*. 2012;47(3):339-57.
- Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL, Barr JB, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(2):121-8.
- Hoch MC, Staton GS, McKeon PO. Dorsiflexion range of moti-



- on significantly influences dynamic balance. *J Sci Med Sport*. 2011;14(1):90-2.
32. Robinson R, Gribble P. Kinematic predictors of performance on the Star Excursion Balance Test. *J Sport Rehabil*. 2008;17(4):347-57.
  33. Shimwell L, Fatoye F, Selfe J. The validity of the modified Star Excursion Balance Test as a predictor of knee extensor and hip abductor strength. *Int J Physiother Res*. 2017;5(1):1863-71.
  34. Myers H, Christopherson Z, Butler RJ. Relationship between the lower quarter y-balance test scores and isokinetic strength testing in patients status post ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther*. 2018;13(2):152-9.
  35. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*. 2011;45(7):596-606.