

## ORIGINAL ARTICLE

# Yaşlılarda beden kütle indeksinin denge ve yürüme özelliklerine etkisi

Murat TOMRUK<sup>1</sup>, Ümit YEŞİL<sup>2</sup>, Esra ATEŞ BULUT<sup>3</sup>, Ahmet TURAN IŞIK<sup>4</sup>, Nihal GELECEK<sup>2</sup>

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, yaşlılarda beden kütle indeksinin (BKİ) denge ve yürüme özelliklerini ne yönde etkilediğinin araştırılmasıdır.

**Yöntem:** Yüz beş geriyatrik birey BKİ'ye göre üç gruba ayrıldı: Normal (18,5<BKİ<24,9, n<sub>1</sub>=30), pre-obez (25,0<BKİ<29,9, n<sub>2</sub>=47), obez (30<BKİ, n<sub>3</sub>=28). Denge ile ilgili değişkenlerin (statik denge, dinamik denge, duyuşsal etkileşimli denge) ölçümünde Biodex Denge Sistemi kullanıldı. Yürüme hızı 4m yürüme testi ile ölçüldü, adım uzunluğu ve tempo hesaplandı. Gruplar arası farkların analizi için Kruskal-Wallis testi kullanıldı (p<0,05).

**Bulgular:** Gruplar arasında postüral stabilite indeksi, anteroposterior (AP) indeksi, mediolateral (ML) indeksi, gözler açık sert zemin (GASZ) denge ve gözler kapalı sert zemin (GKSZ) denge açısından anlamlı farklar olduğu görüldü (p<0,05). Post-hoc analiz sonuçlarına göre pre-obezlerin postüral stabilite indeksi, AP indeksi, ML indeksi ve GASZ dengesi BKİ normal olanlara göre anlamlı olarak daha kötüydü (sırasıyla; p=0,008, p=0,014, p=0,005, p<0,001). Obeslerin GKSZ dengesi hem BKİ normal olanlara hem de pre-obezlere göre anlamlı olarak daha kötü iken (sırasıyla; p<0,001, p=0,005), GASZ dengesi de BKİ normal olanlara göre daha kötüydü (p=0,001). Ayrıca obeslerin adım uzunluğu pre-obezlere göre anlamlı olarak daha kısaydı (p=0,008).

**Sonuç:** Yüksek beden kütle indeksine sahip yaşlıların statik dengelerinin daha kötü ve obez yaşlıların adım uzunluklarının daha kısa olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar yaşlıların denge ve yürüme özelliklerini, sahip oldukları BKİ'ye göre tahmin etmeye yardımcı olabilir.

**Anahtar kelimeler:** Beden kütle indeksi, Yaşlı, Postüral denge, Yürüyüş.

## Effects of body mass index on balance and gait characteristics in the elderly

**Purpose:** The aim of this study was to investigate whether Body Mass Index (BMI) affects balance and gait characteristics in the elderly.

**Methods:** 105 geriatric individuals were divided into three groups according to the BMI: Normal (18.5<BMI<24.9, n<sub>1</sub>=30), Overweight (25.0<BMI <29.9, n<sub>2</sub>=47), obese (30<BMI, n<sub>3</sub>=28). Biodex Balance System was used to measure the balance-related variables (static balance, dynamic balance, and the sensory interaction of balance). Gait speed was measured using 4m-walk test, stride length and cadence were calculated. The Kruskal-Wallis test was used to analyze between-group differences (p<0.05).

**Results:** Significant differences were observed between the groups in terms of postural stability index, anteroposterior (AP) index, mediolateral (ML) index, eyes open firm surface (EOFC) balance and eyes closed firm surface (ECFC) balance (p <0.05). Post-hoc analysis showed that the postural stability index, AP index, ML index and EOFC balance of overweight individuals were significantly worse than those of individuals with normal BMI (p=0.008, p=0.014, p=0.005, p<0,001, respectively). While the ECFC balance of obese individuals was significantly worse than those of both individuals with normal BMI and overweight individuals (p<0.001, p=0.005, respectively), their EOFC balance was worse than those with normal BMI (p=0.001). In addition, the stride length of obese individuals was significantly shorter than those of overweight individuals (p=0.008).

**Conclusion:** It was found that the static balance of the elderly with high body mass index was worse, and the stride length of obese elderly individuals was shorter. These results may be helpful to predict the balance and gait characteristics of the elderly according to their BMI.

**Keywords:** Body mass index, Elderly, Postural balance, Gait.

1: Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Burdur, Turkey.

2: Dokuz Eylül University, Institute of Health Sciences, Izmir, Turkey.

3: Adana State Hospital, Division of Geriatric Medicine, Adana, Turkey.

4: Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine, Department of Geriatric Medicine, Izmir, Turkey.

5: Dokuz Eylül University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Izmir, Turkey.

Corresponding Author: Murat Tomruk: fztmurattomruk@gmail.com

ORCID IDs (order of authors): 0000-0002-3941-816X; 0000-0002-6066-1172; 0000-0002-1124-9720; 0000-0001-5867-6503; 0000-0003-1780-2520

Received: January 21, 2021. Accepted: May 26, 2021.



**Y**aşam beklentisi çoğu ülkede hızlı ve devamlı bir şekilde artmaktadır. 2030 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yetişkin popülasyonun %20'sinin 65 yaş ve üstü olacağı tahmin edilmektedir.<sup>1,2</sup> Avrupa'da ise 2008 yılında %17,1 olan 65 yaş ve üstü oranının, 2035 yılında %25,4'e, 2060 yılında %30'a çıkması beklenmektedir.<sup>3</sup> Ancak yaşam beklentisindeki bu artış, sağlıklı geçirilen yıllarda artış anlamına gelmemekte, aksine hastalıklara ve kronik sağlık sorunlarına yatkınlığın yüksek olduğu yıllar anlamına gelmektedir. Bu demografik özelliklere, yaşla birlikte görülme sıklığı ve şiddeti artan obezite de eklendiğinde hastalık yükü iki katına çıkmaktadır. Bu nedenle yaşlılıkta obezite ciddi bir halk sağlığı sorunudur.<sup>4</sup>

Beden Kütle İndeksi (BKİ) boyuta göre ağırlığı ölçmede en sık kullanılan yöntemdir.<sup>2</sup> En büyük avantajı, yalnızca küçük bir eğitim ile öğrenebilen, uygulaması kolay ve maliyetsiz bir yöntem olmasıdır.<sup>5</sup> BKİ'nin belirlenmesi, hastanın risk durumunun tanımlanması ve buna uygun riskleri azaltacak uygulamalarda bulunulması açısından fizyoterapistler gibi sağlık profesyonelleri için oldukça yardımcıdır.<sup>2</sup> Ancak yapılan bir çalışma, BKİ'nin obezite ve ilgili sağlık risklerinin bir göstergesi olduğu hakkında fizyoterapistlerin yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermektedir.<sup>6</sup>

Yaşlanma sürecinde fonksiyonel otonomide bir dizi değişiklik meydana gelir. Bu değişikliklerin sonucunda denge ciddi oranda etkilenir.<sup>7</sup> Postüral kontroldeki bu azalma, yaşlı bireylerde düşme riskini artırdığından dolayı oldukça önemlidir.<sup>8</sup> BKİ'nin de yaşlılarda denge düzeylerini etkileyebileceği teorik olarak düşünülmektedir. Çünkü daha yüksek BKİ, postüral dengeyi sağlamak için daha fazla yer değiştirme gerektirir.<sup>9</sup> Yaşlılarda zaten olağan süreçten dolayı postüral kontrolde meydana gelen azalmalara yüksek BKİ'nin de eşlik etmesi, dengeyi daha kötü hale getirip düşme riskini daha da artırabilir.

Sağlıklı genç ve yetişkinlerde yüksek BKİ'nin postüral dengeyi sağlamayı zorlaştırdığı ve yürümeyi olumsuz etkilediği bilinmektedir.<sup>10-12</sup> Ancak yaşlılarda yüksek BKİ'nin denge ve yürüme parametrelerine etkisi hakkında çalışmaların sonuçları çelişkili olup, konu hala tartışmalıdır.<sup>2,13</sup> Ayrıca yapılan çalışmalarda dengenin objektif sistemlerle yeterince kapsamlı olarak değerlendirilmediği

göze çarpmaktadır.

Bu çalışmanın amacı yaşlılarda BKİ'nin denge ve yürüme özelliklerini ne yönde etkilediğinin araştırılmasıdır. Hipotezimiz ise artan BKİ'nin yaşlılarda denge ve yürüme özelliklerini anlamlı olarak değiştireceğidir. Çalışmanın sonuçlarının, yaşlı bireylere uygulanacak değerlendirme ve fizyoterapi uygulamalarını belirleme ve modifiye etmede fizyoterapistlere yardımcı olması beklenmektedir.

## YÖNTEM

Tanımlayıcı tipteki araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü İç Hastalıkları Anabilim Dalı Geriatri Bilim Dalı ve Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nda Şubat 2017–Ağustos 2018 tarihleri arasında yapıldı. Araştırmanın evrenini Geriatri Polikliniğine başvuran yaşlı bireyler, örneklemini ise alınma kriterlerine uyan gönüllü bireyler oluşturdu. Her haftanın üç günü Geriatri Polikliniği'nde görev yapan bir araştırmacı tarafından polikliniğe başvuran bireyler çalışmaya uygunluk açısından değerlendirildi. Araştırmanın alınma kriterleri; (i) 65 yaş ve üstü olma ve (ii) herhangi birinden yardım almadan 2 dk boyunca bağımsız yürüyebilme, dışlanma kriterleri ise (i) yürümeye yardımcı cihaz kullanma, (ii) yürüme hızını etkileyecek morbiditesi (hepatik ensefalopati, tersiyer sifiliz, cerebellar disfonksiyon/dejenerasyon, deliryum, demans, multipl skleroz, myelopati, hidrosefali, Parkinson Hastalığı, inme, vestibular bozukluklar vb.) olma, (iii) düzeltilmemiş görme sorunu olma (görme sorunu olup gözlük ya da lens kullanmama ya da operasyon geçirmemiş olma), (iv) denge, görme ve yürümeyi etkileyebilecek ilaç kullanma, (v) yapılacak testleri tamamlamaya engel ciddi sağlık problemlerine sahip olma ve (vi) iletişimi engelleyen ya da komutları uygulamayacak düzeyde mental sağlık problemlerine (Mini-Mental Durum Testi skoru 18 ve altı) sahip olma idi.

Yaşlı bireylerin ölçümleri yerel üniversite hastanesinin Geriatri Bilim Dalı ve Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nda yapıldı. Tüm ölçümler hafta içi günlerde ve aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Çalışma 2000 yılında yeniden düzenlenen

Helsinki Bildirgesi İnsan Deneyleri Komitesi'nin etik ilkelerine uygun olarak gerçekleştirildi. Araştırma, ilgili üniversitenin girişimsel olmayan araştırmalar etik kurulu tarafından 13.04.2017 tarih ve 2017/08-22 karar numarası ile onaylandı. Araştırmaya alınmadan önce tüm bireylere araştırma hakkında sözlü ve yazılı bilgilendirme yapıldı, "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" imzalatılıp bireylerin onamları alındı.

### **Verilerin toplanması**

#### **BKİ**

BKİ, kişinin vücut ağırlığının (kg) boy uzunluğunun karesine (m<sup>2</sup>) bölünmesi ile hesaplandı (kg/m<sup>2</sup>). Vücut ağırlığını ölçmede 0,1 kg hassasiyeti olan TANITA (MC-780U Multi Frequency Segmental Body Composition, Tokyo, Japan) cihazı kullanıldı. BKİ 18,5 kg/m<sup>2</sup> ile 24,9 kg/m<sup>2</sup> arasında olanlar "Normal" grubu, 25,0 kg/m<sup>2</sup> ile 29,9 kg/m<sup>2</sup> arasında olanlar "Pre-obez" grubu, 30,0 kg/m<sup>2</sup> ve üstü olanlar "Obez" grubu oluşturdu.<sup>14</sup>

#### **Denge**

Bireylerin denge ile ilgili değişkenlerini kapsamlı olarak ölçmek için, geçerli ve güvenilir bir sistem olan Biodex Denge Sistemi (12.1" Display 115 VAC) kullanıldı.<sup>15</sup> Statik denge "Postüral Stabilite Testi" ile, dinamik denge "Kararlılık Sınırları Testi" ile, dengenin duyuşal boyutu "Duyusal Etkileşimli Denge Testi" ile değerlendirildi.

Postüral Stabilite Testi'nde bireyin denge merkezinde kalabilme yeteneği ölçülür. Bireyden cihazın ekranında kendi ağırlık merkezini temsil eden noktayı ekranın orta noktasında test boyunca tutması istenir. Ölçüm sırasında bireyin denge merkezinden öne-arkaya ve sağa-sola yaptığı sapmalar cihaz tarafından kaydedilir. Test 20 sn sürer ve 10 sn aralıklarla 3 kez tekrarlanır. Üç ölçümün sonunda cihaz ortalama bir antero-posterior (AP) indeks, medio-lateral (ML) indeks ve toplam postüral stabilite indeksi skoru verir. Bireyin merkezden yaptığı sapmalar arttıkça skorlar arttığından, yüksek skorlar daha kötü postüral stabiliteyi gösterir.<sup>15</sup>

Kararlılık Sınırları Testi bireyin dengesini kaybetmeden ve adım alma stratejisini kullanmadan sekiz farklı yöne (ön, arka, sağ, sol, sağ-ön, sol-ön, sağ-arka, sol-arka) istemli olarak gidebildiği maksimum mesafe içindeki performansını ölçer. Temelde bireyin kendi destek yüzeyi sınırları dışına çıktığında ağırlık

merkezini kontrol edebilme becerisini gösterir. Testte bireylerden ekranın ortasında gördükleri kendi ağırlık merkezlerini, rasgele sırayla yanıp sönen sekiz noktaya teker teker götürüp, her seferinde tekrar orta noktaya dönmeleri istenir. Bunu da olabildiğince hızlı, az sapma ile ve ayaklarını yerden kaldırmadan yapmaları istenir. Test 10 sn dinlenmeler ile üç kez tekrarlanır. Üç ölçümün ortalaması toplam skor olarak kaydedilir. Toplam skor 100'dür ve yüksek skorlar daha iyi dengeyi gösterir.<sup>15</sup>

Duyusal Etkileşimli Denge Testi dört farklı duyuşal koşulda ayakta dik durma yeteneğini değerlendirir. Testteki koşullar; gözler açık, sert zemin (GASZ), gözler kapalı, sert zemin (GKSZ), gözler açık, yumuşak zemin (GAYZ) ve gözler kapalı, yumuşak zemindir (GKYZ). Testte bireyden ekranda gördüğü ağırlık merkezini, ekrandaki hedefin ortasında tutması istenir. Her koşuldaki test 30 sn sürer ve aralarında 10'ar saniyelik dinlenme süreleri bulunur. Yumuşak zemin içeren koşullar için denge sisteminin sünger yastıkçığı, platform ile hastanın ayakları arasına konur. Cihaz, test sonunda her koşul için bir salınım indeksi (Sİ) değeri verir. Sifıra yakın değerler daha az salınımı, diğer deyişle daha iyi dengeyi gösterir.<sup>15</sup>

#### **Yürüme**

Çalışmada yürüme özelliklerinden yürüme hızı, adım uzunluğu ve tempo (kadans) değerlendirildi. Yürüme hızı 4 m yürüme testi ile ölçüldü. Test için 8 m'lik bir koridor ve kronometre kullanıldı. Bireyler başlangıç çizgisinin 2 m gerisinden, verilen komutla yürümeye başladı. Başlangıç çizgisinin geçildiği an kronometreye basıldı ve sonlanma çizgisi geçildiğinde kronometre durduruldu. Sonlanma çizgisinden sonraki 2 m'lik mesafe bireylerin yavaşlaması için kullanıldı. Bireylerden normal hızda yürümeleri istendi ve 4m'lik mesafenin test süresine bölünmesi ile hız m/sn cinsinden hesaplandı. Test 2 kez tekrarlanarak ortalama skor kaydedildi. Adım uzunluğu; 4 m'lik mesafenin atılan adım sayısına bölünmesi ile hesaplandı ve m cinsinden kaydedildi. Tempo için ise bireyler bir dk boyunca uzunluğu belirlenen bir alanda yürütüldü ve adım sayısı/dk cinsinden kaydedildi.

#### **İstatistiksel analiz**

Verilerin analizinde "IBM SPSS 25.0 for Windows (Chicago, IL, ABD)" programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma

uygunluğu için Shapiro-Wilk testi yapıldı. Bazı verilerin normal dağılıma uymadığı görüldüğünden analizlerde parametrik olmayan testler kullanıldı. Kategorik veriler n (%) şeklinde gösterildi. Sayısal veriler ortalama ve standart sapma ile ifade edildi. Demografik ve klinik özelliklerin gruplar arasındaki dağılımı Ki-kare Testi ile analiz edildi. Gruplar arası farkların analizi için Kruskal-Wallis Testi, anlamlılık durumunda post-hoc Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U Testi kullanıldı. Analizlerde  $p < 0,05$  (iki yönlü) değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U Testinde anlamlılık  $p < 0,05/3$ , yani  $p < 0,017$  kabul edildi.

## BULGULAR

Belirtilen tarihler arasında Geriatri Polikliniği'ne başvuran 131 birey çalışma için tarandı. Alınma kriterlerine uymayan 26 birey çıkarıldıktan sonra toplamda 105 geriatrik birey çalışmaya alındı. Bireylerin %75,2'si kadın ( $n=79$ ), %24,8'i erkekti ( $n=26$ ). Katılımcıların yaş ortalaması  $72,26 \pm 5,92$  iken BKİ ortalaması  $27,69 \pm 4,40$  idi. Bireyler BKİ'ye göre Normal ( $n_1=30$ ), Pre-obez ( $n_2=47$ ) ve Obez ( $n_3=28$ ) olmak üzere üç gruba ayrıldı. Gruplar arasında yaş, ilaç kullanımı, bacak dominantlığı, medeni durum ve eğitim durumu açısından anlamlı fark bulunmamaktaydı ( $p > 0,05$ ) (Tablo 1). Gruplarının ko-morbidite durumlarının da benzer olduğu görüldü ( $p > 0,05$ ) (Tablo 2).

Grupların denge ile ilgili değişkenlerini karşılaştırmak için yapılan Kruskal-Wallis analizi sonuçlarına göre; postür stabilite indeksi, AP indeksi, ML indeksi, GASZ denge ve GKSZ denge değerlerinin gruplar arasında anlamlı farklılıklar gösterdiği bulundu (sırasıyla,  $p=0,020$ ,  $p=0,024$ ,  $p=0,010$ ,  $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$ ) (Tablo 3). Post-hoc yapılan Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U analizi sonuçlarına göre; pre-obezlerin postür stabilite indeksi, AP indeksi, ML indeksi ve GASZ dengesinin BKİ normal olanlara göre anlamlı olarak daha kötü olduğu bulundu (sırasıyla;  $p=0,008$ ,  $p=0,014$ ,  $p=0,005$ ,  $p < 0,001$ ). Buna ek olarak, obezlerin GASZ ve GKSZ dengesi, BKİ normal olanlara göre anlamlı olarak daha kötüydü (sırasıyla;  $p=0,001$ ,  $p < 0,001$ ). Ayrıca obezlerin GKSZ dengesinin, pre-obezlere göre daha kötü olduğu tespit edildi

( $p=0,005$ ). Bunun dışında gruplar arasında herhangi bir anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0,017$ ).

Grupların ölçülen yürüme özellikleri karşılaştırıldığında, gruplar arasında yürüme hızı ve adım uzunluğu açısından anlamlı fark olduğu görüldü (sırasıyla,  $p=0,033$ ,  $p=0,020$ ) (Tablo 3). Post-hoc yapılan Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U analizi sonrası obezlerin adım uzunluğunun pre-obezlere göre anlamlı olarak daha kısa olduğu bulundu ( $p=0,008$ ). Bunun dışında gruplar arasında herhangi bir anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0,017$ ).

Gözler kapalı sert zemin dengenin birincil ölçüt olduğu, etki boyutları üzerinden yapılan post-hoc güç analizinde çalışmanın gücünün 0,97 olduğu belirlendi.<sup>16</sup>

## TARTIŞMA

Çalışmamızda pre-obez ve obez yaşlıların statik dengelerinin BKİ normal yaşlılara göre daha kötü olduğu görülmüştür. Ayrıca obez yaşlıların GKSZ dengelerinin hem BKİ normal hem de pre-obezlerinkinden daha kötü olduğu bulunmuştur. Dinamik dengenin ise BKİ grupları arasında benzer olduğu tespit edilmiştir. BKİ'nin yürüme özelliklerine etkisi incelendiğinde; obez yaşlıların adım uzunluğunun pre-obezlerden daha kısa olduğu görülmüş, yürüme hızı ve temponun BKİ grupları arasında farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Literatürde yaşlılarda BKİ ile denge arasındaki etkileşim ve ilişkiyi inceleyen çalışmaların sonuçlarının çelişkili olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda dengeyi ölçmede öz bildirim anketleri, saha testleri ve bilgisayar destekli sistemler gibi farklı yöntemler kullanılmıştır.<sup>2,13,17-19</sup> Yöntemsel farklılıklar olması, çalışmaların sonuçlarının çelişkili olmasında etkili bir faktör olabilir. Öte yandan bu çalışmalarda dengenin, tüm özellikleri ile yeterince kapsamlı olarak değerlendirilmediği görülmektedir. Bu durum dengenin tam olarak hangi alt parametresi ya da parametrelerinin ölçülüp "denge" ya da "postür kontrol" olarak yorumlandığı konusunda terim karmaşası yaratmaktadır.

Minematsu vd. yaşlılarda dengenin BKİ'den etkilendiğini belirtmişlerdir.<sup>20</sup> Gouveia vd. dengeyi performans bazlı bir ölçüm skalası olan Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği ile

Tablo 1. Grupların demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması.

|  | Normal (n <sub>1</sub> =30) | Pre-obez (n <sub>2</sub> =47) | Obez (n <sub>3</sub> =28) | p                  |
|--|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
|  | Ortanca (%25-%75 ÇA)        | Ortanca (%25-%75 ÇA)          | Ortanca (%25-%75 ÇA)      |                    |
| Yaş (yıl)                                | 74,50 (68,75-79,25)         | 70,00 (68,00-75,00)           | 70,00 (65,25-73,00)       | 0,076*             |
| Beden kütle indeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | 23,40 (22,50-24,40)         | 27,10 (25,50-28,30)           | 32,00 (31,50-34,87)       | <0,001*            |
| İlaç kullanımı (adet)                    | 3,0 (1,0-5,0)               | 4,0 (2,0-5,0)                 | 4,0 (2,0-6,0)             | 0,173*             |
|  | n                           | n                             | n                         |                    |
| Cinsiyet                                 |                             |                               |                           | 0,072 <sup>¥</sup> |
| Kadın                                    | 29                          | 45                            | 26                        |                    |
| Erkek                                    | 1                           | 2                             | 2                         |                    |
| Dominant bacak                           |                             |                               |                           | 0,774 <sup>¥</sup> |
| Sağ                                      | 29                          | 45                            | 26                        |                    |
| Sol                                      | 1                           | 2                             | 2                         |                    |
| Medeni durum                             |                             |                               |                           | 0,899 <sup>¥</sup> |
| Evli                                     | 19                          | 31                            | 17                        |                    |
| Bekar-Dul                                | 11                          | 16                            | 11                        |                    |
| Eğitim durumu                            |                             |                               |                           | 0,346 <sup>¥</sup> |
| Okur-yazar değil                         | 1                           | 2                             | 3                         |                    |
| İlkokul                                  | 14                          | 23                            | 17                        |                    |
| Lise                                     | 4                           | 11                            | 5                         |                    |
| Lisans                                   | 11                          | 10                            | 3                         |                    |
| Lisansüstü                               | 0                           | 1                             | 0                         |                    |

\*Kruskal Wallis testi. ÇA: Çeyrekler arası. ¥ Ki-Kare testi.

Tablo 2. Grupların ko-morbidite durumlarının karşılaştırılması.

|                             | Normal (n <sub>1</sub> =30) | Pre-obez (n <sub>2</sub> =47) | Obez (n <sub>3</sub> =28) | p <sup>¥</sup> |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------|
|                             | n                           | n                             | n                         |                |
| Hipertansiyon               | 15                          | 29                            | 20                        | 0,245          |
| Diyabetes mellitus          | 5                           | 7                             | 8                         | 0,319          |
| Hiperlipidemi               | 1                           | 5                             | 5                         | 0,196          |
| Koroner arter hastalığı     | 2                           | 7                             | 2                         | 0,412          |
| Osteoporoz                  | 3                           | 5                             | 2                         | 0,878          |
| Aritmi                      | 4                           | 3                             | 3                         | 0,580          |
| Benign prostat hiperplazisi | 1                           | 5                             | 0                         | 0,127          |
| Astım                       | 1                           | 1                             | 0                         | 0,643          |
| Kronik böbrek yetmezliği    | 0                           | 2                             | 0                         | 0,284          |
| Uyku bozukluğu              | 1                           | 0                             | 1                         | 0,437          |

¥ Ki-Kare testi.



Tablo 3. Grupların denge ve yürüme ile ilgili değişkenlerinin karşılaştırılması.

|                             | Normal (n <sub>1</sub> =30) | Pre-obez (n <sub>2</sub> =47) | Obez (n <sub>3</sub> =28) | p      |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------|
|                             | Ortanca (%25-%75 ÇA)        | Ortanca (%25-%75 ÇA)          | Ortanca (%25-%75 ÇA)      |        |
| Postüral stabilite indeksi  | 0,40 (0,30-0,52)            | 0,50 (0,40-0,70)              | 0,40 (0,40-0,67)          | 0,020* |
| AP indeksi                  | 0,30 (0,20-0,40)            | 0,40 (0,30-0,50)              | 0,40 (0,30-0,47)          | 0,024* |
| ML indeksi                  | 0,20 (0,10-0,30)            | 0,30 (0,20-0,40)              | 0,20 (0,10-0,27)          | 0,010* |
| Kararlılık Sınırları Skoru  | 53 (47,00-65,50)            | 59 (49,00-66,00)              | 51,5 (43,00-59,25)        | 0,301  |
| <b>Denge</b>                |                             |                               |                           |        |
| Gözler açık sert zemin      | 0,36 (0,31-0,46)            | 0,54 (0,38-0,69)              | 0,50 (0,40-0,69)          | <0,001 |
| Gözler kapalı sert zemin    | 0,60 (0,53-0,81)            | 0,76 (0,56-1,17)              | 1,08 (0,84-1,38)          | <0,001 |
| Gözler açık yumuşak zemin   | 0,85 (0,69-1,08)            | 0,99 (0,86-1,23)              | 0,95 (0,80-1,12)          | 0,063  |
| Gözler kapalı yumuşak zemin | 1,99 (1,77-2,47)            | 2,27 (1,76-2,76)              | 2,36 (1,96-2,59)          | 0,259  |
| Yürüme hızı (m/sn)          | 1,06 (0,96-1,17)            | 1,06 (0,93-1,23)              | 0,93 (0,75-1,11)          | 0,033* |
| Adım uzunluğu (m)           | 0,51 (0,50-0,57)            | 0,57 (0,50-0,66)              | 0,50 (0,45-0,57)          | 0,020* |
| Tempo                       | 111 (105,00-118,25)         | 110 (103,00-118,00)           | 104,5 (95,00-114,25)      | 0,114  |

\*p<0,05. Kruskal Wallis testi. ÇA: Çeyrekler arası. AP Anteroposterior. ML Mediolateral.

ölemleri çalışmada yaşlılarda BKİ ile dengeyi negatif yönde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.<sup>19</sup> Cancela Carral vd. de yaptıkları çalışmada yaşlılarda BKİ arttıkça hem statik hem de dinamik dengeyi azaldığını bulmuşlardır.<sup>17</sup> Ancak dinamik dengeyi değerlendirmede Zamanlı Kalk Yürü Testi'ni kullanmışlardır. Bu test her ne kadar bir denge testi olsa da sıklıkla fonksiyonel mobilite ve düşme riskini belirlemede kullanılmaktadır.<sup>21</sup> Cancela Carral vd.'nin çalışmasında, bulgularımızın aksine, BKİ'nin dinamik denge ile ilişkili bulunmasının nedeni bu testin kullanılmış olması olabilir.<sup>17</sup>

Melzer vd. yaptıkları çalışmada yaşlıları çalışmamızdaki gibi üç gruba ayırmışlardır. Sonuçta denge kontrolü açısından normal bireylerle pre-obezler arasında farklılık olmadığını, yalnızca normal bireylerle obezler arasında anlamlı fark olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızdan farklı olarak, dengeyi yalnızca kuvvet platformu üzerinde basınç merkezinin yer değiştirmesi ile değerlendirmişlerdir.<sup>18</sup> Hergenroeder vd. de yaşlıları BKİ'ye göre gruplara ayırdıkları çalışmada dengeyi BKİ'den etkilenmediğini bildirmişlerdir.<sup>2</sup> Ancak çalışmamızdaki bilgisayar destekli denge ölçümünden farklı olarak dengeyi öz bildirim anketleri ile ölçmüşlerdir.<sup>2</sup>

Dutil vd. yaşlı obez kadınlarda dengeyi

kontrol etmede zorluklar olduğunu belirtmişlerdir.<sup>22</sup> Öte yandan Blaszczyk vd. ise obez kadınlarda postüral salınımların daha az, diğer bir deyişle stabilitenin daha iyi olduğunu bulmuşlar ve bunun fonksiyonel adaptasyon nedeniyle olduğunu öne sürmüşlerdir.<sup>23</sup> Çalışmamızda pre-obezlerin postüral stabilite indeksinin BKİ normal yaşlılara göre daha kötü bulunmuş olması ancak pre-obezler ile obezler ve BKİ normal bireyler ile obezler arasında farklılık bulunmamasının nedeni bu durum olabilir. Obez yaşlılar postüral salınımlara fonksiyonel adaptasyon geliştirmiş olabilirler.

2018 yılında yapılan bir çalışmada yaşlılarda BKİ'nin tek ayak dengeyi etkilemediği gösterilmiştir.<sup>13</sup> Çalışmacıların da belirttiği üzere, bu sonucun gerekçesi; tek ayaktan ziyade iki ayak üzerinde duruş pozisyonunun vücut kompozisyonundaki değişimlere daha duyarlı olması olabilir.<sup>13</sup> Çünkü iki ayak üzerinde duruş postürü, vücudun açıl pozisyonuna göre değişim gösteren anti-gravitasyonel vektör ile ilişkilidir.<sup>24</sup> Maki vd. de yaptıkları prospektif çalışmada, gözler kapalı durumda basınç merkezinin ML yöndeki yer değiştirmelerinin (ML salınımlarının) yaşlılarda gelecekteki düşmeler için bir prediktör olduğunu bulmuşlardır.<sup>25</sup> Çalışmamızda pre-obezlerin ML

yönde postüral stabilitesinin, obezlerin ise GKSZ dengesinin BKİ normal bireylerinkilerden daha kötü olması, pre-obez ve obez yaşlıların normal yaşlılara göre gelecekte düşme ihtimalinin daha yüksek olduğunu gösteriyor olabilir.

Az sayıda çalışmada obezite ile denge arasındaki etkileşimin altta yatan mekanizmaları araştırılmıştır.<sup>11,22,26</sup> Obez erkeklerde yapılan bir çalışmada, özellikle abdominal bölgede yüksek adipoz doku birikimi olanlarda vücudun ağırlık merkezinin ayak bileği eklemine göre daha öne kaydığı, bunun da postüral kontrolü azalttığı gösterilmiştir.<sup>26</sup> Diğer bir çalışmada, obez yaşlılarda plantar mekanoreseptörlerin devamlı ağırlık altında kalmaları nedeniyle hiperaktif oldukları, bu yüzden de plantar hassasiyetin daha düşük olduğu gösterilmiştir.<sup>11</sup> Plantar hassasiyetin düşük olması, proprioseptif bilginin kısıtlı kullanıldığı anlamına gelmekte olup postüral kontrolü azaltabilir.<sup>22</sup> Bu bulgular, çalışmamızda BKİ ile statik denge arasında bulduğumuz etkiyi açıklamaya yardımcı olabilir.

Çalışmamızda obez yaşlıların GKSZ dengesinin hem BKİ normal hem de pre-obez yaşlılara göre daha kötü olduğu bulunmuştur. Denge fonksiyonu, bilindiği üzere, temelde üç ana sistemden gelen girdiler ile sağlanır. Bunlar vizuel, vestibular ve proprioseptif sistemlerdir.<sup>27</sup> GKSZ'de ayakta durma sırasında, gözler kapatılmış olduğundan vizüel sistemden gelen girdiler devre dışı bırakılmış olur ve denge fonksiyonu yalnızca vestibular ve proprioseptif sistemden gelen girdiler ile sağlanır.<sup>28</sup> Bu açıdan obez yaşlılarda GKSZ dengenin zayıf olması, bu bireylerde vestibular ve proprioseptif sistemden gelen girdilerde bozulmalar olduğunu gösteriyor olabilir. Ne yazık ki, obez yaşlılarda GKSZ dengeyi ölçen ve altta yatan nedenleri araştıran bir çalışma henüz bulunmamaktadır.

Yaşlılarda BKİ'nin yürüme hızı, adım uzunluğu ve tempo gibi yürüme özelliklerine etkisi de literatürde tartışmalı konulardan biridir. Çalışmamızda BKİ'nin yalnızca adım uzunluğunu etkilediği görülmüş, obezlerin adım uzunluğunun pre-obezlerinkinden kısa olduğu tespit edilmiştir. Sekiz kohort çalışmasının derlendiği bir çalışmada yüksek BKİ'nin yaşlılarda daha düşük yürüme hızına neden olduğu bulunmuştur.<sup>29</sup> Bunun nedeninin, ağır

vücut kütlelerini hareket ettirmek zorunda olan obez bireylerin daha düşük yürüme hızları tercih ederek enerji harcamasını minimumda tutmak için kullandıkları bir strateji olabileceği öne sürülmüştür.<sup>30</sup> Çalışmamızdaki benzer gruplara ayırma yönteminin kullanıldığı bir çalışmada ise BKİ'nin yürüme hızını olumsuz etkilediği, BKİ arttıkça yürüme hızının azaldığı gösterilmiştir.<sup>2</sup>

Öte yandan Ko vd., bulgularımızı destekler şekilde, normal, pre-obez ve obez yaşlıların yürüme hızlarının benzer olduğunu bulmuşlardır.<sup>31</sup> Minematsu vd. de yürüme hızını 10 metre yürüme testi ile ölçtükleri çalışmada, yaşlı erkeklerde BKİ grupları arasında yürüme hızı açısından anlamlı fark olmadığını bulmuşlardır.<sup>20</sup> 6981 yaşlı erkek ve kadının alındığı geniş ölçekli bir çalışmada, yüksek BKİ düzeyleri ile mobilite kaybı arasında güçlü ilişki olduğu bulunmuştur.<sup>32</sup> Çalışmamızda da benzer şekilde yüksek BKİ'ye sahip yaşlıların adım uzunluklarının daha kısa bulunmuş olması, bu yaşlılarda mobilite azlığının bir göstergesi olabilir.

Çalışmamızda denge ile ilgili değişkenleri ölçmede altın standart olarak kabul edilen, objektif, bilgisayar destekli ölçüm testlerinin yapılmış olması çalışmanın güçlü yanlarından biridir. Diğer bir güçlü yanı ise denge ve yürüme özelliklerinin alt parametreleriyle birlikte detaylı olarak değerlendirilmiş olmasıdır. Çalışmamızda grupların demografik ve klinik özellikler bakımından homojen dağılmış olması, istatistiksel analiz ve yorumu yalınlaştırması bakımından değerlidir. Ayrıca çalışmanın gücünün %97 olması, örneklemin evreni temsil ettiğinin bir göstergesi olması açısından önemlidir.

#### **Limitasyonlar**

BKİ ile denge arasındaki ilişkiye katkı yaptığı öne sürülen fiziksel aktivite düzeyinin değerlendirilmemiş olması çalışmanın zayıf yanlarından biri olabilir.<sup>17</sup> Örnekleminizde hiç zayıf (BKİ<18,5 kg/m<sup>2</sup>) yaşlı bulunmaması ve BKİ 35 kg/m<sup>2</sup> üzerinde olan yalnızca 7 birey olması nedeniyle obezitenin alt kategorilerine göre analizlerinin yapılamamış olması, çalışmanın diğer kısıtlılıkları olabilir. Her ne kadar denge ve yürümeyi etkilediği konusunda çelişkili sonuçlar olsa da alt ekstremita kas kuvvetlerinin<sup>33,34</sup> değerlendirilmemiş olması da çalışmanın kısıtlılıklarından biri sayılabilir.

### Sonuç

Çalışmamızda yüksek beden kütle indeksine sahip yaşlıların statik dengelerinin daha kötü olduğu, dinamik dengelerinin ise değişmediği görülmüştür. Ayrıca obez yaşlıların adım uzunluklarının daha kısa, yürüme hızı ve tempolarının ise diğer yaşlılar ile benzer olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar yaşlıların denge ve yürüme özelliklerini, sahip oldukları BKİ'ye göre tahmin etmeye yardımcı olabilir. Böylece fizyoterapistler gibi sağlık profesyonelleri bu bilgiyi, yaşlılarda denge ve yürüme değerlendirmelerinin yanı sıra denge ve yürüme eğitimi esnasında da kullanabilir. Uygulanacak egzersizler yaşlıların BKİ göz önünde bulundurularak bireye uygun modifiye edilebilir, gerekli güvenlik önlemleri alınabilir.

**Teşekkür:** Yok

**Yazarların Katkı Beyanı:** **MT:** konsept/ fikir gelişimi, çalışma dizaynı, veri analizi/yorumlama, literatür araştırması, yazma; **NG:** konsept/ fikir gelişimi, literatür araştırması, tesislerin/ekipmanın sağlanması, yazma, kritik gözden geçirme; **ÜY:** Çalışma dizaynı, veri toplama/işleme, veri analizi/yorumlama, literatür araştırması, yazma; **EAB:** Veri toplama/ işleme, literatür araştırması, olguların sağlanması, tesislerin/ekipmanın sağlanması; **ATI:** Çalışma dizaynı, literatür araştırması, olguların sağlanması, tesislerin/ ekipmanın sağlanması, kritik gözden geçirme.

**Finansal Destek:** Yok

**Çıkar Çatışması:** Yok

**Etik Onay:** Bu araştırma protokolü Dokuz Eylül Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (sayı: 2017/08-228, tarih: 13.04.2017) tarafından onaylandı.

### KAYNAKLAR

- Han TS, Tajar A, Lean ME. Obesity and weight management in the elderly. *Br Med Bull.* 2011;97:169-196.
- Hergenroeder AL, Wert DM, Hile ES, et al. Association of body mass index with self-report and performance-based measures of balance and mobility. *Phys Ther.* 2011;91:1223-1234.
- Mathus-Vliegen EM. Obesity and the elderly. *J Clin Gastroenterol.* 2012;46:533-544.
- Rössner S. Obesity in the elderly--a future matter of concern? *Obes Rev.* 2001;2:183-188.
- Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults. *Am J Clin Nutr.* 1998;68:899-917.
- Sack S, Radler DR, Mairella KK, et al. Physical therapists' attitudes, knowledge, and practice approaches regarding people who are obese. *Phys Ther.* 2009;89:804-815.
- Hasson CJ, van Emmerik RE, Caldwell GE. Balance decrements are associated with age-related muscle property changes. *J Appl Biomech.* 2014;30:555-562.
- Howcroft J, Lemaire ED, Kofman J, et al. Elderly fall risk prediction using static posturography. *PLoS One.* 2017;12:e0172398.
- Greve J, Alonso A, Bordini AC, Camanho GL. Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics (Sao Paulo).* 2007;62:717-720.
- Southard V, Dave A, Douris P. Exploring the Role of Body Mass Index on Balance Reactions and Gait in Overweight Sedentary Middle-aged Adults: A Pilot Study. *J Prim Care Community Health.* 2010;1:178-183.
- Hue O, Simoneau M, Marcotte J, et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture.* 2007;26:32-38.
- Goulding A, Jones IE, Taylor RW, et al. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture.* 2003;17:136-141.
- Pereira C, Silva RAD, de Oliveira MR, et al. Effect of body mass index and fat mass on balance force platform measurements during a one-legged stance in older adults. *Aging Clin Exp Res.* 2018;30:441-447.
- Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res.* 1998;6 Suppl 2:51-209.
- Pickerill ML, Harter RA. Validity and reliability of limits-of-stability testing: a comparison of 2 postural stability evaluation devices. *J Athl Train.* 2011;46:600-606.
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd edn. Á/L. Erlbaum Press, Hillsdale, NJ, USA; 1988.
- Cancela Carral JM, Ayán C, Sturzinger L, et al. Relationships Between Body Mass Index and Static and Dynamic Balance in Active and Inactive Older Adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2019;42:85-90.
- Melzer I, Oddsson LI. Altered characteristics of balance control in obese older adults. *Obes Res*



- Clin Pract. 2016;10:151-158.
19. Gouveia É R, Gouveia BR, Ihle A, et al. Balance and mobility relationships in older adults: A representative population-based cross-sectional study in Madeira, Portugal. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019;80:65-69.
  20. Minematsu A, Hazaki K, Harano A, et al. Differences in physical function by body mass index in elderly Japanese individuals: The Fujiwara-kyo Study. *Obes Res Clin Pract.* 2016;10:41-48.
  21. Barry E, Galvin R, Keogh C, et al. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.* 2014;14:14.
  22. Dutil M, Handrigan GA, Corbeil P, et al. The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women. *Age (Dordr).* 2013;35:883-890.
  23. Błaszczyk JW, Cieślinska-Swider J, Plewa M, et al. Effects of excessive body weight on postural control. *J Biomech.* 2009;42:1295-1300.
  24. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture.* 1995;3:193-214.
  25. Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol.* 1994;49:72-84.
  26. Teasdale N, Hue O, Marcotte J, et al. Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *Int J Obes (Lond).* 2007;31:153-160.
  27. Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol.* 1994;4:877-887.
  28. Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22:465-472.
  29. Hardy R, Cooper R, Aihie Sayer A, et al. Body mass index, muscle strength and physical performance in older adults from eight cohort studies: the HALCYon programme. *PLoS One.* 2013;8:e56483.
  30. Liu ZQ, Yang F. Obesity May Not Induce Dynamic Stability Disadvantage during Overground Walking among Young Adults. *PLoS One.* 2017;12:e0169766.
  31. Ko S, Stenholm S, Ferrucci L. Characteristic gait patterns in older adults with obesity--results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Biomech.* 2010;43:1104-1110.
  32. LaCroix AZ, Guralnik JM, Berkman LF, et al. Maintaining mobility in late life. II. Smoking, alcohol consumption, physical activity, and body mass index. *Am J Epidemiol.* 1993;137:858-869.
  33. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, et al. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2001;9:126-136.
  34. Handrigan GA, Berrigan F, Hue O, et al. The effects of muscle strength on center of pressure-based measures of postural sway in obese and heavy athletic individuals. *Gait Posture.* 2012;35:88-91.