

## ORIGINAL ARTICLE

## Farklı branşlardaki sporcuların denge kararlılık sınırlarının karşılaştırılması

Rabia Tuğba KILIÇ<sup>1</sup>, Aslı BÖRÜ<sup>2</sup>, Volga BAYRAKÇI TUNAY<sup>1</sup>, Songül AKSOY<sup>2</sup>, Nevin ERGUN<sup>3</sup>

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, farklı spor branşındaki sporcuların denge kararlılık sınırlarını karşılaştırarak, spora özgü farklılıkların ortaya çıkarılması ve spora dönüş aşamasında, denge kriterleri bakımından, sağlık profesyonellerine dönüş kararı vemedede objektif bir görüş sunabilmektir.

**Yöntem:** Çalışmaya, herhangi bir yaralanması olmayan, alanında en az 2 yıllık spor deneyimine sahip, yaş ortalamaları 21,26±4,13 olan gönüllü 90 erkek sporcu dâhil edildi. Sporcular dallarına göre Amerikan futbolu, voleybol, atletizm olmak üzere üç gruba ayrıldı. Kararlılık Sınırları Testi (Limits of Stability-LOS), NeuroCom Balance Master Statik Postürografi cihazı (NeuroCom System Version 8.1 Balance Master) ile yapıldı. LOS testinde, 45 derecelik açılar ile yerleştirilmiş 8 hedef vardı. Test sonuçları, reaksiyon zamanı, hareket hızı, yön kontrolü, ulaşılan son nokta ve maksimum son nokta olmak üzere beş parametre şeklinde ifade edildi. Gruplar arası ortalamalar bakımından farklılık, tek yönlü varyans analizi ile incelendi.

**Bulgular:** LOS testinde, anterior yöndeki reaksiyon zamanı en iyi olan grup Amerikan futbolcularıydı (p<0,05). Sağ-anterior yöne uzanmada hareket hızı ve yön kontrolü en iyi olan grup atletlerdi. Sağ-laterale uzanmanın reaksiyon zamanı en iyi Amerikan futbolcularında iken hareket hızı en iyi atletlerde idi. Sağ-arkaya uzanmanın reaksiyon zamanı en iyi Amerikan futbolcularında, hareket hızı ise en iyi atletlerdeydi (p<0,05).

**Sonuç:** Çalışma sonucundaki farklılıkların spora özel olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, sporcu denge değerlendirmesi yaparken ve özellikle spora dönüş kararı verirken bu konuya dikkat etmek önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Postüral denge, Spor, Spora dönüş.

### Comparison of limits of stability of athletes in different sports branches

**Purpose:** The aim of the present study was to determine the sport-specific differences of athletes in three different sports by comparing limits of stability test results of static posturography and present an objective opinion to health professionals with regard to balance criteria in return phase of the sport.

**Methods:** Ninety volunteer male athletes, who were not injured, with a mean age of 21.26 ± 4.13 with at least two years of sports experience in the field were included in the study. There were three groups according to sports branches: American football, volleyball, and athletics. The Limits of Stability (LOS) test was performed with a NeuroCom Balance Master Static Posturography Device (NeuroCom System Version 8.1 Balance Master). In the LOS test, there were 8 targets placed at 45 angle. Test results were expressed in five parameters as follows: Reaction time, speed of motion, direction control, end point reached, and maximum end point. The differences between groups were analyzed by one-way ANOVA.

**Results:** In the LOS test, anterior reaction time value was the best in American footballers (p<0.05). Athletes had the best right anterior direction's movement velocity and direction control values. The reaction time value in the right-lateral direction was the best in American footballers. The right-to-lateral movement velocity value was the best in athletes. Right-backward reaction time value was the best in American footballers. Right-backward movement velocity was the best in athletes (p<0.05).

**Conclusion:** The differences in this study were thought to be special to the sport. For this reason, it is important to pay attention to this issue when the assessing balance of athletes, especially during individual's return phase of sport.

**Keywords:** Postural balance, Sports, Return to sport.

Kılıç RT, Börü A, Bayrakçı Tunay V, Aksoy S, Ergun N. Farklı branşlardaki sporcuların denge kararlılık sınırlarının karşılaştırılması. J Exerc Ther Rehabil. 5(2):106-115. Comparison of limits of stability of athletes in different sports branches.



1: Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Ankara, Türkiye.

2: Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Odiology, Ankara, Türkiye.

3: Sanko University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Gaziantep, Türkiye.

Corresponding author: Rabia Tuğba Kılıç: r.tugba@hotmail.com

ORCID ID: 0000-0002-3276-5097

Received: December 11, 2017.

Accepted: June 5, 2018.

**D**enge, dinlenme ve aktivite anında, destek yüzeyi üzerinde yerçekimi merkezini doğru pozisyonlama yeteneği olarak tanımlanır.<sup>1</sup> Statik denge, sabit bir destek düzeyinde, ek kuvvette ihtiyaç duyulmadan genel postürün veya vücut bölümlerinin belirli pozisyonda otomatik olarak korunmasıdır. Dinamik denge ise hareket boyunca dengeyi koruma, sürdürme veya yeniden dengenin düzenlenmesi olarak tanımlanabilir.<sup>2</sup> Denge; vestibüler, görsel ve somatosensoryel sistemlerden gelen duysal uyarıların, merkezi sinir sistemi (MSS) tarafından bütünleştirilerek değerlendirilmesi ve kas-iskelet sisteminde uygun cevapların oluşturulması sonucu gerçekleştirilir.<sup>3,4</sup>

Denge, ağırlık merkezi, yer çekim hattı ve destek yüzeyi arasında ilişki ile sağlanır.<sup>5</sup> Destek yüzeyinin dış sınırları, kararlılık limitleri (limits of stability-LOS) olarak bilinir. LOS, bir kişinin destek yüzeyini değiştirmeden, vücudu ile eğilerek uzanabileceği alan olarak da tanımlanır. Vücut, LOS sınırının ötesine sallanırsa, destek yüzeyinin yeniden kurulması ve dengenin tekrar sağlanabilmesi için çeşitli koruyucu reaksiyonlar (postüral salınımlar, ayak bileği stratejisi, kalça stratejisi ve adımlama stratejisi) kullanılmalıdır veya düşme meydana gelecektir.<sup>5</sup> Dinamik dengenin, istemli motor kontrol parametresini ölçen LOS testi, fonksiyonel performansın önemli bir öngörücüsüdür.<sup>6</sup> LOS testi kullanılarak postüral stabilitenin değerlendirilmesi geçerli ve güvenilir bir yöntemdir.<sup>7,8</sup> LOS protokolünün güvenilirliği, sağlıklı kişiler ve çeşitli hasta gruplarında araştırılıp, sınıf içi korelasyon (ICC) değerleri ortaya konmuştur.<sup>9</sup> Rusaw vd. transtibial protez kullananlarda, güvenilirliği, zayıf olan reaksiyon süresi değişkeni hariç (ICC=0,248-0,484) yüksek bulmuştur.<sup>8</sup>

Sportif performansı belirleyen önemli faktörlerden biri dengedir.<sup>10</sup> Dengenin iyi olması yaralanma ihtimalini de azaltır.<sup>11</sup> Her bir spor branşı ile ilişkili olan beceri gereksinimleri ve spor branşının gerektirdiği çevresel talepler, spor branşına özgü postüral adaptasyonları geliştirir ve sporcuların denge yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.<sup>12</sup> Üst düzey sporcular, yaptıkları spor branşı ile ilgili denge kontrolü sergilerler.<sup>13</sup> Elit sporcular, branşlarının gereklerine göre postürü düzenlemek için kesin bir duysal

bilgiyi baskın olarak kullanırlar. Örneğin, tecrübeli jimnastikçilerde vücut oryantasyonu için somatosensoryel işaretler, otolitik işaretlerden daha fazla bilgilendiricidir.<sup>14</sup> Uzman dansçılarda ise görme, postür düzenlenmesinde güçlü bir unsurdur.<sup>15</sup>

Sportif yetenek, beceri ve performans belirlemede, dengenin ve de dengenin duysal temellerinden biri olan propriosepsiyonun, sportif açıdan önemini ortaya koyan birçok bilimsel çalışma olmasına rağmen,<sup>16-19</sup> spor branşlarının gerektirdiği denge özelliklerini inceleyen ve farklı branştan sporcuların denge performanslarını karşılaştıran yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır.

Bu nedenle, yaptığımız çalışmada üç farklı spor branşındaki sporcuların, statik postürografi ile dengenin kararlılık sınırları testi sonuçları karşılaştırılarak spora özgü farklılıkları ortaya çıkarmak ve ayrıca yaralanmış sporcuların rehabilitasyonunun spora dönüş aşamasında, denge kriterleri bakımından sağlık profesyonellerine dönüş kararvermeyi kolay hale getirmek amaçlandı. Bu çalışmanın hipotezi; Dengenin istemli motor kontrol parametresini ölçen LOS testi sonuçlarında spora özgü farklılıklar vardır.

## YÖNTEM

### Bireyler

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Baş Dönmesi ve Denge Bozuklukları Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılan çalışmaya, herhangi bir yaralanması olmayan, alanında en az 2 yıllık spor geçmişine sahip, yaş ortalamaları 21,26±4,13 olan gönüllü 90 erkek sporcu dahil edildi. Sporcular dallarına göre Amerikan futbolu, voleybol, atletizm olmak üzere üç gruba ayrıldı. Gruplar yapılan spordaki temas/çarpışma özelliğine göre (temas, sınırlı temas, temas sporu olmayan grup) seçildi. Bireylere çalışma protokolü hakkında bilgi verildi, kabul edenlere çalışmanın amaç ve yöntemlerini belirten onam formu imzalatıldı.

Hacettepe Üniversitesi, *Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu*'ndan 14.03.2017 tarihinde GO 17/178-16 karar numarası ile onay alındı.

### Değerlendirme

Genel değerlendirme formuna kişinin; adı

soyadı, spor branşı ve süresi, adres- telefon bilgileri, doğum tarihi, mesleği, vücut ağırlığı, boyu, vücut kitle indeksi (VKİ) kaydedildi. Özgeçmiş, soygeçmiş, geçirilmiş hastalık/yaralanma/ameliyat varlığı, kullandığı ilaçlar, alerji, beslenme ve sigara içme durumu sorgulandı ve kayıt altına alındı. Alt ekstremitte kaslarının kuvveti, alt ekstremitte kaslarının esnekliği ve bacak uzunlukları (spina iliaca anterior superior ve medial malleol arası mesafe, mezura ile ölçülerek bulundu) kaydedildi. Sporculara, bir topa vurmak için öncelikli olarak hangi bacağına kullanırsın sorusu yöneltilerek dominant ve non-dominant ayak tespit edilip kaydedildi.<sup>20</sup>

#### **Kararlılık sınırları (LOS) değerlendirilmesi**

LOS değerlendirmesi için, NeuroCom Balance Master Statik Postürografi cihazı (NeuroCom System Version 8.1 Balance Master) kullanıldı. Postürografi cihazları, postürsal salınımı ölçerek, postür ve dengenin nicel olarak değerlendirilmesini ve objektif sonuçlar elde etmemizi sağlar.<sup>21</sup> Statik postürografi cihazı ile denge ölçümleri, kişinin bir güç platformu üzerinde anlık postürsal salınımının bilgisayara aktarılması ile yapılır.<sup>22</sup> Sabit ayakta duruşta bireyin yerçekimi merkezindeki değişimlerini gösterir ve platform üzerinde gözler açık ve kapalı olacak şekilde ölçüm yapar. Cihaz, denge bozukluklarının duyuşsal, motor veya fonksiyonel limitasyonlardan kaynaklanan parametrelerinin nicel olarak ölçülmesine olanak sağlar. Her bir bozukluğu değerlendirebilmek için ayrı ayrı test protokolleri bulunmaktadır.<sup>3,5</sup> Çalışmamızda kullandığımız LOS testi, dengenin, istemli motor kontrolündeki bozuklukları değerlendirmektedir.

#### **Kararlılık sınırları (LOS) testi**

LOS, kişinin, vücudunun yerçekimi merkezini (*center of gravity-COG*) istemli olarak götürebildiği maksimum uzaklığı belirtir. Test ekranında, 45 derecelik açılar ile yerleştirilmiş 8 hedef vardı.<sup>23</sup> Şekil 1'de görülen 1 numaralı hedef anterior, 2 numaralı hedef sağ-anterior, 3 numaralı hedef sağ-lateral, 4 numaralı hedef sağ-posterior, 5 numaralı hedef posterior, 6 numaralı hedef sol-posterior, 7 numaralı hedef sol-lateral ve 8 numaralı hedef sol-anterior yönü göstermekteydi. Test esnasında sporcular, Şekil 2'de gösterildiği gibi topukları platform üzerindeki karelere gelecek

şekilde, ayaklar birbirine paralel ayakta durdu. COG'u, merkez hedefte tuttu ve sistemin vereceği başlama sesi ile beraber istenen hedefe doğru testi yaptı. COG'u temsil eden imlecin kendi kontrolünde olduğu, imleci istenen hedefe götürmesi, bunu yaparken belden ve/veya dizden bükülmeden, parmak veya topuk kaldırmadan uygun ağırlık kaydırma yapması, hedefi başaramayabileceği ama elinden gelenin en iyisini yapması, komutu aldığı anda hedefe mümkün olduğunca hızlı ve düz bir çizgi şeklinde gitmesi ve orada 8 saniye sabit kalması gerektiği anlatıldı. Sporcu, imleci yönlendirmeyi öğrenmek ve teste uyum sağlamak için veri toplamaya başlamadan önce tüm testi bir kez denedi. Ayak tabanı temasını kaybettiğinde veya ayak bileği stratejisini değiştirdiğinde test tekrarlandı.<sup>6,24</sup>

Sistem sonuçları hesaplarırken; hedeflerin bir elips oluşturduğunu varsayar, boy yüksekliği ile oranlayarak ve yaşa uygun normatif performans değerleriyle karşılaştırarak kişinin teorik sınırlarının % 100' ünü belirler.<sup>5</sup> Buna dayanarak 5 sonuç verir (Şekil 3).

#### **Reaksiyon zamanı (Reaction Time- RT)**

Hedefe gitmeden önce cihazdan gelen sinyal ile bireyin harekete başlaması arasında geçen süreyi saniye olarak ifade eder. Reaksiyon süresinin uzaması, kişinin başla komutuna cevap verme veya istemli hareket etme konusundaki gecikmelerini işaret eder.

#### **Hareket hızı (Movement Velocity- MVL)**

Hedefe doğru giderken ağırlık merkezinin saniyede yaptığı hızı, derece/saniye olarak ifade eder. MVL, merkezden hedefe olan uzaklığın % 5-95'i arasını hesaplar, böylece ivmelenme ve yavaşlama bileşenleri hariç tutulur. Yüksek hız skorları iyi, düşük hız puanları daha kötüdür.

#### **Yön kontrolü (Directional Control- DCL)**

Hareketin kalitesini, yüzde (%) olarak görmemizi sağlar. Değerlerin % 100'e yaklaşması gösterilen hedef doğrultusunda, doğru bir yol gidildiğini belirtir.

#### **Ulaşılan son nokta (End Point Excursion- EPE)**

Dengeyi kaybetmeden gidilebilen son noktanın yüzde (%) olarak ifade edilmesidir. Bu bireylerin kendi güvenlik sınırlarını algılaması olarak düşünülebilir.

#### **Maksimum son nokta (Maximum**

**Excursion- MXE)**

Sporcunun maksimum gidebileceği son noktanın yüzde (%) olarak ifade edilmesidir.

Teorik olarak, ilk (EPE) ve son (MXE) hedefe doğru ilerleme girişi aynı veya çok yakın olmalıdır. Yüksek performanslı bireylerde olduğu gibi hareket hassasiyeti ve doğruluğu hedef olduğunda bu özellikle geçerlidir.

**İstatistiksel analiz**

İstatistiksel analizler, SPSS Ver. 22.0 programı kullanılarak yapıldı. Bireylerin sosyo-demografik özellikleri tanımlayıcı istatistikler ile analiz edildi. Sonuçları, aritmetik ortalama±standart sapma (X±SS) olarak verildi. Gruplar arası ortalamalar bakımından farklılık tek yönlü varyans analizi ile incelendi, sonuçlar aritmetik ortalama±standart hata (X±SH) olarak ifade edildi. Her grubun ikişerli karşılaştırmaları Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi kullanarak yapıldı, sonuçlar aritmetik ortalama±standart hata (X±SH) olarak ifade edildi. İstatistiksel anlamlılık için p<0,05 olarak kabul edildi.

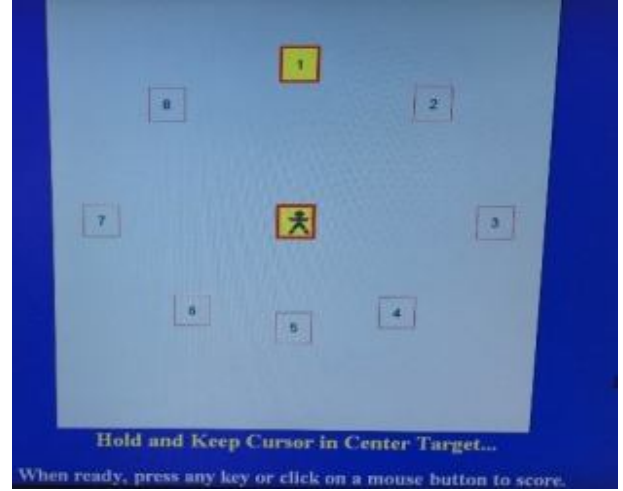
**BULGULAR**

Çalışmaya katılan sporculardan, Amerikan futbolcularının yaş ortalaması 21,70±2,73, voleybolcuların yaş ortalaması 19,87±2,42 ve atletlerin yaş ortalaması 22,20±5,99 idi. Tüm sporcuların yaş ortalamaları ise 21,26±4,13 idi. Gruplar arası yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p>0,05). Boy ortalamaları (cm) 180,49±0,77, vücut ağırlığı ortalamaları (kg) 75,91±1,24, vücut kütle indeksi (VKİ) (kg/m<sup>2</sup>) ortalamaları 23,23±0,29 ve ortalama spor yaptıkları süre (yıl) 4,49 ± 0,25 idi.

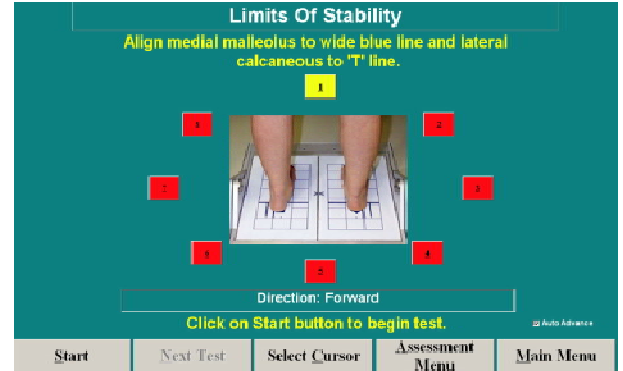
**RT bulguları**

LOS 1 RT grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcular ve Amerikan futbolcuları ile voleybolcular ve atletlerin sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamlı farklılığı (p<0,05) yarattığı bulundu. En iyi sonuç Amerikan futbolcularında, en kötü sonuç atletlerde idi.

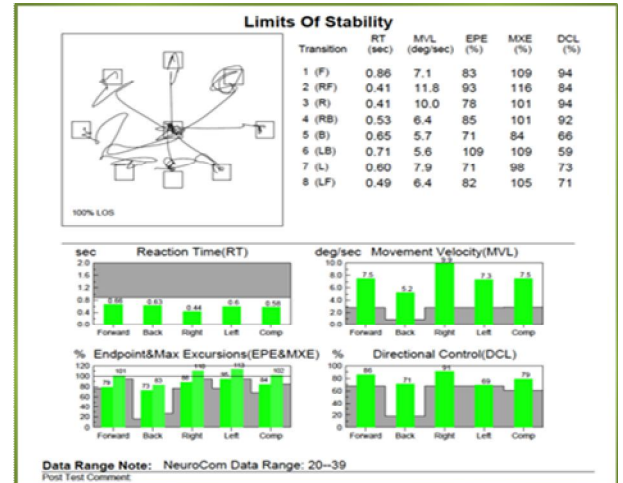
LOS 3 RT grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcular ile Amerikan futbolcularının sonuçlarının benzer özellik



Şekil 1. LOS testinin test esnası ekran görseli.



Şekil 2. LOS testinin test öncesi ekran görseli.



Şekil 3. LOS testi örnek sonuç çıktısı.

gösterdiği, atletlerin sonuçlarının hem Amerikan futbolcuları ile hem de voleybolcuların sonuçları ile istatistiksel

anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) gösterdigi bulundu. En iyi sonuç Amerikan futbolcularında, en kötü sonuç atletlerde idi.

LOS 4 RT grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcuların hem Amerikan futbolcuları hem de atletlerin sonuçları ile benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç Amerikan futbolcularında, en kötü sonuç atletlerde idi.

#### **MVL bulguları**

LOS 2 MVL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcuların hem Amerikan futbolcuları ile hem de atletlerin sonuçları ile benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 3 MVL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcular ile atletlerin sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcularının sonuçlarının hem atletler hem de voleybolcuların sonuçları ile istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) gösterdiği bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 4 MVL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcuların hem Amerikan futbolcuları ile hem de atletlerin sonuçları ile benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,01$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 5 MVL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcular ile atletlerin sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcularının sonuçlarının hem atletler hem de voleybolcuların sonuçları ile istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) gösterdiği bulundu. En iyi sonuç voleybolcularda, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 6 MVL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcular ile atletlerin sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcularının sonuçlarının hem atletler hem de voleybolcuların sonuçları ile

istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,001$ ) gösterdiği bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 7 MVL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcuların hem Amerikan futbolcuları ile hem de atletlerin sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,001$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

#### **DCL bulguları**

LOS 2 DCL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcular ile atletlerin sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcularının sonuçlarının hem atletler hem de voleybolcuların sonuçları ile istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,01$ ) gösterdiği bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 6 DCL grup ortalamaları karşılaştırıldığında, Amerikan futbolcularının hem voleybolcular hem de atletlerin sonuçları ile benzer özellik gösterdiği, voleybolcular ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç voleybolcularda idi.

#### **EPE bulguları**

LOS 1 EPE grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcuların hem Amerikan futbolcuları hem de atletlerin sonuçları ile benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç atletlerde, en kötü sonuç Amerikan futbolcularında idi.

LOS 4 EPE grup ortalamaları karşılaştırıldığında, voleybolcuların hem Amerikan futbolcuları hem de atletlerin sonuçları ile benzer özellik gösterdiği, Amerikan futbolcuları ile atletlerin sonuçları arasındaki farkın istatistiksel anlamli farklilik ( $p<0,05$ ) yarattığı bulundu. En iyi sonuç Amerikan futbolcularında, en kötü sonuç atletlerde idi.

LOS 6 EPE grup ortalamaları karşılaştırıldığında, Amerikan futbolcuları ile voleybolcuların sonuçlarının benzer özellik gösterdiği, atletlerin sonuçlarının, hem Amerikan futbolcuları hem de voleybolcuların

sonuçları ile istatistiksel anlamlı farklılık ( $p<0,01$ ) gösterdiği bulundu. En iyi sonuç Amerikan futbolcularında, en kötü sonuç atletlerde idi.

#### **MXE bulguları**

Grupların MXE değer ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

Yukarıda bahsi geçmeyen yönler ve değişkenler, grupların aritmetik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi ( $p>0,05$ ) (Tablo 1).

## **TARTIŞMA**

Bu çalışma, dengein LOS testi sonuçlarında, anterior (1), sağ-anterior (2), sağ-lateral (3), sağ-posterior (4), posterior (5), sol-posterior (6), sol-lateral (7) yönlerine giderken üç spor branşı arasında istatistiksel anlamlı farklılığın olduğunu gösterdi.

Denge ve postürü sürdürmek, düzgün hareket için çok önemlidir. Denge kontrolü, duyuşal girdilerin alınmasını, bütünleştirilmesini ve uygun motor cevabın verilmesini gerektiren kompleks bir süreçtir.<sup>25</sup> Postürsal salınım; ayakta dengein sağlanmasında çok önemlidir.<sup>26</sup> Postürsal salınımın ve dengein değerlendirilmesi, spor tıbbında, yetenekli sporcuları sınıflama, biyomekanik incelemeler, sporcu sakatlıklarının önlenmesi, tedavilerin izlenmesi ve spora dönüş gibi birçok alanda kullanılabilir.<sup>15</sup> Denge, klinikte veya sahada uygulanabilen, basit testlerden, bilgisayar kontrollü, kompleks cihazlarla yapılan ileri ölçümlere kadar pek çok farklı şekilde değerlendirilebilir.<sup>3</sup> Dinamik dengeyi ölçen LOS testi, fonksiyonel performansın önemli bir öngörücüsüdür.<sup>6</sup>

Denge kaybı ya da vücut pozisyonunun korunamaması gibi durumlar, sporcunun beklenen performansı gerçekleştirmesine engel olabileceği gibi yaralanmalara da neden olabilmektedir.<sup>27</sup> McGuine vd., basketbolcularla, Troop vd. de futbolcularla yapmış oldukları çalışmalarda, zayıf dengein, ayak bileği sakatlığı için bir risk faktörü olarak tanımlanabileceğini vurgulamışlardır.<sup>28,29</sup>

Spor yapanlar ve yapmayanlar arasında denge performansı bakımından farklılıklar vardır. Cote vd. postürsal kontrol ve dinamik

dengein günlük yaşam ve spor aktivitelerinde optimum performans için gerekli olduğunu bildirilmişlerdir.<sup>10</sup> Antrenman veya müsabaka için yapılan düzenli egzersiz ve çalışmalar, denge kontrolünde görev alan bütün sistemlerin etkinliğini geliştirir.<sup>30</sup> Aydın vd.'nin, jimnastik yapan ve yapmayan iki grubun, gözler açık ve kapalı, yarı sert bir zeminde tek ayak dengede durma yeteneklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, jimnastikçilerin daha az hatayla dengede kalabildiklerini göstermişlerdir.<sup>31</sup> Futbol oynayan ve oynamayan iki grubun denge parametrelerinin karşılaştırıldığı bir çalışma sonucunda ise tüm denge parametrelerinin futbol oynayanlar lehine farklı çıktığı belirlenmiştir.<sup>32</sup> Profesyonel voleybol oyuncularının postürsal stabilizasyonlarının tanımlayıcı faktörlerini ortaya koymak isteyen bir tez çalışmasında da rekreasyonel voleybol oynayan gruba göre profesyonel oyuncuların LOS değerlerinin daha iyi olduğu gösterilmiştir. Akşit vd. tarafından yapılan çalışmada, kaya tırmanıcılarının dinamik dengelerini spor yaptıkları yıl dikkate alınarak karşılaştırmışlar, daha uzun zamandır bu sporu yapan grubun sonuçlarının daha iyi olduğunu görmüşler ama istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamamışlardır.<sup>33</sup>

Görsel, vestibüler ve somatosensorial duyuşal, postürsal kontrol aşamalarında önemli katkılara sahiptir. Azalan ya da sorunla karşılaşan duyuşal girdiler altında denge kontrolünün gerçekleştirilmesi zorlaşmakta ve bu durum her bir duyuşal sistemin, postürsal stabilite'nin kontrolündeki önemini de ortaya koymaktadır.<sup>34,35</sup> Perin vd. görsel girdiler engellendiğinde, judocuların, dansçılardan anlamlı düzeyde daha yüksek denge performansı gösterdiklerini bulmuşlardır.<sup>36</sup> Bu da bize dansçıların görsel bilgilere daha bağımlı olduğunu ifade eder. Vuilerma vd., jimnastikçilerden oluşan araştırma grubunun, postürü sürdürme performansının, futbol ve hentbolculardan oluşan kontrol grubuyla görsel işaretler olduğu zaman farklı olmadığını göstermişlerdir.<sup>13</sup> Sporcular, branşlarının gereklerine göre postürü düzenlemek için bir duyuşal bilgiyi, diğerlerine göre daha baskın olarak kullanırlar. Paillard vd., tarafından yapılan çalışma, üst düzey futbol oyuncularının, topu yere bakarak izlemeden kontrol ettiklerini, bu sayede; top, rakip ve.

Tablo 1. LOS değişkenleri için grup ortalamaları ve farklılıklar.

LOS	Amerikan X	(N=30) SD	Voleybol X	(N=30) SD	Atletizm X	(N=30) SD	p değeri
LOS 1 RT	0,88a	0,36	0,95ab	0,39	1,13b	0,47	p<0,05*
LOS 1 MVL	5,03	2,38	5,21	2,38	4,27	2,42	p>0,05
LOS 1 EPE	85,27a	16,88	91,40ab	18	96,60b	12,84	p<0,05*
LOS 1 MXE	104,8	5,24	104,5	4,59	107,23	4,77	p>0,05
LOS 1 DCL	88,57	7,4	91,17	4,35	90,77	3,93	p>0,05
LOS 2 RT	0,59	0,3	0,69	0,31	0,76	0,31	p>0,05
LOS 2 MVL	8,31a	3,11	6,90ab	2,92	6,02b	2,91	p<0,05*
LOS 2 EPE	97,57	13,26	100,8	12,82	101,6	11,37	p>0,05
LOS 2 MXE	108,57	6,4	107,17	5,81	107,53	5,79	p>0,05
LOS 2 DCL	84,03a	6,39	88,60b	5,59	88,87b	5,16	p<0,05*
LOS 3 RT	0,54a	0,21	0,58a	0,21	0,70b	0,26	p<0,05*
LOS 3 MVL	8,40a	3,03	6,35b	2,97	6,13b	2,68	p<0,05*
LOS 3 EPE	87,77	8,72	89,2	12,18	90	8,94	p>0,05
LOS 3 MXE	97,83	16,86	101,93	5,11	101,1	3,4	p>0,05
LOS 3 DCL	86,4	6,47	85,37	6,15	84,6	16,27	p>0,05
LOS 4 RT	0,58a	0,19	0,71ab	0,28	0,74b	0,29	p<0,05*
LOS 4 MVL	5,88a	2,04	4,87ab	2,12	4,08b	1,73	p<0,05*
LOS 4 EPE	90,63a	16,38	83,90ab	15,54	76,37b	23,89	p<0,05*
LOS 4 MXE	101,47	12,66	97	10,79	95,67	11,16	p>0,05
LOS 4 DCL	74,47	13,39	71,03	13,56	75,67	14,17	p>0,05
LOS 5 RT	0,65	0,27	0,69	0,33	0,69	0,28	p>0,05
LOS 5 MVL	3,95a	1,85	2,96b	1,4	3,07b	1,38	p<0,05*
LOS 5 EPE	70,9	18,81	66,17	17,27	65,33	17,87	p>0,05
LOS 5 MXE	88,63	13,34	82,07	14,1	83,57	14,9	p>0,05
LOS 5 DCL	78,6	9,51	73,23	10,52	75,3	15,23	p>0,05
LOS 6 RT	0,65	0,28	0,73	0,31	0,75	0,29	p>0,05
LOS 6 MVL	7,40a	2,91	5,76b	2,03	4,99b	2,11	p<0,001*
LOS 6 EPE	100,83b	14,77	93,70b	14,61	85,60a	16,99	p<0,001*
LOS 6 MXE	108,43	9,98	101,1	19,73	103,47	8,37	p>0,05
LOS 6 DCL	74,43ab	11,98	71,87a	11,52	79,47b	8,55	p<0,05*
LOS 7 RT	0,56	0,19	0,61	0,25	0,69	0,27	p>0,05
LOS 7 MVL	8,72a	2,83	7,58ab	2,49	6,24b	1,94	p<0,001*
LOS 7 EPE	89,3	10,7	89,07	10,32	93,57	10,57	p>0,05
LOS 7 MXE	101,7	3,71	101,43	3,63	103,5	5,31	p>0,05
LOS 7 DCL	85,77	5,12	84,33	7,15	86,57	4,37	p>0,05
LOS 8 RT	0,6	0,24	0,56	0,17	0,67	0,23	p>0,05
LOS 8 MVL	7,51	2,88	7,02	2,68	6	2,16	p>0,05
LOS 8 EPE	96,63	12,77	100,57	9,38	98,3	16,6	p>0,05
LOS 8 MXE	107,27	7,01	106,93	5,71	107,97	7,92	p>0,05
LOS 8 DCL	83,27	7,28	84,73	6,72	84,8	6,02	p>0,05

(a, b, c): Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir. Gruplar arası ortalamalarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık olanlar koyu siyah işaretlenmiştir. LOS 1: Öne uzanma, LOS 2: Sağ-öne uzanma, LOS 3: Sağ-yana uzanma, LOS 4: Sağ-arkaya uzanma, LOS 5: Arkaya uzanma, LOS 6: Sol-arkaya uzanma LOS 7: Sol-yana uzanma, LOS 8: Sol-öne uzanma. RT: Reaksiyon zamanı MVL: Hareket hızı EPE: Ulaşılan son nokta MXE: Maksimum son nokta DCL: Yön kontrolü.

takım arkadaşlarını izlemek için maçı gözlemleme zamanını arttırdıklarını göstermiştir.<sup>12</sup> Bunu da futbolcuların, postür kontrol için proprioseptif yeteneklerinin, görsel yeteneklerine göre daha gelişmiş olması ile açıklamışlardır. Bringoux vd., tarafından yapılan çalışmada, jimnastikçilerin vücut oryantasyonunu sağlamada, somatosensoriyal işaretlerin, otolitik işaretlerden daha fazla bilgilendirici olduğu belirlenmiştir.<sup>14</sup> Dansçılarda ise postür düzenlenmesinde, görmenin güçlü bir unsur olduğu belirtilmektedir.<sup>37</sup> Paillard vd., farklı yarışma seviyelerine sahip iki judocu grubun, postür kontrol performansında farklılık olmadığını, antrenmanlı judocuların mevcut görsel bilgisi, yarışma seviyesi arttığı için postürokinetik aktivitelerde daha önemli olabileceğini bildirmişlerdir.<sup>38</sup>

Postür ve denge kontrol sistemi, sporcuların fizyolojik ve motorik özelliklerine göre değişebildiği gibi, spor branşlarının özelliklerine göre de değişebilmektedir. Yapılan spor branşı ile ilişkili olarak kazanılan beceriler ve branşın gerektirdiği çevresel talepler, spor branşına özgü postür adaptasyonları geliştirir ve denge yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.<sup>12</sup> Üst düzey sporcular, uğraştıkları disiplinin gerekleriyle bağlantılı, gelişen denge kontrolü sergilerler.<sup>13</sup> Dengenin spor branşlarına göre değiştiğini ortaya koyan bir çalışmada, jimnastikçiler, futbolcular ve basketbolcuların dengeleri değerlendirilmiş; jimnastikçiler, tüm denge testlerinde, basketbolculardan daha yüksek performans göstermiştir. Aynı çalışmada, jimnastikçiler ve futbolcuların statik denge testilerindeki performansları birbirine benzer bulunmuş, dinamik denge testi performanslarının ise futbolculara göre jimnastikçilerde daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Diğer taraftan futbolcular ve basketbolcuların denge performanslarında anlamlı farklılık gösterilememiştir. Jimnastik antrenmanlarının yapısında, statik ve dinamik dengeyi geliştirmeye yönelik çalışmaların daha çok yer alması, futbolda ise zeminin tam olarak düz olmaması ve bu zeminde dengenin sağlanabilmesi, saha ve diğer oyuncuların gözlemlenebilmesi için proprioseptif duyarlılığın daha gelişmiş olabileceği, yazarlar tarafından düşünülmektedir.<sup>15</sup> Bizim çalışmamızda, bu bilgiler ile uyumlu olarak,

dengenin, istemli motor kontrolündeki bozuklukları değerlendiren LOS testi sonuçlarının, spor branşlarına göre değişmekte olduğunu göstermiştir.

1,3,4 yönlerine olan *reaksiyon zamanında* çıkan istatistiksel anlamlı farklılıklarda en iyi grup Amerikan futbolcuları idi. Bu sonuç, bu sporun içerdiği mücadeleden dolayı hızlı tepki verilmesi zorunluluğundan kaynaklı gibi görünmektedir.

2, 3, 4, 5, 6 ve 7 yönlerinin *hareket hızı* değerlerinde olan farklılıklardan 5. yön olan posteriora gidişin hızı hariç, en hızlı grup atletler en yavaş grupta Amerikan futbolcularıdır. Bu, atletizmin temas sporu olmamasına, dolayısıyla sporcuların sadece kendi performansına odaklı olmasına, başka yönlerden gelecek darbeyi, mücadeleyi veya topu kontrol etmek zorunda olmamalarına bağlıdır. Aksine bu değerleri en kötü çıkan grup olan Amerikan futbolcuları, bütün bunları kontrol etmek zorundadır. Voleybolcuların 5. yöne doğru olan hareket hızında en iyi grup olması, antrenman ve müsabakalarda, gövde ekstansiyonu ile geriden top almak gibi spora özgü hareketleri yapmalarına dayanmaktadır.

Voleybolcuların 6, Amerikan futbolcularının da 2 yönüne gidişteki, *yön kontrollerinin* kötü olması, bu yönlere vücut ağırlıklarını kaydırırken zorluk yaşıyor olmalarından ve istemli olarak bu yöne gidişi erken durdurmalarından kaynaklanmaktadır. Antrenmanlar esnasında bu yönlere ağırlık aktarmayı arttırıcı denge egzersizlerinin yaptırılması performanslarını arttıracaktır.

Spor gruplarının, *maksimum ulaşabileceği son nokta* değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmaması aslında teorik olarak hesaplanan maksimum gidilebilecek mesafenin üç spor grubunda eşit olduğunu göstermektedir. Ulaştıkları son nokta sonuçlarındaki anlamlı farklılıklara dayanarak Amerikan futbolcularının 1 yönüne ve atletlerin 4 ve 6 yönlerine gitmeyi istemli olarak durdurduklarını, bireylerin kendi güvenlik sınırlarını, böyle algıladıklarını söyleyebiliriz. Bu yönlere ağırlıklarını kaydırmaları gereken durumlarda, zayıf kalacaklarını ve denge bozukluklarının oluşacağını göstermektedir. Bu yönlere olan denge egzersizleri antrenmanlara katıldığında performansları daha iyi düzeye çıkacaktır. Bu da spora özel denge gereksinimlerini yansıtan



bir sonuçtur.

### Limitasyonlar

Dinamik denge performansı, profesyonel sporcularda takım içindeki pozisyonuna göre değişebileceğinden daha net sonuçlar elde etmek için oyuncular, pozisyonlarına göre gruplandırılıp değerlendirilmelidir. Ayrıca incelediğimiz parametre dengenin sadece istemli motor kontrolüne odaklıdır. Denge performansı hakkında daha detaylı bilgi verebilmek için gelecekte dengenin diğer bileşenlerinin de detaylı incelenmesi gerekmektedir.

### Sonuç

Amerikan futbolu, voleybol ve atletizm sporcularının, dengelerinin kararlılık sınırlarını ölçen çalışmamızın sonuçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Farklılıkların spora özel olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, sporcu denge değerlendirmesi yaparken ve özellikle spora dönüş karar verirken bu konuya dikkat etmek önem arz etmektedir

**Teşekkür:** Yok.

**Çıkar çatışması:** Yok.

**Finans:** Yok.

## KAYNAKLAR

1. Erdoğan C, Er F, İpekoğlu G, et al. farklı denge egzersizlerinin voleybolcularda statik ve dinamik denge performansı üzerine etkileri. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi. 2017;8(1):11-18.
2. Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. Phys Ther. 1995;75:699-706.
3. Balci BD, Akdal G, Yaka E, Angin S. Vestibular rehabilitation in acute central vestibulopathy: a randomized controlled trial. J Vestib. Res. 2013;23:259-267.
4. Hrysonmallis C. Balance ability and athletic performance. Sports Med. 2011;41:221-232.
5. Nashner LM. Practical Biomechanics and Physiology of Balance. In: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM, Editors. Handbook of Balance Function Testing. San Diego (CA): Singular Publishing Group. 1997;261-279.
6. Topp R, Mikesky A, Thompson K. Determinants of four functional tasks among older adults: an exploratory regression analysis. JOSPT. 1998;27:144-152.
7. Ganesan M, Kanekar N, Aruin AS. Direction-specific impairments of limits of stability in individuals with multiple sclerosis. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2015;58:145-150.
8. Clark S, Rose DJ, Fujimoto K. Generalizability of the limits of stability test in the evaluation of dynamic balance among older adults. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78:1078-1084.
9. Rusaw DF, Rudholmer E, Barnett CT. Development of a limits of stability protocol for use in transtibial prosthesis users: Learning effects and reliability of outcome variables. Gait Posture. 2017;58:539-45.
10. Cote KP, Brunet II ME, Gansneder BM, et al. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Athl Train. 2005;40(1):41-46.
11. Taşkın C, Karakoç Ö, Yüksek S. İşitme engelli voleybol ve hentbol erkek sporcuların statik denge performans durumlarının incelenmesi. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi. 2015;17:248-255.
12. Paillard T, Noe F, Riviere T, et al. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. J Athl Train. 2006;41:172-176.
13. Vuillerme N, Danion F, Marin L, et al. The effect of expertise in gymnastics on postural control. Neurosci Lett. 2001;303:83-86.
14. Bringoux L, Marin L, Nougier V, et al. Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. J Vestib Res. 2000;10:251-258.
15. Erkmen N, Suveren S, Göktepe A, et al. Farklı branşlardaki sporcuların denge performanslarının karşılaştırılması. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2007;3:115-112.
16. Dane S. Sex and eyedness in a sample of Turkish high school students. Percep Mot Skills. 2006;103:89-90.
17. Balter SG, Stokroos RJ, Akkermans E, Kingma H. Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. Neurosci Lett. 2004;366:71-75.
18. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, et al. Can proprioception really be improved by exercises? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2001;9:128-136.
19. Mononen K, Konttinen N, Viitasalo J, Era P. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice

- rifle shooters. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17:180-185.
20. Erkmen N, Taşkın E, Sanioğlu A, et al. Futbolcularda yorgunluğun denge performansına etkisi. *E-Journal of New World Sciences Academy Sports Sciences*. 2009;4:289-299.
  21. Dıraçoğlu D, Cihan C, İşsever H, et al. Servikal radikülopatili hastalarda postüral performans. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;55:153-157.
  22. Era P, Schroll M, Ytting H, et al. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1996;51:M53-M63.
  23. Menz HB, Auhl M, Munteanu SE. Effects of indoor footwear on balance and gait patterns in community-dwelling older women. *Gerontology*. 2017;63:129-136.
  24. Melillo F, Di Sapio A, Martire S, et al. Computerized posturography is more sensitive than clinical Romberg Test in detecting postural control impairment in minimally impaired multiple sclerosis patients. *Mult Scler Relat Disord*. 2017;14:51-55.
  25. Ferdjallah M, Harris GF, Smith P, Wertsch JJ. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*. 2002;17:203-210.
  26. Nakagawa H, Ohashi N, Watanabe Y, Mizukoshi K. The contribution of proprioception to posture control in normal subjects. *Acta Otolaryngologica*. 1993;113(sup504):112-116.
  27. Börklü T, Dolu N. Sporcularda işitsel uyarılma potansiyellerindeki hemisferik farklılıklar. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*. 2010;19:108-118.
  28. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Verson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med*. 2000;10:239-244.
  29. Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc*. 1984;16:64-66.
  30. Perrin P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait Posture*. 2002;15:187-194.
  31. Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, et al. Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot Ankle Int*. 2002;23:123-129.
  32. Sucas S, Yılmaz A, Can Y, et al. Aktif futbol oyuncularının çeşitli denge parametrelerinin değerlendirilmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2005; 14:36-42.
  33. Akşit T, Cırık G. Comparison of static and dynamic balance parameters and some performance characteristics in rock climbers of different levels. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 2017;19:11-17.
  34. Hayashi R, Miyake A, Watanabe S. The functional role of sensory inputs from the foot: stabilizing human standing posture during voluntary and vibration-induced body sway. *Neurosci Res*. 1988;5:203-213.
  35. Fjell AM, Walhovd KB. P300 and neuropsychological tests as measures of aging: scalp topography and cognitive changes. *Brain Topogr*. 2001;14:25-40.
  36. Perrin P, Schneider D, Deviterne D, et al. Training improves the adaptation to changing visual conditions in maintaining human posture control in a test of sinusoidal oscillation of the support. *Neurosci Lett*. 1998;245:155-158.
  37. Golomer E, Crémieux J, Dupui P, et al. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neurosci Lett*. 1999;267:189-192.
  38. Paillard T, Costes-Salon C, Lafont C, et al. Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *Br J Sports Med*. 2002;36:304-305.