

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YARIŞMACI HENTBOLCULARDA DENGE  
PERFORMANSININ AÇIK VERİ SETİ İLE  
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

**Ayşe Meliz ERSOY**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA**

**2023**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YARIŞMACI HENTBOLCULARDA DENGE  
PERFORMANSININ AÇIK VERİ SETİ İLE  
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

**Ayşe Meliz ERSOY**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇELİK**

**ANKARA**

**2023**

**ONAY SAYFASI**

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**AMATÖR HENTBOLCULARDA DENGİ PERFORMANSININ**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**  
**Ayşe Meliz Ersoy**  
**Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇELİK**

Bu tez çalışması 10.04.2023 tarihinde jürimiz tarafından “Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

|                       |  |       |
|-----------------------|--|-------|
| <b>Jüri Başkanı:</b>  | Doç. Dr. Ş. Alpan CİNEMRE                      | ..... |
|                       | Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimler Fakültesi |       |
| <b>Tez Danışmanı:</b> | Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇELİK                   | ..... |
|                       | Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimler Fakültesi |       |
| <b>Üye:</b>           | Prof. Dr. Sadettin KİRAZCI                     | ..... |
|                       | Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi |       |
| <b>Üye:</b>           | Doç. Dr. Pınar ARPINAR AVŞAR                   | ..... |
|                       | Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimler Fakültesi |       |
| <b>Üye:</b>           | Dr. Öğr. Üyesi Arif Mithat AMCA                | ..... |
|                       | Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimler Fakültesi |       |

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN  
**Enstitü Müdürü**

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>

o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>

o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

...../...../.....

Ayşe Meliz ERSOY

*1“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”*

1. (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tez in erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
2. (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tez in erişime açılması engellenebilir.
3. (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tez in yapıldığı kurum tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

\* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Tez Danışmanının Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Çelik danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

*Ayşe Meliz Ersoy*

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında desteğini benden esirgemeyen ve fikirleriyle yönlendiren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Çelik'e,

Kendimi geliştirmem için beni motive eden ve çalışmalarıyla ilham kaynağı olan Doç. Dr. Pınar Arpınar Avşar'a,

Bu süreçte moral ve motivasyon konusunda her zaman yanımda olan Doç. Dr. Hüsrev Turnagöl ve Doç. Dr. Ş. Nazan Koşar'a,

Her türlü sorumu usanmadan cevaplayan ve tecrübelerinden faydalanmama imkan sunan Arş. Gör. Dr. Evrim Ünver ve Arş. Gör. Selin Aktitiz Güngör'e,

Çalışmaya katılan değerli sporcu arkadaşlarıma ve antrenörleri Dr. Ahmet Yıldırım'a,

Denge performansı ölçümlerimizde yardımcı olan Ferhat Öztürk, Caner Mavili ve Ekrem Yılmaz'a,

Her zaman yanımda olduklarını hissettiren ve her konuda bana yardımcı olan ağabeyim Gökhan Ersoy ve yengem Seda Ersoy'a,

Eğitim hayatım boyunca beni destekleyen ve bugünlere gelebilmem için büyük çaba gösteren annem Hülya Ersoy ve babam Ramazan Ersoy'a,

Son olarak her şeye rağmen zorlu ve yoğun bir çalışma sürecini tamamladığım ve vazgeçmediğim için kendime,

Çok teşekkür ederim.

## ÖZET

**Ersoy, M., Yarışmacı Hentbolcularda Denge Performansının Açık Veri Seti ile Karşılaştırmalı Analizi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023.** Bu çalışma, üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansını incelemek ve sedanter bireylerin denge performansı verileri ile karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, 18-30 yaş aralığındaki, 9'u kadın 9'u erkek toplam 18 yarışmacı hentbol oyuncusu ile 9'u kadın 9'u erkek toplam 18 sedanter birey çalışmaya dahil olmuştur. Denge performansı, kuvvet platformunu üstüne yumuşak zemin oluşturmak için eklenen denge pedi üzerinde, 30 saniye boyunca, gözleri açık ve gözler kapalı koşulları altında, her koşul için üçer kez uygulanan sakin duruş denge testi ölçümleri ile elde edilen basınç merkezi (COP) yer değiştirme sinyalleri ile yorumlanmıştır. COP anterior-posterior (AP) ve medio-lateral (ML) yönlerdeki yer değiştirme sinyalleri ile COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML, COP Standart Sapma, COP Elips Alanı ve COP Ortalama Hızı metrikleri hesaplanmıştır. Sedanter bireylerin denge performansı ise 2016 yılında Santos ve Duarte tarafından yayınlanan kamuya açık hazır veri seti olarak sunulan 163 katılımcıya ait fiziksel özellik bilgileri ve COP sinyallerinin Python programlama dili ile okunması, belirlenen kriterlerle filtrelenmesi ve analiz edilmesi ile elde edilmiştir. Gözler açık ve gözler kapalı koşulları altında yarışmacı hentbolcu ve sedanter bireylere ait denge performansı metrikleri tekrarlı ölçümlerde iki faktörlü varyans analizi (grup, görme) ve post hoc testleriyle analiz edilmiştir. Tüm istatistiksel testler için anlamlılık eşiği olarak 0,05 düzeyi belirlenmiştir. Edinilen bulgular incelendiğinde, görme ana faktörünün denge performansı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,05$ ). Diğer yandan grup ana faktörünün denge performansı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Her iki grubun da gözler açık koşullar altındaki denge performansı, gözler kapalı koşullara kıyasla yüksek etki büyüklüğü düzeyinde daha yüksektir. Gözler kapalı koşulunda yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin denge performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Gözler açık koşulunda ise yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin yalnızca COP Ortalama Hızı metriği arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Yarışmacı hentbolcuların COP Ortalama Hızı değeri ( $1,863 \text{ cm/s}$ ), sedanter bireylere ( $2,435 \text{ cm/s}$ ) kıyasla daha küçük bir değerdir. Bu durum, yarışmacı hentbolcuların gözler açık koşulunda sedanter bireyler ile aynı seviyedeki postüral stabiliteyi sağlamak için daha az nöromusküler aktivite sarf ettiği şeklinde yorumlanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Denge, postüral salınım, hentbol, sedanter, Python



## ABSTRACT

**Ersoy, M., Comparative Analysis of Balance Performance in Competitive Handball Players with Open Data Set, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences Sports Sciences and Technology Program Master Thesis, Ankara, 2023.** This study was conducted to examine the balance performance of competitive handball players playing in university teams and to compare it with the balance performance data of sedentary individuals. For this purpose, 18 competitive handball players (9 females and 9 males) and 18 sedentary individuals (9 females and 9 males) between the ages of 18-30 years were included in the study. Balance performance was interpreted by the center of pressure (COP) displacement signals obtained from the quiet stance balance test measurements performed three times for each condition for 30 seconds under eyes open and eyes closed conditions on a balance pad added on top of the force platform to create a deformable surface. COP displacement signals in the anterior-posterior (AP) and medio-lateral (ML) directions and COP Range - AP, COP Range - ML, COP Standard Deviation, COP Ellipse Area and COP Mean Velocity metrics were calculated. The balance performance of sedentary individuals was obtained by reading the physical characteristic information and COP signals of 163 participants, which were presented as a publicly available dataset published by Santos and Duarte in 2016, with the Python programming language, filtered and analyzed with the specified criteria. The balance performance metrics of competitive handball players and sedentary individuals under eyes open and eyes closed conditions were analyzed by repeated measures two-factor analysis of variance (group, vision) and post hoc tests. A significance threshold of 0.05 was set for all statistical tests. When the findings were analyzed, the effect of the main factor of vision on balance performance was statistically significant ( $p < 0.05$ ). On the other hand, the effect of group main factor on balance performance was not statistically significant ( $p > 0.05$ ). The balance performance of both groups in the eyes open condition was higher than in the eyes closed condition at a high effect size level. There was no statistically significant difference between the balance performance of competitive handball players and sedentary individuals in the eyes closed condition ( $p > 0.05$ ). In the eyes open condition, there was a statistically significant difference between competitive handball players and sedentary individuals only in the COP Mean Velocity metric ( $p < 0.001$ ). The COP Mean Speed value of competitive handball players (1.863 cm/s) was smaller than that of sedentary individuals (2.435 cm/s). This may be interpreted as competitive handball players require less neuromuscular activity to maintain the same level of postural stability as sedentary individuals in the eyes open condition.

**Key Words:** Balance, postural sway, handball, sedentary, Python

## İÇİNDEKİLER

|   |      |
|---|------|
| ONAY SAYFASI                                      | iii  |
| YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI        | iv   |
| ETİK BEYAN  | v    |
| TEŞEKKÜR  | vi   |
| ÖZET  | vii  |
| ABSTRACT  | viii |
| İÇİNDEKİLER                                       | ix   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR                           | xi   |
| ŞEKİLLER  | xii  |
| TABLolar  | xiii |
| <b>1. GİRİŞ</b>                                   | 1    |
| 1.1. Araştırmanın Amacı                           | 7    |
| 1.2. Problem                                      | 7    |
| 1.3. Alt Problemler                               | 7    |
| 1.4. Hipotezler                                   | 8    |
| 1.5. Sınırlılıklar                                | 8    |
| 1.6. Sayıtlar                                     | 9    |
| 1.7. Araştırmanın Önemi                           | 9    |
| <b>2. GENEL BİLGİLER</b>                          | 10   |
| 2.1. Denge  | 10   |
| 2.1.1. Statik Denge                               | 11   |
| 2.1.2. Dinamik Denge                              | 11   |
| 2.1.3. Denge Sistemi ve Denge Sisteminin İşleyişi | 12   |
| 2.1.4. Denge ve Görsel Duyu                       | 14   |
| 2.2. Postüral Kontrol Kuramları                   | 15   |
| 2.3. Hentbol                                      | 16   |
| 2.3.1. Hentbol Sporunun Kuralları                 | 17   |
| 2.3.2. Hentbol Oyuncularının Özellikleri          | 18   |
| 2.3.3. Hentbolda Dengenin Önemi                   | 21   |
| 2.4. Python                                       | 22   |
| 2.4.1. Python Kullanım Alanları                   | 23   |
| 2.5. Visual Studio Code                           | 25   |
| <b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>                         | 27   |
| 3.1. Araştırma Grubu                              | 27   |

|   |    |
|---|----|
| 3.2. Veri Toplama Araçları  | 27 |
| 3.2.1. Denge Performansı Ölçümleri  | 27 |
| 3.2.2. Hazır Veri Setinin Yazılım Algoritmaları ile Analizi                 | 28 |
| 3.3. Verilerin Toplanması   | 29 |
| 3.3.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi                                   | 29 |
| 3.3.2. Denge Performansının Belirlenmesi                                    | 29 |
| 3.3.3. Sedanter Bireylerin Denge Performansı İçin Hazır Veri Seti Kullanımı | 33 |
| 3.4. Verilerin İstatiksel Analizi   | 39 |
| <b>4. BULGULAR</b>  | 41 |
| 4.1. Tekrarlı Ölçümlerde SKK ve GA Değerleri                                | 41 |
| 4.2. Yarışmacı Hentbolculara Ait Denge Performansı Bulguları                | 43 |
| 4.3. Sedanter Bireylere Ait Denge Performansı Bulguları                     | 44 |
| 4.4. İki Faktörlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi                       | 46 |
| <b>5. TARTIŞMA</b>  | 56 |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>   | 62 |
| 6.1. Sonuç  | 62 |
| 6.2. Öneriler   | 62 |
| <b>7. KAYNAKLAR</b>   | 64 |
| <b>8. EKLER</b>   | 72 |
| Ek 1: Tez Çalışması Etik Kurul İzni   | 72 |
| Ek 2: Tez Çalışması Dijital Makbuz ve Orijinallik Ekran Çıktısı             | 73 |
| Ek 3: Aydınlatılmış Onam Formu  | 75 |
| Ek 4: Kişisel Bilgi Formu ve Veri Toplama Formu                             | 80 |
| <b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>  | 81 |

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| <b>AP</b>      | Anterior – Posterior Yön |
| <b>COP</b>     | Basınç Merkezi           |
| <b>GA</b>      | Gözler Açık              |
| <b>GF</b>      | Görme Faktörü            |
| <b>GK</b>      | Gözler Kapalı            |
| <b>ML</b>      | Medio – Lateral Yön      |
| <b>SB</b>      | Sedanter Bireyler        |
| <b>VS Code</b> | Visual Studio Code       |
| <b>YH</b>      | Yarışmacı Hentbolcular   |

## ŞEKİLLER

| Şekil |   | Sayfa |
|-------|---|-------|
| 1.1.  | Kuvvet platformu vasıtasıyla COP hesaplamaları için yer tepki kuvvetlerinin ve kuvvetlerin momentlerinin ölçülmesi.                                     | 2     |
| 2.1.  | Denge sisteminin işleyişi (76).   | 13    |
| 3.1.  | Kuvvet Platformu (Kistler 9260AA6).   | 28    |
| 3.2.  | Denge Pedi (AirEX Balance-Pad).   | 28    |
| 3.3.  | Sakin Duruş Denge Testi: A) Kuvvet Platformu ile Denge Ölçümü B) COP AP ve COP ML sinyalleri C) COP AP ve COP ML sinyallerinin yatay düzlemde görünümü. | 30    |
| 3.4.  | Kuvvet platformu üzerinde ayakların konumlandırılması.  | 30    |
| 3.5.  | Yarışmacı hentbolcuların denge performansı ölçümü.  | 31    |
| 3.6.  | BDS0xxxx.txt veri örneği (1).   | 34    |
| 3.8.  | BDSinfo.txt veri örneği.  | 37    |
| 3.9.  | BDSinfo.txt dosya okuma.  | 38    |
| 3.10. | BDS0xxxx.txt dosya okuma.   | 38    |
| 3.11. | Filtreleme aracı.   | 39    |
| 4.1.  | Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Aralığı AP değerleri.                                      | 53    |
| 4.2.  | Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Aralığı ML değerleri.                                      | 53    |
| 4.3.  | Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Standart Sapma değerleri.                                  | 54    |
| 4.4.  | Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Elips Alanı değerleri.                                     | 54    |
| 4.5.  | Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Ortalama Hızı değerleri.                                   | 55    |

## TABLOLAR

| <b>Tablo</b>   | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| 3.1. Hesaplanan postüral salınım metrikleri, birimleri, anlamı ve hesaplama yöntemi.   | 32           |
| 4.1. Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireyler için gözler açık ve kapalı koşullar altında gerçekleşen tekrar ölçümlerde SSK ve GA değerleri.            | 42           |
| 4.2. Yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında yarışmacı hentbolcular için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri. | 43           |
| 4.2. Yumuşak zemin üzerinde gözleri açık koşullar altında yarışmacı hentbolcular için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.   | 43           |
| 4.4. Yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında sedanter bireyler için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.      | 44           |
| 4.5. Yumuşak zemin üzerinde gözleri açık koşullar altında sedanter bireyler için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.        | 45           |
| 4.6. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA).  | 46           |
| 4.7. Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerde görme faktörünün denge performansına etkisi (ANOVA).  | 47           |
| 4.8. Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerden oluşan grupların denge performansı (ANOVA).  | 49           |
| 4.9. Görme faktörünün denge performansına etkisi (ANOVA).  | 49           |
| 4.10. Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin gözler kapalı koşullar altında t testi ile karşılaştırılması.  | 50           |
| 4.11. Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin gözler açık koşullar altında t testi ile karşılaştırılması.  | 50           |
| 4.12. Yarışmacı hentbolcuların ve sedanter bireylerin görme faktöründen etkilenme yüzdesi.   | 51           |

## 1. GİRİŞ

İnsanlar varoluşlarından bu yana, vücutlarının hareket kabiliyeti sayesinde çeşitli aktivitelerde bulunarak yaşamlarını sürdürebilmiştir. İnsan vücudunun sahip olduğu bu hareket kabiliyeti, zaman içerisinde gelişerek karmaşık bir yapıya dönüşmüştür (71). Doğuştan gelen, motor ve duyu sistemleri arasındaki kompleks bir iletişimin sonucu olarak ortaya çıkan bu yetenek, vücudumuzu herhangi bir eylem için hareket ettirdikten sonra denge ve duruşu korumak için kullanılır. Hareket eylemini gerçekleştirebilmek için yer veya yön değiştirmek, ardından vücudu stabilize etmek için postüral kontrolü sağlamak gereklidir (4). Postüral kontrol, herhangi bir fiziksel aktivitenin gerçekleşmesinin ardından vücudun denge durumunu sürdürmek veya yeniden elde etmek anlamına gelir (72). Postüral kontrol; toplu taşıma aracında ulaşım sağlama, sağlam bir yüzeyde ayakta bekleme, yemek yeme, masa başında ders çalışma, yürüyüş yapma gibi günlük aktivitelerin tümünde vücudumuzun yer çekimine karşı dik bir pozisyonunda kalmasını ve denge durumuna ulaşmasını sağlar.

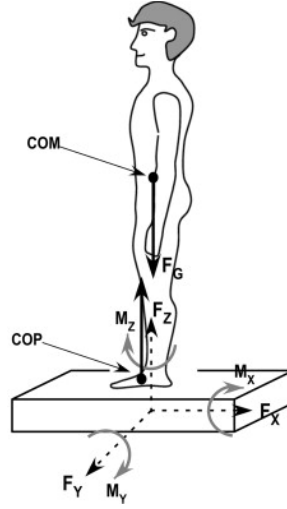
Postüral kontrol, oryantasyon ve stabilite olmak üzere iki amaç için insan vücudunun çok segmentli yapısının uzaydaki pozisyonunu kontrol etmek olarak tanımlanır (72).

Postüral oryantasyon; yer çekimi, destek yüzeyi, görsel ortam ve iç referanslara göre vücut hizalamasının aktif kontrolüdür (6). Vestibüler sistem yer çekimi ile olan ilişkiden, propriyoseptif sistem farklı vücut bölümleri arasındaki ilişkiden, görsel sistem ise vücudun çevre ile ilişkisinden sorumludur.

Postüral stabilite istemli veya harici olarak meydana gelen tetiklemeler sonucunda vücudun pozisyonunun duyu-motor stratejilerinin koordinasyonu ile korunmasıdır (6). Postüral stabilite genellikle denge kavramı ile birbirinin yerine kullanılır. Denge, destek yüzeyi üzerinde vücut kütle merkezinin (*Center of mass*, COM) kontrolü olarak açıklanır. (4)

İnsanlarda vücut dengesini ölçmek için en yaygın kullanılan sinyallerden birisi basınç merkezinin (*Center of pressure*, COP) yer değiştirmesidir. COP, dikey yer tepki kuvveti vektörünün uygulama noktasıdır ve destek yüzeyi üzerindeki tüm kuvvetlerin ağırlıklı ortalamasını temsil eder (8). COP yer değiştirmesi kuvvet platformu vasıtasıyla ölçülebilir (Şekil 1.1). Kuvvet platformu verileri, kuvvet platformu

koordinat sisteminde kuvvetler ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) ve kuvvetlerin momentleri ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) olarak ifade edilir (Şekil 1.1). COP sinyalleri, genellikle katılımcının belirli zaman periyotlarında anterior-posterior (AP) ve medio-lateral (ML) yönlerindeki salınımları ile ilişkilendirilerek sunulur (1).



**Şekil 1.1.** Kuvvet platformu vasıtasıyla COP hesaplamaları için yer tepki kuvvetlerinin ve kuvvetlerin momentlerinin ölçülmesi.

2016 yılında Santos ve Duarte tarafından insan denge değerlendirmeleri konusunda yapılan bir çalışmada (1); 163 katılımcının (116 kadın, 47 erkek), yumuşak ve sert zeminde, 60 saniye boyunca, gözler açık ve kapalı koşulları için üçer kez ölçümler alınmış ve oluşturulan veri seti başka çalışmalarda kullanılabilmesi için kamuya açık olarak paylaşılmıştır. Bu çalışmada yer alan 163 katılımcının (yaş aralığı: 18-85 yıl, vücut ağırlığı aralığı: 44,0-75,9 kg, boy uzunluğu aralığı: 140,0-189,8 cm) her biri için 12 kez ölçüm yapılmıştır. Yapılan toplam (163 katılımcı x 12 ölçüm = 1956 ölçüm) 1956 adet ölçüme ait verilerin oluşturduğu metin tabanlı veri seti; her bir ölçüm dosyası içinde zaman,  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ , COP-AP, COP-ML sinyallerinin 60 saniyelik kayıtlarını (100 Hz örnekleme hız ile  $100 \times 60 = 6000$  veri noktası) içerecek şekilde hazırlanmış ve kamuya sunulmuştur. Sinyaller paylaşılmadan önce 10 Hz dördüncü dereceden alçak geçirgen gecikmesiz bir Butterworth filtre ile filtrelenmiştir. Sinyallere ek olarak, tüm katılımcılara ait yaş, fiziksel aktivite düzeyi, fiziksel özellikler (boy, kilo gibi), cinsiyet, uyruk, engellilik durumu gibi 64 adet bilgiyi içeren bir dokümanı da açık kaynak olarak paylaşılmıştır. İnsan dengesi değerlendirmelerinin kamuya açık bir veri setinin bulunması, farklı



araştırmacılar tarafından veri analizi ve karşılaştırması yapılmasına imkan sağlamaktadır. Örneğin, Montesinos vd. (2018) yılında bu açık kaynak veri seti üzerinde entropi hesaplamaları yapmışlar ve entropi hesaplamalarında optimal parametre seğimi ile bilgiler sunmuşlardır.

Santos ve Duarte (2016) tarafından paylaşılan bu veri seti, farklı yazılım algoritmaları kullanılarak saniyeler içerisinde okunabilir, filtrelenebilir ve analiz edilebilir durumdadır. Bu amaçla kullanılabilecek pek çok yazılım dili mevcuttur. Bunlardan birisi de, nesneye dayalı ve fonksiyonel programlama yapısını destekleyen, 1989 yılında Guido Van Rossum tarafından açık kaynaklı bir proje olarak geliştirilen Python programlama dilidir (9). Python bir çapraz-platform dilidir. Bu sayede Python ile yazılmış programlar Microsoft Windows, Linux ve Mac OS X gibi birçok işletim sistemi altında çalışır. Python; veri analizi, makine öğrenimi, Web ve API geliştirme gibi pek çok alanda kullanılabilir.

Dengeyi tanımlamak için COP hızı, COP elips alanı gibi birçok metrik bulunmaktadır (73). Bu metrikler genellikle COP'nin AP ve ML yönlerdeki yer değiştirme sinyali üzerinden sayısal yöntemler kullanılarak hesaplanabilir. Sık kullanılan metriklere COP ortalama hızı, COP AP aralığı, COP ML aralığı örnek verilebilir. Bu metrikler denge performansının değerlendirilmesinde kullanılır. Bu metriklerin sayısal değerlerindeki azalma, postüral kontrol sisteminin etkinliği, stabilitesi veya performansı ile ilişkili kabul edilir (74). Python dili ile yazılabilecek algoritmalar sayesinde hazır veri setinde yer alan COP-AP ve COP-ML sinyalleri okunabilir ve bu metrikleri elde etmek için gerekli hesaplamaların yapılması için kullanılabilir. Python'da hazırlanan dosya okuma, filtreleme ve dosyaya yazma kodları açık kaynak olarak kamuya sunulabilir ve daha sonra yapılacak postüral kontrol alanında yapılacak farklı araştırmalar için de kullanılabilir.

Postüral kontrol, günlük aktivitelerin gerçekteştirilmesinde vücudu dengede tutmak için aktif bir rol oynadığı gibi spor aktivitelerinde dinamik ve akıcı hareketlerin sağlanması da oldukça önemli bir rol oynar (10). Araştırmalar sportif egzersizlerin vücudun postüral kontrol sistemini geliştirerek, denge performansını ve etkin şekilde hareket edebilme kabiliyetini arttırdığını göstermektedir (11, 12). Düzenli olarak fiziksel aktivite yapmayan sedanter bireylerin denge performanslarının; basketbol,

voleybol, futbol, okçuluk gibi spor branşlarında faaliyet gösteren sporculara kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (11, 12).

Sıçrama, yere iniş, koşma gibi yüksek tempolu ve kısa süreli aktiviteleri içeren, bu yüzden dengenin sürekli olarak tekrar tekrar sağlanması gereken branşlardan biri de temaslı bir takım sporu olan hentboldur. Hentbolun doğası gereği oyuncuların biyomekanik performansı, nöromusküler kontrolü ve postüral performansı oldukça önemlidir. Bu nedenle, biyomekanik ve motor kontrol testlerinden elde edilecek veriler aracılığıyla biyomekanik performans, nöromusküler kontrol ve postüral performans ilgili metriklerin değerlendirilmesi ve izlenmesi faydalı olabilir. Bu tip çalışmalar futbol, basketbol, cimnastik gibi branşlar için oldukça yaygın iken (13, 52), literatürde hentbolcuları kapsayan çalışmalar daha sınırlıdır.

Sınırlı olmasına rağmen, literatürde hentbolcuların postüral kontrolüne ilişkin çalışmalar mevcuttur. Örneğin, 2016 yılında Gioftsidou vd. tarafından yapılan bir çalışmada hentbolcularda propriyoseptif yeteneği geliştirmeyi amaçlayan bir denge antrenman programının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, 30 profesyonel hentbol oyuncusu rastgele bir şekilde katılımcı ve kontrol grupları olmak üzere (n=15) iki gruba ayrılmıştır. Deney grubuna 12 hafta boyunca, rutin antrenman programına ek olarak denge egzersiz programı da uygulanmıştır. 12 hafta sonunda iki grup için uygulanan statik denge testi sonuçları incelendiğinde, denge egzersiz programı uygulanan deney grubunun tüm denge performans göstergelerini iyileştirdiği ( $p<0.01$ ) gözlemlenmiştir (31). Başka bir çalışmada ise, Zech vd. (2012) tarafından hentbolcularda lokalize ve genel yorgunluğun statik ve dinamik postüral kontrol üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, 19 erkek hentbolcudan bir hafta arayla iki farklı seansta ölçümler alınmıştır. Statik denge performansı için bir kuvvet platformu üzerinde tek ayak üzerinde durma sırasında COP ortalama hızı ve dinamik denge performansı için yıldız denge testinde maksimum erişim mesafeleri incelenmiştir. Fiziksel yorgunluğa neden olmak için tek bacak ile basamak çıkma ve koşu bandında koşma egzersizleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, fiziksel yorgunluğun statik postüral kontrolünü etkilemesine rağmen, dinamik dengeyi yeniden kazanmaktan sorumlu sensorimotor sistemin nispeten etkilenmediği gözlemlenmiştir (55). Karadenizli vd. (2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada, hentbolcu ve futbolcularda statik ve dinamik denge karşılaştırılmış ve gruplar arasında anlamlı bir

fark bulunmamıştır (56). Ayrıca, hentbol kalecileri üzerinde Biodex denge sistemi ve kuvvet platformu ile yapılan bir çalışmada (60, 75) ise, AP yönündeki postüral salınımların büyüklüğünün, ML yönündekilere göre daha fazla olduğu gösterilmiştir. Buna ek olarak, gözü kapalı durumda, gözü açık duruma göre COP ortalama hızının anlamlı ölçüde arttığı bildirilmiştir.

Postüral kontrolü sağlamak ve sürdürmek vücut bölümlerinin birbiri ile koordineli bir şekilde çalışmasını gerektiren özel bir motor görevdir (61). Bu süreçte, merkezi sinir sistemi (CNS), afferent sinyallerin kaydedilmesinde ve işlenmesinde veya efferent yollar arasında kararlar üretilmesinde aracı görevi görür (62). Postüral kontrolün görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerden gelen girdilerin entegrasyonu ile sağlandığı bilinmektedir (57). Postüral oryantasyonu ve stabilizeyi sağlamak için bu sistemler ayrı ayrı ve birlikte faaliyet gösterir. Herhangi bir duyuşal sistemin postüral kontrol üzerindeki etkisini inceleyebilmek için, bu duyuşal sistemden gelen girdilerin baskılanması ya da manipüle edilmesi yöntemleri sıklıkla kullanılmıştır (58).

Görme duyusundan gelen girdilerin denge performansına etkisini incelemek amacıyla 2021 yılında Kantekin vd. tarafından yapılan bir çalışmada üç farklı grupta gözler açık ve gözler kapalı koşulları altında statik denge değerlendirmesi uygulanmıştır (63). Gruplar, futbol eğitimi alan genç erkek futbolcular (n=17), basketbol eğitimi alan genç erkek basketbolcular (n=19) ve kontrol grubu olarak sanat eğitimi alan (n=26) bireylerden oluşmaktadır. Denge performansını analiz edebilmek için salınım alanı, mesafesi ve hızı metrikleri incelenmiştir. Gözler açık ve gözler kapalı ölçümler arasında gruplar arasında salınım mesafesi metriğinde anlamlı fark gözlemlenirken, salınım hızının yalnızca ön-arka bileşeninde anlamlı fark gözlemlenmiştir. Gözler açık koşulları altında gruplar arasında anlamlı fark gözlemlenmemiştir. Gözler kapalı koşulları altında futbolcular kontrol grubuna göre salınım mesafesi ve hızı bakımından anlamlı derecede daha iyi performans göstermiştir. Bu nedenle, genç erkek futbolcuların görme duyusu baskılandığında kontrol grubuna kıyasla daha iyi denge performansına sahip olduğu, gözler kapalı koşulları altında diğer duyuşlardan gelen girdileri daha iyi kullandığı düşünülmüştür. Başka bir çalışmada ise, Hammami vd. (2014) elit kısa mesafe koşucuları, atletler ve ragbi oyuncularını ile statik denge performansı üzerinde görme faktörünün etkisini

incelemiştir (65). Bu amaçla, kuvvet platformu üzerinde 4 farklı koşul altında 30 saniyelik statik sakin duruş denge testi uygulanmış ve COP yer değiştirmesi üzerinden salınım hızı incelenmiştir: sert zemin-gözler açık, sert zemin-gözler kapalı, yumuşak zemin-gözler açık, yumuşak zemin-gözler kapalı. Üç faktörlü ANOVA, gruplar için anlamlı bir ana etki göstermiştir; ayrıca görme ve zeminin yanı sıra görme ile zemin (sert ve yumuşak) arasındaki etkileşim tüm gruplar için rapor edilmiştir. Sonrasında uygulanan Bonferroni-Dunn post hoc testi, COP hızının ragbi oyuncularında kısa mesafe koşucuları ve atlayıcılardan daha düşük olduğunu, sonuç olarak ragbi oyuncularının kısa mesafe koşucuları ve atlayıcılardan daha iyi statik denge performansı sergilediğini göstermiştir. Yapılan bu çalışma, görme faktörünün önemli ölçüde ana etkisini ortaya çıkarmıştır. Postüral kontrolün incelendiği başka bir çalışmada ise, Jabnoun vd. (2019) farklı duyuşal koşullar altında parkur sporcuları ve rekreasyonel olarak aktif bireyleri karşılaştırmıştır (66). Bu amaçla, 10 parkur sporcusu ve 10 rekreasyonel olarak aktif birey çalışmaya katılmış ve katılımcıların COP yer değiştirme alanı çift ayak ve tek üzerinde postür testi ile farklı koşullar altında ölçülmüştür: sert ve yumuşak zemin üzerinde, sagittal düzlemde ve frontal düzlemde salınan bir zemin üzerinde, gözler açık ve kapalı. Sonuç olarak, COP yer değiştirme alanı, gözler kapalı koşulları altında parkur sporcularında rekreasyonel olarak aktif bireylere kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuş ve parkur sporcularının gözler kapalı koşullar altında denge performansının rekreasyonel olarak aktif bireylerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Parkur sporcularının postüral kontrol sağlamada, rekreasyonel olarak aktif bireylere kıyasla, görsel ve propriyoseptif girdilerin manipüle edilmesinden daha düşük seviyede etkilendiği gözlenmiştir.

Spor ve denge performansı ilişkisi yeni bir konu olmasa da çalışmamız belirli bir spor branşı için bu araştırmaları genişletme ve postüral kontrol için belirli duyu-motor sistemlerinin (görme gibi) etkisini yorumlamaya yardımcı olabilecektir. Yüksek yoğunluk ve tempoda, sert vücut karşılaşmaları ile çok sayıda hücum ve savunma eylemi içeren hentbol branşında da motor becerilerinin etkili kullanımı için yüksek seviyede denge performansı gereklilik haline gelir. Antrenörlerin sporculara denge egzersizleri reçete ederken, ilgili spor branşında farklı duyuşal koşullar altında denge performansının nasıl etkilendiğini bilmesi ve bu doğrultuda antrenman planlaması önemlidir (65). Postüral kontrol görevleri sırasında görsel sistemden gelen girdilerin

rolü geniş çapta incelenmiş olsa da (59), hentbolcuların denge performansında görme faktörünün etkisi ile ilgili yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır. Ek olarak, hentbolcuların mümkün olduğunca hareketsiz durmalarını gerektiren ayakta sakın duruş testinde, sedanter bireylere kıyasla daha iyi bir denge performansı gösterip gösteremeyeceği hala belirsizliğini korumaktadır. Bu belirsizlik, Santos ve Duarte'nin (2016) çalışmasında kullanılan ölçüm yöntemleri ile aynı koşullara sahip bir ölçüm ortamı hazırlanarak, hentbolcularda denge performansının ölçülmesi ve Santos ve Duarte'nin (2016) çalışmasına katılan aynı yaş grubundaki sedanter bireylerin (fiziksel aktivite seviyesi düşük ve orta olanlar) denge performanslarının karşılaştırılması ve yorumlanması ile giderilebilir.

### **1.1. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışma, üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansını incelemek ve sedanter bireylerin denge performansı verileri ile karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır.

### **1.2. Problem**

Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcular ile sedanter bireylerin denge performansı arasında yumuşak zemin üzerinde göz açık sakın duruş sırasında bir fark var mıdır? Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcular ile sedanter bireylerin denge performansı arasında yumuşak zemin üzerinde göz kapalı sakın duruş sırasında bir fark var mıdır?

### **1.3. Alt Problemler**

1. Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansı sedanter bireylerin denge performansına kıyasla daha yüksek midir?
2. Hentbolcuların denge performansında görme faktörünün (gözler açık ve kapalı) etkisi var mıdır?

3. Sedanter bireylerin denge performansında görme faktörünün (gözler açık ve kapalı) etkisi var mıdır?

4. 163 katılımcının denge performansını içeren kamuya açık hazır veri setinin istenilen kriterlerde filtrelenmesi ve veri üzerinde istenilen analizlerin yapılması Python programlama dili kullanılarak etkili, verimli ve açık kaynak kodlarla gerçekleştirilebilir mi?

#### **1.4. Hipotezler**

1. Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansı sedanter bireylerin denge performansına kıyasla daha yüksektir.

2. Hentbolcuların denge performansında görme faktörünün (gözler açık ve kapalı) etkisi vardır. Hentbolcuların denge performansı gözleri açık olma koşulunda, gözleri kapalı olma koşuluna kıyasla daha yüksektir.

3. Sedanter bireylerin denge performansında görme faktörünün (gözler açık ve kapalı) etkisi vardır. Sedanter bireylerin denge performansı gözleri açık olma koşulunda, gözleri kapalı olma koşuluna kıyasla daha yüksektir.

4. 163 katılımcının denge performansını içeren kamuya açık hazır veri setinin istenilen kriterlerde filtrelenmesi ve analiz edilmesi Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilebilir.

#### **1.5. Sınırlılıklar**

1. Çalışmaya katılan katılımcılar 18-30 yaş aralığındadır.

2. Yarışmacı hentbolcular en az 2 yıl hentbol sporu ile uğraşan bireylerle sınırlandırılmıştır.

3. Sedanter bireyler Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Versiyon testi (*International Physical Activity Questionnaire*, IPAQ) puanı “Düşük” veya “Orta” olan bireylerle sınırlandırılmıştır.

## 1.6. Sayıtlar

1. Kamuya açık hazır veri setindeki ölçüm şartları ile bu deneysel çalışmadaki deneysel ölçüm şartlarının aynı olduğu kabul edilmiştir.

## 1.7. Araştırmanın Önemi

Literatürde çeşitli spor branşlarında faaliyet gösteren sporcuların denge performansı ile görme faktörü (gözler açık ve kapalı) arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (13, 52). Ancak atlama, iniş, koşma gibi yüksek tempolu ve kısa süreli aktiviteleri içeren ve doğası gereği oyuncuların denge performansının oldukça önemli olduğu hentbol branşı ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Ek olarak, literatürde sedanter bireylerin denge performansları ile basketbol, futbol, voleybol, okçuluk gibi branşlarda faaliyet gösteren sporcuların denge performanslarını karşılaştırarak yorumlayan çalışmalar bulunmaktadır (11, 12). Ancak hentbol sporcularının denge performansı ile sedanter bireylerin denge performansını karşılaştırarak yorumlayan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma kapsamında, hentbolcuların farklı ölçüm koşullarında (gözleri açık ve kapalı) denge performansı değerlendirilecek ve sedanter bireylerin denge performansı ile karşılaştırılarak yorumlanacaktır. Sedanter bireylerin denge performansı kamuya açık kaynak olarak sunulan hazır veri seti üzerinden Python programlama dili ile yazılan algoritmalar ile okunacak, filtrelenecek ve analiz edilecektir. Hazırlanan bu algoritmalar, daha sonra yapılacak çalışmalarda araştırmacılara fayda sağlaması için açık kaynak kod olarak sunulacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Denge

Denge kavramı için pek çok farklı tanımlama yapılmıştır. Türk Dil Kurumu'na göre denge bir insanın ya da bir cismin devrilmeden durabilme halidir. Fizik alanında bir insanı ya da cismi etkileyen kuvvetlerin tümünün bileşkesinin ya da vektör toplamlarının sıfıra eşit olduğu hale statik denge denir. Literatürde denge temel olarak destek alanı üzerinde vücudun duruşunu muhafaza etme yeteneği olarak tanımlanır (31, 32). Başka bir deyişle denge, istenilen bir vücut pozisyonuna ulaşmak ve bu pozisyonu herhangi bir hareket anında statik ve dinamik olarak sürdürebilme yeteneğidir (32, 40). Kinesiyolojik açıdan bakıldığında ise denge, gövdenin içsel ve dışsal kuvvetlerinin ve yer çekiminin etkisinde kaldığı durumlarda dizilimini koruyabilmesi ve yer çekimine karşı bir dirençle vücudun stabilitesini koruyabilmesidir (20, 32).

Denge hem oturma, ayakta durma, yürüyüş yapma gibi günlük aktivitelerin hem de sıçrama, atış yapma, koşma gibi spor aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Spor aktivitelerinde denge yeteneği, oyuncunun en küçük dayanak düzeyi üzerinde mevcut durumunu koruyabilmesini, hareket halinde ise hareketi gerçekleştirebilmesini ve hareket tamamlandıktan sonra stabil bir duruma gelebilmesini sağlar. Oyuncu denge halinde ise hareketin yönü ve hızı dışarıdan uygulanan itme, çekme gibi kuvvetler sonucunda değişiklik göstermez. Spor ve egzersiz bilimlerinde denge koordinasyon kavramının içerisinde de değerlendirilmektedir (32). Koordinasyon, belirli bir hareketin gerçekleştirilebilmesi için iskelet-kas sistemi ile merkezi sinir sisteminin uyum içerisinde çalışması olarak tanımlanır. Bu sebeple, denge motor becerilerinin gerçekleştirilmesinde çok önemli bir role sahiptir.

Spor aktivitelerinde başarılı olmak ve yüksek performans gösterebilmek için denge yeteneği oldukça önemli bir role sahiptir. İhtiyaç duyulan denge yeteneği spor branşına bağlı olarak değişiklik gösterebilir (39). Örneğin; motor becerilerinin yüksek hızda kullanılmasını ve eş zamanlı olarak denge kontrolünün sağlanmasını gerektiren eskrimde vücut hareket halinde iken dengeyi sağlamak çok önemlidir. Buna karşın



oyuncuların belirlenen süre içerisinde hedefleri olabildiğince merkezden vurmasını gerektiren atış sporunda, vücudun mümkün olduğunca sabit tutulması ve postüral salınımın minimize edilmesi önemlidir. Müsabakalar sırasında tek bacak üzerinde dengede kalmak ve duruşu korumak tekvando oyuncuları için kritik bir öneme sahiptir. Tekvando kadar olmasa da tek bacak üzerinde dengede kalma yeteneği hentbol ve futbolda yer alan temel teknik hareketlerin uygulanması için de gereklidir. Bu sebeple oyuncuların denge performansı branşa özgü olacak şekilde geliştirilmesi önemlidir.

Denge, statik ve dinamik olarak iki başlıkta incelenmektedir (37, 38, 39). Statik ve dinamik denge, sporcuların temel motor becerilerini gerçekleştirebilmesinde çok önemlidir (20). Hem statik hem de dinamik dengede, vücudu destek tabanı üzerinde kontrol edebilmek için görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin etkin ve eş zamanlı olarak rol alması gerekir (31).

### **2.1.1. Statik Denge**

Statik denge, vücudu belirli bir yerde veya pozisyonda mümkün olduğu kadar sabit bir şekilde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır (20). Başka bir deyişle, vücudun pozisyonunu herhangi bir dışsal kuvvete ihtiyaç duymadan stabil bir destek tabanı üzerinde sürekli ve kararlı bir şekilde koruyabilme ve sürdürebilme özelliğidir (32).

### **2.1.2. Dinamik Denge**

Dinamik denge, vücut hareket halindeyken veya hareketli bir yüzey üzerindeyken dengenin sağlanması yeteneğidir (20). Başka bir deyişle, vücut ağırlık merkezinin gerçekleştirilen hareketler sonucunda meydana gelen postüral değişikliklere uyum sağlayarak yeni konumlara vücut pozisyonunu uyarlayabilmesidir (32).

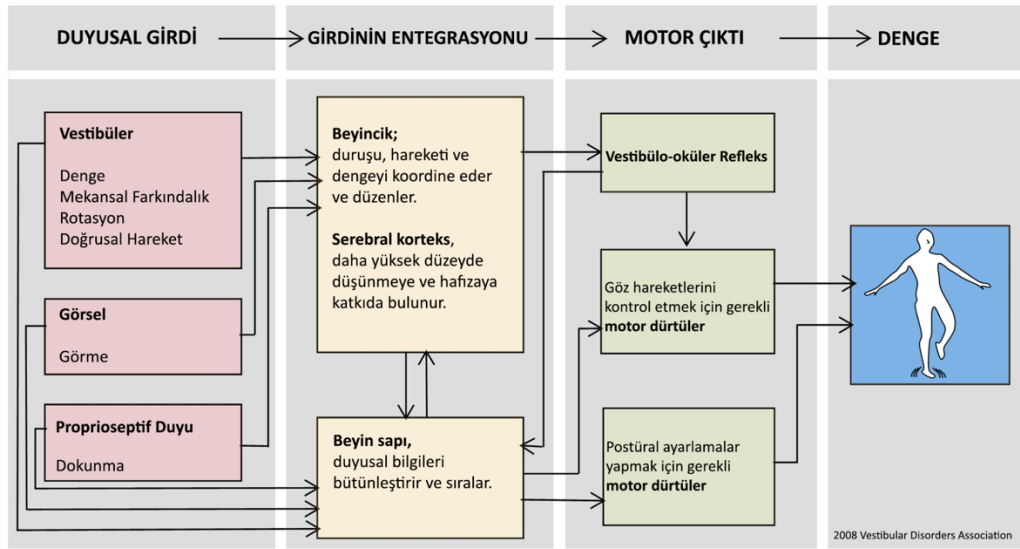
Dinamik dengenin, hareket halinde dengeyi koruma becerisi gerektirdiği için daha zorlayıcı olduğu düşünülmektedir (31, 41). Dinamik denge hem atış yapma, sıçrama, ani yön değiştirme gibi spor aktivitelerinin hem de yürüme, koşma, merdiven inip çıkma, sandalyeye oturma-kalkma gibi günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde oldukça önemli bir beceridir.

### 2.1.3. Denge Sistemi ve Denge Sisteminin İşleyişi

Denge, vücudun ağırlık merkezini destek tabanı üzerinde tutma yeteneği olarak tanımlanır. Dengenin sağlanması beynin gözlerden, kas eklem ve tendonlardan ve vestibüler organlardan aldığı bilgilere bağlıdır (42). Çeşitli koşul ve faaliyetler altında dengeyi sağlamak ve korumak görsel sistem, propriyoseptif sistem ve vestibüler sistemden gelen duyuşal girdileri içeren bir dizi karmaşık işlemin sensorimotor kontrol sistemi tarafından gerçekleştirilmesi sonucunda sağlanır. Görsel sistem göz duyuş organı aracılığıyla gelen girdileri, propriyoseptif sistem kas, eklem ve tendonlardan gelen girdileri, vestibüler sistem ise yarım daire kanalları, iç kulak, utrikül, sakkül gibi vestibüler organlardan gelen girdileri içerir (20). Bu bilgi kaynaklarının üçü de beyne duyuş reseptörleri adı verilen özel sinir uçlarından sinir impulsları şeklinde sinyaller gönderir.

Bu bilgi kaynakları tarafından sağlanan girdiler, beyin sapına gönderilir ve vestibüler çekirdeklerde değerlendirilir. Vestibüler çekirdekler, dengenin sağlanması ve korunması için gereken kas aktiviteleri ve motor hareketlerdeki düzenlemelerin emirlerinin ilettiği denge merkezidir. Vestibüler çekirdekler beyin koordinasyon sistemi serebellum ve düşünme ve hafıza merkezi serebral korteks ile bağlantı içindedir. Bilgi kaynakları tarafından sağlanan girdiler serebellum ve serebral korteks tarafından ayrıştırılır ve yorumlanır. Serebral korteks, tekrar tekrar gerçekleştirilerek öğrenilen belirli hareketler hakkında bilgi sağlar. Örneğin; her gün elleri üzerinde ters pozisyonunda el duruşu pratiği yapan bir cimnastikçi veya buzlu kayan bir zemin üzerinde tek ayak üzerinde dönme pratiği yapan bir buz patencisi hareket sırasında denge kontrolünü optimize etmeyi öğrenir.

Duyuşal entegrasyon gerçekleştikçe beyin sapı, dengenin sağlanması ve korunması için gerçekleştirilmesi gereken hareketin kontrolünden sorumlu kaslara çeşitli uyarılar gönderir. Bu uyarılar sonucunda, vücudumuzda çeşitli kas aktivasyonları meydana gelir ve denge sağlanmış olur (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1.** Denge sisteminin işleyişi (76).

Duyu reseptörlerinden beyin sapına, beyin sapından kaslara gönderilen bu uyarılar bir sinir yolu boyunca ilerler. Gerçekleştirilmesi istenilen hareketin sık sık tekrar edilmesi durumunda bu uyarıların sinir yolu boyunca iletilmesi kolaylaşır. Değişen çeşitli koşullar altında, dengenin sağlanması ve korunması yapılan hareketin pratik edilme sıklığı ile ilişkilidir. Yürümeyi yeni öğrenen bir bebeğin tekrar tekrar emekleme pozisyonundan ayakta durma pozisyonuna geçmesi ve adım atmaya denemesi, parmak ucunda tek ayak üzerinde kendi etrafında dönüş hareketi yapan bir dansçının her gün saatler boyunca antrenman yapması tekrar yoluyla geliştirilen dengeye örnek oluşturur.

Gözler, kas ve eklemler veya vestibüler organlar aracılığıyla sağlanan bilgilerin birbiri ile çakışması durumunda, insanın yönünü algılaması, dengeyi sağlaması ve korunması zorlaşır. Örneğin; yan yana park halinde olan iki otobüsten birinin içerisinde oturarak bekleyen biri, yanındaki otobüsün harekete geçmesiyle birlikte içerisinde bulunduğu otobüsün hareket ettiğini düşünebilir. Görsel sistemden gelen bilgi tek başına değerlendirildiğinde kişinin böyle bir yanılsama yaşamasına sebep olur. Bununla birlikte, kas ve eklemlerden gelen propriyoseptif bilgi ise kişinin aslında hareket etmediğini gösterir. Vestibüler organlar tarafından sağlanan bilgi bu çatışmayı çözmeye yardımcı olabilir. Hafıza kullanımı ve yüksek düzeyde düşünme kabiliyeti sayesinde kişi yanında hareket haline geçen otobüsten daha uzağa bakarak hareketsiz halde olduğunu algılayabilir.

Sağlıklı işleyen bir denge sistemi, insanların hareket ederken net bir şekilde görmesine, yer çekimine göre yönünü belirlemesine, vücudun hareketinin yönünü ve hızını kontrol edebilmesine olanak sağlar. Dengenin gerçekleşmesini sağlayan sistemlerden bir veya daha fazlasının yaralanma, hastalanma, yaşlanma gibi sebeplerle hasar görmesi durumunda baş dönmesi, mide bulantısı, konsantrasyon dağınıklığı ve yorgunluk gibi semptomlar meydana gelebilir.

#### 2.1.4. Denge ve Görsel Duyu

Görsel duyu, çevredeki nesnelere göre başın konumu ve hareketi hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Örneğin; başımızı ileri doğru hareket ettirdiğimizde çevremizdeki cisimlerin ters yönde hareket ettiğini algılamamız görsel sistemin başın hareketini bildirmesinin bir sonucudur. Görsel girdiler hem periferik görsel bilgileri hem de foveal bilgileri içerir (Ref). Periferik görüş, daha geniş bir görüş alanındaki nesnelere algılama yeteneğimizdir. Foveal görüş ise, göz merceğinin en hassas bölgesindeki nesnelere algılama yeteneğimizdir. Literatürde postüral kontrolde periferik görsel bilgilerin daha etkin bir rol oynadığını belirtilen çalışmalar mevcuttur (77).

Görsel girdiler, postüral kontrolün sağlanması için önemli bir bilgi kaynağıdır ancak tek başına yeterli midir veya kesinlikle gerekli midir? Çoğumuz gözlerimizi kapattığımızda veya karanlık bir odada ayakta durduğumuzda dengemizi korumaya devam edebiliriz. Ancak, salınım aralığı gözler açık ve gözler kapalı koşullarında farklılık gösterebilir (80).

Sürekli veya geçici olarak görsel hareket girdilerine verilen yanıt olarak salınım aralığını inceleyen araştırmalar, postüral kontrol için görsel girdilerin önemli olduğunu destekler niteliktedir (72). Bu türde yapılan ilk çalışmalardan biri David Lee ve ark. tarafından 1975 yılında yayınlanmıştır. Çalışmada, katılımcıların duvarları ile tavanları ileri ve geri yönde hareket edebilen bir oda içerisinde sabit zemin üzerinde durabileceği bir paradigma kullanılmıştır. Bu sayede, görsel girdiler odada meydana getirilen hareket ile simüle edildi ve görsel ipuçlarının etkisi gözlemlenmiştir. Sürekli olarak meydana gelen oda hareketine, nörolojik olarak sağlam olan yetişkinlerin odanın

hareketiyle birlikte salınım göstererek yanıt vermişlerdir. Bu da, görsel girdilerin yetişkinlerin sessiz sakin duruş sırasında bir etkisi olduğunu göstermektedir (78).

Sonuç olarak, görsel sistem, denge kontrolünde önemli bir rol oynar. Görsel sistemde meydana gelen bozukluklar, denge sorunlarına neden olabilirken, görsel sistem üzerinde yapılan egzersizlerin, denge sorunlarının önlenmesinde ve tedavisinde etkili olabileceği gösterilmiştir.

## 2.2. Postüral Kontrol Kuramları

Postüral kontrol, bireylerin ilk öğrendiği ve ölene dek kullandığı görevlerden biridir. Yemek yemek, masa başında ders çalışmak, otobüste ayakta yolculuk etmek gibi günlük aktivitelerden, buz pateni yapma, el üstünde baş aşağı durma, basket atmak için sıçrama yapma gibi spor aktivitelerine dek tüm hareketlerin uygulanabilmesi için denge ve duruş kontrolünü sağlamak gereklidir. Pollock ve ark. (2000) postüral kontrolü “herhangi bir duruş veya aktivite sırasında bir denge durumunu sürdürme, elde etme veya eski haline getirme eylemi” olarak tanımlamıştır (79). Postüral kontrol sistemlerinin nasıl çalıştığını anlamak için bilim insanları, çeşitli teoriler ile postüral kontrolün mekanizmalarını ve birbirleriyle olan etkileşimlerini açıklamaya çalışmışlardır. Motor kontrol alanında postüral kontrol kuramları hakkında kısaca bilgi vermek için sırasıyla refleks teorisi, efferent kopya yaklaşımı, servo-kontrol hipotezi, sistemler teorisi ve RC (Referent Configuration) hipotezi ele alınacaktır.

Refleks teorisinin temelleri, 1906 yılında Sherrington’un ortaya koyduğu bir çalışmaya dayanmaktadır. Refleks teorisi, vücudumuzun çevresel uyaranlara verdiği otomatik yanıtları açıklar. Sherrington kompleks davranışlar oluşturmak için kollektif refleks mekanizmalarının birbirleriyle bağlantı kurduklarını savunuyordu (80). Ancak, refleks teorisi istemli hareketin nasıl başladığı, duyuşal geri besleme için yeterli zamanın olmadığı durumlarda kompleks ve hızlı hareketin nasıl gerçekleştiği, duyuşal bilgi yokluğunda hareketin nasıl ortaya çıktığını açıklamada yeterli bilgi vermediği için, postüral kontrolün açıklanmasında kapsayıcı bir yanıt sunamamaktadır (36).

Efferent kopya yaklaşımı, Von Holst ve Mittelstaedt (1950) tarafından postüral kontrolün açıklanması için kullanılmıştır (24). Bu yaklaşıma göre, motor hareketler önceden planlanır ve beyinde bir "efferent kopya" oluşturulur. Efferent kopya, motor

hareketlerin gerçekleştirilmesinden önce oluşturulan bir sinyaldir ve motor hareketin sonucunu tahmin etmek için kullanılır. Ancak, bu yaklaşım hareketin doğası gereği kas boyu değişiminin ve kas aktivasyonu devamlılığı gerekliliğini kapsayıcı bir şekilde açıklayamadığı için postür-hareket paradoksunu meydana gelmektedir (36).

Servo-kontrol hipotezi, Merton tarafından hareket ve postüral kontrolün açıklanması için kullanılmıştır (23). Bu hipoteze göre, hareket planlaması sırasında, hareket sonucu hedeflenen duruma ulaşmak için gerekli olan kas kuvveti ve hareket hızı gibi faktörler dikkate alınır ve motor hareketin başlangıcından sonuna kadar kontrol edilmesi sağlanır. Hipotez, postüral kontrolün, dengeyi korumak için hareketleri ve kas aktivasyonunu ayarlayan sürekli geri bildirim mekanizmaları yoluyla elde edildiğini öne sürer.

Sistemler teorisi, hareketin sadece merkezi veya çevresel sistemler tarafından kontrol edilmediğini, aynı zamanda çoklu sistemler arasındaki etkileşimden de etkilendiğini açıklar (19). Sistemler teorisi sinir sistemi, kas-iskelet sistemi karakteristiği, yer çekimi ve ataletsel kuvvetlerinin bir arada değerlendirilmeye çalışıldığı geniş bir teoridir. Teori, başlangıç koşullarına ve bunların hareketler üzerindeki etkilerine önem verir (7).

RC (Referent Configuration) hipotezi, EP (Equilibrium Point) hipotezi temel alınarak geliştirilmiş ve tüm vücut hareketine uyarlanmış bir hipotezdir. EP hipotezi, fiziksel objelerin hareketini, objelerin denge durumları arasındaki geçiş olarak yorumlamaktadır. RC hipotezi, bütünsel bir kontrol olanağı sağlar ve vücut hareketlerinin oldukça hızlı bir şekilde planlanabilmesini ve uyarlanabilmesini sağlar (36).

### **2.3. Hentbol**

Hentbol, iki takım arasında topla oynanan, oyun sırasında her takımdan yedişer sporcunun sahada yer aldığı, takımların topu el ile rakip takımın kalesine gol atarak ve rakip takımın kendi kalelerine gol atmasını engelleyerek üstünlük sağlamaya çalıştığı bir takım sporudur (14). Günümüzde hentbol genellikle kapalı spor salonlarında oynanır. Oyuncuların topu el ile tuttuğu oyun adını oynanış biçiminden alır. Hentbol oyununun en temel hareketleri topu yakalama, atlama, iniş yapma, pas atma ve

sıçrayarak atış gerçekleştirir. Bir takım adına sahada yer alan yedi oyuncusunun, altısı saha oyuncusu, biri ise kaleci olarak görev alır. Saha oyuncuları, sağ kanat, sol kanat, sağ arka, sol arka, merkez orta saha ve pivot pozisyonlarında görev alır. Her takım sahada yer alan oyunculara ek olarak, 7 yedek oyuncu bulundurma hakkına sahiptir.

Standart bir hentbol maçı 30 dakikalık iki devreden oluşur ve daha fazla gol atan takım kazanır. İki devre arasında 10 dakikalık bir mola süreci vardır. Takımlar her devre sırasında birer kez mola alma hakkına sahiptir. İki devre sonunda beraberlik durumunda kalınan ancak kazanın belli olmasının gerektiği müsabakalarda, ikinci devrenin sonunda beş dakikalık bir mola verilir. Molanın ardından beşer dakikalık iki uzatma devresi oynanır. Uzatma devreleri arasında bir dakikalık bir mola süreci vardır. Takımların beraberlik durumu yine de değişmezse yedi metre atışları uygulanarak kazanan takım belirlenmeye çalışılır (14). Yedi metre atışları, futbolda uygulanan penaltı atışları gibi düşünülebilir (20).

Hentbol sahası 40 metre boyunda ve 20 metre genişliğindedir. Kale üst direğinin yerden yüksekliği iki metre, iki yan direğin birbiri arasındaki mesafe ise üç metredir. Her bir kale, kaleye uzaklığı her bir noktasından altı metre olan ve yarım daireye yakın şekilde gösterilen çizgiler ile çevrelenmiştir. Bu alan, kale sahası olarak tanımlanır. Kaleci haricindeki bir oyuncunun kale sahasına girmesi yasaktır (14). Kaleye uzaklığı her bir noktasından dokuz metre olan ve yarım daireye yakın şekilde sahada kesikli çizgi olarak belirtilen alan ise serbest atış alanını temsil eder (15). Orta çizgi dışında, sahada yer alan her çizgi, bulunduğu yarı sahaya aittir. Orta çizgi ise aynı anda her iki yarı saha için de kullanılır.

### **2.3.1. Hentbol Sporunun Kuralları**

Hentbol el ile oynanan bir takım sporudur. Oyun, hakemin düdüğünü çalmasının ardından sahanın ortasından yapılan başlama atışı ile başlar. Hangi takımın başlama atışı yapacağı kura ile belirlenir. Kurayı kazanan takım, oyunun hangi yarısına başlama atışı ile başlamak istediğine karar verir. Kurayı kaybeden takım ise sahanın hangi bölümünde oyuna başlamak istediğine karar verir. Başlama atışı yapılırken her iki takımında kendi yarı sahası içerisinde olması gerekir. Başlama atışını yapan

oyuncunun, top elinden çıkana kadar bir ayağı orta saha çizgisinin üzerinde, diğer ayağı kendi yarı sahasının içerisinde olacak şekilde pozisyon alması gerekir. Rakip takım oyuncularını ise atışı yapacak oyuncudan en az 3 metre uzaklıkta olmalıdır. Başlama atışını yapan oyuncu, topu kendi takım arkadaşına atmaya çalışır. Başlama atışı ile doğrudan kale hedef alınarak gol atılabilir. Oyunun her iki yarısının başında ve atılan her golden sonra başlama atışı yapılır. Oyunun daha hızlı devam edebilmesi için, her golden sonra yapılan başlama atışlarında tüm takımların kendi yarı sahasına gelmesi beklenmeden başlama atışı yapılabilir. Başlama atışını yapacak takımın kendi yarı sahası içerisinde olması atışın yapılması için yeterlidir.

Saha oyuncuları el, göğüs, omuz, kol, baş, kalça ve diz bölgelerini kullanarak herhangi bir şekilde topa temas edebilir, topun yönünü değiştirebilir, topu durdurabilir, fırlatabilir veya zıplatabilir. Ancak, saha oyuncularının hentbol topuna ayak ile vuruş yapması veya herhangi bir şekilde kasıtlı olarak temasta bulunması oyunun kuralları gereği yasaktır. Yalnızca kaleci hentbol topuna ayak ile müdahale edebilir. Kaleci, kale sahasını terk ederse saha oyuncuları ile aynı kurallara tabi kalır.

Topa sahip olan bir oyuncunun, atış yapmadan, pas vermeden veya topu sürmeden üç saniyeden fazla hareketsiz kalması veya üç adımdan fazla ilerlemesi yasaktır. Kaleci dışındaki oyuncuların kale sahasına herhangi bir şekilde girmeleri yasaktır. Atağa kalkan takım, hücum atışını kale sahası çizgisinin dışından yapmak zorundadır. Kale sahası çizgisinin ihlal edilmesi durumunda, kuralı ihlal takım hakem tarafından cezalandırılır. Savunma yapan oyuncu, hücum oyuncusunu itemez, çelme takamaz, tutamaz veya vuramaz. Savunma oyuncusunun, hücum oyuncusunun elindeki topa tek el veya çift el kullanarak şiddetli bir şekilde vurması yasaktır. Oyuncunun aşırı sert bir tutum sergilemesi hakem tarafından oyuncuya sarı kart verilmesine neden olur. Üçüncü kez sarı kart alan oyuncu, kırmızı kart olarak diskalifiye olur ve oyundan men edilir.

### **2.3.2. Hentbol Oyuncularının Özellikleri**

Tüm spor branşlarında olduğu gibi hentbolda da oyuncuların performansını etkileyen çeşitli etkenler bulunmaktadır. Hentbol bir takım sporu olduğu için oyuncuların psikolojik, sosyal, antropometrik, fizyolojik ve motor beceri özellikleri



oyun sırasında gösterilen performans üzerinde oldukça etkilidir. Hentbol sporuna yönelik yapılan bilimsel araştırmalar oldukça kısıtlıdır (20). Bu nedenle oyuncuların performansını arttırmaya yönelik yapılan antrenman geliştirme çalışmalarında yeterli bilimsel kaynak bulmakta zorlanılmaktadır.

Hentbolda önemli olan doğru teknik ve taktiği uygulamaktır ancak oyuncuların uygun özellik ve yeteneklere sahip olması göz ardı edilemeyecek bir avantaj sağlamaktadır. Bir hentbol oyuncusunun daha büyük bir el yapısına sahip olmasının, topu daha iyi kavrama, daha kontrollü tutma ve daha kuvvetli atış yapabilme konusunda antropometrik olarak oyun performansı üzerinde olumlu bir etki sağlayabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (26). Aynı yaş grubunda yer alan ancak ay olarak daha erken doğan yani yaşça daha büyük olan oyuncuların uygulanan performans testleri sırasında daha hızlı ve güçlü olduklarını gösteren çalışmalar da literatürde yer almaktadır (27). Bu gibi çalışmalar sonucunda, son yıllarda uluslararası alanda hentbolda uygulanan teknik ve taktiğin öğrenilmesi ve mükemmelleştirilmesine ek olarak uygun özellikteki oyuncuların erken yaşta tespit edilerek yeteneklerinin geliştirilmesine de odaklanılmıştır (28). Bu amaçla, çok sayıda dernek ve federasyon çeşitli yaş aralığındaki erkek ve kadın oyuncular için spor kampı düzenlemektedir.

Hentbol oyuncuların kolektif düşünmesini, birlikte hareket etmesini, cesaret ve irade göstermesini gerektiren bir takım sporudur. Tüm spor dallarında olduğu gibi, hentbol branşının amaçları arasında insanların birbirine yakınlaşması, dostluk ilişkilerinin gelişmesi ve takım olma bilincinin oyuncular tarafından öğrenilmesi yer almaktadır. Bu konuda eğitimcilere ve antrenörlere büyük görev düşmektedir. Hentbol branşında yapılan düzenli antrenmanlar sırasında teknik ve taktik bilgisinin geliştirilmesinin yanı sıra, oyuncuların kendilerine ve takım arkadaşlarına inanma, takımı için disiplinli bir şekilde antrenmanlara katılma, birlik ve beraberlik duygusunu geliştirme, elinden gelen en iyi performansı takımı için sergileme gibi davranışların oyuncular tarafından kazanılmasına da önem verilmelidir. Bu sayede oyuncuların psikolojik ve sosyal alanda gelişmesi sağlanır (29).

Hentbol oyun sırasında koşma, sıçrama, havada asılı kalma, atış yapma, pas atma, ani yön değiştirme gibi yüksek tempolu ve kısa süreli hareketleri içerisinde barındırır. Bu durum oyuncuların çok kısa sürede mümkün olduğunca hızlı düşünerek

doğru karar verebilmesini ve üstün bir atletik performans sergilemeyerek hızlı hareket edebilmesini gerektirir. Oyuncuların bu kabiliyetlerinin geliştirilmesi için antrenörler tarafından doğru antrenman planlamaları yapılmalıdır. Spor bilimleri literatürde hentbol branşına yönelik performans geliştirme konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlı durumdadır (21). Bu sebeple en doğru yaklaşım oyuncuların hentbol branşına yönelik performansını arttırmayı hedefleyen ve temel motorik özelliklerini geliştirmeye odaklanan antrenman programları uygulamaktır.

Oyuncuların temel motorik özelliklerinin gelişmesi tüm spor branşları için oldukça önemlidir. Uygun uyarıcı ile amaca yönelik şekilde düzenli olarak yapılan antrenman programları motorik özelliklerin gelişmesini sağlar (22). Temel motorik özelliklere ek olarak, tamamlayıcı özelliklerin de geliştirilmesi oyuncuların istenilen maksimum performansa ulaşılabilmesi için vazgeçilmezdir. Bu amaçla antrenman programlarında odaklanılan özellikler aşağıda listelenmiştir.

- Kuvvet
- Dayanıklılık
- Sürat
- Hareketlilik (Esneklik)
- Çeviklik (Koordinasyon, Beceri)

Kuvvet, kasların veya kas gruplarının verilen dirence karşı ortaya çıkan maksimum karşı koyabilme kapasitesidir (20). Hentbol oyunu sırasında yükseğe sıçrama, hedef alınan noktaya güçlü atış yapma, etkili bir savunma ile hücumu geçen rakip takıma engel olma gibi alanlarda kuvvetin etkisi yüksek önem taşır. Oyuncu kuvvet sayesinde, bir kitleyi hareket ettirebilir, durdurabilir veya ona karşı koyabilir.

Dayanıklılık, uzun süreli yüklemelere karşı yorgunluğa engel olabilme ve yüklemeler sonrası kısa sürede yenilenebilme ve toparlanabilme kabiliyetidir (20). Dayanıklılık aerobik ve anaerobik olarak ikiye ayrılır. Hentbolda oyun süresinin uzun olması oyuncuların aerobik dayanıklılık kabiliyetinin gelişmiş olmasını, oyun sırasında hızlı bir şekilde hücumu veya hücumu geçen rakip takıma karşı kısa sürede savunmaya geçme gibi tekniklerin olması oyuncuların anaerobik dayanıklılık kabiliyetinin gelişmiş olmasını gerektirir.

Sürat, çok hızlı şekilde bir yerden bir yere konum, yön değiştirebilme veya sportif hareketleri çok hızlı ve doğru şekilde uygulayabilme yeteneğidir (20).

Hentbolda erken hamle ile etkin hücum yapabilme, topu hızlı sürebilme, kısa sürede pas atabilme gibi gereklilikler oyuncuların gelişmiş sürat kabiliyetleriyle kısa sürede reaksiyon gösterebilmesi sayesinde sağlanır.

Sporcunun bir bütün olarak gelişim gösterebilmesi, hentbol branşında gösterilen performansın artmasında önemli bir kriterdir. Bu sebeple temel motorik özelliklere ek olarak, esneklik ve koordinasyon gibi tamamlayıcı özelliklerin gelişimine yönelik hazırlanan doğru ve etkin antrenman programları antrenörler tarafından oyunculara sağlanmalıdır.

Esneklik olarak da bilinen hareketlilik, bir hareketi eklemün müsaade ettiği açıklıkta, geniş bir açı ile değişik yönlerde uygulayabilme yeteneğidir (30). Gelişmiş bir esneklik kabiliyetine sahip olmak, sportif performansın artmasıyla birlikte yaşanabilecek yaralanmaların önlenmesi için de gereklidir. Hentbol oyunu sırasında rakip oyunculara karşı avantaj sağlayabilmek için öncelikle omuz, kalça ve gövdenin esnek olması gerekir. Daha geniş açıda ve farklı yönlerde hareket edebilen oyuncular sayesinde kaleye daha fazla sayıda isabetli atış yapılması, rakip oyuncudan topun alınması ve kalecinin farklı noktalara atılan topu tutması sağlanır.

Koordinasyon, sahip olunan bütün diğer motorik özelliklerin aynı anda birbirleri ile uyum içerisinde kullanılmasını sağlayan bir kabiliyettir. Kuvvet, sürat, dayanıklılık ve esneklik ile yakın ilişki içindedir (20). Hareketin gerçekleştirilmesi sırasında agonist ve antagonist kasların bir bütün olarak çalışması ve vücut kompozisyonunun korunarak dengenin sağlanması, gelişmiş koordinasyon yeteneğinin göstergelerindedir. Yüksek tempolu ve kısa süreli aktivitelerden oluşan hentbol branşında motorik özelliklerin oyuncular tarafından en etkili şekilde kullanılması oldukça önemli olduğu için koordinasyon vazgeçilmez bir kabiliyettir. Oyuncuların koordinasyon yeteneği farklı zorluk derecelerindeki hareketlerin antrenman programlarına eklenerek, dikkat ve düzen içerisinde uygulanması ile geliştirilebilir.

### **2.3.3. Hentbolda Dengenin Önemi**

Denge, vücudun ağırlık merkezini destek tabanı üzerinde tutma yeteneği olarak tanımlanır (31). Denge temel olarak insanların yürüme, merdiven inme, yemek yeme gibi günlük aktivitelerinde vücut pozisyonunun korunmasını sağlar. Sportif

aktivitelerde denge ise hem oluşabilecek yaralanmaları önlemek hem de performansı arttırmak amacıyla önemlidir.

Tüm spor branşları belirli düzeyde denge performansına ihtiyaç duyar (32). Futbol, buz hokeyi, basketbol gibi takım sporlarında uygulanan teknik hareketler sebebiyle motorik özelliklerin yüksek seviyede kullanımını oldukça önemlidir. Denge, diğer motorik özelliklerin birbiri ile uyum içerisinde kullanılabilmesini sağlayan önemli bir faktördür. Hentbol pek çok takım sporunda olduğu gibi oyuncuların yoğun vücut teması nedeniyle yüksek düzeyde denge performansı gerektiren bir spordur.

Hentbolda en üst düzeyde performans göstermek için çeşitli beceriler ve kondisyon bileşenleri (atma doğruluğu, koşma hızı, zıplama yeteneği vb.) gerekir (85). Hentbol, aralarına daha az yoğun faaliyetlerin serpiştirildiği, aralıklı yüksek hızlı ve patlayıcı faaliyetler içerir (86, 87). 60 dakikalık bir maç sırasında bir hentbol oyuncusu, maksimal kalp hızının %80-90'ına yakın bir ortalama yoğunlukta, 4-6 km boyunca koşar (86).

Hentbolda yer alan sıçrama, havada asılı kalma, dönme gibi hareketlerin etkili şekilde gerçekleşebilmesi için oyuncuların vücut kompozisyonunu ve stabilizasyonunu koruması gerekir. Bu sebeple, yapılan çalışmaların birçoğu oyuncuların denge performansını arttırmaya yönelik amacına uygun hareketlerin antrenman programına eklenmesini önerir (31, 33). Denge, oyuncuların yaşayabileceği yaralanmaların önlenmesi, atletik performansın artırılması ve temel olarak günlük fiziksel aktivitelerin sağlıklı bir şekilde yapılması için önemlidir.

## 2.4. Python

Python nesneye dayalı ve fonksiyonel programlama yapısını destekleyen, erişimi ve kullanımı kolay, deneyimli ve yeni başlayan pek çok programcıların hem küçük hem büyük kapsamlı yazılım projelerinde kullanmayı tercih ettiği bir programlama dilidir. Python programlama özelliklerinin kolayca uyarlanabilir ve geliştirilebilir olması yaygın olarak tercih edilmesinin en önemli sebepleridir.

Python programlama dili ücretsiz bir şekilde kullanılabilir. Yazılım programlama yapmak isteyen herkesin, herhangi bir ücret ödmeden hızlıca erişim sağlayarak, diledikleri programları kodlayabilmesi Python'ı öğrenme ve kullanma motivasyonunu

arttıran önemli bir etkidir (16). Python'un açık bir kaynaklı olması programcılar tarafından programlama dili için yazılım yapılmasına imkan sağlar.

Bu ücretsiz programlama dili, programcılarının fikirlerini hızlı ve profesyonel şekilde kodlayabilmesini sağlayacak kütüphaneler, modüller, listeler ve sözlükler içermektedir (16). Python, okunabilir ve kolaylıkla kodlanabilir bir sözdizimi sunar. İndeksleme için köşeli parantezler, işlevler ve yöntemler için parantezler kullanır. Bu durum, kodlama sırasında daha az hata yapılmasını ve yapılan hataların hızlıca giderilmesini sağlar. Python içerdiği yerleşik hata ayıklama özelliği sayesinde programcılarının yazılımlarında bulunan hataları hızlıca giderebilmesini, böylece programcılarının zamandan tasarruf ederek verimliliklerinin artmasını sağlar.

#### **2.4.1. Python Kullanım Alanları**

Python; web ve API geliştirme, yapay zeka ve makine öğrenimi, veri analizi, oyun geliştirme, robotik uygulamaları gibi pek çok alanda kullanılabilir.

Python'un en yaygın kullanıldığı alanlarından biri web uygulamaları (web siteleri) geliştirmedir. İçerdiği Django, Pyramid ve Flask gibi yazılım iskeletleri (framework) sayesinde veri tabanı entegrasyonu ve erişimi, ağ protokolü yönetimi, arka-uç (backend) programlama gibi işlemler kolayca yapılabilir. YouTube, Instagram, Google ve Spotify Python'ın kullanıldığı popüler web uygulamalarından bazılarıdır.

Büyük miktardaki verinin toplanması, analiz edilmesi ve işlenmesi sürecini içeren yapay zeka, günümüzde eğitim sektöründen oyun sektörüne pek çok farklı alanda yazılım üreticileri tarafından kullanılmaktadır. İnsan karar verme mekanizmasının, yapay sinir ağlarının matematiksel olarak modellenmesi ve toplanan veri seti üzerinden yapılan yorumlamalar ile karar alınması yapay zeka algoritma ve sistemlerinin temel amacıdır. Makine öğrenmesi, yapay zekanın doğal dil işleme, konuşma sentezi, derin öğrenme gibi pek çok alt dalından biridir. Python, makine öğrenmesi kullanımına yönelik içerdiği kütüphaneler ile bu alanda yazılım geliştirmek isteyen kişilere büyük bir kolaylık sağlar. Kütüphaneler, yazılım geliştiricilerin ihtiyaç duyabileceği fonksiyonların çoğunu içermektedir. Python'ın açık kaynak kodlu bir programlama dili olması, dili kullanan yazılım geliştiricilerin kütüphaneye ihtiyaç

duyulan özellikleri ekleyebilmesine ve kütüphanenin kullanımının yaygınlaşmasına imkan sağlamıştır. Python'ın insan düşünme mantığına yakın, hızlı öğrenilebilen yüksek seviye bir dil olması, makine öğrenmesi gibi kompleks algoritma yapılarının geliştirilmesinde büyük bir kolaylık sağlar.

Veri analizi; web uygulamaları, yapay zeka ve makine öğrenimi, bilimsel araştırmalar gibi her alanda kullanılan bir yöntemdir. Çok miktardaki verinin manuel olarak analiz edilmesi oldukça zor ve hataya açık bir yöntemdir. İnsan beyni görsel olarak görebildiği verileri daha kolay algılar ve yorumlar. Python içerdiği Seaborn, Matplotlib ve Pandas gibi kütüphaneler ile toplanan veri setinin görselleştirilmesini sağlar. Bu sayede R, Stata gibi istatistik programlarına gerek kalmadan veri analizi yapılabilir.

C, C++, Java gibi programlama dillerine kıyasla çok sık tercih edilmese de Python'ın kullanım alanlarından biri de oyun geliştirmedir. Python; oyun geliştirme sürecinde ihtiyaç duyulabilecek fonksiyonu Pygame, Pyglet, PyOpenGL ve Panda3D gibi kütüphaneler içerisinde barındırır. Bu sayede, ses ile müzik çalma, resim ve video yükleme, grafik çizme, optimizasyon gibi işlemler yapılabilir. Battlefield 2 ve Civilization 4 geliştirme süreçlerinde Python'dan faydalanan popüler oyunlardan bazılarıdır.

Robotik, yapay zeka, bilgisayar bilimi, elektronik, mekatronik gibi alanları kapsayan multidisipliner bir daldır. Günümüzde çoğunlukla insanların hayatını kolaylaştırabilecek ve insanlara vakit kazandırabilecek eylemleri ve savunma sanayi sektöründe insanlar için tehlikeli olabilecek görevleri yerine getirmek için kullanılmaktadır. Python, robotik işletim sistemi ile uyumlu bir programlama dilidir. Doğası gereği karmaşık bir yapıya sahip olan ve derin teknik bilgi gerektiren robotik programlama için Python gibi öğrenimi hızlı ve kolay bir programlama dili kullanmak yazılım geliştirme maliyetini düşürecek önemli bir etkidir. Python, içerdiği pek çok hesaplama kütüphanesi ile robotik programlamada ihtiyaç duyulabilecek pek çok fonksiyonu içerisinde barındırır.

## 2.5. Visual Studio Code

VS Code olarak da bilinen Visual Studio Code; Windows, Linux, MacOS gibi çapraz platformlar üzerinde çalışabilen, Microsoft tarafından Electron Framework ile yapılmış bir kaynak kod düzenleme aracıdır. VS Code, Microsoft tarafından ilk olarak 2015 yılında yapılan Build Konferansı'nda duyuruldu. Aynı yıl içerisinde ön izleme yapısıyla, 2016 yılında ise ön izleme aşamasını tamamlayarak web platformları üzerinde yayınlandı. VS Code kaynak kodlarının çoğu izin verilen MIT lisansı altında GitHub üzerinde kullanıma sunuldu.

Bu araç, sunduğu özellikler sayesinde programcıların kolaylıkla yazılım geliştirebilmesine, yazılımda bulunan sözdizimi hatalarını anlık olarak görerek düzeltebilmesine ve kod parçacığının önerilen akıllı tamamlayıcılar ile tamamlanmasına imkan sağlar. Visual Studio Code, ücretsiz bir şekilde kullanılabilir. Bu durum pek çok programcı tarafından tercih edilmesinin önemli sebeplerindedir.

Visual Studio Code, içerdiği özellikler, uzantılar ve kütüphaneler ile pek çok alanda yazılım geliştirilmesine olanak sağlar. R, Fortran, C#, C++, C, Rust, Java, JavaScript, GO ve Python dahil olmak üzere çeşitli programlama dillerinde kodlama yapılabilir. Programcılar, kullanmak istedikleri dile ve ihtiyaç duydukları özelliklere göre VS Code'un sunduğu uzantı ve kütüphaneleri ara yüz aracılığı ile indirerek entegre edebilir. Bu durum, programcılara esnek bir yapı sunar.

Visual Studio Code programcıların zamandan tasarruf ederek hızlı ve verimli bir şekilde kodlama yapabilmesini sağlar. Uygun görülmeyen kod parçacıklarını farklı renklerde göstererek programcıyı uyarır ve kullanılacak alternatiflerin bir listesini sunar. Visual Studio Code, kendine ait yerleşik bir terminal bulundurur. Programcı, ihtiyaç duyduğu uzantı ve kütüphaneleri, ikincil bir ekrana gitmeye gerek kalmadan bu terminalden indirebilir, kurulumunu gerçekleştirebilir. Sahip olunan proje dosyaları arasında bu terminal üzerinden geçiş yapılabilir. Programcı, algoritmaları arasında kodun derlenme ve işletilme sürecine katılmayacak yorum satırları bırakabilir. Bu durum, yazılan algoritmanın amacının kısa bir yorum satırı ile hatırlanmasını sağlar. Tek bir projede paralel olarak çalışan birden fazla programcı olduğunda ve proje boyutu giderek büyüdüğünde yazılan yorum satırları oldukça önemlidir. Visual Studio Code üzerinde aynı anda birden fazla proje geliştirilebilir. Bu projeler,

istenirse aynı dosya yapısı altında birlikte veya ayrı ayrı tutulabilir. Projeler arasında geçiş yapıldığında kodun derlenmesi ve işletilmesi ile ilgili herhangi bir sorun yaşanmaz. Visual Studio Code, GitHub Repo desteği sağlar. GitHub Repo, sürüm kontrol sistemi sunan bulut tabanlı bir hizmettir. Visual Studio Code ile geliştirilen yazılım projesi, GitHub Repo ile bulut üzerinde klonlanabilir. Bu durum, kullanılan cihazınızda bir sorun yaşasanız bile geliştirdiğiniz projenize yeniden erişebilmenizi sağlar. Ek olarak, tek bir proje üzerinde ekip olarak çalışan ve geniş kapsamlı bir projenin küçük parçalarını kodlayan takımların çalışmalarını hızlıca birleştirebilmesine olanak sağlar.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu bölüm; hentbolcularda denge performansının değerlendirilmesi, kamuya açık hazır veri setinde sedanter bireylere ait denge performansı verilerinin yazılım algoritmaları ile analiz edilmesi, hentbolculara ve sedanter bireylere ait denge performanslarının karşılaştırılması için bu tezde yürütülen araştırma metodolojisini sunacaktır. Bu bölümün amacı, katılımcıların özellikleri, veri toplama aparatları ve prosedürleri, protokoller ve veri analizleri hakkında kısa bilgi vermektir.

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmaya yaşları 18-30 arasında değişen üniversiteler arası ligde hentbol oynayan, hazırlık döneminde haftada 3 gün antrenman yapan gönüllü 18 sporcu (9 kadın, 9 erkek) katılmıştır.

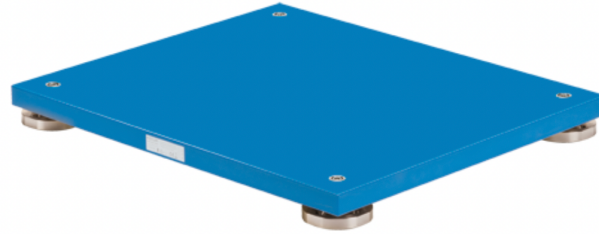
Kamuya açık hazır veri setinde bulunan 163 katılımcı (116 kadın, 47 erkek) arasından, yaşları 18-30 arasında değişen ve IPAQ'e (International Physical Activity Questionnaire, Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi) göre günlük fiziksel aktivite düzeyi "Düşük" veya "Orta" olan 18 (9 kadın, 9 erkek) sedanter birey yapılacak karşılaştırmalarda kullanılmak üzere seçilmiştir.

Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Çalışmalar Etik Kurulu'ndan 29 Kasım 2022 (Karar no:2022/20-01) tarihinde etik kurul izni alınmış (EK-1) ve katılımcılara aydınlatılmış onam formu okutulup imzalatılmıştır (EK-3).

#### 3.2. Veri Toplama Araçları

##### 3.2.1. Denge Performansı Ölçümleri

Denge performansı taşınabilir bir kuvvet platformu (Kistler 9260AA6) (Şekil 3.1) üzerine platformu tamamen kapatacak şekilde konulan denge pedi (AirEX Balance-Pad) (Şekil 3.2) kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Kuvvet Platformu (Kistler 9260AA6).



Şekil 3.2. Denge Pedi (AirEX Balance-Pad).

### 3.2.2. Hazır Veri Setinin Yazılım Algoritmaları ile Analizi

2016 yılında Santos, D. A ve Duarte, M. tarafından yapılan çalışmada 163 katılımcıya ait denge performansı verileri hazır veri seti olarak kamuya sunulmuştur. Hazır veri setinde bulunan katılımcılara ait ölçümler kod geliştirme ortamında (Visual Studio Code) yazılım programlama dili (Python, Versiyon: 3.10.5) kullanılarak geliştirilen algoritmalar ile analiz edilmiştir.

### 3.3. Verilerin Toplanması

#### 3.3.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Katılımcıların boy uzunlukları hassaslık derecesi  $\pm 1$  mm olan duvara monte edilmiş stadiometre ile topuklar bitişik, vücut ve baş dik olarak ölçülmüş ve ölçüm 1 mm'ye kadar not edilmiştir. Vücut ağırlıkları, hassaslık derecesi  $\pm 100$  gram olan elektronik baskül kullanılarak çıplak ayakla ve standart spor kıyafetleriyle ölçülmüş ve kilogram cinsinden kaydedilmiştir. Her ölçüm öncesinde baskül tablası alkollü bezle temizlenerek dezenfekte edilmiştir.

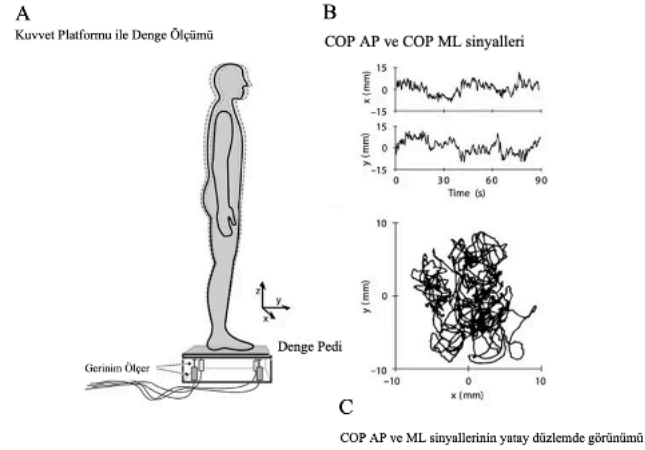
#### 3.3.2. Denge Performansının Belirlenmesi

##### Sakin Duruş Denge Testi

Hentbolcuların denge performansı ölçümleri, 2016 yılında Santos, D. A ve Duarte tarafından yapılan bir çalışma ile paylaşılan hazır veri setinde bulunan sedanter bireylerin denge performansları ile karşılaştırmıştır. İki grubun denge performanslarının en verimli şekilde karşılaştırılabilmesi için Santos, D. A ve Duarte, M. ile aynı ölçüm yöntemi, protokolü ve araçları kullanılmıştır.

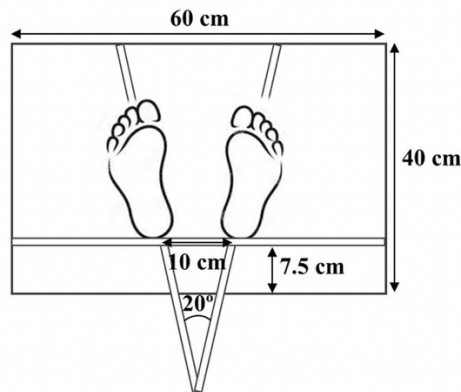
Yarışmacı hentbolcuların denge performansı sakin duruş denge testi ile kuvvet platformunun üzerine, platformu tamamen kapatacak şekilde konan denge pedi üzerinde gözler açık ve gözler kapalı olmak üzere iki farklı koşul için 30 saniye boyunca ölçülmüştür (Şekil 3.3). Her bir koşul için üç kez ölçüm yapılmıştır ve koşulların sırası katılımcılar arasında rastgele dağıtılmıştır. Randomizasyon, bilgisayarlı bir rasgele sayı üretici kullanılarak araştırmacı tarafından veri toplanmadan önce gerçekleştirilmiştir. Yumuşak zeminde gözleri açık koşulunu ölçmek için katılımcılardan kuvvet platformu üzerinde çorapla mümkün olduğunca hareketsiz şekilde durmaları, kolları gövdenin yanında serbest bırakmaları ve yaklaşık 3 m ilerideki duvarda katılımcının göz hizasına yerleştirilmiş bir hedefe bakmaları

istenmiştir. Gözlerin kapalı tutulduğu denemelerde katılımcılara öncelikle gözleri açık olarak hedefe bakmaları, dengeli ve rahat bir duruş bulmaları ve ardından gözlerini kapatmaları söylenmiştir (Şekil 3.5). Katılımcılar gözlerini kapattıktan birkaç saniye sonra veri toplama işlemine başlanılmıştır.

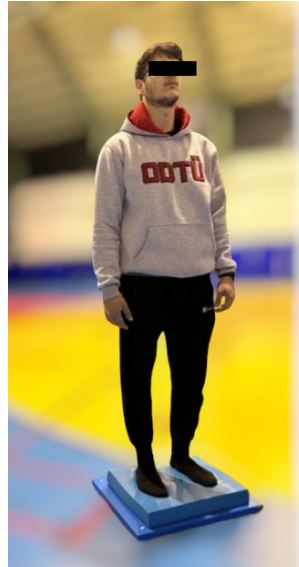


**Şekil 3.3.** Sakin Duruş Denge Testi: A) Kuvvet Platformu ile Denge Ölçümü B) COP AP ve COP ML sinyalleri C) COP AP ve COP ML sinyallerinin yatay düzlemde görünümü.

Sakin duruş denge testinde bir standart oluşturmak için tüm denemelerde katılımcıların ayakları Şekil 3.4'te gösterildiği gibi standart bir şekilde yaklaşık olarak 20 derecelik açı şekilde platforma yerleştirilmiş ve katılımcılardan kuvvet platformunun üzerine işaretlenen çizgiler üzerinde durmaları istenerek katılımcıların topukları yaklaşık 10 cm ayrı tutulmuştur (1).



**Şekil 3.4.** Kuvvet platformu üzerinde ayakların konumlandırılması.



**Şekil 3.5.** Yarışmacı hentbolcuların denge performansı ölçümü.

Denge performansını değerlendirmek ve postüral davranışları tanımlamak için postüral salınım ölçümü yapıldı ve dört bağımlı değişken kullanıldı. Postüral salınım ölçümleri, AP ve ML yönlerdeki ham COP sinyalleri, Bertec Digital Acquire 4.1.20 yazılım ara yüzü kullanılarak her deneme için 1000 Hz örnekleme hızında kaydedildi. Verilerin sonradan işlenmesi MATLAB programı (The MathWorks, Inc, Natick, MA, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Son işleme sırasında, örnekleme hızı, alt örnekleme yoluyla 100 Hz'ye düşürüldü. Her bir COP AP ve ML sinyali, 10 Hz'lik bir kesme frekansına sahip dördüncü dereceden sıfır gecikmeli düşük geçişli bir Butterworth filtresi kullanılarak filtrelendi ve ardından sinyalin aritmetik ortalaması çıkarıldı.

Postüral salınımı analiz etmek için kullanılacak çok sayıda değişken vardır; ancak analizimiz, COP yer değiştirme aralığı, COP yer değiştirmelerinin ortalama hızı, COP elips alanı ve COP standart sapması bağımsız değişkenleri kullanılarak yapılmıştır (Tablo 3.1). COP yer değiştirme aralığı, COP'nin herhangi bir yöndeki maksimum sapmasını gösterir. COP yer değiştirme aralığı AP ve ML yönleri için ayrı ayrı analiz edildi. COP yer değiştirmelerinin ortalama hızı, yer değiştirmelerin toplamının ölçüm süresine bölümüdür. COP elips alanı, Schubert ve Kirchner (50) (2014) tarafından oluşturulan yönteme göre uyarlanmış bir MATLAB kullanılarak

hesaplandı. COP metriklerinin değeri düşük ise, denge performansı yüksek ve sarf edilen nöromusküler aktivite daha az olarak yorumlandı (56).

Bu postüral salınım metrikleri, postüral salınımın belirli bir özelliğini yansıttığı, güvenilir olduğu ve postüral kontrol sistemindeki değişiklikleri gösterdiğine inanıldığı için seçildi (74). Yer değiştirme AP ve ML ölçümleri sırasıyla COP AP ve ML yörüngelerinde hesaplandı, diğer yandan geri kalan ölçümler, COP'nin her bir nokta çiftinin vektör mesafesi olan sonuç mesafesi (RD) zaman serisinde hesaplandı. AP ve ML düzlemi ( $n=1, \dots, N$  için  $RD(n) = (AP(n)^2 + ML(n)^2)^{1/2}$ ) (74).

**Tablo 3.1.** Hesaplanan postüral salınım metrikleri, birimleri, anlamı ve hesaplama yöntemi.

| COP Metriği (Birimi)               | Metriğin Anlamı ve Hesaplama Yöntemi   |
|------------------------------------|--|
| COP Aralığı - AP (cm)              | COP Aralığı AP, öne arkaya postüral salınımların en büyük gezinim aralığını yansıtır.  |
| COP Aralığı - ML (cm)              | COP Aralığı ML, yanlara doğru postüral salınımların en büyük gezinim aralığını yansıtır.   |
| COP Standart Sapma (cm)            | COP Standart Sapma, değişkenliğe veya postüral salınım miktarına işaret eder ve COP sinyalinin değişkenliği ile pozitif olarak ilişkilidir.  |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | COP Elips Alanı, COP sinyalinin bir elips ile modellenen AP ve ML yönlerindeki postural salınım miktarının bileşik bir ölçüsüdür. Bu alan gelecekteki bir gözlemin (yeni bir COP AP, ML veri noktasının) %95 olasılıkla göstereceği alanı sınırlar. COP Elips Alanı, COP sinyalinin AP ve ML düzlemindeki boyutu ile pozitif olarak ilişkilidir. |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | COP Ortalama Hızı, ölçüm süresi boyunca toplam mesafenin ölçüm süresine bölünmesiyle hesaplanan ortalama hızdır ve bu postüral stabilite sağlamak için sarf edilen nöromusküler aktivitenin miktarı ile ilişkilidir. COP Ortalama Hızı, COP sinyalinin ortalama hızı ile pozitif olarak ilişkilidir.   |

### 3.3.3. Sedanter Bireylerin Denge Performansı İçin Hazır Veri Seti

#### Kullanımı

2016 yılında Santos, D. A ve Duarte, M. tarafından yapılan bir çalışmada (1); 163 katılımcının (116 kadın, 47 erkek) denge performansları 60 saniye boyunca yumuşak zemin-gözler açık, yumuşak zemin-gözler kapalı, sert zemin-gözler açık, sert zemin-gözler kapalı olmak üzere dört farklı koşul için ölçülmüştür. Her koşul için üç kez ölçüm yapılmıştır. Dört farklı koşulda yapılan üç ölçüm, her bir katılımcı için on iki ( $4 \times 3 = 12$ ) farklı ölçüm verisinin oluşmasına sebep olmuştur. Çalışmaya katılan 163 katılımcı için toplam bin dokuz yüz elli altı ( $163 \times 12 = 1956$ ) farklı ölçüm verisi oluşmuştur. Santos, D. A ve Duarte, M. oluşan bu veri setini “BDS0xxxx.txt” formatı ile gruplamış ve kamuya sunmuştur. Paylaşılan bu veri seti “BDS00001.txt”den başlayarak “BDS01956.txt”ya kadar olacak şekilde toplam bin dokuz yüz elli altı adet txt dosyası içermektedir. Her bir txt dosyası, ilgili ölçüme ait kuvvet, kuvvet momentleri ve basınç merkezleri verilerini içermektedir. Bu veriler txt dosyasında Zaman[sn], Fx[N], Fy[N], Fz[N], Mx[Nm], My[Nm], Mz[Nm], COPx[cm], COPy[cm] başlığının altında sunulmuştur. 0,010 sn’de bir yapılan ölçüm kaydedildiği için 6000 satır veri bulunmaktadır. Bu durumda her bir txt dosyası, 6000 satır veri ve bir satır başlık olmak üzere toplam 6001 satır; Zaman[sn], Fx[N], Fy[N], Fz[N], Mx[Nm], My[Nm], Mz[Nm], COPx[cm], COPy[cm] olmak üzere toplam 9 sütun içermektedir (Şekil 3.6).

| Time[s] | Fx[N]     | Fy[N]     | Fz[N]      | Mx[Nm]   | My[Nm]    | Mz[Nm]    | COPx[cm]  | COPy[cm] |
|---------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 0.010   | -1.633567 | -3.739135 | 539.866061 | 5.383595 | 43.064851 | -0.578076 | -7.988789 | 0.998673 |
| 0.020   | -1.631645 | -3.755459 | 538.591198 | 5.373275 | 43.020015 | -0.575349 | -7.987588 | 0.997654 |
| 0.030   | -1.628593 | -3.762146 | 538.287318 | 5.367719 | 42.974805 | -0.578670 | -7.984805 | 0.997333 |
| 0.040   | -1.623200 | -3.753810 | 537.977214 | 5.369522 | 42.929275 | -0.580162 | -7.979757 | 0.998095 |
| 0.050   | -1.613998 | -3.727238 | 537.915946 | 5.378311 | 42.883767 | -0.579954 | -7.972286 | 0.999842 |
| 0.060   | -1.599159 | -3.689735 | 537.991370 | 5.391149 | 42.838987 | -0.578810 | -7.962765 | 1.002888 |
| 0.070   | -1.576921 | -3.649532 | 538.148348 | 5.404051 | 42.795959 | -0.577653 | -7.952565 | 1.004208 |
| 0.080   | -1.546504 | -3.616819 | 538.292174 | 5.413660 | 42.753837 | -0.577102 | -7.942868 | 1.005710 |
| 0.090   | -1.508873 | -3.599661 | 538.390056 | 5.418319 | 42.719582 | -0.577250 | -7.934690 | 1.006393 |
| 0.100   | -1.466701 | -3.601610 | 538.483978 | 5.418215 | 42.687539 | -0.577721 | -7.928533 | 1.006348 |
| 0.110   | -1.423582 | -3.620443 | 538.333227 | 5.414813 | 42.659091 | -0.577893 | -7.924291 | 1.005848 |
| 0.120   | -1.382445 | -3.652291 | 538.280228 | 5.410086 | 42.632624 | -0.577123 | -7.921331 | 1.005218 |
| 0.130   | -1.345390 | -3.687824 | 538.036993 | 5.405953 | 42.605984 | -0.574923 | -7.918744 | 1.004750 |
| 0.140   | -1.312420 | -3.728474 | 537.887482 | 5.403947 | 42.577290 | -0.571846 | -7.915650 | 1.004661 |
| 0.150   | -1.281962 | -3.745821 | 537.772149 | 5.404979 | 42.545788 | -0.565473 | -7.911471 | 1.005068 |
| 0.160   | -1.251584 | -3.758960 | 537.712269 | 5.409131 | 42.511816 | -0.558312 | -7.906053 | 1.005953 |
| 0.170   | -1.219390 | -3.762507 | 537.713068 | 5.415568 | 42.477448 | -0.549692 | -7.899650 | 1.007148 |
| 0.180   | -1.185491 | -3.757974 | 537.778148 | 5.422787 | 42.445110 | -0.539782 | -7.892798 | 1.008369 |
| 0.190   | -1.152775 | -3.748751 | 537.869527 | 5.428718 | 42.417254 | -0.528925 | -7.886159 | 1.009390 |
| 0.200   | -1.126537 | -3.738264 | 537.990883 | 5.432220 | 42.395716 | -0.517779 | -7.880378 | 1.009723 |
| 0.210   | -1.113100 | -3.729251 | 538.110773 | 5.432837 | 42.381528 | -0.507388 | -7.875986 | 1.009613 |
| 0.220   | -1.117857 | -3.723472 | 538.209680 | 5.431337 | 42.375022 | -0.498545 | -7.873330 | 1.009149 |
| 0.230   | -1.143242 | -3.721730 | 538.276954 | 5.429323 | 42.375928 | -0.492245 | -7.872514 | 1.008649 |
| 0.240   | -1.187245 | -3.724016 | 538.313295 | 5.428710 | 42.383311 | -0.488583 | -7.873354 | 1.008467 |
| 0.250   | -1.243231 | -3.729711 | 538.329885 | 5.432240 | 42.395422 | -0.487076 | -7.875373 | 1.008997 |
| 0.260   | -1.301371 | -3.737968 | 538.330656 | 5.438070 | 42.409794 | -0.486754 | -7.877888 | 1.010156 |
| 0.270   | -1.351280 | -3.748281 | 538.359688 | 5.449494 | 42.423743 | -0.486510 | -7.880186 | 1.012240 |
| 0.280   | -1.384805 | -3.760869 | 538.399082 | 5.464850 | 42.435169 | -0.485461 | -7.881731 | 1.015819 |
| 0.290   | -1.397928 | -3.776376 | 538.461594 | 5.482722 | 42.443195 | -0.483177 | -7.882387 | 1.018220 |
| 0.300   | -1.391160 | -3.794919 | 538.545735 | 5.501307 | 42.448223 | -0.479697 | -7.882009 | 1.021511 |
| 0.310   | -1.368497 | -3.815152 | 538.646165 | 5.518768 | 42.451332 | -0.475415 | -7.881117 | 1.024563 |
| 0.320   | -1.335620 | -3.834123 | 538.754841 | 5.533450 | 42.453361 | -0.470938 | -7.879915 | 1.027883 |
| 0.330   | -1.288222 | -3.848086 | 538.856282 | 5.544010 | 42.454266 | -0.466993 | -7.878586 | 1.030848 |
| 0.340   | -1.261100 | -3.853825 | 538.934970 | 5.549609 | 42.453081 | -0.464334 | -7.877218 | 1.029736 |
| 0.350   | -1.227988 | -3.849814 | 538.968348 | 5.559108 | 42.448664 | -0.463595 | -7.875910 | 1.029765 |
| 0.360   | -1.201746 | -3.836686 | 538.934414 | 5.546114 | 42.444879 | -0.463868 | -7.874888 | 1.029809 |
| 0.370   | -1.184489 | -3.816828 | 538.817215 | 5.538817 | 42.429268 | -0.468459 | -7.874509 | 1.027958 |
| 0.380   | -1.177446 | -3.793289 | 538.614304 | 5.529722 | 42.416664 | -0.472845 | -7.875146 | 1.026657 |
| 0.390   | -1.180710 | -3.768689 | 538.341963 | 5.528417 | 42.405221 | -0.476939 | -7.877005 | 1.025448 |
| 0.400   | -1.193392 | -3.744841 | 538.034765 | 5.512350 | 42.397188 | -0.479639 | -7.880009 | 1.024534 |
| 0.410   | -1.214529 | -3.723324 | 537.738598 | 5.506561 | 42.394512 | -0.480517 | -7.883851 | 1.024022 |
| 0.420   | -1.244252 | -3.706443 | 537.499801 | 5.503409 | 42.398882 | -0.479977 | -7.888167 | 1.023890 |
| 0.430   | -1.284860 | -3.697595 | 537.354849 | 5.502514 | 42.411935 | -0.478977 | -7.892722 | 1.024808 |
| 0.440   | -1.335582 | -3.708488 | 537.324550 | 5.509411 | 42.435225 | -0.478487 | -7.897583 | 1.024156 |
| 0.450   | -1.398449 | -3.716990 | 537.411014 | 5.504201 | 42.469761 | -0.478971 | -7.902659 | 1.024207 |
| 0.460   | -1.468812 | -3.746394 | 537.599104 | 5.505633 | 42.515269 | -0.480139 | -7.908359 | 1.024115 |

Şekil 3.6. BDS0xxxx.txt veri örneği (1).

Bu hazır veri setinde COP-AP ve COP-ML değerleri hesaplanırken Formül 3.1. ve Formül 3.2. kullanılmıştır (1).

$$COP_{AP} = -\frac{My}{Fz} \quad (3.1)$$

$$COP_{ML} = \frac{Mx}{Fz} \quad (3.2)$$

Santos, D. A ve Duarte, M. “BDSinfo.xlsx” dosyasını da kamuya sunmuştur. BDSinfo dosyası ayakta sakin duruş denemelerinin koşullarını, çalışmaya katılan katılımcılara ait bilgileri ve niteliksel değerlendirmelerin sonuçlarını içerir (Şekil 3.8). Çalışmada her bir katılımcıya ait on iki dosya tutulduğundan BDSinfo dosyasında da her bir katılımcı için 12 satır bulunmaktadır. Bu 12 satırda, farklı değerlere sahip satırlara sahip olan tek sütun, denemeyi (dosya adı) tanımlayan sütundur. Diğer tüm sütunların içeriği, 12 satır boyunca tekrarlanır. BDSinfo dosyasında başlık artı 1930 satır ve 64 sütun bulunur.

Bu 64 sütun aşağıdaki bilgileri içermektedir:

1. Deneme Adı: Stabilografi denemesinin dosya adı (BDSxxxxx, burada xxxxx 00001 ile 01956 arasında değişir).
2. Katılımcı Numarası: Katılımcı numarası (1'den 163'e kadar).
3. Görüş: Görsel durum (Gözler açık veya Gözler kapalı).



4. Zemin: Zemin durumu (Sert Zemin veya Yumuşak Zemin).
5. Yaş: Katılımcının yaşı.
6. Yaş Grubu: Yaş grubu (Genç: Yaş < 60; Yaşlı: Yaş ≥ 60).
7. Cinsiyet: Cinsiyet (Kadın: K veya Erkek: E).
8. Boy Uzunluğu: Santimetre cinsinden boy uzunluğu (kalibre edilmiş bir stadyometre ile ölçülmüştür).
9. Ağırlık: Kilogram cinsinden ağırlık (kalibre edilmiş bir terazi ile ölçülmüştür).
10. BMI: kg/m<sup>2</sup> cinsinden vücut kitle indeksi.
11. Ayak Uzunluğu: Santimetre cinsinden ayak uzunluğu.
12. Uyrak: Katılımcının doğduğu ülke.
13. Cilt Rengi: Katılımcının bildirdiği cilt rengi.
14. Çalışma Yılı: Düzenli çalışma yılı.
15. Ayakkabı: Katılımcının günlük olarak en sık giydiği ayakkabı türü.
16. Hastalık: Katılımcı tarafından beyan edilen herhangi bir hastalığı olup olmadığı (Evet veya Hayır).
17. Hastalık 2: Katılımcının hastalık türü (Katılımcının herhangi bir hastalığı yoksa 'Hayır').
18. Toplam İlaç Sayısı: Varsa, katılımcının günde aldığı toplam ilaç sayısı.
19. İlaç Tedavisi: Katılımcının aldığı ilaçların adı (Katılımcı herhangi bir ilaç kullanmıyorsa 'Hayır').
20. Orto-Protez: Katılımcının beyan ettiği şekilde herhangi bir türde ortez veya protez takıp takmadığı (Evet veya Hayır).
21. Orto-Protez2: Katılımcının taktığı ortez veya protezin adı (kişi herhangi bir ortez veya protez kullanmıyorsa 'Hayır').
22. Yaralanma: Katılımcının kendisi tarafından beyan edilen şekilde herhangi bir yaralanma durumu olup olmadığı (Evet veya Hayır).
23. Yaralanma 2: Katılımcının yaralanma durum bilgisi (Katılımcının herhangi bir yaralanma durumu bulunmuyorsa 'Hayır').
24. Düşme 12 Ay: Katılımcının beyan ettiği şekilde son 12 ayda kaç kez kasıtlı olmayan düşme yaşadığı (0'dan ...'e).

25. FES\_1: Düşme korkusu, öz yeterlilik ve denge güven anketlerinin yoğun bir şekilde gözden geçirilmesinin ardından Falls Efficacy Scale – International (Düşme Etkinlik Ölçeği - Uluslararası) testinin (FES-I) ilk sorusuna verilen cevap.
26. FES\_2: FES-I'in ikinci sorusuna verilen cevap.
27. FES\_3: FES-I'in üçüncü sorusuna verilen cevap.
28. FES\_4: FES-I'in dördüncü sorusuna verilen cevap.
29. FES\_5: FES-I'in beşinci sorusuna verilen cevap.
30. FES\_6: FES-I'in altıncı sorusuna verilen cevap.
31. FES\_7: FES-I'in yedinci sorusuna verilen cevap.
32. FES\_T: FES-I'in toplam puan sorusuna verilen cevap.
33. FES\_S: FES-I puanlama sorusuna verilen cevap.
34. IPAQ\_1a: Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Versiyon testinin (IPAQ, International Physical Activity Questionnaire) 1a sorusuna verilen cevap.
35. IPAQ\_1b: IPAQ'nın 1b sorusuna verilen cevap.
36. IPAQ\_2a: IPAQ'nın 2a sorusuna verilen cevap.
37. IPAQ\_2b: IPAQ'nın 2b sorusuna verilen cevap.
38. IPAQ\_3a: IPAQ'nın 3a sorusuna verilen cevap.
39. IPAQ\_3b: IPAQ'nın 3b sorusuna verilen cevap.
40. IPAQ\_4a: IPAQ'nın 4a sorusuna verilen cevap.
41. IPAQ\_4b: IPAQ'nın 4b sorusuna verilen cevap.
42. IPAQ\_S: IPAQ puanı (Düşük, Orta veya Yüksek), bkz. <https://sites.google.com/site/theipaq/home>.
43. TMT\_timeA: İz Sürme Testinin (TMT, Treadmill Test) A bölümünü tamamlamak için saniye cinsinden geçen süre. (5 dakikadan daha uzun süreler ölçülmemiş, bu durumlar için 300 saniyelik bir süre rapor edilmiştir).
44. TMT\_errorsA: TMT'nin A bölümündeki hataların sayısı.
45. TMT\_timeB: TMT'nin B bölümünü tamamlamak için saniye cinsinden geçen süre. (5 dakikadan daha uzun süreler ölçülmemiş, bu durumlar için 300 saniyelik bir süre rapor edilmiştir).
46. TMT\_errorsB: TMT'nin B bölümündeki hataların sayısı.
47. Best\_1: Mini Denge Değerlendirme Sistemleri Testi (Mini-BESTest, Mini Balance Evaluation Systems Test) ilk görevi için verilen puan.



BDSinfo ve BDS0xxxx dosyalarında bulunan denemelere ve katılımcılara ait bilgiler Python programlama dili ile yazılan algoritmalar ile okunmuştur (Şekil 3.9). Python programlama dilinde kodlama yapabilmek için Visual Studio Code (2) aracı indirilmiş ve kurulumu yapılmıştır. Python versiyonu olarak çalışmanın yapıldığı tarihte en güncel versiyon olarak bulunan 3.10.5 versiyonu indirilmiş ve kullanılmıştır (3).

```
def ReadBdsInfo():
    with open('/Users/melizersoy/Desktop/tez/BDS/BDSinfo.txt', 'r') as f:
        BDSinfoLines = f.readlines()
    return BDSinfoLines
```

**Şekil 3.9.** BDSinfo.txt dosya okuma.

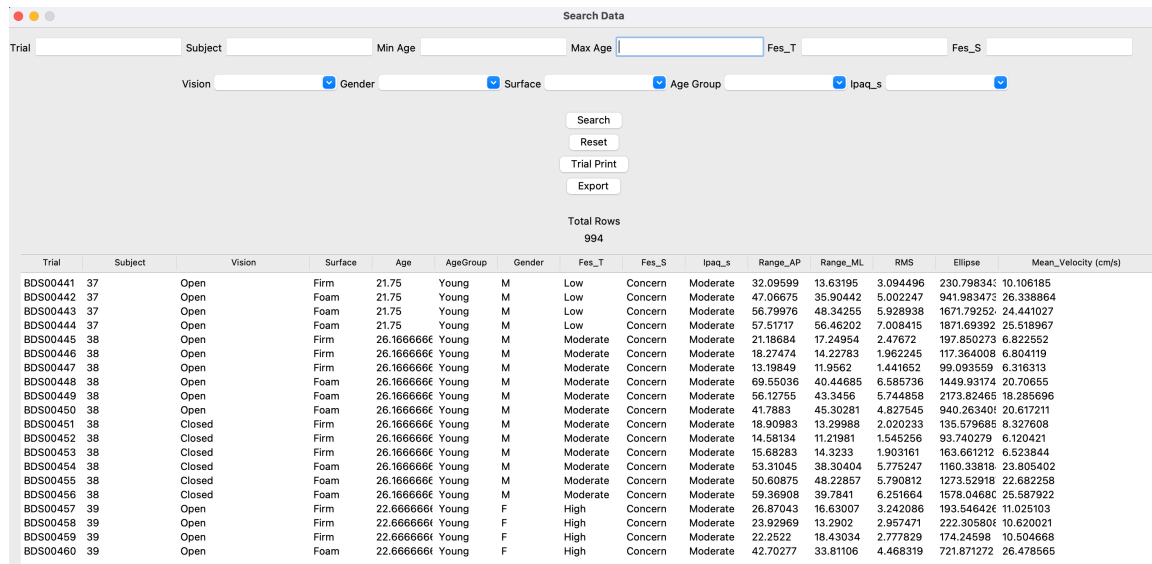
```
def ReadBdsFile(fileName):
    file = '/Users/melizersoy/Desktop/tez/BDS/' + fileName + '.txt'
    with open(file, 'r') as f:
        BDSFileLines = f.readlines()
    return BDSFileLines
```

**Şekil 3.10.** BDS0xxxx.txt dosya okuma.

BDSinfo dosyası okunurken, 64 adet sütun üzerinden çalışmamızda kullanılmak üzere belirlenen alanlar filtrelenmiştir. Belirlenen alanlar Deneme Adı, Katılımcı Numarası, Görüş, Zemin, Yaş, Yaş Grubu, Cinsiyet ve IPAQ\_S sütunlarıdır. Okunan Deneme Adı (BDS0xxxx) değeri parametre olarak BDS0xxxx dosya okuma fonksiyonuna gönderilmiştir. Denemeye ait ölçüm verilerini içeren BDS0xxxx.txt dosyası okunurken ise ilk 30 saniyeye ait COPx (COP-AP) ve COPy (COP-ML) sütunlarına ait veriler filtrelenmiştir. Elde edilen COP-AP ve COP-ML değerleri ile COP Ortalama Hızı, COP SDRD Değeri, COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML ve COP Elips Alanı değerleri hesaplanmıştır. Böylelikle BDSinfo ve BDS0xxxx olmak üzere iki farklı dosyada tutulan katılımcıya ve denemeye ait veriler, çalışmanın kapsamı doğrultusunda belirlenen alanlar ile birleştirilmiş ve yeni bir veri satırı oluşturulmuştur. Bu veri satırı Deneme Adı, Katılımcı Numarası, Görüş, Zemin, Yaş, Yaş Grubu, Cinsiyet, IPAQ\_S, COP-AP, COP-ML, COP Ortalama Hızı, COP SDRD

Değeri, COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML ve COP Elips Alanı değerlerinin tümünden oluşmaktadır. Santos, D. A ve Duarte, M.’nin çalışmasında yer alan 163 katılımcının her biri ve her bir deneme koşulu için oluşturulan bu yeni veri satırı, veri tabanında yaratılan yeni bir tabloda tutulmuştur.

163 katılımcıya ve her bir katılımcı için yapılan 12 farklı denemeye ait 1956 satır veriyi içeren, veri tabanında tutulan tablo üzerinden filtreleme algoritması ile çalışmamızda kullanılacak katılımcı grubu belirlenmiştir (Şekil 3.10). Filtreleme algoritmasına Zemin: Yumuşak Zemin, Yaş  $\leq 26$  ve IPAQ\_S (Fiziksel Aktivite Seviyesi): Düşük veya Orta değerleri parametre olarak gönderilmiştir.



The screenshot shows a web-based search interface for a dataset. At the top, there are search filters for 'Trial', 'Subject', 'Min Age', 'Max Age', 'Fes\_T', and 'Fes\_S'. Below these, there are dropdown menus for 'Vision', 'Gender', 'Surface', 'Age Group', and 'Ipaq\_s'. A 'Search' button is present, along with 'Reset', 'Trial Print', and 'Export' buttons. Below the search area, it indicates 'Total Rows: 994'. The main part of the image is a table with the following columns: Trial, Subject, Vision, Surface, Age, AgeGroup, Gender, Fes\_T, Fes\_S, Ipaq\_s, Range\_AP, Range\_ML, RMS, Ellipse, and Mean\_Velocity (cm/s). The table contains 20 rows of data, each representing a different trial and subject combination.

| Trial    | Subject | Vision | Surface | Age       | AgeGroup | Gender | Fes_T    | Fes_S   | Ipaq_s   | Range_AP | Range_ML | RMS      | Ellipse    | Mean_Velocity (cm/s) |
|----------|---------|--------|---------|-----------|----------|--------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|------------|----------------------|
| BDS00441 | 37      | Open   | Firm    | 21.75     | Young    | M      | Low      | Concern | Moderate | 32.09599 | 13.63195 | 3.094496 | 230.79834  | 10.106185            |
| BDS00442 | 37      | Open   | Foam    | 21.75     | Young    | M      | Low      | Concern | Moderate | 47.06675 | 35.90442 | 5.002247 | 941.98347  | 26.338864            |
| BDS00443 | 37      | Open   | Foam    | 21.75     | Young    | M      | Low      | Concern | Moderate | 56.79976 | 48.34255 | 5.928938 | 1671.79252 | 24.441027            |
| BDS00444 | 37      | Open   | Foam    | 21.75     | Young    | M      | Low      | Concern | Moderate | 57.51717 | 56.46202 | 7.008415 | 1871.69392 | 25.518967            |
| BDS00445 | 38      | Open   | Firm    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 21.18684 | 17.24954 | 2.47672  | 197.850273 | 6.822552             |
| BDS00446 | 38      | Open   | Firm    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 18.27474 | 14.22783 | 1.962245 | 117.364008 | 6.804119             |
| BDS00447 | 38      | Open   | Firm    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 13.19849 | 11.9562  | 1.441652 | 99.093559  | 6.318313             |
| BDS00448 | 38      | Open   | Foam    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 69.55036 | 40.44685 | 6.585736 | 1449.93174 | 20.70655             |
| BDS00449 | 38      | Open   | Foam    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 56.12755 | 43.3456  | 5.744858 | 2173.82465 | 18.285696            |
| BDS00450 | 38      | Open   | Foam    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 41.7883  | 45.30281 | 4.827545 | 940.26340  | 20.617211            |
| BDS00451 | 38      | Closed | Firm    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 18.90983 | 13.29988 | 2.020233 | 135.679685 | 8.327608             |
| BDS00452 | 38      | Closed | Firm    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 14.58134 | 11.21981 | 1.545256 | 93.740279  | 6.120421             |
| BDS00453 | 38      | Closed | Firm    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 15.68283 | 14.3233  | 1.903161 | 163.661212 | 6.523844             |
| BDS00454 | 38      | Closed | Foam    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 53.31045 | 38.30404 | 5.775247 | 1160.33818 | 23.805402            |
| BDS00455 | 38      | Closed | Foam    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 50.60875 | 48.22857 | 5.790812 | 1275.52918 | 22.682258            |
| BDS00456 | 38      | Closed | Foam    | 26.166666 | Young    | M      | Moderate | Concern | Moderate | 59.36908 | 39.7841  | 6.251664 | 1578.0468  | 25.637922            |
| BDS00457 | 39      | Open   | Firm    | 22.666666 | Young    | F      | High     | Concern | Moderate | 26.87043 | 16.63007 | 3.242086 | 193.54642  | 11.025103            |
| BDS00458 | 39      | Open   | Firm    | 22.666666 | Young    | F      | High     | Concern | Moderate | 23.92969 | 13.2902  | 2.957471 | 222.30580  | 10.620021            |
| BDS00459 | 39      | Open   | Firm    | 22.666666 | Young    | F      | High     | Concern | Moderate | 22.2522  | 18.43034 | 2.777829 | 174.24598  | 10.504668            |
| BDS00460 | 39      | Open   | Foam    | 22.666666 | Young    | F      | High     | Concern | Moderate | 42.70277 | 33.81106 | 4.468319 | 721.871272 | 26.478565            |

Şekil 3.11. Filtreleme aracı.

Yapılan filtreleme sonucunda, 163 katılımcı arasından kriterlerimize uyan 18 katılımcı belirlenmiştir. Çalışmamızda 18 katılımcıya ait denge performansı verileri (COP Ortalama Hızı, COP Standart Sapma, COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML ve COP Elips Alanı) kullanılmıştır.

### 3.4. Verilerin İstatistiksel Analizi

İstatistiksel analizler MATLAB Statistics ve Machine Learning Toolbox sürüm 12.4 (R2022b) kullanılarak yapıldı. Her bir birey ve koşul için elde edilen metriklerin, 3 deneme için ortalaması alındı. Daha sonra, grup ortalamaları, standart

sapmaları, minimum ve maksimum değerleri hesaplandı. Bağımlı değişkenlerdeki farklılıkları test etmek için iki faktörlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Tüm istatistiksel testler için anlamlılık eşiği olarak 0,05 düzeyi belirlendi.

Her bir grup ve gözler açık ve gözler kapalı koşullarında her metrik için sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) hesaplandı. SKK için iki yönlü rastgele etki modeli, görece güvenilirliği tahmin etmek için kullanıldı (44, 45). Her SKK değeri için, McGraw ve Wong'da (1996) sunulan denklemler kullanılarak %95 güven aralığının (GA) alt ve üst sınırları hesaplandı. SKK, genellikle 0 ile 1 arasında bir gerçek sayıdır (46) ve güvenilirliğin derecesini yorumlamak için kullanılır. Munro'nun sınıflandırmasına göre, korelasyon katsayılarının gücü: 0,00-0,25, çok düşük korelasyon; 0,26-0,49, düşük korelasyon; 0,50-0,69, orta düzeyde korelasyon; 0,70–0,89, yüksek korelasyon ve 0,90–1,00, çok yüksek korelasyondur (47).

Gözler açık ve gözler kapalı koşulları altında yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylere ait denge performansı metrikleri tekrarlı ölçümlerde iki faktörlü varyans analizi (ANOVA) ile test edildi. Etki ve etkileşimleri incelemek için Greenhouse-Geisser düzeltmesi ve Bonferroni yöntemi uygulandı. Post hoc analizlerde etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Hedges' g sınıflandırma yöntemi kullanıldı. Minimal etki ( $< 0,20$ ), küçük etki ( $0,20 \leq EB < 0,50$ ), orta düzeyde etki ( $0,50 \leq EB < 0,80$ ) ve büyük etki ( $0,80 \leq EB < 1,30$ ) ve çok büyük etki ( $1,30 \leq EB$ ) olarak sınıflandırıldı (17). Ayrıca gruplar arası karşılaştırma için bağımsız örneklem için t testi uygulanmıştır. Örneklem büyüklüğü tahmini için G\*Power 3.1 yazılımı (15) kullanıldı. Alfa = 0,05, güç = 0,80 ve etki büyüklüğü  $f(V) = 0,8$  ile gereken tahmini örneklem büyüklüğü 17 katılımcı olarak bulundu.

## 4. BULGULAR

Bu çalışma, yarışmacı hentbolcuların denge performansını incelemek ve sedanter bireylerin denge performansı ile karşılaştırarak yorumlamak, görme faktörünün yarışmacı hentbolcuların denge performansı üzerindeki etkisini analiz etmek ve değerlendirmek, bireylerin denge performansı veri analizini Python programlama dili ile hazır veri seti üzerinden yaparak kamuya açık bir kaynak oluşturmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya 18-30 yaş aralığında 9 kadın, 9 erkek 18 yarışmacı hentbolcu ile 9 kadın 9 erkek 18 sedanter birey katılmıştır. Denge performansı yumuşak zemin üzerinde gözleri açık ve gözleri kapalı koşulları altında 30 saniye boyunca COP sinyallerinin toplanması ve COP Ortalama Hızı, COP Elips Alanı, COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML ve COP Standart Sapma metriklerinin hesaplanması ile yorumlanmıştır. COP metriğinin değeri düşük ise, denge performansı yüksek ve sarf edilen nöromusküler aktivite daha az olarak yorumlanmıştır (56).

### 4.1. Tekrarlı Ölçümlerde SKK ve GA Değerleri

Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireyler için gözler açık ve gözler kapalı koşullar altında gerçekleşen tekrarlı ölçümlerde sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) ve güven aralığı (GA) değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Sedanter bireylerde COP Aralığı – AP gözler kapalı koşulu için orta düzeyde güvenilirliğe sahipken ( $0,50 < SKK < 0,69$ ), gözler açık koşulunda yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir ( $0,70 < SKK < 0,89$ ). Yarışmacı hentbolcularda COP Aralığı – AP hem gözler kapalı hem de gözler açık koşulları için yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir ( $0,70 < SKK < 0,89$ ). Sedanter bireyler ve yarışmacı hentbolcularda COP Aralığı – ML hem gözler kapalı hem de gözler açık koşulları için yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir ( $0,70 < SKK < 0,89$ ). Sedanter bireyler ve yarışmacı hentbolcularda COP Standart Sapma hem gözler kapalı hem de gözler açık koşulları için yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir ( $0,70 < SKK < 0,89$ ). Sedanter bireylerde COP Elips Alanı gözler kapalı koşulu için çok yüksek düzeyde güvenilirliğe sahipken

( $0,90 < SKK < 1,00$ ), gözler açık koşulunda yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir ( $0,70 < SKK < 0,89$ ). Yarışmacı hentbolcularda COP Elips Alanı hem gözler kapalı hem de gözler açık koşulları için yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir ( $0,70 < SKK < 0,89$ ). Sedanter bireylerde COP Ortalama Hızı hem gözler kapalı hem de gözler açık koşulları için çok yüksek güvenilirliğe sahiptir ( $0,90 < SKK < 1,00$ ). Yarışmacı hentbolcularda ise COP Ortalama Hızı gözler kapalı koşulunda ise yüksek güvenilirliğe ( $0,70 < SKK < 0,89$ ), gözler açık koşulunda ise çok yüksek güvenilirliğe sahiptir ( $0,90 < SKK < 1,00$ ).

**Tablo 4.1.** Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireyler için gözler açık ve kapalı koşullar altında gerçekleşen tekrar ölçümlerde SSK ve GA değerleri.

| Grup                              | COP Metriği                        | SSK   | Alt GA | Üst GA |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|
| Sedanter<br>Bireyler<br>(GK)      | COP Aralığı – AP (cm)              | 0,677 | 0,300  | 0,869  |
|                                   | COP Aralığı – ML (cm)              | 0,878 | 0,733  | 0,951  |
|                                   | COP Stadart Sapma (cm)             | 0,858 | 0,691  | 0,942  |
|                                   | COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 0,907 | 0,796  | 0,963  |
|                                   | COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 0,924 | 0,822  | 0,970  |
| Sedanter<br>Bireyler<br>(GA)      | COP Aralığı – AP (cm)              | 0,735 | 0,411  | 0,894  |
|                                   | COP Aralığı – ML (cm)              | 0,810 | 0,584  | 0,923  |
|                                   | COP Stadart Sapma (cm)             | 0,869 | 0,715  | 0,947  |
|                                   | COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 0,897 | 0,776  | 0,958  |
|                                   | COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 0,920 | 0,819  | 0,968  |
| Yarışmacı<br>Hentbolcular<br>(GK) | COP Aralığı – AP (cm)              | 0,769 | 0,487  | 0,907  |
|                                   | COP Aralığı – ML (cm)              | 0,780 | 0,523  | 0,910  |
|                                   | COP Stadart Sapma (cm)             | 0,811 | 0,584  | 0,924  |
|                                   | COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 0,895 | 0,770  | 0,958  |
|                                   | COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 0,879 | 0,721  | 0,952  |
| Yarışmacı<br>Hentbolcular<br>(GA) | COP Aralığı – AP (cm)              | 0,772 | 0,493  | 0,909  |
|                                   | COP Aralığı – ML (cm)              | 0,825 | 0,614  | 0,930  |
|                                   | COP Stadart Sapma (cm)             | 0,878 | 0,729  | 0,951  |
|                                   | COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 0,897 | 0,773  | 0,959  |
|                                   | COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 0,906 | 0,787  | 0,963  |

GA: Güven Aralığı, SSK: Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı, GK: Gözler Kapalı, GA: Gözler Açık, SSK Değeri ( $0,00 \leq SKK < 0,25$  : Çok Düşük,  $0,25 \leq SKK < 0,49$  : Düşük,  $0,49 \leq SKK < 0,70$  : Orta,  $0,70 \leq SKK < 0,89$  : Yüksek,  $0,90 \leq SKK < 1,00$  : Çok Yüksek)



#### 4.2. Yarışmacı Hentbolculara Ait Denge Performansı Bulguları

Yarışmacı hentbolcuların yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında yarışmacı hentbolcular için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.

| COP Metriği                        | Yarışmacı Hentbolcular |        |          |         |
|------------------------------------|------------------------|--------|----------|---------|
|                                    | Ortalama               | SS     | Maksimum | Minimum |
| COP Aralığı – AP (cm)              | 6,218                  | 1,828  | 10,298   | 2,881   |
| COP Aralığı – ML (cm)              | 4,431                  | 0,979  | 6,450    | 1,914   |
| COP Standart Sapma (cm)            | 0,712                  | 0,177  | 1,088    | 0,358   |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 19,402                 | 10,129 | 44,093   | 4,511   |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 3,297                  | 0,830  | 5,275    | 2,049   |

SS: Standart Sapma

Yarışmacı hentbolcuların yumuşak zemin üzerinde gözleri açık koşullar altında ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.3’te verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Yumuşak zemin üzerinde gözleri açık koşullar altında yarışmacı hentbolcular için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.

| COP Metriği                        | Yarışmacı Hentbolcular |       |          |         |
|------------------------------------|------------------------|-------|----------|---------|
|                                    | Ortalama               | SS    | Maksimum | Minimum |
| COP Aralığı – AP (cm)              | 4,007                  | 1,228 | 7,373    | 2,460   |
| COP Aralığı – ML (cm)              | 3,188                  | 0,860 | 5,518    | 1,750   |
| COP Standart Sapma (cm)            | 0,486                  | 0,146 | 0,978    | 0,279   |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 9,738                  | 5,220 | 25,576   | 3,161   |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 1,863                  | 0,430 | 2,978    | 1,225   |

SS: Standart Sapma

Yarışmacı hentbolcuların yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında gösterdiği denge performansı değerleri (Tablo 4.2) gözleri açık koşullar altında gösterdikleri denge performansı değerleri (Tablo 4.3) ile karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Yarışmacı hentbolcuların gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Aralığı – AP değerı gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=6,218 cm > GA=4,007 cm). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Aralığı – ML değerı gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=4,43 cm > GA=3,188 cm). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Standart Sapma değerı gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=0,712 cm > GA=0,486 cm). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Elips Alanı değerı gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=19,402 cm<sup>2</sup> > GA=9,738 cm<sup>2</sup>). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Ortalama Hızı değerı gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=3,297 cm/s > GA=1,863 cm/s).

### 4.3. Sedanter Bireylere Ait Denge Performansı Bulguları

Sedanter bireylerin yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında sedanter bireyler için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.

| COP Metriği                        | Sedanter Bireyler |       |          |         |
|------------------------------------|-------------------|-------|----------|---------|
|                                    | Ortalama          | SS    | Maksimum | Minimum |
| COP Aralığı – AP (cm)              | 5,493             | 1,502 | 9,522    | 3,172   |
| COP Aralığı – ML (cm)              | 4,563             | 1,379 | 8,344    | 1,928   |
| COP Standart Sapma (cm)            | 0,656             | 0,173 | 1,096    | 0,358   |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 16,856            | 7,928 | 35,109   | 6,163   |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 3,467             | 1,236 | 8,093    | 1,898   |

SS: Standart Sapma

Sedanter bireylerin yumuşak zemin üzerinde gözleri açık koşullar altında ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Yumuşak zemin üzerinde gözleri açık koşullar altında sedanter bireyler için ölçülen COP sinyalleri ile hesaplanan COP metriklerinin değerleri.

| COP Metriği                        | Sedanter Bireyler |       |          |         |
|------------------------------------|-------------------|-------|----------|---------|
|                                    | Ortalama          | SS    | Maksimum | Minimum |
| COP Aralığı – AP (cm)              | 4,474             | 1,304 | 8,828    | 2,678   |
| COP Aralığı – ML (cm)              | 3,487             | 1,015 | 6,497    | 1,797   |
| COP Standart Sapma (cm)            | 0,534             | 0,158 | 0,850    | 0,294   |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 11,919            | 6,511 | 34,835   | 3,526   |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 2,435             | 0,568 | 3,963    | 1,421   |

SS: Standart Sapma

Sedanter bireylerin yumuşak zemin üzerinde gözleri kapalı koşullar altında gösterdiği denge performansı değerleri (Tablo 4.4) gözleri açık koşullar altında gösterdikleri denge performansı değerleri (Tablo 4.5) ile karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Sedanter bireylerin gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Aralığı – AP değeri gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=5,493 cm > GA=4,474 cm). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Aralığı – ML değeri gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=4,564 cm > GA=3,487 cm). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Standart Sapma değeri gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=0,656 cm > GA=0,534 cm). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Elips Alanı değeri gözler açık koşullar altındakinden daha düşüktür (GK=16,856 cm<sup>2</sup> > GA=11,919 cm<sup>2</sup>). Gözler kapalı koşullar altındaki ortalama COP Ortalama Hızı değeri gözler açık koşullar altındakinden daha yüksektir (GK=3,467 cm/s > GA=2,435 cm/s).

#### 4.4. İki Faktörlü Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi

COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML, COP Standart Sapma, COP Elips Alanı, COP Ortalama Hızı denge performansı metrikleri üzerinde, grup etkisini anlayabilmek için yarışmacı hentbolcu ve sedanter birey grupları (A) ile görme faktörünün etkisini anlayabilmek için gözleri açık ve kapalı koşulları (B) olmak üzere iki faktörlü (A, B) istatistiksel analiz (ANOVA) yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.6’da verilmiştir. İki faktörlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) her bir COP metriği için ayrı ayrı yapılmıştır. Tekrar eden ölçüm görme faktörü olarak analizlere dahil edilmiştir.

Tablo 4.6’da görüldüğü üzere görme faktörü etkisi için tüm COP metrikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Görme ve grup faktörleri arasında COP Aralığı – AP, COP Standart Sapma ve COP Elips Alanı metrikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileşim vardır ( $p < 0,05$ ). Diğer yandan COP Aralığı – ML ve COP Ortalama Hızı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileşim saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ) (etkileşimler aşağıda daha detaylı şekilde ele alınmıştır).

**Tablo 4.6.** Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA).

| COP Metriği                        | Değişim     |         |    |         |         |       |       |
|------------------------------------|-------------|---------|----|---------|---------|-------|-------|
|                                    | Kaynağı     | KT      | SD | KO      | F       | p     | p GG  |
| COP Aralığı – AP (cm)              | Görme       | 46.968  | 1  | 46,968  | 135,333 | 0,000 | 0,000 |
|                                    | Görme*Grup  | 6.393   | 1  | 6,393   | 18,421  | 0,000 | 0,000 |
|                                    | Hata(Görme) | 11.800  | 34 | 0,347   | 1,000   | 0,500 | 0,500 |
| COP Aralığı – ML (cm)              | Görme       | 24.175  | 1  | 24,175  | 101,744 | 0,000 | 0,000 |
|                                    | Görme*Grup  | 0.125   | 1  | 0,125   | 0,527   | 0,473 | 0,473 |
|                                    | Hata(Görme) | 8.079   | 34 | 0,238   | 1,000   | 0,500 | 0,500 |
| COP Standart Sapma (cm)            | Görme       | 0.545   | 1  | 0,545   | 203,340 | 0,000 | 0,000 |
|                                    | Görme*Grup  | 0.049   | 1  | 0,049   | 18,180  | 0,000 | 0,000 |
|                                    | Hata(Görme) | 0.091   | 34 | 0,003   | 1,000   | 0,500 | 0,500 |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | Görme       | 959,338 | 1  | 959,338 | 68,966  | 0,000 | 0,000 |
|                                    | Görme*Grup  | 100,570 | 1  | 100,570 | 7,230   | 0,011 | 0,011 |
|                                    | Hata(Görme) | 472,949 | 34 | 13,910  | 1,000   | 0,500 | 0,500 |

**Tablo 4.6. (Devam)** Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA).

|                          |             |        |    |        |         |       |       |
|--------------------------|-------------|--------|----|--------|---------|-------|-------|
| COP Ortalama Hızı (cm/s) | Görme       | 27,370 | 1  | 27,370 | 118,595 | 0,000 | 0,000 |
|                          | Görme*Grup  | 0,730  | 1  | 0,730  | 3,163   | 0,084 | 0,084 |
|                          | Hata(Görme) | 7,847  | 34 | 0,231  | 1,000   | 0,500 | 0,500 |

KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, F: F değeri, p: p değeri, p GG: Greenhouse-Geisser düzeltmesi ile p değeri.

Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerde gerçekleştirilen tek tek yapılan tüm varyans analizi sonuçları birleştirilerek Tablo 4.7 elde edilmiştir. Bu tabloda gruplar arası karşılaştırma, görme faktörü etkisinin karşılaştırılması ve iki faktörün etkileşiminin p değerleri verilmiştir. Ayrıca her bir grup ve görme durumu için de ortalama ve standart sapma değerleri sunulmuştur. Tablo 4.7 yukarıda verilen tablolardaki sonuçların birleştirilmiş sonucu olarak değerlendirilebilir. Grup ana faktörü ise hiçbir COP metriği için istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).

Etkileşim, faktörlerin (grup x görme) bağımlı değişken (denge performansı) üzerindeki birleşik etkisidir. Bir faktördeki ortalama değerler arasındaki farklar diğer faktörün seviyesine bağlı olduğunda iki faktör etkileşime girer. Grup ve görme faktörleri COP Aralığı – AP, COP Standart Sapma ve COP Elips Alanı metrikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileşim gösterir ( $p<0,05$ ). Grup ve görme faktörleri COP Aralığı – ML ve COP Ortalama Hızı metriği metrikleri üzerinde ise istatistiksel olarak anlamlı etkileşim göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.7.** Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerde görme faktörünün denge performansına etkisi (ANOVA).

| COP Metriği<br>(Birimi) | Grup +<br>GF | Ortalama | SS    | Ana Etki (p-değeri) |       |           |
|-------------------------|--------------|----------|-------|---------------------|-------|-----------|
|                         |              |          |       | Grup                | Görme | Etkileşim |
| COP Aralığı AP<br>(cm)  | YH+GA        | 4,007    | 1,030 | 0,737               | 0,000 | 0,000     |
|                         | YH+GK        | 6,218    | 1,531 |                     |       |           |
|                         | SB+GA        | 4,474    | 1,066 |                     |       |           |
|                         | SB+GK        | 5,493    | 1,180 |                     |       |           |

**Tablo 4.7. (Devam)** Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerde görme faktörünün denge performansına etkisi (ANOVA).

|                                       |       |        |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| COP Aralığı ML<br>(cm)                | YH+GA | 3,188  | 0,750 | 0,468 | 0,000 | 0,473 |
|                                       | YH+GK | 4,431  | 0,824 |       |       |       |
|                                       | SB+GA | 3,487  | 0,874 |       |       |       |
|                                       | SB+GK | 4,563  | 1,254 |       |       |       |
| COP Standart<br>Sapma (cm)            | YH+GA | 0,486  | 0,133 | 0,933 | 0,000 | 0,000 |
|                                       | YH+GK | 0,712  | 0,153 |       |       |       |
|                                       | SB+GA | 0,534  | 0,142 |       |       |       |
|                                       | SB+GK | 0,656  | 0,154 |       |       |       |
| COP Elips Alanı<br>(cm <sup>2</sup> ) | YH+GA | 9,738  | 4,825 | 0,934 | 0,000 | 0,011 |
|                                       | YH+GK | 19,402 | 9,344 |       |       |       |
|                                       | SB+GA | 11,919 | 6,016 |       |       |       |
|                                       | SB+GK | 16,856 | 7,394 |       |       |       |
| COP Ortalama Hızı<br>(cm/s)           | YH+GA | 1,863  | 0,400 | 0,117 | 0,000 | 0,084 |
|                                       | YH+GK | 3,297  | 0,753 |       |       |       |
|                                       | SB+GA | 2,435  | 0,535 |       |       |       |
|                                       | SB+GK | 3,467  | 1,169 |       |       |       |

YH: Yarışmacı Hentbolcular, SB: Sedanter Bireyler, GF: Görme Faktörü, GK: Gözler Kapalı, GA: Gözler Açık, SS: Standart Sapma

Grup faktörünün denge performansına etkisi Tablo 4.8’de verilmiş ve etki büyüklüğü Hedges’ g Etki Büyüklüğü ile sunulmuştur. Tablo 4.8’de görüldüğü üzere grup faktörü COP Aralığı - AP, COP Aralığı – ML, COP Standart Sapma ve COP Elips Alanı metrikleri için minimal etki büyüklüğüne sahipken ( $0,00 \leq EB < 0,20$ ), COP Ortalama Hızı için küçük etki büyüklüğüne sahiptir ( $0,20 \leq EB < 0,50$ ).

**Tablo 4.8.** Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerden oluşan grupların denge performansı (ANOVA).

| COP Metriği (Birimi)               | Karşılaştırma | Ort. Fark | Std. Hata | p     | Güven Aralığı |       | Hedges' g E.B. |
|------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-------|---------------|-------|----------------|
|                                    |               |           |           |       | Alt           | Üst   |                |
| COP Aralığı – AP (cm)              | YH-SB         | 0,129     | 0,382     | 0,737 | -0,646        | 0,905 | 0,087          |
| COP Aralığı – ML (cm)              | YH-SB         | -0,216    | 0,294     | 0,468 | -0,812        | 0,381 | 0,195          |
| COP Standart Sapma (cm)            | YH-SB         | 0,004     | 0,047     | 0,933 | -0,092        | 0,100 | 0,023          |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | YH-SB         | 0,182     | 2,196     | 0,934 | -4,281        | 4,645 | 0,023          |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | YH-SB         | -0,371    | 0,231     | 0,117 | -0,840        | 0,097 | 0,375          |

YH: Yarışmacı Hentbolcular, SB: Sedanter Bireyler, p: p değeri, Ort. Fark: Ortalama Fark, Std. Hata: Standart Hata, Hedges' g Etki Büyüklüğü (0,00 ≤ EB < 0,20 : Minimal, 0,20 ≤ EB < 0,50 : Küçük, 0,50 ≤ EB < 0,80 : Orta, 0,80 ≤ EB < 1,30 : Büyük, 1,30 ≤ EB : Çok Büyük)

Görme faktörünün denge performansına etkisi Tablo 4.9'da verilmiş ve etki büyüklüğü Hedges' g Etki Büyüklüğü ile sunulmuştur. Tablo 4.9'da görüldüğü üzere görme faktörü COP Aralığı - ML, COP Standart Sapma ve COP Elips Alanı metrikleri için büyük etki büyüklüğüne sahipken (0,80 ≤ EB < 1,30), COP Aralığı – AP ve COP Ortalama Hızı için çok büyük etki büyüklüğüne sahiptir (1,30 ≤ EB).

**Tablo 4.9.** Görme faktörünün denge performansına etkisi (ANOVA).

| COP Metriği (Birimi)               | Karşılaştırma | Ort. Fark | Std. Hata | p     | Güven Aralığı |       | Hedges' g E. B. |
|------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-------|---------------|-------|-----------------|
|                                    |               |           |           |       | Alt           | Üst   |                 |
| COP Aralığı – AP (cm)              | GK-GA         | 1,615     | 0,139     | 0,000 | 1,333         | 1,898 | 1,303           |
| COP Aralığı – ML (cm)              | GK-GA         | 1,159     | 0,115     | 0,000 | 0,925         | 1,392 | 1,233           |
| COP Standart Sapma (cm)            | GK-GA         | 0,174     | 0,012     | 0,000 | 0,149         | 0,199 | 1,190           |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | GK-GA         | 7,300     | 0,879     | 0,000 | 5,514         | 9,087 | 1,029           |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | GK-GA         | 1,233     | 0,113     | 0,000 | 1,003         | 1,463 | 1,562           |

GA: Gözler Açık, GK: Gözler Kapalı, p: p değeri, Ort. Fark: Ortalama Fark, Std. Hata: Standart Hata, Hedges' g Etki Büyüklüğü (0,00 ≤ EB < 0,20 : Minimal, 0,20 ≤ EB < 0,50 : Küçük, 0,50 ≤ EB < 0,80 : Orta, 0,80 ≤ EB < 1,30 : Büyük, 1,30 ≤ EB : Çok Büyük)

Ayrıca gözler kapalı ve gözler açık koşullarda grupları ayrı ayrı karşılaştırmak için bağımsız gruplarda t testi yapılmıştır. İki grubun ortalamaları gözler açık ve gözler kapalı koşulları için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Tablo 4.10'da görüldüğü üzere yarışmacı

hentbolcular ve sedanter bireylerin gözler kapalı görme koşulları altında hiçbir COP metriği arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.10.** Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin gözler kapalı koşullar altında t testi ile karşılaştırılması.

| COP Metriği                        | Yarışmacı Hentbolcular | Sedanter Bireyler | p     |
|------------------------------------|------------------------|-------------------|-------|
|                                    | Ortalama               | Ortalama          |       |
| COP Aralığı – AP (cm)              | 6,218                  | 5,493             | 0,121 |
| COP Aralığı – ML (cm)              | 4,431                  | 4,563             | 0,711 |
| COP Standart Sapma (cm)            | 0,712                  | 0,656             | 0,281 |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 19,402                 | 16,856            | 0,371 |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | 3,297                  | 3,467             | 0,607 |

p: p değeri

Aşağıda Tablo 4.11’de görüldüğü üzere yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin gözler açık görme koşulları altında ise yalnızca COP Ortalama Hızı metriğinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). COP Ortalama Hızı, ölçüm süresi boyunca toplam mesafenin ölçüm süresine bölünmesiyle hesaplanan ortalama hızdır ve bu postüral stabilite sağlamak için sarf edilen nöromusküler aktivitenin miktarı ile ilişkilidir. Tablo 4.11’de görüldüğü üzere gözler açık koşullar altında yarışmacı hentbolcuların COP Ortalama Hızı değeri, sedanter bireylere kıyasla daha küçük bir değerdir. Bu durum, yarışmacı hentbolcuların gözler açık koşulunda sedanter bireyler ile aynı seviyedeki postüral stabiliteyi sağlamak için daha az nöromusküler aktivite sarf ettiği şeklinde yorumlanabilir.

**Tablo 4.11.** Yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin gözler açık koşullar altında t testi ile karşılaştırılması.

| COP Metriği                        | Yarışmacı             | Sedanter Bireyler | p     |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------|
|                                    | Hentbolcular Ortalama | Ortalama          |       |
| COP Aralığı – AP (cm)              | 4,007                 | 4,474             | 0,191 |
| COP Aralığı – ML (cm)              | 3,188                 | 3,487             | 0,278 |
| COP Standart Sapma (cm)            | 0,486                 | 0,534             | 0,303 |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | 9,738                 | 11,919            | 0,238 |



|                          |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| COP Ortalama Hızı (cm/s) | 1,863 | 2,435 | 0,001 |
|--------------------------|-------|-------|-------|

p: P değeri

Etkileşimleri daha iyi yorumlamak amacıyla yarışmacı hentbolcuların ve sedanter bireylerin görme faktöründen etkilenme yüzdesi Tablo 4.12’de verilmiştir. Tablo 4.12 incelendiğinde COP Aralığı – AP metriği için yarışmacı hentbolcular görme faktöründen %55 oranında etkilenirken, sedanter bireylerin %25 oranında etkilendiği gözlemlenmiştir. COP Aralığı – ML metriği için yarışmacı hentbolcular görme faktöründen %39 oranında etkilenirken, sedanter bireylerin %31 oranında etkilenmiştir. COP Standart Sapma metriği için yarışmacı hentbolcular görme faktöründen %47 oranında etkilenirken, sedanter bireylerin %23 oranında etkilenmiştir. COP Elips Alanı metriği için yarışmacı hentbolcular görme faktöründen %99 oranında etkilenirken, sedanter bireylerin %41 oranında etkilendiği gözlemlenmiştir. COP Ortalama Hızı metriği için ise yarışmacı hentbolcular görme faktöründen %77 oranında etkilenirken, sedanter bireylerin %45 oranında etkilenmiştir. Bu sonuçlar, görme faktörünün her iki grup için de denge performansını etkilediğini göstermektedir. Varyans analizinde görme ve grup faktörleri arasında COP Aralığı – AP, COP Standart Sapma ve COP Elips Alanı metrikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileşim gözlemlenmesi ( $p < 0,05$ ), Tablo 4.12’de yarışmacı hentbolcuların sedanter bireylere kıyasla görme faktöründen daha yüksek oranda etkilenmesine neden olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

**Tablo 4.12.** Yarışmacı hentbolcuların ve sedanter bireylerin görme faktöründen etkilenme yüzdesi.

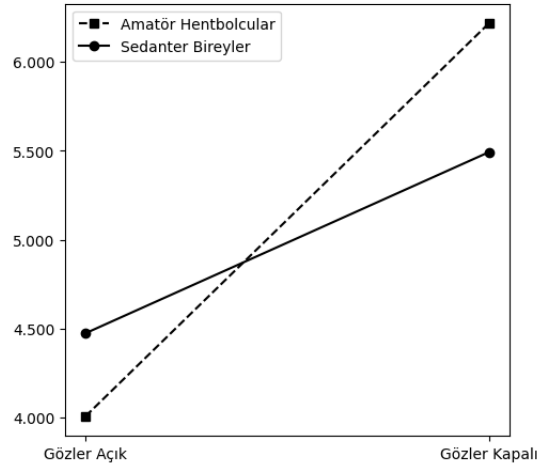
| COP Metriği              | Grup + GF | Ortalama | Değişim Oranı |
|--------------------------|-----------|----------|---------------|
| COP Aralığı - AP<br>(cm) | YH+GA     | 4,007    |               |
|                          | YH+GK     | 6,218    | 55%           |
|                          | SB+GA     | 4,474    |               |
|                          | SB+GK     | 5,493    | 23%           |
| COP Aralığı - ML<br>(cm) | YH+GA     | 3,188    |               |
|                          | YH+GK     | 4,431    | 39%           |
|                          | SB+GA     | 3,487    |               |

|                                    |       |        |     |
|------------------------------------|-------|--------|-----|
|                                    | SB+GK | 4,563  | 31% |
| COP Standart Sapma (cm)            | YH+GA | 0,486  |     |
|                                    | YH+GK | 0,712  | 47% |
|                                    | SB+GA | 0,534  |     |
|                                    | SB+GK | 0,656  | 23% |
| COP Elips Alanı (cm <sup>2</sup> ) | YH+GA | 9,738  |     |
|                                    | YH+GK | 19,402 | 99% |
|                                    | SB+GA | 11,919 |     |
|                                    | SB+GK | 16,856 | 41% |
| COP Ortalama Hızı (cm/s)           | YH+GA | 1,863  |     |
|                                    | YH+GK | 3,297  | 77% |
|                                    | SB+GA | 2,435  |     |
|                                    | SB+GK | 3,467  | 42% |

YH: Yarışmacı Hentbolcular, SB: Sedanter Bireyler, GF: Görme Faktörü, GK: Gözler Kapalı, GA: Gözler Açık

Grup ve görme olmak üzere iki faktörün etkilerini tanımlayan doğruların paralel olup olmaması etkileşimin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Doğruların eğimleri önemli ölçüde farklı değilse, doğrular kesişmiyorsa (yani, doğrular paralel ise), etkileşim anlamlı değildir. Doğruların eğimleri önemli ölçüde farklıysa ve doğrular kesiyorsa anlamlı etkileşim vardır. Bu çalışmada, etkileşimleri daha iyi yorumlayabilmek amacıyla grup ve görme faktörlerinin COP metrikleri üzerindeki etkileşim grafikleri çizilmiş ve aşağıda sunulmuştur. Bu grafiklerde bulunan iki doğru birbirini kesiyorsa faktörler arasında istatistiksel olarak anlamlı etkileşim var, iki doğru birbirine paralel ise istatistiksel olarak anlamlı etkileşim yok demektir. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere grup ve görme faktörleri arasında COP Aralığı – AP metriği için etkileşim vardır.

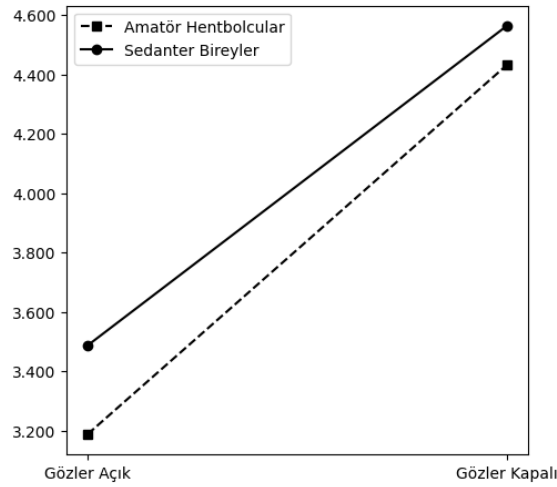
### COP Aralığı AP



**Şekil 4.1.** Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Aralığı AP değerleri.

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere grup ve görme faktörleri arasında COP Aralığı – ML metriği için etkileşim bulunmamaktadır.

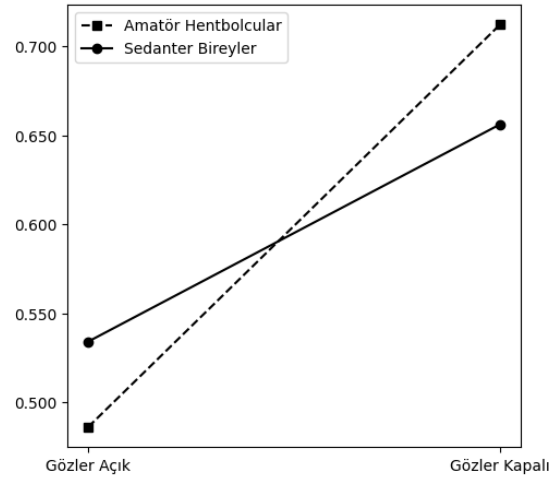
### COP Aralığı ML



**Şekil 4.2.** Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Aralığı ML değerleri.

Şekil 4.3’te görüldüğü üzere grup ve görme faktörleri arasında COP Standart Sapma metriği için etkileşim vardır.

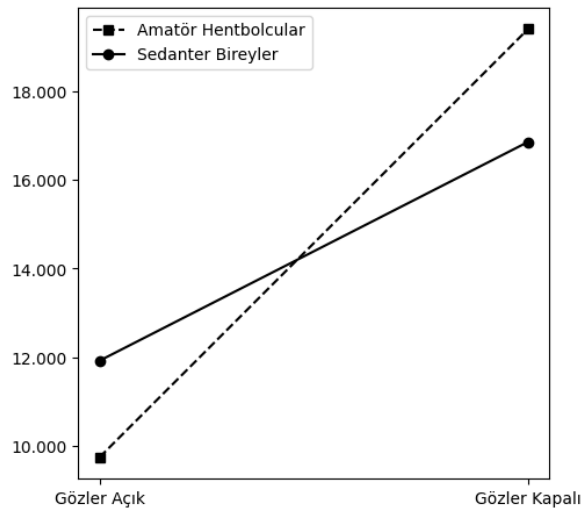
### COP Standart Sapma



**Şekil 4.3.** Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Standart Sapma değerleri.

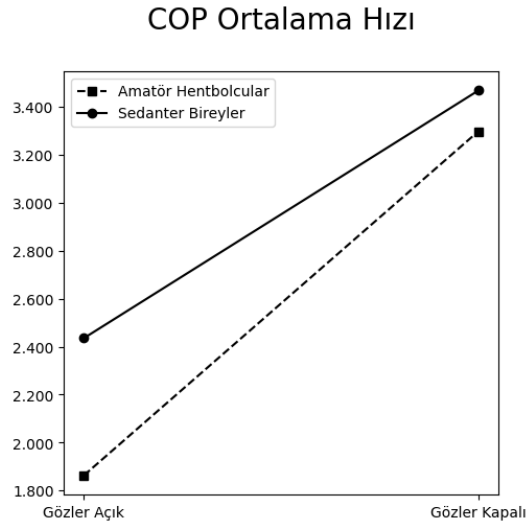
Şekil 4.4’de görüldüğü üzere grup ve görme faktörleri arasında COP Elips Alanı için etkileşim vardır.

### COP Elips Alanı



**Şekil 4.4.** Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Elips Alanı değerleri.

Şekil 4.5’de görüldüğü üzere grup ve görme faktörleri arasında COP Ortalama Hızı metriği için etkileşim bulunmamaktadır.



**Şekil 4.5.** Gözler açık ve kapalı koşullar altında Yarışmacı Hentbolculara ve Sedanter Bireylere ait COP Ortalama Hızı değerleri.

## 5. TARTIŞMA

Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansını incelemek ve sedanter bireylerin denge performansı verileri ile karşılaştırmak amacıyla yapılan bu araştırmada 18-30 yaş aralığında 9'u kadın 9'u erkek olmak üzere 18 sporcunun yumuşak zemin üzerinde 30 saniye boyunca gözler açık ve gözler kapalı olmak üzere iki koşul için de üçer kez COP sinyalleri ölçümü yapılmıştır. Ayrıca, kamuya açık hazır veri setinde paylaşılan, 18-85 yaş aralığındaki 163 sedanter bireye ait sert ve yumuşak zemin üzerinde 60 saniye boyunca gözler açık ve gözler kapalı olmak üzere iki koşul için de üçer kez yapılan COP sinyalleri ölçümü, 18-30 yaş aralığında 9'u kadın 9'u erkek 18 sedanter bireye ait yumuşak zemin üzerinde 30 saniye boyunca gözler açık ve gözler kapalı koşulları için yapılan ölçüm verilerini Python programlama dili ile filtrelenmiş ve analiz edilmiştir. Yarışmacı hentbolcuların denge performansı ile sedanter bireylerin denge performansı arasındaki farklılıklar ve denge performansına görme faktörünün etkisi bu tartışma bölümünde elde edilen bulgular doğrultusunda tartışılmıştır.

Araştırmada görme faktörü etkisi COP Aralığı – AP, COP Aralığı - ML, COP Standart Sapma, COP Elips Alanı ve COP Ortalama Hızı olmak üzere tüm denge performansı metrikleri için hem yarışmacı hentbolcular hem de sedanter bireylerde istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir (Bkz. Tablo 4.6). Tüm COP metrikleri gözler açık durumda, gözler kapalı durumuna kıyasla yüksek etki büyüklüğünde daha yüksektir (Bkz. Tablo 4.9). Bu durum görme duyuşal girdisinin eksikliği durumunda denge performansının düşüş sergilediği şeklinde yorumlanabilir (13).

Gözler kapalı koşulu için yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin denge performansını yansıtan COP metrikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (Bkz. Tablo 4.10). Ancak, gözler açık koşulunda yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin COP Ortalama Hızı metriğinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir (Bkz. Tablo 4.11). COP Ortalama Hızı değeri yarışmacı hentbolcularda sedanter bireylere kıyasla anlamlı derecede daha küçük bir değerdir (74). COP Ortalama Hızı, ölçüm süresi boyunca toplam mesafenin ölçüm süresine bölünmesiyle hesaplanan ortalama hızdır ve bu postüral stabilite sağlamak için sarf edilen nöromusküler aktivitenin

miktarı ile ilişkilidir. Bu durum, yarışmacı hentbolcuların gözler açık koşulunda sedanter bireyler ile aynı seviyedeki postüral stabiliteyi sağlamak için daha az nöromusküler aktivite sarf ettiği şeklinde yorumlanabilir (74).

Çalışmamızda, denge performansı ölçümleri yalnızca yumuşak zemin üzerinde yapılmıştır. Deformasyona uğrayan zeminler üzerinde yapılan zorlu postüral görevlerin yer aldığı ölçümlerde COP metriklerinin değerinin genellikle artacağı, dolayısıyla denge performansının olumsuz etkileneceği bilinmektedir (7). Çalışmamızda yumuşak zemin kullanımı ile postüral görevin zorlaştırılması ve denge performansında meydana gelebilecek değişikliklerin ne tam statik ne tam dinamik, daha ekolojik durumları yansıtacak şekilde incelenmesi amaçlanmıştır. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, denge performansının yalnızca sert zemin üzerinde (39, 54, 64) ya da hem sert hem de yumuşak zeminler üzerinde değerlendirildiği gözlemlenmiştir (13, 65). Bu çalışmada, yumuşak zemin kullanımı ile zorlaştırılan postüral görevin, görme faktörünün denge performansına etkisinin daha belirgin bir şekilde gözlenmesini sağladığı düşünülmektedir (65).

Denge performansı üzerinde görme faktörünün etkisi geniş çapta araştırılmış olsa da (51), hentbol branşında bu etkinin incelendiği nispeten az sayıda çalışma bulunmaktadır. Farklı branşlar için yapılan çalışmalar bulgularımızı yorumlayabilmek amacıyla bu bölüme dahil edilmiştir. Bu çalışmalardan biri, Kantekin ve ark. (2021) tarafından yayınlanmıştır (64) ve farklı spor branşlarında postüral stabiliteyi sağlamada görme faktörünün etkisi sert zemin üzerinde incelemiştir. Farklı spor branşlarında görev alan oyuncuların ve kontrol grubu olarak sanat eğitimi alan kişilerin dahil edildiği bu çalışmada, gözler açık koşulunda gruplar arasında denge performansında istatistiksel olarak fark bulunamamışken, gözler kapalı koşulunda COP Toplam Mesafesi ve COP Ortalama Hızı metriklerinde istatistiksel fark gözlenmiştir. Çalışmamızda ise gözler kapalı durumda gruplar arasında denge performansında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemişken, gözler açık durumda yalnızca COP Ortalama Hızı metriğinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır. Bu sonucun, araştırmamızın bulgularıyla farklılık göstermesinin sebebinin, katılımcıların farklı spor branşlarında rol alan oyunculardan oluşması veya kullanılan zeminin farklı olması düşünülmektedir. Hem bizim hem de Kantekin ve ark.

(2021) çalışmasında gözlenen COP Ortalama Hızı metriğindeki düşüş benzer şekilde yorumlanarak, çeşitli spor branşında görev alan katılımcıların aynı seviyedeki postüral stabiliteyi sağlamak için daha az nöromusküler aktivite sarf ettikleri şeklinde değerlendirilebilir. Ancak, çeşitli spor branşlarında görev alan katılımcıların görme duyusundan gelen girdileri dengeyi sağlamada ve korumada farklı şekilde kullanıldığı ve bu sebeple görme koşullarının değişiminden farklı şekilde etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir (13).

Başka bir çalışmada ise, Vuillerme ve ark. (2001), altışar katılımcıdan oluşan cimnastikçi bir grup ile cimnastikçi olmayan ancak hentbol, futbol veya tenis branşlarından biriyle ilgilenen bir grubun farklı postüral görevlerde denge performansının nasıl etkilendiğini incelemiştir (13). Her iki grup için de COP Ortalama Hızı ve COP Aralığı metrikleri incelendiğinde, gözler açık koşulunda postüral görevin zorlaşmasıyla birlikte postüral salınımın arttığı ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuç, çalışmamızda, gözler açık koşulu altında yarışmacı hentbolcuların sedanter bireylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi (daha küçük bir değer) COP Ortalama Hızı göstermesi bulgusu ile farklılık göstermektedir; ancak diğer COP metrikleri benzerlik göstermektedir. Bu durum, Vuillerme ve ark.'nın katılımcı grupları cimnastikçiler ve hentbol, futbol veya tenis branşlarından biriyle ilgilenen sporcu katılımcılardan oluşurken, çalışmamızdaki katılımcı gruplarının ise yarışmacı hentbolcularla birlikte sedanter bireylerden oluşmasından kaynaklandığı sebebiyle açıklanabilir. Vuillerme ve ark. (2001) çalışmasında, gözler kapalı koşulunda ise her iki grup da tek ayak üzerinde yapılan postüral görevlerde daha fazla postüral salınım (COP Aralığı ve COP Ortalama Hızı) göstermiştir; ancak çift ayak üzerinde yapılan postüral görevlerde ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark meydana gelmemiştir. Cimnastikçiler diğer gruba kıyasla görme faktörünün değişiminden istatistiksel olarak anlamlı derecede daha az etkilenmiştir. Bu durumun meydana gelme sebebi, cimnastikçilerin postüral kontrol sırasında görme eksikliğini telafi edebilmek için kalan diğer duyuşsal girdileri daha etkili ve verimli kullanabildiği gerekçesiyle açıklanmıştır. Bu sonuç, çalışmamızdaki bulgular ile tam olarak örtüşmemektedir. Bu durum, cimnastikçiler ve yarışmacı hentbolcuların denge sağlanması ve korunmasında görsel, propriyoseptif ve



vestibüler sistemlerden gelen duyuşal girdileri farklı şekilde ve düzeyde kullanabilmesi nedeniyle meydana gelebileceği şekilde yorumlanabilir.

Literatürde denge performansına görme faktörünün etkisini inceleyen başka bir çalışma da, Hammami ve ark. (2004) kısa mesafe koşucuları, atlayıcılar ve rugby oyuncularının statik denge performansına görme faktörünün etkisi incelemiştir (65). Bu amaçla, sert ve yumuşak zemin üzerinde, gözler açık ve gözler kapalı koşulları için çift ayak üzerinde sakin duruş denge testi uygulanmıştır ve COP Ortalama Hızı metriği elde edilmiştir. Rugby oyuncularının, kısa mesafe koşucuları ve atlayıcılardan daha iyi denge performansı sergilediği, kısa mesafe koşucuları ve atlayıcıların denge performansları arasında ise anlamlı fark olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızla kısmi farklılıklar gösteren bu durum, Hammami ve ark. (2004) çalışmasındaki katılımcıların rugby, kısa mesafe koşusu ve atlama gibi hentboldan farklı bir branşlarda görev almalarından ve spor branşlarında uygulanan antrenmanların farklı olması nedeniyle katılımcıların duyuşal girdileri farklı şekilde kullanmaları sebebiyle meydana gelebileceği söylenebilir. Görme faktörünün eksikliğinin denge performansını tüm gruplar için istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönde etkilediği bulunmuştur. Bu sonuç, çalışmamızın bulguları ile paralellik göstermektedir.

Giriş kısmında belirtildiği üzere, sistemler teorisi, hareketin sadece merkezi veya çevresel sistemler tarafından kontrol edilmediğini, aynı zamanda çoklu sistemler arasındaki etkileşimden de etkilendiğini açıklar (19). Literatürde yapılan bazı çalışmalar ise postürsal salınımı, keşfedici davranışı içeren bir algı-eylem stratejisinin yansıtılması şeklinde yorumlamıştır (81, 83, 84). Bu görüşe göre, postürsal salınım, katılımcının algısal sistemlerine sürekli bir uyarım kaynağı sağladığı için keşfedici bir rol oynayabilir (82). Performans davranışları, bir amaca ulaşmayı amaçlayan eylemlerdir. Postürsal bir görevin yokluğunda, performans davranışı sadece dik duruşu ve dengeyi korumak olarak yorumlanabilir (82). Riley ve ark. süreklilik davranışının keşfedici olduğu, bu davranışın vücut (proprioception) ve vücudun çevreye yönelimi (exproprioception) hakkında bilgi edinmenin bir yolu olduğu varsayımında bulunmuştur. Başka bir deyişle, süreklilik davranışı keşfedici bilgi edinilmesini temsil ederken, sürekli olmayan davranış bu bilginin kullanımını kapsamaktadır. Çalışmamızda, grup ve görme faktörleri arasında COP Aralığı

– AP, COP Standart Sapma ve COP Elips Alanı metrikleri üzerinde etkileşim gözlemlenmesinin nedeni, yarışmacı hentbolcuların gözler kapalı koşulunda daha yüksek düzeyde keşfedici davranış göstermesi sebebiyle görme faktöründen daha yüksek oranda etkilenmesi şeklinde yorumlanabilir.

Genel bir sonuç olarak; bu çalışmanın bulguları düzenli olarak antrenman yapan yarışmacı hentbolcular ile sedanter bireylerin denge performanslarının görme faktöründen istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif yönde etkilendiğini göstermektedir. Gözler kapalı koşulunda yarışmacı hentbolcular ve sedanter bireylerin denge performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Gözler açık koşulunda ise yarışmacı hentbolcuların sedanter bireylere kıyasla yalnızca COP Ortalama Hızı metriği istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyidir. Bu durum, yarışmacı hentbolcuların gözler açık koşulunda sedanter bireyler ile aynı seviyedeki postüral stabiliteyi sağlamak için daha az nöromusküler aktivite sarf ettiği şeklinde yorumlanabilir.

Bu çalışmada, sedanter bireylere ait denge performansı verilerinin 2016 yılında Santos ve Duarte tarafından yayınlanan kamuya açık hazır veri setinden alınması kısıtlılık olarak görülmektedir. Çalışmamızda uygulanan yöntem, Santos ve Duarte'nin çalışmasında uygulanan aynı ölçüm yöntemi, protokolü ve araçları ile tasarlanmış ve uygulanmıştır. Ancak iki çalışmada ölçümleri yapan araştırmacıların farklı kişiler olması, sonucu etkileyebilecek bir kısıtlılık olarak görülmektedir. Çalışmamızda denge performansı ölçümleri yalnızca yumuşak zemin üzerinde yapılmıştır. Yumuşak zemin kullanımı ile postüral görevin zorlaştırılması hedeflenmiştir. Postüral görev zorluğunun, COP metrikleri üzerinde etkili olduğu, bireyler deformasyona uğrayan zeminler üzerinde durmaya çalıştığında COP metriklerinin değerinin artacağı ve denge performansının olumsuz etkileneceği bilinmektedir (7). Zemin türü olarak yalnızca yumuşak zemin kullanılması çalışmamızın kısıtlarından biridir. Denge performansına antrenman düzeyi ve görme faktörüyle birlikte zemin türünün etkisini incelemek isteyen araştırmacılara, yumuşak zemine ek olarak sert zemin kullanımını da önermekteyiz. Çalışmamızda, denge performansını değerlendirmek ve postüral davranışları tanımlamak için postüral salınım ölçümleri yapıldı ve COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML, COP Standart Sapma, COP Elips Alanı ve COP Ortalama Hızı metrikleri hesaplandı. Denge performansını

yorumlamak için kullanılacak pek çok COP metriği bulunmaktadır (74). Bu çalışmada kullanılan COP metriklerinin çalışmanın kısıtlarından biri olduğu düşünülmekte, çalışmanın daha geniş bir kapsamda yorumlanabilmesi için farklı COP metriklerinin de hesaplanarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Çalışmamızda, yarışmacı hentbolcuların denge performansı incelenmek üzere, üniversite takımlarında oynayan hentbol oyuncuları çalışmaya dahil edilmiştir. Hentbol branşında denge performansının ve geliştirilen postüral yeteneklerin detaylı bir kapsamda incelemeyi amaçlayan araştırmacılara, profesyonel ligde oynayan oyuncuların da katılımı ile bir çalışma gerçekleştirmeleri önerilmektedir.

Literatürdeki diğer çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda, denge performansının katılımcıların branşına göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir (13, 65). Çalışmamızın bulguları ile literatürde yer alan cimnastik, futbol, basketbol gibi çeşitli branşlarda görev alan oyuncuların katılımcı grubunu oluşturduğu çalışmalarda farklı sonuçların gözlenmesinin sebebi, denge performansının sağlanması sırasında görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin etkisinin branşa bağlı değişiminin araştırılan çalışmaların sınırlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sıçrama, pas atma, koşma, atış yapma gibi dengenin tekrar tekrar sağlanmasını gerektiren hareketlerden oluşan hentbol branşında, sporcuların denge performansının geliştirilebilmesi için uygun egzersizlerden oluşan antrenman programları hazırlanarak uygulanması değerlendirilebilir. Bu sebeple, denge performansının sağlanması sırasında görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin etkisinin bilinmesi ve bu konudaki çalışmaların genişletilmesi literatüre ve sporcu gelişimine katkıda bulunabilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansını incelemek ve sedanter bireylerin denge performansı verileri ile karşılaştırmak amacıyla yapılan bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda yer almaktadır.

### 6.1. Sonuç

1. Yarışmacı hentbolcuların denge performansı ile sedanter bireylerin denge performansı arasında gözler kapalı koşulu için istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).
2. Gözler açık koşulu altında yarışmacı hentbolcuların COP Ortalama Hızı metriği, sedanter bireylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyidir ( $p<0,05$ ). Diğer COP metrikleri arasında (COP Aralığı – AP, COP Aralığı – ML, COP Standart Sapma, COP Elips Alanı) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).
3. Görme faktörünün denge performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek (COP Aralığı – ML, COP Standart Sapma, COP Ortalama Hızı) veya çok yüksek (COP Aralığı – AP, COP Ortalama Hızı) etki büyüklüğünde etkisi bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).
4. Grup ana faktörü ise hiçbir COP metriği için istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).

### 6.2. Öneriler

Üniversite takımlarında oynayan yarışmacı hentbolcuların denge performansını incelemek ve sedanter bireylerin denge performansı verileri ile karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmanın sınırlılıkları göze alındığında gelecekteki çalışmalara yardımcı olması amacıyla aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

1. Bu çalışmada yalnızca sakın duruş sırasında denge performansı incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda daha dinamik durumlar sırasındaki denge performansı incelenebilir.

2. Hentbol branşında vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin denge performansına etkisi incelenmek üzere farklı test grupları ve protokolleri hazırlanarak yeni çalışmalar yapılabilir.
3. Hentbol ve diğer spor branşlarında denge performansının değerlendirilmesi ve karşılaştırılabilmesi için bu branşlarda görev alan oyuncuların katılımcı grubunu oluşturduğu araştırma yöntemi tasarlanarak yeni çalışmalar yapılabilir.
4. Denge performansı daha kapsamlı doğrusal olmayan metriklerinin (Ör., COP Korelasyon Boyutu) hesaplanması ve yorumlanması ile daha detaylı bir şekilde incelenerek yorumlanabilir.
5. Hentbolcuların denge performansı profesyonel ligde oynayan oyuncuların katılımcı grubunu oluşturduğu araştırma yöntemi tasarlanarak daha kapsayıcı bir katılımcı havuzu ile incelenebilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Santos, D. A., & Duarte, M. (2016). A public data set of human balance evaluations. *PeerJ*, 4, e2648.
2. Running Visual Studio Code on macOS. (2021, November 3). <https://code.visualstudio.com/docs/setup/mac>
3. Download Python. (n.d.). Python.org. <https://www.python.org/downloads/>
4. Ghez, C., & Krakauer, J. (2000). The organization of movement. *Principles of neural science*, 4, 653-73.
5. Gürsoy, Z. G. (2019). Effect of cognitive task difficulty on postural control (Master's thesis, Middle East Technical University).
6. Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and ageing*, 35(suppl\_2), ii7-ii11.
7. Taşçı, S. (2022). Effect of concurrent feedback and postural task difficulty on postural control (Master's thesis, Middle East Technical University).
8. Montesinos, L., Castaldo, R., & Pecchia, L. (2018). On the use of approximate entropy and sample entropy with centre of pressure time-series. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 15(1), 1-15.
9. Mészárosová, E. (2015). Is python an appropriate programming language for teaching programming in secondary schools. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 4(2), 5-14.
10. Ateş, B., Çetin, E., & Yarım, İ. (2017). Kadın sporcularda denge yeteneği ve denge antrenmanları. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 66-79. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gaunjss/issue/29859/321612>
11. Şimşek, D., Ertan, H. (2011). Postural kontrol ve spor: spor branşlarına yönelik postural sensör-motor stratejiler ve postural salınım. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(3), 81-90.
12. Gökdemir, K., Cigerci, A. E., Er, F., Suveren, C., Sever, O. (2012). The comparison of dynamic and static balance performance of sedentary and different branches athletes. *World Appl Sci J*, 17(9), 1079-82.

13. Vuillerme, N., Danion, F., Marin, L., Boyadjian, A., Prieur, J. M., Weise, I., Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience letters*, 303(2), 83-86.
14. Dinç, Z. F. (Ed.) (2019). *Hareket ve Antrenman Bilimleri*. Akademisyen Kitabevi.
15. Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, 39(2), 175-191.
16. Ozgur, C., Colliau, T., Rogers, G., Hughes, Z. (2017). MatLab vs. Python vs. R. *Journal of data Science*, 15(3), 355-371.
17. Python Releases for macOS. (n.d.). Python.org. <https://www.python.org/downloads/macos/>
18. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
19. Bernstein, N. (1966). *The co-ordination and regulation of movements*. The co-ordination and regulation of movements.
20. Yalçinkaya, S., Taşkın, C. (2022). Kadın hentbolcularda core antrenman programının anaerobik güç ve denge performansı üzerine etkisinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi).
21. Emre, M. (2022). Hentbol süper liginde oynayan yerli ve yabancı oyuncuların sürat, çeviklik ve teknik becerilerinin karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi).
22. Sevim Y. (2006). *Hentbol Teknik Taktik*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara; 1-281- 282.
23. Merton, P. (1953, January). Speculations on the servo-control of movement. In *Ciba Foundation Symposium-The Spinal Cord* (pp. 247-260). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
24. Von Holst, E., & Mittelstaedt, H. (1950). Das reafferenzprinzip: Wechselwirkungen zwischen zentralnervensystem und peripherie. *Naturwissenschaften*, 37(20), 464-476.
25. Sherrington, C. (1952). *The integrative action of the nervous system*. CUP Archive.
26. Camacho-Cardenosa, A., Camacho-Cardenosa, M., González-Custodio, A., Martínez-Guardado, I., Timón, R., Olcina, G., & Brazo-Sayavera, J. (2018). Anthropometric and physical performance of youth handball players: The role of the relative age. *Sports*, 6(2), 47.

27. Musch, J., & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental review*, 21(2), 147-167.
28. Grujić, S., Perić, D., Ahmetović, Z., Okičić, T., & Isaković, M. (2018). Anthropometric and motor characteristics of young handball players for the purpose of early selection. *Facta Universitatis. Series: Physical Education and Sport*, 16(1), 033-045.
29. Pilça, O. (2017). 19-24 yaş arası erkek hentbolcularda farklı türde yapılan antrenmanların atış isabet oranları üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi).
30. Bompa, T. O. (1998). Antrenman kuram ve yöntemi. Bağırhan Yayınları, 400-410.
31. Gioftsidou, A., Malliou, P., Sofokleous, P., Pafis, G., Beneka, A., Godolias, G. (2012). The effects of balance training on balance ability in handball players. *Exercise and quality of life*, 4(2), 15-22.
32. Makaracı, Y. (2019). Elit hentbolcularda izokinetik kuvvet, kas aktivasyonu, sıçrama ve denge performansının atış isabetine etkisi (Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi).
33. Daneshjoo, A., Hoseinpour, A., Sadeghi, H., Kalantari, A., Behm, D. G. (2022). The Effect of a Handball Warm-Up Program on Dynamic Balance among Elite Adolescent Handball Players. *Sports*, 10(2), 18.
34. Ghez, C., & Krakauer, J. (2000). The organization of movement. *Principles of neural science*, 4, 653-73.
35. Horak, F. B., & Macpherson, J. M. (1996). Postural equilibrium and orientation. Published for the American Physiology Society by Oxford University Press, New York, 255-292.
36. Yılmaz, U. (2019). Harekete hazırlık safhasında postür kontrolünün incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi).
37. Melam, G. R., Alhusaini, A. A., Perumal, V., Buragadda, S., & Kaur, K. (2016). Comparison of static and dynamic balance between football and basketball players with chronic ankle instability. *Saudi Journal of Sports Medicine*, 16(3), 199.
38. Steffen, K., Nilstad, A., Krosshaug, T., Pasanen, K., & Bahr, R. (2017). No association between static and dynamic postural control and acl injury risk among female elite handball and football players. *British Journal of Sports Medicine*, 51(4), 392-392.
39. Karadenizli, Z. İ., Erkut, O., Ramazanoglu, N., Uzun, S., Camliguney, A. F., Bozkurt, S., Tiryaki, C., Küçük, V., & Sirmen, B. (2014). Comparison of dynamic and static balance



- in adolescents handball and soccer players. *Türk Spor Ve Egzersiz Dergisi*, 16(1), 47. <https://doi.org/10.15314/tjse.201416111>.
40. Kesilmis, I. (2017). The comparison of the different balance performance of soccer players versus sedentary. *IJSSPE*, 2(3), 37-43.
  41. Granacher, U., Bridenbaugh, S. A., Muehlbauer, T., Wehrle, A., & Kressig, R. W. (2011). Age-related effects on postural control under multi-task conditions. *Gerontology*, 57(3), 247-255.
  42. Vestibular Disorders Association. (2021, May 21). The Human Balance System - Vestibular Disorders Association. <https://vestibular.org/article/what-is-vestibular/the-human-balance-system/the-human-balance-system-how-do-we-maintain-our-balance/>.
  43. Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports medicine*, 26(4), 217-238.
  44. Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological bulletin*, 86(2), 420.
  45. McGraw, K. O., & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological methods*, 1(1), 30.
  46. Liljequist, D., Elfving, B., & Skavberg Roaldsen, K. (2019). Intraclass correlation—A discussion and demonstration of basic features. *PloS one*, 14(7), e0219854.
  47. Carter, R. E., Lubinsky, J., & Domholdt, E. (2016). Selection and assignment of participants. *Rehabilitation research: Principles and applications*, 98-99.
  48. Raïche, M., Hébert, R., Prince, F., & Corriveau, H. (2000). Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale. *The Lancet*, 356(9234), 1001-1002.
  49. Rudoy, D., Goldman, D. B., Shechtman, E., & Zelnik-Manor, L. (2013). Learning video saliency from human gaze using candidate selection. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1147-1154).
  50. Schubert, P., & Kirchner, M. (2014). Ellipse area calculations and their applicability in posturography. *Gait & Posture*, 39(1), 518-522.
  51. Lord, S. R., & Dayhew, J. (2001). Visual risk factors for falls in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 508-515.

52. Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., Marion, V., Montoya, R., & Dupui, P. (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *Journal of athletic training*, 41(2), 172-176.
53. Erkmen, N., Suveren, S., Göktepe, A. S., & Yazıcıoğlu, K. (2007). Farklı branşlardaki sporcuların denge performanslarının karşılaştırılması. *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(3), 115-122.
54. Paillard, T. H., & Noé, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(5), 345-348.
55. Zech, A., Steib, S., Hentschke, C., Eckhardt, H., & Pfeifer, K. (2012). Effects of localized and general fatigue on static and dynamic postural control in male team handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1162-1168.
56. Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*, 3(4), 193-214.
57. Massion, J. (1994). Postural control system. *Current opinion in neurobiology*, 4(6), 877-887.
58. Teasdale, N., Stelmach, G. E., & Breunig, A. (1991). Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *Journal of Gerontology*, 46(6), B238-B244.
59. Lee, D. N. (1980). 16 visuo-motor coordination in space-time. In *Advances in psychology* (Vol. 1, pp. 281-295). North-Holland.
60. Wilczyński, J. (2018). Postural stability in goalkeepers of the polish National Junior Handball Team. *Journal of human kinetics*, 63(1), 161-170.
61. Ringhof, S., & Stein, T. (2018). Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. *Human movement science*, 58, 140-147.
62. Powell, D. W., & Williams III, D. B. (2015). Athletes trained using stable compared to unstable surfaces exhibit distinct postural control profiles when assessed by traditional and nonlinear measures. *Human movement science*, 44, 73-80.
63. Ohlendorf, D., Salzer, S., Haensel, R., Rey, J., Maltry, L., Holzgreve, F., Groneberg, D. A. (2020). Influence of typical handball characteristics on upper body posture and postural


- control in male handball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12(1), 1-11.
64. Kantekin, H., Özgür, S., & Varol, T. (2021). Genç Yetişkin Erkeklerde Sporun ve Farklı Spor Dallarının Postür ve Denge Üzerine Etkisi: Duyusal Yeniden Ağırlıklandırma ve Spor İlişkisi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 208-219.
65. Hammami, R., Behm, D. G., Chtara, M., Othman, A. B., & Chaouachi, A. (2014). Comparison of static balance and the role of vision in elite athletes. *Journal of human kinetics*, 41(1), 33-41.
66. Jabnoun, S., Borji, R., & Sahli, S. (2019). Postural control of Parkour athletes compared to recreationally active subjects under different sensory manipulations: A pilot study. *European Journal of Sport Science*, 19(4), 461-470.
67. Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & posture*, 15(2), 187-194.
68. Paillard, T., Costes-Salon, C., Lafont, C., & Dupui, P. (2002). Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists?. *British journal of sports medicine*, 36(4), 304-305.
69. Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J., & Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises?. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 9(3), 128.
70. Romero-Franco, N., Martínez-López, E., Lomas-Vega, R., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2012). Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2071-2077.
71. Hayes, K. C. (1982). Biomechanics of postural control. *Exercise and sport sciences reviews*, 10(1), 363.
72. Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. (2017). *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. LWW.
73. Maurer, C., & Peterka, R. J. (2005). A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. *Journal of neurophysiology*, 93(1), 189-200.

74. Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett, E. G., & Myklebust, B. M. (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Transactions on biomedical engineering*, 43(9), 956-966.
75. Wilczyński, J. (2018). Postural stability in goalkeepers of the polish National Junior Handball Team. *Journal of human kinetics*, 63(1), 161-170.
76. By: Özlem Ruhioğlu Çınar. (n.d.). Denge sistemimiz nasıl çalışır? – Odyolog Özlem Ruhioğlu Çınar. <https://www.odyologozlemcinar.com/denge-sistemimiz-nasil-calisir/>
77. Paillard, J. (1987). Cognitive versus sensorimotor encoding of spatial information. *Cognitive Processes and Spatial Orientation in Animal and Man: Volume II Neurophysiology and Developmental Aspects*, 43-77.
78. Lee, D. N., & Lishman, J. R. (1975). Visual proprioceptive control of stance. *Journal of human movement studies*.
79. Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance?. *Clinical rehabilitation*, 14(4), 402-406.
80. Romberg, M. H. (1853). *A manual of the nervous diseases of man (Vol. 2)*. Sydenham Society.
81. Riley, M. A., Mitra, S., Stoffregen, T. A., & Turvey, M. T. (1997). Influences of body lean and vision on unperturbed postural sway. *Motor Control*, 1(3), 229-246.
82. Riley, M. A., Wong, S., Mitra, S., & Turvey, M. T. (1997). Common effects of touch and vision on postural parameters. *Experimental Brain Research*, 117, 165-170.
83. Riccio, G. E., & Stoffregen, T. A. (1988). Affordances as constraints on the control of stance. *Human movement science*, 7(2-4), 265-300.
84. Riccio, G. E. (1993). Information in movement variability about the qualitative dynamics of posture and orientation. *Variability and motor control*, 317-357.
85. Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., & Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 302-309.

86. Gorostiaga, E. M., Granados, C. R. I. S. T. I. N. A., Ibañez, J. A. V. I. E. R., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. I. K. E. L. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 357-366.
87. Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International journal of sports medicine*, 30(04), 251-258.

## 8. EKLER

## Ek 1: Tez Çalışması Etik Kurul İzni

 **T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 /2172  
Konu : **ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU**

**Toplantı Tarihi** : 29 KASIM 2022 SALI  
**Toplantı No** : 2022/20  
**Proje No** : GO 22/1187 (Değerlendirme Tarihi: 29.11.2022)  
**Karar No** : 2022/20-01

Üniversitemiz Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇELİK'in sorumlu araştırmacı olduğu, Ayşe Meliz ERSOY'un yüksek lisans tezi olan, GO 22/1187 kayıt numaralı "Amatör Hentbolcularda Denge Performansının Değerlendirilmesi" başlıklı proje önerisi araştırmamızın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, idari izinlerin tamamlanması kaydı ile 01 Aralık 2022 – 30 Kasım 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

|                                    |          |                                     |       |
|------------------------------------|----------|-------------------------------------|-------|
| <b>İZİNLİ</b>                      |          |                                     |       |
| 1. Prof. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR | (Başkan) | 8. Prof. Dr. Hande Güney DENİZ      | (Üye) |
| 2. Prof. Dr. G. Burça AYDIN        | (Üye)    | 9. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK     | (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK       | (Üye)    | 10. Doç. Dr. Merve BATUK            | (Üye) |
| <b>İZİNLİ</b>                      |          |                                     |       |
| 4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER        | (Üye)    | 11. Doç. Dr. Gülten KOÇ             | (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN        | (Üye)    | 12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR       | (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Burcu Balaban DEĞİ    | (Üye)    | 13. Dr. Öğr. Üyesi Burcu Ersöz ALAN | (Üye) |
| <b>İZİNLİ</b>                      |          |                                     |       |
| 7. Prof. Dr. Tolga YILDIRIM        | (Üye)    | 14. Av. Buket ÇINAR                 | (Üye) |

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
06100 Sıhhiye-Ankara  
Telefon: 0 (312) 395 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: gostik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için: \_\_\_\_\_

## Ek 2: Tez Çalışması Dijital Makbuz ve Orijinallik Ekran Çıktısı

### YARIŞMACI HENTBOLCULARDA DENGE PERFORMANSININ AÇIK VERİ SETİ İLE KARŞILAŞTIRILMALI ANALİZİ

#### ORIGINALITY REPORT

|                  |                  |              |                |
|------------------|------------------|--------------|----------------|
| <b>6%</b>        | <b>5%</b>        | <b>1%</b>    | <b>2%</b>      |
| SIMILARITY INDEX | INTERNET SOURCES | PUBLICATIONS | STUDENT PAPERS |

#### PRIMARY SOURCES

|          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b><br>Internet Source  | <b>1%</b>     |
| <b>2</b> | <b>acikbilim.yok.gov.tr</b><br>Internet Source                  | <b>1%</b>     |
| <b>3</b> | <b>www.researchgate.net</b><br>Internet Source                  | <b>&lt;1%</b> |
| <b>4</b> | <b>Submitted to Hacettepe University</b><br>Student Paper       | <b>&lt;1%</b> |
| <b>5</b> | <b>openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b><br>Internet Source      | <b>&lt;1%</b> |
| <b>6</b> | <b>peerj.com</b><br>Internet Source                             | <b>&lt;1%</b> |
| <b>7</b> | <b>Submitted to Dokuz Eylul Universitesi</b><br>Student Paper   | <b>&lt;1%</b> |
| <b>8</b> | <b>Submitted to Ondokuz Mayıs Universitesi</b><br>Student Paper | <b>&lt;1%</b> |
| <b>9</b> | <b>Submitted to Uşak Üniversitesi</b><br>Student Paper          | <b>&lt;1%</b> |



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Aysemeliz Ersoy  
Assignment title: YARIŞMACI HENTBOLCULARDA DENGE PERFORMANSININ AÇ...  
Submission title: YARIŞMACI HENTBOLCULARDA DENGE PERFORMANSININ AÇ...  
File name: tez\_meliz\_ME\_v22.docx  
File size: 2.98M  
Page count: 68  
Word count: 14,631  
Character count: 98,719  
Submission date: 25-Apr-2023 03:52PM (UTC+0300)  
Submission ID: 2075043186





### Ek 3: Aydınlatılmış Onam Formu

#### ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

**Araştırma Projesinin Adı:** Yarışmacı Hentbolcularda Denge Performansının Açık Veri Seti ile Karşılaştırmalı Analizi

**Sorumlu Araştırmacı:** Dr. Hüseyin Çelik, Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Biyomekaniği ve Motor Kontrol ABD, Ofis Telefonu:..., Cep Telefonu:..., E-posta adresi:...

**Diğer Araştırmacılar:** Ayşe Meliz Ersoy

Sayın Katılımcı,

“Yarışmacı Hentbolcularda Denge Performansının Açık Veri Seti ile Karşılaştırmalı Analizi” isimli klinik ve bilimsel araştırmalara katkı sunacağına inandığımız bir çalışma planlamaktayız. Çalışmanın amacı, hentbol sporcularının ayakta postüral denge performanslarını değerlendirerek sedanter bireylerin verileri ile karşılaştırmak ve farklı postüral denge ölçüm testlerinde (gözleri açık, gözleri kapalı) hentbol sporcularının denge performansının nasıl etkilendiğini incelemektir. Sizi bu araştırmaya katılmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup, varsa sorularınızı bize yönelterek, içeriğini tam olarak anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz lütfen formu imzalayınız. Yöntemin detaylarını aşağıda bulabilirsiniz.

Araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul etmeniz durumunda, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Biyomekanik ve Motor Kontrol ABD’ni bir kez ziyaret etmeniz istenecektir. Ziyaretiniz yaklaşık 1 saat sürecektir.

Denge performansınız sakin duruş testi ile incelenecektir. Ölçüm sırasında çift ayak üzerinde, 60 saniye boyunca ayakta mümkün olduğu kadar hareketsiz olarak sakin duruşta

durmanız istenecektir. Ölçüm, ayakta durur pozisyonda, çorap ile, eller yanda, bir dakika boyunca gözler açık ve kapalı koşullar için üçer tekrar olarak gerçekleştirilecektir. Ölçüm sırasında duvarda göz hizasında işaretlenmiş belirli bir noktaya bakmanız istenecektir. Ölçüm sırasında yumuşak zemin oluşturmak için Airex marka sert süngerden üretilmiş denge pedi üzerine basmanız istenecektir. Yapılacak ölçümler katılımcılara herhangi bir yük getirmemekte ve bir risk yaratmamaktadır. Ölçümlerde katılımcılarda herhangi bir sağlık sorununa neden olması beklenmemektedir. Bunların dışında herhangi bir rahatsızlık hissederseniz testi hemen sonlandırmanız önerilmektedir.

Araştırma sonuçlarının spor biyomekaniği ve egzersiz fiziolojisi alanında denge performansının anlaşılmasına katkı sunması hedeflenmektedir. Araştırma protokolü için gönüllü katılımcılardan elde edilecek veriler kaydedilecek ve genel bir sonuca ulaşmak için tüm katılımcılara ait verilerin istatistiksel analizler ile değerlendirilecektir. Bulgular rapor edilerek ulusal ve uluslararası bilim çevreleri ile paylaşılacaktır. Size ait veriler bir kod numarası ile saklanacaktır. Sonuçların yayınlanması ya da araştırmadan çıkan bilgilerin sunulması durumunda, katılımcıya ait isim ve tanımlayıcı bilgi paylaşılmayacaktır. Veriler bireysel olarak yorumlanmayacaktır.

Araştırmaya katılımınız karşılığında herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Katılımcılar araştırmaya gönüllülük esasına göre dahil edilecektir. İstedığınız zaman araştırmadan çekilme hakkına sahipsiniz. Araştırmadan çekildiğiniz takdirde herhangi bir ceza, sorumluluk ya da yaptırım söz konusu olmayacak, araştırma ekibi ya da araştırmanın gerçekleştiği kurumun size karşı tutumu ve ilişkileriniz etkilenmeyecektir.

Ölçümler esnasında oluşan bir sağlık sorunu durumunda en yakın sağlık kuruluşuna sevk edilmeniz sağlanacaktır. Ancak, ücretsiz sağlık hizmeti sunulması ya da bu hizmetlerden doğan masrafların karşılanması mümkün olmayacaktır. Bu belgeyi imzalayarak araştırmaya katılımınız nedeniyle oluşabilecek herhangi bir sağlık sorunundan dolayı Hacettepe Üniversitesi ve araştırmacıyı sorumlu tutma hakkınız olmayacağını kabul ve

beyan etmiş sayılacaksınız.

Araştırma öncesinde Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul'a araştırma önerisi sunularak etik kurul izni alınmıştır (Onay Tarih: , No: ).

Araştırmaya katılmak için 18 yaşından büyük olmanız gerekmektedir. Yukarıda yer alan bilgiler ışığında araştırmaya katılmayı kabul ediyorsanız lütfen aşağıda "katılımcı" olarak size ayrılan alanda istenilen bilgileri doldurup araştırmaya katıldığınız tarihi yazarak imzalayınız.

### **Katılımcı Beyanı**

Dr. Hüseyin Çelik ve araştırmacılar tarafından araştırma hakkında tatmin edici şekilde bilgilendirildim. Yukarıda yazılı olarak açıklanan bilgiler bana sözel olarak da aktarıldı. Sorularım yanıtlandı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacılar ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahale için ilgili sağlık kuruluşuna yönlendirileceğim konusunda gerekli güvence verildi.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dr. Hüseyin Çelik'i bu formda verilen iletişim yollarından herhangi birisi ile ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun araştırmacılar ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası talep etmem halinde bana verilecektir.

Adı, soyadı:

Adres:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Bu Form toplam 3 sayfadan oluşmaktadır. Okuyup onayladığınızı kabul ettiğinizin göstergesi olarak lütfen diğer sayfaları da imzalayınız.

**Sorumlu Araştırmacı**

Adı, soyadı: Dr. Hüseyin Çelik İmza:

**Katılımcı kod numarası** .....(bu alan araştırmacı tarafından doldurulacaktır)

#### Ek 4: Kişisel Bilgi Formu ve Veri Toplama Formu

##### KATILIMCI

Katılımcı No :

Yaş :

Cinsiyet :

Vücut Uzunluğu (cm) :

Vücut Ağırlığı (kg) :

##### YÖNTEM

Kuvvet platformu üzerine yerleştirilmiş denge pedi üzerinde ölçümler yapılacaktır.

- Denge pedi üzerinde gözler açık sakin duruş denge testi
- Denge pedi üzerinde gözler kapalı sakin duruş denge testi
- Test süresi 30 saniye
- Her iki durum (gözler açık ve kapalı) için de 3 tekrar
- Çorap ile ya da yalın ayak, kollar yanda, karşıya bakarak sakin duruşta

##### SONUÇLAR

| Ölçümler                           | Dosya Adı | 1. tekrar | 2. tekrar | 3. tekrar |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gözler Açık – COP Ortalama Hızı    |           |           |           |           |
| Gözler Açık – COP Aralığı - AP     |           |           |           |           |
| Gözler Açık – COP Aralığı - ML     |           |           |           |           |
| Gözler Açık – COP Standart Sapma   |           |           |           |           |
| Gözler Açık – COP Elips Alanı      |           |           |           |           |
| Gözler Kapalı – COP Ortalama Hızı  |           |           |           |           |
| Gözler Kapalı – COP Aralığı - AP   |           |           |           |           |
| Gözler Kapalı – COP Aralığı - ML   |           |           |           |           |
| Gözler Kapalı – COP Standart Sapma |           |           |           |           |
| Gözler Kapalı – COP Elips Alanı    |           |           |           |           |

## 9. ÖZGEÇMİŞ